

DIMENSIONAMENTO E ESTUDO DOS FATORES CONDICIONANTES DE DUAS VOÇOROCAS LOCALIZADAS NO MUNICÍPIO DE SOROCABA (SP)

Priscila Ikematsu

Graduanda em Engenharia Ambiental - UNESP Sorocaba
pri_ike@yahoo.com.br

Alexandre Marco da Silva

Prof. Dr. Departamento de Engenharia Ambiental - UNESP Sorocaba
amsilva@sorocaba.unesp.br

Fabiolla Pereira de Paula

Graduanda em Engenharia Ambiental - UNESP Sorocaba
fabiollapereira@click21.com.br

Davi Pajaro Nogueira

Graduando em Engenharia Ambiental - UNESP Sorocaba

Felipe Muniz Silveira

Graduando em Engenharia Ambiental - UNESP Sorocaba

Sérgio Henrique Alves

Graduando em Engenharia Ambiental - UNESP Sorocaba
sergiounesp@yahoo.com.br

Michele Bomback

Graduanda em Engenharia Ambiental - UNESP Sorocaba
mibomback@yahoo.com.br

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar os solos da área de entorno de duas voçorocas localizadas no município de Sorocaba (SP), bem como estimar o volume destas voçorocas e também descrever e explicar as principais características que iniciaram e aceleram os processos erosivos. Em campo realizaram-se coletas de solo para fins de análise física e química e medições da largura e profundidade em vários setores das feições, a fim de calcular seu volume. A voçoroca localizada em área urbana (V1) apresentou volume médio de 13.307,0 m³ e forma predominantemente trapezoidal, tendo como principal condicionador do processo uma canaleta localizada na beira da rodovia próxima a feição erosiva. Já a feição erosiva localizada em área rural (V2) apresentou um volume de 20,4 m³, e forma aproximadamente retangular, tendo como causa principal característica a ausência de vegetação e mau manejo do gado. Apesar de diferenças na forma e fatores condicionantes, ambas necessitam de monitoramento contínuo e urgentes providências para minimização do processo e recuperação das áreas degradadas, pois encontram-se em áreas com grande interferência antrópica, que intensifica os processos erosivos através da abertura de estradas, compactação do solo e manejo do solo inadequado.

Palavras-chave: erosão linear; voçoroca; uso da terra; impacto ambiental.

MEASUREMENT AND DRIVE FORCES OF TWO GULLIES OCCURRING IN SOROCABA (SP), BRAZIL

ABSTRACT

This paper aimed characterizing the soils of the surrounding area of two gullies located in Sorocaba (SP), as well as estimating the dimensions of these gullies and

describing and explicating the main characteristics that started and have accelerating such erosive process. Through field incursions, soil samples were collected for chemical and physical analyses and the width and deep of were measured in some parts of the gullies. For the gully named V1 the estimated volume was 13,307.0 m³ and presented a predominantly trapezoidal shape. The main drive force of erosion arising and acceleration is a storm drain located in the curb of the highway, near of the erosion. On the other hand, the erosion feature located at rural area, named V2, presented a volume of 20.4 m³ and an approximately rectangular shape. The main drive force observed is the absence of adequate vegetal cover and the mismanagement of the cattle. Despite of the differences of the shapes and the drive forces of the gullies, both erosion features need of a continuous monitoring and urgent intervention in order to minimize the soil loss process and restore the degraded local, once such erosion are situated in locals with expressive anthropogenic occupation.

Key-words: linear erosion; gully; land use; environmental impact.

INTRODUÇÃO

Vários são os fatores que atuam na origem e aceleração do processo erosivo, quer seja laminar ou linear, quer seja em áreas urbanas ou rurais e que agem de forma heterogênea temporalmente e espacialmente. Dentre eles o solo, através de algumas propriedades físicas e químicas, exerce um papel relevante e determinam uma maior ou menor susceptibilidade do local à erosão (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990).

Por outro lado, a ocupação humana, geralmente iniciada pelo desmatamento e seguida pelo cultivo da terra, construção de estradas, criação e expansão de cidades, sobretudo quando efetuada de modo inadequado, exerce um papel destacado na origem e aceleração das erosões (SILVA *et al.*, 2003).

Ravinas e voçorocas podem ser vistas como canais incisivos naturais que resultam de desequilíbrios naturais ou induzidos pelo homem. A diferenciação entre ravinas e voçorocas é basicamente de caráter dimensional (GUERRA *et al.*, 2005), sendo que as ravinas geralmente possuem largura e profundidade de até 50 cm (GUERRA *et al.*, 2005) ou permitem que uma criança de 7 anos de idade pule-a transversalmente (OKOBA e STERK, 2006). Por outro lado, a manifestação da forma mais agressiva de erosão, as voçorocas, mobiliza vários metros cúbicos de solo em pouco tempo, destruindo terras cultiváveis e/ou cultivadas, equipamentos urbanos e obras civis (SÁ, 2001), além de conduzir boa parte do material removido aos cursos d'água, propiciando condições de enchentes e outras avarias devido ao processo de assoreamento dos cursos d'água (SILVA *et al.*, 2003).

O monitoramento *in situ* de feições erosivas tem sido um dos métodos mais utilizados para compreender o processo e os fatores envolvidos no surgimento, organização e evolução destas feições (GUERRA *et al.*, 2005). Por outro lado, as terras do município de Sorocaba, localizado no interior do estado de SP, há séculos vêm sendo exploradas para diversos fins, de forma predominantemente urbano/industrial nas últimas décadas, embora alguma produção agroflorestal ocorra nos arredores da área urbana. Trata-se de uma região onde poucos estudos ambientais foram realizados, especialmente na área da conservação do solo, carecendo de estudos nesta área do conhecimento.

Nesse sentido, estabeleceu-se como objetivo do trabalho determinar a forma e o volume de duas voçorocas localizadas no município de Sorocaba (SP), além de caracterizar e classificar os solos ocorrentes nas adjacências das feições.

Caracterização ambiental da área e dos locais de estudo

O município de Sorocaba situa-se na porção sudeste do estado de São Paulo, abrangendo uma área de 456 km² e uma população de 552.194 habitantes. O clima da região é, segundo

classificação de Köppen, do tipo “Cfa” (subtropical quente), tendo como temperatura média anual 21,4°C, máxima de verão 30,1°C e mínima de inverno 12,2°C e ainda 1.285 mm de altura pluviométrica anual (SILVA, 2004).

Foram escolhidas duas feições erosivas lineares de características distintas, ambas ocorrentes dentro dos limites do município de Sorocaba (Figura 1), conforme exposto em IKEMATSU *et al.* (2006).

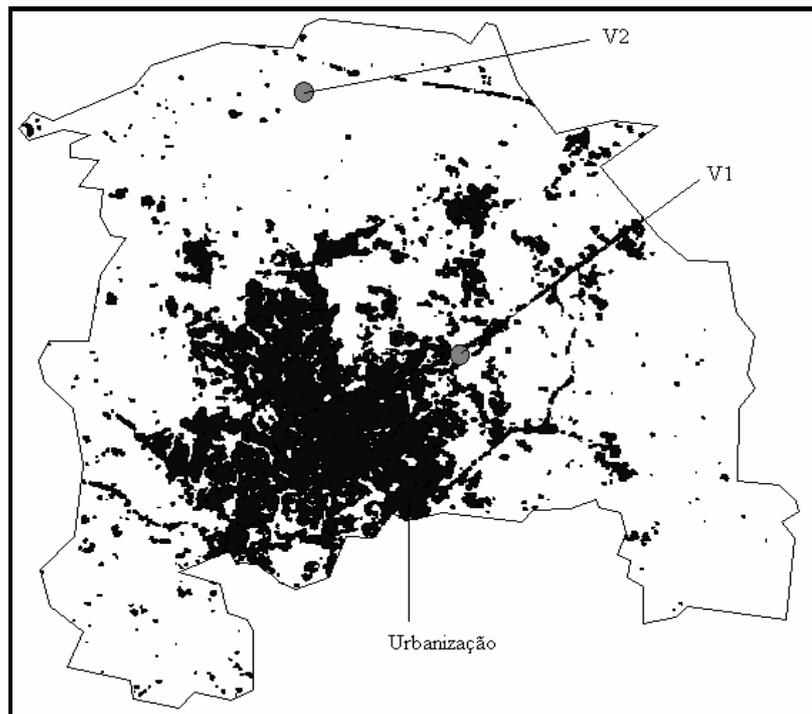


Figura 1 - Ocorrência da área urbana no município e localização das feições erosivas (manchas negras, ocorrência de áreas urbanas)

A feição erosiva (voçoroca) denominada “V1” está localizada em uma área de periferia urbana, ao lado de uma rodovia intermunicipal, apresenta vertente convexa e declividade média de 3,7%. Já a segunda feição, denominada “V2”, está localizada numa área que indica ser uma cabeceira de um córrego (sem nome) e totalmente desprovida de mata ciliar (coberta principalmente por vegetação típica de brejo, como taboas), apresenta em sua área de drenagem vertentes predominantemente retilíneas/côncavas, com declividade média de 7,4% e numa área de pastagem (sem cobertura vegetal significativa e com uma população de gados visivelmente mal manejada). As fotografias da Figura 2 mostram a paisagem em que as feições se encontram e a Tabela 1 fornece informações complementares sobre a caracterização do ambiente físico de ocorrência das erosões.

Metodologia

Caracterização pedológica dos locais de ocorrência das feições erosivas

A análise de solos consistiu na coleta de amostras em diferentes regiões próximas às feições erosivas, seguindo metodologia proposta em SANTOS *et al.* (2005). Para V1 coletaram-se amostras em três pontos próximos a ocorrência da voçoroca com o auxílio de um trado e o

material coletado foi colocado num recipiente, homogeneizado e desta amostra composta coletou-se cerca de 500 g. Este procedimento foi feito para uma profundidade de 0-30 cm e depois novamente para a profundidade 30 - 50 cm.



Figura 2 – Fotografias mostrando aspectos da paisagem dos pontos V1 (esq) e V2 (dir).

Tabela 1

Caracterização do ambiente físico da área de ocorrência das voçorocas

Parâmetros	V1	V2
Coordenadas geográficas (UTM 23S)	251305,9 W 7401799,0 S	249478,8 W 7412431,8 S
Declividade local (%)	3,7	7,4
Cobertura do solo	Solo exposto	Pastagem
Solos segundo o mapa pedológico	Argissolo (*)	Latossolo
Forma da vertente	Convexa	Côncava
Altitude (m)	580	560
Clima (pluviosidade média anual, quadrimestre mais erosivo e % do total anual de erosividade na região)	1285 mm Dez - Jan - Fev - Mar - ano	69,17%.

(*) Reclassificado como Latossolo - explicado a seguir.

Fonte: IKEMATSU *et al.* (2006).

Para a região onde está localizada a V2 o procedimento foi similar a V1 (coleta de amostras nas profundidades 0 – 30 e 30 – 50 cm). Contudo, na área de drenagem da V2 há a presença de inúmeros “murunduns” (cupinzeiros), os quais indicam a cor dos solos na região. Desta forma identificou-se em campo que, ao longo das vertentes que constituem a área de drenagem da V2, há solos de três colorações distintas, variando conforme a posição na vertente. A região foi então setORIZADA em alta, média e baixa vertente. Na região de ocorrência de cada cor de solo coletaram-se amostras em três pontos com um trado em duas profundidades (0 – 30 e 30 – 50 cm) e o material coletado foi colocado num recipiente, homogeneizado e desta amostra composta coletou-se cerca de 500 g.

As amostras foram encaminhadas para o laboratório de análise do Departamento de Solos da Esalq-USP para a determinação de parâmetros físicos (textura - Areia, Silte, Argila) e químicos (matéria orgânica, pH (CaCl₂ e H₂O), CTC (determinada a pH 7,0), Soma de bases e Saturação por alumínio trocável e Saturação por Bases). Em laboratório da própria Unesp efetuou-se a determinação da coloração das amostras em estado seco utilizando-se uma Tabela de Munsell, conforme citado em SANTOS *et al.* (2005).

Dimensionamento das feições erosivas

As informações sobre as dimensões das duas feições erosivas investigadas foram obtidas através de várias visitas a campo em ambos os pontos investigados. Determinou-se a localização de cada feição erosiva através de um aparelho GPS. Em campo foram determinadas a largura de alguns setores, a profundidade, a declividade e, posteriormente, com o auxílio de recursos de informática, foram estimados o comprimento e o volume.

Erosão “V1”: Em campo verificou-se que geometria da V1 era predominantemente trapezoidal. Para o cálculo do seu volume, utilizou-se a metodologia descrita por CASALI *et al.* (2006), que consiste na determinação da área da seção transversal em diversas partes da voçoroca (Figura 3) e posteriormente na determinação do seu volume através da equação (1).

$$V = \sum_{i=1}^n V_i = \sum_{i=1}^n \frac{A_{i-1} + A_i}{2} \cdot d \quad (1)$$

Onde:

- V – Volume de solo erodido.
- n – número de seções consideradas.
- V_i – volume de solo erodido em cada canal.
- A_{i-1} – área da seção do ponto jusante.
- A_i – área da seção do ponto montante.
- d – distância entre as seções adjacentes.

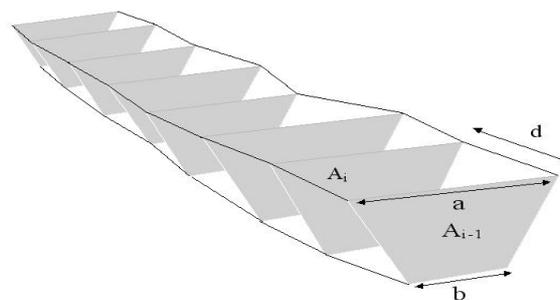


Figura 3 - Forma utilizada para o cálculo do volume de V1. Fonte: CASALI *et al.* (2006).

A área de cada seção transversal foi determinada através da fórmula do trapézio. Como V1 é uma voçoroca de dimensões expressivas, efetuou-se a medição da largura e profundidade nas três seções superiores (de menores dimensões) através de uma trena e, onde a largura e profundidade atingiam grandes proporções, utilizou-se um Teodolito (marca Freiburger Präzisionmechanik – modelo FGT3).

Erosão “V2”: A metodologia utilizada nesta feição foi diferente devido as suas características geométricas serem distintas da “V1”, uma vez que a V2 apresentou forma bastante irregular e

ainda num grau de desenvolvimento medianamente avançado. Nesse caso, foram utilizadas estacas para estabelecer os transectos e uma trena para realizar as medições. Para o cálculo do volume, considerou-se a feição de forma retangular e também utilizou-se a metodologia proposta por CASALI *et al.* (2006), porém utilizando não a fórmula do trapézio, mas sim a fórmula de cálculo de área do retângulo.

Resultados e Discussão

Caracterização dos solos

Os dados que caracterizam física e quimicamente os solos dos locais investigados são apresentados na Tabela 2 para a V1 e na Tabela 3 para a V2.

Para o caso da V1, verifica-se que a cor do solo das duas profundidades consideradas (superficial e sub-superficial) é a mesma: amarelo-avermelhado. Foi classificado como muito profundo, pois ultrapassa os 200 cm. Apresenta Horizonte A moderado e B latossólico. Não possui pedregosidade. Erosão laminar fraca a média. É predominantemente formado por grãos de areia (54%) e a textura é franco-argilo-arenosa. Bem drenado, fortemente ácido, distrófico, mudança textural inexpressiva. Apresenta relação silte / argila igual a 1,090 para ambas as profundidades. Classificado, segundo EMBRAPA (1999), como LATOSSOLO BRUNO Distrófico A moderado textura franco-argilo-arenosa.

O mapa pedológico da área classifica o solo desta área como Argissolo. Contudo, segundo os dados levantados e aqui apresentado, houve uma diferença de classificação (classificado como Latossolo). Uma razão que muito provavelmente explica tal discrepância é a escala do mapa pedológico (1:500.000), o qual não contempla pequenos detalhes de variação geográfica. Associado a isto, informa-se também que o local de ocorrência da V1 está, segundo o mapa, próximo a linha divisória entre regiões classificadas como Argissolos e Latossolos. Acredita-se que somente mapas de escalas mais detalhadas apontariam, com maior precisão, a real região de transição entre as classes ali ocorrentes.

Tabela 2

Parâmetros físicos e químicos do solo ocorrente na V1

	Superficial (0 – 30 cm)	Sub-superficial (30 – 50 cm)
Código da tabela de Munsell e cor correspondente	7,5 YR – 7/6 Amarelo-avermelhado	5 YR – 7/6 Amarelo-avermelhado
Granulometria		
Areia (%)	54	54
Silte (%)	24	24
Argila (%)	22	22
Caracterização textural	franco-argilo-arenosa	franco-argilo-arenosa
Matéria Orgânica (%)	1,1	0,5
pH (CaCl ₂)	3,8	3,8
pH (H ₂ O)	4,7	5,0
Capacidade de Troca Catiônica	37,9	37,6
Soma de Bases	7,9	2,6
Saturação por Alumínio trocável (%)	67	90
Saturação por bases (%)	20,8	6,9

Tabela 3

Parâmetros físicos e químicos dos solos ocorrentes na V2

Código da tabela de Munsell e cor correspondente	Alta vertente		Média vertente		Baixa vertente		
	Sup	Sub	Sup	Sub	Sup	Sub	
	7,5 YR - 4/4 Bruno	5 YR - 5/6 Bruno-forte	2,5 Y - 6/2 Cinzento-brunado-claro	2,5 Y - 5/2 Cinzento-brunado-claro	2,5 Y - 6/2 Bruno-acinzentado	2,5 Y - 5/2 Bruno-acinzentado	
Gra-nulo-metria	Ar (%)	80	76	82	76	82	78
	Silt (%)	6	6	6	8	6	6
	Arg (%)	14	18	12	16	12	16
Caracter. textural	franco arenosa	franco arenosa	areia franca	franco arenosa	areia franca	franco arenosa	
Mat Orgânica (%)	1,6	1,2	1,6	1,4	1,6	1,6	
pH (CaCl ₂)	4,3	4,3	4,8	4,5	4,1	4,0	
pH (H ₂ O)	5,1	5,2	5,3	5,4	4,8	5,0	
CTC	35,6	29,3	31,7	32,4	32,5	32,5	
Soma de Bases	10,6	8,3	11,7	13,4	7,5	7,5	
Sat. por Alum. trocável (%)	27	38	15	23	52	46	
Saturação por bases (%)	30	29	37	41	23	23	

O solo localizado na alta vertente da área de drenagem da V2 possui coloração bruno na porção superficial e bruno-forte na sub-superficial. Muito profundo, sem pedregosidade, com granulometria predominantemente arenosa (76 a 80%) e textura classificada como franco-arenosa em ambas as profundidades. Horizonte A moderado e B latossólico. Erosão laminar aparentemente média. Bem drenado, fortemente ácido, distrófico, mudança textural discreta. Apresenta relação silte / argila igual a 0,42 na porção superficial e 0,33 na porção sub-superficial. Classificado, segundo EMBRAPA (1999), como LATOSSOLO BRUNO Distrófico A moderado textura franco-arenosa.

O solo na média vertente da área de drenagem da V2 mostrou coloração cinzento-brunado-claro em ambas as profundidades. Muito profundo, sem pedregosidade, com granulometria predominantemente arenosa (76 a 82%) e textura classificada como franco-arenosa no horizonte sub-superficial. Bem drenado, fortemente ácido, distrófico, mudança textural discreta. Horizonte A moderado e B latossólico. Erosão laminar aparente média – forte. Apresenta relação silte / argila igual a 0,5 em ambas as profundidades. Classificado, segundo EMBRAPA (1999), como LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura franco-arenosa.

O solo na baixa vertente da área de drenagem da V2 mostrou coloração bruno-acinzentado em ambas as profundidades. Muito profundo, sem pedregosidade, com granulometria predominantemente arenosa e textura classificada como franco-arenosa em ambas as profundidades. Horizonte A moderado e B latossólico. Erosão laminar aparente média–forte. Bem drenado, fortemente ácido, distrófico, com mudança textural discreta. Apresenta relação silte / argila igual a 0,5 e 0,37 respectivamente na superfície e sub-superfície. Classificado, segundo EMBRAPA (1999), como LATOSSOLO AMARELO Distrófico A moderado textura franco-arenosa.

Em campo foi observado que os solos localizados da baixa vertente da V2 pode estar no limiar entre o latossolo e um solo glei pois, logo abaixo dos pontos de coleta, o solo tornava-se ainda mais escuro e mostrando-se muito umedecido. Portanto a região paqui considerada

possivelmente poderia ser mapeada/discriminada na mesma unidade do solo da média vertente (foi atribuída mesma classificação), caracterizando uma faixa de transição entre os solos latossolo amarelo e glei.

A cor de um solo é determinada por três fatores preponderantes: a matéria orgânica, o conteúdo de sílica e os compostos de ferro. Para o caso dos solos aqui estudados, a matéria orgânica parece ter sido um fator de pouca influência na diferenciação das cores entre os solos investigados. Provavelmente os compostos de ferro foram os mais influentes, pois as cores vermelhas ou avermelhadas estão relacionadas com a presença de sesquióxidos e óxidos de ferro não hidratados (caso do solo da V1 e dos solos da alta vertente da V2), enquanto que cores amarelas, cinza-amareladas ou similares indicam maior presença de óxidos hidratados (caso dos solos da média e baixa vertente da V2), conforme VIEIRA (1988).

A CTC e Soma de Bases do solo, além de serem influenciadas pela espécie e quantidade de argila e matéria orgânica e pela superfície específica, também é fortemente alterada pelo pH do meio (LOPES e GUILHERME, 1992). A correlação entre os parâmetros teor de argila e CTC não foi significativa, nem mesmo entre teor de argila e Soma de Bases. Contudo, a correlação entre os teores de matéria orgânica e soma de bases resultou num valor de $r = 0,77$ (significativo $\alpha=5\%$).

Os solos foram caracterizados como ácidos para ambas as regiões de estudo. A acidez é um fato já conhecido quando se trata de solos tropicais ou subtropicais (BRADY, 1989). A correlação entre matéria orgânica e pH (CaCl_2) resultou num valor de $r = 0,64$ (significativo $\alpha=10\%$) e entre matéria orgânica e o pH (H_2O) o grau de correlação não foi significativo.

Para estas regiões estudadas, verifica-se que o uso da terra já causou impactos significativos, especialmente na região da "V2", onde além das feições lineares alí ocorrentes, verificou-se em atividades de campo que a erosão laminar também ocorre. Tal fato foi percebido *in locu* através da notificação de alguns indicadores tais como exposição de raízes, pedestais e falhas da cobertura do solo (vegetação) em algumas regiões, indicadores estes apresentados e descritos detalhadamente em OKOBA e STERK (2006).

Na região da V1 alguns destes indicadores também ocorrem, porém com uma frequência menor. Uma possível explicação é a diferença pronunciada do teor de silte entre os solos das duas regiões, onde no solo da V1 ficou em 24% e nos solos da V2 variou entre 6 e 8%, embora o teor de areia também diferenciasse expressivamente. A diferença textural confere ao solo um diferencial quanto algumas propriedades físicas tais como maior ou menor porosidade, resistência à compactação, consistência, capacidade de infiltração de água, dentre outros. Um parâmetro resultante da combinação de vários fatores é a erodibilidade (BERTONI e LOMBARDI NETO, 1990), o qual está sendo, atualmente, objeto de estudo.

Dimensionamento das feições erosivas

A Tabela 4 indica os valores obtidos para as duas feições dimensionadas. Para a V1 a profundidade média foi 9 metros e o volume estimado foi $13.307,0 \text{ m}^3$, sendo classificado como média, segundo a classificação de VIEIRA e ALBUQUERQUE (2004). Por sua vez a V2 apresentou dimensões mais modestas e o volume estimado ($20,4 \text{ m}^3$) classifica a feição erosiva como pequena.

Uma característica importante na voçoroca V1 é a presença de uma canaleta que serve para esgotar a água da chuva que escoar pela rodovia, ficando, portanto, evidente o fator determinante para o surgimento da voçoroca. A influência é ainda atualmente notada em eventos chuvosos de grandes proporções no sentido de atuar no aprofundamento de parte da voçoroca. Trata-se de um tipo de processo erosivo reconhecido e descrito por GUERRA *et al.* (2005).

Segundo moradores do entorno próximo à voçoroca, a erosão teve início há cerca de quinze anos devido a instalação desta canaleta. Em campo, verificou-se, ao longo das paredes da voçoroca, especialmente na parte superior desta, a presença de alguns pontos com estabilidade, a qual estava parcialmente coberta com material geotêxtil e algumas partes com

cobertura vegetal herbácea-arbustiva, onde as paredes são menos declivosas e pouco profundas. Em seguida ocorre assoalho de concreto (formando degraus - onde a declividade aumenta), mostrando que algumas providências já foram tomadas épocas atrás para controle desta, embora sem sucesso significativo. Por outro lado, há regiões em que as paredes são extremamente íngremes (praticamente verticais), totalmente desprovidas de qualquer tipo de cobertura e é nestes locais onde parece haver um real avanço lateral da erosão, fato que também está sendo estudado atualmente.

Tabela 4

Dimensões das feições erosivas estimado em setembro de 2006

	<i>Profundidade média (metros)</i>	<i>Volume médio de solo erodido (m³)</i>
V1	9,00	13.307,0
V2	1,12	20,4

A voçoroca V2, localizada em área de pastagem, é causada principalmente pela ausência de vegetação ciliar, pois ela localiza-se poucos metros acima do ponto onde há uma nascente. Existem várias ramificações (sulcos) com orientação variada, fato também comentado e reconhecido em GUERRA *et al.* (2005). Tais sulcos constituem o resultado da ausência de cobertura vegetal em algumas partes do terreno, ocasionada pelo tráfego de animais. Percebe-se então o impacto ambiental derivado da má condução do rebanho e mal manejo das pastagens, sendo que o gado circula livremente nas áreas da propriedade, não respeitando áreas de proteção ambiental (APP's) e outras áreas que não suportam o intenso pastoreio.

Segundo VIEIRA *et al.* (2005), a forma das incisões indica o estágio de desenvolvimento no qual se encontra cada incisão. As formas retangulares demonstram geralmente alto grau de evolução (expansão) alcançado pela incisão, onde as ramificações existentes antes na fase anterior foram unidas em uma só. Esta é uma situação de formação e evolução que foi notado da V2, onde além do canal principal que caracteriza a feição, há uma série de pequenas ramificações (sulcos) no entorno deste canal e a montante deste e que futuramente encontrar-se-ão e ampliarão este canal principal, caso nenhuma atividade mitigadora seja posta em prática.

Considerando a densidade média do solo igual a 1.200 kg x m⁻³ (SPAROVEK e SCHNUG, 2001) pode-se então determinar a quantidade de solo removido das feições, que para o caso da V1 foi aproximadamente 16.000 toneladas de solo e para a V2 aproximadamente 24,5 toneladas de solo.

Conclusões

Ambas as feições erosivas são frutos de práticas inadequadas de manejo da cobertura do solo e do escoamento superficial gerado em momentos de grandes chuvas. Percebe-se que estas feições continuam a se desenvolver devido a uma forte e indiscriminada interferência antrópica, pois se encontram em regiões expressivamente alteradas por atividades modificadoras do meio (abertura de estradas, manejo inadequado do gado e da pastagem, ausência de vegetação em áreas previstas por lei - APP's).

A caracterização do meio físico, do uso da terra e das próprias feições erosivas leva a crer que atitudes de mitigação necessitam urgentemente de serem tomadas, bem como de recuperação do ambiente degradado, pois a permanência das erosões poderá por um lado, comprometer a integridade e segurança de uma rodovia importante (caso da V1) e/ou acarretar problemas de assoreamento de corpos d'água (caso comum para as duas feições erosivas).

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pelo suporte financeiro (proc. 04/13.096-7) e pelas bolsas de Iniciação Científica (procs 05/56234-3, 05/56235-0, 05/56004-8, 06/59809-0 e 06/60110-0) e de Jovem Pesquisador em Centros Emergentes (proc. 04/15.796-6) concedidos. Ao Campus Experimental de Sorocaba – UNESP, pelo apoio logístico e concessão de uso de instrumentos.

Referências Bibliográficas

- BERTONI, J. LOMBARDI NETO F. *Conservação do solo*. Editora Ícone - SP, 335 p, 1990.
- BRADY, N. C. *Natureza e propriedades dos solos*. 7ª edição. Livraria Freitas Bastos. 878 p, 1989.
- CASALI et al. Accuracy of methods for field assessment of rill and ephemeral gully erosion. *Catena*, 67, p. 128 – 138, 2006.
- EMBRAPA (Empresa Brasileira de Agropecuária). *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. Brasília: Embrapa Produção de Informação - Rio de Janeiro: Embrapa Solos.412 p, 1999.
- GUERRA, A. J. T., SILVA, A. S., BOTELHO, R. G. M. *Erosão e Conservação dos Solos*. Editora Bertrand Brasil, 339 p, 2005.
- IKEMATSU, P., SILVA, A.M., PAULA, F.P., NOGUEIRA, D. P., SILVEIRA, F. M. Caracterização do ambiente físico de duas voçorocas ocorrentes no município de Sorocaba (SP). *Anais do VI Simpósio Nacional de Geomorfologia – Goiânia – GO*. 7p. Cd-rom, 2006.
- LOPES, A. S., GUILHERME, L. R. G. *Interpretação de análise do solo*. Boletim Técnico nº 2. Anda (Assoc Nac para Difusão de Adubos), São Paulo – SP, 45 p, 1992.
- OKOBA, B. O., STERK, G. Farmer's identification of erosion indicators and related erosion damage in the Central Highlands of Kenya. *Catena* 65, 292 – 301, 2006.
- SÁ, C.A.. *Mapeamento de declividades voltado para o controle de processos erosivos em sítios florestais*. Monografia apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais. 35p. Acesso em 10 de julho de 2006. 2001. Disponível em:
<http://www.csr.ufmg.br/geoprocessamento/centrorecursos/3cursopub/alvessa2000.pdf>
- SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C. & ANJOS L. H. C. *Manual de Descrição e coleta de Solos no campo*. 5ª edição, SBCS – Viçosa –MG, 92 p, 2005.
- SILVA, A. M. *Diagnóstico do processo erosivo ocorrente no município de Sorocaba (SP) dentro do quadro atual de uso da terra e previsão para cenários futuros*. Projeto de Pesquisa financiado pela FAPESP. Em andamento, 20 p. 2004.
- SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. *Erosão e hidrossedimentologia em bacias hidrográficas*. Editora Rima, São Carlos-SP, 2003.
- SPAROVEK, G. AND SCHNUG, E. Temporal erosion-induced soil degradation and yield loss. *Soil Science Society American Journal* 65, 1479 – 1486, 2001.
- VIEIRA, A.F.G.; ALBUQUERQUE, A.R.da C. Cadastramento de voçorocas e análise do risco erosivo em estradas: BR -174 (trecho Manaus- Presidente Figueiredo). *V Simpósio Nacional de Geomorfologia e I Encontro Sul- Americano de Geomorfologia*. Santa Maria: UFSM, 2004.
- VIEIRA, A.F.G.; MOLINARI, D.C.; ALBUQUERQUE, A.R.C. Dinâmica erosiva em estradas: Br-174 e Uruçu (Amazonas). *Anais do II Simpósio Sobre Solos Tropicais e Processos Erosivos no Centro-Oeste*. Anais. Goiânia – GO. p. 49-58, 2005.
- VIEIRA, L. S. *Manual da ciência do solo – com ênfase em solos tropicais*. Editora Ceres, 464, 1988.