

ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE E SUA IMPORTÂNCIA AMBIENTAL NA PREVENÇÃO DA PERDA DE SOLO POR EROSÃO EM BACIAS HIDROGRÁFICAS

Fernanda da Silva PAES¹

Francisco Antônio DUPAS²

Fernando das Graças Braga da SILVA³

Júlio César Domingos PEREIRA⁴

Resumo

O presente trabalho objetivou a simulação da perda de solo para cenários estabelecidos em função da análise da integridade de Áreas de Preservação Permanente, visando observar o papel de tais áreas mediante a prevenção e atenuação de processos erosivos. Os cenários foram implementados através da aplicação do modelo empírico EUPS - Equação Universal de Perda de Solo, em ambiente do SIG Idrisi 15.0, tendo como área de estudo o conjunto de bacias hidrográficas que compõem o município de Santa Rita do Sapucaí – MG. Os resultados demonstraram que a recuperação das Áreas de Preservação Permanente contribui com a redução das perdas de solo. A redução de áreas com perda de solo considerada alta apresentou-se significativa, pois grande parte das APP's em estudo encontra-se espacialmente contextualizadas em pontos frágeis quanto à erosão. As APP's ao longo dos cursos d'água foram as mais representativas na área de estudo e exerceram um importante papel sobre a redução das perdas de solo. Também as APP's em topos de morro e linhas de cumeada, em função da topografia da área de estudo, proporcionaram substancial redução nas perdas.

Palavras-chave: Equação Universal de Perda de Solo. Sistema de Informação Geográfica. Planejamento Ambiental.

¹ UNIFEI – Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática; Instituto de Recursos Naturais; Av. BPS, nº1303, Pinheirinho. CEP:37500-903. Itajubá, MG – Brazil.

² UNIFEI – Líder do Núcleo de Estudos Ambientais, Planejamento Territorial e Geomática; Instituto de Recursos Naturais; Av. BPS, nº1303, Pinheirinho. CEP:37500-903. Itajubá, MG – Brazil.

³ UNIFEI – Líder do Núcleo de Estudos de Modelagem e Simulação em Meio Ambiente e Recursos e Sistemas Hídricos; Instituto de Recursos Naturais; Av. BPS, nº1303, Pinheirinho. CEP:37500-903. Itajubá, MG – Brazil.

⁴ UNIFEI - Núcleo de Estudos de Modelagem e Simulação em Meio Ambiente e Recursos e Sistemas Hídricos; Instituto de Recursos Naturais; Av. BPS, nº1303, Pinheirinho. CEP:37500-903. Itajubá, MG – Brazil.

Abstract

Areas for permanent preservation and their environmental importance in the prevention of the soil loss for erosion

This work had as objective the simulation of loss of soil in scenarios established in function on the analysis of the integrity of Areas for Permanent Preservation, aiming observe the role of these areas through the preservation and attenuation of erosion processes. The scenarios were implemented through the use of the empirical model USLE - Universal Soil Loss Equation in the environment of SIG Idrisi 15.0, having as areas of study the water sheds which compose the Santa Rita do Sapucaí City - Minas Gerais State. The results demonstrated that the recuperation of Areas for Permanent Preservation contributing to the reduction in the soil loss. The reduction of areas with loss of soil considered high was significant, because in the major part of Areas for Permanent Preservation in study, they were space contextualized in fragile locations in relation to erosion. The Areas for Permanent Preservation along the water courses are the most representatives in the areas of study and exerted an important roll in the reduction of soil. Also, the Areas for Permanent Preservation around the tops of mountain and peak lines, in function of the topography of the area in study, provided an important reduction in the loss.

Key words: Universal Soil Loss Equation. Geographic Information System. Environmental Planning.

INTRODUÇÃO

O processo de perda de solo configura um dos maiores problemas ambientais mundiais. As diversas atividades antrópicas nele desenvolvidas afetam seu equilíbrio dinâmico, acarretando desde a perda de sua camada fértil até a completa descaracterização física e biológica do terreno acometido, afetando as espécies que o habitam, causando riscos socioambientais e desutilizando-o economicamente.

A utilização de práticas adequadas de manejo e conservação do solo é indispensável mediante a prevenção e atenuação da erosão, sendo essencial ao planejamento de uso do solo a compreensão das taxas de perda de solo, bem como a identificação dos principais fatores de controle que aumentam ou retardam tais processos (BRHANE; MEKONEN, 2009; ZHANG et al., 2009; GITAS et al.; 2009; GASPARI et al., 2009; ROUSSEVA, 2003; MORETI et al., 2003).

O modelo de predição de perda de solo EUPS (Equação Universal de Perda de Solo), implementada por Wischmeier & Smith (1978), é amplamente utilizado para simular a intensidade de ação dos principais fatores de influência nas perdas de solo por erosão, permitindo contextualizar cenários em função do uso e manejo do solo e da aplicação de práticas conservacionistas.

Por outro lado, o Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4.771 de 15/09/65) instituiu um importante instrumento na prevenção e atenuação da perda de solo - as Áreas de Preservação Permanente (APP's) - criadas com a função, entre outras, de proteger o solo, tendo sua espacialização definida em áreas consideradas de maior fragilidade dentro dos ecossistemas (em topos de morros, em linhas de cumeada, ao redor de rios e nascentes, em declives superiores a 45°, dentre outras).

Neste contexto, este trabalho teve por objetivo avaliar o papel das Áreas de Preservação Permanente na prevenção e atenuação da erosão através da predição da perda de solo para diferentes cenários de integridade das referidas APP's, tendo em vista auxiliar o planejamento de uso do solo nas bacias hidrográficas que compõem o município de Santa Rita do Sapucaí - MG.

MATERIAIS E METODOS

Caracterização Ambiental da Área de Estudo

A área de estudo compreende o conjunto de bacias hidrográficas que compõem o município de Santa Rita do Sapucaí, localizadas ao sul do estado de Minas Gerais, entre as coordenadas 22°10' de latitude Sul e 45°50' de longitude Oeste e 22°20' de latitude Sul e 45°30' de longitude Oeste, possuindo uma área aproximada de 44.060 ha (Figura 1).

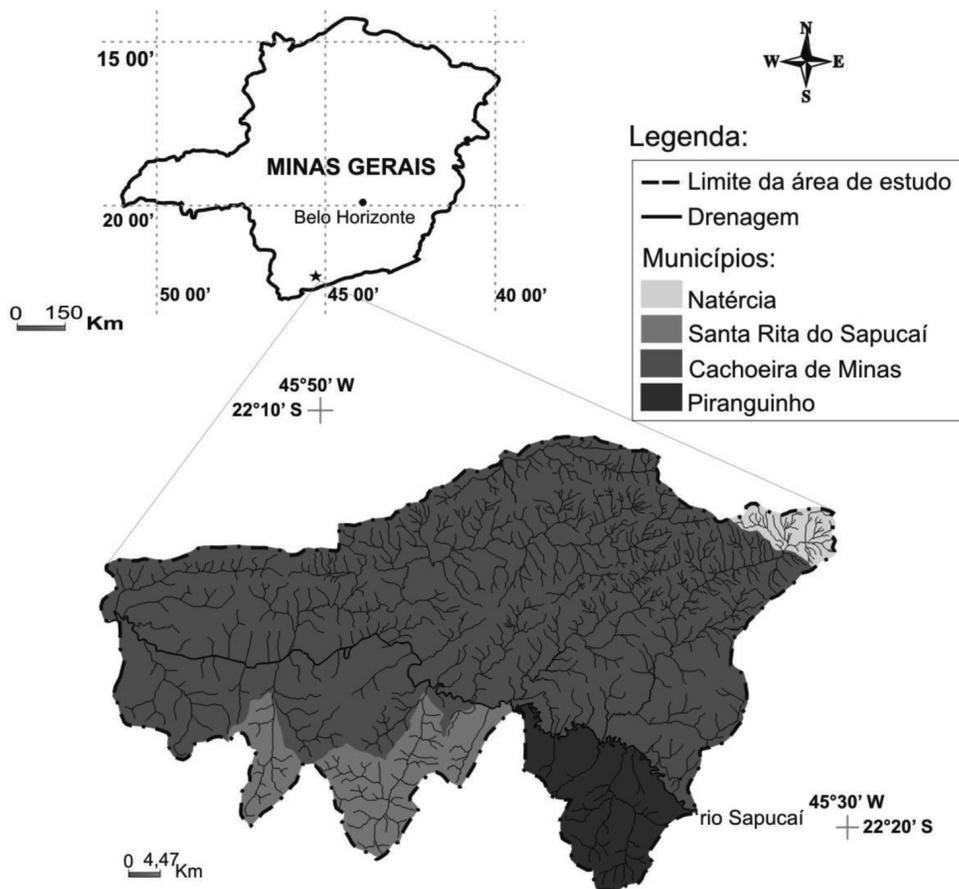


Figura 1 – Localização das bacias hidrográficas que compõem o município de Santa Rita do Sapucaí – MG

Elaboração: PAES, F. S.; PEREIRA, J.C.D.

Inserse-se no setor sul da unidade geomorfológica do Planalto da Serra da Mantiqueira, cuja gênese vincula-se a vários ciclos de dobramentos acompanhados de metamorfismos regionais e falhamentos, apresentando estruturas e formações litológicas antigas, pré-cambrianas, cujos terrenos foram desgastados por várias fases erosivas (ROSS, 1996).

Encontra-se sob o domínio morfoclimático dos Mares de Morro Florestados, descrita por Ab'saber (2003) como uma área de mamelonização extensiva, que afeta todos os níveis da topografia, sendo o domínio brasileiro cujo meio físico, ecológico e paisagístico apresenta-se mais complexo e de difícil implantação de sítios urbanos, sendo a região sujeita aos mais fortes processos de erosão e de movimentos coletivos de solos.

Situa-se em uma região de transição entre os climas das latitudes baixas e os climas mesotérmicos das latitudes médias, porém, suas características são mais tropicais do que temperadas (IBGE, 1997). O domínio climático conhecido como tropical de altitude se caracteriza por apresentar duas estações bem definidas: verões chuvosos e invernos secos. De setembro a março predominam temperaturas mais elevadas, atingindo máximo em dezembro e janeiro, já de maio a agosto as temperaturas apresentam-se mais baixas, atingindo o mínimo em junho e julho. Já a estação seca estende-se de maio a setembro, sendo julho o mês mais seco e a estação chuvosa estende-se de setembro a março, sendo janeiro o mês mais chuvoso (CAVALCANTE, 1979).

Apresenta vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual (Floresta Tropical Subcaducifólia), que se caracteriza por estar condicionada a uma dupla estacionalidade climática: uma tropical com intensas chuvas de verão seguidas por estiagem acentuada, e outra subtropical sem período seco, mas com seca fisiológica provocada pelo intenso frio do inverno (IBGE, 1997). Também ocorrem na área de estudo manchas transicionais e reliquiais características do domínio do cerrado.

Materiais

Para a realização do presente trabalho foram utilizados os seguintes materiais: SIG *Idrisi Andes*, versão 15.0; *Software USLE-2D*, versão 4.1, desenvolvido por Desmet & Govers (1996); *Software AutoCAD*, versão 2006; *Software Corel Draw*, versão X3; GPS (*Global Positioning System*) para coleta de pontos de referência *in situ*; Imagens do satélite Alos – sensor AVNIR-2 (bandas 2, 3 e 4) de 12 de novembro de 2006; Folhas topográficas de Santa Rita do Sapucaí - SF.23-Y-B-II-4; Heliódora - SF.23-Y-B-II-2, Pouso Alegre - SF.23-Y-B-II-1 e Conceição dos Ouros - SF.23-Y-B-II-3 em escala de 1:50.000, editadas pelo IBGE (1971); série histórica de precipitação, disponibilizada pela Agência Nacional de Águas (ANA), referente ao período de 1971 a 2008; Mapa de Solos de Minas Gerais, elaborado pela EMATER-MG (1998), em escala de 1:1.000.000.

Métodos

O presente trabalho consistiu em três etapas gerais: 1 - determinação dos fatores da Equação Universal de Perda de Solo: erosividade da chuva (R), erodibilidade do solo (K), comprimento de rampa (L), grau de declive (S), cobertura do solo (C) e práticas conservacionistas (P); 2 - delimitações das Áreas de Preservação Permanente e 3 - simulações da perda de solo para diferentes cenários de cobertura do solo (Figura 2).

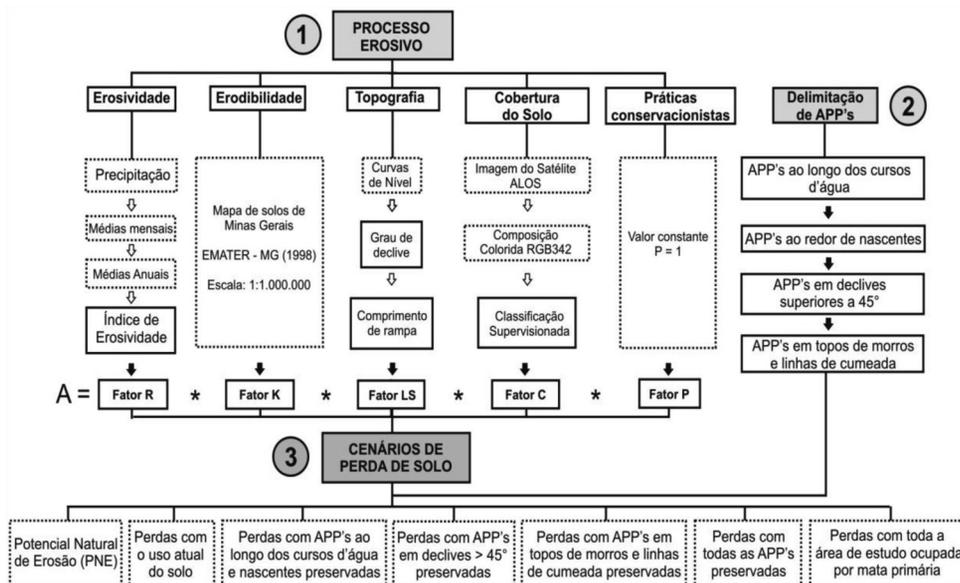


Figura 2 – Fluxograma simplificado dos procedimentos

Sistematização dos fatores da EUPS

A sistematização dos fatores da EUPS e seus respectivos resultados foram obtidos de PAES et al. (2010).

Delimitação de Áreas de Preservação Permanente

A segunda etapa foi sub-dividida em 4 partes: 1) delimitação de APP's ao longo dos cursos d'água; 2) delimitação de APP's ao redor das nascentes; 3) delimitação de APP's em declives superiores a 45° e 4) delimitação de APP's em topos de morros e linhas de cumeeada. Para efetuar esta etapa tomou-se como referência a Lei Federal 4.771 de 15/09/1965, que instituiu o Código Florestal Brasileiro; a Lei Estadual nº 14.309 de junho de 2002, que dispõe sobre a Política Florestal no Estado de Minas Gerais e suas respectivas alterações; e a Resolução nº 303 do Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, de 20 de março de 2002, que dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente.

Áreas de Preservação Permanente ao Longo dos Cursos D'água

De acordo com a legislação supracitada, as APP's ao longo dos cursos d'água devem ser delimitadas em função de seu nível mais alto em faixa marginal, que, por sua vez, é definido pela Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 como o nível alcançado por ocasião da cheia sazonal do curso d'água perene ou intermitente.

No presente trabalho utilizou-se a delimitação efetuada de forma automatizada para o Plano Diretor Participativo de Santa Rita do Sapucaí, disponível em Dupas (2009), o qual

adotou o nível de declive de 4% como nível mais alto, por constituir-se em área de grande influência no corpo hídrico, sendo passível de alagamento. A partir deste nível, delimitou-se uma faixa de 30m para os cursos d'água afluentes do rio Sapucaí (que possuem largura inferior a 10m) e uma faixa de 50m para o curso do rio Sapucaí (que possui largura entre 10m e 50m).

Áreas de Preservação Permanente ao Redor de Nascentes

Constituem-se APP's as áreas a um raio de 50m das nascentes ou olhos d'água, sendo estas definidas pela Resolução CONAMA nº 303 de 20 de março de 2002 como o local onde aflora naturalmente, mesmo que de forma intermitente, a água subterrânea.

Dessa forma, para a definição das APP's ao redor das nascentes efetuou-se a delimitação destas por meio de vetorização no AutoCAD e posterior rasterização no *Idrisi 15.0*, na qual se criou um mapa de distâncias (*Buffer*), isolando-se um raio de 50m ao redor de todas as nascentes.

Áreas de Preservação Permanente em declives superiores a 45°

Constituem-se APP's as áreas em encostas ou partes destas, com declividade superior a 45°, equivalente a 100% na linha de maior declive. Assim, para a determinação das APP's em declives superiores a 45° elaborou-se um mapa de declividades, na qual foi reclassificado em duas classes: declividades inferiores a 45° e declividades superiores a 45°, na qual esta última corresponde as APP's.

Áreas de Preservação Permanente em topos de morros e linhas de cumeada

Para a determinação destes dois tipos de APP's utilizou-se a base cartográfica estabelecida de forma automatizada para o Plano Diretor Participativo de Santa Rita do Sapucaí, disponível em Dupas (2009).

Para tal determina-se as elevações entre 50m e 300m (morros) e superiores a 300m (montanhas) e, posteriormente, calcula-se as cotas altimétricas a partir das quais estabelece-se os seus terços superiores.

Já as APP's de linha de cumeada foram delimitadas a partir da curva de nível correspondente a dois terços da altura, em relação à base, do pico mais baixo da cumeada, fixando-se a curva de nível para cada segmento da linha de cumeada equivalente a mil metros.

Simulação dos Cenários de Perda de Solo

Os cenários foram obtidos mediante a simulação da perda de solo considerando a cobertura do solo atual associada a diferentes situações de preservação das APP's.

Os cenários elaborados corresponderam a: (1) Potencial Natural de Erosão - na qual considera somente a ação dos fatores físicos que interferem na perda de solo (erosividade, erodibilidade e topografia), admitindo que o solo esteja descoberto; (2) Perda de Solo com a cobertura atual; (3) cobertura atual com APP's ao longo dos cursos d'água e nascentes preservadas; (4) cobertura atual com APP's em declives superiores a 45° preservadas; (5) cobertura atual com APP's de topo de morro e linhas de cumeada preservadas; (6) cobertura atual com todas as APP's preservadas e (7) toda a área de estudo coberta por vegetação natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Delimitação das Áreas de Preservação Permanente

Conforme a figura 3, do total de 44.060 ha da área de estudo, as APP's ao longo dos cursos d'água e nascentes correspondem a aproximadamente 12.394 ha da área de estudo (28%); as APP's em declives superiores a 45° correspondem a ~13 ha (0,03%) e as APP's em topos de morros e linhas de cumeada correspondem a ~3.988 ha (9%). Assim, as APP's mapeadas totalizam uma área aproximada de 15.166 ha (34% da área total). Este valor é inferior ao somatório das áreas dos tipos de APP's indicadas anteriormente em função de haver a sobreposição destas APP's em alguns pontos.

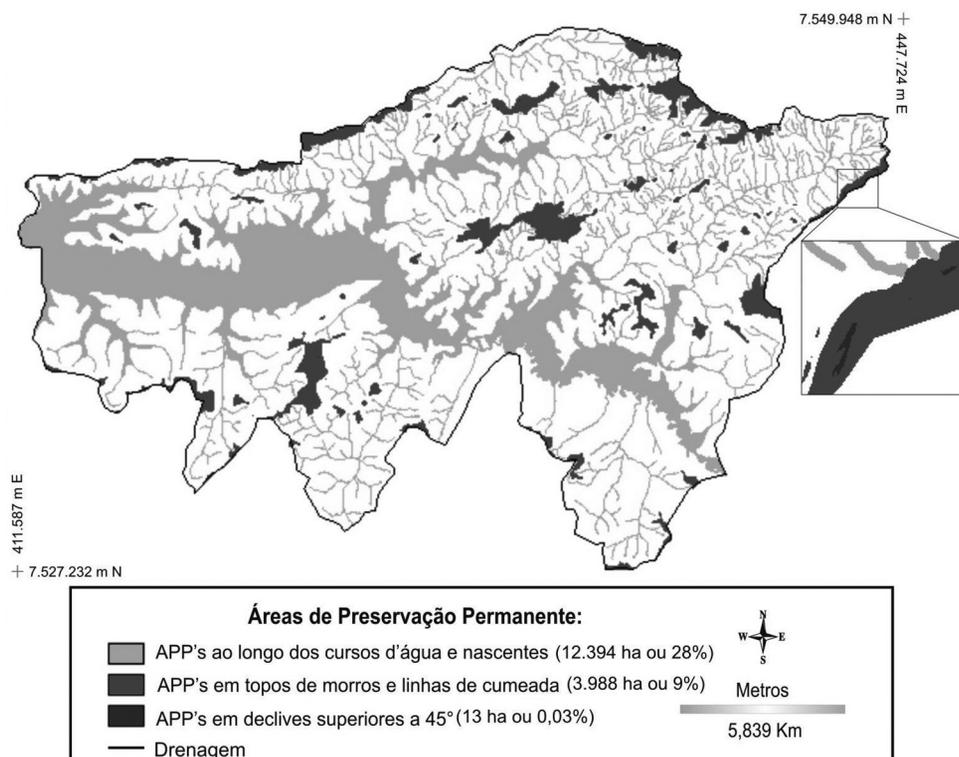


Figura 3 – Áreas de Preservação Permanente que compõem a área de estudo

Do total de áreas correspondente as APP's, somente cerca de 3.940 ha encontram-se devidamente preservados, representando 26% do total legal. É importante salientar que houve uma pequena perda de informação devido à presença de sombras na imagem, o que impossibilitou o diagnóstico de uso conflitivo em 17 ha da área (0,1%). Na tabela 1 está estabelecida a quantificação dos usos conflitivos nas APP's abrangidas. As categorias de cobertura do solo referentes à vegetação nativa remanescente e água foram apresentadas em conjunto, de forma a representar as áreas que encontram-se devidamente preservadas.

Pode-se observar que os usos que mais conflitam com a integridade das APP's são o pasto (7.101 ha) e a agricultura (3.459 ha). Em 559 ha das APP's ocorre a presença de solo exposto, e em 90 ha ocorrem construções.

Tabela 1 - Cobertura do solo nas Áreas de Preservação Permanente

Cobertura e uso do solo	Área (Ha)	(%)
Sombra	17	0,1
Solo exposto	559	3,7
Vegetação nativa remanescente e água	3.940	26,0
Agricultura	3.459	22,8
Pasto	7.101	46,8
Áreas construídas	90	0,6
Total	15.166	100,0

Através do mapeamento efetuado e de observações *in situ* pôde-se constatar que o crescimento urbano tem afetado as Áreas de Preservação Permanente, onde, principalmente nas margens dos cursos d'água, ocorre o desmatamento e a construção de equipamentos urbanos.

Simulação dos cenários de perda de solo

A tabela 2 exprime os resultados obtidos através das simulações dos 7 cenários de perda de solo para a área em estudo, considerando como fatores constantes a topografia, a pedologia e a erosividade, e como fator variável a cobertura do solo.

Tabela 2 – Cenários de perda de solo em ha (%) – área total de 44.060 há

CLASSES DE PERDA DE SOLO (t.ha ⁻¹ .ano ⁻¹)	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7
0 - 10 (Nula ou Baixa)	2.780 (6)	19.778 (45)	24.953 (56)	19.784 (45)	21.422 (49)	26.539 (60)	44.060 (100)
10 - 50 (Moderada)	3.263 (7)	9.057 (21)	7.715 (18)	9.057 (21)	8.723 (20)	7.334 (17)	0.0
50 - 200 (Alta)	1.708 (4)	5.787 (13)	5.975 (14)	5.787 (13)	5.410 (12)	5.412 (12)	0.0
> 200 (Muito alta)	36.309 (83)	9.438 (21)	5.417 (12)	9.432 (21)	8.505 (19)	4.775 (11)	0.0

Nota: Cenário 1 – considera o Potencial Natural de Erosão (utilizou-se para este cenário a classificação de PNE indicada por Silva (2008) e a classificação de perda de solo estabelecida pela FAO (1967); Cenário 2 – considera o uso e cobertura atual do solo; Cenário 3 – considera o uso e cobertura atual do solo associado a preservação de APP's ao longo dos cursos d'água e nascentes; Cenário 4 – considera o uso e cobertura atual do solo associado a preservação das APP's em declives superiores a 45°; Cenário 5 – considera o uso e cobertura atual do solo associado a preservação de APP's em topos de morros e linhas de cumeada; Cenário 6 – considera o uso e cobertura atual do solo associado a preservação de todas as APP's; Cenário 7 – considera toda a área de estudo ocupada por mata primária.

Analisando-se o cenário 1, observa-se que a perda de solo para a situação na qual o solo permaneça sem cobertura estabelece uma perda muito alta em 83% da área de estudo. Quando estes resultados são comparados aos resultados apresentados pelo cenário 2, que considera a cobertura atual do solo, constata-se a grande importância da vegetação na proteção contra a erosão, havendo uma significativa redução do total de área enquadrada na classe de perda $>200 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, que passa a ser de 21%, sendo o restante convertido aos intervalos de $10 \text{ - } 50 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e de $50 \text{ - } 200 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e, havendo um expressivo aumento da área enquadrada no intervalo de $0 \text{ - } 10 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, que passa a ser de 45%. Porém, isso não significa que os valores do cenário 2 são baixos, eles são significativamente elevados quando se deseja e se necessita manter o equilíbrio em ecossistemas de maneira a proporcionar a minimização de impactos ambientais provocados pela perda de solo sobre os corpos d'água, assim como a perda da fertilidade do solo e o carreamento de agrotóxicos utilizados em atividades agropecuárias.

Considerando-se os cenários 2, 3, 4, 5, e 6 e tomando-se para análise o intervalo de $0 \text{ - } 10 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$ e o cenário 2 como referência de comparação, observa-se a grande importância que as APP's ao longo dos cursos d'água e nascentes inseridas no cenário 3 exercem sobre a redução das perdas de solo, passando de 45% para 56%, apresentando uma redução bem distribuída por todos os demais intervalos.

No cenário 4 verifica-se a baixa influência das APP's em declives superiores a 45° na perda de solo, mantendo-se praticamente nos mesmos níveis do uso e cobertura atual do solo. Isto se deve a pequena ocorrência de áreas com declividade $>45^\circ$.

No cenário 5, pode-se verificar também que, em função da topografia da área de estudo, as APP's em topos de morros e linhas de cumeada proporcionam substancial redução na perda de solo.

No cenário 6, onde é feita a simulação na qual foram inseridas todas as APP's previstas pela Lei, verifica-se uma significativa redução da perda de solo em função do aumento da área inserida no referido intervalo, passando de 45% para 60% da área de estudo, com redução da perda de solo distribuída em todos os demais intervalos, com destaque para o intervalo $>200 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$, na qual houve uma conversão de 10% desta classe para a classe de $0 \text{ - } 10 \text{ ton.ha}^{-1}.\text{ano}^{-1}$.

Analisando-se os resultados obtidos no conjunto de cenários de 2 a 6, conclui-se que as APP's exercem uma importante função na redução da perda de solo no referido município, destacadamente para as APP's ao longo dos cursos d'água e nascentes.

Para efeito de comparação e conhecimento da importância da vegetação primária na manutenção de mananciais e ecossistemas, foi simulado no cenário 7, onde é considerada a cobertura total da área de estudo por vegetação primária. Os resultados obtidos mostraram claramente a essencial e importante função da vegetação primária na minimização da perda de solo em bacias hidrográficas, conferindo uma perda baixa em 100% da área de estudo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As APP's mapeadas no presente estudo totalizam uma área aproximada de 15.166 ha (34% da área total de estudo), sendo que, somente cerca de 3.940 ha (26% do total legal) encontram-se devidamente preservados.

O avanço das práticas agrícolas (com destaque para a cultura do café) e dos pastos em áreas de APP's foi claramente definido pelos mapeamentos efetuados e, considerando a não utilização de práticas conservacionistas, há um agravamento quanto ao risco de perdas de

solos. O uso do solo para pastagens têm ocupado uma área aproximada de 7.101 ha (46,8% da área total referente as APP's) e o uso do solo para a agricultura têm ocupado uma área aproximada de 3.459 ha (22,8% da área total referente as APP's).

Analisando-se os cenários com as APP's preservadas, fica nítida a redução da perda de solo na bacia, indicando que, quando tais áreas encontram-se devidamente resguardadas, estas cumprem com a sua função de atenuação da erosão e, por consequência, com as demais funções que integram seu objetivo legal de manutenção dos ecossistemas.

Dessa forma, todos os cenários considerando a preservação dos diversos tipos de APP's apresentaram atenuação significativa da perda de solo, principalmente no que se refere à conversão de áreas com perdas alta e muito alta para áreas com perdas baixas. Destaca-se a importância das APP's ao longo dos cursos d'água, que apresentaram significativa contribuição na redução da perda. Apenas no cenário 4, que considera a preservação das APP's em declives superiores a 45°, a atenuação das perdas não foi muito nítida em função de representarem porções muito pequenas da área de estudo. Porém, estas possuem grande importância por situarem-se em áreas com alta susceptibilidade erosiva. Em função disto, sugere-se que se observe a necessidade de ampliar as restrições de uso relativas à declividade.

Para efeito de comparação e conhecimento da importância da vegetação primária na manutenção de mananciais e ecossistemas, foi simulado o cenário 7, onde é considerada a cobertura total por mata das bacias que compõem a área de estudo. Os resultados obtidos mostraram claramente a essencial e importante função da vegetação primária na minimização da perda de solo em bacias hidrográficas, conferindo uma perda baixa em 100% da área de estudo, principalmente por se tratar de região montanhosa.

Mediante os resultados obtidos pelo presente trabalho, fica nítida a importância que os estudos de perda de solo, quando integrados ao planejamento de bacias hidrográficas, têm sobre a compreensão da função de ecossistemas, da preservação de mananciais, do planejamento urbano e rural, da geração de energia, de projetos de irrigação, entre outros, focados dentro das características intrínsecas apresentadas por cada bioma.

Em vista de tais resultados, é imprescindível que a modificação e/ou criação de novas normas que regulamentem o uso e ocupação do solo estejam calcadas no conhecimento científico quanto às características específicas apresentadas por cada bioma, de forma a definir limites e restrições de usos adequados. Dessa forma, destaca-se que, a exemplo dos resultados obtidos pelo presente trabalho, a flexibilização do uso do solo em áreas de APP conforme apresentada pelo Novo Código Florestal – Lei 12.651/12 acarretará perdas ainda maiores de solos além de agravar diversos outros desequilíbrios ambientais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a CAPES pelo apoio financeiro e ao Prof. Dr. Alexandre Marco Silva (UNESP – Sorocaba) pela contribuição ao presente trabalho.

REFERÊNCIAS

- AB'SABER, A. N. **Os domínios da natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê, 2003. 159 p.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Hidroweb. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/>>. Acesso em 01/05/2009.
- BRASIL. Código Florestal, Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 julho 2008.
- BRASIL. Lei nº 7.803, de 18 de julho de 1989. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de Setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 10 julho 2008.
- BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2002. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br>>. Acesso em: 10 julho 2008.
- BRHANE, G.; MEKONEN, K. Estimating Soil Loss Using Universal Soil Loss Equation (USLE) for Soil Conservation planning at Medego Watershed, Northern Ethiopia. **Journal of American Science**, v.5, n.1, p. 58-69, 2009.
- CAVALCANTE, J. C., CUNHA, H.C.S.; CHIEREGATI, L.A.; KAEFER, L. Q.; ROCHA, J.M.; DAITX, E.C.; COUTINHO, M.G.N.; YAMAMOTO, K.; DRUMOND, J.B.V.; ROSA, D.B.; RAMALHO. **Projeto Sapucaí: relatório final de geologia**. DNPM/CPRM. Série Geologia 4, Seção Geologia Básica 2, 1979, 299p.
- DESMET, P.J.J.; GOVERS, G. A GIS-procedure for automatically calculating the USLE LS factor on topographically complex landscape units. **Journal of Soil and Water Conservation**, Des Moines, v.51, n.5, p.427-433, 1996.
- DUPAS, F. A. Plano Diretor Participativo de Santa Rita do Sapucaí, MG. Relatórios finais de Projeto de Pesquisa CNPq Edital MCT/Mcidades n. 060/2005 proc. n. 501840/2005-20, 2 volumes. 2009.
- EMATER - EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS. Mapa de Solos de Minas Gerais. Escala 1:1.000.000. 1998.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. Manual on integrated soil management and conservation practices. **Land and Water Bulletin**, Roma : FAO, n.8, 228 p., 2000.
- GASPARI, F.J.; RODRÍGUEZ VAGARÍA, A.V.; SENISTERRA, G.E. Estimation of soil erosionability in the stream basin of Pillahuinco Grande, Buenos Aires province, Argentina. **Cien. Inv. Agr.**, v.36, n.1, p. 43-52. 2009.
- GITAS I.Z.; DOUROS, K.; MINAKOU, C.; SILLEOS, G.N.; KARYDAS, C.G. Multi-temporal soil erosion risk assessment in N. Chalkidiki using a modified usle raster model. **EARSel eProceedings 8**, p. 40-52. 2009.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Folha topográficas de Pouso Alegre - SF.23-Y-B-II-1, escala 1:50.000. 1971.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Folha topográficas de Heliodora - SF.23-Y-B-II-2, escala 1:50.000. 1971.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Folha topográficas de Conceição dos Ouros - SF.23-Y-B-II-3, escala 1:50.000. 1971.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Folha topográficas de Santa Rita do Sapucaí - SF.23-Y-B-II-4, escala 1:50000. 1971.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Recursos Naturais e Meio Ambiente: uma visão do Brasil**. 2ª edição, Rio de Janeiro, 1997, 208 p.

MORETI, D.; CARVALHO, M.P.; MANNIGEL, A.R.; MEDEIROS, L.S. Importantes características de chuva para a conservação do solo e da água no município de São Manoel (SP). **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.1, n.1, p.713-726. 2003.

PAES, F.S.; DUPAS, F.A.; PEREIRA, J.C.D.; SILVA, F.G.B. Espacialização da perda de solo nas bacias hidrográficas que compõem o município de Santa Rita do Sapucaí (MG). **Revista Geociências**, São Paulo, v.29, n.4; p.589-601. 2010.

ROSS, J.L.S.. **Geografia do Brasil**. São Paulo: EDUSP, 2005. 555 p.

ROUSSEVA, S. Ideas for Physical Interpretation of the USLE. N. Poushkarov Research Institute for Soil Science and Agroecology, **Lecture given at the College on Soil Physics Trieste**, Bulgaria, v. 3, n. 21, p. 310-319, 2003.

SILVA, F. G. B.; MINOTTI, R.T.; NETO, F.L.; PRIMAVESI, O.; CRESTANA, S. Previsão da perda de solo na Fazenda Canchim – SP (EMBRAPA) utilizando geoprocessamento e o USLE-2D. **Revista Engenharia Sanitária Ambiental**, v.15, n.2, p.135-142. 2010.

STEIN, D. P. Procedimento do Departamento Estadual de Proteção de Recursos Naturais (DEPRN) para Delimitação de APP de Topo de Morro e Montanha e de Linha de Cumeada (apostila). Secretaria do Meio Ambiente – Coordenadoria de Licenciamento Ambiental e Proteção de Recursos Naturais, São Paulo. Disponível em: <<http://sigam.ambiente.sp.gov.br>>. Acesso em: 02 jun 2009.

WISCHMEIER, W.H., SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses – a guide to conservation planning**. Washington: USDA/ARS, Agricultural Handbook nº 573, 1978, 58p.

ZHANG Y.; DEGROOTE, J.; WOLTER, C.; SUGUMARAN, R. Integration of Modified Universal Soil Loss Equation (MUSLE) into a GIS framework to assess soil erosion risk. **Land Degrad. Develop.** n.20, p. 84–91. 2009.

Recebido em setembro de 2013

Aceito em fevereiro de 2014