

# **TOLERÂNCIA DE PERDAS PARA OS SOLOS DA BACIA DA REPRESA DO BROA**

**O. Freire (1)**  
**Z.Z. Marcos (1)**

## **INTRODUÇÃO**

A Erosão Geológica é um fenômeno natural e incontrollável, enquanto que a Erosão Acelerada é um processo causado pela atividade humana.

A Erosão Acelerada merece, portanto, atenção especial para ser mantida dentro de limites aceitáveis.

De acordo com o objetivo conservacionista, a tolerância de perdas pode ser definida como o peso de solo perdido por unidade de área e por ano que não chega a deteriorar as propriedades do solo, dentro de um período previsível, permitindo assegurar indefinidamente uma produção econômica, quando são aplicadas as técnicas atuais de manejo e controle da erosão.

A avaliação da tolerância de perdas é essencial para o desenvolvimento de todos os projetos conservacionistas que envolvem o solo; uma vez que permite a escolha do manejo e das práticas conservacionistas adequadas, através de uma equação empírica denominada Equação Universal de Perdas de Solo (1961), cuja expressão é a seguinte:

---

(1) Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», USP, Piracicaba

$$A = R \times K \times SL \times C \times P, \text{ onde:}$$

- A — tolerância de perdas;
- R — fator chuva;
- K — erodibilidade do solo;
- SL — fator topográfico;
- C — fator manejo;
- P — fator práticas conservacionistas.

Presumindo-se que as perdas de solo e a conseqüente produção de sedimentos, na Bacia da Represa do Broa, sejam grandes e que venham provocando assoreamento e poluição da água, este trabalho visa avaliar a tolerância de perdas dos solos que ocorrem na referida bacia hidrográfica.

Espera-se que os resultados obtidos venham contribuir para a escolha das técnicas conservacionistas adequadas para reduzir as perdas de solo e evitar assoreamento da represa.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A adoção de limites fixos para as perdas aceitáveis não é um critério seguro, uma vez que os solos variam muito quanto às propriedades físicas e conseqüentemente, deve variar, também, a intensidade de erosão.

HUDSON (1971), embora admitindo que seja muito difícil medir a intensidade de formação de solos, acha que a melhor estimativa que se pode fazer é a sugerida por BENNETT (1939). Este autor afirmou que, sob condições naturais, a formação de 25 mm de solo leva, em média, cerca de 300 anos.

Quando, no entanto, o solo está sujeito a cultivos, o aumento de aeração e de lavagem reduz esse tempo para 30 anos.

Para os solos dos Estados Unidos, a FAO (1967) admite perdas da ordem de 12,5 t/ha/ano para solos profundos, permeáveis e bem drenados e 2 a 4 t/ha/ano para solos rasos ou impermeáveis. Para outros solos, podem-se admitir perdas intermediárias àqueles limites.

SMITH & STAMEY (1964) apresentaram sugestões para o estabelecimento de limites aceitáveis de perdas de solo.

LOMBARDI NETO & BERTONI (1975) calcularam os limites aceitáveis de perdas para os solos do Estado de São Paulo, classificados e mapeados ao nível de Grandes Grupos pela COMISSÃO DE SOLOS (1960). Com base no estudo de setenta e cinco perfis, os autores concluíram que os valores de tolerância média de perdas variam de 4,5 a 13,4 t/ha/ano e de 9,6 a 15,0 t/ha/ano, respectivamente, para solos que apresentam B textural e para solos que apresentam B latosólico. Esses autores estabeleceram o período de mil anos para erodir uma quantidade de solo por unidade de área, sem considerar a formação de solo por intemperismo.

FREIRE & VASQUES F.<sup>o</sup> (1978) calcularam a tolerância de perdas para os solos de Piracicaba. Estes autores, utilizando as indicações de LOMBARDI NETO & BERTONI (1975), concluíram, do estudo de vinte e dois perfis representativos das séries descritas e mapeadas por RANZANI, FREIRE & KINJO (1966), que a tolerância de perdas para os solos de Piracicaba varia de 1,8 a 15,7 t/ha/ano. De maneira geral, os solos com B textural apresentaram valores médios e os com B latosólico apresentaram valores altos. Os solos rasos e os Alúvios foram os que apresentaram valores mais baixos.

## MATERIAL E MÉTODO

### **Material**

O material deste trabalho é constituído por perfis representativos das unidades pedológicas da Bacia da Represa do Broa identificadas e mapeadas, em nível semi-detalhado, por FREIRE, *et alii* (1978).

### **Método**

O critério para a avaliação das perdas aceitáveis foi o estabelecimento do período de um milênio para se processar a erosão da quantidade de terra correspondente ao peso do solo por unidade de área.

De acordo com LOMBARDI NETO & BERTONI (1975), o cálculo das perdas aceitáveis foi baseado nas seguintes características:

a) Profundidade efetiva do solo

Considerou-se, para o cálculo dos limites de tolerância de perdas por erosão, a profundidade propícia para o desenvolvimento radicular das plantas cultivadas. Para o caso de solos bem desenvolvidos, a profundidade máxima considerada foi de 100 centímetros.

b) Relação textural

A relação entre a porcentagem de argila do horizonte de subsuperfície e a porcentagem de argila do horizonte superficial influi sobre a permeabilidade do solo.

Quando essa relação é alta, pode produzir acúmulo de água na superfície que, em consequência da declividade, determina transporte das partículas do solo.

O efeito da relação textural foi considerado nos cálculos das perdas aceitáveis, de acordo com o seguinte critério:

- para valores menores do que 1,5, valor total do peso de cada horizonte por hectare;
- para valores de 1,5 a 2,5, 75% do peso do horizonte superficial e 75% da espessura do horizonte de subsuperfície logo abaixo do A;
- para valores maiores do que 2,5, 50% do peso do horizonte superficial por hectare e 50% da espessura do horizonte de subsuperfície logo abaixo do A.

c) Cálculo do peso de solo por unidade de superfície

O peso de solo por unidade de superfície foi calculado somando-se o peso de cada horizonte, após correção de acordo com o critério adotado para o efeito da relação textural.

A unidade de volume é dada pelo produto de 1 ha pela espessura do horizonte considerado.

O peso de cada horizonte foi calculado pela seguinte fórmula:

$$P = h \times 10000 \times d \times r; \text{ onde:}$$

P = peso do horizonte em t/ha;

h = espessura do horizonte em m;

d = densidade do horizonte em t/m<sup>3</sup>;

r = fator que expressa o efeito da relação textural.

Cálculo da perda aceitável

O peso do solo, calculado pela soma do peso de cada horizonte, foi dividido por 1000 para se obter a perda anual permissível.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram estudados vinte e dois perfis de solos representativos das unidades pedológicas, que ocorrem na Bacia da Represa do Broa, para se estabelecerem os limites aceitáveis de perdas, dentro dos quais deve ser feita a escolha das práticas de manejo e controle da erosão.

Nos cálculos dos valores da tolerância de perdas não foi levado em consideração a razão de formação do solo, cuja importância deve ser relativamente pequena, embora não se disponham de dados que respaldem essa suposição.

Os resultados obtidos pela aplicação do método utilizado por LOMBARDI & BERTONI (1975) estão contidos no quadro I.

As unidades pedológicas foram grupadas de acordo com a Classificação Brasileira (1960) e os resultados foram comparados com os de LOMBARDI NETO & BERTONI (1975) para os solos do Estado de São Paulo classificados pelo SNPA (1960).

Embora os resultados obtidos para os solos da Bacia da Represa do Broa representem, apenas, parte do todo analisado pelos autores acima citados, é de se esperar algumas diferenças que, no entanto, não parecem discrepantes em nenhum caso.

A tolerância de perdas dos solos representativos da Bacia da Represa do Broa, como se pode observar, varia entre limites muito amplos. Os valores mais elevados referem-se às Areias Quartzozas Vermelho-Amarelas Câmbicas Distróficas, áli-

QUADRO I — Tolerância de perdas para os solos da bacia da represa do Broa.

Solos da bacia da represa do Broa (símbolos)	Tolerância de perdas (t/ha/ano)	Grande grupo	Limites de tolerância (t/ha/ano)
TEd (P1)	9,2	Terra Roxa Estruturada	9,2 — 14,1
TEe (P20)	14,1	" "	
PVd1 (P17)	8,8	Podzólico Vermelho Amarelo	8,8 — 10,4
PVd2 (P19)	10,4	" "	
LVd1 (P6)	13,0	Latosol Vermelho Amarelo	
LVd1 (P13)	9,3	" "	
LVd1 (P15)	9,0	" "	9,0 — 13,0
LVd2 (P9)	15,8	" "	
LVd2 (P18)	15,7	" "	15,7 — 15,8
LEd1 (P10)	11,9	Latosol Vermelho Escuro	
LEd2 (P8)	11,0	" "	11,0 — 11,9
Lib (22)	5,4	Litosol Substrato Basalto	5,4
AQV1 (P2)	10,9	Areia Quartzosa	
AQV1 (P4)	10,5	" "	
AQV1 (P5)	10,7	" "	
AQV1 (P11)	7,6	" "	7,6 — 10,9
AQV2 (P3)	16,0	" "	
AQV2 (P12)	12,3	" "	
AQV2 (16)	15,3	" "	12,3 — 16,0
AQh (7)	7,2	Areia Quartzosa Hidromórfica	7,2
Hi (23)	3,2	Alúvios Hidromórficos	3,2

cas, A fraco, Latosol Vermelho Escuro Distrófico, álico, A moderado, textura média, Terra Roxa Estruturada Latosólica Eutrófica, A moderado, textura argilosa e Latosol Vermelho-Amarelo Distrófico, álico, A fraco, textura arenosa, com excessão de dois perfis (P<sub>13</sub> e P<sub>15</sub>), cuja tolerância de perdas é média.

Os perfis representativos da Terra Roxa Estruturada Latosólica Distrófica, A moderado, textura média, Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico, álico, A moderado, textura média, Podzólico Vermelho-Amarelo Distrófico, A moderado, textura média e Areia Quartzosa Vermelho-Amarelo Distrófica, álica, A fraco apresentam valores médios, com excessão do perfil 11 que apresenta valor baixo.

A Areia Quartzosa Hidromórfica Distrófica, álica, A fraco, os Alúvios Hidromórficos e Litossóis Substrato Basalto são as unidades que apresentam os valores mais baixos de perdas aceitáveis.

Para os Solos Turfosos não foi calculado o valor de perdas aceitáveis por se tratar de solos especiais, muito mais sujeitos a adiões do que a perdas por erosão, devido à posição topográfica que ocupam.

O quadro II apresenta as perdas aceitáveis de cada unidade, a área que ocupa na bacia hidrográfica e a produção permissível de sedimentos.

Como se pode observar, pelo exame do quadro II, a perda permissível média de solo é de 9,9 t/ha/ano e a perda total permissível em toda a bacia hidrográfica, de 209 815,476 t/ano, admitindo-se que toda a área estivesse sendo protegida por práticas corretas de manejo e de controle da erosão.

Desde que predominem na área vegetação natural, reflorestamentos e pastagens, pode-se, de acordo com WISCHMEIER (1976) e STEPHENS *et alii* (1977), admitir um fator de transferência de sedimentos de 10%. Dessa forma, em condições de manejo e de práticas de controle da erosão, a quantidade de sedimentos que atinge os cursos d'água e a própria represa seria de 20.981,548 t/ano.

Apesar desse valor representar uma estimativa e estar, por esta mesma razão, sujeito a restrições devidas a variáveis difíceis de serem avaliadas, pode-se prever que os sedimentos que chegam até a represa possam vir a prejudicar a capacidade deste reservatório. A realidade, pode, no entanto, ser mais crítica

**QUADRO II — Perda total de solo permissível na bacia da represa do Broa.**

Símbolo das unidades	Área (ha)	Perdas aceitáveis de solo	
		t/ha/ano	total (t/ano)
TEd	171,250	9,2	1.575,500
TEe	557,500	14,1	7.860,750
PVd1	345,625	8,8	3.041,500
PVd2	1.118,750	10,4	11.635,000
LVd1	3.468,125	10,4	36.068,500
LVd2	183,125	15,7	2.875,063
LEd1	275,000	11,9	3.272,500
LEd2	3.055,000	11,0	33.603,000
Lib	55,000	5,4	297,000
AQV1	2.624,000	9,9	25.977,600
AQV2	5.123,125	14,5	74.285,313
AQh	335,000	7,2	2.412,000
Hi	58,750	3,2	188,000
AQV1 + Hi	402,500	6,5	2.616,250
TEe + Lib	603,750	6,8	4.105,500
T	2.215,000	—	—
Itirapina	117,500	—	—
Represa	460,000	—	—
Total	21.149,375	—	209.815,476
Perda média/ha/ano:		9,9	—

se considerar-se que nem toda a área desta bacia hidrográfica está recebendo a proteção de práticas conservacionistas adequadas.

## CONCLUSÕES

Os resultados obtidos do cálculo da tolerância de perdas dos solos da Bacia da Represa do Broa e sua interpretação permitiram as seguintes conclusões:

1. a tolerância de perdas dos solos da bacia da represa do Broa varia de 3,2 a 16,0 t/ha/ano;
2. os valores mais elevados referem-se aos Latossolos, Areias Quartzozas Câmbicas e Terra Roxa Estruturada;
3. os Solos Hidromórficos, Litosóis e Alúvios são os que apresentam valores mais baixos;
4. os valores médios referem-se aos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Areias Quartzozas;
5. a tolerância média de perdas é de 9,9 t/ha/ano;
6. sob condições ideais de manejo e práticas conservacionistas a quantidade de sedimentos que atinge os cursos d'água é de 20.981,5 t/ano.

## SUMMARY

Acceptable limits of erosion for the soils of the Broa Watershed, located in the mideastern part of the State of São Paulo — Brazil, are reported in his paper.

The calculations were developed according to LOMBARDI NETO & BERTONI (1975), considering the depth of the soil profiles and some physical characteristics of the soils.

The erosion tolerance of 22 different soils was studied. The values ranged from 3.2 to 16.0 t/ha/yr. The erosion tolerance values are higher in soils with an oxic horizon or an oxic horizon associated with an argillic horizon. High erosion tolerance values were also found for same sandy Entisols.

The lower values were observed in Hidromorphic Soils and Entisols with a lithic contact immediately below the surface horizon.

The soils with an argillic horizon present intermediate values.

The predicted amount of sediments that will reach the streams and the reservoir, if efficient conservation practices are applied to the watershed, is 20 981,5 t/ha/yr.

## LITERATURA CITADA

- FAO, 1967. **La erosión del suelo por el agua. Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo**, Roma, Organización de Las Naciones Unidas, FAO.
- FREIRE, O. & J. VASQUES F.º. Tolerância de perdas para os solos de Piracicaba. **Rev. Agr.** 53(4):261-267.
- FREIRE, O. *et alii*, 1978. Solos da bacia da represa do Broa. **Bol. Universidade Federal de São Carlos**. São Carlos.
- LOMBARDI NETO, F. & J. BERTONI, 1975. Tolerância de perdas de terra para os solos de São Paulo. Seção de Conservação do Solo, Instituto Agronômico do Estado de São Paulo, Boletim Técnico n.º 28.
- RANZANI, G., O FREIRE & T. KINJO, 1966. **Carta de solos do município de Piracicaba**, E.S.A. «Luiz de Queiroz», Mimeografada.
- SERVIÇO NACIONAL DE PESQUISAS AGRONÔMICAS, 1960. Comissão de Solos. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado de São Paulo, Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura.
- SMITH, R.M. & W.L. STAMEY, 1964. How to establish erosion tolerances. **J. Soil and Water Cons.** 19(3):110-111.
- STEPHENS, H.V., H.E. SCHOLL & J.W.GAFFNEY, 1977. Use of the universal soil loss equation in wide-area soil loss surveys in Maryland. In Soil Conservation Society of America. Soil erosion: prediction and control.
- WISCHMEIER, W.H., 1976. Use and misuse of the universal soil loss equation. **J. Soil and Water Cons.** 31:5-9.