



PARÂMETROS HIDROLÓGICOS E EROSIVOS OBTIDOS EM PARCELAS EXPERIMENTAIS, BACIA DO CÓRREGO SUJO, TERESÓPOLIS (RJ)

*Carlos Eduardo Emiliano Menezes*¹ - Mestrando em Engenharia Civil, COPPE/UFRJ.

cadumenezesrj@yahoo.com.br

*Mario Guilherme Garcia Nacinovic*² - Doutorando em Geotecnia Ambiental, COPPE/UFRJ

mgnacinovic@yahoo.com.br

*André de Souza Avelar*³ - Professor Adjunto do Dept. de Geografia da UFRJ.

andreavelar@acd.ufrj.br

*Cláudio Fernando Mahler*⁴ - Professor Associado da COPPE/UFRJ, COPPE/UFRJ.

mahler0503@yahoo.com

RESUMO: O presente trabalho visa estudar os processos erosivos que ocorrem em áreas de agricultura convencional na bacia do Córrego Sujo (~53 km²) que se situa na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Esta região é caracterizada pelo elevado uso da água para a produção olerícola que é realizada, principalmente, através de sistemas de irrigação por aspersão abastecida diretamente dos canais. Neste sentido, buscou-se avaliar as perdas de solo e escoamento superficial na agricultura convencional através da instalação de parcelas hidro-erosivas em quatro diferentes tipos de uso do solo: olericultura, pastagem, área de recuperação florestal e floresta. Foram instalados 04 pluviômetros convencionais e 02 pluviômetros digitais para quantificar a chuva. Após o monitoramento da relação chuva x erosão foi possível perceber que as maiores perdas de solo se encontram na parcela localizada na olericultura, cerca de 14,777 kg/ha/ano, onde é feita a aração e o plantio é realizado diretamente no horizonte C do solo. Quanto à relação chuva x escoamento superficial as maiores frequências de escoamento também foram observadas na olericultura, aproximadamente 107,9 mm, demonstrando assim uma pequena infiltração no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Erosão, parcela hidro-erosiva, escoamento superficial.

ABSTRACT: This work aims to study the erosion processes that occur in areas of conventional farming. Therefore, the watershed of Córrego Sujo (~53 Km²) located in the



mountainside of Rio de Janeiro was chosen for this purpose, since it concentrates most part of Rio's agricultural activities. This area is characterized by a great need for water for fresh vegetables crop production, which is mainly carried out through spray irrigation systems supplied directly by river channels. For this purpose, we evaluated soil erosion in conventional agriculture by the installation of hydro-erosive parcels in four different types of soil use: horticulture, pasture area, agroforest system and forest management. Four (04) conventional and two (02) digital pluviometers were installed to quantify rainfall in the region. Therefore, comparisons between different kinds of soil use in the basin area were performed. After monitoring the relation rain-flowage-erosion, it was possible to realize that the greatest losses of soil were found in the conventional agriculture parcel, where the first layers of soil were scrambled by land systematization for irrigation and planting is done directly in the saprolite, that is, in horizon C. Conventional agriculture also demonstrated similarities (positive relationship) regarding the relation rain-superficial flowage and soil lost, with the greatest frequencies of flowage in agriculture and high water volumes, showing a small seepage.

KEY WORDS: Erosion, hydro-erosive parcels, runoff.

1 - INTRODUÇÃO

Os processos hidrológicos que ocorrem nas cabeceiras de drenagem são fundamentais para o entendimento das relações entre escoamento superficial, infiltração e recarga das zonas saturadas dos solos que, por conseguinte são repensáveis pela manutenção do fluxo de base dos rios existentes nas regiões com coberturas de florestas tropicais (Hewlett, 1969; Dunne, 1970; Gregory & Walling, 1973; Dunne & Leopold, 1978; Selby, 1985; Reichardt, 1987; Coelho Netto, 1987, 1994; Coelho Netto & Fernandes, 1990; Avelar, 2003, dentre outros). A partir do momento que a vegetação florestal é substituída por cultivos agrícolas ou pastagens ocorre uma diminuição da infiltração da água no solo, com significativa elevação do escoamento superficial nas encostas. Ao longo do tempo estas mudanças reduzem o estoque de água subterrânea nas cabeceiras de drenagem, comprometendo a vazão dos canais nas bacias a jusante, principalmente nos períodos de estiagem.

Antes da primeira metade do século XX a água era encarada em escala planetária como um recurso natural abundante e renovável. A partir daí, com o aumento da complexidade socioeconômica e a degradação ambiental associada, deu-se mais atenção às condições de



escassez e da poluição deste recurso fundamental à vida humana e à manutenção dos ecossistemas. Atualmente, as sociedades de vários países buscam uma reavaliação do conceito de abundância e renovabilidade da água, conscientizando-se dos graves riscos ambientais, sociais e econômicos, refletindo em novos paradigmas para o uso dos recursos hídricos (Tundisi, 2003).

Nas cabeceiras de drenagem situadas na região serrana do Estado do Rio de Janeiro, entre os municípios de Teresópolis e Nova Friburgo, há intensa produção agrícola associada à irrigação e ao uso de insumos químicos e biológicos. Nesta região, a maior parte da produção agrícola se caracteriza pela olericultura (verduras e legumes), que utiliza sistemas de irrigação por aspersão, abastecidos pela retirada de água dos canais fluviais através de bombeamento. Além disso, há intenso uso de calagem, fertilizantes orgânicos (esterco) e químicos (geralmente NPK) nos solos, bem como a aplicação de pesticidas foliares, que tendem a causar a eutrofização na água dos rios e a dispersão de contaminantes para o solo e as águas superficiais e subterrâneas. Outro agravante é que a partir do momento em que implantam-se novas áreas de agricultura, tende a ocorrer erosão nestas áreas e se dá o transporte de sedimentos para os canais, gerando assoreamentos em alguns trechos dos canais e elevando-se os valores de turbidez (Guerra, 1994; Avelar 2003). Sabe-se hoje que alguns contaminantes são mais facilmente transportados quando adsorvidos às partículas de argila disponibilizadas pela erosão, podendo ainda aumentar sua concentração após encontrar condições de sedimentação (Fetter, 1993; Chapra, 1997; Baird, 1999, dentre outros). Deste modo, estes problemas estão diretamente relacionados às condições hidrológicas e erosivas presentes nestas cabeceiras de drenagem, pois tanto o transporte do excedente de nutrientes deixados pela fertilização como a difusão de contaminantes ocorre em solução aquosa.

A área de estudo em questão compreende a bacia do Córrego Sujo (54 km²) e está inserida na bacia do rio Piabanha (~2000 km²), situando-se na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro e sendo caracterizada pelo elevado uso de água para a produção olerícola (verduras e legumes) (figura 1), principalmente através de sistemas de irrigação por aspersão abastecidos diretamente dos canais (Barreto, 2005; Oliveira, 2007). Neste sentido o presente trabalho pretende entender as perdas de solo na agricultura convencional que é tanto praticada em toda esta região.

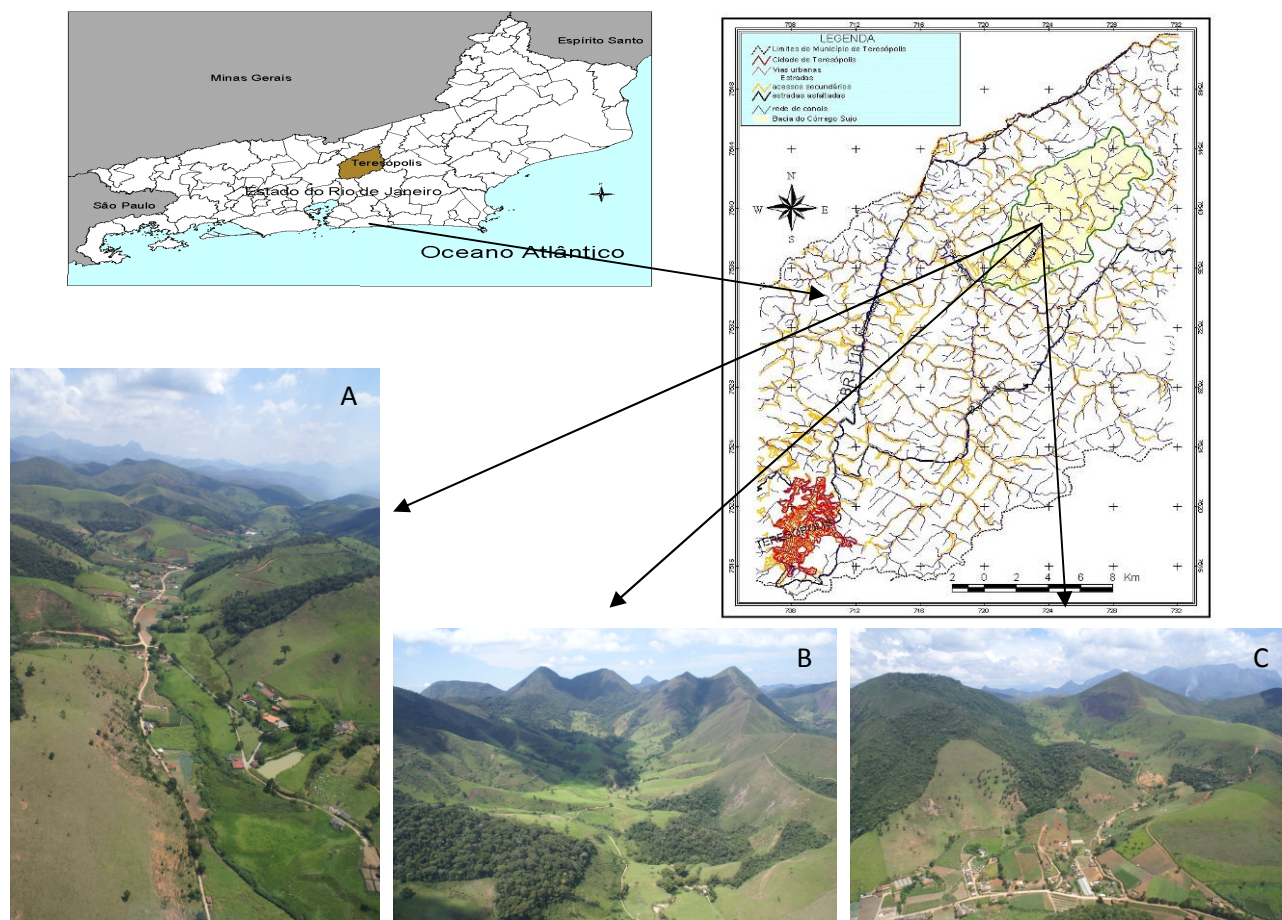


Figura 1: Estado do Rio de Janeiro, Localização da Bacia do Córrego Sujo e Mosaico da paisagem (A, B e C), caracterização dos diferentes tipos de uso e cobertura do solo.

Fonte: MyZoom – Dezembro/2008.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização do monitoramento da bacia foram instalados 04 pluviômetros convencionais e 02 pluviômetros digitais (figura 2 e 3), para medir a precipitação diária total. Também foram construídas quatro parcelas hidro-erosivas do tipo Gerlach (5 m x 2 m = 10 m²), que facilita a correlação dos dados de escoamento superficial medida em litros para “mm”, que é a unidade de medida da precipitação (figura 4). Divide-se o volume de água de escoamento superficial por dez, para se obter a medida em “mm”. A produção de sedimentos medida em “g /10 m²” pode ser convertida diretamente para “kg / ha”. Essa parcela é delimitada por uma chapa metálica, com uma caneleta em uma de suas extremidades que é coberta por uma telha de amianto escorada em uma estrutura de madeira. Essa caneleta é conectada por uma mangueira de borracha a um galão de 50 litros (figura 5). Este galão é



responsável por coletar a água escoada com sedimentos provenientes do escoamento superficial da área da parcela.



Figura 2: Pluviômetro Digital utilizado na área de estudo



Figura 3: Pluviômetro Convencional utilizado na área de estudo



Figura 4: Modelo de parcela hidro-erosiva

As parcelas hidro-erosivas foram instaladas em quatro diferentes tipos de uso do solo: olericultura, pastagem, área de recuperação florestal e floresta; com intuito de estabelecer uma comparação entre os diferentes usos que são presentes em toda área da bacia.

A água coletada das parcelas são separadas em garrafas de 500 ml e etiquetadas de acordo com a data do evento de chuva e o local de onde foi retirada. Essa água é levada para laboratório e colocada em latas de refrigerante previamente pesadas, são despejados 250 ml do conteúdo de cada garrafa dentro das latas que são levadas a estufa na temperatura de 105°



C até que toda água seja evaporada. Depois de seca, a lata é novamente pesada e a diferença entre o peso final e o peso inicial corresponde à quantidade de perda de solo em 250 ml de água coletada, esse valor é multiplicado por quatro para saber quantas gramas de solo estão contidas em um litro de água. Sabendo-se o quanto em grama se perde em um litro e quantos litros foram escoados em cada parcela, é possível saber a quantidade total de solo perdido durante cada evento de chuva.

Esses dados são transformados em gráficos que correspondem à relação chuva-escoamento-erosão e à relação chuva-escoamento superficial.

Verificou-se a erodibilidade do solo da parcela hidro-erosiva da olericultura com o equipamento idealizado por INDERBITZEN (1961). O ensaio é de baixo custo e utilizado em avaliações geotécnicas de erodibilidade. O ensaio de Inderbitzen consiste basicamente em infringir um escoamento superficial a uma amostra indeformada de solo e, avaliar a quantidade de sedimentos gerados, os volumes de escoamento e os de infiltração em determinados intervalos de tempo.

O equipamento utilizado no ensaio de Inderbitzen consiste de uma rampa inclinável coberta de fórmica com um furo para o encaixe da amostra de solo (Figura 5).



Figura 5 - Equipamento para realização do ensaio de Inderbitzen.



Primeiramente, acertamos a inclinação da rampa. Foram realizados ensaios com duas inclinações (10° e 22°). A coleta de água de infiltração foi feita através de um funil de PVC maciço, que era direcionada para uma proveta através de uma mangueira de 1/2”.

A vazão do escoamento superficial foi mantida constante mediante a manutenção de certa altura de coluna d'água. A vazão utilizada no ensaio de 47 ml/s está próximo ao valor de 50 ml/s proposto por FÁCIO (1991) com o intuito de padronizar o ensaio. Durante o ensaio, coletou-se o volume escoado e o volume infiltrado em seis etapas com intervalos de tempo de 5, 10, 15, 30, 45 e 60 minutos. Os sedimentos gerados pelo escoamento superficial foram coletados nos mesmos intervalos de tempo em peneiras ABNT # 10 e 200. Utilizou-se um conjunto de peneiras #10 e 200 para cada uma das seis etapas do ensaio. Os sedimentos retidos nas peneiras eram lavados para retirar as partículas de argila aderidas e, fluídas para um becher por meio de um pissete. O becher era tarado e levado à estufa para evaporar a água. O peso dos sedimentos foi estipulado descontando o peso da tara. Os sedimentos em suspensão foram mensurados com um densímetro.

Foram feitos oito ensaios com inclinações de 10° e 22° e dois teores de umidade diferentes em quatro amostras indeformadas de solo da parcela hidro-erosiva da olericultura. Optou-se por realizar o ensaio de Inderbitzen somente com amostras da parcela da olericultura, por ser a única parcela com produção de sedimentos significativa.

Realizou-se 24 ensaios de caracterização granulométrica para determinar a textura do solo e a densidade real dos grãos em suas diversas camadas (30 – 60 – 90 cm). Os limites de Atterberg foram determinados para avaliar as propriedades de plasticidade dos solos. Os limites de liquidez e plasticidade foram estabelecidos por meio dos índices de Atterberg determinados pelo método de Casagrande seguindo as normas NBR 6459/84 e NBR 7180/84. Os ensaios granulométricos foram realizados no Laboratório de Geotecnia da COPPE de acordo com a norma NBR 7181/84. Foram feitos 24 ensaios com o defloculante hexametáfosfato de sódio com pH entre 8 e 9 e seis ensaios sem defloculante. As análises físico-químicas dos solos foram realizadas no laboratório de Geotecnia da COPPE de acordo com a metodologia da EMBRAPA / SNLCS. A caracterização mineralógica dos argilo-minerais foi realizada por difração de raios-X no Núcleo de Catálise da UFRJ, com o aparelho Miniflex-Rigaku de tubo de cobre. Foram analisadas 2 amostras de argila da parcela hidro-erosiva nas profundidades de 30 e 90 cm.



3 - RESULTADOS E DISCUSSÕES

A partir das primeiras chuvas os resultados dos escoamentos começaram a dar origem aos gráficos da relação chuva x erosão (Figuras 8, 9, 10 e 11) e chuva x escoamento superficial (Figuras 12, 13, 14 e 15). Esses gráficos foram feitos de acordo com o tipo de cobertura vegetal onde a parcela se encontra e contam com informações que correspondem ao período de Junho de 2008 à Maio de 2009 (12 meses).

Neste período de 12 meses foram contabilizados 1056 mm de chuva dentro da bacia (Figura 6), sendo que as maiores concentrações estão nos meses de Outubro à Fevereiro e os meses secos correspondem aos meses de Março à Setembro.

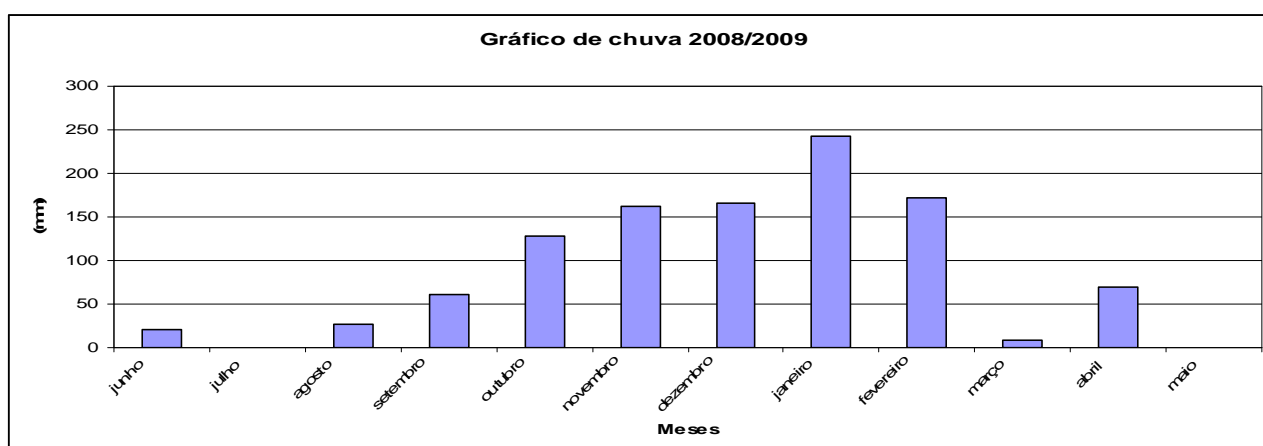


Figura 6: Precipitação mensal no período de Junho de 2008 à Maio de 2009.

Na relação chuva x erosão foi possível observar que as maiores perdas de solo se encontram na parcela localizada na olericultura, onde foram computados aproximadamente 500.000 kg/ha, enquanto na parcela da área da permacultura representou a segunda maior perda, sendo computados apenas 20 kg/ha. Os menores valores foram na parcela na pastagem 4 kg/ha e na floresta cerca de 5 kg/ha. Cabe ressaltar que na olericultura ocorreu preparação do solo para irrigação, com intensa aragem, onde foram retiradas as primeiras camadas do solo. Deste modo o plantio foi feito diretamente sobre o saprolito, ou seja, no horizonte C do solo. Esse horizonte C quando exposto é um horizonte mais fácil de ser erodido, uma vez que suas partículas não são bem agregadas como nas camadas superiores do solo, tornando-se um material muito mais sujeito à erosão nos eventos de chuva. Além disso, esse solo é periodicamente revolvido para introdução de novas culturas, que ocorre a cada quatro meses aproximadamente.

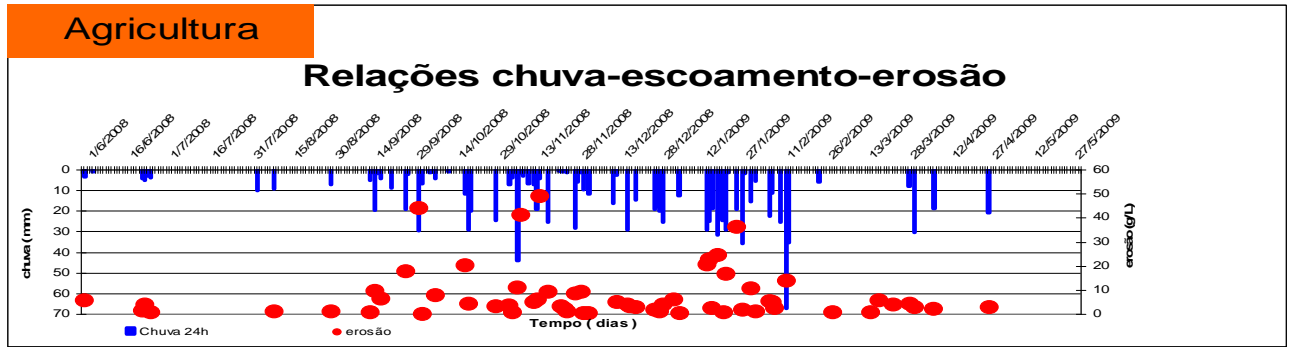


Figura 8: Relação entre erosão e precipitações mensais na área da olericultura.

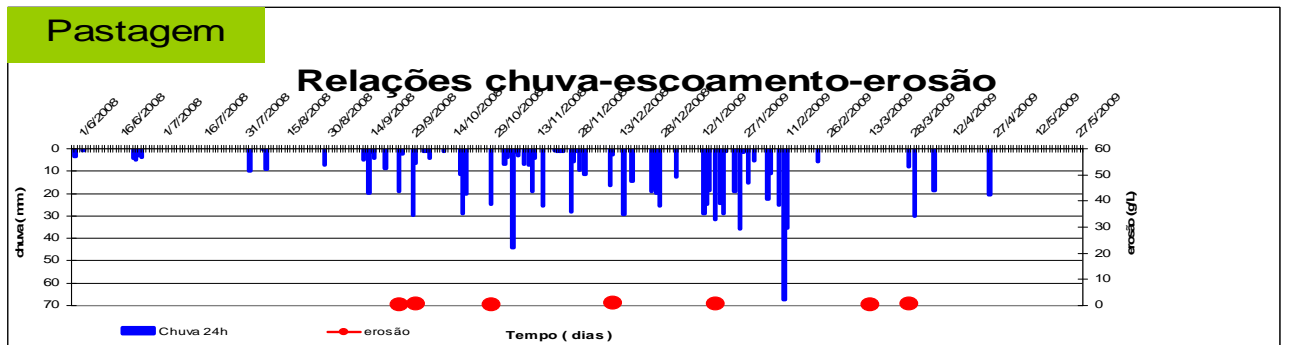


Figura 9: Relação entre erosão e precipitações mensais na área da pastagem

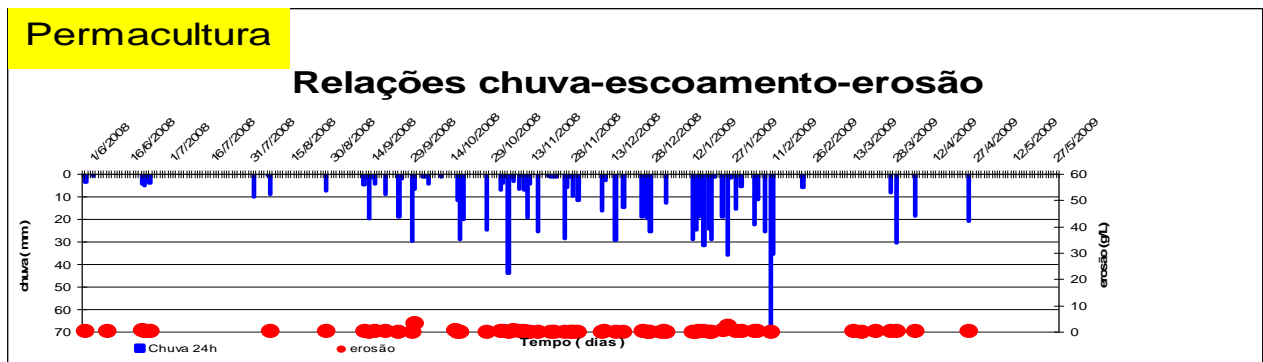


Figura 10: Relação entre erosão e precipitações mensais na área da permacultura.

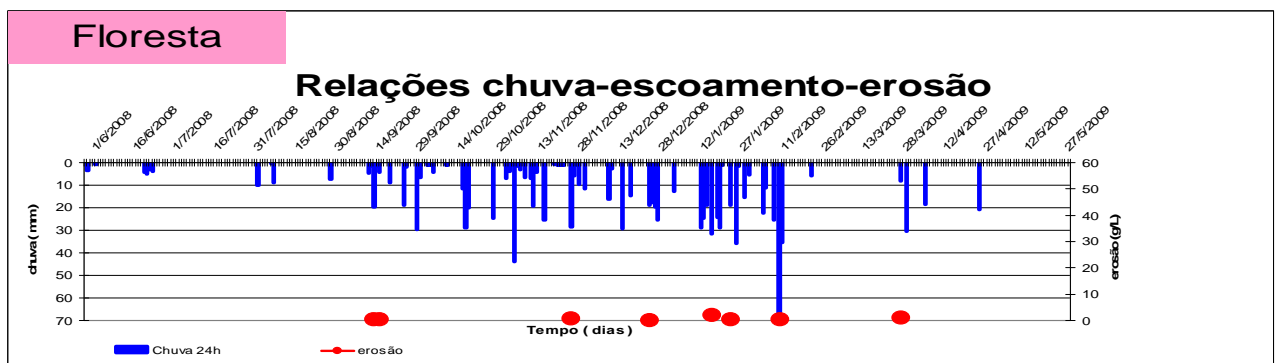


Figura 11: Relação entre erosão e precipitações mensais na área da floresta.



Na relação chuva versus escoamento superficial mostra que a agricultura convencional também resulta em maiores frequências de escoamento e elevados atingindo um valor total no período de 104 mm para 1056 mm de precipitação. Isto demonstra que há pequena infiltração no solo, alcançando cerca de 10 % do que choveu no período. Outro fato que chama atenção é que na parcela da permacultura o escoamento superficial é relativamente elevado, com total de 16 mm, mas as perdas de solo são muito reduzidas, em torno de 20 kg/ha. Isto ocorre porque os horizontes A e B não foram retirados do solo e a cobertura vegetal está em fase de regeneração no estágio de uma capoeira. Nas parcelas da pastagem e da floresta os escoamentos superficiais são mínimos: 2 e 0,2 mm respectivamente, demonstrando assim que a cobertura vegetal é fundamental para a conservação do solo evitando assim os processos erosivos.

Na parcela da permacultura é muito freqüente a ocorrência de escoamento, porém os valores são menores (16 mm), demonstrando assim uma maior eficiência de infiltração no solo. Essa maior infiltração pode ser atribuída à cobertura vegetal, onde a água da chuva escoou pelos ramos das gramíneas e arbustos encontrando assim concentração de água e um caminho preferencial junto ao solo, próximo às raízes.

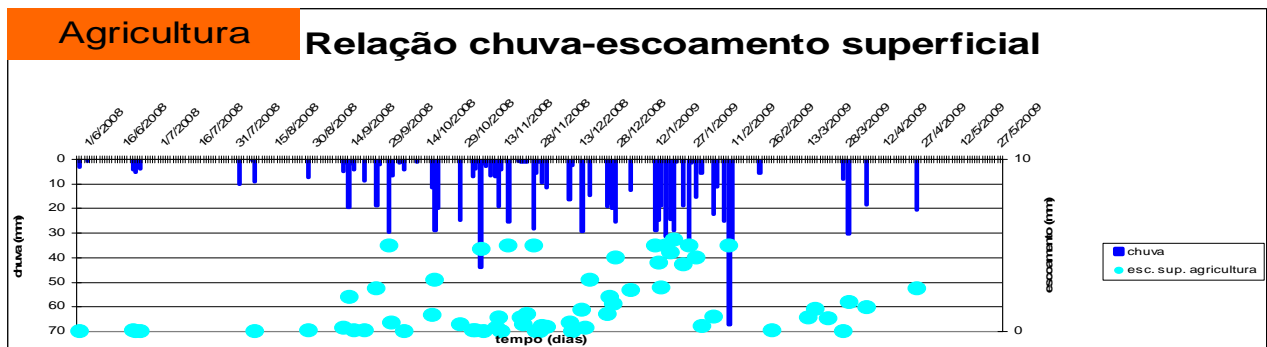


Figura 12: Relação entre escoamento superficial e precipitações mensais na área da olericultura.

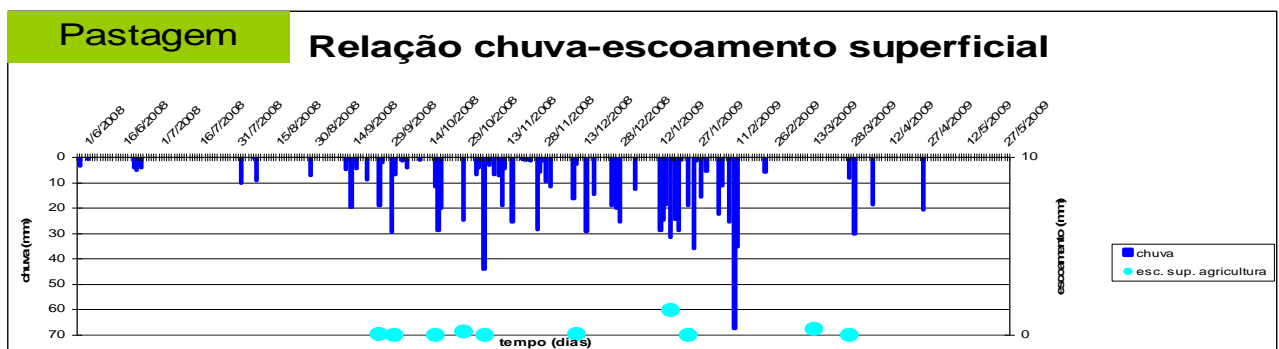


Figura 13: Relação entre escoamento superficial e precipitações mensais na área da pastagem.

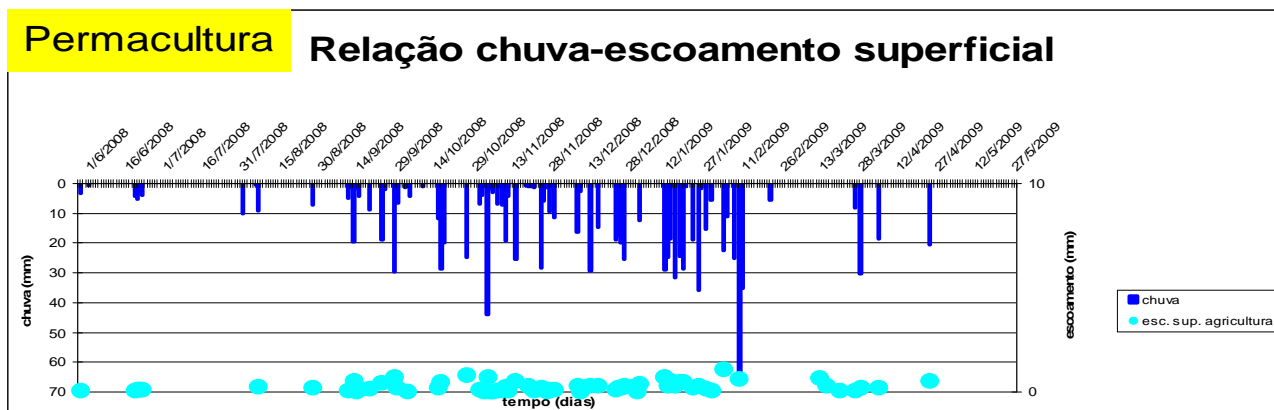


Figura 14: Relação entre escoamento superficial e precipitações mensais na área da permacultura.

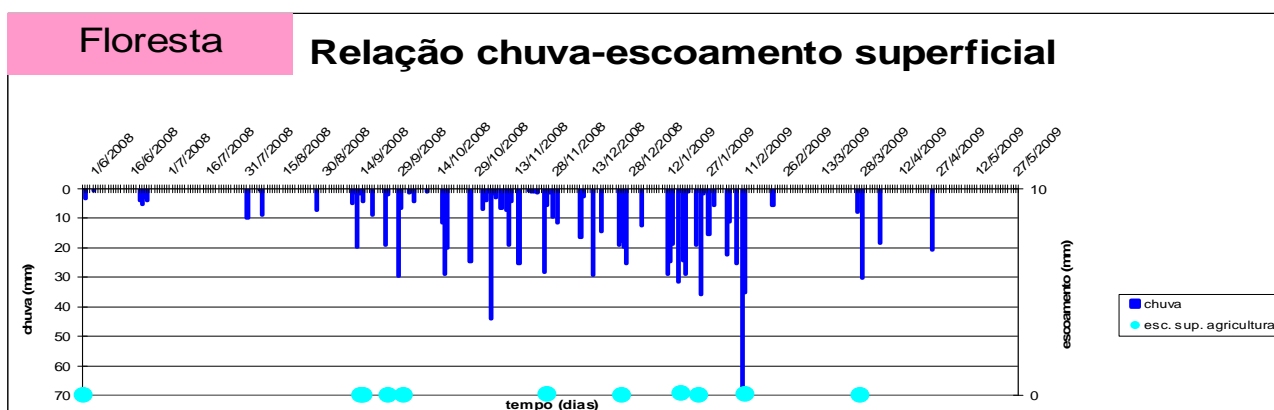


Figura 15: Relação entre escoamento superficial e precipitações mensais na área da floresta.

O ensaio de Inderbitzen não leva em consideração o potencial erosivo do impacto das gotas de chuva, conseqüentemente a produção de sedimentos está subestimada. BERTONI & LOMBARDI NETO (1990) comentam que a energia cinética da chuva é 256 vezes maior do que a do escoamento superficial. Os valores de produção de sedimentos dos ensaios de Inderbitzen na amostra do horizonte C são acentuados, tal como foi visto no experimento de campo na parcela hidro-erosiva da agricultura, que confirma uma elevada erodibilidade para o solo desta parcela.

Nota-se uma maior proporção de produção de sedimentos nos primeiros 5 minutos dos ensaios (Tabela 1 e 2), pois a partir daí tende a haver menos disponibilidade de partículas soltas, a serem transportadas. Além disso, após os instantes iniciais de precipitação, o grau de saturação do solo aumenta gradativamente. Deste modo, a frente de umidade inicial comprime o ar ocluído nos poros do solo, que também atua na separação das partículas do solo. Sendo assim, a erosão é mais intensa nos instantes iniciais com redução gradativa ao longo do



tempo. Os resultados de produção de sedimentos nestes ensaios mostram uma erosão mais acentuada na maior declividade de 22°. Como foi dito por FÁCIO (1991) a produção de sedimentos aumenta com a declividade da rampa e, é maior nos primeiros 5 minutos. Conforme constatado no ensaio com a amostra submetida a 22° de inclinação, a capacidade de infiltração aumentou com o grau de saturação.

Tabela 1: Ensaio de Inderbitzen com declividade de 10° - amostra do horizonte C.

Etapa	Tempo (min)	Volume Escoado (l)	Volume infiltrado (ml)	Peso Areia Grossa (g)	Peso Areia Fina e Média (g)	Erosão (kg/ha)	Peso Silte + Argila (g/l)
1	0 a 5	14,2	29	0	0,237	140,2	0
2	5 a 10	16,9	93	0	0,038	22,5	0
3	10 a 15	13,1	60	0	0,008	4,7	0
4	15 a 30	41,8	200	0	0,040	23,7	0
5	30 a 45	42,5	190	0	0,175	103,6	0
6	45 a 60	42,7	180	0	0,254	150,3	0

Tabela 2: Ensaio de Inderbitzen com declividade de 22° - amostra do horizonte C.

Etapa	Tempo (min)	Volume Escoado (l)	Volume infiltrado (ml)	Peso Areia Grossa (g)	Peso Areia Fina e Média (g)	Erosão (kg/ha)	Peso Silte + Argila (g/l)
1	0 a 5	11	8	0,010	0,661	391,1	1,5
2	5 a 10	11,5	18	0	0,083	49,1	0
3	10 a 15	10	14	0	0,074	43,8	0
4	15 a 30	31,4	44	0	0,458	271,0	0
5	30 a 45	33,7	42	0	0,405	239,6	0
6	45 a 60	33,7	45	0	0,711	420,7	0,2



Os valores altos de saturação de bases nas amostras da olericultura, verificados na Tabela 1 são devidos à adubação freqüente destes solos para aumentar a produtividade. Em geral, os valores de saturação de bases são baixos, que caracteriza os solos como distróficos.

Na caracterização físico-química dos solos os valores de K_i e K_r indicam elevado intemperismo químico, onde :

$$K_i = \frac{Al_2O_3}{SiO_2} \qquad K_r = \frac{Al_2O_3 + Fe_2O_3}{SiO_2}$$

Esse intemperismo químico deve-se a concentração acentuada de Alumínio e a concentração de Ferro, os resultados encontrados nas análises feitas são típicos de latossolos.

A análise físico-química da amostra da parcela da floresta (90 cm), situada próxima ao canal, possui valores altos de $K_i = 3,52$ e $K_r = 2,88$, que caracteriza um horizonte de solo menos intemperizado (Tabela 1). Isto evidencia um processo erosivo natural na cabeceira de drenagem, tornando menos espesso o latossolo, característico da área do experimento, ao longo do canal. A sistematização do terreno na ocasião da instalação do sistema de irrigação alterou o solo do local desta parcela. A retirada da camada superficial do solo alterou a ordem natural dos horizontes do solo. As análises físico-químicas das camadas superficiais do solo diagnosticaram-nos como horizonte C (Tabela 3).

As amostras das terras da parcela hidro-erosiva da olericultura não foram representativas dos horizontes superiores de um latossolo. O triângulo de classe de textura (fig. 18) apresenta uma dispersão de pontos para as amostras da parcela da olericultura. A sistematização do terreno na implantação da irrigação expôs o horizonte C, caracterizado por um saprolito de gnaiss. As terras são constituídas por uma miscelânea de horizonte C, onde há influência de bandas diferenciadas de solos típicos do intemperismo de gnaiss, que são rochas metamórficas com composição mineralógica em níveis e foliação (xistosidade). A textura mais siltosa dos solos da parcela da olericultura o torna mais susceptível à erosão (Tabela 4).

**Tabela 3:** Caracterização físico-química dos solos junto às parcelas hidro-erosivas.

AMOSTRA	pH		M.O (g/kg)	ATAQUE SULFÚRICO						
	H ₂ O	KCl 1M		ΔP (%)	SiO ₂ (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Fe ₂ O ₃ (%)	Ki	Kr	Res. (%)
1) Olericultura 0-30cm	7,97	6,92	5,41	9,98	32,2	21,4	15,8	2,56	1,74	15,85
2) Olericultura 30-60cm	7,42	6,07	2,66	7,77	34,7	17,5	13,6	3,37	2,25	30,94
3) Olericultura 60-90cm	7,23	6,44	6,04	8,05	34,6	13,4	13,9	4,39	2,64	25,45
4) Pastagem 0-30cm	4,80	4,02	56,9	13,44	24,0	18,7	8,6	2,19	1,69	35,85
5) Pastagem 30-60cm	4,86	4,08	39,0	13,07	25,3	21,6	9,2	1,99	1,56	34,01
6) Pastagem 60-90cm	4,93	4,16	23,6	11,77	26,4	22,2	10,6	2,02	1,55	34,16
7) Permacultura 0-30cm	5,10	4,38	63,7	12,57	24,9	20,0	8,8	2,12	1,66	37,12
8) Permacultura 30-60cm	4,76	4,25	50,7	14,63	27,0	23,2	12,7	1,98	1,47	31,82
9) Permacultura 60-90cm	4,92	4,39	35,5	10,35	25,6	22,2	11,2	1,96	1,48	37,73
10) Floresta 0-30cm	4,75	4,24	142,0	13,51	13,1	15,1	5,8	1,48	1,19	54,22
11) Floresta 30-60cm	4,69	4,10	70,1	7,64	17,5	12,8	4,7	2,31	1,88	60,45
12) Floresta 60-90cm	4,58	4,09	69,3	12,24	19,1	9,2	3,2	3,52	2,88	62,64
ΔP (%) = perda ao fogo à 550°C				Res. (%) = material primário não atacado						

Tabela 4: Caracterização e propriedades físicas dos solos junto às parcelas hidro-erosivas

Amostra	Tipo de Cultivo	Profundidade (cm)	Argila (%)	Silte (%)	Areia (%)			Pedregulho (%)	Densidade (g/cm ³)	Umidade Higroscópica (%)	LL (%)	LP (%)	IP (%)
					Fina	Média	Grossa						
1	Olericultura	30	30	28	11	20	9	2	2,749	1,798			
2	Olericultura	60	17	26	12	30	13	2	2,744	1,691			
3	Olericultura	90	40	22	12	15	10	1	2,745	1,74			
4	Pastagem	30	48	10	6	15	20	1	2,581	2,084	54,8	21,2	33,6
5	Pastagem	60	56	8	6	12	16	2	2,63	2,148	54,9	22,5	32,4
6	Pastagem	90	53	7	6	11	19	4	2,661	1,697	55,2	23,4	31,8
7	Permacultura	30	53	14	6	12	13	2	2,608	2,669	57,7	22,6	35,1
8	Permacultura	60	53	13	6	12	14	2	2,639	3,115	54,8	21,6	33,2
9	Permacultura	90	54	12	6	11	14	3	2,659	2,333	58,5	23,9	34,6
10	Floresta	30	16	23	8	20	30	3	2,481	3,625			
11	Floresta	60	17	22	8	21	24	8	2,512	2,134			
12	Floresta	90	22	17	10	19	26	6	2,521	2,562			

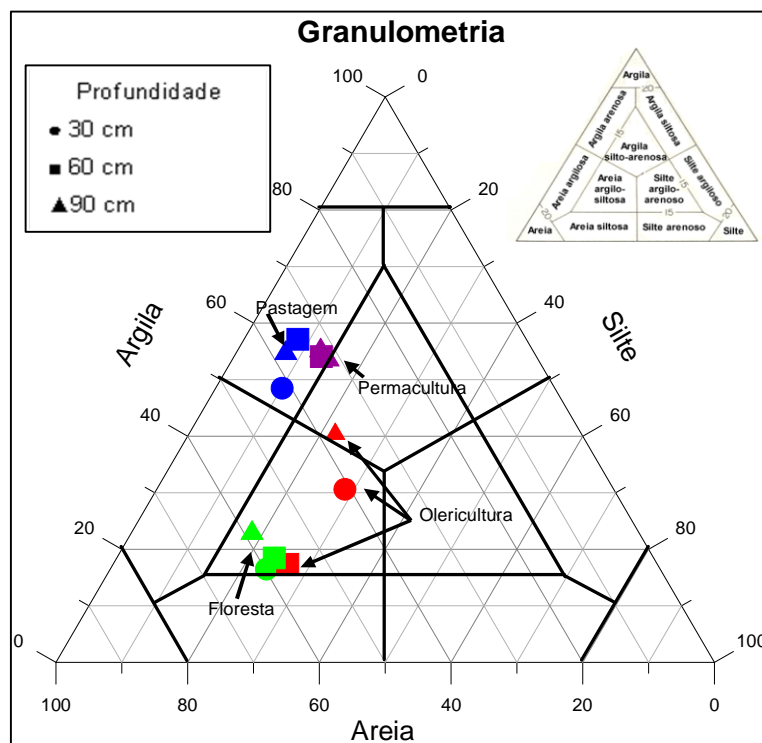


Figura 18: Triângulo textural

Ao fazer o ensaio de permeabilidade foi possível constatar que os solos da floresta estão mais estruturados e apresentam valores elevados de condutividade hidráulica (permeabilidade). Isto favorece a infiltração e explica a inexistência de escoamento superficial nesta condição ambiental.

Por outro lado à agricultura convencional mostra uma baixa condutividade hidráulica e, portanto há uma maior facilidade para ocorrência de escoamento superficial, conforme tabela 5.

Tabela 5: Ensaio de Permeabilidade

Tipo de Cultivo	Profundidade (cm)	Permeabilidade (cm/s)
Olericultura	0 a 30	$3,68 \times 10^{-6}$
	30 a 60	$2,72 \times 10^{-7}$
	60 a 90	-
Pastagem	0 a 30	$2,66 \times 10^{-3}$
	30 a 60	$8,69 \times 10^{-5}$
	60 a 90	$1,07 \times 10^{-3}$
Permacultura	0 a 30	$1,29 \times 10^{-3}$
	30 a 60	$3,67 \times 10^{-3}$
	60 a 90	$2,52 \times 10^{-3}$
Floresta	0 a 30	$9,34 \times 10^{-4}$
	30 a 60	$5,48 \times 10^{-4}$
	60 a 90	$1,41 \times 10^{-3}$



4 - CONCLUSÕES

O solo da parcela da olericultura é pouco coesivo e de fácil desagregação. Os ensaios de Inderbitzen e o experimento de campo na parcela hidro-erosiva permitiram constatar, pelos resultados de produção de sedimentos e escoamento superficial, que o solo da parcela da olericultura possui alta erodibilidade.

A área da parcela hidro-erosiva da olericultura está degradada. O uso de cobertura morta no período entre os cultivos das olerícolas é primordial para proteger o solo contra o impacto da gota de chuva, e a sua incorporação melhora a estruturação do solo e a capacidade de infiltração do solo. Com esta simples prática de cultivo, o escoamento superficial e a produção de sedimentos podem ser minimizados e a fertilidade do solo vai ser lentamente restabelecida.

A erodibilidade dos solos não pode ser baseada na análise isolada das características físico-químicas e mineralógicas do solo. Todos estes dados devem ser analisados e discutidos levando-se em consideração a geomorfologia, o meio físico biótico e antrópico, para se ter uma avaliação global do processo erosivo.

Cultivo mínimo – menor revolvimento do solo. Na área de estudo o efeito da aração excessiva é significativo para o processo erosivo. A pá rotativa da Tobatta® (máquina utilizada em larga escala na região serrana para arar a terra) desestrutura o solo diminuindo a sua capacidade de infiltração e aumentando a erodibilidade.

O manejo de rodízio do rebanho tem sido uma prática eficiente de pastoreio e de conservação de solo, conforme ressaltam os valores baixos de escoamento superficial e produção de sedimentos na parcela da pastagem. Sistemas de cultivo com manejo adequado do solo propiciam menores taxas de erosão e escoamento superficial. A compactação do solo causada pelo pastoreio não acelerou, significativamente, o processo erosivo. O eficiente rodízio do gado propiciou a renovação do sistema radicular, que atenuou a compactação decorrente do pisoteio animal.

A floresta teve os melhores resultados de escoamento superficial e erosão mediante a manutenção de um sistema em equilíbrio com farta produção de serrapilheira, vasto e protetor dossel e bem desenvolvida rizosfera; propiciando a interceptação da chuva, proteção do impacto das gotas de chuva, dispersão da água da chuva, gerando uma maior infiltração e menores perdas de água por escoamento superficial e, enfim, uma menor erosão.

O uso das terras na região agrícola serrana deve ser reavaliado quanto ao plantio de culturas que requerem manejo de solos não condizentes com a suscetibilidade das terras à



erosão. O sistema agroflorestal de pousio é adequado para terras íngremes e, seria uma forma de produção agrícola sustentável e conservacionista.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 6459**, Determinação do Limite de Liquidez, Rio de Janeiro, 1984.
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7180**, Determinação do Limite de Plasticidade, Rio de Janeiro, 1984
- ABNT, Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7181**, Solo – Análise Granulométrica, Rio de Janeiro, 1984
- AVELAR, A. S., “Características hidrológico-erosivas de solos em encostas montanhosas sob diferentes coberturas vegetais no Município de Bananal (SP)”, **Anais do X Simpósio brasileiro de Geografia Física Aplicada**, Rio de Janeiro, 10 p., CD-ROM – pub. Especial da Revista GeoUERJ, 2003.
- BARRETO, A. C. M. - *Caracterização Hidrológica e dos Diferentes Usos do Solo da Bacia do Córrego Sujo – Município de Teresópolis – RJ*. Monografia – UFRJ/IGEO. Rio de Janeiro, 2005.
- BAIRD, C., “**Química Ambiental**”, 2ª ed., Ed. Bookman, São Paulo, 622 p, 1999.
- BERTONI, J. & LOMBARDI NETO, F., **Conservação do Solo**. 3 ed., cap. 1-7, 9-11, São Paulo, Ícone, 1990.
- CHAPRA, S.C., “**Water Quality Modelling**”, McGraw Hill, New York, 844 p, 1997.
- COELHO NETTO, A. L., “**Overlandflow production in a tropical rainforest catchment: the role of litter cover**”, CATENA, 1987.
- COELHO NETTO, A. L. & FERNANDES, N. F., “Hillslope erosion-sedimentation and relief inversion in Bananal, SP”, IAHS Publication, 192, Proc. Inter. Symp. **In Res. Needs and Application to Reduce Erosion & Sedimentation in Tropical Steeplands**, Suva, Fiji, p. 189-190, 1990.
- DUNNE, T., “**Runoff production in humid areas**”, US Department of agriculture, Report ARS 41-160, 106 p, 1970.
- DUNNE, T & LEOPOLD, L.B. - *Water in Environmental Planning* - W.H. FREEMAN & Company, San Francisco, 818p, 1978.
- FÁCIO, J. A., “**Proposição de uma metodologia de estudo da erodibilidade dos solos do Distrito Federal**”, Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília, DF, 1991.



- FETTER, C. W., “**Contaminant Hydrogeology**”, Macmillian Publishing Company, New York, 687 p, 1993.
- GREGORY, K. J. & WALLING, D. E., “**Drainage Basin: Form and Process**”, Ed. Edward Arnold, London, 458 p, 1973.
- GUERRA, A. J. T., “Processos erosivos nas encostas”, **In Geomorfologia: Uma Atualização de Bases e Conceitos**, Cap. 4, GUERRA, A.J.T. & CUNHA,S.B. (organizadores); Ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, pp. 149-209, 1994.
- HEWLETT, J. D., “**Principles of Forest Hydrology**”, Univ. of Georgia press, Athens - USA, 183 p, 1982.
- IMDERBITZEN, A. L., “**An erosion test for soil**”, Materials Research and Standards, v1, n.7, technical note., 1961.
- OLIVEIRA, E.S. – *Indicadores Geoambientais de Qualidade das Águas na Bacia do Córrego Sujo, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, Teresópolis (RJ)*, Tese – UFF. Niterói, 2007.
- REICHARDT, K., “**Água em Sistemas Agrícolas**” - Editora Manole, São Paulo, 186 p, 1987.
- SELBY, M.J., “**Earth’s changing surface: an introduction to geomorphology**”. 1st ed., Oxford, Clarendon Press, 607 p, 1985
- TUNDISI, J. G., (org.). “**Água no Século XXI: enfrentando a escassez**”. São Carlos: Rima, IIE, 248 p, 2003.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.