

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

JOCIVAL LUIZ DOMINGOS

**ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO POR EROÇÃO HIDRICA EM UMA
BACIA HIDROGRÁFICA**

VITÓRIA
2006

JOCIVAL LUIZ DOMINGOS

**ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO POR EROÇÃO HIDRICA EM UMA
BACIA HIDROGRÁFICA**

Monografia apresentada ao
Departamento de Geografia, como
requisito obrigatório para obtenção a
obtenção do título de Bacharel em
Geografia, orientada pelo Prof. Dr.
Alexandre Rosa dos Santos

VITÓRIA
2006

JOCIVAL LUIZ DOMINGOS

**ESTIMATIVA DE PERDA DE SOLO POR EROÇÃO HIDRICA EM UMA
BACIA HIDROGRÁFICA**

Monografia apresentada ao Departamento de Geografia, da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito obrigatório, para a obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovada em,.....de de 2006

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexandre Rosa dos Santos
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof. Me. André Luiz Nasentes Coelho
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof. Dr. Antonio Celso de Oliveira Goulart
Universidade Federal do Espírito Santo

AGRADECIMENTOS

Agradeço a DEUS, pela saúde e forças para concluir esta graduação.

A minha família, por suportar e entender os momentos de ausência.

Ao professor Dr° Alexandre Rosa dos Santos, por ter dedicado seu tempo à orientação deste trabalho.

A empresa ARACRUZ CELULOSE S.A, por ceder as bases cartográficas digitais e fotos aéreas, da região de estudo, necessárias a realização da pesquisa.

Aos colegas de trabalho que de alguma forma contribuíram para a conclusão desta pesquisa, Não cito nomes, com receio de esquecer alguém.

Ao professor Dr° Fabio Ribeiro Pires, titular de Manejo e Conservação do Solo e da Água, da Universidade de Rio Verde - FESURV - Goiás, pela ajuda na interpretação dos resultados.

“E, se alguém de vós tem falta de sabedoria, peça-a a Deus, que a todos dá liberalmente, e o não lança em rosto, e ser-lhe-á dada. Peça-a, porém com fé, não duvidando; porque o que duvida é semelhante à onda do mar, que é levada pelo vento e lançada de uma para outra parte.”

RESUMO

O presente trabalho está relacionado com o planejamento conservacionista e com a perdas de solos por erosão hídrica laminar e tem como área de estudo, a bacia dos Córregos Rangel, Penha e Santo Antonio, localizada no município de Rio Bananal, E.S, com área total igual a 2.400,57 ha.

Através da utilização da E.U.P.S (Equação Universal de Perdas de Solos), aliada ao Sistema de Informações Geográficas, foi possível calcular a perda de solos na bacia, que equivale a 2.661 t/ha/ano de solo perdido e produzir um cenário alternativo de uso do solo, onde se propõe a recuperação e substituição dos usos existentes nas faixas de preservação permanente por florestas nativas, propiciando neste novo cenário uma diminuição das perdas de solos da ordem de 9,54% ou aproximadamente 253 t/ha/ano de solo que deixará de ser carreado para os mananciais hídricos, na grande maioria das situações.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1.	Bacia Hidrográfica Como Unidade de Estudo	11
2.2.	Sistema de Informações Geográficas (S.I.G) no Planejamento Ambiental	11
2.3.	Solos	13
2.4.	Erosão dos Solos	18
2.5.	Formas de Erosão Hídrica	20
2.6.	Equação Universal de Perdas de Solo (E.U.P.S)	21
2.7.	Preservação Permanente	23
2.7.1.	Histórico da Legislação Florestal no Brasil	23
2.8.	Manejo do Solo	24
2.9.	Planejamento Conservacionista	25
3.	ÁREA DE ESTUDO	27
3.1.	Seleção da Área de Estudo	27
3.2.	Localização Geográfica	28
3.3.	Regime de Chuvas	28
3.4.	Uso e Cobertura dos Solos da Bacia	29
3.5.	Uso do Solo na Faixa de APP	30
3.6.	Declividade da Bacia	32
4.	MATERIAL	35
4.1.	Material Cartográfico	35
4.2.	Sistemas Computacionais	36
5.	MÉTODOS	37
5.1.	Geração do Modelo Numérico do Terreno (TIN)	37
5.2.	Uso do Solo	37
5.3.	Uso do Solo na Faixa de APP	38
5.4.	Obtenção dos Parâmetros da E.U.P.S	38
5.4.1.	Fator R – Erosividade da Chuva	38
5.4.2.	Fator K – Erodibilidade do Solo – t/ha / (MJ/ha.mm/ha)	40
5.4.3.	Fator LS – Fator Topográfico (adimensional)	42
5.4.4.	Fator C – Uso e Manejo (adimensional)	44
5.4.5.	Fator P – Prática Conservacionista (adimensional)	47
6.	RESULTADOS	48
6.1.	Estimativa de Perdas de Solo	48
6.2.	Estimativa de Perdas de Solo – APP Recuperada	50
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	52
8.	REFERÊNCIAS	54
9.	GLOSSÁRIO	56
10.	ANEXOS	58
10.1.	TIN	58
10.2.	Precipitação média mensal (Período de 30 anos)	59
10.3.	Erosividade Mensal, Anual e Média do Período (30 Anos)	60
10.4.	Identificação de Solos – Símbolos Alfabéticos Utilizados	61
10.5.	Foto do Povoado de Córrego da Penha	62
10.6.	Processo Erosivo em Voçoroca	63
10.7.	Exposição das Faces do Terreno	64

10.8.	Foto Aérea Utilizada	65
10.9.	Fluxograma do Método Utilizado Para Obtenção das Bases	66

1. INTRODUÇÃO

As discussões atuais sobre problemas relacionados ao meio ambiente e sobre o futuro do planeta, têm ressaltado cada vez mais a necessidade de se preservar os recursos geológicos, pedológicos, hídricos, atmosféricos e biológicos.

Segundo Bertoni & Lombardi Neto (Apud. GAMEIRO, 1997, p.1), sendo os recursos naturais a riqueza básica de uma nação, não se pode compreender que o desenvolvimento e o progresso social e cultural de sua população sejam obtidos à custa de sua dilapidação ou do seu mau uso.

No Brasil, um dos fatores de desgaste que mais seriamente tem contribuído para a improdutividade dos solos é sem dúvida a erosão hídrica facilitada e acelerada pelo homem com práticas inadequadas de agricultura (Bertoni & Lombardi Neto, 1995, p. 21).

Segundo Marques (Apud. BERTONI & LOMBARDI NETO, 1995, P.68), o Brasil perde por erosão hídrica laminar, cerca de quinhentos milhões de toneladas de terra anualmente.

Em linhas gerais, a erosão é um processo físico que consiste no desprendimento e arraste dos materiais do solo pelos agentes do intemperismo, vento e água.

Através do arraste das partículas do solo, há o transporte de nutrientes, matéria orgânica, água, sementes, fertilizantes, etc., causando um decréscimo na produtividade das culturas, reduzindo a capacidade de armazenamento dos reservatórios de água, em consequência da sedimentação, assoreando córregos e etc..

A cobertura vegetal natural, é a ideal para proteger o solo da erosão hídrica, porém em áreas agricultáveis por motivos diversos, isto não tem acontecido como deveria e cabe então ao planejador conservacionista atuar orientando sobre a forma menos

agressiva de se utilizar determinada área para produção agrícola, de forma a dar sustentabilidade a produção, através da conservação do solo e da água.

A retirada da vegetação nativa de uma determinada área provoca o rompimento, efêmero ou definitivo, no equilíbrio natural existente entre o solo e o meio ambiente.

De acordo com Dadalto, Barbosa & Sartori (1992, p.5), no ano de 1992, o estado do Espírito Santo possuía apenas 10% de sua área territorial coberto por remanescentes florestais e em 1999, a Secretaria de Agricultura do Estado do Espírito Santo, diz que o remanescente florestal era de 8,1% (SEAG, 1999, p.20).

O processo de colonização do estado do Espírito Santo, muito contribuiu para a quase extinção das matas nativas que aqui existiam. No processo de ocupação, foram nítidas as alterações ocasionadas ao meio ambiente, inicialmente com a retirada sistemática da vegetação nativa, para dar lugar aos plantios de café, que quando se tornavam improdutivos, devido a práticas agrícolas inadequadas, eram abandonados para criar áreas de pastagens e desmatava-se então uma nova área para o plantio do café, criando assim, segundo Rocha (1991, p.68) o ciclo mata-café-pastagem e posteriormente, com a crise cafeeira na década de 1960/70, a indústria de extração de madeira, que já atuava no estado, ganha importância; mas segundo Rocha (1991, p.62), a extração de madeira já tinha uma certa importância antes da crise cafeeira. Porém foi depois de meados da década de 50 que ela se expandiu de forma significativa, rompendo o ciclo até então utilizado, mata-café-pastagem passando então para o ciclo mata-pastagem (ROCHA, 1991, p.70) e fazendo com que o estado chegasse ao estágio de preservação das matas nativas, encontrado em 1992 corroborados em 1999 pela SEAG.

Mas não podemos dizer que foi somente a forma de colonização que levou o estado do Espírito Santo ao atual estágio de preservação, devemos lembrar também que não existia ou existia pouquíssima consciência preservacionista, além de não existirem leis que limitassem ou que colocassem regras a exploração dos recursos naturais, devemos lembrar que o Código Florestal somente foi promulgado em 1965 e os meios de comunicação não eram tão ágeis como atualmente.

Diante deste quadro, preservar o que atualmente existe de vegetação nativa, desenvolver um plano de recuperação de áreas, com vistas a aumentar a área preservada e melhorar a relação entre o homem e o meio ambiente sem afastá-lo da natureza, torna-se cada dia mais urgente.

Neste contexto, uma das formas de se obter um melhor controle sobre a erosão hídrica, é estabelecendo um plano de uso, manejo e conservação, que pode ser estabelecido do local para o global, ou da microbacia para a bacia.

De acordo com Calijuri (Apud. MACHADO, 2002, p.4) um planejamento conservacionista, levando em conta as características da microbacia hidrográfica, visa a um controle integrado da erosão do solo em toda a área que converge para a mesma seção de deságüe .

Assim, pelo exposto, este trabalho apresenta-se com os seguintes objetivos:

- Estimar a perda de solos, por erosão hídrica, em uma bacia hidrográfica, utilizando a Equação Universal de Perdas de Solos (EUPS)¹.
- Simular um cenário alternativo de uso e ocupação da terra na faixa de preservação permanente da bacia hidrográfica em estudo e analisá-lo quanto à perda e conservação do solo.

E, associados aos objetivos, definem-se hipóteses de trabalho, para as quais procuram-se evidências para corroborá-las ou não. As hipóteses para trabalho são as seguintes:

- O uso dos recursos da bacia hidrográfica pode ser ordenado de forma a minimizar e reduzir a perda de solo;
- O sistema de informações geográficas é um poderoso aliado a análises visando o planejamento conservacionista.

¹ Ver nota de rodapé na página 21

- A recomposição das preservações permanentes, pode auxiliar a diminuição da perda de solo por erosão hídrica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Bacia Hidrográfica como Unidade de Estudo

A bacia hidrográfica, pode ser definida como uma unidade física, caracterizada como uma área de terra drenada por um determinado curso d'água e limitada perifericamente, pelo chamado divisor topográfico e pode ter tamanhos variados, ser grande como a bacia do Amazonas ou pequena como de um simples córrego de qualquer lugar do país, e nestes casos a literatura convencionou chamar de micro-bacia hidrográfica ou sub-bacia hidrográfica, neste trabalho vamos adotar o termo bacia, por entendermos que este melhor se adapta a área de estudo, tendo em vista que a bacia é drenada por três córregos principais que se unem bem próximo à afluição com o Rio São José.

A Bacia Hidrográfica pode ser definida como o conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes. Nas depressões longitudinais se verifica a concentração das águas das chuvas, isto é, do lençol de escoamento superficial, dando o lençol concentrado, os rios (GUERRA, 2003, p.76).

2.2. Sistema de Informações Geográficas (S.I.G) no Planejamento Ambiental

Segundo Carvalho (Apud. FUJIHARA, 2002, p.21), em um sentido amplo, o planejamento conservacionista é um método de aplicação, contínuo e permanente,

destinado a resolver, racionalmente, os problemas que afetam uma sociedade situada em determinado espaço, em determinada época, através de uma previsão ordenada capaz de antecipar suas ulteriores conseqüências.

O processo de tomada de decisão de um planejamento é uma tentativa racional de escolher as melhores alternativas, sustentadas tecnicamente pelas informações geradas através dos dados disponíveis e dos modelos adotados, para atingir o objetivo proposto.

A popularização e o acesso facilitado aos computadores pessoais a partir da década de 80, difundiram o uso de sistemas que auxiliam as análises e as tomadas de decisões, os chamados Sistemas de Informações Geográficas, popularmente conhecidos como S.I.G.

Os Sistemas de Informações Geográficas, podem ser definidos como um conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de dados espaciais, visando a obtenção de informações que possibilitam uma análise sobre a área ou objeto de estudo.

De acordo com FATOR GIS (2005), geoprocessamento pode ser definido como o conjunto de tecnologias relacionadas ao tratamento da informação espacial, que englobam técnicas de:

- Coleta de Informação Espacial: Cartografia, sensoriamento remoto, sistema de posicionamento global por satélite (G.P.S), topografia convencional, fotogrametria e levantamento de dados alfanuméricos.
- Armazenamento de Informação Espacial: Banco de dados do tipo orientado a objetos, relacional, hierárquico, etc..
- Tratamento e Análise da Informação Espacial: Modelagem de dados, aritmética lógica, reclassificação, geoestatística, funções topológicas e análises de redes.

O Mapeamento temático facilitado pelo uso do S.I.G, visa caracterizar e entender a organização do espaço, como base para o estabelecimento de ações e estudos

futuros. A área de diagnóstico ambiental objetiva estabelecer estudos específicos sobre regiões de interesse com vistas a projetos de ocupação ou preservação.

Todos estes estudos têm como características básicas a interdisciplinaridade, decorrente da convicção de que não é possível compreender perfeitamente os fenômenos ambientais sem analisar todos os seus componentes e as relações entre eles, estes projetos buscam sempre uma visão integrada da questão ambiental em conjunto com a questão social, ou pelo menos deveriam buscar esta visão.

Mendes (Apud. FUJIHARA, 2002, p.22), diz que a utilização de técnicas de geoprocessamento constitui-se em instrumento de grande potencial para o estabelecimento de planos integrados de conservação do solo e da água.

2.3. Solos

O solo pode ser definido como uma coleção de corpos naturais ocorrendo na superfície da terra, contendo matéria viva e que pode suportar plantas.

É uma fina camada da crosta terrestre composta por partículas de rochas em diferentes estágios de desagregação, água e substâncias químicas em dissolução, ar, organismos vivos e matéria orgânica em distintas fases de decomposição.

As forças que atuam na formação do solo, são as denominadas de intemperismo e incluem forças físicas que resultam na desintegração das rochas, as reações químicas que alteram a composição das rochas e dos minerais e as forças biológicas que resultam em uma intensificação das forças físicas e químicas.

Os principais fatores de formação do solo são: O material original, o clima, a atividade biológica dos organismos vivos, a topografia e o tempo. O clima

representado pela chuva e temperatura, influi principalmente na distribuição variada dos elementos solúveis e na velocidade das reações químicas.

A principal ação dos microorganismos no solo é decompor-lhes os restos vegetais. A topografia influi pelo movimento transversal e lateral de água.

A formação de um solo, depende naturalmente, do espaço de tempo em que atuam os diferentes fatores (Bertoni & Lombardi Neto, 1995, p.37).

O solo é formado por camadas ou horizontes, mais ou menos sobrepostos uma a outra e o que diferencia uma camada de outra subjacente é a diminuição ou decréscimo dos constituintes orgânicos e o decréscimo de alterações de composição dos constituintes minerais.

O solo tem como limite superior a atmosfera, como limites laterais o contato com outros solos, com afloramentos rochosos e com espelhos d'água permanente e limite inferior com a rocha dura.

O sistema de classificação de solos no Brasil, é definido por um conjunto de classes que satisfazem o mesmo nível de generalização, ou seja, os solos que possuem uma característica ou propriedade comum são agrupados em um nível, por exemplo, os solos que possuem uma propriedade comum e que podem ser identificados em campo, satisfazem ao 1º nível categórico, já outros níveis categóricos mais elevados, levam em consideração os processos de gênese do solo.

A EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA, 1999, p.65), define os níveis categóricos para o sistema brasileiro de classificação dos solos em número e seis:

- 1º nível categórico – **Ordem**
- 2º nível categórico – **Subordem**
- 3º nível categórico – **Grandes Grupos**
- 4º nível categórico – **Subgrupos**

- 5° nível categórico – **Famílias**
- 6° nível categórico - **Séries**

O item 10.4, dos anexos, mostra a tabela com símbolos alfabéticos utilizados para identificação dos solos, até o terceiro nível categórico

Existe ainda outra classificação que diz respeito à profundidade do solo, assim definida em função do contato deste com uma rocha ou com um lençol de água permanente e que de acordo com a classificação adotada pela EMBRAPA (1999, p.341), é a seguinte:

- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| • Raso | ≤ 50 cm de profundidade |
| • Pouco Profundo | >50 cm ≤ 100 cm de profundidade |
| • Profundo | > 100 cm ≤ 200 cm de profundidade |
| • Muito Profundo | > 200 cm de Profundidade |

Outra classificação, diz respeito às classes de drenagem, e ainda de acordo com EMBRAPA (1999, p.349), a seguinte classificação deve ser adotada:

- **Excessivamente drenado** – a água é removida do solo muito rapidamente; os solos com esta classe de drenagem são de textura arenosa.
- **Fortemente drenado** – a água é removida rapidamente do solo; os solos com esta classe de drenagem são muito porosos, de textura média a arenosa e bem permeáveis.
- **Acentuadamente drenado** – a água é removida rapidamente do solo; os solos com esta classe de drenagem são normalmente de textura argilosa e média, porém sempre muito porosos e bem permeáveis.
- **Bem drenado** – a água é removida do solo com facilidade, porém não rapidamente; os solos com esta classe de drenagem comumente

apresentam textura argilosa ou média, não ocorrendo normalmente mosqueados de redução, entretanto, quando presente, o mosqueado é profundo, localizando-se a mais de 150cm da superfície do solo e também a mais de 30cm do topo do horizonte **B** ou do horizonte **C**, se não existir **B**.

- **Moderadamente drenado** – a água é removida do solo um tanto lentamente, de modo que o perfil permanece molhado por uma pequena, porém significativa, parte do tempo.
- **Imperfeitamente drenado** – a água é removida do solo lentamente, de tal modo que permanece molhado por período significativo, mas não durante a maior parte do ano.
- **Mal drenado** – a água é removida do solo tão lentamente que este permanece molhado por uma grande parte do ano. O lençol freático comumente esta a superfície ou próximo dela durante uma considerável parte do ano.
- **Muito mal drenado** – a água é removida do solo tão lentamente que o lençol freático permanece a superfície ou próximo dela durante a maior parte do ano.

Outra classificação, importante e que aqui deve ser lembrada, até porque será a adotada neste trabalho, diz respeito às unidades de mapeamento para as fases de relevo e que a EMBRAPA (1999, p.307) recomenda que seja adotada e que são as seguintes:

- **Plano** – superfície com topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%.

- **Suave ondulado** – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros (elevações de altitudes relativas até 50m e de 50m a 100m), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%.
- **Ondulado** – superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas ou outeiros, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%.
- **Forte ondulado** – superfície de topografia movimentada, formada por outeiros ou morros (elevações de 50 a 100m e de 100 a 200m de altitudes relativas) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%.
- **Montanhoso** – superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamentos relativamente grandes e declives fortes ou muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%.
- **Escarpado** – áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuestras, falésias, vertentes de declives muito fortes, usualmente ultrapassando 75%.

Apesar da importância que os solos tem para a sobrevivência da espécie humana, dos vegetais e dos animais na superfície da terra, parece que o homem tem dado pouca atenção a esse recurso natural, pelo, menos no que diz respeito à sua utilização e conservação.

2.4. Erosão dos Solos

A degradação dos recursos naturais, principalmente do solo e da água, vem crescendo de forma alarmante, atingindo níveis críticos que se refletem na deterioração do meio ambiente, no assoreamento dos cursos e corpos d'água, com prejuízos para a saúde humana e animal, na destruição de estradas, de pontes e bueiros, na geração de energia, na disponibilidade de água para abastecimento e para irrigação, na redução da produtividade agrícola, na diminuição da renda líquida e, conseqüentemente, no empobrecimento da sociedade

A principal causa da degradação das terras agrícolas é a erosão dos solos, a qual consiste nos processos de desprendimento e arraste das partículas pela ação da água e do vento. Nos locais onde ocorrem os processos erosivos, verifica-se a perda da capacidade produtiva, devido à remoção dos horizontes superficiais, e os excedentes hídricos que chegam até a rede de drenagem da bacia, transportam sedimentos, nutrientes e em alguns casos agroquímicos que podem contaminar as águas dos mananciais mais próximos.

Neste trabalho, vamos tratar somente de questões ligadas a erosão hídrica, que ocorre, na maioria das vezes, em presença de água proveniente de chuvas, que atuam segundo Bertoni & Lombardi Neto (1995, p.70) da seguinte forma: As gotas de chuva golpeiam o solo e desprendem as partículas de solo no local que este sofre o impacto (figura 1); transportam por salpicamento as partículas desprendidas e imprimem energia, em forma de turbulência, à água de superfície.

O transporte de solo pela água, é um processo que é influenciado pela quantidade, intensidade, duração da chuva, tipo de solo, cobertura vegetal, declividade. Todo este processo começa com o impacto da gota de chuva sobre o solo, seguindo com a turbulência da água e do escoamento na superfície, ou seja, a erosão é um processo que passa por três etapas; quando as gotas atingem o solo ocorre o desprendimento das partículas, o material desprendido é transportado e depositado, encerrando o processo.

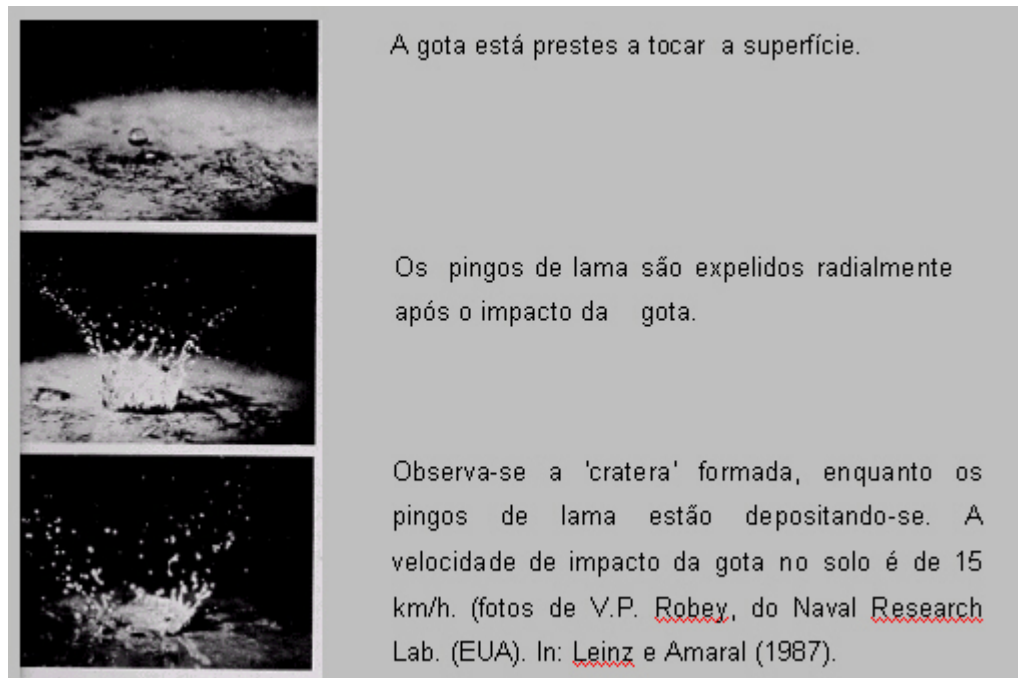


Figura 1 – Impacto da gota de chuva sobre o solo

Os materiais do solo depositados pelo movimento de água são geralmente separados por tamanho de partículas. Primeiro são depositados os de baixa transportabilidade e, por último, os materiais mais leves, nos pontos mais distantes das partes mais baixas.

A erosão não é a mesma em todos os solos, as propriedades físicas, principalmente estrutura, textura, permeabilidade e densidade, assim como as características químicas e biológicas do solo exercem diferentes influências na erosão. E essas diferenças que conferem maior ou menor resistência à ação de agentes físicos, são denominadas de erodibilidade do solo, ou seja é a sua vulnerabilidade a erosão.

As condições físicas e químicas do solo, ao conferir maior ou menor resistência à ação das águas, tipificam o comportamento de cada solo exposto a condições semelhantes de topografia, chuva e cobertura vegetal (Bertoni & Lombardi Neto, 1995, p.61).

A erosão é um fenômeno natural que pode ser acelerado pela ação do homem, e que na maioria das vezes não causa problemas somente no local de origem,

reduzindo a fertilidade do solo, criando ravinas e em casos mais graves voçorocas, em geral, o problema também pode ocorrer em locais distantes da origem, através do assoreamento de rios, lagoas e reservatórios, além de contribuírem bastante com as inundações.

2.5. Formas de Erosão Hídrica

Bertoni & Lombardi Neto (1995, p.75) comentam que a erosão pode ser das seguintes formas: erosão pelo impacto da chuva, erosão laminar, erosão em sulcos, voçorocas, deslocamentos e escorregamentos de massas de solo, erosão em pedestal, erosão em pináculo, erosão em túnel, erosão da fertilidade do solo.

A Erosão pelo impacto da chuva, é o primeiro instante desta forma, e ocorre quando as gotas de chuva tocam o solo causando o desprendimento das partículas, dividindo-as em menores, diminuindo a capacidade de infiltração, fazendo com que aja acúmulo de água.

A Erosão laminar, seria o segundo estágio, onde a água acumulada, começaria a deslocar-se no sentido da inclinação do terreno, retirando pequenas camadas de solo no seu trajeto, esta erosividade depende do tamanho da enxurrada.

A Erosão em sulcos surge devido a pequenas irregularidades na declividade do terreno, que faz com que o acúmulo de água em alguns pontos o terreno, atinja volume e velocidade que formarão riscos no solo.

A Erosão em voçorocas² é a forma mais agressiva de erosão e a de maior dificuldade de contenção, surge quando existe grande concentração de enxurradas, passando num mesmo local ano após ano, a figura 14, item 10.6 dos anexos, é um exemplo desta situação.

² Existem outras definições para este tipo de erosão

Os Deslocamentos e escorregamentos de massas do solo, na maioria das vezes são ocasionados por aterros ou cortes feitos em locais inapropriados e de forma inapropriada.

As demais formas de erosão citadas, são irrelevantes ao trabalho proposto, ou estão inseridas dentro das já comentadas, portanto não serão aqui detalhadas.

2.6. Equação Universal de Perdas de Solo (E.U.P.S)

O modelo mais utilizado para exprimir a ação dos principais fatores que exercem influência nas perdas de solo pela erosão hídrica laminar, é a Equação Universal de Perdas de Solo (E.U.P.S), inicialmente desenvolvida nos Estados Unidos em 1954 no “National Runoff and Soil Data Center”, do Agricultural Research Service, na Universidade de Purdue. Após anos a equação evoluiu para o modelo revisado por Wischmeier & Smith (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1995, p.249).

No Brasil, os primeiros trabalhos com a equação surgiram a partir de 1975, em São Paulo e foram desenvolvidos por BERTONI *et al.*

Segundo (BERTONI & LOMBARDI NETO, 1995, p.250), a equação desenvolvida por WISCHMEIRER & SMITH é expressa da seguinte forma:

$$A = R.K.L.S.C.P, \text{ sendo:}$$

A - perda de solo calculada, em t/ha;

R - fator erosividade, índice de erosão pela chuva, (MJ/ha.mm/ha)³;

³ MJ – Megajoule/ha – Hectare. mm – Milímetro/ha

K - fator erodibilidade do solo: intensidade de erosão por unidade de índice de erosão de chuva, para um solo específico que é mantido continuamente sem cobertura, mas sofrendo as operações culturais normais, em um declive de 9% e comprimento de rampa de 25m, t/ha/(MJ/ha.mm/ha);

L – fator comprimento do declive: relação de perdas de solo entre um comprimento de declive qualquer e um comprimento de rampa de 25m para o mesmo solo e grau de declive;

S – fator grau de declive: relação de perdas de solo entre um declive qualquer e um declive de 9% para o mesmo solo e comprimento de rampa;

C – fator uso e manejo: relação entre as de perdas de solo de um terreno cultivado em dadas condições e as perdas correspondentes de um terreno mantido continuamente descoberto, isto é, nas mesmas condições em que o fator **K** é avaliado;

P – fator pratica conservacionista: relação entre as perdas de solo de um terreno cultivado com determinada pratica e as perdas quando se planta morro abaixo.

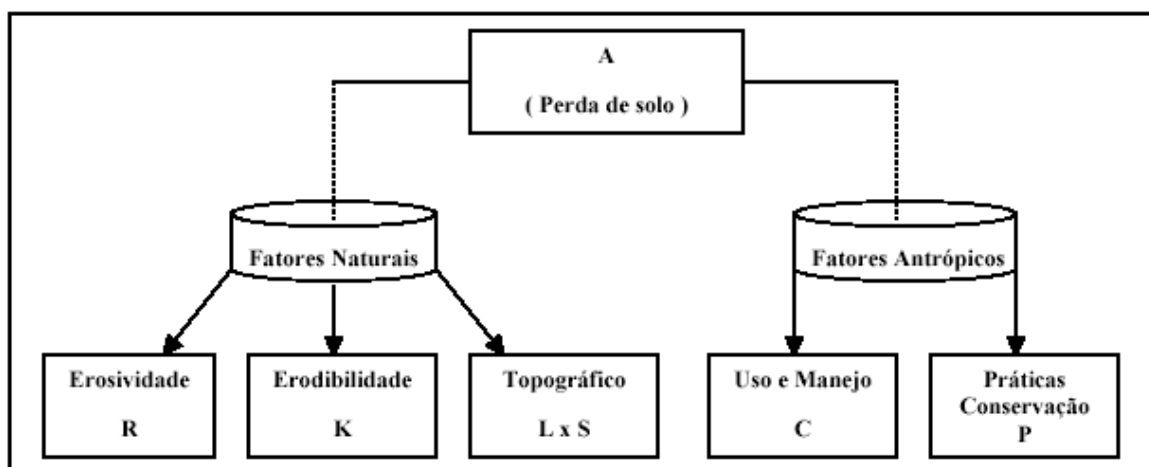


Figura 2 – Esquematização da Equação Universal de Perdas de Solo

2.7. Preservação Permanente

A Preservação Permanente (APP), é composta basicamente, pela mata ciliar ou ripária, e ocorre nas margens de cursos e corpos d'água, funcionam como filtro, regulando o fluxo d'água, sedimentos e nutrientes, atuam como estabilizadoras de solos da margem dos rios, contribuem para a estabilidade térmica de pequenos cursos d'água, através das copas das árvores que interceptam e absorvem a radiação solar, servem como refugio para animais silvestres, permitem a ligação de fragmentos florestais, facilitando o deslocamento dos animais, embelezam a paisagem e etc..

A Preservação Permanente, só começou a ganhar importância no Brasil, a partir da promulgação do Código Florestal, lei nº 4.771 em 1965.

2.7.1. Histórico da Legislação Florestal no Brasil

Segundo Manfrinato (2005) O código florestal de 1934, em seu artigo 1º, dizia que as florestas existentes “*São bem de interesse comum*” a todos os habitantes do Brasil, e as classificava como protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento, todavia, não definia nenhum tipo de localização para as florestas protetoras e também não vetava a sua utilização, uma vez que o artigo 53 previa a exploração limitada das florestas, por outro lado o artigo 23 não permitia o desmatamento de mais de $\frac{3}{4}$ da mata existente na propriedade.

Em 1965, foi promulgada a lei nº 4.771 que instituíu o novo código florestal, que em seu artigo 2º, indicava a localização das APPs, estabelecendo limites mínimos para algumas situações como: largura mínima de 5 metros em cursos d'água, áreas com declividade maior que 45°, áreas com altitude maior que 1800m, mas para outras

áreas, tais como nascentes, ao redor de lagos e lagoas artificiais ou naturais, topo de morros e montanhas, não havia nenhuma especificação.

A lei 7.511 de 1986, modifica os limites das florestas de APPs, que ao longo dos cursos d'água, passa a ser de no mínimo 30m e em 1989, esta é revogada pela lei 7.803, que além de manter os 30 metros como largura mínima para a proteção dos cursos d'água, cria o raio mínimo de 50 metros de proteção para as nascentes.

Em 2001, a medida provisória 2166-67 de 24 de agosto, define a função das Áreas de Preservação Permanente (APP), como área coberta ou não por vegetação nativa, com função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem estar das populações humanas e estabelece a largura mínima de preservação ao longo de cada lado dos rios ou outro qualquer curso d'água, ficando 30 metros para cursos com menos de 10 metros de largura; 50 metros para cursos d'água que tenham entre 10 e 50 metros de largura; 100 metros para cursos d'água que tenham entre 50 e 200 metros de largura; 200 metros para cursos d'água que tenham entre 200 e 600 metros de largura; 500 metros para cursos d'água que tenham largura superior a 600 metros.

2.8. Manejo do Solo

Práticas de manejo do solo, são adotadas pelo homem, buscando com isso, aumento da produtividade, através da manutenção do solo e da água.

De acordo com Bertoni & Lombardi Neto (1995, p.182), vários sistemas tem sido estudados visando à manutenção da fertilidade do solo, o controle da erosão e a redução dos custos das operações, para proporcionar , maior renda, com o objetivo de uma agricultura estável.

Das práticas atualmente adotadas, podemos citar a rotação de culturas, preparo de solo, subsolagem, plantio direto, como sendo práticas conservacionistas, com algumas limitações.

A rotação de culturas, consiste na alternância de plantios de diferentes culturas em um mesmo terreno, desta forma, se obtém um melhor controle sobre pragas, maior incorporação de matéria orgânica ao solo, redução da perda de solo por erosão, etc..

No preparo de solo, o agricultor precisa conhecer bem o local para definir a forma correta de prepará-lo, se com uma ou duas arações, se com este ou aquele tipo de arado, porque se a máquina não for escolhida corretamente, podem ocorrer grandes perdas de solos, principalmente se acontecerem chuvas após o período de aragem e antes do plantio ter formado uma cobertura protetora contra as gotas de chuva.

A subsolagem é um processo que corta profundamente o solo, chegando até 0,70 metros, que visa a desagregar o solo para permitir uma maior aeração, facilitar a infiltração da água e dar uma maior penetrabilidade as raízes das plantas.

E, finalmente, o que causa menos danos ao solo, o plantio direto, que é feito sem que ocorram aragens ou gradagens, e sem remover a cobertura vegetal rasteira do solo, eliminado somente aquelas que causariam competição.

2.9. Planejamento Conservacionista

Consiste basicamente em pensar o uso do solo de forma a dar sustentabilidade, conservando a água no solo e diminuindo as perdas de solo por erosão hídrica.

Afim de que as explorações agrícolas possam ser conduzidas em bases conservacionistas, sem descuidar, ao mesmo tempo, dos interesses financeiros dos agricultores, é necessário à planificação racional do uso a ser dado a cada gleba de

terra, tendo em vista o conjunto de suas principais características físicas, ecológicas e econômicas (BERTONI & LOMABARDI NETO, 1995, p.213)

A figura 3, mostra como deveria ser uma propriedade planejada de forma conservacionista.



Figura 3- Fonte APREMAVI

1 – Reserva Legal – na região da Mata Atlântica, todas as propriedades, devem ter uma reserva legal de 20% da área total;

2 – APPs – Mata Ciliares, encostas e topos de morros, são APPs e não devem ser desmatadas. Se foram desmatadas no passado, devem ser recuperadas;

3 – Plantações de Árvores Nativas - O reflorestamento com árvores nativas, para corte no futuro, deve ser feito fora das áreas de preservação Permanente;

4 – Plantio de Árvores Exóticas – O reflorestamento com árvores exóticas, deve ser feito fora das áreas de Preservação Permanente;

5 – Piscicultura, Agricultura e Pecuária – Essas atividades produtivas não devem ser realizadas em áreas de Preservação Permanente;

6 – Construções e Estradas – Devem ser feitas em lugares seguros, fora das áreas de Preservação Permanente e sempre que possível respeitando as curvas de nível;

7 – RPPN – Toda propriedade ou parte dela pode ser transformada em reserva particular do patrimônio natural, colaborando ainda mais com a preservação;

8 – Apicultura e SAFs, A apicultura e os sistemas agroflorestais são ótimas alternativas para a produção familiar.

3. ÁREA DE ESTUDO

3.1. Seleção da Área de Estudo

A área de estudo, foi selecionada em função da disponibilidade de informações cartográficas necessárias à execução do trabalho, mas é importante lembrar que os córregos que compõem a bacia (Córrego Rangel, Córrego da Penha e Córrego Santo Antonio), são afluentes da margem direita do Rio São José.

O Rio São José é o principal contribuinte da LAGOA JUPARANÃ, que faz parte de um importante complexo lacustre do estado do ESPÍRITO SANTO, localizado no município de LINHARES.

3.2. Localização Geográfica

A área escolhida para estudo, figura 4, é uma bacia inserida na bacia do Rio São José, localizada no município de RIO BANANAL, entre os paralelos 19° 08' S – 19° 04' S e os meridianos 40° 20' W – 40° 17' W.

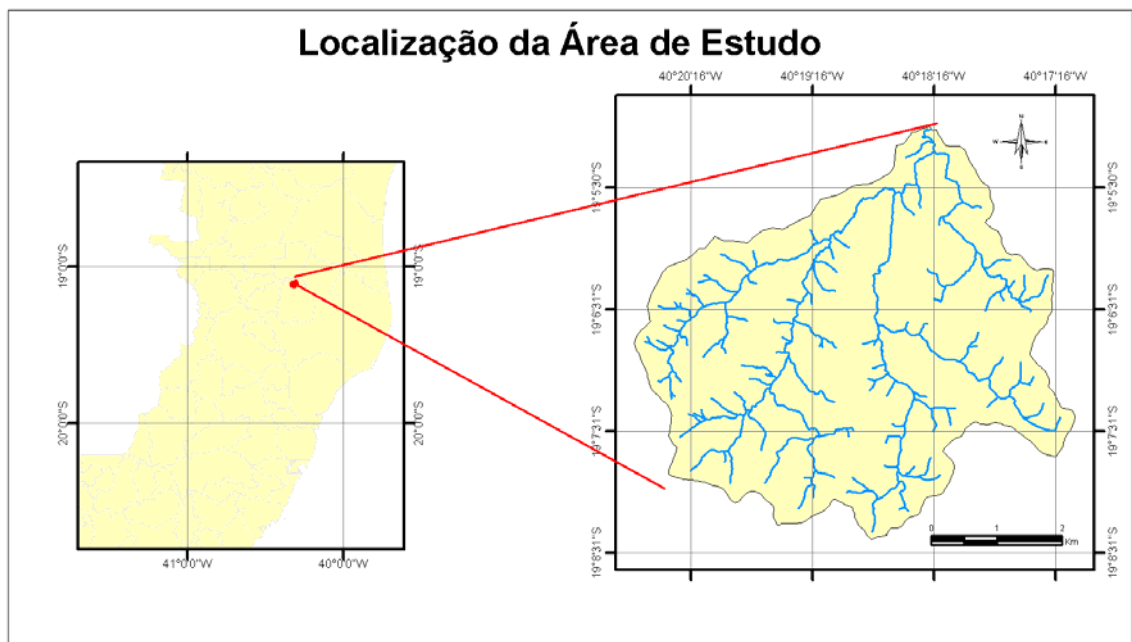


Figura 4 – Mapa de Localização da Área de Estudo

3.3. Regime de Chuvas

O regime de chuvas do município, segue a mesma regra que pode ser utilizada para a grande maioria dos municípios do estado do Espírito Santo, ou seja, a concentração das precipitações, ocorre principalmente nos meses relacionados ao período de verão e as menores quantidades de precipitações ocorrem nos períodos de invernos , o gráfico 1, mostra claramente esta situação, onde podemos observar que os meses de Junho, Julho e Agosto, são os meses com as menores

precipitações. No gráfico 1, estão representadas as precipitações médias acumuladas entre os anos de 1976 e 2005, mês a mês, exceção se faz para os anos de 1981,1985,1996,1997,1998,1999, onde verificamos que não foram coletadas as informações para os meses de, Novembro, Janeiro e Fevereiro, Fevereiro, Janeiro, Fevereiro, Janeiro, respectivamente. As informações são Do Instituto capixaba de Pesquisa Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER), e não foi informado o motivo da não coleta nestes meses, porém a falta destes dados, não compromete a análise e nem produziria alterações significativas, caso tivessem sido coletados.

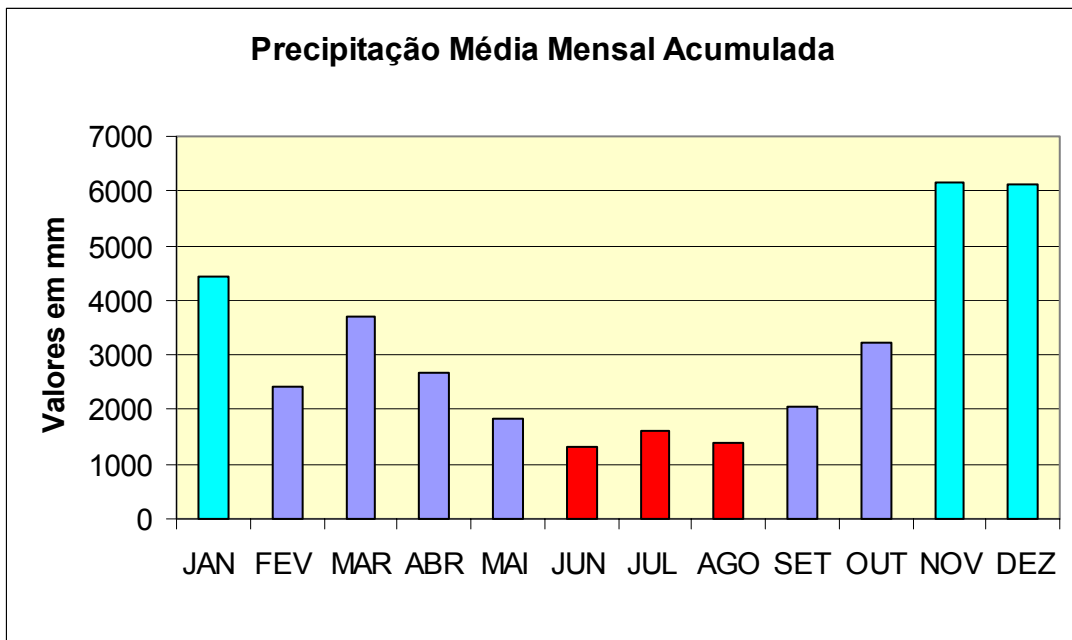


Gráfico 1 – Fonte INCAPER

3.4. Uso e Cobertura dos Solos da Bacia

A análise do uso do solo da bacia, mostra que, basicamente o uso do solo esta dividido entre quatro grandes grupos, pastagens, Preservação em estágio médio de regeneração, café e eucalipto, sendo que quase 50% da bacia esta ocupada por pastagens, como mostra o tabela 1.

Uso do Solo	Área (ha)	% de Ocupação
Edificação	1,65	0,07
Solo Exposto	6,65	0,28
Lago	10,98	0,46
Brejo	19,75	0,82
Estrada	81,97	3,41
Preservação - EI	89,05	3,71
Eucalipto	246,00	10,25
Café	374,76	15,61
Preservação - EM	379,13	15,79
Pastagem	1.190,62	49,60
Total Geral	2.400,57	100

Tabela 1 – Uso Solo da Bacia Hidrográfica

A figura 5, mostra a distribuição espacial das classes de uso do solo da área de estudo, considerando o cenário atual, ou seja, com o uso do solo atual.

3.5. Uso do Solo na Faixa de APP

As faixas de APPs, de acordo com a lei, são áreas destinadas exclusivamente a preservação, e portanto não poderiam ter qualquer tipo de utilização.

Porém a realidade é outra, e isto pode ser comprovado pelos dados que vamos apresentar sobre a bacia em estudo, ou simplesmente realizando uma viagem ao interior do estado, onde a situação pode ser comprovada, independente do município que se escolha, sempre haverá um local que não esta em conformidade com a lei.

A bacia em estudo tem o seu uso na faixa de APP, definido de acordo com a tabela 2 e podemos observar que a os usos são diversos, o maior percentual é de solo exposto, resultado de áreas utilizadas para retirada de material utilizado na construção de barragens e a segunda maior ocupação é com pastagens que podem

ser recuperadas. Um dos usos de difícil recuperação seria o de edificação, isto porque são, na grande maioria, as casas dos moradores das propriedades que já possuem um vínculo afetivo com o local (vide anexos, figura 13, item 10.5), além de ser a área que demandaria maiores recursos para recuperação, tendo em vista que outra casa deveria ser construída para possibilitar a desocupação do local.

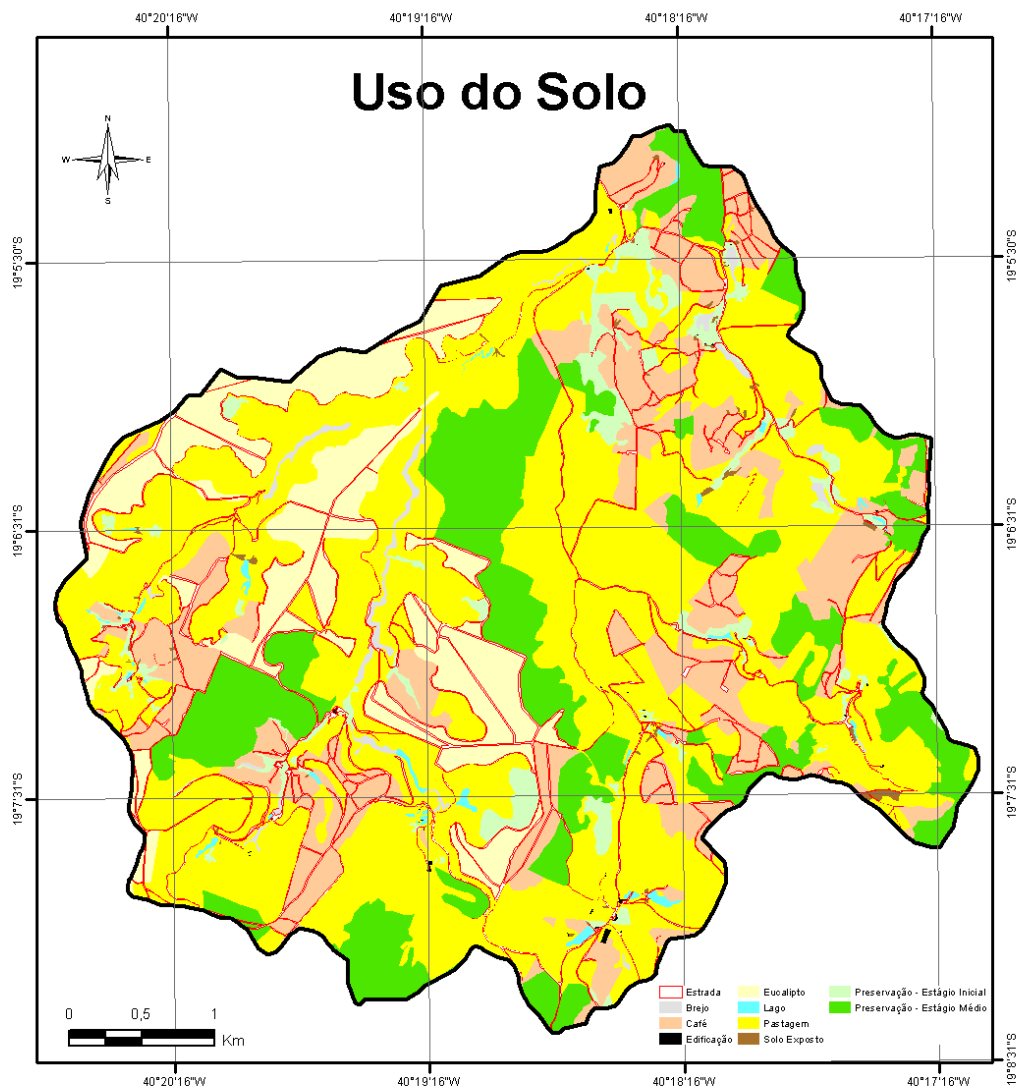


Figura 5 – Uso do Solo Cenário Atual

Uso do Solo	Área (ha)	% de Ocupação
Café	34,86	8,62
Edificação	22,71	5,62
Estrada	4,23	1,05
Pastagem	107,61	26,61
Preservação - EI	54,08	13,37
Preservação - EM	16,70	4,13
Solo Exposto	125,00	30,91
Total Geral	404,38	100,00

Tabela 2 – Uso do Solo na Faixa de APP da Bacia em Estudo

A figura 6, mostra a distribuição espacial das classes de uso do solo da área de estudo, considerando o cenário futuro, ou seja, com o uso do solo já recuperado nas faixas que compreendem as áreas de Preservação Permanente.

3.6. Declividade da Bacia⁴

Por declividade, entende-se a inclinação do terreno em relação ao plano do horizonte, e esta pode ser expressa em percentual ou em graus.

Neste trabalho, a bacia foi classificada de acordo com o recomendado pela EMBRAPA (1999, p. 307), e então, obteve-se a composição para o relevo de acordo com a tabela 3.

A figura 7, mostra a composição do relevo da bacia de acordo com as classes de declividade descritas anteriormente.

A tabela 4, mostra a composição do uso do solo, de acordo com as classes de relevo, não estão computados na tabela, os usos como brejo, edificações, lagos, por entender que, na geração do MNT, não foi levado em consideração estes acidentes,

⁴ Geomorfologistas, preferem o termo Análise de Inclinação, porém utilizaremos o mais comum.

e portanto, poderíamos, por exemplo, ter um lago em uma classe de declividade igual a 75%, o que não é plausível.

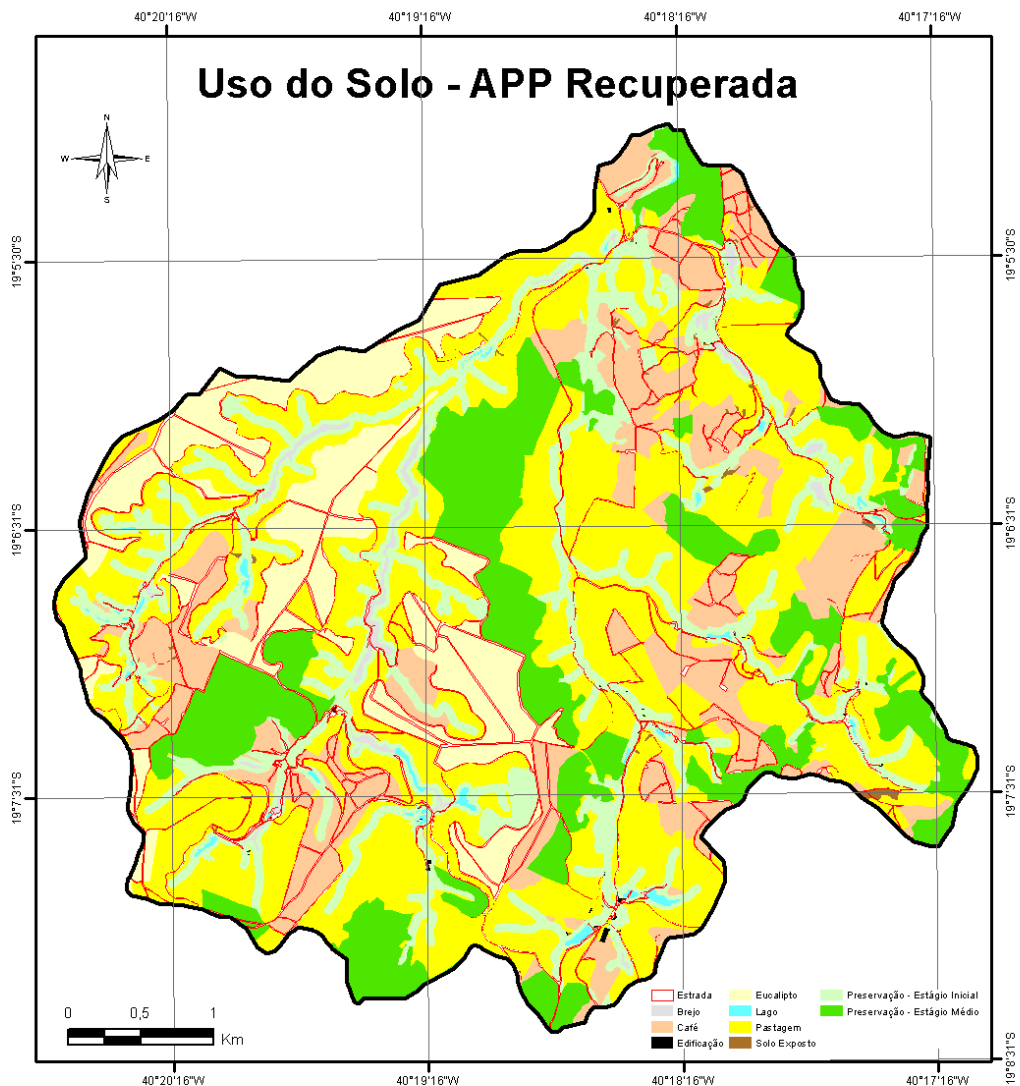


Figura 6 – Uso do Solo da Bacia em Estudo – APP Recuperada

RELEVO DA BACIA	
Classes de Relevo	Percentual de Área
0 – 3 % - Plano	9,23%
3 – 8 % - Suave Ondulado	9,13%
8 – 20 % - Ondulado	27,43%
20 – 45 % - Forte Ondulado	37,39%
45 – 75 % - Montanhoso	15,29%
Acima de 75 % - Escarpado	1,53%

Tabela 3 – Classes de Relevo

A tabela 5, mostra a composição do uso do solo na faixa de APP, de acordo com as classes de relevo descritas, e o critério adotado para a tabela 4, também é válido para esta tabela, ou seja, foram excluídos os usos como brejo, edificações e lagos, pelas razões já expostas.

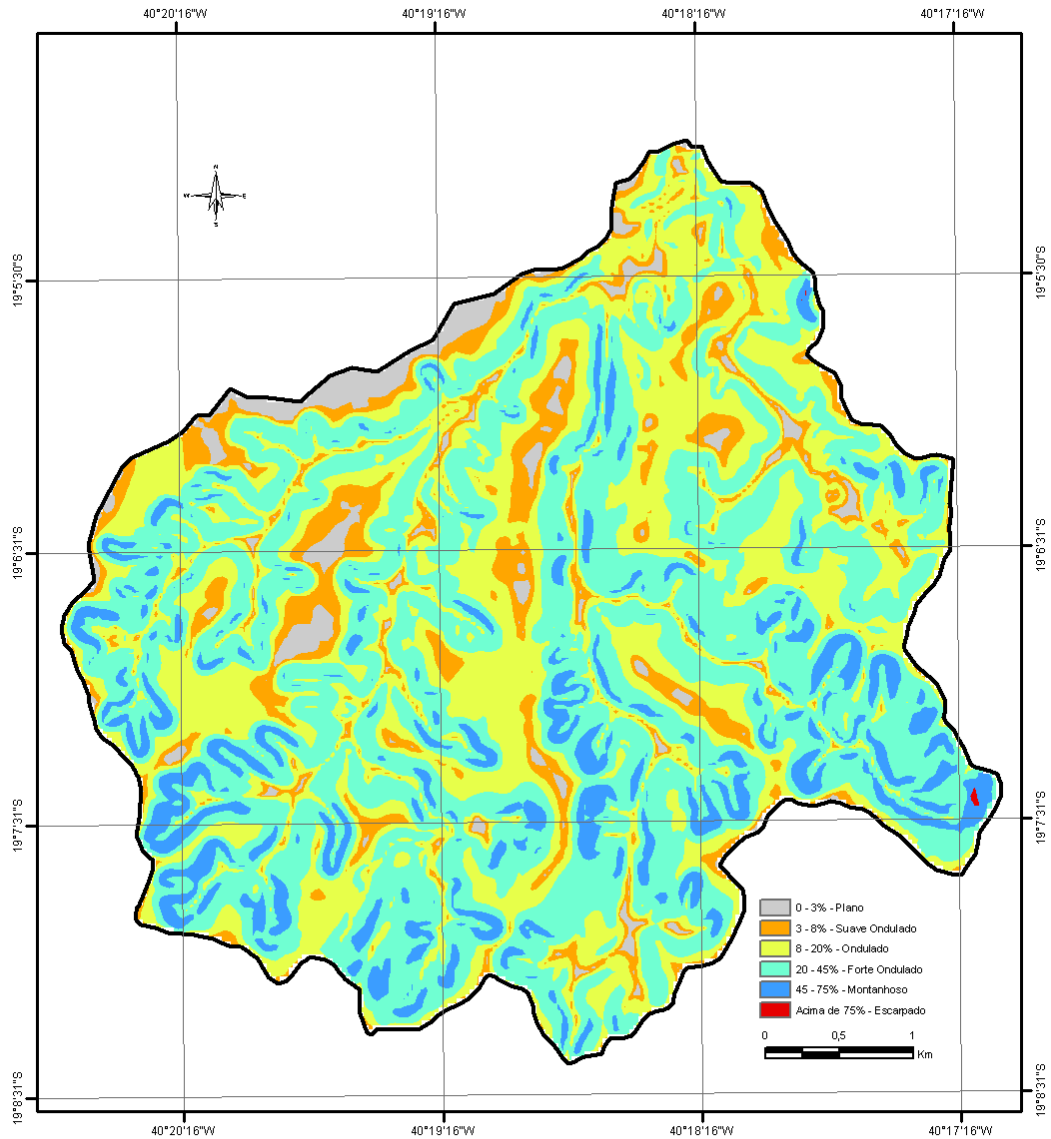


Figura 7 – Classes de Declividade

Uso do Solo Por Classes de Relevo da Bacia						
Uso de Solo	0 - 3 %	3 - 8 %	8 - 20 %	20 - 45 %	45 - 75 %	Acima de 75 %
Café	24,88	48,00	167,98	107,50	24,92	2,14
Estrada	9,05	9,87	30,12	23,66	5,68	0,33
Eucalipto	48,16	64,03	110,68	21,44	1,81	0,14
Pastagem	80,96	51,08	228,89	567,73	242,57	21,03
Preservação - EI	18,32	5,61	14,49	30,72	17,47	2,45
Preservação - EM	17,21	34,59	97,96	144,01	73,26	12,03
Solo Exposto	0,52	0,36	2,68	2,23	0,68	0,03
Área Total	199,09	213,53	652,79	897,29	366,38	38,15
% de Ocupação	8,41	9,02	27,58	37,90	15,48	1,61

Tabela 4 – Uso do Solo por Classes de Relevo

Uso do Solo Por Classes de Relevo da Bacia Na Faixa de APP						
Uso de Solo	0 - 3 %	3 - 8 %	8 - 20 %	20 - 45 %	45 - 75 %	Acima de 75 %
Café	3,51	1,18	4,32	9,45	3,45	0,34
Estrada	3,25	0,68	2,06	3,61	1,43	0,10
Pastagem	61,48	16,74	32,57	85,78	53,41	5,66
Preservação - EI	16,40	3,79	6,90	8,54	5,06	1,17
Preservação - EM	6,62	1,30	3,39	14,05	12,07	2,93
Solo Exposto	0,42	0,05	0,37	0,72	0,23	0,01
Área Total	91,69	23,74	49,61	122,16	75,64	10,19
% de Ocupação	24,58	6,37	13,30	32,75	20,28	2,73

Tabela 5 – Uso do Solo por Classes de Relevo na Faixa de APP

4. MATERIAL

4.1. Material Cartográfico

Para a realização deste trabalho, foram utilizadas bases cartográficas digitais de curvas hipsométricas, pontos cotados, hidrografia e eixo de estradas, obtidas

através de processo de restituição aerofotogramétrica e fotos aéreas coloridas , com escala aproximada de 1 / 25.000.

Com curvas hipsométricas de 5 em 5 metros e pontos cotados dispersos sobre a área de estudo, foi gerado um modelo numérico de terreno (MNT), com boa qualidade para análise, mantendo grande fidelidade ao relevo da bacia

Foram utilizados também, fotos aéreas que cobriram toda a bacia e seu entorno de forma a permitir uma boa interpretação dos usos existentes na bacia. As fotos são datadas de Março de 2003, com a seguinte seqüência: faixa 17, fotos 05,06,07, faixa 18, fotos 04,05,06,07, faixa 19, fotos 04,05,06,07.

4.2. Sistemas Computacionais

Os sistemas computacionais utilizados, foram o *ArcGis 9.0*, para georreferenciamento das fotos, geração dos mapas, geração da base de uso do solo, através de foto-interpretação e geração dos modelos e análises com as extensões *Spatial Analyst* , *3D Analyst* e *RUSLE Extension Toolbar*, esta ultima utilizada para a determinação do fator LS.

Foi utilizado também o sistema computacional *ERDAS IMAGINE 5.0*, para geração de um mosaico com as fotos georreferenciadas,o aplicativo computacional *Microsoft Excel*, para análise das planilhas e ainda um GPS⁵ *TRIMBLE Geoexplorer*, para os trabalhos de campo.

⁵ G.P.S – *Global Position System* ou *Sistema de Posicionamento Global*

5. MÉTODOS

5.1. Geração do Modelo Numérico do Terreno (TIN)

O modelo numérico de terreno, é a base que possibilita as análises necessárias a conclusão do estudo, a partir dele podemos ter as inclinações, as exposições do terreno ao sol e outras análises que se fizer necessário, e neste trabalho, utilizando-se as curvas hipsométricas e os pontos cotados, com a extensão 3D analyst, e o modelo de interpolação TIN (Triangular *Irregular Network*), foi gerado o modelo numérico do terreno (MNT).

A partir do TIN (figura 12, item 10.1 dos anexos), gerou um arquivo Matricial (30 m x 30 m) ou Raster (GRID), com o atributo de elevação, através do comando *convert – Tin to Raster*; O divisor de águas da bacia (divisor topográfico), foi criado tomando-se como base o MNT. Após a geração do divisor converteu-se este limite em um arquivo raster, com a extensão *Spatial Analyst*, através do comando *convert – features to raster*, após isto se multiplicou o limite pelo grid, obtendo-se assim o arquivo raster somente da bacia hidrográfica em estudo.

5.2. Uso do Solo

O uso do solo da bacia, foi gerado a partir das fotos aéreas, da seguinte forma: primeiro se fez o georreferenciamento das fotos, utilizando o comando *georeferencing*, do aplicativo *ArcGis 9.0*, utilizando-se como referencia, a base restituída de eixo de estradas, após isto se gerou um mosaico com o aplicativo computacional *Erdas Imagine 8.5*, através do comando *Data Preparatiom – Mosaic Images*.

Com o mosaico pronto, executou-se a digitalização sobre este, construindo-se assim a base de uso do solo, lembrando que isto só foi possível porque as fotos aéreas possuem uma resolução muito boa, cada foto possui um tamanho aproximado de 290 *megabytes* e para os locais que causavam alguma dúvida, foi utilizado um estereoscópio de bolso, que permite a visualização tridimensional da área da bacia ou do ponto duvidoso, além disto foi realizado também no dia 21 / 02 / 2006, uma visita a área, como forma de dirimir quaisquer dúvidas sobre os usos fotointerpretados e identificar também as práticas conservacionistas adotadas para os plantios existentes.

5.3. Uso do Solo na Faixa de APP

O uso do solo na faixa de APP foi gerado da seguinte forma: com a hidrografia, extraída da restituição aerofotogramétrica, os lagos e brejos, extraídos do uso do solo, utilizando-se o aplicativo computacional *ArcGis 9.0*, com o comando *buffer*, construiu-se uma linha paralela nos dois lados da hidrografia, gerando uma faixa com 60 metros de largura (APP) e logo após, utilizando ainda o aplicativo acima mencionado, com o comando *intersect*, foi feito à interseção da base de APP com a base de uso do solo, gerando assim o uso do solo na faixa de APP, conforme exposto na tabela 2.

5.4. Obtenção dos Parâmetros da E.U.P.S

5.4.1. Fator R – Erosividade da Chuva

O conhecimento da distribuição do potencial erosivo das chuvas é de fundamental importância para o conhecimento dos períodos mais críticos quando se deve proteger o solo, mantendo a cobertura vegetal.

De acordo com Bertoni & Lombardi Neto (1995, p. 250), O fator chuva (R) é um índice numérico que expressa a capacidade da chuva em dada localidade, de causar erosão em uma área sem proteção.

As perdas de solo, são diretamente proporcionais ao produto da energia cinética total da chuva pela intensidade máxima em 30 minutos (Bertoni & Lombardi Neto, 1995, p.250).

Martins (2005, p.7), em estudo na região de Aracruz (ES), utilizando a equação proposta por Wischmeier & Smith (Apud. MARTINS, 2005, p.7), calculou a energia cinética para uma série de 35 anos de chuvas (1969 a 2004), o que permitiu a obtenção da equação do tipo linear ($y = 7,9075x - 40,578$), onde, x é a precipitação e y a erosividade.

A área de estudo deste trabalho é relativamente próxima a área utilizada por Martins, assim aplicaremos a equação proposta, para a obtenção do fator erosividade.

Com a aplicação da fórmula proposta, obtivemos um valor de erosividade média anual para o período de 30 anos de 9.258,1, ou seja, **R = 9.258,1** MJ mm ha ano, sendo que o valor médio anual variou de 5.660,6 a 15.180,2 MJ mm ha ano.

O valor médio de erosividade, encontra-se dentro da faixa estabelecida para o Brasil, segundo Cogo (Apud. MARTINS, 2005, p.14), que é de 5.000 a 16.200 MJ mm ha ano, porém, isto da uma média mensal superior a 500 MJ mm ha ano que de acordo com Rufino (Apud. MARTINS, 2005, p.13), podem ser considerados críticos, evidenciando a necessidade de se manter um manejo conservacionista para a área.

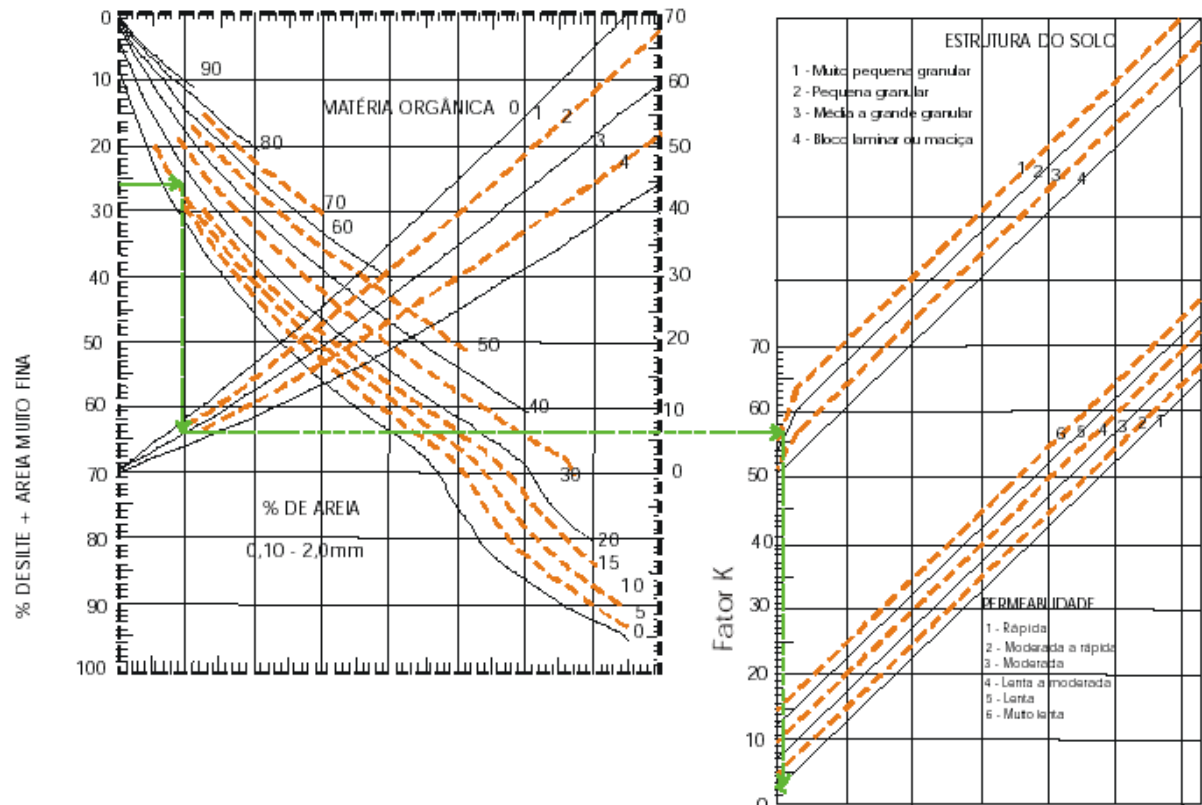
5.4.2. Fator K – Erodibilidade do Solo – t/ha / (MJ/ha.mm/ha)

A erodibilidade do solo é a sua vulnerabilidade ou susceptibilidade a erosão, que é a recíproca da sua resistência a erosão. A erodibilidade de um solo, é determinada pelas propriedades deste, e são as propriedades que afetam a velocidade de infiltração da água, a permeabilidade e a capacidade de absorção da água.

O ideal para a estimativa de perdas de solos da bacia, seria fazer um levantamento detalhado, dos solos encontrados, porém como este não é um trabalho rápido de ser feito, e que demanda muitos recursos, tendo em vista a necessidade de se coletar as amostras, enviá-las a laboratório especializado para análise, e também tendo em vista que a monografia, basicamente é uma revisão bibliográfica (UFES, 2002, p.9), e sabendo que para efeito demonstrativo da importância de se fazer um planejamento conservacionista, vamos neste trabalho adotar um solo de maior predominância na bacia, conforme mapa de “*Levantamento de reconhecimento Dos Solos do Estado do Espírito Santo*”, na escala de 1:400.000, com data de 1971, executado pelo Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária, Divisão de Pesquisa Pedológica.

Segundo o mapa citado, o solo predominante é o LVd2 – Latosol Vermelho Amarelo Distrófico, porém esta nomenclatura foi atualizada em 1999, pela embrapa e pela nova nomenclatura, o solo deve ser reconhecido como: PVA- Argissolo Vermelho Amarelo, não nos estenderemos nesta classificação, por não ter sido feito nenhuma análise dos solos da bacia.

Caso exista alguma análise dos solos da bacia, o fator K pode ser determinado através do monograma de WISCHMEIER e SMITH, conforme figura 8,



A linha verde é um exemplo de leitura do K do solo LVd da bacia do rio Anta Gorda. Procedimento: entra-se no ábaco com os 26 % de silte + areia fina, traça-se um segmento de reta até 14 % de areia, novo seguimento de reta até 14 % de MO, interpola-se com o segundo gráfico, até a estrutura do horizonte A, que para o caso é muito pequena granular, vai até a permeabilidade, que para o caso é rápida, e liga na coluna do gráfico obtendo o fator K de 0,03. Fonte: adaptado de RESENDE & ALMEIDA (1985)

Figura 8 – Monograma para estimar a Erodibilidade

ou através da fórmula citada por LARIOS (2003) e assim descrita:

$K = (0,0061 \cdot P) + (0,0083 \cdot MO) - (0,0012 \cdot OAL) - (0,0004 \cdot AR)$, onde : K é expresso em t ha h/ha MJ mm; P é a permeabilidade do solo em cm/h; MO é o teor de matéria orgânica em %; OAL é o teor de óxido de alumínio em %, extraído por ácido sulfúrico; AR é o teor de partículas em %, entre 2 e 0,5 mm.

Segundo Martins (2005, p.3), o Argissolo, apresenta valor de erodibilidade igual a **K=0,007**.

5.4.3. Fator LS – Fator Topográfico (adimensional)

Segundo Wischmeier e Smith (Apud. GAMEIRO, 2003, p.15), tanto o comprimento do declive como seu gradiente afetam a intensidade de erosão pela água. Estes dois efeitos têm sido pesquisados separadamente e são representados na equação de perdas de solo por **L** e **S**, respectivamente. No entanto, para aplicação prática, é mais conveniente considerá-los conjuntamente como fator topográfico **LS**.

O fator topográfico LS, como já dito, é constituído por duas variáveis do relevo que modificam a ação erosiva exercida pela água sobre os solos o comprimento das encostas e a declividade das vertentes, conforme ilustrado pela figura 9.



Figura 9 – Fator Topográfico LS

Bertoni & Lombardi Neto (1995, p. 260), baseado em experimentos no estado de São Paulo, apresentam a seguinte equação:

$$LS = 0,00984 \times C^{0,63} \times D^{1,18}, \text{ onde:}$$

C = Comprimento da rampa em metros

D = Declive em Porcentagem.

Porém não é uma tarefa fácil de ser determinada, principalmente através de processo manual, como é citado na maioria das literaturas existentes, e podemos

dizer que mesmo com o uso dos sistemas de informação geográfica não é uma tarefa das mais simples e acredito que neste sentido este trabalho também pode contribuir com a disseminação desta forma de obtenção do fator **LS**.

A declividade é facilmente obtida com a geração de um MNT e com sua posterior classificação, como já citado neste trabalho, já o comprimento de rampa exige mais algumas operações para ser extraído, isto porque o que define uma rampa, é uma área com o mesmo grau de declividade e mesma face de exposição em relação à direção norte.

Deste modo o comprimento de rampa será obtido pelo cruzamento do mapa de declividade com o de aspecto que representa as faces do relevo que possuem uma mesma exposição em relação ao norte (figura 15, item 10.7) e pode ser obtido de acordo com a equação que segue: $L = \frac{DH}{\text{Sen}\alpha}$, onde L = Comprimento de rampa (m); DH = Diferença de altitude (m); α = Declividade média da rampa (graus).

Neste trabalho, o fator LS será obtido através do uso de algoritmos disponibilizados através do endereço eletrônico <http://www.yogibob.com/slope/slop.html>, acessado no dia 20 / 02 / 2006 e onde também podem ser obtidos maiores detalhes sobre o algoritmo utilizado, mas basicamente o algoritmo esta composto pelas fórmulas acima expostas.

Este algoritmo, é na verdade uma extensão que é adicionada ao aplicativo computacional ArcGis 9.0. Na tabela 6, podemos ver o fator **LS** médio calculado para as classes de declividade do relevo da bacia.

VALORES MÉDIOS DO FATOR LS	
Classes de Declividade	Fator LS
0 - 3 % Plano	0,863
3 - 8 % Suave Ondulado	2,882
8 - 20 % Ondulado	5,400
20 - 45 % Forte Ondulado	8,322
45 - 75 % Montanhoso	11,611
Acima de 75 % Escarpado	16,318

Tabela 6 – Valores médios de **LS** por classes de declividade

Na tabela 7, podemos ver os valores médios encontrados para o fator **LS**, para cada classe de uso do solo, considerando a situação atual e retirando do uso do solo as classes de brejo, lagos e edificações pelas razões já citadas anteriormente, foram desconsideradas também as áreas ocupadas por estradas, isto porque são estradas já consolidadas e que se fossem deslocadas para outras áreas, causariam impactos ainda maiores.

Os valores encontrados na tabela 8, representam as médias encontradas para o fator **LS**, considerando uma situação em que toda a faixa de APP esteja coberta por vegetação natural em estágio de regeneração inicial ou superior e para efeito de cálculo, as preservações em estágio inicial e médio, estão agrupadas em um único item chamado de preservação.

5.4.4. Fator C – Uso e Manejo (adimensional)

O fator C, mede o efeito combinado de todas as relações das variáveis de cobertura e manejo utilizadas, desde o plantio até a colheita.

De acordo com Araújo (1997, p.62), o fator C, é considerado como uma função do potencial de proteção do solo devido a uma determinada cobertura vegetal e seu manejo. Este fator varia de zero (cobertura florestal intocada) a um (solo exposto).

Neste trabalho, vamos adotar os valores estabelecidos por Donzelli (Apud. ARAUJO, 1997, p.70), de acordo com tabela 9, para as classes de uso do solo da bacia.

Fator LS Médio por Uso do Solo – Cenário Atual			
Uso do Solo	Fator - LS	Área - ha	% de Uso
Café	0,863	189,54	8,29
	2,882	93,33	4,08
	5,400	56,61	2,48
	8,322	22,95	1,00
	11,611	8,91	0,39
	16,318	3,6	0,16
Eucalipto	0,863	159,12	6,96
	2,882	55,98	2,45
	5,400	20,16	0,88
	8,322	7,56	0,33
	11,611	1,98	0,09
	16,318	1,17	0,05
Pastagem	0,863	365,04	15,97
	2,882	297,45	13,01
	5,400	254,7	11,14
	8,322	160,74	7,03
	11,611	86,94	3,80
	16,318	27,63	1,21
Preservação	0,863	166,23	7,27
	2,882	106,65	4,66
	5,400	88,29	3,86
	8,322	59,58	2,61
	11,611	33,3	1,46
	16,318	12,51	0,55
Solo Exposto	0,863	3,51	0,15
	2,882	0,54	0,02
	5,400	0,99	0,04
	8,322	0,45	0,02
	11,611	0,18	0,01
	16,318	0,54	0,02
Área Total		2286,18	

Tabela 7 – Valores Médios do Fator LS para a Bacia

Fator LS Médio por Uso do Solo – Cenário Futuro			
Uso do Solo	Fator - LS	Area - ha	% de Uso
Café	0,863	174,33	7,63
	2,882	89,82	3,93
	5,400	54	2,36
	8,322	21,78	0,95
	11,611	8,73	0,38
	16,318	3,6	0,16
Eucalipto	0,863	159,12	6,96
	2,882	55,98	2,45
	5,400	20,16	0,88
	8,322	7,56	0,33
	11,611	1,98	0,09
	16,318	1,17	0,05
Pastagem	0,863	199,53	8,73
	2,882	259,47	11,35
	5,400	229,86	10,05
	8,322	146,88	6,42
	11,611	79,47	3,48
	16,318	24,93	1,09
Preservação	0,863	348,48	15,24
	2,882	148,23	6,48
	5,400	115,92	5,07
	8,322	74,61	3,26
	11,611	40,95	1,79
	16,318	15,21	0,67
Solo Exposto	0,863	1,98	0,09
	2,882	0,45	0,02
	5,400	0,81	0,04
	8,322	0,45	0,02
	11,611	0,18	0,01
	16,318	0,54	0,02
Área Total		2286,18	

Tabela 8 – Valores Médios do Fator LS para a Bacia- APP recuperada

Valores do Fator C Para as Classes de Cobertura Vegetal	
Cobertura do Solo	Valores do Fator C
Café	0,20000
Eucalipto	0,00260
Pastagem	0,01000
Preservação - EI	0,00013
Preservação - EM	0,00013
Solo Exposto	1,00000

Tabela 9 – Adaptada de Martins, 2005

5.4.5. Fator P – Prática Conservacionista (adimensional)

O fator P, é uma relação entre a intensidade de perdas de solo com uma determinada prática conservacionista e as perdas quando a cultura esta plantada no sentido do declive, morro abaixo.

Os valores de P para a área em estudo, são definidos segundo dados de Bertoni & Lombardi Neto (1995, p.266), conforme tabela 10.

Valores do Fator P Para Algumas Práticas Conservacionistas	
Práticas Conservacionistas	Valores do Fator P
Plantio Morro Abaixo	1,0
Plantio em Contorno	0,5
Alternância de Capinas + Plantio em Contorno	0,4
Cordões de Vegetação Permanente	0,2

Tabela 10 – Adaptada de Bertoni & Lombardi Neto, (1995)

E, após trabalhos de campo, realizado no dia 21 / 02 / 2006 e tendo em vista que as práticas conservacionistas adotadas na bacia, são relativamente pequenas, isto porque foram encontrados plantios em linhas de nível, e plantios no sentido do declive, ou seja, morro abaixo e assim sendo vamos então utilizar o fator **P = 0,5**,

para as culturas de café e eucalipto, e de acordo com Marques (1985, p.30) as pastagens quando em bom estágio de conservação, podem ter seu fator **P**, variando de 0,10 a 0,50. O que foi observado *In Loco*, é que as pastagens encontram-se em situação mediana, por isso vamos adotar um valor de **P = 0,30**.

Para o solo exposto, quando o plantio é feito morro abaixo o valor deve ser **P=1,0**, porém para a bacia o solo exposto e proveniente de pátios de secagem de café ou se pontos que serviram para retirada de material para construção de barragens e nestes casos não é um solo que está revolvido, ou seja, o solo é mais consolidado e assim adotaremos um valor de **P = 0,8**.

6. RESULTADOS

6.1. Estimativa de Perdas de Solo

A tabela 11 mostra o a perda de solo (**A**) total da bacia, por classes de uso do solo e o calculo se define, pela multiplicação dos fatores, **R, K, LS, C, P**.

O valor de perda de solo encontrado, é particularmente elevado em função do solo exposto, que representa aproximadamente 80% do solo perdido, sendo que a área ocupada representa menos do que 1% da área da bacia, evidenciando claramente a necessidade de cuidados especiais com estas áreas a fim de se minimizar a perda neste locais, e também, pode servir de alerta para a necessidade de mudanças nas práticas de exploração, criando uma cobertura para estes locais imediatamente após a retirada do material necessário a construção das barragens, a figura 10, é um exemplo deste tipo de atividade e na figura 11, podemos observar a distribuição espacial das áreas com maiores perdas de solo, este mapa é particularmente interessante, pois com ele podemos priorizar as ações de conservação, proporcionando uma melhor cobertura ao solo.

Perda de Solo						
Uso do Solo	R	K	Fator - LS	C	P	A
Café	9.258,10	0,007	0,863	0,20000	0,5	5,60
	9.258,10	0,007	2,882	0,20000	0,5	18,68
	9.258,10	0,007	5,400	0,20000	0,5	35,00
	9.258,10	0,007	8,322	0,20000	0,5	53,94
	9.258,10	0,007	11,611	0,20000	0,5	75,25
	9.258,10	0,007	16,318	0,20000	0,5	105,75
TOTAL						294,21
Eucalipto	9.258,10	0,007	0,863	0,00260	0,5	0,07
	9.258,10	0,007	2,882	0,00260	0,5	0,24
	9.258,10	0,007	5,400	0,00260	0,5	0,45
	9.258,10	0,007	8,322	0,00260	0,5	0,70
	9.258,10	0,007	11,611	0,00260	0,5	0,98
	9.258,10	0,007	16,318	0,00260	0,5	1,37
TOTAL						3,82
Pastagem	9.258,10	0,007	0,863	0,01000	0,3	0,17
	9.258,10	0,007	2,882	0,01000	0,3	0,56
	9.258,10	0,007	5,400	0,01000	0,3	1,05
	9.258,10	0,007	8,322	0,01000	0,3	1,62
	9.258,10	0,007	11,611	0,01000	0,3	2,26
	9.258,10	0,007	16,318	0,01000	0,3	3,17
TOTAL						8,83
Preservação	9.258,10	0,007	0,863	0,00013		0,01
	9.258,10	0,007	2,882	0,00013		0,02
	9.258,10	0,007	5,400	0,00013		0,05
	9.258,10	0,007	8,322	0,00013		0,07
	9.258,10	0,007	11,611	0,00013		0,10
	9.258,10	0,007	16,318	0,00013		0,14
TOTAL						0,38
Solo Exposto	9.258,10	0,007	0,863	1,00000	0,8	44,77
	9.258,10	0,007	2,882	1,00000	0,8	149,43
	9.258,10	0,007	5,400	1,00000	0,8	279,97
	9.258,10	0,007	8,322	1,00000	0,8	431,48
	9.258,10	0,007	11,611	1,00000	0,8	602,00
	9.258,10	0,007	16,318	1,00000	0,8	846,01
TOTAL						2353,65
Perda de Solo Total - T/ha/Ano						2.661

Tabela 11 - Perda de Solo da Bacia em Estudo



Figura 10 –Solo Exposto – Lat. 19°08'01" S – Long .40°18'43" W

6.2. Estimativa de Perdas de Solo – APP Recuperada

A proposta da pesquisa era, além de estimar a perda de solo da bacia, produzir um cenário futuro, onde as preservações permanentes seriam consideradas de acordo com a legislação vigente e para esta análise foi necessário construir um indicador que pudesse demonstrar a situação, assim na tabela 12, podemos ver o resultado, sendo que o indicador foi construído, multiplicando-se a área ocupada pela perda de solo, isto no cenário atual e no cenário futuro, após isto, obtivemos a somatória dos valores e destes totais, pudemos comparar percentualmente a redução, evidenciando claramente a necessidade de se recuperar as preservações permanentes, veja que a simples recomposição das faixas de preservação de acordo com as legislação, produziram uma redução na perda de solo da ordem de

9,54%, o que representa aproximadamente **253** toneladas a menos de terra nos mananciais hídricos.

Indicador de Perdas de Solo								
Uso do Solo	Cenário Atual		I.P.S ¹	Cenário Futuro		I.P.S ²	I.P.S ¹⁻²	Redução da % Perda de Solo
	Perda de Solo	Área - ha		Área - ha	I.P.S ²			
Café	294	374,94	110309,9	352,26	103637,3	6672,6		
Eucalipto	4	245,97	940,8	245,97	940,8	0,0		
Pastagem	9	1192,5	10525,2	940,14	8297,9	2227,4		
Preservação	0	466,56	178,4	743,4	284,3	-105,9		
Solo Exposto	2.354	6,21	14616,2	4,41	10379,6	4236,6		
Totais	2.661	2286,18	136570,5	2286,18	123539,9	13030,7	9,54	

Tabela 12 – indicador de Perdas de Solo

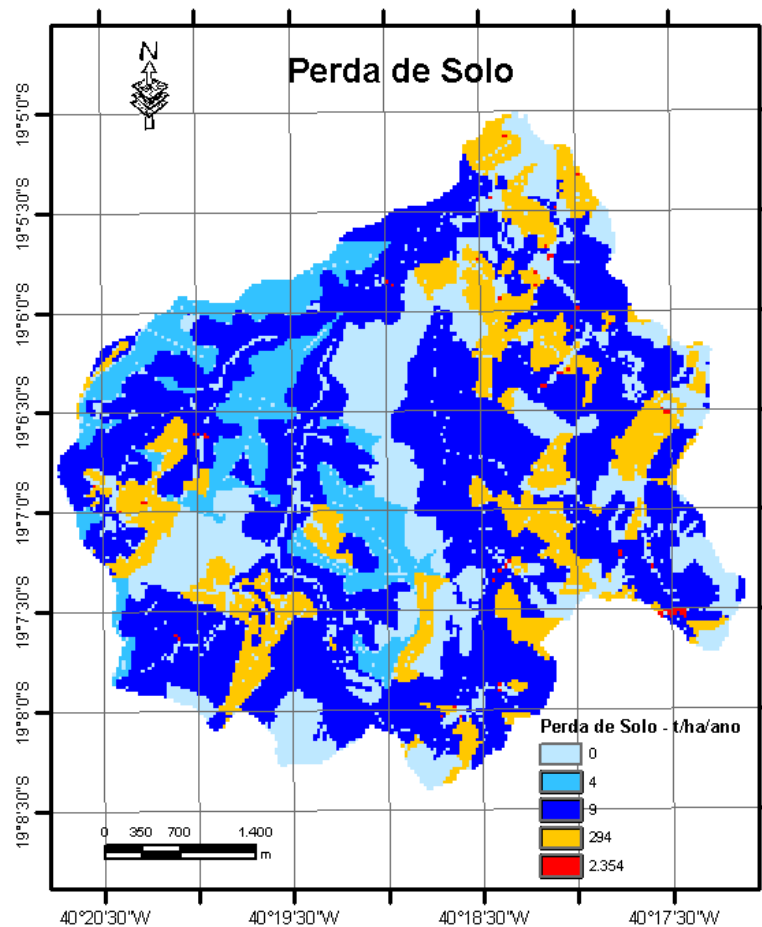


Figura 11 – Espacialização de Perdas de Solo Cenário Atual

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O planejamento conservacionista, é uma prática que deve ser adotada em qualquer propriedade independente do tamanho da mesma e neste momento, cabe aos órgãos públicos fomentar e disseminar a idéia.

A E.U.P.S., aliada aos Sistemas de Informações Geográficas, mostra ser uma poderosa e ao mesmo tempo simples ferramenta a serviço do planejamento, visando a conservação do solo. Os Sistemas de Informações Geográficas, permitem uma rápida simulação de cenários, propiciando assim um planejamento escalonado e por período, isto porque em um planejamento conservacionista, a primeira variável que deve ser observada é a precipitação e a época de maior intensidade, isto pensando num planejamento para proteção do solo.

Analisando os dados da pesquisa, podemos ver que a bacia em estudo apresenta um fator de erosividade igual a 9.258,1 MJ/ha/mm/ha, isto é um valor alto, porém dentro das médias esperadas para o Brasil.

A bacia estudada possui a maior intensidade de precipitação entre os meses de Novembro e Janeiro, com o uso do solo ordenado, ocorrerá a minimização do impacto das gotas da chuva e como conseqüência a perda de solo será reduzida.

O Sistema de Informações Geográficas aliado a E.U.P.S., pode contribuir de forma decisiva para a escolha do uso do solo de uma propriedade, veja o exemplo da pesquisa, onde com a simulação de um cenário alternativo de uso, foi possível obter uma redução de 9,54% nas perdas de solo o que para a área representa aproximadamente 253 t/ha/ano de solo que esta deixando de ser carregado para os mananciais hídricos.

Analisando a tabela de perdas de solo, verifica-se que o fator LS, que indica a contribuição do relevo nas perdas de solo por erosão hídrica laminar, possui participação significativa no processo erosivo, assim como os fatores C e P que tratam respectivamente do uso e manejo e das práticas conservacionistas, onde

uma simples alteração nestes fatores pode proporcionar uma economia de solo considerável.

Os dados analisados evidenciam que para o controle do processo erosivo laminar é necessário a readequação do uso da terra, que pode ser realizado de duas formas básicas: a primeira delas é pela readequação de uso, adotando-se coberturas que sejam capazes de proteger o solo adequadamente; e a outra é a adoção de práticas conservacionistas mecânicas que fragmentem o comprimento de rampa e diminuam o espaço de escoamento superficial da água.

As hipóteses levantadas inicialmente para a pesquisa, puderam ser comprovadas durante o desenvolvimento da pesquisa e na análise dos resultados.

Por fim, este trabalho pretende trazer uma contribuição no sentido de demonstrar que é possível fazer um planejamento conservacionista com o uso da E.U.P.S. e ao mesmo tempo chamar a atenção para a necessidade de se por em prática planos que visem a regeneração das preservações permanentes, não só visando a redução da perda de solo mas também por todas as razões já expostas anteriormente.

8. REFERÊNCIAS

ARAUJO JR. G. J. L. D., **Aplicação dos Modelos EUPS e MEUPS na bacia do Ribeirão Bonito (SP) através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento**, São José dos Campos: INPE, 1997, 122p..

APREMAVI – Associação de Preservação do Meio Ambiente do Alto Vale do Itajaí, Rio do Sul (SC), **Planejando Propriedades e Paisagens**, 2005, 50p..

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do Solo**. São Paulo: Ícone, 1995. 355 p.

DADALTO, Gilmar Gusmão; BARBOSA, Celso Alves & SARTORI, Mario, **Aptidão Florestal das Terras do Estado do Espírito Santo**, Vitória, 1992. 16p.

EMBRAPA , Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ), **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, Brasília, EMBRAPA, Produção de Informação, Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 1999, 412p.

FATOR GIS. **Definições Técnicas**,

http://www.fatorgis.com.br/geoproc/define_tecn.shtml (05 Nov. 2005)

FUJIHARA, A. K. , **Predição de Erosão e capacidade de Uso do Solo Numa Microbacia do Oeste Paulista Com Suporte de Geoprocessamento**, Dissertação de Mestrado em Ciências do Solo, Piracicaba, 2002, 118p.

GAMEIRO, M. G. , **Avaliação de métodos para obtenção dos fatores “L” e “S” da EUPS numa microbacia, via geoprocessamento e banco de dados**, Dissertação de Mestrado em Sensoriamento Remoto, São José dos Campos:INPE, 1997, 116p.- (INPE-9555-TDI/831).

GUERRA, Antonio Teixeira, **Novo Dicionário Geológico - Geomorfológico** / Antonio Teixeira Guerra e Antonio José Teixeira Guerra – 3ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003, 652p..

LARIOS, M. B., **Resumo Histórico de Modelagem da Erosão**, Disponível em: <http://www.drenagem.uf.br/06erosão-08-modelagemrest.htm>, acesso em 04/09/2003.

MACHADO, R. E. , **Simulação de Escoamento e Produção de Sedimentos em Uma Microbacia Hidrográfica Utilizando Técnicas de Modelagem e Geoprocessamento**, Tese de Doutorado em Agronomia, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2002, 126p.

MANFRINATO, Warwick, **Áreas de Preservação Permanente e Reserva Legal no Contexto da Mitigação das Mudanças Climáticas**, Rio de Janeiro, The Nature Conservancy, Piracicaba, Plant. Planejamento e Ambiente Ltda, 2005, 65p.

MARTINS, S. G. , **Erosão Hídrica em Povoamento de Eucalipto Sobre Solos Coesos nos Tabuleiros Costeiros, ES**, Tese de Doutorado em Agronomia, UFLA, Lavras, 2005, 106p.

MARQUES, J. Q. A.; BERTONI, J. & BARRETO. G. B., **Perdas Por Erosão no Estado de São Paulo**. Bragantina, Campinas, 1961, 110p.

ROCHA, Haroldo C. e MORANDI, Ângela (1991), **Geografia do Espírito Santo**, Cap. 2, Antecedentes: Crise Agrícola e Industrialização 1955/1975.

Secretaria de Agricultura do Estado do Espírito Santo, **SEAG, Rumos da Agricultura Capixaba**, Plano de Ação 2000 – 2003, 1999, 71p.

Universidade Federal do Espírito Santo, Biblioteca Central, **Normatização e Apresentação de trabalhos Científicos e Acadêmicos: Guia para Alunos, Professores e Pesquisadores da UFES/ Universidade Federal do Espírito Santo**, Biblioteca Central, 6ª ed. Ver. E ampl., Vitória, A Biblioteca, 2002, 60p.

9. GLOSSÁRIO

APARADOS – Denominação regional do sul do Brasil para os abruptos, que por vezes são quase verticais, da serra Geral. No trecho em que esta serra se aproxima do litoral, como é o caso de Torres, os “aparados”, isto é os cortes a pique, no *trapp*, se observam com maior destaque.

CUESTA – Forma de relevo dissimétrico constituída por uma sucessão alternada das camadas com diferentes resistências ao desgaste e que se inclinam numa direção, formando um declive suave no reverso, e um corte abrupto ou íngreme na chamada *frente de cuesta*.

ENERGIA CINÉTICA – è a energia devida ao movimento translacional de um corpo. No que diz respeito à energia da chuva, ela esta relacionada com sua intensidade, pois é a energia do número total de gotas de um evento chuvoso. As maiores energias cinéticas pertencem a intensidades entre 50 e 100 mm/h, com maior percentagem de gotas com diâmetros superiores a 4mm. A energia cinética esta relacionada com a intensidade de chuva, sendo função da sua duração, massa e tamanho da gota.

ESTÁGIO INICIAL – Fisionomia herbáceo / arbustiva de porte baixo, com cobertura vegetal variando de fechada a aberta; espécies lenhosas com distribuição diamétrica de pequena amplitude; epífita, trepadeiras, serrapilheira, diversidade biológica variável com poucas espécies arbóreas; ausência de sub-bosque e a área basal considerando indivíduos com DAP (Diâmetro a Altura do Peito), maior ou igual a 10 cm poderá variar de 02 a menor que 10 m²/ha.

ESTÁGIO MÉDIO – Fisionomia arbórea e ou arbustiva predominando sobre a herbácea; cobertura arbórea variando de aberta a fechada, com ocorrência de indivíduos emergentes; a área basal, considerando os indivíduos com DAP maior ou igual a 10 cm. Poderá variar de 10 a menor que 18 m²/ha.

FALÉSIAS – Termo usado indistintamente para designar as formas de relevo litorâneo abruptas ou escarpadas ou, ainda, desnivelamento de igual aspecto no interior do continente.

FRENTE DE CUESTA – Parte da *cuesta* que corresponde a vertente abrupta.

ITAIMBÉS – Denominação dada para os grandes abruptos da Serra Geral no sul do Brasil, mesmo que *aparados*.

MOSQUEADO – Pontos ou manchas de cor ou tonalidades diferentes entremeadas com a cor dominante da matriz de um horizonte do solo. Pode ocorrer em vários horizontes ou camadas de solo, especialmente em zonas de flutuação do lençol freático (drenagem imperfeita), podendo ser também decorrente de variações no material de origem

RESTITUIÇÃO AEROFOTOGRAFAMÉTRICA – Processo através do qual, obtém-se feições que representam os acidentes topográficos do relevo em estudo, a partir de fotografias aéreas apoiadas por pontos materializados em solo, com coordenadas planimétricas e altimétricas conhecidas

10. ANEXOS

10.1. TIN

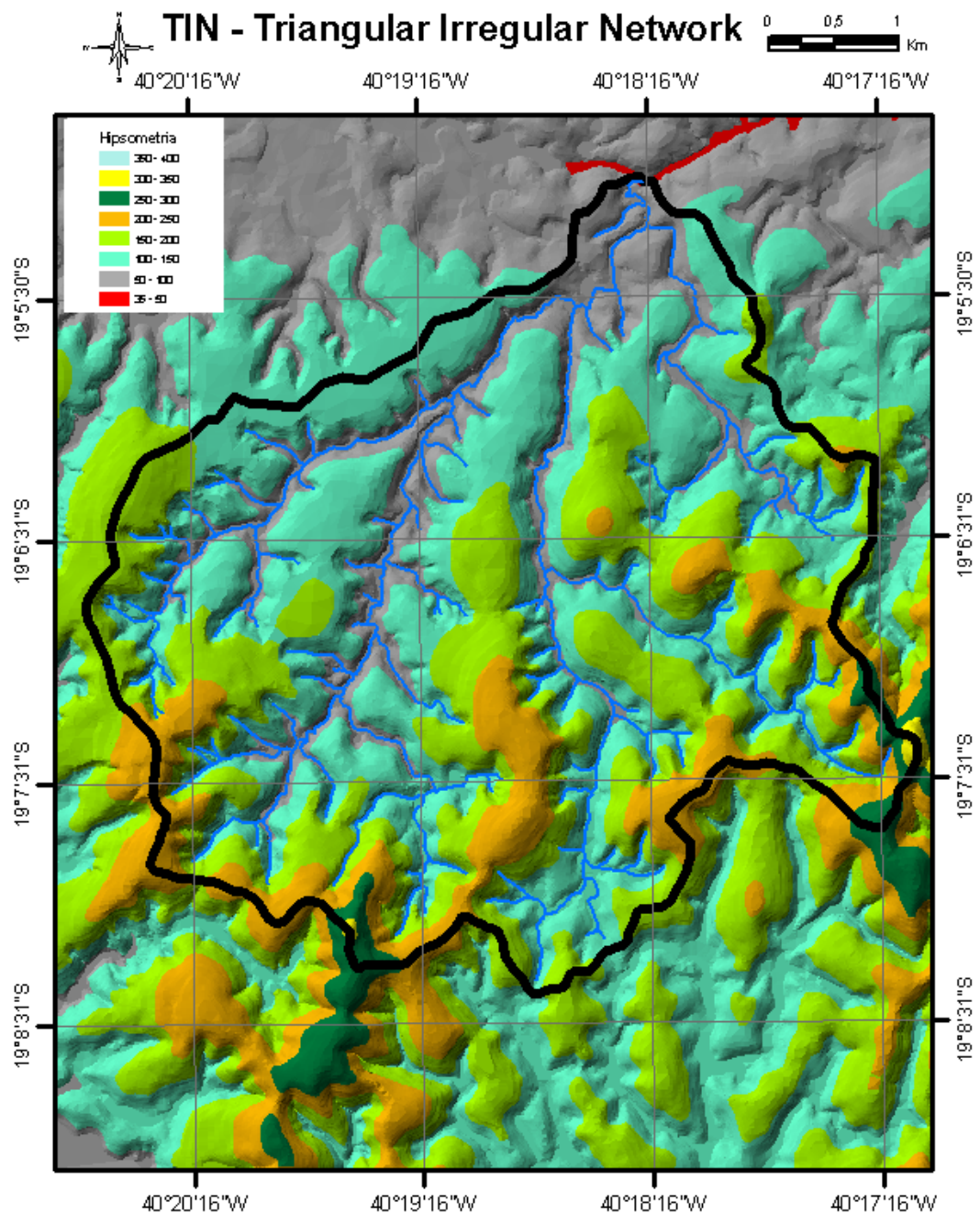


Figura 12 - Modelo TIN para a Bacia

10.2. Precipitação média mensal (Período de 30 anos)

PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL												
ANO / MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
1997	0,0	90,8	206,3	43,6	40,8	0,0	23,9	11,7	11,2	77,2	103,8	163,0
1998	72,2	0,0	107,4	64,3	6,7	7,6	9,1	6,0	9,3	192,4	167,2	143,1
2003	149,2	40,1	27,6	98,3	48,8	6,1	76,7	39,8	31,8	45,1	90,0	234,9
1988	152,7	17,4	139,8	34,7	18,6	50,6	36,2	41,8	36,1	127,6	132,8	198,0
1996	18,8	0,0	125,0	68,2	27,3	30,1	15,6	7,4	96,8	133,2	289,7	185,7
1999	0,0	16,6	113,4	74,9	19,2	18,3	49,3	19,5	113,5	85,1	337,6	156,9
1986	131,0	60,4	35,1	55,8	72,2	44,4	69,0	114,2	48,6	47,9	183,1	148,7
1981	196,8	87,3	164,9	64,1	70,0	58,4	50,5	23,2	7,1	225,6	0,0	59,9
2002	97,4	66,5	89,8	112,5	83,8	59,2	44,0	53,9	162,8	24,1	106,7	124,0
1990	9,4	73,0	29,4	78,2	24,2	32,4	49,0	96,4	43,6	225,9	196,0	188,0
1985	0,0	0,0	81,8	54,9	41,6	3,6	29,2	38,4	72,1	205,7	284,4	235,0
1993	213,4	57,4	10,4	207,6	97,7	70,4	24,8	33,1	37,2	37,5	84,5	211,0
1979	446,7	0,0	164,4	49,5	13,8	26,0	9,6	40,5	29,2	33,2	125,2	177,7
1978	66,0	125,6	81,8	76,7	41,4	41,1	158,7	82,9	82,9	139,8	130,8	99,1
1987	70,6	57,0	320,5	52,4	1,8	8,2	21,6	13,0	60,7	21,8	251,5	265,4
1989	27,6	22,4	49,7	35,4	72,4	85,8	13,0	140,8	32,0	50,2	297,2	338,7
1976	62,3	139,5	49,2	37,2	74,7	8,7	97,9	9,4	134,9	170,4	257,5	229,7
2000	95,9	93,4	171,4	113,9	39,2	26,9	70,4	38,2	98,0	25,2	250,8	292,8
1977	160,2	89,2	29,6	113,5	101,1	27,7	25,5	2,8	47,5	140,7	371,8	204,7
1995	4,4	7,2	174,5	155,4	51,6	7,2	160,9	71,4	77,6	112,8	152,6	365,7
1994	209,4	86,8	382,1	117,0	83,2	80,5	65,6	6,0	28,0	75,0	159,0	68,0
1982	497,1	94,8	160,9	101,5	98,3	10,2	68,2	54,1	15,9	41,9	110,8	109,8
1984	64,4	117,1	108,1	104,3	39,6	85,6	26,9	98,6	188,6	146,8	63,6	354,6
1991	128,6	136,7	221,1	56,9	118,3	81,0	107,2	71,1	67,6	97,8	230,8	101,0
1980	328,4	185,4	91,0	183,3	64,7	13,3	38,3	32,2	9,3	40,2	202,8	320,5
2001	70,0	37,9	67,4	31,5	147,4	39,8	24,8	61,9	89,8	180,3	593,3	184,5
2004	282,3	120,7	131,9	305,8	54,3	90,1	99,0	17,9	9,9	106,1	115,7	239,5
2005	168,1	271,2	116,2	97,0	139,4	181,2	43,6	66,5	65,6	20,4	355,6	111,5
1983	316,7	197,3	123,9	57,6	67,1	3,9	21,2	11,4	201,4	157,2	251,0	287,3
1992	377,1	134,4	144,4	45,6	57,4	104,4	78,2	76,2	154,2	226,1	256,5	326,8

Tabela 13 - Precipitação Média

10.3. Erosividade Mensal, Anual e Média do Período (30 Anos).

EROSIVIDADE MENSAL													E. ANUAL
ANO / MÊS	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ	
1997	0,0	677,4	1590,7	304,2	282,0	-40,6	148,4	51,9	48,0	569,9	780,2	1248,3	5660,6
1998	530,3	0,0	808,7	467,9	12,4	19,5	31,4	6,9	33,0	1480,8	1281,6	1091,0	5763,4
2003	1139,2	276,5	177,7	736,7	345,3	7,7	565,9	274,1	210,9	316,1	671,1	1816,9	6538,1
1988	1166,9	97,0	1064,9	233,8	106,5	359,5	245,7	290,0	244,9	968,4	1009,5	1525,1	7312,2
1996	108,1	0,0	947,9	498,7	175,5	197,7	82,8	17,9	724,9	1012,7	2250,2	1427,8	7444,2
1999	0,0	90,7	856,1	551,7	111,2	104,1	349,3	113,6	856,9	632,4	2629,0	1200,1	7495,1
1986	995,3	437,0	237,0	400,7	530,3	310,8	505,0	862,5	343,7	338,2	1407,3	1135,3	7503,0
1981	1515,6	649,7	1263,4	466,3	512,9	421,2	358,8	142,9	15,6	1743,4	0,0	433,1	7522,8
2002	729,6	485,3	669,5	849,0	622,1	427,5	307,4	385,9	1246,8	150,0	803,2	940,0	7616,1
1990	33,8	536,7	191,9	577,8	150,8	215,6	346,9	721,7	304,2	1745,7	1509,3	1446,0	7780,4
1985	0,0	0,0	606,3	393,5	288,4	-12,1	190,3	263,1	529,6	1586,0	2208,3	1817,7	7871,0
1993	1646,9	413,3	41,7	1601,0	732,0	516,1	155,5	221,2	253,6	256,0	627,6	1627,9	8092,7
1979	3491,7	0,0	1259,4	350,8	68,5	165,0	35,3	279,7	190,3	222,0	949,4	1364,6	8376,8
1978	481,3	952,6	606,3	565,9	286,8	284,4	1214,3	615,0	615,0	1064,9	993,7	743,1	8423,2
1987	517,7	410,1	2493,8	373,8	26,3	24,3	130,2	62,2	439,4	131,8	1948,2	2058,1	8615,9
1989	177,7	136,6	352,4	239,3	531,9	637,9	62,2	1072,8	212,5	356,4	2309,5	2637,7	8726,9
1976	452,1	1062,5	348,5	253,6	550,1	28,2	733,6	33,8	1026,1	1306,9	1995,6	1775,8	9566,7
2000	717,8	698,0	1314,8	860,1	269,4	172,1	516,1	261,5	734,4	158,7	1942,6	2274,7	9920,1
1977	1226,2	665,0	193,5	856,9	758,9	178,5	161,1	18,4	335,0	1072,0	2899,4	1578,1	9943,0
1995	5,8	16,4	1339,3	1188,2	367,4	16,4	1231,7	524,0	573,0	851,4	1166,1	2851,2	10131,0
1994	1615,3	645,8	2980,9	884,6	617,3	596,0	478,2	6,9	180,8	552,5	1216,7	497,1	10272,0
1982	3890,2	709,1	1231,7	762,0	736,7	40,1	498,7	387,2	85,2	290,7	835,6	827,7	10294,9
1984	468,7	885,4	814,2	784,2	272,6	636,3	172,1	739,1	1450,8	1120,2	462,3	2763,4	10569,3
1991	976,3	1040,4	1707,8	409,4	894,9	599,9	807,1	521,6	494,0	732,8	1784,5	758,1	10726,7
1980	2556,2	1425,5	679,0	1408,9	471,0	64,6	262,3	214,0	33,0	277,3	1563,1	2493,8	11448,6
2001	512,9	259,1	492,4	208,5	1125,0	274,1	155,5	448,9	669,5	1385,1	4650,9	1418,4	11600,5
2004	2191,7	913,9	1002,4	2377,5	388,8	671,9	742,3	101,0	37,7	798,4	874,3	1853,3	11953,1
2005	1288,7	2103,9	878,3	726,4	1061,7	1392,3	304,2	485,3	478,2	120,7	2771,3	841,1	12452,1
1983	2463,7	1519,6	939,2	414,9	490,0	9,7	127,1	49,6	1552,0	1202,5	1944,2	2231,2	12943,7
1992	2941,3	1022,2	1101,3	320,0	413,3	785,0	577,8	562,0	1178,8	1747,3	1987,7	2543,6	15180,2
EROSIVIDADE MÉDIA DO PERÍODO													9258,1

Tabela 14 - Erosividade Média

10.4. Identificação de Solos – Símbolos Alfabéticos Utilizados

SIMBOLOS ALFABÉTICOS UTILIZADOS		
1º NÍVEL	2º NÍVEL	3º NÍVEL
A - ALISSOLOS	A - AMARELO	a - Alumínico
	AC - ACINZENTADO	af - Aluminoférrico
P - ARGISSOLO	B - BRUNO	b - Argila Ativa Baixa
	C - CRÔMICO ou CROMADO	c - Concrecionário
C - CAMBISSOLOS	D - RÊNDZICO	d - Distrófico
	E - EBÂNICO	df - distroférrico
M - CHERNOSSOLOS	F - PÉTRICO	e - Eutrófico
	G - HIDROMÓRFICO	ef - Eutroférrico
E - ESPODOSSOLOS	H - HÚMICO	f - Férrico
	I - HÍSTICO	m - Fíbrico
G - GLEISSOLOS	J - TIOMÓRFICO	g - Hidromórfico
	K - CÁRBICO	h - Húmico
L - LATOSSOLOS	L - LÍTICO	u - Hiperespesso
	M - MELÂNICO	y - Hênico
T - LUVIOSSOLOS	N - NÁTRICO	i - Hístico
	O - FÓLICO	k - Carbonático
R - NEOSSOLOS	P - HIPOCRÔMICO	l - Lítico
	Q - QUARTZARÊNICO	lf - Litoplíntico
N - NITOSSOLOS	R - REGOLÍTICO	n - Sódico
	S - FERROCÁRBICO	o - Órtico
O - ORGANOSSOLOS	T - ARGILÚVICO	p - Pálico
	U - FLÚVICO	j - Perférrico
S - PLANOSSOLOS	V - VERMELHO	q - Psamítico
	VA - VERMELHO-AMARELO	r - Saprolítico
F - PLINTOSSOLOS	X - HÁPLICO	s - Sáprico
	Y - MÉSICO	t - Argilúvico
V - VERTISSOLOS	Z - SÁLICO	v - Argila Ativa Alta
		w - Ácrico
		wf - Acriférrico
		x - Coeso
		z - Sálico ou Salino

Tabela 15 - Identificação de Solos

10.5. Foto do Povoado de Córrego da Penha

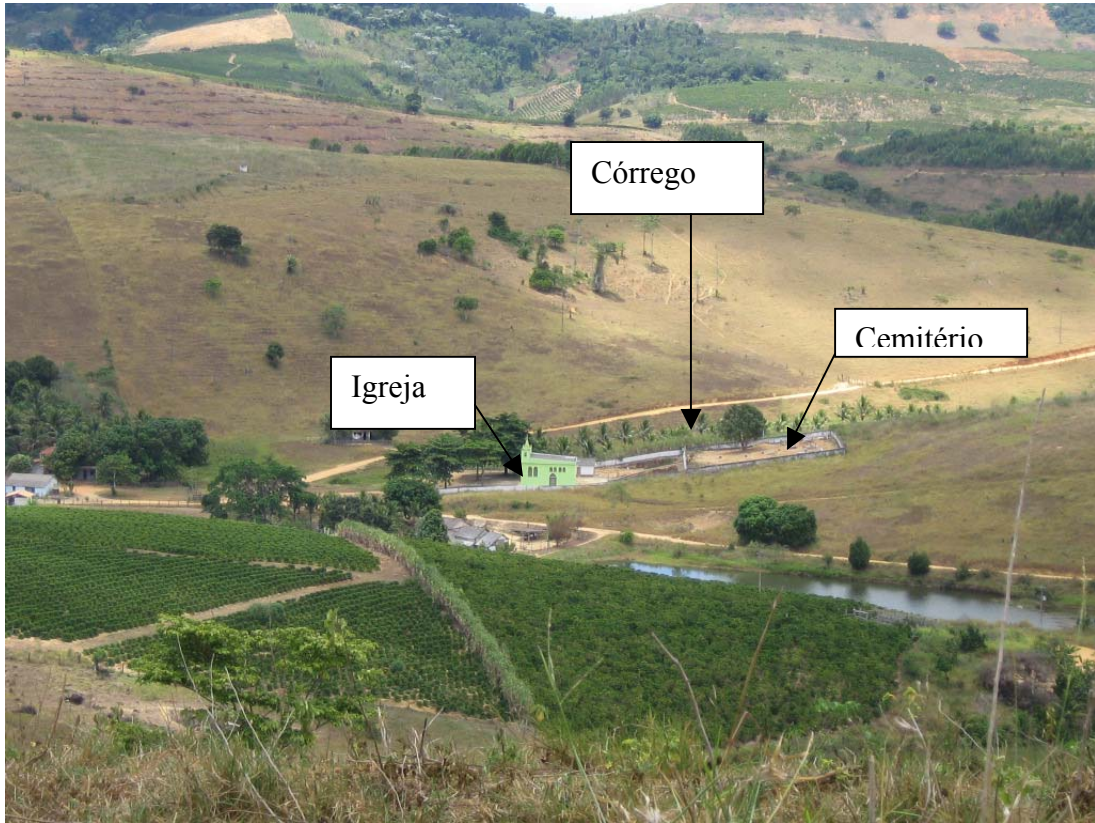


Figura 13 – Lat. 19°08'02" S – Long. 40°18'34" W

10.6. Processo Erosivo em Voçoroca



Figura 14 – Processo Erosivo – Voçoroca – Lat. 19°05'53" S – Long. 40°17'53" W

10.7. Exposição das Faces do Terreno

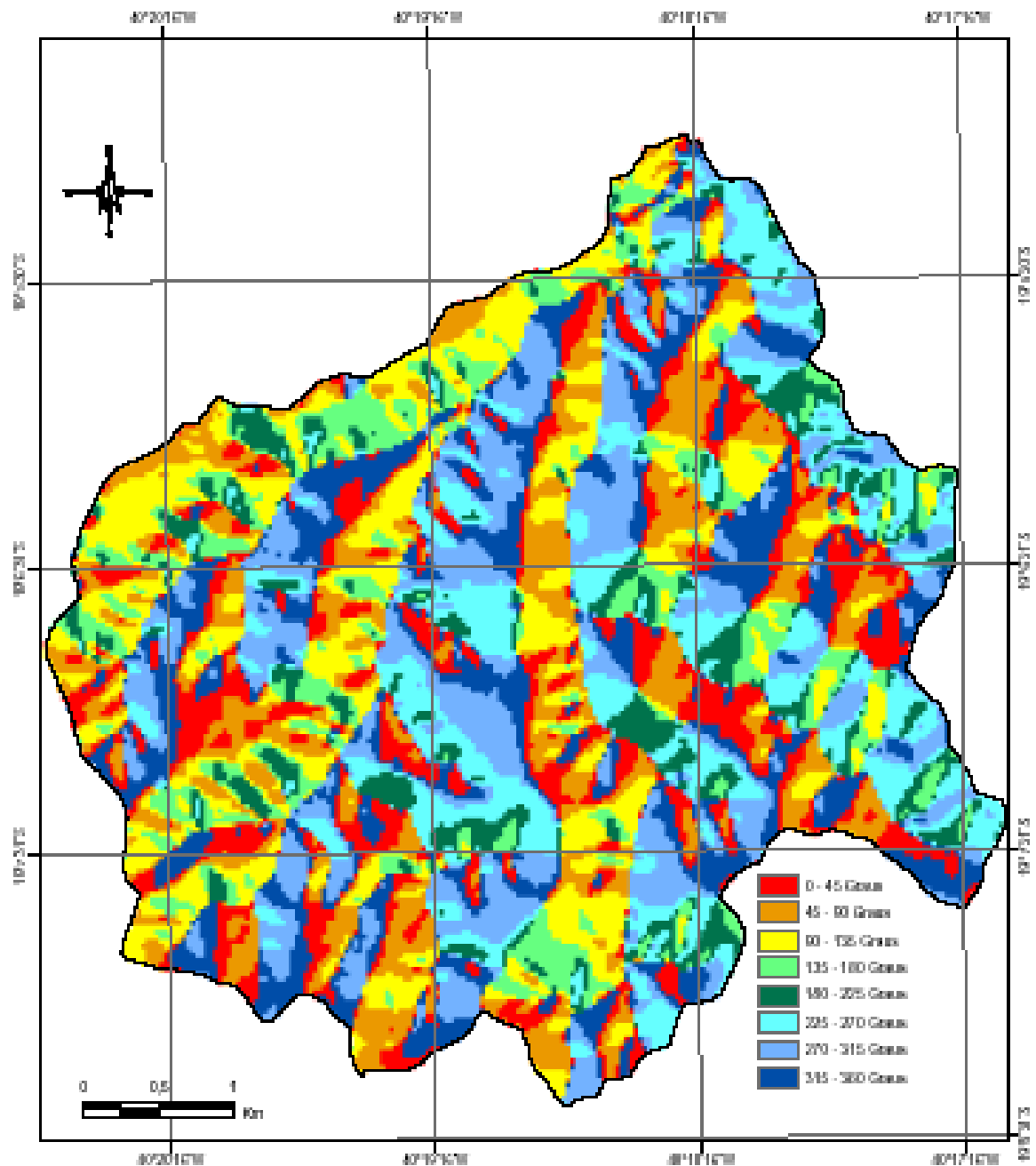


Figura 15 – Mapa de Aspecto

10.8. Foto Aérea Utilizada



Figura 16 – Exemplo de Foto Aérea

10.9. Fluxograma do Método Utilizado Para Obtenção das Bases

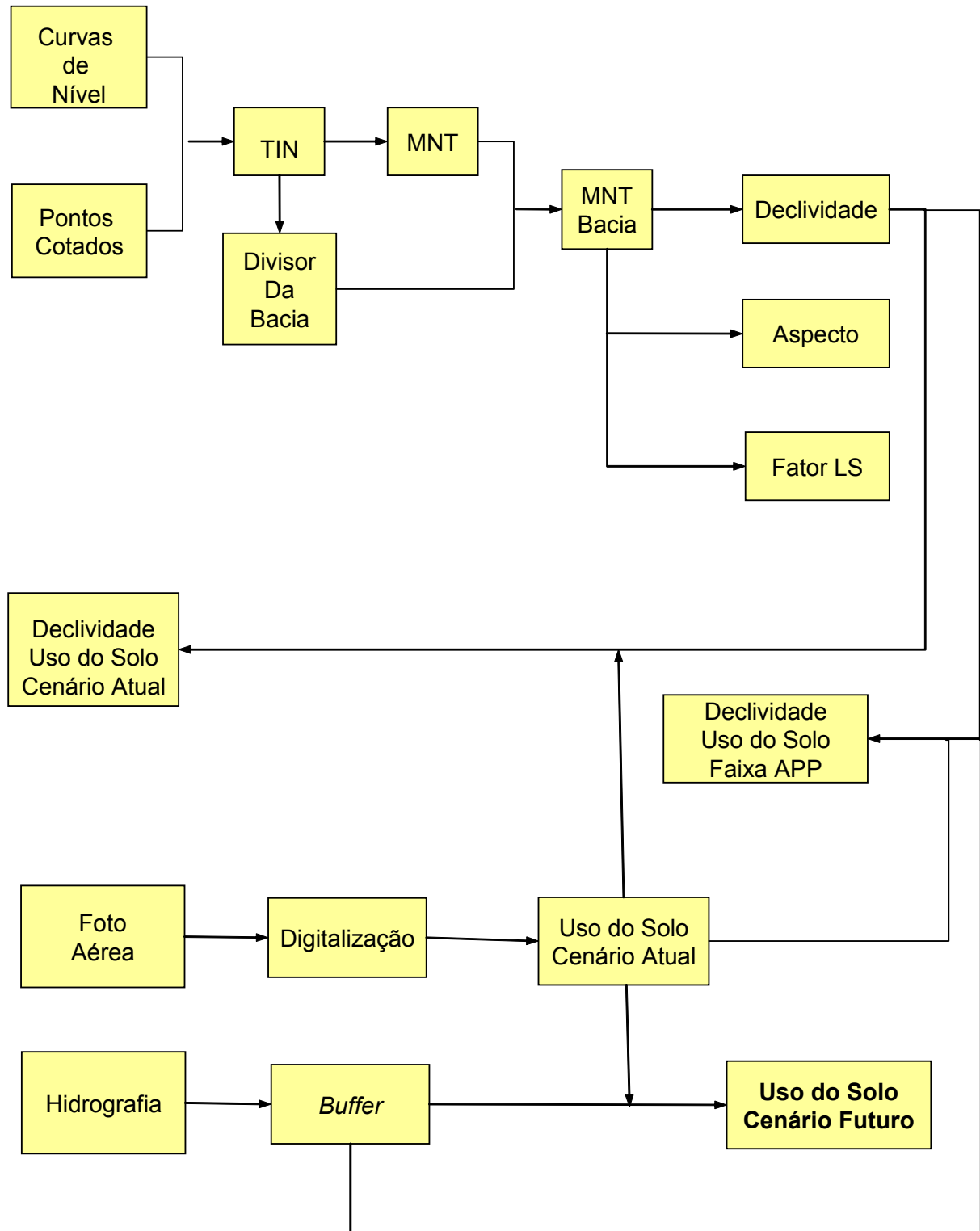


Figura 17 – Fluxo Para Obtenção das Bases