

CAPÍTULO 6

ESTIMATIVA DA PERDA DE SOLO EM ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE NA BACIA HIDROGRÁFICA DO CÓRREGO HORIZONTE, ALEGRE, ES

**Benvindo Sirtoli Gardiman Junior
Dayvid Rodrigues Couto
Fabiana Baleeiro Coelho Souza
Gabriel Nunes dos Santos Junior
Giovanni de Oliveira Garcia
Alexandre Rosa dos Santos**

1 Introdução

A preocupação com o efeito da ocupação desordenada do solo e da contaminação dos recursos naturais é utilizada como justificativa para o crescente número de publicações que consideram como tema o meio natural com base na gestão territorial. Neste contexto, a bacia hidrográfica vem sendo utilizada com sucesso como unidade de planejamento e gerenciamento das atividades antrópicas em um determinado território.

A ação antrópica, principalmente no que se refere à ocupação e exploração agropecuária de maneira irregular e a outras atividades de ordem econômica, vem sendo apontadas como a maior causa do desequilíbrio dentro de bacias hidrográficas. Essas atividades são responsáveis por desencadear problemas crônicos como a poluição e eutrofização da água, mortandade de espécies e, principalmente, compactação e degradação do solo.

A erosão hídrica é citada como uma das principais formas de degradação dos solos. De acordo com Cassol e Lima (2003) a erosão hídrica é um processo físico de desagregação, transporte e deposição de partículas de solo, provocado pela ação da água das chuvas, que se dá através do escoamento superficial. Este processo é diretamente intensificado pela ação antrópica, ou seja, áreas que apresentam uso do solo incorreto tendem a sofrer maior impacto com a erosão hídrica.

Vários fatores estão relacionados com a perda de solo por erosão hídrica, dentre esses pode-se destacar a cobertura vegetal (SILVA, 1986), a declividade da área (COGO et al., 2003) e a pluviosidade observada na região. O transporte de partículas começa quando o solo está saturado ou quando a velocidade e volume de água precipitada é superior a sua capacidade de infiltração, ocasionando o escoamento superficial do excesso de água e o arraste do solo desagregado para áreas de baixo declive. O processo erosivo se finaliza

quando todo material carregado é depositado, seja em depressões naturais do terreno ou em ecossistemas fluviais como rios, lagos, açudes, represas (ELTZ et al.,1984) e áreas brejosas, ocasionando sérios problemas ambientais, como assoreamento, eutrofização da água e a mortandade de organismos.

Com objetivo de regularizar o uso do solo, minimizar os impactos antrópicos e monitorar a exploração de recursos naturais, foi instituído em 1965, o código florestal brasileiro, Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, que obriga a implementação das áreas de preservação permanente (APP's) dentro das propriedades rurais (BRASIL, 1965).

A Resolução nº 303 (CONAMA, 2002) estabelece que áreas de preservação permanente são aquelas localizadas ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios de água naturais ou artificiais; nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 m de largura; no topo de morros, montes, montanhas e serras e nas encostas ou partes destas, com declividade superior a 45 graus, equivalente a 100% na linha de maior declive; nas restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; nas bordas dos tabuleiros ou chapadas, a partir da linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 m em projeções horizontais; em altitude superior a 1.800 m, qualquer que seja a vegetação. A cobertura vegetal que deve ser mantida nas áreas de APP funciona como obstáculo para o escoamento superficial, favorecendo a infiltração e minimizando a erosão.

Monitorar a perda de solo dentro de uma bacia hidrográfica é uma atividade muito dispendiosa e impraticável, no entanto, com a popularização da geotecnologias nas últimas décadas, o planejamento do meio natural ganhou um forte aliado, os chamados Sistemas de Informações Geográficas (SIGs). Essa é uma tecnologia capaz de automatizar tarefas antes desempenhadas manualmente, facilitando à realização de análises complexas e consequentemente as tomadas de decisão. Utilizando como base modelagens matemáticas, este sistema integra o banco de dados com seus respectivos atributos georreferenciados permitindo assim uma previsão ordenada, representada por meio de mapas, que pode antecipar a consequência de um fator em determinado espaço geográfico (DOMINGOS, 2006).

Miranda et al. (2002), Santos et al. (2007), Cota e Moura (2009) e Moraes (2009) descreveram que a utilização de produtos de sensoriamento remoto e de técnicas de geoprocessamento podem contribuir na determinação automática das áreas de preservação permanente, desde que o banco de dados utilizado seja coerente e os modelos de interpoladores adequados para esse fim.

Para diversos autores (DONZELI et al., 1992; CASTRO e VALÉRIO FILHO, 1997; MORAES et al., 2000, citado por TAVARES et al., 2003) a integração da tecnologia SIGs com modelos matemáticos de estimativa de perdas de solo por erosão hídrica vem sendo

aplicada com eficiência no planejamento agroambiental de microbacias hidrográficas, principalmente no diagnóstico do risco de erosão. A quantificação da perda de solo pelo processo de erosão é importante, pois identifica áreas críticas, tanto as potencialmente erodíveis como aquelas sujeitas à sedimentação. Essas informações são fundamentais para o planejamento das ações direcionadas ao controle da erosão e das ações conservacionistas regionais (SILVA, 2004).

Entre as modelagens matemáticas utilizadas, a Equação Universal de Perda de Solos (EUPS) é frequentemente adotada para determinar, em níveis médios anuais, o volume de solo perdido por erosão hídrica. É um modelo empírico que estima a perda de solo com base em valores de quatro grandes fatores atuantes no processo erosivo: I) erosividade climática, II) erodibilidade dos solos, III) topografia, e IV) uso da terra e práticas conservacionistas (VIEIRA, 2008). Esses modelos de simulação, quando aplicados às situações de campo auxiliam na determinação de práticas conservacionistas indicando o manejo mais adequado para cada cenário.

Diante do exposto, compreender os processos erosivos e quantificar as perdas de solo assume grande importância, principalmente em áreas de preservação permanente. Essas informações podem ser utilizadas como subsídio na elaboração de medidas que visam maximizar o uso dos recursos hídricos disponíveis e evitar os efeitos negativos decorrentes da produção, transporte e deposição de sedimentos (PAIVA, 2001).

O objetivo deste estudo foi utilizar o *software ArcGIS® 10* para estimar a perda de solo por erosão hídrica nas áreas de preservação permanente - APP's da microbacia do córrego horizonte localizada no município de Alegre, estado do Espírito Santo e comparar dois cenários, sendo o cenário 1 composto pela perda de solo na área da sub-bacia interpretado com uso real do solo e o cenário 2 composto pela perda de solo projetada para as APP's considerando que todas estas áreas possuem cobertura florestal.

2 Metodologia

A área de estudo localiza-se entre as coordenadas geográficas 41° 24' 55" e 41° 31' 50" de longitude Oeste e 20° 44' 39" e 20° 54' 30" de latitude Sul. Compreende a microbacia hidrográfica do córrego horizonte, contribuinte do rio Itapemirim, situada no distrito de Rive, município de Alegre, estado do Espírito Santo (Figura 1).

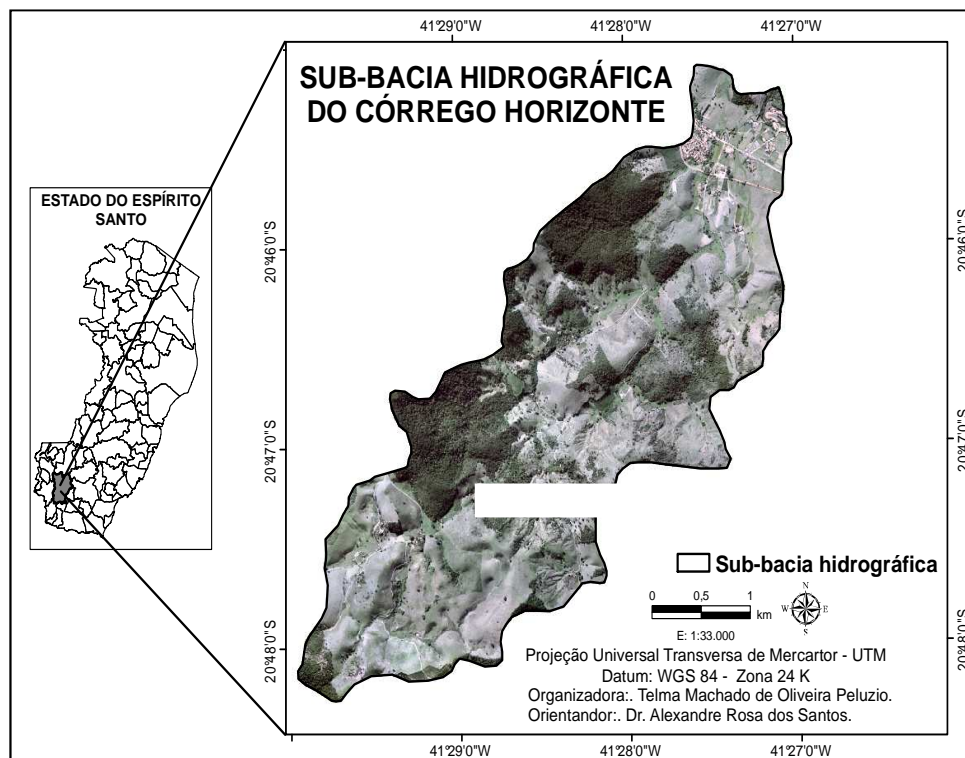


Figura 1. Bacia do córrego horizonte, Alegre-ES.

Fonte: Peluzio e Santos (2010).

A microbacia do Córrego Horizonte possui área de 1.316,61 ha e 20 km de perímetro que abrange a zona urbana do distrito de Rive, mas em sua maior porção envolve pequenas propriedades rurais de gestão familiar.

De acordo com a classificação de Köppen, o clima da microbacia enquadra-se no tipo Cwa (Inverno seco e Verão chuvoso), temperatura média anual de 24 °C, pluviosidade média anual de 1.200 mm, podendo, dependendo da localização, atingir até 1.600 mm possuindo de quatro a seis meses secos (EMCAPA e NEPUT, 1999). A hidrografia é constituída por densa e diversificada rede de drenagem, formando rios encaixados e cachoeiras.

O relevo apresenta regiões divergentes, com altitude variando entre 120 a 680 m, IBGE (1977), constituída por uma paisagem fortemente ondulada e montanhosa, apresentado ainda uma topografia muito acidentada, intercaladas por reduzidas áreas planas (MENDONÇA, 2007). A vegetação original caracterizada por remanescentes da floresta estacional Semidecidual (VELOSO et al., 1991) de domínio do bioma Mata Atlântica.

Para a integração da base de dados foi utilizado o aplicativo computacional *ArcGIS*[®] versão 10 e o resultado final obtido de acordo com as etapas descritas a seguir:

Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC): gerado por meio da interpolação dos dados referente às curvas de nível com equidistância vertical de 20 m com a função *Topo to Raster* e com resolução de *pixel* de 10 m.

Declividade (D): mapa obtido em porcentagem a partir do MDEHC utilizando o comando *Slope* do referido *software*.

Comprimento de rampa (L): mapa gerado utilizando a Equação 1, inserida no comando *Map Algebra*:

$$L = \sqrt{P^2 + \left(\frac{D}{100} \cdot P\right)^2} \quad (\text{eq.1})$$

Em que,

L: comprimento de rampa (adimensional);

P: tamanho do pixel adotado (10m);

D: declividade em porcentagem.

Fator topográfico (LS): calculado a partir da Equação 2, proposta por Bertoni e Lombardi Neto (1999) no comando *Map Algebra*.

$$LS = 0,00984 \cdot L^{0,63} \cdot D^{1,18} \quad (\text{eq.2})$$

Em que,

LS : fator topográfico (adimensional).

Fator erosividade (R): o fator de erosividade da precipitação foi calculado segundo a equação proposta por Martins (2005). Esta equação foi desenvolvida em estudo realizado na região de Aracruz (ES) onde, utilizando a equação proposta por Wischmeier e Smith (1978) pode calcular a energia cinética para uma série de 35 anos de chuvas (1969 a 2004), o que permitiu a obtenção da Equação 3.

$$R = 7,9075x - 40,578 \quad (\text{eq.3})$$

Em que,

x : precipitação em mm.

O valor de *x* foi obtido junto ao Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, que possui registros de uma série histórica de 30 anos para as dependências e adjacências da

microbacia, já corrigida as falhas pelo método de ponderação regional e interpolada pelo método Inverso do Quadrado da Distância (IQD) para obtenção do mapa de precipitação.

Fator erodibilidade (K): Foi utilizado o mapa de tipo de solo obtido por meio da foto interpretação e vetorização em tela do mapa do Projeto RADAMBRASIL (1987) referente à folha SF 23-24 realizado por Peluzio et al. (2010). De posse do mapa com a classificação dos tipos de solo, o mesmo foi rasterizado considerando as classes de solo existentes e gerado o fator de erodibilidade para cada tipo, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Fator de erodibilidade (K) e predominância em porcentagem para as classes de solos que compreendem a microbacia Córrego Horizonte, Alegre, ES

Tipo de Solo	Fator (K)	Predominância (%)	Fonte
Terra roxa	0,024	27,70	Roose, 1977
Latossolo vermelho	0,017	15,70	Roose, 1977
Latossolo amarelo	0,057	1,27	Mannigel et al., 2002
Podzólico	0,034	55,42	Roose, 1977

Fator de uso e manejo do solo (C): obtido a partir do mapa desenvolvido por Peluzio et al. (2010) para a microbacia utilizando a foto-interpretação em tela de imagens aerofotogramétricas do ano de 2007 na escala 1: 35.000, com resolução de 1,0 m, cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA) com uso do aplicativo computacional ArcGIS® versão 10, caracterizando o cenário 1. Para o cenário 2, foi considerado que toda a área da bacia apresentava-se reflorestada com os valores de C na coluna denominada C2 para as classes de uso e ocupação da terra na sub-bacia interpretadas podem ser evidenciadas na Tabela 2.

Práticas conservacionistas (P): os valores de P para a área em estudo foram definidos segundo dados de Bertoni e Lombardi Neto (1995) para duas situações distintas. A primeira expressa completa ausência de práticas conservacionistas e a utilização de técnicas convencionais de preparo do solo, assumindo valor de $P = 1,0$. A segunda, considerou para um cenário holístico, além do plantio de florestas na área na sub-bacia, a implementação de técnicas conservacionistas, tendo dessa forma $P = 0,1$.

Avaliação da perda de solo dentro das APP's: as áreas de preservação permanente foram delimitadas automaticamente no software computacional ArcGIS® versão 10, seguindo a metodologia proposta por Peluzio et al. (2010). Os limites das APP's foram definidos conforme as condições estabelecidas no Código Florestal Brasileiro, Lei n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965, sendo: 30 metros ao longo das margens de cada curso de água; 50

metros ao redor das áreas de nascentes; encostas superiores a 45° e; terço superior de morro.

Integração dos dados gerados nas etapas anteriores: foi utilizado o modelo da equação universal de perdas de solo - *EUPS*, desenvolvida em 1953 pelo *Soil and Water Conservation Research Division of the Agricultural Research Service* da Universidade de Purdue (EUA), que consiste de um modelo multiplicativo simples, no qual a perda média anual de solo, expressa em massa por unidade de área por tempo (t/(ha/ano)), é dada pelo produto de seis fatores determinantes, sendo 4 fatores de origem naturais (*R*, *K*, *L* e *S*) e 2 Antrópicos (*C* e *P*) de acordo com a Equação 4 (Wischmeier e Smith, 1978; Bertoni e Lombardi Neto, 1999).

$$A = (R \cdot K \cdot LS \cdot C \cdot P) \quad (\text{Eq.4})$$

Em que,

R : fator de erosividade da chuva (MJ/ha/mm/h/ano);

K : fator erodibilidade do solo (ton/h/MJ. mm);

LS : fator topográfico (adimensional);

C : fator preparo e cobertura do solo (adimensional);

P : fator práticas conservacionistas (adimensional).

Para a simulação do cenário 2 apenas foram alterados os fatores *C* e *P* na Equação 4, uma vez que, os fatores *R*, *K* e *LS* permanecem constantes uma vez que, por serem de origem natural independem da ação antrópica.

3 Resultados e discussão

Os resultados da geração dos mapas dos fatores *LS*, *K*, *R*, *C*₁ e *P*₁ modelados às condições reais da bacia do córrego horizonte, contribuíram para a estimativa das taxas médias de perda de solo associadas à erosão hídrica para o cenário 1 por meio dos valores *C*₁ da Tabela 2. Os fatores *C* e *P* são fatores considerados antrópicos, ou seja, geram impactos causados pela intervenção humana, que quando substituídos pelos valores de *C*₂ apresentados na Tabela 2 e *P*₂ conforme já apresentado na metodologia, mantendo todos os demais constantes, obtém-se as condições modeladas para perda de solo para o cenário 2.

A coluna representada por %, na Tabela 2, indica a participação percentual (sobre a área da bacia) do uso do solo predominante nas Áreas de Preservação Permanente (APP's). Pode-se observar que o solo da microbacia do Córrego Horizonte está ocupado em quase sua totalidade (88,32%) por pastagem, fragmento florestal, campo sujo, capoeira e vegetação rala. As demais percentagens podem ser apreciadas na mesma tabela. Além das classes de uso do solo, pode-se observar também na Tabela 2, os valores dos fatores de uso e manejo do solo utilizado para a modelagem de perda de solo para os dois cenários (C₁ e C₂).

Tabela 2. Uso do solo, fator uso e manejo do solo nos dois cenários (C₁ e C₂) nas APP's da Bacia do Córrego Horizonte, Alegre, ES

Classes	%	C ₁ *	C ₂ **	Classes	%	C ₁ *	C ₂ **
Pastagem	42,16	0,100	0,001	Tanque de peixe	0,27	0,001	0,001
Fragmento florestal	28,36	0,001	0,001	Solo exposto	0,24	1,000	0,001
Campo sujo	6,54	0,100	0,001	Gramma	0,23	0,100	0,001
Capoeira	5,64	0,010	0,001	Fragmento rochoso	0,15	0,001	0,001
Vegetação rala	5,62	0,100	0,001	Área edificada	0,10	0,001	0,001
Várzea	3,77	0,100	0,001	Reservatório de água	0,07	0,001	0,001
Café	1,91	0,200	0,001	Estrada pavimentada	0,06	0,001	0,001
Área degradada	1,86	0,500	0,001	Área urbana	0,04	0,001	0,001
Estrada não pavimentada	1,09	1,000	0,001	Arborização urbana	0,03	0,200	0,001
Área agricultada	0,73	0,300	0,001	Terreiro de café	0,02	0,001	0,001
Pomar	0,57	0,200	0,001	Palmácea	0,01	0,200	0,001
Hidrografia	0,51	0,001	0,001				

*Fonte: Peluzio et al. (2010).

** Valores de C₂ considerando a área reflorestada, Fonte: Roose, 1977.

A Figura 2, apresentada a seguir, ilustra a estimativa de perda de solo nas APP's da microbacia córrego horizonte realizada para a condição real (cenário 1) dividida em classes de perda de solo de 10 t/ha.ano e por tipo de APP. Desprende-se na Tabela 3 e na Figura 2, uma média de 46,052 t/ha.ano de perda de solo para as condições reais da bacia, com destaque para a APP de nascente com 52,070 t/ha.ano, considerada a classe de APP com a maior perda de solo deste cenário, seguida pela APP de topo de morro com 48,973 t/ha.ano, de declividade com 43,902 t/ha.ano e de curso d'água com 43,103 t/ha.ano.

Valores próximos foram observados por Weill e Sparovek (2008) em áreas ocupadas com cana-de-açúcar (dois terços da área de estudo), no valor de 58 t/ha.ano. Tais valores encontrados são superiores aos observados por Martins et al. (2010) para pastagem,

eucalipto e solo descoberto, ao observado por Silva (2004) e inferiores ao observado por Machado e Vettorazzi (2003).

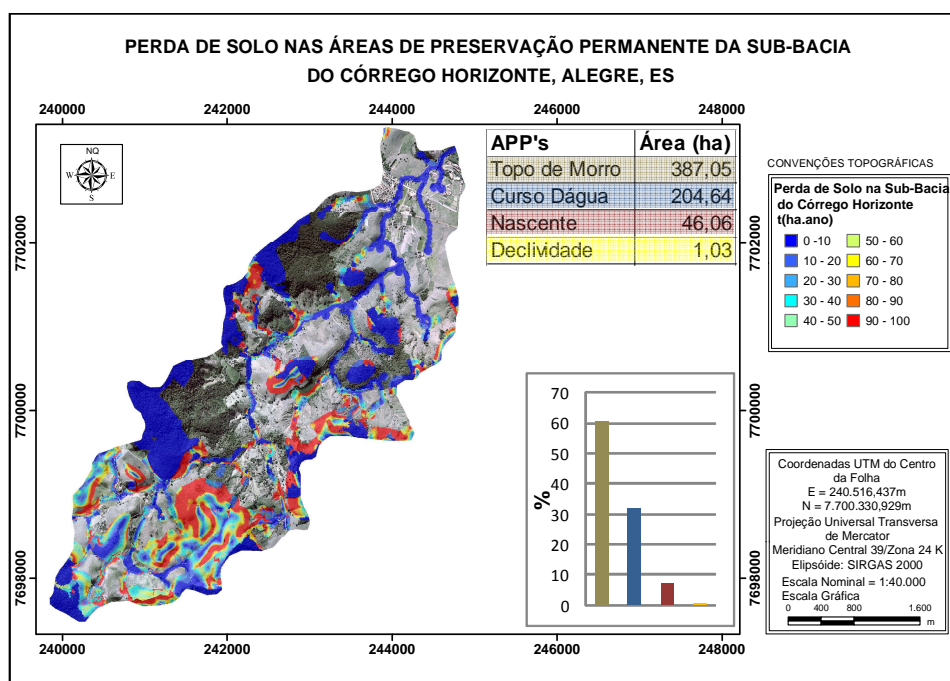


Figura 2. Perda de solo nas APP's para o cenário 1, dividida em classes.

A perda de solo média estimada por classes para as áreas de APP's para o cenário 1, encontra-se representada na Tabela 3.

Tabela 3. Perda de solo por classe de APP na bacia do córrego horizonte para o cenário 1

	Classes	% da área em relação à área total	Perda de Solo média t/(ha.ano)	Desvio Padrão
Cenário 1	APP's Totais	100,00	46,052	93,870
	Topo de morro	66,03	48,973	88,318
	Nascentes	2,16	52,070	117,038
	Declividade	0,13	43,902	126,604
	Curso d'água	31,68	43,103	106,979

Analisando as perdas de solo por classe de APP, ainda na Figura 2 e com auxílio da Tabela 3, observa-se que a APP de topo de morro é a que apresenta a maior área 387,5 ha (66,03% da área a bacia) com 48,973 t/ha.ano de perda de solo e com o menor desvio padrão dentre as estudadas (88,318). Entretanto, a APP que apresenta o maior desvio padrão foi a de declividade (126,604) e menor área percentual. Isso significa que quanto

maior o desvio padrão, maiores serão as diferenças entre as perdas de solo espacializadas dentro de uma mesma classe de APP, ou seja, menor será a homogeneidade de perda de solo espacial nessa classe. Para Silva (2004) as áreas mais críticas quanto à perda de solo estimada estão associadas a elevadas declividades. Ainda de acordo com esse autor, numa análise de sensibilidade dos fatores da *EUPS*, observou-se que os fatores *R* e *K* não alteraram significativamente os valores de perda de solo, os quais são mais influenciados pelo Fator Topográfico (*LS*). Para Bertoni e Lombardi Neto (1990), valores maiores que 15 t/ha.ano, como os detectados neste trabalho, podem não apresentar tolerância à perda máxima de solo com um grau de conservação tal que mantenha uma produção econômica em futuro imprevisível com os meios técnicos atuais. É importante ressaltar que áreas com perda de solo acima do tolerado são potencialmente produtoras de grande quantidade de sedimentos que, ao chegar aos cursos d'água e reservatórios, poderão assoreá-los.

Nota-se por meio dos valores de perda de solo encontrados para o cenário 1, que se nenhuma medida conservacionista for adotada para a bacia em estudo, a mesma poderá conduzir a médio longo prazo o desencadeamento de ações de insustentabilidade tanto na produção agrícola quanto na manutenção florestal.

Para Martins et al. (2010) dentre os fatores que compõem a *EUPS*, o fator cobertura do solo é o mais fácil de ser modificado, reduzindo substancialmente as perdas de solo. Em decorrência disso, estimou-se para um cenário futuro, holístico e ideal, considerado cenário 2, em que todas as APP's da bacia reflorestadas e com práticas conservacionistas para fim de redução na perda de solo. Para Montebelo (2005) as APPs devem ser preservadas para que estas possam cumprir a função ambiental de preservar os recursos hídricos, proteger o solo, promover o bem-estar público, dentre outras diversas funções. Martins et al. (2010) completam descrevendo que o acúmulo de serrapilheira proporciona uma maior interceptação e dissipação de energia das gotas de chuva com eficiente proteção ao solo, concordando com os estudos de Franco et al. (2002), Gonçalves (2002) e Zhou et al. (2002).

Desse modo, pode-se visualizar por intermédio da Figura 3 e com o auxílio da Tabela 4, que para a estimativa do cenário 2, modelado considerando as práticas conservacionistas ante erosivas e uso e manejo do solo, as perdas de solo apresentam taxas menores que as do cenário 1, com média de 0,07 t/ha.ano para todas as classes de APP's . Neste cenário, verificou-se que as APP's de topo de morro, quando comparadas às demais, tiveram perdas de solo maiores (0,082 t/ha.ano), seguida da APP de nascente com 0,070 t/ ha.ano com desvio padrão de 0,63 e 0,69, respectivamente.

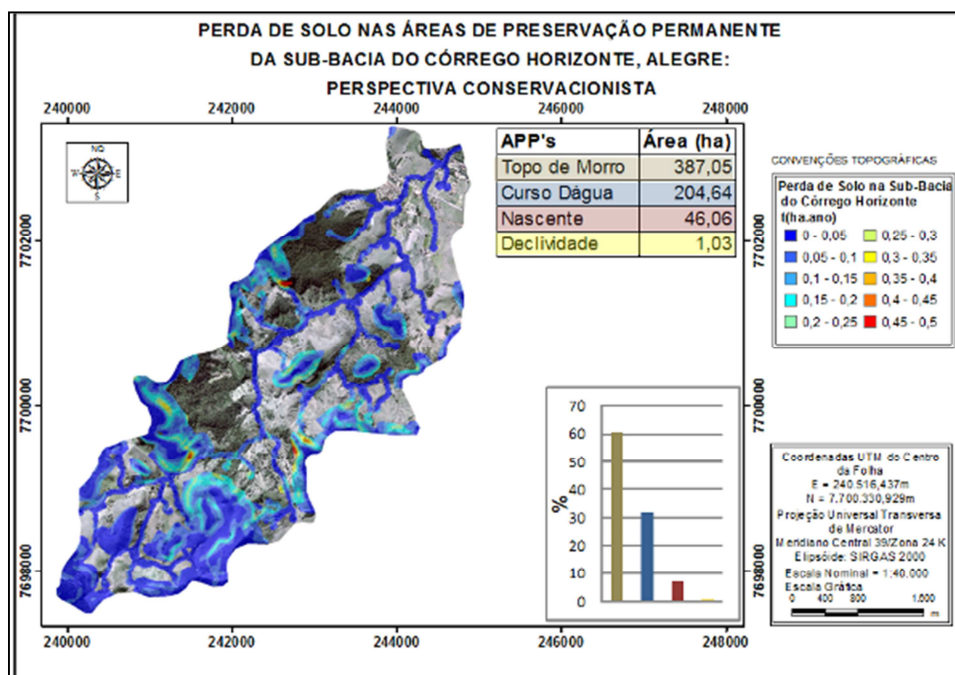


Figura 3. Perda de solo nas APP's para o cenário 2 dividida em classes.

Os resultados apresentados na Tabela 4 indicam um controle eficiente da erosão por parte da cobertura vegetal oferecida para o cenário 2, hipoteticamente reflorestado.

Tabela 4. Perda de solo por classe de APP na bacia do córrego horizonte para o cenário 2

	Classes	% da área em relação à área total	Perda de Solo média t/ha.ano	Desvio Padrão
	APP's totais	100,00	0,070	0,064
Cenário 2	Topo de morro	66,03	0,082	0,063
	Nascentes	2,16	0,070	0,069
	Declividade	0,13	0,466	0,066
	Curso d'água	31,68	0,048	0,058

Registra-se para o cenário 2 que o efeito da cobertura vegetal sobre as perdas médias anuais de solo contribuiu para que as mesmas fossem reduzidas de 46,052 t/ha.ano considerando uso do solo atual, para 0,070 t/ha.ano no cenário conservacionista, representando uma redução média de 99,85% nas perdas de solo das APP's totais, variando em cerca de 1% nas demais classes de APP's, conforme pode-se visualizar na Tabela 5. Martins et al. (2010) obtiveram valores próximos ao estudado quando observava perdas de solo médias em um sistema mata atlântica, independente das classes de solo estudadas a perda de solo foram de 0,04 t/ha.ano. Weill e Spavorek (2008) também

encontraram perdas médias estimadas para os usos menos intensivos representados por mata e vegetação ciliar de 0,034 t/ha.ano e puderam demonstrar que os fatores *C* e *P* influenciam na ordem de grandeza das perdas de solo, fato que pôde ser comprovado neste trabalho.

Tabela 5. Redução de perda de solo entre os cenários 1 e 2 por classe de APP

APP's	% de redução de perda de solo média t/ha ⁻¹ .ano ⁻¹
APP's totais	99,85
Topo de morro	99,83
Nascentes	99,86
Declividade	98,94
Curso d'água	99,89

Montebelo et al. (2005) reforçam que as áreas de APP's devem ser preservadas para que estas possam cumprir a função ambiental de preservar os recursos hídricos, proteger o solo, promover o bem-estar público, dentre outras diversas funções. Para Castro e Valério Filho (1997) a introdução de práticas conservacionistas na microbacia pode representar uma estratégia eficiente, devendo-se as variações observadas tão-somente à utilização de diferentes estratégias ou práticas conservacionistas.

Dessa forma, caracteriza-se que a diferença entre a perda de solo nos dois cenários está relacionada diretamente ao fator de uso e manejo do solo (fator *C*) e práticas conservacionistas (fator *P*), principalmente, onde ocorre uso inexpressivo do mesmo.

Segundo Bertolini e Lombardi Neto (1994), o desgaste e o empobrecimento do solo nas suas diversas fases e formas, podem ser evitados com a adoção de práticas conservacionistas que aumentem a cobertura vegetal e a infiltração da água no perfil do solo, reduzindo assim o escoamento superficial. Cogo et al. (2003 citado por Martins, 2010) completam ressaltando que a cobertura do solo proporcionada por resíduos culturais deixados na superfície do mesmo tem ação direta e efetiva na redução da erosão hídrica. Martins et al. (2010) concordam e acrescentam explicitando que esse fato resulta em uma maior proteção do solo, existência de uma rica camada de folhas (serrapilheira) e maiores teores de matéria orgânica, e por consequência, melhor estruturação do solo e maior permeabilidade.

Paes (2010) utilizando o modelo *EUPS* para avaliar a contribuição que as áreas de preservação permanente exercem na prevenção da erosão hídrica e seus resultados evidenciou que a recuperação das APP's constitui-se em medida essencial ao planejamento

de uso do solo adequado, contribuindo de maneira efetiva para a melhoria do equilíbrio morfopedológico na mesma. Utilizando o mesmo modelo, Carvalho et al. (2010) ao identificar as áreas mais susceptíveis à erosão hídrica puderam sugerir em quais áreas as políticas de preservação e recuperação deveriam ser intensificadas.

4 Conclusões

A partir da comparação dos valores de perda de solo estimados para os dois cenários é possível observar a importância da aplicabilidade da Lei federal n.º 4.771, de 15 de setembro de 1965 para conservação dos recursos naturais no que tange à preservação as áreas de preservação permanente – APP's e também como neste caso o solo.

A restauração destes ecossistemas degradados situados em áreas de preservação permanente pode garantir a proteção dos recursos naturais e o estabelecimento do fluxo gênico entre as espécies, a preservação da biodiversidade, mas também a conservação do solo, evitando assim perdas deste recurso tão nobre e essencial para as espécies que compõem a biosfera.

O planejamento das atividades antrópicas em uma Bacia Hidrográfica é de fundamental importância para o manejo adequado dos recursos nela contidos, mantendo assim a integridade dos serviços ambientais.

5 Referências bibliográficas

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 4.ed. São Paulo: Ícone, 1994. 355p.

BERTONI, D.; LOMBARDI NETO, F. Embasamento técnico do programa estadual de microbacias hidrográficas. In: Lombardi Neto, F.; Drugowich, M.I. (coords.). **Manual técnico de manejo e conservação de solo e água**. v. 1, CATI. Campinas: CATI, 1999. 65p. Manual Técnico, 38.

BRASIL. **Lei N.º771, de 15 setembro de 1965**. Institui o novo Código Florestal. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L4711.htm; Acesso em 15 de julho de 2011.

CARVALHO, E.M.; PINTO, S.A.F.; SEPE, P.M.; ROSSETTI, L.A.F.G. Risco de erosão do solo em uma bacia hidrográfica: estudo de caso da bacia do Rio Passa Cinco/SP. In: Simpósio Brasileiro de Ciências e Tecnologias da Geoinformação, 3., 2010, Recife. **Anais...** Recife: SBCTG. p. 1-8, jun 2010.

CASSOL, E. A.; LIMA, V.S. Erosão em entres sulcos sob diferentes tipos de preparo e manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.1, p.117-124, 2003.

CASTRO, A.G.; VALÉRIO FILHO, M. Simulação da expectativa de perdas de solo em microbacia sob diferentes manejos florestais. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, 21, p. 409-418, 1997.

COGO, N.P.; LEVIEN R.; SCHWARZ, R. A. Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v.27, n.4, p.743-753, 2003.

CONAMA - CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução nº 303, de 20 de Março de 2002**. Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: http://www.ambiente.sp.gov.br/legislacao/estadual/resolucoes/2002_Res_CONAMA_303.pdf. Acesso em 15 de julho de 2011.

- COTA, M. de A.; M., A. C. M. Áreas de preservação permanente (APP) - estudo de caso sobre o parâmetro declividade e as divergências nos resultados de mapeamento em função das bases cartográficas e escalas e/ou softwares utilizados. In: Seminário Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos : Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2009.
- DOMINGOS, L. J. **Estimativa de perda de solo por erosão hídrica em uma bacia hidrográfica**. Vitória, 2006: 67 f. Monografia (Bacharel em Geografia), Universidade Federal do Espírito Santo. Disponível em: www.ufes.br/~geoufes/Igu/TesesMonografias.htm - acesso em 14 de julho de 2011.
- DONZELI, P.L.; VALÉRIO FILHO, M.; PINTO, S.A.F.; NOGUEIRA, F.P.; ROTTA, C.L.; LOMBARDI NETO, F. (1992) **Técnicas de sensoriamento remoto aplicadas ao diagnóstico básico para o planejamento e monitoramento de microbacias hidrográficas**. Documentos IAC, 29:91-119.
- ELTZ, F.L.F.; CASSOL, E.A.; SCOPEL, I. GUERRA, M. Perdas de solo e água por erosão em diferentes Sistemas de manejo e coberturas vegetais em solo laterítico Bruno – avermelhado distrófico (São Jerônimo) sob chuva natural. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Campinas, v.8, n.1, p.117- 125, 1984.
- EMCAPA / NEPUT. **Mapa de unidades naturais**, Vitória,1999.
- FRANCO, F. S.; COUTO, L.; CARVALHO, A. F.; JUCKSCH, I.; FERNANDES FILHO, E. I.; SILVA, E.; MEIRA NETO, J. A. A. Quantificação de erosão em sistemas agrícolas agroflorestais e convencionais na Zona da Mata de Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, p.751-760, 2002.
- GONÇALVES, J. L. M. Conservação do solo. In: GONÇALVES, J.L.M.; STAPE, J.L. (Ed.) **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002. p.47-130.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). Cartas topográficas na escala 1:50.000, Alegre. Folha: **SF-24-V-A-IV-4**. Rio de Janeiro, 1977.
- MACHADO, R. E. & VETTORAZZI, C. A. Simulação da produção de sedimentos para a microbacia hidrográfica do ribeirão dos Marins, SP. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v.4, p. 735-741, 2003.
- MARTINS, S. G. **Erosão hídrica em povoamento de eucalipto sobre os solos coesos nos Tabuleiros Costeiros, ES**. 2005. 106f. Tese (Doutorado em Agronomia) Universidade Federal de Lavras – UFL. Lavras. 2005.
- MARTINS, S. G.; SILVA, M. L. N.; AVANZI, J. C.; CURTI, N.; FONSECA, S. Fator cobertura e manejo do solo e perdas de solo e água em cultivo de eucalipto e em Mata Atlântica nos Tabuleiros Costeiros do estado do Espírito Santo. **Scientia Forestalis**. Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 517-526, set. 2010.
- MENDONÇA, G.S. *et al.* Uso de SIG no zoneamento agroecológico de pequena escala para *Araucaria angustifolia*, *Hymenaea courbaril* e *Myrcarpus frondosus* para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapemirim – ES. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13. 2007, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: INPE, 2007.
- MIRANDA, E. E.de; GUIMARÃES, M.; MIRANDA, J. R. **Monitoramento do uso e cobertura das terras na região de Barrinhas, Jaboticabal e Sertãozinho**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2002. 32 p. (relatório técnico).
- MONTEBELO, L. A.; CASAGRANDE, C. A.; BALLESTER, M.V.R.; VICTORIA,R.L.; CUTOLO, A. P. A. Relação entre uso e cobertura do solo e risco de erosão nas áreas de preservação permanente na bacia do ribeirão dos Marins, Piracicaba-SP. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. 12. 2005, Goiânia. **Anais...** Goiânia: INPE, 2005. p. 3829-3836, 2005.
- MORAES, R. P. **Geotecnologias na identificação de áreas de preservação permanente**. 2009. 55f. Dissertação (Mestre em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande.
- PAIVA, E. M. C. Evolução de processo erosivo acelerado em trecho do Arroio Vacacai Mirim. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v.6, n.2, p.129-135, 2001.
- PAES, F. da S. **Áreas de preservação permanente em bacias hidrográficas e sua importância na prevenção da perda de solo por erosão**. 2010. 73f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente e Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Itajubá, Minas Gerais. 2010.
- PELUZIO, T.M.O. (Org.); SANTOS, A.R. (Org.) e FIEDLER, N.C. (Org.). **Mapeamento De Áreas De Preservação Permanente no Arcgis 9.3**. Alegre, 2010. 58 P.
- SANTOS, S. B.; ALMEIDA, R. A.; DUPAS, F. A. Conflito de uso do solo nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, São Lourenço/MG - uma contribuição para a preservação dos mananciais de água mineral. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2007.
- SILVA, A.M. **Rainfall erosivity map for Brasil**. *Catena*, v. 57, p. 251-259, 2004
- SILVA, I. DE F. Efeito de diferentes coberturas vegetais e de práticas conservacionistas no controle de erosão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.10, n.3, p.289-292, 1986.
- TAVARES, A.C.F.; MORAES, J.F.J.; AMANIS, S.F.; LOMBARDI-NETO, F.; VALERIANO, M.M. Expectativa de degradação dos recursos hídricos em microbacias hidrográficas com auxílio de sistemas de informações geográficas. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.25, n. 2, p. 417-424, 2003.

VELOSO, H.; RANGEL FILHO, A. & LIMA, J. **Classificação da vegetação brasileira adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 123p.

VIEIRA, V. F. Estimativa de perdas de solo por erosão hídrica em uma sub-bacia hidrográfica. **Revista de Geografia da Universidade estadual de Londrina**, Londrina, v. 17, n. 1, p.73-80, 2008.

ZHOU, G.Y.; MORRIS, J.D.; YAN, H.H.; YU, Z.Y.; PENG, S.L. Hydrological impacts of reforestation with eucalypts and indigenous species: a case study in southern China. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.167, p.209-222, 2002.

WISCHMEIER, W.H. & SMITH, D.D. **Predicting rainfall erosion losses: A guide to conservation planning**. Washington, USDA, 1978. 57p. (Agricultural Handbook, 537).

WEILL, M. A. M; SPAROVEK, G. Estudo da erosão na microbacia do ceveiro (piracicaba, sp). i - estimativa das taxas de perda de solo e estudo de sensibilidade dos fatores do modelo EUPS. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 801-814, 2008.