

COMPARAÇÃO FOTOINTERPRETATIVA ENTRE AEROFOTO E IMAGEM DE SATÉLITE PHOTO INTERPRETIVE COMPARISON BETWEEN AERIAL PHOTOGRAPHY AND SATELLITE IMAGING

Telma Machado de Oliveira Peluzio¹ Alexandre Rosa dos Santos² Nilton César Fiedler³
Maristela de Oliveira Bauer⁴ Giovanni de Oliveira Garcia⁵ João Batista Pavesi Simão⁶
João Batista Esteves Peluzio⁷

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar o uso de diferentes metodologias na determinação do uso e ocupação da terra utilizando aerofotos digitais, com resolução espacial de 1 m (cenário 01) e imagens de satélite, com resolução espacial de 0,5 m (cenário 02), fotointerpretadas em tela, na escala cartográfica de 1:2.000, da bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES. Utilizaram-se os índices de desempenho global e índice Kappa para determinação do erro médio entre os cenários e teste t a 5 % de probabilidade para avaliar o grau de significância no processo de fotointerpretação entre os cenários 01 e 02. Foram identificadas 27 classes de uso da terra para os cenários 01 e 02. As classes de pastagem (599,62 e 442,43 ha) e fragmento florestal (319,45 e 258,07 ha) respectivamente, ocupando maiores áreas nos dois cenários, compondo 69,80 % para o cenário 01 e 53,04 % para o cenário 02 das áreas totais. Verificou-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 %, não apresentado significância pela análise estatística em nível de 5 % pelo teste t.

Palavras-chave: preservação ambiental; fotointerpretação; sistemas de informações geográficas.

ABSTRACT

This study evaluated the result of different methodologies in determining the use and occupancy of land using digital aerial photographs with spatial resolution of 1 m (scenario 01) and satellite imagery with a spatial resolution of 0.5 m (scenario 02), photo-interpreted screen, on a scale of 1:2.000 mapping, watershed 'Horizonte' stream, in Alegre, ES state. We used the global performance indices and Kappa index for determining the average error between the sets and t test at 5 % probability to assess the degree

1. Engenheira Florestal, MSc., Professora do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Av. do Expedicionários, s/n, CEP 89460-000, Canoinhas (SC). peluzio2@gmail.com
2. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Caixa. Postal 16, Guararema, CEP 29500-000, Alegre (ES). mundogeomatiaca@yahoo.com.br
3. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Caixa Postal 16, Guararema, CEP 29500-000, Alegre (ES). nilton.fiedler@ufes.br
4. Engenheiro Agrônomo, Dr^a, Professora Associada do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Caixa Postal 16, Guararema, CEP 29500-000, Alegre (ES). bauermo@terra.com.br
5. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor Associado do Departamento de Engenharia Rural, Universidade Federal do Espírito Santo, Alto Universitário, s/n, Caixa Postal 16, Guararema, CEP 29500-000, Alegre (ES). giovanni@cca.ufes.br
6. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Alegre, Fazenda Caixa d'Água, Rodovia Alegre, Cachoeiro de Itapemirim, s/n, CEP 29500-000, Alegre (ES). jbpavesi@ifes.edu.br
7. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Campus Alegre, Fazenda Caixa d'Água, Rodovia Alegre, Cachoeiro de Itapemirim, s/n, CEP 29500-000, Alegre (ES). jbpeluzio@gmail.com

Recebido para publicação em 7/02/2011 e aceito em 5/10/2011

of significance in the process of image interpretation between scenarios 01 and 02. We identified 27 classes of land use for scenarios 01 and 02. The classes of pasture (599.62 and 442.43 ha) and forest fragmentation (319.45 and 258.07 ha) respectively, occupying the largest areas in the two scenarios, composing 69.80 % for scenario 01 and 53.04 % for scenario 02 of the total area. There was a positive variation of 6.67 % in the DG scenario in scenarios 01 and 02. However, the K shows that the scenario 02 has a lower rate of errors of omission and commission of 2.09 %, but does not present significance by the statistical analysis presented at 5 % level by t test.

Keywords: environmental conservation; remote sensing; geographic information systems.

INTRODUÇÃO

É crescente a pressão antrópica sobre o meio ambiente, ocorrendo a ocupação e a manutenção desta, de forma ilegal, principalmente nas áreas de preservação permanente, essenciais para a manutenção mínima dos ecossistemas e, em especial, da água.

Da mesma forma evoluem os processos tecnológicos para a obtenção e interpretação de imagens, contribuindo significativamente para uma melhora contínua no diagnóstico da ocupação da terra, em especial no monitoramento e manejo dos recursos naturais a partir de mapas de uso e ocupação.

É notável o aumento do número de trabalhos que utilizam as ferramentas do sensoriamento remoto e do sistema de informações geográficas para determinar o uso e ocupação da terra, especialmente relacionado com as APPs. Soares et al. (2002) avaliaram a ocupação indevida da terra por meio de reprodutor fotográfico na determinação de APPs no município de Viçosa, MG. Paula et al. (2006) delimitaram as APPs do Rio Sagrado em Morretes, PR, abordando os aspectos litológicos, o uso indevido de pastagens e a alocação de estradas.

A qualidade das informações utilizadas para análise de quaisquer fenômenos que ocorram na superfície terrestre é primordial para a construção de representações corretas da realidade e para sustentação de uma base de argumentações capazes de fornecer subsídios à tomada de decisão (SEABRA, 2008).

Para Medeiros e Souza (2008), as fotografias aéreas e imagens de satélite representam uma importante ferramenta para a realização de estudos de análise e caracterização ambiental, uso e ocupação do solo e planejamento urbano.

O diferencial de custo, associado à facilidade de imageamento entre aerofotos e imagens de satélite, geralmente, interferem na decisão de qual imagem utilizar; sendo quase sempre favorável às

aerofotos. Situação esta muito usual quanto às cobranças recentes relativas ao georreferenciamento de propriedades e nestas, das áreas de proteção permanente e de reserva legal.

A Resolução CONAMA Nº 3 (2002), que dispõe sobre os parâmetros, definições e limites de APPs, não estabelece metodologias específicas para o georreferenciamento, propiciando a insegurança jurídica sobre a questão.

Ao se utilizar ferramentas das geotecnologias, faz-se necessário identificar e dimensionar os erros inerentes às metodologias empregadas, especialmente os casuais. De posse dessas informações, podem-se obter resultados finais confiáveis, reduzindo a subjetividade nas ações de determinação de diferentes classes de uso da terra.

O presente trabalho comparou a fotointerpretação em tela do uso e ocupação da terra entre aerofotos digitais e imagens de satélite de alta resolução.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área

A sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES (Figura 1), localiza-se entre as coordenadas geográficas 41°24'55" e 41°31'50" de longitude Oeste e 20°44'39" e 20°54'30" de latitude Sul, DATUM-WGS 84, Fuso 24K que, posteriormente, foram convertidas para o sistema universal Transverso de Mercator (UTM), possui área total de 13,17 km² e perímetro de 771,87 km.

Localiza-se na área de domínio do Bioma Mata Atlântica. O clima da região enquadra-se no tipo Cwa (Inverno seco e Verão chuvoso) de acordo com a classificação de Köppen. A hidrografia é constituída por densa e diversificada rede de drenagem, formando rios encaixados e cachoeiras. O relevo apresenta regiões divergentes, com altitude variando entre 120 a 680 m IBGE (1977). Os solos são variados, com presença de fragmentos rochosos e predomínio de latossolos (BARBOSA et al., 1992).

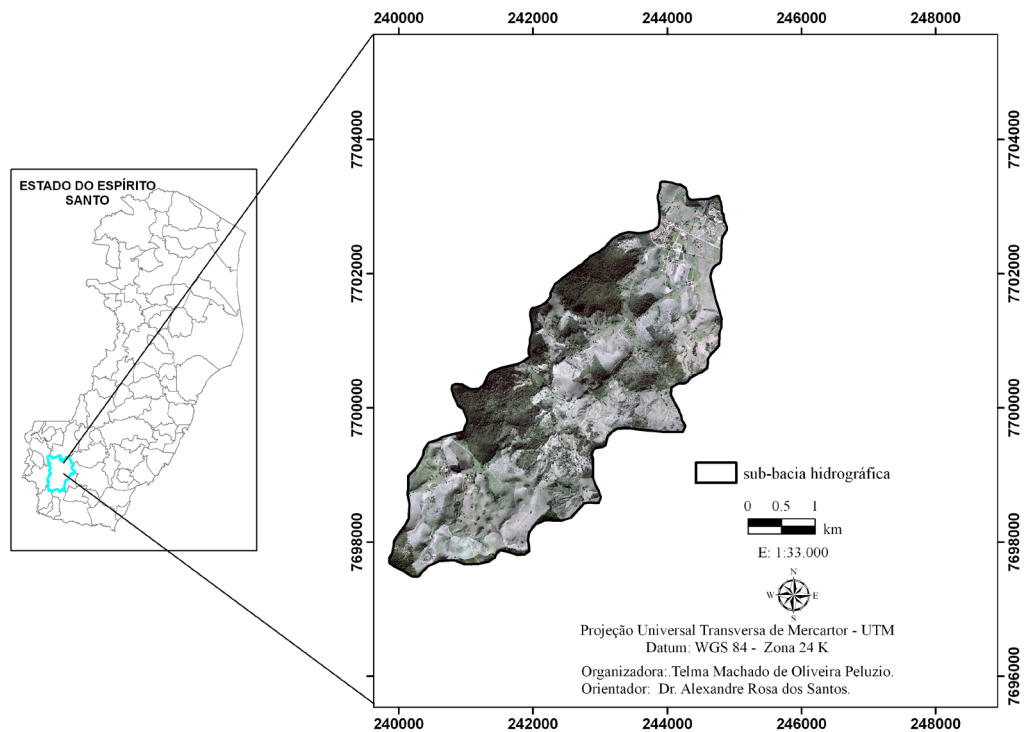


FIGURA 1: Sub-bacia do córrego Horizonte, Alegre/ES.

FIGURE 1: Sub-basin of Horizonte stream, Alegre, ES state.

Materiais utilizados

Utilizaram-se aerofotos (Julho/setembro de 2007) na escala 1:35.000, com resolução espacial de 1 m, cedidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente do Estado (IEMA), caracterizando o cenário 01; imagem do sensor *Geoeye* (agosto de 2009) da empresa Digital Globe/Engesat, com resolução espacial de 0,5 m, disponibilizada pela Prefeitura Municipal de Alegre, caracterizando o cenário 02; e cartas do IBGE, folhas: SF-24-V-A-IV-4 (IBGE, 1977) na escala de 1:50.000; contendo a rede viária, áreas urbanas, estradas e curvas de nível com equidistância de 20 metros. O tratamento e a análise dos dados foram realizados por meio do *software* ArcGis versão 9.3. Para aferição das informações obtidas na classificação dos cenários 01 e 02, utilizou-se o Sistema de Posicionamento Global (GPS), modelo Garmin.

Mosaicagem e Fotointerpretação

Inicialmente realizou-se a Mosaicagem controlada das imagens dos cenários 01 e 02. O cenário 01 contém as bandas *red*, *green* e *blue* (3R2G1B), enquanto o cenário 02 contém as bandas RGB e a infravermelho (4R3G2B). Para confecção do mapa de uso da terra, nos dois cenários, foram realiza-

das na escala cartográfica de 1:2.000, o programa ArcGis 9.3, da ESRI, de acordo com o fluxograma abaixo (Figura 2).

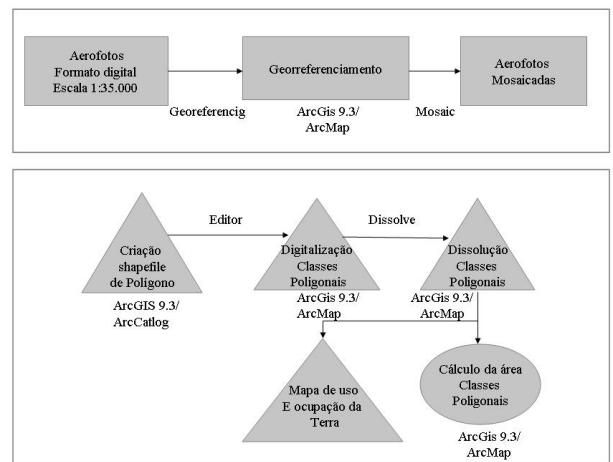


FIGURA 2: Fluxograma da mosaicagem e fotointerpretação para geração do mapa de uso da terra para os cenários 01 e 02.

FIGURE 2: Flowchart of mosaicking and photo interpretation for generation of the map of land use for scenarios 01 and 02.

Antecedendo o processo de mosaicagem, realizou-se o pré-processamento do cenário 02, constituído pelo conjunto de processamentos pelo qual passa a imagem, visando minimizar ao máximo, suas distorções. Estas distorções podem ser classificadas em radiométricas e geométricas. As distorções radiométricas alteram os níveis de cinza de cada elemento da imagem. Já as distorções geométricas alteram a distribuição espacial dos elementos de imagem, afetando a escala, afinidade, orientação, entre outras (SANTOS et al., 2010). Aplicando, na sequência, o contraste mínimo máximo de imagens e a transformação *intensity*, *hue* e *saturation* (IHS) em RGB. O contraste de imagem possibilita a visualização da imagem de satélite em cores (3R2G1B) e em falsa cor (4R3G2B).

Determinação do desempenho global, índice Kappa e teste t

A verdade de campo, para determinação dos erros, foi obtida mediante amostragem “in loco”, constituída por seis parcelas, cada qual configurada por uma matriz 4 x 4, de 80 x 80 m, espacialmente sistematizadas pelo programa e contendo as coordenadas UTM (Datum WGS84, zona 24 K), consistindo em 96 pontos de coletas.

Os dados obtidos a campo foram agrupados, possibilitando a construção da matriz de confusão, a qual é formada por um arranjo quadrado de números dispostos em linhas e colunas que expressam o número de unidades amostrais de uma categoria particular relativa inferida por um classificador (ou regra de decisão), comparada com a categoria atual verificada no campo (CONGALTON e GREEN, 1998). No presente estudo utilizaram-se as metodologias de Desempenho Global (DG), de Índice Kappa (K) e de teste t a 5 % de probabilidade.

O DG foi calculado dividindo a soma dos elementos da diagonal principal da matriz de erros X_{ij} , pelo número total de amostras (X_n), determinado pela Equação 1 (FONSECA, 2000).

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

Em que: DG = Desempenho global; D = Somatório dos elementos da diagonal principal; T = Número total de amostras.

O K varia de 0 a 1, e os dados serão mais acurados quanto mais o índice se aproximar de 1. O IK pode ser representado pela Equação 2 (CONGALTON e GREEN, 1998).

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

Em que:

IK = Índice Kappa;

D = Somatório dos elementos da diagonal principal;

Q = Coeficiente entre o erro de comissão e o erro de omissão;

T = Número total de amostras.

Para determinação do coeficiente entre o erro de comissão e o erro de omissão (Q), é utilizada a Equação 3 (CONGALTON e GREEN, 1998).

$$Q = (EO * EC / T + ... + EOn * ECn / T) \quad (3)$$

Em que:

Q = Coeficiente entre o erro de comissão e o erro de omissão;

EO = Erro de Omissão;

EC = Erro de Comissão;

T = Número total de amostras

Para determinação do teste t, utilizou-se a metodologia proposta por Pimentel-Gomes (1990); consistindo em testes de comparação entre duas médias, a partir das hipóteses: $H_0: M_x = M_y$ e $H_a: M_x \neq M_y$, com α : 5 %; mediante o aplicativo computacional *software* Sistema para Análises Estatísticas (SAEG), sendo determinado sobre as áreas (km²), e médias dos usos e ocupação da terra dos cenários em estudo, objetivando avaliar diferença existente entre sensores suborbitais (cenário 1) e orbitais (cenário 2).

RESULTADO E DISCUSSÃO

A metodologia permitiu a geração do mapa de uso e ocupação da terra para os cenários 01 e 02 da sub-bacia do córrego Horizonte, Alegres (Figura 3). Sendo identificadas 27 classes que diferem entre si em área, perímetro e porcentagem de uso e ocupação da terra.

O pré-processamento da imagem matricial foi fundamental, porque os alvos terrestres apresentam diferentes respostas espectrais à Radiação Eletromagnética (REM), em que, dependendo da composição e/ou canais utilizados, os alvos apareceram na imagem com cores diferentes. Além disso, as imagens sofrem também influência da vizinhança, que, devido à condição e incidência da iluminação, poderá ocasionar o sombreamento topográfico, interferindo na fotointerpretação (SANTOS et al., 2010).

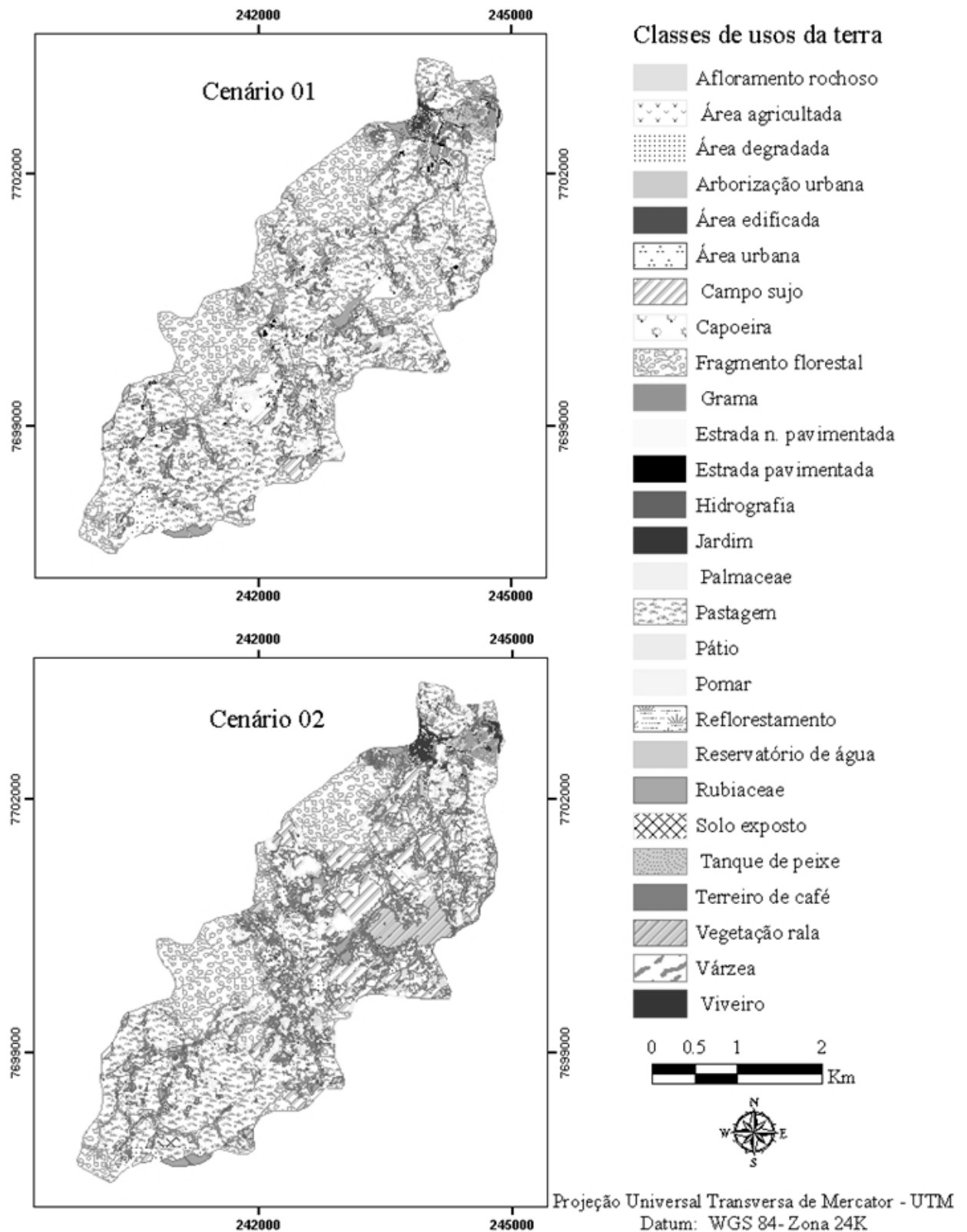


FIGURA 3: Mapa de uso e ocupação da terra para os cenários 01 e 02 da sub-bacia do córrego Horizonte, Alegre/ES.

FIGURE 3: Map of use and occupation of land for scenarios 01 and 02 of the sub-basin of 'Horizonte' stream, Alegre, ES state.

A Comparação das áreas e porcentagens das classes amostrais de uso e ocupação da terra entre os cenários 01 e 02 encontram-se na Tabela 1.

Avaliando-se os resultados que constam da Tabela 1, percebe-se que, apesar da diversidade de uso da terra na área estudada, ocorre o predomínio

TABELA 1: Comparação das áreas e porcentagens das classes amostrais de uso e ocupação da terra entre os cenários 01 e 02.

TABLE 1: Comparison of areas and percentages of sample classes for use and occupation of land between scenarios 01 and 02.

Classes	Cenário 01		Cenário 02	
	Área (ha)	% do Total	Área (ha)	% do Total
Afloramento rochoso	1,60	0,12	4,56	0,35
Arborização urbana	1,05	0,08	1,37	0,10
Área agricultada	17,15	1,30	9,09	0,69
Área degradada	25,78	1,96	38,76	2,93
Área edificada	3,87	0,29	4,11	0,31
Área urbana	4,07	0,31	4,21	0,32
Campo sujo	80,43	6,11	41,71	3,16
Capoeira	70,76	5,37	239,79	18,16
Estrada n. pavimentada	17,11	1,30	16,46	1,25
Estrada pavimentada	3,05	0,23	3,21	0,24
Fragmento florestal	319,45	24,26	258,07	19,54
Gramma	11,19	0,85	8,05	0,61
Hidrografia	3,00	0,23	3,52	0,27
Jardim	0,56	0,04	0,57	0,04
Palmaceae	0,33	0,03	0,34	0,03
Pastagem	599,62	45,54	442,43	33,50
Pátio	0,56	0,04	0,81	0,06
Pomar	8,82	0,67	7,01	0,53
Reflorestamento	0,56	0,04	0,54	0,04
Reservatório de água	0,77	0,06	1,53	0,12
Rubiaceae	33,68	2,56	32,69	2,48
Solo exposto	8,80	0,67	21,43	1,62
Tanque de peixe	5,80	0,44	6,13	0,46
Terreiro de café	0,93	0,07	0,26	0,02
Várzea	28,42	2,16	48,88	3,70
Vegetação rala	68,90	5,23	124,78	9,45
Viveiro	0,34	0,03	0,34	0,03
Total	1316,61	100,00	1320,64	100,00

de pastagem (599,62 e 442,43 ha) e de fragmentos florestais (319,45 e 258,07 ha) para os cenários 01 e 02, respectivamente, que em conjunto compõem 69,80 % para o cenário 01 e 53,04 % para o cenário 02 das áreas totais.

Para Santos et al. (2010), uma das características das imagens digitais é o parâmetro denominado frequência espacial, o qual é definido como o número de mudanças no valor de brilho por unidade de distância para qualquer parte da imagem. Parte das variações na fotointerpretação entre os cenários pode ser atribuída às distorções radiométricas e geométricas. Alterando os níveis de cinza de cada elemento da imagem e a distribuição espacial dos elementos de imagem, especialmente na escala, na afinidade e na orientação.

A diferença verificada na fotointerpretação das classes do cenário 01 em relação ao cenário 02: área agricultada, café, estrada não pavimentada, fragmento florestal, grama, pastagem, pomar e terreiro de café se deram em função da interação dos alvos terrestres e a REM (bem como o predomínio de classe que possuem menos confusão, sendo de fácil interpretação, apresentando características de homogeneidade, quando analisada a composição RGB, além de possuírem características específicas tipo curvas de nível para a classe café e outras práticas agrícolas e dossel denso como os fragmentos florestais).

Para o cenário 02, com as composições coloridas normal e falsa cor, oriundas da transformação “IHS/RGB”, observou-se que a aplicação da falsa cor facilitou a fotointerpretação, permitiu uma melhor diferenciação entre classes de uso similares, especialmente nos matizes de cores formadas por tons de verde, pertencentes à área foliar e ao teor de água da vegetação e do solo, como verificado na quantificação das áreas de várzea e classes de transição para pastagens e fragmento florestal como o campo sujo, vegetação rala e capoeira.

Entre a área edificada e a área urbana, no processo de fotointerpretação, 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.

Em função dos elementos de fotointerpretação, a hidrografia, os tanques de peixe e os reservatórios de água, absorvem mais do que refletem a REM, apresentando-se numa coloração escurecida. As classes de jardim, palmácea, reflorestamento e viveiro apresentam valores de áreas muito próximas nas fotointerpretações dos cenários 01 e 02.

A determinação do DG, K e teste t, a partir dos resultados obtidos nas coletas em campo do uso e ocupação da terra para a sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES e das fotointerpretações dos cenários 01 e 02, se deu a partir da validação cruzada entre os dados de referência do mapa fotointerpretado (cenário 01) e da verdade de campo, da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES (Tabela 2), e validação cruzada entre os dados de referência do mapa fotointerpretado (cenário 02) e da verdade de campo, da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES (Tabela 3).

Utilizando os dados obtidos no Quadro 01 e 02, determinou-se o DG e K para os cenários 01 e 02. Apresentando os DG 78,13 % e 72,92 %, res-

pectivamente, e K com valores de 68,50 % e 70,59 %, respectivamente, sendo considerados razoáveis para Congalton e Green (1998), e muito bons para Fonseca (2000).

Quando se comparam 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.

Apesar de apresentarem essa variação, os cenários 01 e 02 não diferem entre si pelo teste t em nível de 5 %, não apresentando significância.

TABELA 2: Validação cruzada do mapa fotointerpretado para o cenário 01 e da verdade de campo da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES.

TABLE 2: Cross-validation of the photo interpreted map for scenario 01 and of the truth of field the sub-basin of Horizonte stream, Alegre, ES state.

Matriz 6 X 6		Verdade de campo						Total
	Classes	Campo Sujo	Capoeira	Frag. Rochoso	Pastagem	Solo exposto	Várzea	Soma Linhas
Fotointerpretado	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

TABELA 3: Validação cruzada das classes de uso e ocupação da terra do mapa fotointerpretado para o cenário 02 e verdade de campo da sub-bacia hidrográfica do córrego Horizonte, Alegre-ES.

TABLE 3: Cross-validation of the classes of land use and occupation of photo interpreted map for scenario 02 and the ground truth the sub-basin of Horizonte stream, Alegre, ES state.

Matriz 6 X 6		Verdade de campo						Total
	Classes	Campo Sujo	Capoeira	Frag. Rochoso	Pastagem	Solo exposto	Várzea	Soma Linhas
Fotointerpretado	Campo Sujo	13	0	0	13	1	0	27
	Capoeira	0	1	0	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	96

Para Nascimento et al. (2005), a utilização do K mostrou-se excelente, na análise do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de APPs na bacia hidrográfica do rio Alegre; condições semelhantes foram encontradas por Soares (2009), no mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia do rio Piancó, com imagens do sensor AVNIR-2/ALOS.

CONCLUSÕES

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

- foram identificadas 27 classes de uso e cobertura da terra para os cenários 01 e 02. As classes de pastagem (599,62 e 442,43 ha) e fragmento florestal (319,45 e 258,07 ha), respectivamente, ocupando maiores áreas nos dois cenários, compondo 69,80 % para o cenário 01 e 53,04 % para o cenário 02 das áreas totais;

- o DG apresentou uma variação positiva em 6,67 % do cenário 01 em relação ao cenário 02; não apresentando diferença significativa pela análise estatística em nível de 5 % pelo teste t;

- as aerofotos digitais, com resolução espacial de 1 m (cenário 01) e imagens de satélite *Geoeye*, com resolução espacial de 0,5 m (cenário 02), não diferem entre si no processo de fotointerpretação em tela, na escala cartográfica de 1:2.000 pelo teste t a 5 % de probabilidade.

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.ibamaprhpg.ig.com.br/30302RC.htm>; Acesso em 03 de agosto de 2011.
- CONGALTON, R. G.; GREEN, K. **Assessing the accuracy of remotely sensed data: principles and practices**. New York: Lewis Publisher, 1998. 137 p.
- FONSECA, L. M. G. **Processamento digital de imagens**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 2000. 105 p.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cartas topográficas na escala 1:50.000, Alegre**. Folha: SF-24-V-A-IV-4. Rio de Janeiro, 1977.
- _____. **Manual técnico do uso da terra**. 2ª Ed. Manuais técnicos em geociências n. 7. Rio de Janeiro, 2006. 91p.
- _____. **Mapas de biomas e de vegetação**. Disponível em: http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/noticia_visualiza.php?id_Noticia=-169; Acesso em 01/12/2010.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Climatologia**. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima.php#>. Acessado em 23/11/2010.
- MEDEIROS, V. A. F. de; SOUZA, J. P. da. **Fotografias aéreas versus Imagens de Satélite**. Qual a melhor opção visando obter precisão e redução de custos. Universidade Católica de Brasília. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www.superartigos.com/pdf/article-756.pdf>; Acesso em: 03/12/2010.
- NASCIMENTO, M. C. et al. **Uso do geoprocessamento na identificação de conflito de uso da terra em áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do rio Alegre, Espírito Santo**. **Ciência Florestal**. Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 207-220, 2005.
- PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 12. ed. São Paulo, Nobel, 1990. 468 p.
- SANTOS, A. R.; PELUZIO, T. M. O.; SAITO, N. S. **SPRING 5.1.2: passo a passo: Aplicações práticas**. Alegre: Ed. CAUFES, 2010.
- SANTOS et al. **Conflito de uso do solo nas áreas de preservação permanente da bacia hidrográfica do Ribeirão São Lourenço, São Lourenço/MG - uma contribuição para a preservação dos mananciais de água mineral**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 13., 2007, Florianópolis. **Anais...** São José dos Campos, INPE, 2007. p. 4217-4224.
- SEABRA, V. da S.; MEDEIROS, D. R.; CRUZ, C. B. M. **A importância da correção geométrica de imagens orbitais na atualização cartográfica**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA, 21., 2003, Belo Horizonte. **Anais...**, Belo Horizonte, 2003. Disponível em: http://www.cartografia.org.br/xxi_cbc/239-SR28.pdf; Acesso: 11/11/2010.
- SOARES, V. P. et al. **Mapeamento do uso e cobertura da terra na bacia do Rio Piancó-GO, utilizando-se de imagens do sensor AVNIR-2/ALOS**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 14., 2009, Natal. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2009. p. 7167-7172.
- SOARES, V. P. et al. **Avaliação das áreas de uso indevido da terra em micro-bacia no município no município, MG, através de fotografias aéreas e Sistemas de Informações Geográficas**. **Revista Árvore**, v. 26, n. 2, p. 243-251, 2002.