

CAPÍTULO 10

ESTRATÉGIAS DE DETERMINAÇÃO DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA E DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE UTILIZANDO SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS

**Telma Machado de Oliveira Peluzio
Alexandre Rosa dos Santos
Nilton César Fiedler
Maristela de Oliveira Bauer
Giovanni de Oliveira Garcia
João Batista Pavesi Simão
João Batista Esteves Peluzio**

1 Introdução

A preocupação contemporânea com o meio ambiente acentuou-se na medida em que avançou a industrialização das atividades humanas, principalmente pelo fato do uso de fontes energéticas não renováveis e, conseqüentemente, poluentes. Assim, paralelamente ao crescimento industrial, verificou-se aumento nos problemas ambientais, que atingiram visibilidade global na segunda metade do século XIX, passaram a proporções alarmantes no século XX e continuam no XXI.

Praticamente todas as discussões ambientais mundiais chegaram ao Brasil, influenciando a elaboração de instrumentos legais próprios. Tal influência pode ser representada por parágrafo pétreo da Constituição Federal, onde se lê que “todo cidadão tem direito a um ambiente saudável, sendo dever de todos preservá-lo” (BRASIL, 1989).

A aplicação de todo o aparato legal em vigor depende de uma série de ações, de natureza multidisciplinar, especialmente focadas em planejamento, educação e fiscalização (TULLI, 2007). Neste contexto, multivariado, ferramentas de SIG e do sensoriamento remoto minimizam e agilizam o trabalho técnico.

Apesar da aplicabilidade, diferentes informações básicas, exploradas por uma mesma estratégia e por várias pessoas pode levar a resultados discrepantes. Para dimensionar essas discrepâncias, num contexto estatístico, pode-se lançar mão de índices de concordância entre o observado e o real, estabelecendo limites técnicos.

No presente capítulo, compara-se diferentes estratégias de determinação do uso e ocupação da terra e de Áreas de Preservação Permanente (APPs) utilizando Sistemas de Informações Geográficas (SIGs) aplicadas a aerofotos digitais com resolução espacial de 1 m (cenário 01) e a imagens do satélite *GEOEYE*, com resolução espacial de 0,5m (cenário 02).

2 Metodologia

2.1 Área de estudo

A área de estudo corresponde à sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, afluente do rio Itapemirim, situada no distrito de Rive, município de Alegre-ES (Figura 1), localizada entre as coordenadas 41°24'55" e 41°31'50" Oeste e 20°44'39" e 20°54'30" Sul, DATUM - WGS 84, Fuso 24K.

A sub-bacia, com área total de 13,17 m² e 771,87 km de perímetro, envolve propriedades rurais, parte da fazenda do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo (Ifes - *campus* de Alegre) e parte da zona urbana do distrito de Rive.

A temperatura média anual é de 24 °C com pluviosidade média anual de 1.200 mm (INMET, 2010). Segundo classificação de Köppen, o clima é tipo Cwa (Inverno seco e Verão chuvoso). A hidrografia é constituída por uma rede de drenagem densa e diversificada, formando rios encaixados e algumas cachoeiras.

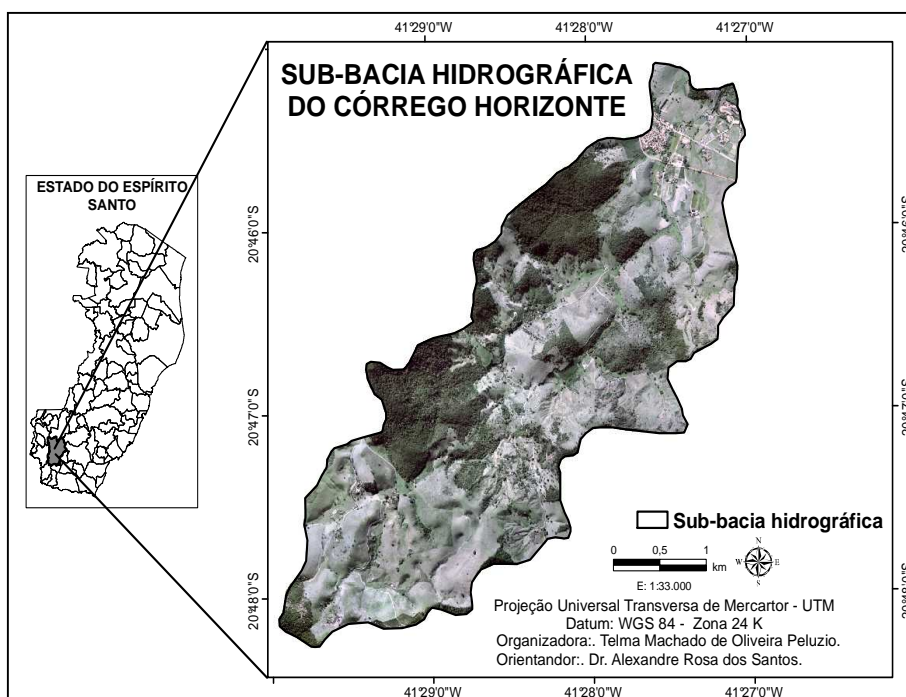


Figura 1. Sub-bacia do córrego Horizonte, Alegre-ES.

2.2 Materiais utilizados

Utilizou-se aerofotos na escala de 1:35.000 (representativas do Cenário 01, obtidas em 2007 e disponibilizadas pelo IEMA) e imagem do Satélite *GEOEYE*, com resolução

espacial de 0,50 m (representativa do Cenário 02 e disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Alegre). Também foram utilizadas cartas do IBGE na escala de 1:50.000 (folhas: SF24VIV4, 1977). Para análise dos dados, foi utilizado o aplicativo computacional *ArcGIS 9.3/ArcINFO*.

A metodologia adotada foi dividida em etapas, aplicadas nos dois cenários, sendo elas: mosaicação e fotointerpretação das classes de uso da terra; determinação das APPs (no entorno de nascentes, ao longo dos cursos d'água, em locais com declividade igual ou superior a 45 graus e na linha de cumeada e no terço superior do topo de morros); comparação de erros pelo DG e índice Kappa (K) e; análise ambiental dos impactos antropogênicos contidos dentro das APPs.

2.3 Mosaicação e fotointerpretação

A fotointerpretação foi realizada com digitalização em tela na escala 1:2.000, identificando 27 classes de uso para ambos os cenários, em composição colorida normal e falsa-cor, respectivamente, conforme o fluxograma (Figura 2).

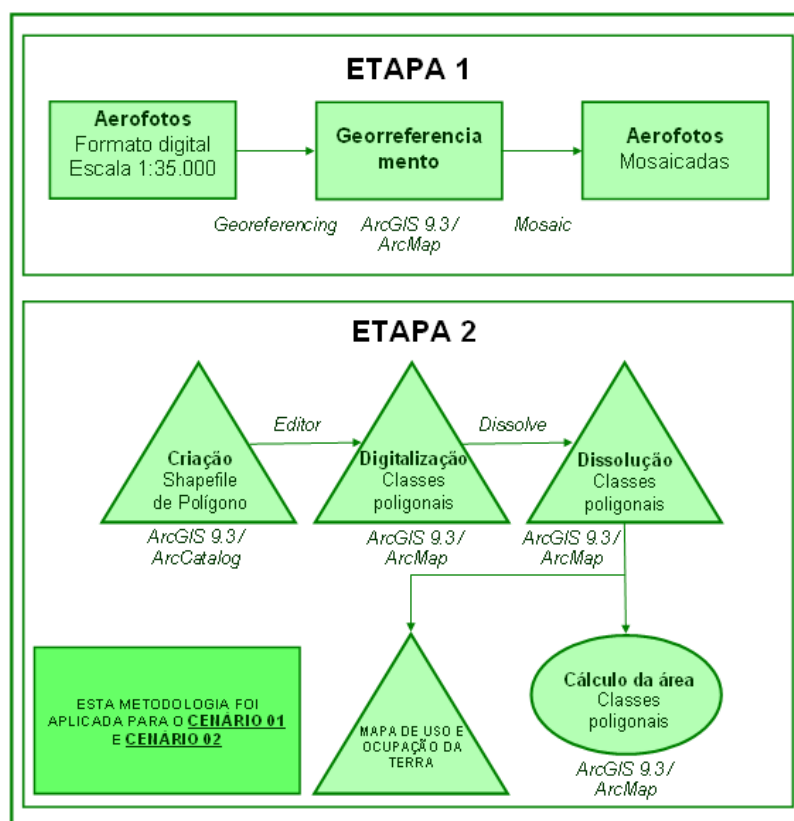


Figura 2. Fluxograma referente à mosaicação das imagens e geração do mapa de uso da terra para os cenários 01 e 02.

2.4 Determinação das APPs

Devido ao nível de detalhamento que envolve a determinação das APPs, realizou-se uma subdivisão para determinação de cada grupo de APP e posterior junção das áreas determinadas, sem sobreposição.

Para delimitação de APPs ao longo dos cursos d'água e no entorno de nascentes para os cenários 01 e 02, aplicou-se os critérios da legislação vigente no código florestal brasileiro (BRASIL, 1965) regulamentado pela resolução CONAMA nº 303 (CONAMA, 2002).

A metodologia utilizada para a delimitação das APPs de curso d'água (ETAPA 1) e nascentes (ETAPA 2), para os cenários 01 e 02, encontra-se na Figura 3.

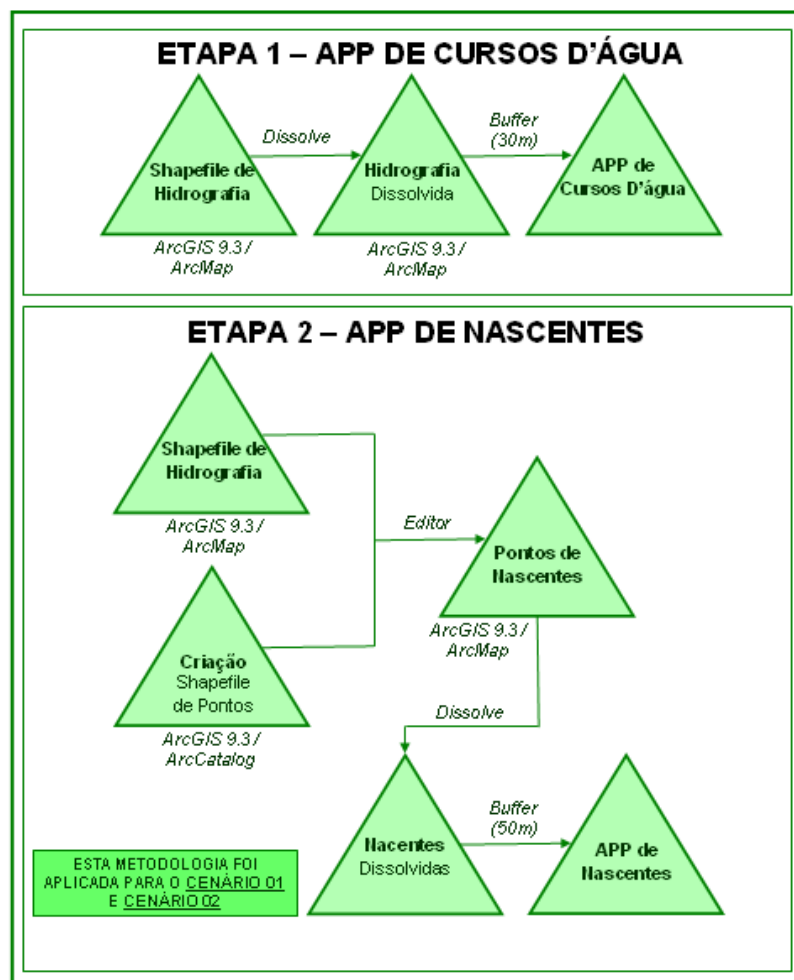


Figura 3. Fluxograma da metodologia utilizada para a delimitação das APPs de curso de curso d'água (ETAPA 1) e nascentes (ETAPA 2) para os cenários 01 e 02.

A delimitação de APPs de declividade da sub-bacia para os cenários 01 e 02, foi possível mediante a utilização das curvas de nível com equidistância vertical de 20m, e a geração do Modelo Digital de Elevação Hidrologicamente Consistente (MDEHC), com

resolução espacial de 2 m, fundamental para a elaboração do mapa vetorial de APP de declividade (Figura 4).

Para delimitação de APPs de linha de cumeeada e topo de morro, adotou-se a metodologia proposta por Hott et al (2005), mostrada na Figura 5.

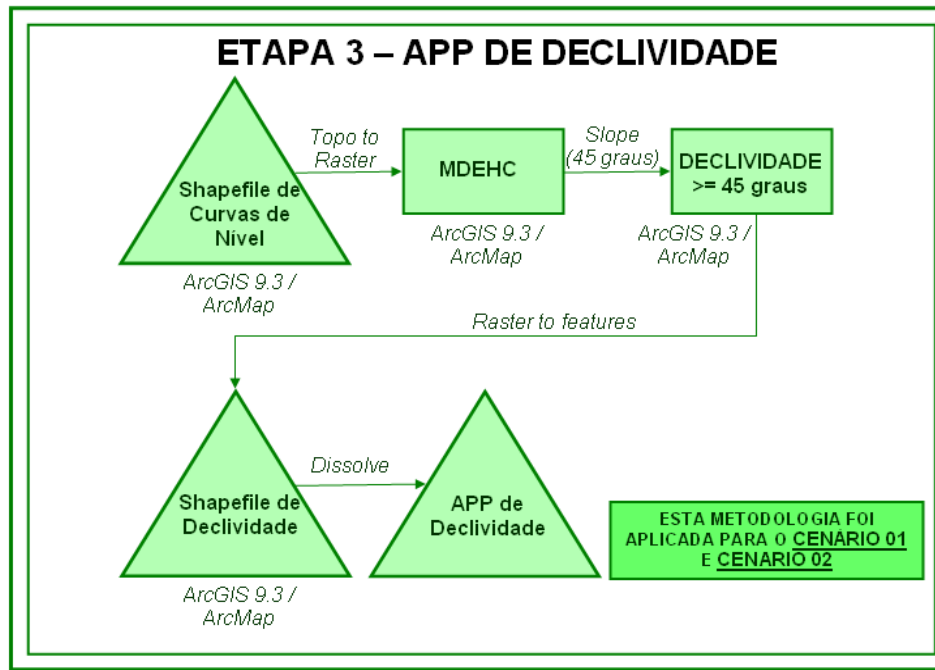


Figura 4. Fluxograma da metodologia utilizada para a delimitação das APPs de declividade para os cenários 01 e 02.

Após aquisição dos dados no formato digital, alocou-se 06 amostras em campo, com área de 6.400 m²/parcela, por meio de espacialização sistemática, tendendo ao eixo diagonal da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte. Cada parcela possuía o formato de uma matriz 4X4, representativa da verdade de campo, contendo as classes de uso e ocupação da terra.

Para a demarcação da parcela, primeiramente, localizou-se as coordenadas UTM (X e Y). Da posição central da matriz, fixou-se o esquadro de agrimensor, localizou-se o norte magnético com a bússola; caminhamento pela parcela de 80 x 80m, sempre a partir do ponto central iniciando pelo Norte, posteriormente Leste, Sul e Oeste, anotando o tipo de uso e ocupação da terra existente no local. Esses dados, posteriormente agrupados, constituíram os elementos de análise da matriz de confusão e determinação do cálculo do DG e do K.

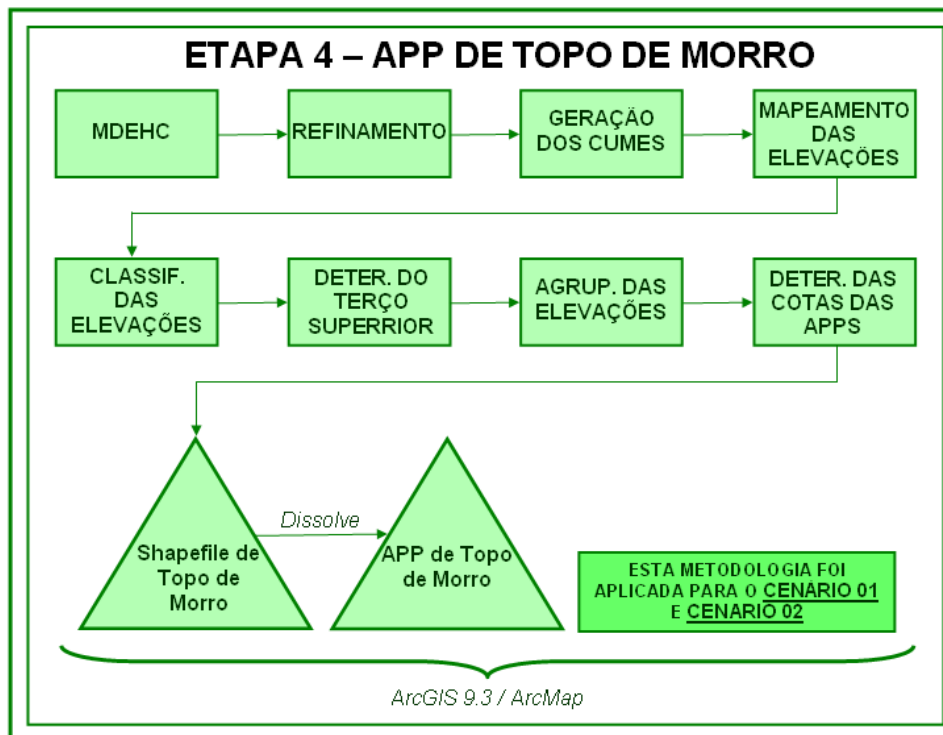


Figura 5. Fluxograma da metodologia utilizada para a delimitação das APPs de linha de cumeada e topo de morro, para os cenários 01 e 02, adaptado de Hott et al. (2005).

2.5 Comparação de erros pelo desempenho global (DG) e índice Kappa (K)

2.5.1 Estimativa do erro pelo DG e K

De posse das áreas e perímetros dos mapas de uso e ocupação da terra realizou-se a comparação estatística entre os sensores sub-orbitais e orbitais (cenários 01 e 02) mediante a análise da matriz de confusão (CONGALTON, 1991).

Os elementos da diagonal principal indicaram o nível de concordância entre os mapas de verdade de campo e o fotointerpretado. Com o propósito de avaliar a precisão dos mapas de uso e ocupação da terra para os cenários 01 e 02, aplicou-se o cálculo do DG e do K.

O DG foi calculado dividindo a soma da diagonal principal da matriz de erros xii, pelo número total de amostras, determinado pela Equação 1.

$$DG = \frac{D}{T} \quad (\text{eq.1})$$

Em que,

D: elementos da diagonal principal e;

T : número total de amostras.

O índice K varia de 0 a 1, e os dados serão mais acurados quanto mais o índice se aproximar de 1. Espera-se que dados possuindo K superior a 0,65 façam parte de banco de dados acurados que possam ser utilizados na prática. O K é representado pela Equação 2.

$$IK = \frac{(D - Q)}{(T - Q)} \quad (\text{eq.2})$$

Em que,

IK : índice de Kappa;

D : soma dos valores da diagonal principal da matriz;

Q : coeficiente entre o erro de Comissão e o erro de omissão;

T : total de “pixels” examinados.

Para determinação do coeficiente entre o erro de comissão e o erro de omissão (Q) utilizou-se a Equação 3.

$$Q = (EO * EC / T + \dots + EOn * ECn / T) \quad (\text{eq.3})$$

Em que,

EO : erro de omissão;

EC : erro de comissão.

2.6 Análises das irregularidades verificadas nas APPs

Determinada as áreas de APPs para os cenários 01 e 02, realizou-se a verificação “*in loco*”, por meio de fotografias digitais e GPS, sobre a real utilização e ocupação da terra. Foram avaliadas as situações em que se encontram as APPs em confronto com a legislação vigente, tendo como foco a variabilidade de classes, relevo e ambientes comumente encontrados na sub-bacia do córrego Horizonte. Realizando-se a quantificação percentual da área de APPs real em relação à exigência legal; bem como o percentual de uso e ocupação da terra que diverge das APPs, localizadas dentro da área total das APPs.

3 Resultado e discussão

O pré-processamento da imagem matricial foi fundamental no processo de fotointerpretação conforme observado na composição colorida normal e falsa-cor da sub-bacia do córrego Horizonte (Figura 6).

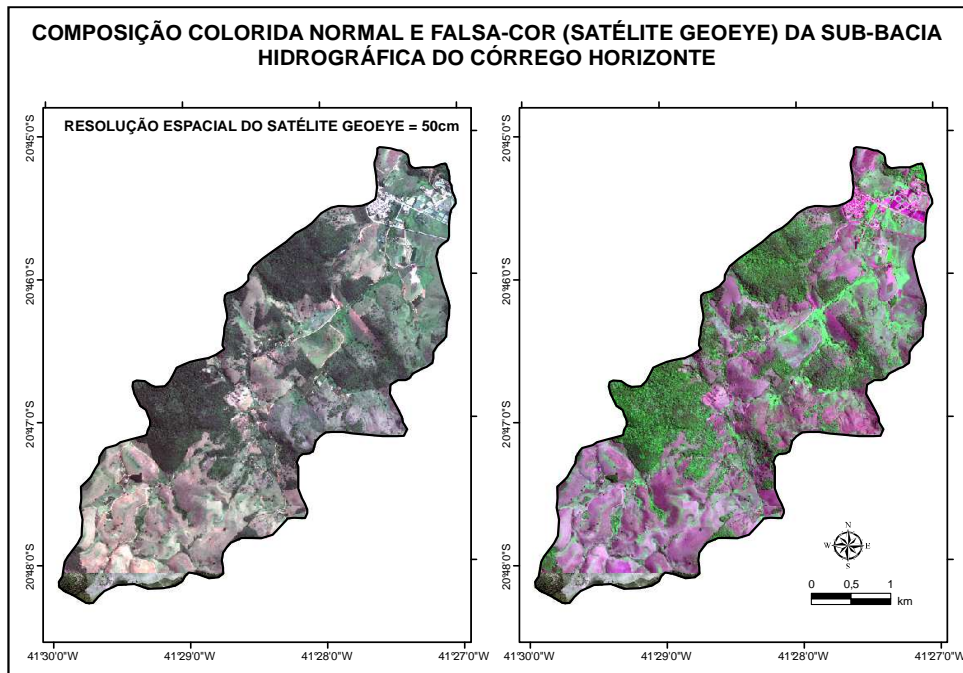


Figura 6. Composição colorida normal e falsa-cor para o cenário 02 para a sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES.

As imagens apresentam diferentes respostas em relação a REM, devido à variação na cobertura sobre a terra. Além disso, as imagens sofrem também influência da vizinhança, que devido à condição e incidência da iluminação poderá ocasionar o sombreamento topográfico, influenciando na fotointerpretação (SANTOS et al., 2010).

A interação da REM com a vegetação produz vários efeitos em função da composição RGB e em falsa cor (figura 6). Na faixa do visível, a pigmentação das folhas é predominante, sendo a maior parte absorvida e o restante refletido, havendo maior influência da clorofila, diretamente associado à capacidade de absorção de água pela planta, em que a maior reflectância implica num menor teor de umidade. Quanto maior o teor de água no cenário, maior absorção, menor reflectividade.

A aplicação da falsa-cor permitiu solucionar algumas dificuldades de fotointerpretação, principalmente em relação à similaridade de alguns usos e ocupação da terra, destacadamente os matizes de cores formados pelos tons de verde, promovidos pelo índice de área foliar e teor de água da vegetação e, ou, do solo.

No processo de fotointerpretação, foram identificadas 27 classes de uso e ocupação da terra, para os cenários 01 e 02 (Figura 7). Enquanto na tabela 1, encontram-se os valores referentes à área e os percentuais de cada classe de uso e ocupação da terra.

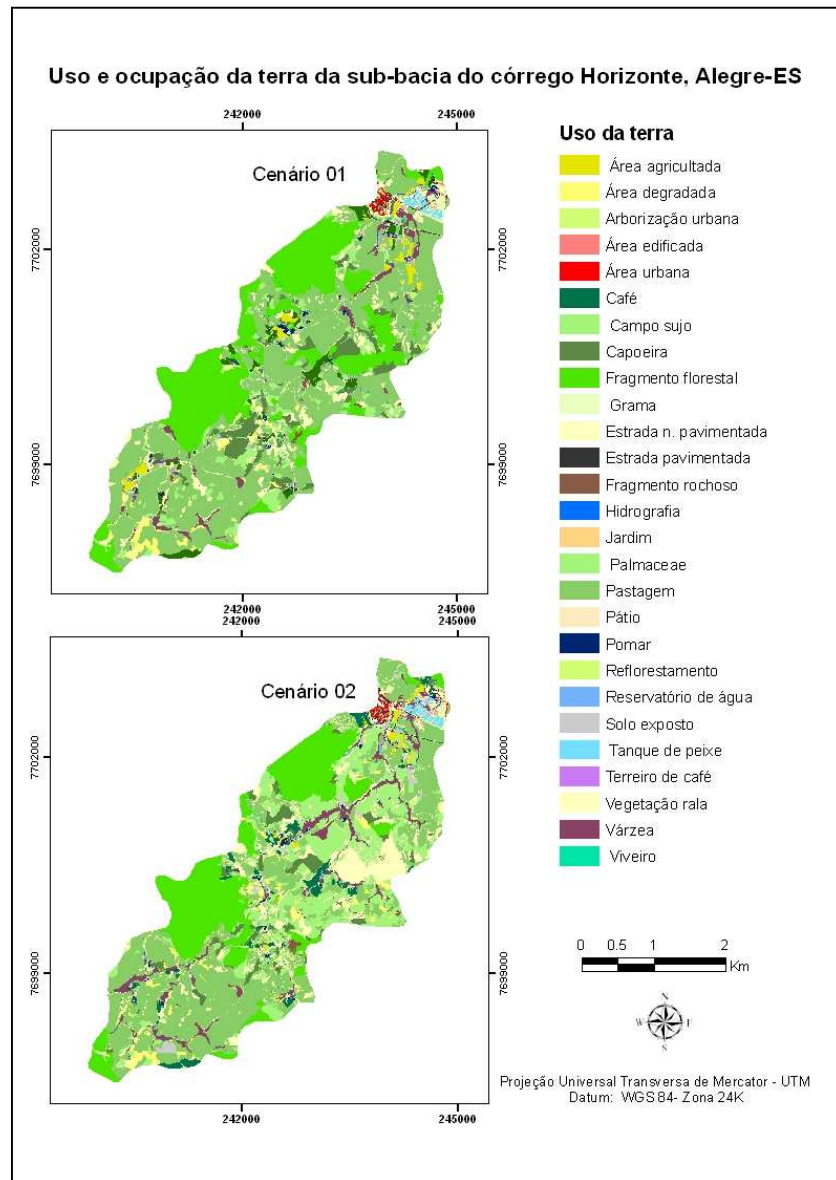


Figura 7. Uso e ocupação da terra da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES, considerando o cenário 01 e 02.

As imagens utilizadas no estudo foram obtidas por equipamentos que possuem diferentes resoluções, interferindo diretamente na qualidade da fotointerpretação e na quantificação das áreas de uso e ocupação da terra.

Tabela 1. Comparação das áreas das classes amostrais de uso e ocupação da terra entre os Cenários 01 e 02

Classes	Área (ha) Cenário 01	Área (ha) Cenário 02	Porcentagem Cenário 01	Porcentagem Cenário 02
Arborização urbana	1,05	1,37	0,08	0,10
Área agricultada	17,15	9,09	1,30	0,69
Área degradada	25,78	38,76	1,96	2,93
Área edificada	3,87	4,11	0,29	0,31
Área urbana	4,07	4,21	0,31	0,32
Café	33,68	32,69	2,56	2,48
Campo sujo	80,43	41,71	6,11	3,16
Capoeira	70,76	239,79	5,37	18,16
Estrada não pavimentada	17,11	16,46	1,30	1,25
Estrada pavimentada	3,05	3,21	0,23	0,24
Fragmento florestal	319,45	258,07	24,26	19,54
Fragmento rochoso	1,6	4,56	0,12	0,35
Grama	11,19	8,05	0,85	0,61
Hidrografia	3,0	3,52	0,23	0,27
Jardim	0,56	0,57	0,04	0,04
Palmaceae	0,33	0,34	0,03	0,03
Pastagem	599,62	442,43	45,54	33,50
Pátio	0,56	0,81	0,04	0,06
Pomar	8,82	7,01	0,67	0,53
Reflorestamento	0,56	0,54	0,04	0,04
Reservatório de água	0,77	1,53	0,06	0,12
Solo exposto	8,8	21,43	0,67	1,62
Tanque de peixe	5,8	6,13	0,44	0,46
Terreiro de café	0,93	0,26	0,07	0,02
Várzea	28,42	48,88	2,16	3,70
Vegetação rala	68,9	124,78	5,23	9,45
Viveiro	0,34	0,34	0,03	0,03
Total	1316,61	1320,64	100,00	100,00

Referente ao Cenário 01, vale ressaltar que apesar da diversidade de uso da terra na área de estudo, existe, em relação à área total, um predomínio de pastagem (45,54% e 599,62 ha), seguido pela fragmentação florestal (24,26% e 319,45 ha). Áreas com campo sujo (6,11%), poderiam ser incorporada aos valores da pastagem, sendo, provavelmente, resultado de manejo inadequado. Enquanto 5,23%, referente a vegetação rala, poderia ser incorporado ao valor da fragmentação florestal, imaginando que o aparente “abandono” seja um dos passos na recuperação florestal natural.

Observa-se ainda que algumas classes possuem maiores percentuais sobre as do cenário 02, sendo elas: área agricultada; café; estrada não pavimentada; fragmento florestal; grama; pastagem; pomar e; terreiro de café .

Referentes ao Cenário 02, destacam-se as pastagens (33,50% e 442,43 ha), os fragmentos florestais (19,54% e 258,07 ha), o campo sujo (18,16% e 239,79 ha) e a vegetação rala (9,45% e 124,78 ha), as demais categorias apresentam valores inferiores a 4%, individualmente. É possível que algumas classes possuem maiores percentuais sobre as do cenário 01, sendo elas: Arborização urbana; área degradada; área edificada; área urbana; capoeira; estrada pavimentada; fragmento rochoso; hidrografia; pátio; reservatório de água; solo exposto; tanque de peixe; várzea e; vegetação rala.

Associado as similaridades dos usos e ocupação da terra, o cenário 02 também apresenta maior teor de iluminação, ocasionando bastante reflexão nos solos expostos e coberturas das casas em área urbana. Apesar de melhor qualidade em relação ao cenário 01, o brilho dificultou o processo de fotointerpretação. Essas interações com o solo são possíveis em solo nu, pois as demais situações sempre são influenciadas pela vegetação e, ou, pelo elemento que está sobre a superfície. Para a fotointerpretação da terra nua é necessária a associação da textura (proporção de argila, silte e areia), do tamanho das partículas, do teor de matéria orgânica e dos elementos químicos constituintes do solo (SWAIN e DAVIS, 1978).

As variações se devem a interação dos alvos terrestre e a REM, e a capacidade de composição da imagem com as bandas pancromáticas e infravermelhas, possibilitando um maior detalhamento das áreas, quando envolvem a associação de um maior teor de água e vegetação. Também é possível diferenciar as fases de transição entre a pastagem e o fragmento florestal (campo sujo, vegetação rala e capoeira) devido ao efeito de borda.

Entre a área edificada e a área urbana há similaridades entre as cores dos telhados, especialmente quando a telha é de cerâmica comportando-se como solo exposto, possível de diferenciar devido a sua figura geométrica no formato de quadrado e ou retângulo.

As classes jardim, palmácea, reflorestamento e viveiro apresentam-se idênticas nas fotointerpretações dos cenários 01 e 02. Um fator bastante significativo neste caso foi o conhecimento prévio da área. O jardim, palmácea e viveiro se encontram na área do Ifes - campus de Alegre. O efeito sombra da folhagem na classe palmácea auxilia na sua identificação. A área de reflorestamento apresenta folhagens homogêneas (*Eucaliptus sp.*), diferenciando da vegetação nativa.

3.1 Determinação das APPs no entorno de nascentes; ao longo de cursos d'água, declividade igual ou superior a 45° e, linha de cumeada e terço superior de topo de morro, para os cenários 01 e 02

De posse do mapa vetorial de hidrografia foram obtidos um total de 60 pontos para o Cenário 01; enquanto para o cenário 02 obteve-se 52 pontos representativos das nascentes, e posterior aplicação do buffer de 50m de raio no entorno das nascentes e 30 m nos curso d'água.

Apartir do MDEH foram determinadas as APPs de declividade acima de 45°, conforme citado na Figura 4, e de topo de morro (Figura 5). Os valores totais da área real de cada APP e seus percentuais em relação à área total da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte encontram-se nas Tabela 02 e 03, para o Cenário 01 e Cenário 02, respectivamente.

Tabela 2. Área real de cada APP e seus percentuais em relação à área total de APP e à área para a sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES, considerando o cenário 01

APPs	Área (km ²)	Porcentagem da área em relação à área total de APP	Porcentagem da área em relação à área de estudo
Nascentes	0,13	2,11	0,96
Cursos d'água	1,87	31,29	14,17
Declividade	0,04	0,62	0,28
Topo de morro	3,94	65,98	29,89
Total	5,97	100,00	45,29

Tabela 3. Área real de cada APP e seus percentuais em relação à área total de APP e à área para a sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES, considerando o cenário 02

APPs	Área (km ²)	Porcentagem da área em relação à área total de APP	Porcentagem da área em relação à área de estudo
Nascentes	0,10	1,79	0,80
Cursos d'água	1,79	30,52	13,60
Declividade	0,04	0,62	0,28
Topo de morro	3,94	67,06	29,89
Total	5,87	100,00	44,56

Ao se comparar os resultados obtidos na quantificação das áreas de APPs dos cenários, constata-se que existe diferença entre as áreas de nascente e cursos d'água, devido ao fato da digitalização individualizada de cada hidrografia, em que no cenário 01, com 1,87 km², tem-se maior área ocupada que no cenário 02, com 1,79 km².

Consequentemente, maior nº de nascentes foram encontradas no cenário 01, 60, em comparação com o cenário 02, 52, correspondendo em área, respectivamente a, 0,96 e 0,80 km². Influenciando no resultado final das áreas de APPs que para o cenário 01 foi de 5,97 km², 45,29% da área total enquanto para o cenário 02, foi de 5,87 km², 44,56% da área total.

Não foi verificada diferença entre as APPs de declividade (0,04 km²) e de topos de morros (3,94 km²), devido ao fato da utilização das mesmas curvas de nível que originaram o MDHEC. Nesse caso as qualidades das imagens dos cenários não interferiram no resultado final.

A diversidade do relevo, com muitos morros, característico desta porção do entorno do Caparaó, contribui para predominância das APPs de topos de morros ocupando 65,98% das áreas totais APPs para o cenário 01 e 67,06% para o cenário 02.

O tipo de imagem influenciou na caracterização de uso e ocupação da terra, devido ao nível de maior detalhamento das feições. Constando-se que a área restante de uso e ocupação da terra no cenário 01 é maior em 0,10 km² do que no cenário 2; equivalendo a 0,79% da área total de APPs.

3.2 Estimativa do erro pelo DG e K

Devido a grande variabilidade do relevo da sub-bacia do córrego Horizonte, foram encontrados diversos obstáculos de acesso aos locais determinados previamente pelo aplicativo computacional *ArcGis 9.3*, tais como: mata fechada, precipício, pasto muito sujo, brejos, escarpas dentre outros. Isso ocorre porque a linguagem de máquina difere da percepção humana. Tais eventos podem ser observados na Figura 7, com a localização dos pontos amostrais de campo para estimativa do K, para a sub-bacia do córrego Horizonte, Alegre, ES.

Baseado nos resultados da matriz cruzada de comparação pareada, entre a verdade de campo e a matriz fotointerpretada (Figura 8), foi possível realizar a estimativa do DG e K para o cenário 01.

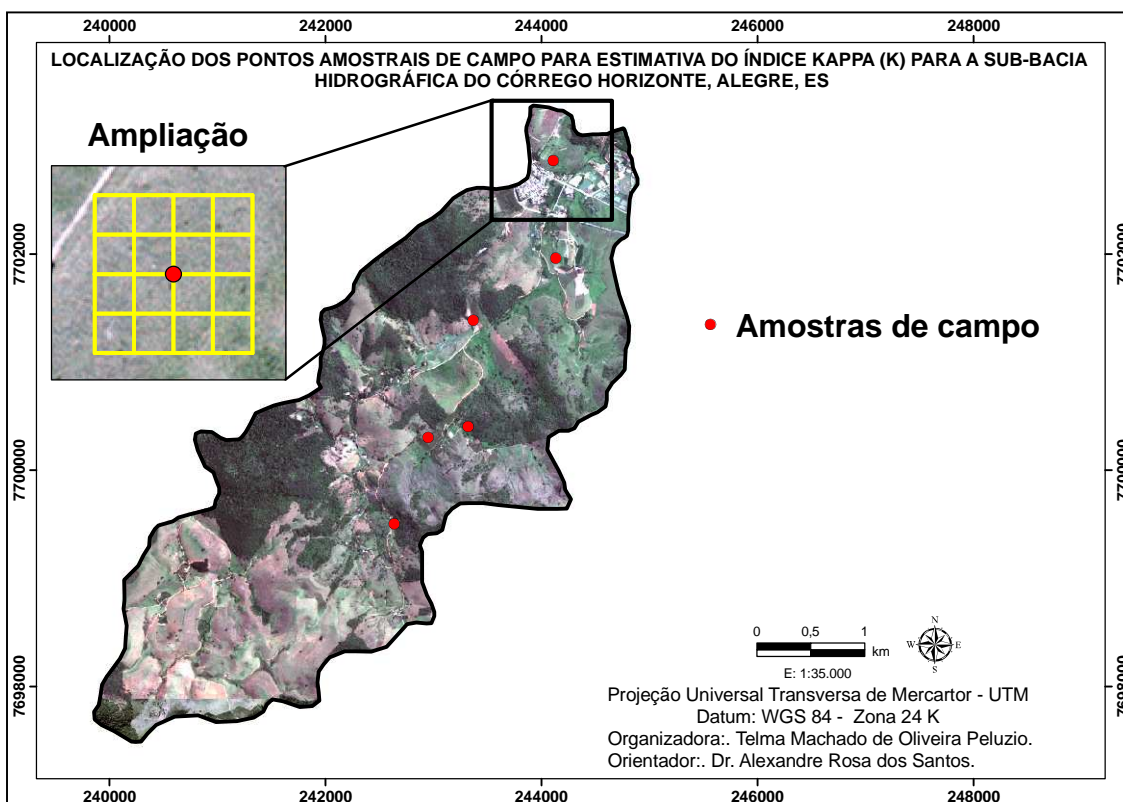


Figura 8. Localização dos pontos amostrais de campo para estimativa do K, para a sub-bacia do córrego Horizonte, Alegre, ES.

3.2.1 Determinação do DG e K

MATRIZ 6 X 6		MAPA DE VERDADE DE CAMPO						Soma Linhas
MAPA FOTINTERPRETADO	CLASSES	Campo Sujo	Capoeira	Frag. Rochoso	Pastagem	Solo exposto	Várzea	
	Campo Sujo	10	0	0	3	0	0	13
	Capoeira	0	1	0	1	0	0	2
	Frag. Rochoso	0	0	1	0	0	0	1
	Pastagem	6	0	0	54	10	0	70
	Solo exposto	0	0	0	0	2	0	2
	Várzea	1	0	0	0	0	7	8
	Soma Colunas	17	1	1	58	12	7	96

Figura 9. Validação cruzada do mapa fotointerpretado para o cenário 01 e o mapa de verdade de campo da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES.

Os valores obtidos para o DG e K foram de 78,13% e 58,40%, respectivamente, sendo considerado como bons para o DG e o K (FONSECA, 2000).

Na Figura 10 consta dados da interpolação cruzada entre o mapa fotointerpretado e da verdade de campo para o cenário 02.

MATRIZ 6 X 6		MAPA DE VERDADE CAMPO						Soma Linhas
MAPA FOTOINTERPRETADO	CLASSES	Campo Sujo	Capoeira	Frag. Rochoso	Pastagem	Solo exposto	Várzea	
	Campo Sujo	13	0	0	13	1	0	27
	Capoeira	0	1		0	0	0	1
	Frag. Rochoso	0	0	1	0	0	0	1
	Pastagem	03	0	0	37	0	0	40
	Solo exposto	0	0	0	02	11	0	13
	Várzea	01	0	0	6	0	7	14
	Soma Colunas	17	1	1	58	12	7	71

Figura 10. Validação cruzada do mapa interpretado para o cenário 02 e o mapa de verdade de campo da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES.

Os valores obtidos para o DG e o K foram de 72,92% e 59,62%, para o cenário 01 e 02, respectivamente, sendo considerado como bons DG e K (FONSECA, 2000).

Quando se compara os índices de DG e K entre os cenários 01 e 02, verifica-se uma variação positiva do DG em 6,67% do cenário 01 em relação ao cenário 02. Entretanto o K, demonstra que o cenário 02 possui uma menor taxa entre os erros de omissão e comissão em 2,09%, quando comparado com o cenário 01, caracterizando maior nível de detalhamento da imagem do cenário 02.

Essa variação entre os valores de DG e K demonstra que, dependendo do objetivo da fotointerpretação, pode-se optar por uma metodologia ou a outra. Se a área em estudo for homogênea, deve-se utilizar a metodologia adotada no cenário 01, visto que, seu DG é superior ao do cenário 02. Caso seja um maior detalhamento, deve-se utilizar a metodologia do cenário 02, em decorrência da melhor qualidade aparente e de maiores recursos em relação ao contraste.

3.3 Análise das irregularidades verificadas nas APPs

Os mapas que apresentam o confronto do uso e ocupação da terra com as APPs, sem sobreposição, para a área em estudo nos cenários 01 e 02, encontram-se, respectivamente, nas Figuras 11 e 12.

Confrontando-se os resultados obtidos nos dois cenários, verifica-se que as imagens utilizadas conduziram a valores diferentes, tanto na área total quanto nas áreas individualizadas em porcentagem por classe de uso da terra em APPs entre os cenários 01 e 02 (Tabela 4).

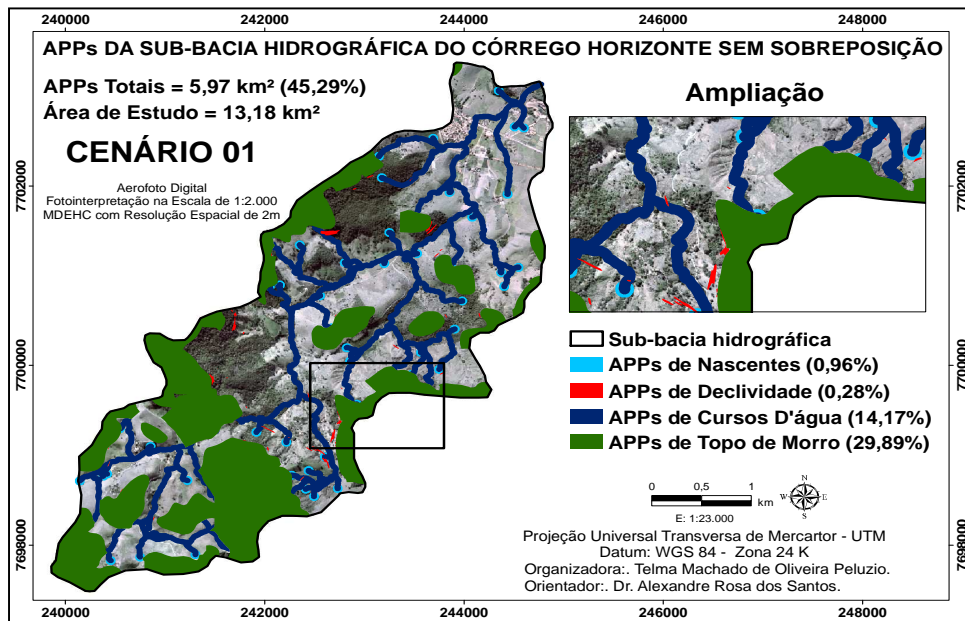


Figura 11. Confronto de uso e ocupação da terra com as APPs sem sobreposição para a sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES, considerando o cenário 01.

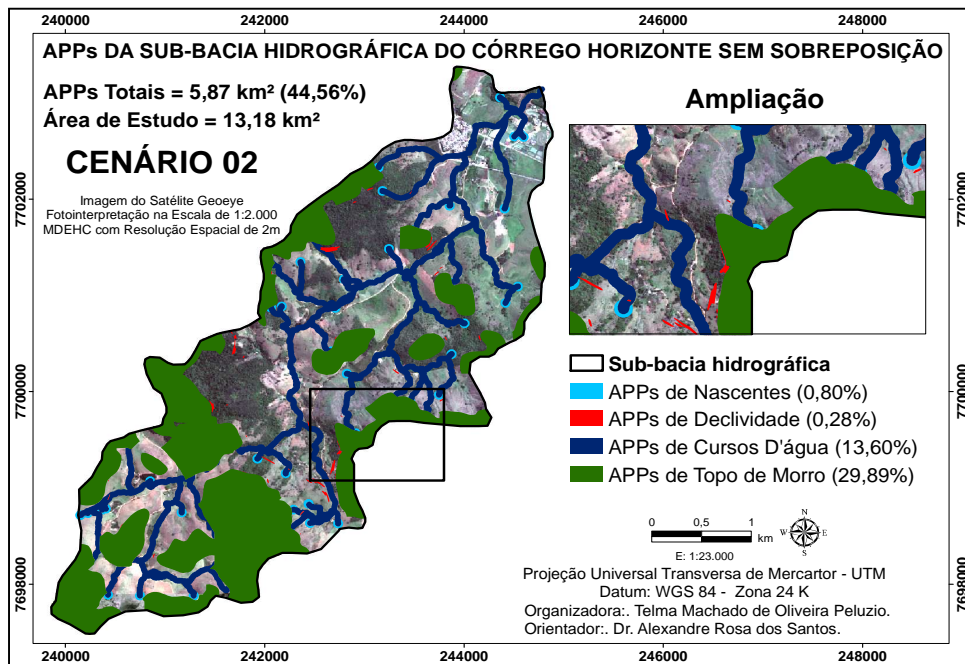


Figura 12. Confronto de uso e ocupação da terra com as APPs sem sobreposição para a sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre, ES, considerando o cenário 02.

Tabela 4. Comparação do percentual de classes de uso da terra em APPs entre os cenários 01 e 02

Classe	Cenário 01		Cenário 02		Diferença C1-C2 (%)
	Área (ha)	Porcentagem da área/C1 (%)	Área (ha)	Porcentagem da área/C2 (%)	
Arbori. urbana	0,20	0,03	0,15	0,03	00
Á. agricultada	4,27	0,72	2,25	0,38	0,34
Á. degradada	11,01	1,85	13,80	2,34	-0,49
Área edificada	0,61	0,10	0,76	0,13	-0,03
Área urbana	0,26	0,04	0,27	0,05	-0,01
Café	11,27	1,89	10,69	1,82	0,07
Campo sujo	38,65	6,50	79,86	13,57	-7,07
Capoeira	33,40	5,61	24,28	4,13	1,48
E.n.pavimentada	6,44	1,08	5,30	0,90	0,18
E pavimentada	0,36	0,06	0,33	0,06	00
Frag. florestal	171,96	28,90	137,81	23,42	5,48
Frag. rochoso	0,97	0,16	1,36	0,23	-0,07
Grama	1,36	0,23	0,57	0,10	0,13
Hidrografia	2,98	0,50	3,52	0,60	-0,10
Palmeaceae	0,04	0,01	0,04	0,01	00
Pastagem	248,63	41,79	200,78	34,12	7,67
Pátio	0,02	0,00	0,05	0,01	-0,01
Pomar	3,32	0,56	2,36	0,40	0,16
Reser. de água	0,40	0,07	1,18	0,20	-0,13
Solo exposto	1,48	0,25	3,62	0,62	-0,37
Tanque de peixe	1,56	0,26	1,81	0,31	-0,05
Terreiro de café	0,14	0,02	0,02	0,01	0,01
Várzea	22,20	3,73	38,40	6,53	-2,8
Vegetação rala	33,47	5,63	59,25	10,07	-4,44
Total	595,00	100,00	588,41	100,00	

Verifica-se divergência entre as classes de ocupação das APPs, em decorrência da fotointerpretação dos cenários 01 e 02 que serviram de base para esse confronto.

No cenário 01, Tabela 4, observa-se que do total de área que deveria estar ocupada com APPs, somente 35,92% (213,73 ha) encontra-se como tal, havendo um déficit de 64,08% (381,28 ha) que se encontra ocupado por outras classes. Para esta avaliação, consideraram-se as seguintes classes como pertencentes à APP: fragmento florestal e rochoso; várzea; hidrografia; reservatório de água e; capoeira. Faz-se necessário lembrar que a área total da sub-bacia, neste cenário foi de 1316,61 ha.

Ainda no cenário 01, percebe-se que a pastagem representa a classe que mais ocupa as áreas que deveriam ser destinadas à preservação permanente, correspondendo a 41,79% (248,63 ha) da área total ou 65,22% do déficit de APP para o cenário em questão.

No cenário 02, Tabela 4, observa-se que do total de área que deveria estar ocupada com APPs somente 35,11% (206,59 ha) encontra-se como tal, havendo um déficit de 64,89% (381,82 ha), que se encontra ocupado por outras classes. Para esta avaliação,

consideraram-se as mesmas classes adotadas no cenário 01. Faz-se necessário lembrar que a área total da sub-bacia, neste cenário 1320,64 ha.

Ainda no cenário 02, como ocorreu no cenário 01, percebe-se que a pastagem representa a classe que mais ocupa as áreas que deveriam ser destinadas à preservação permanente, correspondendo a 34,12% (200,78 ha) da área total ou 52,58% do déficit de APP para o cenário em questão.

É possível afirmar que entre as classes de arborização urbana, café, estrada não pavimentada, estrada pavimentada e, palmaceae não existe variação entre as imagens do cenário 01 e 02. Entretanto existem muitas divergências entre as demais classes.

A sub-bacia do córrego Horizonte devido a suas características do relevo, e possuir um aglomerado urbano em seu domínio, estão muito susceptíveis a ação antropogênica, podendo afetar negativamente a manutenção dos seus recursos naturais. Em longo prazo pode ocasionar perdas irreparáveis para a agricultura local, tais como a perda da fertilidade do solo, redução da infiltração de água no lençol freático, elevação do leito dos córregos, assoreamento dos cursos d'água, deslizamento de barreiras, perda da qualidade da água dentre outros.

4 Conclusões

Nas condições em que os estudos foram conduzidos, a análise dos resultados permitiu apresentar as seguintes conclusões:

- Da 27 classes de uso da terra fotointerpretadas para os cenários 01 e 02, as classes de pastagem e fragmento florestal ocuparam maiores áreas nos dois cenários, correspondendo a 45,54% e 24,26% no cenário 01 e 33,50% e 19,54% no cenário 02, respectivamente;
- as áreas que deveriam ser destinadas a APPs nos cenários 01 e 02, totalizaram 595 ha e 588 ha, respectivamente, diferindo, apenas, nas categorias de em torno de nascentes (0,13 km² e 0,10 km²) e, ao longo dos cursos d'água (1,87 km² e 1,79 km²), não havendo diferença para as APPs de declividade igual ou superior a 45 graus (0,04 km²) e APPs de terço superior de topo de morro (3,94km²);
- verificou-se uma variação positiva do DG em 6,67% do cenário 01 em relação ao cenário 02;
- da área de 595 ha que deveria ser destinada para APPs no cenário 01; apenas 35,92% (213,72 ha) dessa área é utilizada para esse fim, havendo um déficit de 64,08% (381,28 ha), dos quais as pastagens ocupam 41,79% (248,63 ha) da área total ou 65,22% do déficit de APP para o cenário em questão e;

- da área de 588 ha que deveria ser destinada para APPs no cenário 02; apenas 35,11% (206,59 ha) dessa área é utilizada para esse fim, havendo um déficit de 52,58%, dos quais as pastagens ocupam 34,12% (200,78 ha) da área total ou 65,22% do déficit de APP.

5 Referências bibliográficas

BRASIL. **Resolução CONAMA n.º 03 de 20 de março de 2002**. Dispõem sobre os parâmetros, definições e limites de Áreas de Preservação Permanente. Disponível em: <http://www.ibamapr.hpg.ig.com.br/30302RC.htm>; Acesso em 21 de abril de 2010.

BRASIL. **Lei N.º 7.803, de 18 de julho de 1989**. Altera a redação da Lei nº 4.771, de 15 de setembro de 1965, e revoga as Leis nºs 6.535, de 15 de junho de 1978, e 7.511, de 7 de julho de 1986. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L7803.htm; Acesso em 30 de julho de 2010.

CONGALTON, R.G.; MEAD R.A. **A review of assessing the accuracy of classifications of remote sensed data. Remote Sensing of Environment**, v.37, n.1, p.35-46, 1991

FLORENZANO, T. G. **Imagens de satélites para estudos ambientais**. São Paulo: Oficina de textos, 2002. 97 p.

FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105p.

GUIMARÃES, H. **Desenvolvimento Sustentável e Agenda 21(2009)**. Disponível em: http://www.fundacaoaprender.org.br/desenvolvimento_agenda. Acesso em 27/08/2010.

HOTT *et al.* **Método para determinação automática de Áreas de Preservação Permanente em Topos de Morros, para o Estado de São Paulo com base no geoprocessamento**. Campinas: Embrapa monitoramento por Satélites. SP, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Cartas topográficas na escala 1:50.000, Alegre. Folha: **SF-24-V-A-IV-4**. Rio de Janeiro, 1977.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Manual técnico do uso da terra**. 2ª Ed. Manuais técnicos em geociências nº7. Rio de Janeiro, 2006.91p.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Climatologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#> . Acessado em 23/08/2010.

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. **Anais... XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril 2007, INPE, p. 1741-1748.

OLIVEIRA, M. J. **Proposta metodológica para delimitação automática de Áreas de Preservação Permanente em topos de morro e em linha de cumeada**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002. 53p.

SANTOS, A.R.; PELUZIO, T.M.O.; SAITO, N.S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: Aplicações práticas**. Ed. CAUFES, Alegre, 2010.

SILVA, R.S.V. *et al.* Aplicação de geotecnologias no estudo ambiental da ecorregião aquática Xingu- Tapajós. **Anais... IV UFRJ AMBIENTÁVEL** - Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: http://www.cetem.gov.br/aquarios/documentos/2008/iv_uffj_amb/RicardoSierpeVidalSilva.pdf. Acesso em 15/08/2010.

SWAIN, P.H.; DAVIS S.M. **Remote Sensing**. The Quantitative Approach. Editora McGraw-Hill Book Company. United States of America, 1978.

TULLI, L.M.A. **Vulnerabilidade à ação antrópica e uso e ocupação do solo para a Estação Ecológica Municipal Ilha do Lameirão, Vitória-ES**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental). Universidade Federal do Espírito Santo. 2007. 106 p.