

**A influência do uso da terra nos processos erosivos:  
correlação entre os índices de concentração de nascentes  
(ICN) e de voçorocas (ICV) no oeste do município de  
Pirapó, RS\***

Juliano Andres<sup>1</sup>, Mauro Kumpfer Werlang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>*Licenciado em Geografia. Mestrando do PPG em Geomática/UFSM  
e-mail: jupirapo@mail.ufsm.br*

<sup>2</sup>*Geógrafo. Professor Adjunto do Departamento de Geociências/UFSM  
e-mail: mkwerlang@mail.ufsm.br*

**Resumo**

A ocupação do solo de maneira intensiva na porção oeste do município de Pirapó-RS trouxe severas conseqüências para o meio ambiente. Entre outros reflexos é visível a deterioração do solo caracterizada por processos erosivos, em especial o voçorocamento. Esse trabalho busca quantificar a concentração de nascentes e de voçorocas, verificando a correlação existente entre elas e a influência do uso da terra sobre esses índices. Os resultados obtidos levam a concluir que há uma correlação positiva entre a concentração de nascentes e a ocorrência de voçorocas, variando conforme as classes de uso da terra.

**Abstract**

The intensive soil occupation in the west of Pirapó-RS brought severe consequences to the environment. One of them is the soil deterioration. It is caused by erosive processes, especially the process of gullies. This work aims to quantify the concentration of heads of rivers and gullies, verifying the correlation between them and the influence of land use over these indices. The results indicate that there is a positive correlation between the concentration of heads of rivers and occurrence of gullies, varying according to the land use classes.

---

\*Pesquisa desenvolvida na disciplina Trabalho de Graduação no Curso de Geografia da Universidade Federal de Santa Maria

## 1. Introdução

O homem, no intuito de explorar a natureza de forma intensiva, julga os recursos naturais como sendo infinitos. Embora tenha percebido os problemas relacionados ao meio ambiente há mais tempo, foi apenas a partir da década de 70 que a problemática ambiental foi tratada em nível mundial. As primeiras preocupações surgiram com a Organização das Nações Unidas (ONU) quando se passou a discutir a mundialização das questões ambientais. Um exemplo é a conferência de Estocolmo, em 1972, na Suécia, a qual foi o marco inicial dessas preocupações.

Com o passar do tempo, o homem teve a percepção de que a produção contínua de produtos essenciais para a sobrevivência depende do conhecimento e manejo dos solos. Dessa forma, obrigou-se a aprimorar técnicas de reconhecimento, conservação e melhoramento dos solos (Franco, 2001). Existem vários fatores que contribuem na deterioração do solo, sendo a erosão hídrica um dos mais significativos. Essa pode ser acelerada pelas práticas inadequadas de cultivo e manejo.

Áreas agrícolas e com solo exposto constituem importantes fatores na aceleração dos processos erosivos, pois o solo desprotegido recebe o impacto direto das gotas de chuva, desagregando-o. Essa primeira ação de impacto é completada pela ação do escoamento superficial, o qual torna-se mais intenso nas áreas sem cobertura vegetal, pois as gotas de chuva juntam-se rapidamente formando filetes de água com força suficiente para arrastar as partículas desagregadas. Quando os filetes de água escoam encosta abaixo seguem "lavando" a superfície como um todo, através de uma lâmina de água, denominando-se erosão laminar. Os filetes podem juntar-se formando enxurradas, que podem resultar em erosão por escoamento concentrado, a qual possui capacidade de arrancar novas partículas e transportar grandes volumes de material desagregado, formando-se assim sulcos e ravinas, que podem evoluir para voçorocas. A voçoroca corresponde ao estágio mais avançado e complexo da erosão, sendo o de mais difícil contenção. Também pode ser considerada como uma etapa no processo de evolução de canais incisivos.

A porção oeste do município de Pirapó - RS possui um número significativo de ocorrências de voçorocas. Isso leva ao questionamento sobre quais fatores podem estar influenciando o problema. Através da observação de que entre os fatores de maior influência sobre os processos erosivos estão a declividade, o clima, natureza do solo e o uso da terra, partiu-se do pressuposto de que esse último pode ser o de maior relevância na área de estudo.

Com o objetivo de verificar a influência do uso da terra sobre os processos erosivos na porção oeste do município de Pirapó, buscou-

se estabelecer a correlação entre o índice de concentração de nascentes (ICN) e de voçorocas (ICV), considerando o uso da terra.

## 2. Metodologia, resultados e discussão

O oeste do município de Pirapó - RS localiza-se no fuso UTM 21S entre as coordenadas 657.000 e 666.000 m E; 6.880.000 e 6.892.000 N. O município está situado na Microrregião Geográfica das Missões do Rio Grande do Sul. Possui como limites políticos, ao norte o município de Roque Gonzales, a leste Dezesesseis de Novembro, ao sul São Nicolau e a oeste a República Argentina. A área de estudo está situada sobre os planaltos e chapadas da Bacia Sedimentar do Paraná, formados por derrames fissurais ocorridos no período geológico Jurássico (ROSS, 1985). Segundo a classificação de Köppen (Pereira et al, 1989) o clima da área é o Cfa (onde "C" indica temperatura média do mês mais frio entre -3°C e 18°C e do mês mais quente superior a 10° C; "f" nenhuma estação seca, úmido todo ano; e "a" significa verão quente com temperatura média do mês mais quente superior a 22° C). A historicidade do município está ligada aos sete povos das missões. A área de estudo é ocupada por pequenas propriedades onde predomina a agricultura familiar, mas, apesar dessa característica, elas são exploradas pela lavoura e pelo campo comerciais.

O trabalho dividiu-se em quatro etapas. Primeiramente delimitou-se a área de estudo face a temática, buscando uma fundamentação teórica com conceitos como uso da terra, microbacia hidrográfica e processos de erosão acelerados. Em seguida elaborou-se o mapa base da porção oeste do município, apoiando-se nas cartas topográficas elaboradas pela Divisão de Serviços Geográficos do Exército Brasileiro na escala 1:50.000, folhas SG.21-Z-D-IV-3 e SH.21-X-B-I-1. Com o auxílio de imagens do satélite Landsat TM 5, tomadas no ano de 1999 e com uma resolução espacial de 30 metros, mapeou-se o uso da terra. Foram consideradas três classes: áreas com lavoura, áreas de campo e áreas ocupadas com mata. Teve-se como base a segunda classificação de Marques (1971), que considera o uso da terra como a classificação de terras em termos do seu uso atual e das características dele decorrentes. A primeira classe (lavoura) constitui-se das áreas onde se pratica a agricultura, seja com solo exposto ou coberto pela plantação; a segunda classe (campos) envolve as áreas com vegetação predominante rasteira (gramíneas), utilizadas para a criação de gado; a terceira (matas) engloba áreas ocupadas por vegetação de porte arbóreo. Ainda com o auxílio das imagens de satélite foi possível mapear a drenagem, e realizar a contagem do número de nascentes.

A terceira etapa constitui-se na saída a campo cujo objetivo foi a reambulação do mapa de uso da terra. Nessa etapa realizou-se também o diagnóstico das ocorrências de voçorocas, por meio da observação junto a cada uma das nascentes. Tomou-se as microbacias hidrográficas dos arroios Cabreira, Silveira e Ribeiro como amostragem, estabelecendo-se o índice de concentração de voçorocas (ICV), considerando-as como sendo representativa para o ajuste da equação de regressão.

A etapa final constituiu-se em analisar os resultados obtidos, primeiramente o uso da terra e o ICN em toda a área de estudo, e após, o uso da terra e o ICV nas microbacias tomadas como amostra. Estabeleceu-se a correlação entre os índices de concentração de nascentes (ICN) e de voçorocas (ICV), definindo-se a equação de ajuste.

O oeste do município de Pirapó foi dividido em dez microbacias hidrográficas, enumeradas de M1 à M10. A figura 1 mostra o mapa de uso da terra e o limite entre as microbacias.

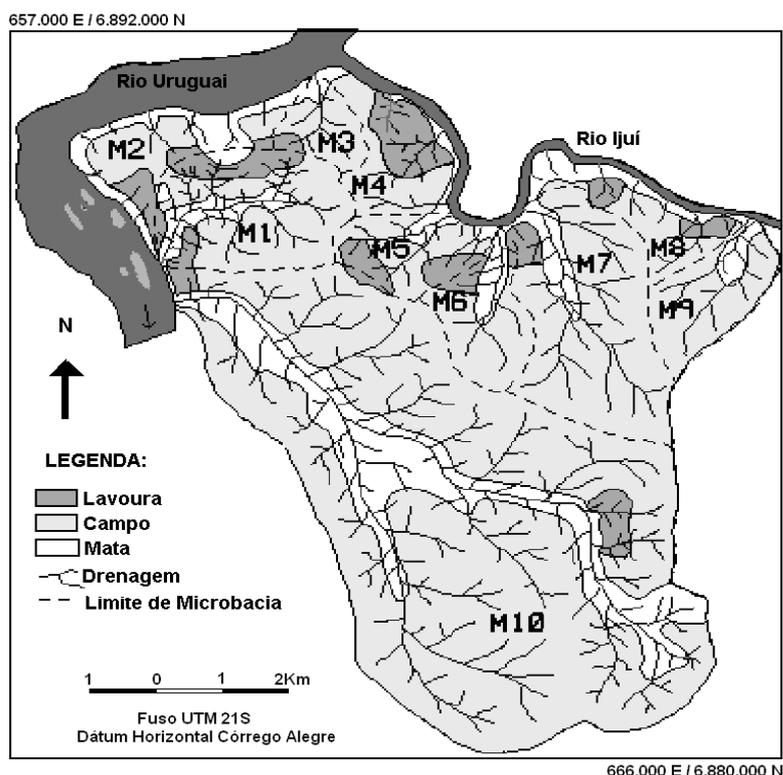


Figura 1. Oeste do município de Pirapó, RS. Mapa de uso da terra e limite entre as microbacias

A quantificação das áreas das classes de uso da terra, consideradas em cada microbacia consta na tabela 1.

O número de nascentes em cada classe de uso da terra, de cada uma das dez microbacias consta na tabela 2. Esses dados serviram de suporte para o cálculo do ICN, o qual foi obtido considerando-se o produto do número de nascentes pela área de cada classe de uso da terra.

A tabela 3 traz os resultados obtidos para o ICN, considerados os dados constantes nas tabelas 1 e 2.

O ICN obtido para toda a área de estudo foi 0,028. Os resultados obtidos mostram que os ICN são mais elevados na classe de uso da terra lavoura e menores na classe mata. Tomando-se as microbacias hidrográficas dos arroios Cabreira (M1), Silveira (M6) e Ribeiro (M7) como amostra, fez-se necessário um detalhamento in loco, o qual esteve relacionado ao uso da terra e ao número de ocorrências de voçorocas. A verificação no campo possibilitou observar com maior precisão o número de ocorrência de voçorocas por classe de uso da terra, bem como a sua espacialização, a qual pode ser verificada nas figuras 2, 3 e 4.

**Tabela 1.** Oeste do município de Pirapó, RS. Quantificação (ha) das classes de uso da terra por microbacia

Classes de Uso da Terra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Área Total (ha)
Lavoura	141	71	18	169	96	45	82	70	5	121	777
Campo	538	230	178	239	235	294	1.032	190	368	4.571	7.875
Mata	153	217	22	50	48	73	117	134	57	1091	1.962
Área Total (ha)	832	518	218	458	379	412	1.190	394	430	5.783	10.614

**Tabela 2.** Oeste do município de Pirapó, RS. Número de nascentes por classe de uso da terra em cada microbacia

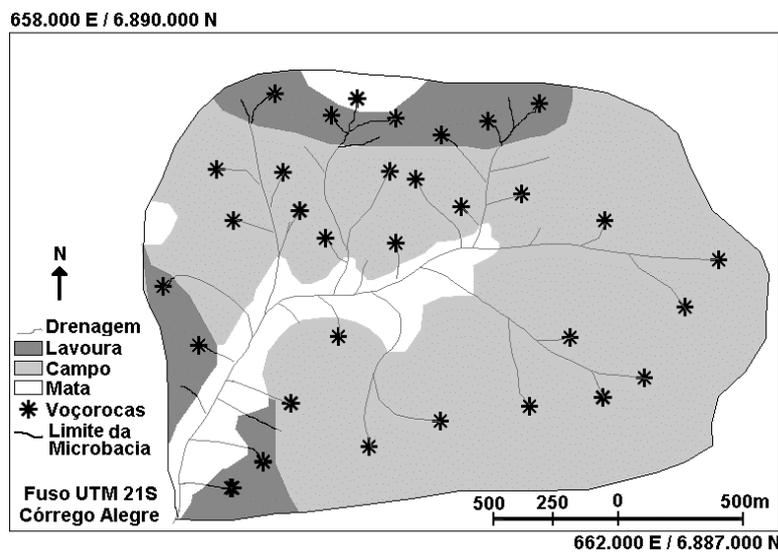
Classes de Uso da Terra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	Total
Lavoura	14	3	1	12	8	4	6	4	-	6	54
Campo	25	6	5	6	5	6	23	7	8	135	221
Mata	2	3	1	1	1	1	1	3	1	12	23
<b>Total</b>	<b>39</b>	<b>12</b>	<b>6</b>	<b>18</b>	<b>13</b>	<b>8</b>	<b>26</b>	<b>14</b>	<b>9</b>	<b>153</b>	<b>298</b>

**Tabela 3.** Oeste do município de Pirapó, RS. Índice de concentração de nascentes por classe de uso da terra

Classes de Uso Terra	M1	M2	M3	M4	M5	M6	M7	M8	M9	M10	ICN por Classe
Lavoura	0,099	0,042	0,056	0,071	0,083	0,089	0,073	0,057	-	0,050	0,069
Campo	0,046	0,026	0,028	0,025	0,021	0,020	0,022	0,037	0,022	0,030	0,028
Mata	0,013	0,014	0,045	0,020	0,021	0,014	0,009	0,022	0,018	0,011	0,012
Toda a Microbacia	0,047	0,023	0,028	0,039	0,034	0,019	0,022	0,036	0,021	0,026	0,028

**Tabela 4.** Oeste do município de Pirapó - RS. Número de voçorocas e índice de concentração e voçorocas (ICV) nas microbacias tomadas como amostra

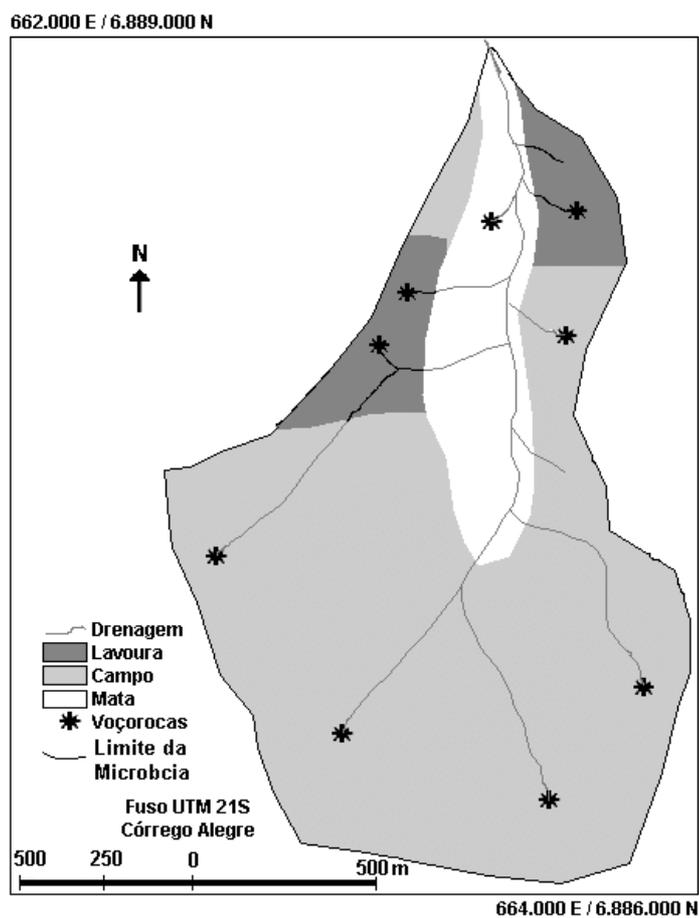
Classes de Uso da Terra	M1 nº voçorocas	M1 ICV	M6 nº voçorocas	M6 ICV	M7 nº voçorocas	M7 ICV
Lavoura	10	0,071	3	0,067	5	0,061
Campo	22	0,041	5	0,017	20	0,019
Mata	1	0,007	1	0,014	0	0
Total	23	-	9	-	25	-



**Figura 2.** Microbacia hidrográfica do arroio Cabreira (M1). Mapa de uso da terra e de ocorrências de voçorocas

**Tabela 5.** Oeste do município de Pirapó - RS. Resultados obtidos para o ICV a partir da aplicação da equação de ajuste obtida

Classes de Uso da Terra	M2	M3	M4	M5	M8	M9	M10	ICV por Classe
Lavoura	0,044	0,052	0,059	0,064	0,053	-	0,048	0,058
Campo	0,030	0,032	0,029	0,024	0,040	0,024	0,033	0,032
Mata	0,047	0,046	0,022	0,023	0,025	0,018	0,005	0,007
Toda a Microbacia	0,026	0,031	0,042	0,038	0,039	0,023	0,030	0,032



**Figura 3.** Microbacia hidrográfica do arroio Silveira (M6). Mapa de uso da terra e de ocorrências de voçorocas

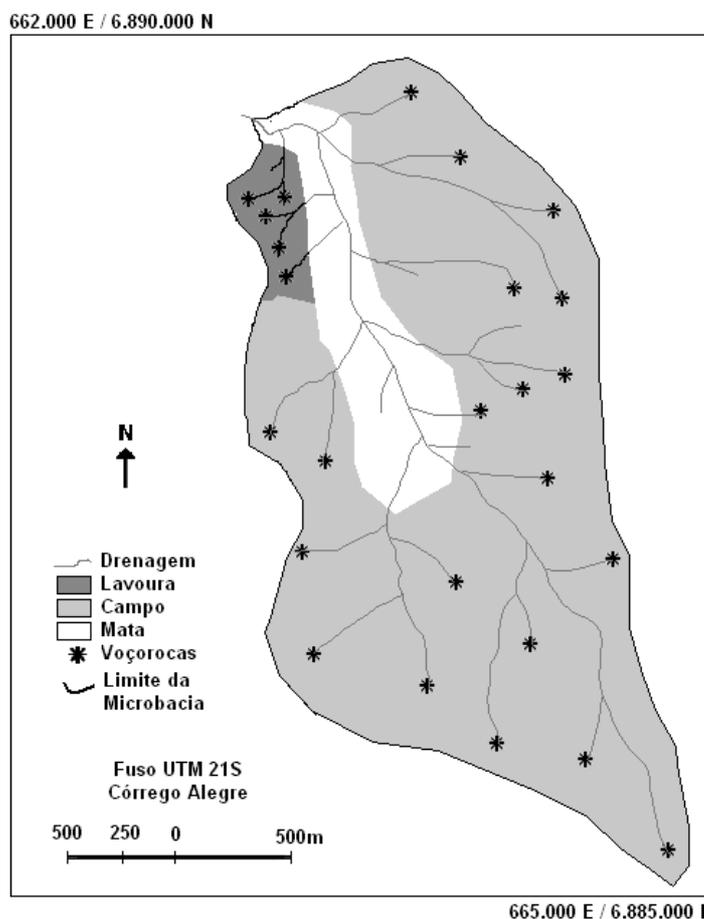


Figura 4. Microbacia hidrográfica do arroio Ribeiro (M7). Mapa de uso da terra e de ocorrências de voçorocas

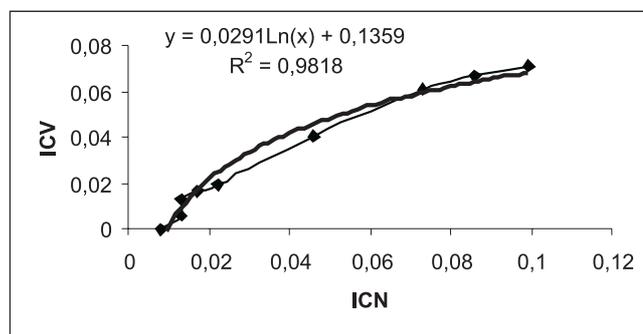


Figura 5. Oeste do município de Pirapó, RS. Gráfico da relação entre ICN e ICV

Para se estabelecer o índice de concentração de voçorocas (ICV), foi considerado o número de ocorrência de voçorocas e a área de cada classe de uso da terra nas três microbacias. Os resultados obtidos estão na tabela 4.

Os resultados obtidos estão de acordo com a teoria de Fendrich et al (1994), a qual observa que áreas com maior cobertura vegetal estão menos suscetíveis à erosão. Nota que onde o uso da terra é mais intenso (lavouras) o ICV é mais elevado, sendo bem menos significativo na área de mata.

Foi estabelecida a correlação entre o ICN e o ICV das microbacias tomadas como amostra considerando os valores das tabelas 3 e 4 (M1, M6 e M7). A correlação obtida foi de 0,986. Esse valor indica que existe forte correlação entre esses índices. A figura 5 mostra a equação obtida a partir dos dados coletados.

Pela análise da figura 5 nota-se uma tendência de crescimento do número de voçorocas em relação a concentração do número de nascentes. Percebe-se que a relação existente entre o ICN e o ICV se dá de forma logarítmica, essa tendência fica evidente tanto nos valores menores, quanto nos valores mais elevados.

A partir do ajuste, aplicou-se a expressão obtida para os dados da tabela 3, com a finalidade de inferir o ICV para as demais microbacias hidrográficas do oeste do município de Pirapó -RS. Os resultados constam na tabela 5.

### 3. Considerações Finais

A forma pela qual o homem utiliza o solo reflete diretamente nos processos erosivos. Como pôde ser visto na área tomada como amostra, a classe em que o uso da terra é mais intenso (lavoura) o ICV é mais elevado, diminuindo na classe de uso da terra de menor intensidade (mata).

Verificou-se forte correlação (0,986) entre o ICN e o ICV na área de estudo, ou seja, conforme aumenta o número de nascentes em uma microbacia hidrográfica, aumenta também o número de voçorocas.

A equação obtida indica que há uma relação logarítmica no desencadeamento de ocorrências erosivas (voçorocas), quando consideradas a concentração de nascentes e a classe de uso da terra. Estabelece-se uma tendência de concentração do número máximo de uma voçoroca a cada 14,08 ha, considerando a classe de uso da terra lavoura e o ICV máximo encontrado (0,071).

A metodologia mostrou-se eficaz para os objetivos propostos no trabalho. Sugere-se um maior aprofundamento e detalhamento de estudos no local, buscando maior confiabilidade no ajuste da equação.

#### 4. Referências Bibliográficas

- FENDRICH, R. et al. *Drenagem e Controle da Erosão Urbana*. Curitiba: IBRASA, 1994. 485 p.
- FRANCO, M. de A. R. *Planejamento Ambiental para a Cidade Sustentável*. São Paulo: FAPESP, 2001. 296 p.
- MARQUES, J. Q. A. *Manual Brasileiro de Levantamento da capacidade de Uso da Terra*. Escritório Técnico da Agricultura Brasil-EUA. III Aproximação. Julho. 1971. 433 p.
- PEREIRA, M. N. et al. *Cobertura e Uso da Terra através de sensoriamento remoto*. São José dos Campos: INPE, 1989. 118 p.
- ROSS, J.L.S. Relevo Brasileiro: uma nova proposta de classificação. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo nº 4. 1985, p. 25-39.