

Análise do uso e cobertura da terra de uma microbacia hidrográfica do Rio Fortaleza, no norte do RS

Paulo Afonso da Rosa¹
Ezequiel Gallio¹
Fábio Marcelo Breunig¹
Rafaelo Balbinot¹

¹Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – Campus de Frederico Westphalen
Caixa Postal 54, 98400-000; l. sala 59, bloco de apoio 04, linha sete de setembro, s/n. km 40
BR386 – Frederico Westphalen – RS, Brasil
paulo-darosa@hotmail.com; zeki_gallio@hotmail.com; breunig@ufsm.br;
rbalbinot@smail.ufsm.br

Abstract. The knowledge of changes occurring in the environment is important to reduce environmental impacts and to define planning strategies. Thinking about it, the purpose of this study was to evaluate land use changes in three different dates (1985, 1996, 2010) in a small watershed. For this were used the software SPRING, provided by the Brazilian National Institute for Space Research (INPE). Landsat 5 Thematic Mapper (TM) sensor images were geometrically corrected using Geocover 2000 orthorectified data base, with a RMSE up to 1. Land cover was performed by two approaches: manual image interpretation and supervised maximum likelihood (MAXVER) image classification. Land cover was classified in four classes: agricultural fields, forest, shadow and water. Both classification methods showed the predominance of agricultural land use with values up to 50.5% and 55.3% according the manual image interpretation and MAXVER classification of 2010 TM image, respectively. By analyzing forest coverage from 1985 to 2010 the methods lead to little different tendencies. According to manual image interpretation, forest present a monotonically increase from 1985 to 2010 (31.3%; 36.6% to 47.6% for 1985, 1996 and 2010, respectively) while MAXVER indicated a forest coverage decrease from 1985 to 1996 (29.1% to 25.5%) and an increase from 1996 to 2010 (25.5% to 37.9%). These results highlight the importance to take care in using automatic or semiautomatic image classifications to generate products and tendencies. Furthermore, both classifiers showed deficiency to mapping riparian vegetation. New studies are required to validate the present results.

Palavras-chave: forestry engineering, mapping, monitoring, engenharia florestal, mapeamento, monitoramento.

1. Introdução

Segundo Pacheco e Ribas (2012), o uso da terra pode ser entendido como sendo a forma pelo qual o espaço está sendo ocupado pelo homem num determinado momento. O levantamento do uso do terra (solo) tornou-se um elemento indispensável, uma vez que é importante para o planejamento territorial e gestão de recursos naturais. Segundo Politano et al. (1980) o conhecimento da ocupação da terra quanto à sua natureza, localização, forma de ocorrência, mudanças ocorridas em determinados períodos, são de grande valia para a programação de atividades que visam ao desenvolvimento agrícola, econômico e social da região, além de ser de extrema importância para a compreensão da organização do espaço e das mudanças ocorridas, uma vez que o meio ambiente está em constante transformação devido ao aumento das atividades antrópicas, segundo Brito e Prudente (2005).

Destacado como uma das principais fontes de dados para o geoprocessamento, o sensoriamento remoto é, segundo Liu (2006) definido como uma técnica de aquisição e de aplicações das informações sobre um objeto sem nenhum contato físico com ele. Essas informações são processadas através de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), que segundo Fitz (2008) são sistemas constituídos por um conjunto de programas computacionais, o qual integra dados, equipamentos e pessoas com o objetivo de coletar, armazenar, recuperar, manipular, visualizar e analisar dados espacialmente referenciados a um sistema de coordenadas conhecido. Desde o surgimento dos primeiros SIGs e da aquisição da primeira imagem de satélite, diversos métodos de classificação do uso da terra automáticos, manuais

ou semiautomáticos têm sido propostos, em paralelo a evolução dos sistemas de processamento e imageamento, respectivamente.

Em meados dos anos 70, a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA) lançou um satélite produzido especialmente para explorar os recursos do planeta Terra, primeiramente chamado de *Earth Resources Technology Satellite* (ERTS 1), e posteriormente renomeado para Landsat 1. Dentre as mais variadas aplicações, destacam-se o monitoramento do uso da terra e de áreas de preservação, desmatamentos, monitoramento do crescimento vegetal, entre outros. Segundo Rosa (2003) os sistemas de sensoriamento remoto hoje disponíveis permitem a aquisição de dados de forma global, confiável, rápida e repetitiva, sendo estes dados de grande importância para o levantamento, mapeamento e utilização das informações de uso e ocupação do solo de uma dada região. Segundo Freitas Filho e Medeiros (1993), as vantagens de utilizar dados de sensoriamento remoto nos levantamentos do uso atual das terras são atingir grandes áreas de difícil acesso e fazer o imageamento à altas altitudes, possibilitando uma visão sinóptica da superfície terrestre, com repetitividade, viabilizando as ações de monitoramento.

Sob a visão da aplicação no monitoramento e mapeamento do solo, podemos verificar que existe uma crescente demanda por esses produtos, advinda de prefeituras, estados, nações e mesmo empresas ou órgãos setoriais, devido sua capacidade de auxílio no processo de tomada de decisão. No que se refere ao monitoramento e identificação de áreas de conflito ambiental associadas às Áreas de Preservação Permanentes (APP's), as imagens e SIG's são fundamentais para o atendimento das atuais demandas.

Com base no exposto acima, o objetivo desse trabalho foi monitorar o uso e ocupação da terra de uma microbacia hidrográfica do Rio Fortaleza através da edição vetorial e pelo algoritmo máxima verossimilhança a partir de imagens Landsat 5 Thematic Mapper (TM) dos anos de 1985, 1996 e 2010, a fim de analisar as mudanças ocorridas na cobertura florestal.

2. Metodologia

A primeira etapa constituiu na aquisição das imagens Landsat 5, sensor TM, da órbita-ponto 223-079, de três datas: 1985, 1996 e 2010. Após isso, com auxílio de um SIG, as imagens foram importadas e registradas/georreferenciadas. O registro foi feito utilizando a base ortorretificada Geocover 2000, com um erro médio quadrático inferior a 1 (menos de 1 pixel). Todas as etapas de pré-processamento foram realizadas no aplicativo SPRING 5.1.8, proposto por Câmara et al. (1996) e distribuído gratuitamente.

Para facilitar a interpretação visual nas composições coloridas, foram realizados os realces de contraste linear de todas as imagens. Em seguida, com o auxílio de uma máscara com o limite da microbacia hidrográfica, as imagens dos anos de 1985, 1996 e 2010 foram recortadas. Após o registro e demais pré-processamentos, as imagens foram arquivadas em um banco de dados.

A segunda etapa metodológica do estudo referiu-se à classificação do uso do solo da microbacia hidrográfica. As classificações utilizadas nesse trabalho foram a edição vetorial manual (baseado nas técnicas de fotointerpretação) e na classificação supervisionada pelo algoritmo máxima verossimilhança (classificação pixel a pixel). Para a execução das classificações, foram utilizadas quatro classes: floresta, água, sombra e agricultura. A classificação manual (através da edição vetorial) depende da habilidade e experiência do usuário na identificação de diferentes classes. Para a execução da edição vetorial, foi feita, para as três datas em estudo, uma composição colorida tal que, a cor vermelho foi atribuída à banda 7 do TM (centrada em ~2200 nm), a verde para a banda 4 (~860 nm) e a azul à banda 1 (~450 nm). A escolha dessa composição deve-se ao fato da mesma apresentar as 3 bandas espectralmente distintas, facilitando a análise do fotointérprete. Assim sendo, executou-se a edição vetorial das imagens, com a identificação dos alvos a partir da chave de interpretação.

Para a execução da classificação por máxima verossimilhança, por se tratar de uma classificação supervisionada, necessita-se coletar amostras das diferentes classes para a realização do treinamento. Para isso, utilizou-se em todas as imagens, de 5 a 10 grupos amostras (polígonos de diferentes tamanhos) por classe. Após executadas as classificações para as três datas, foram gerados mapas para a análise da mudança no uso da terra da microbacia hidrográfica e para comparar os resultados obtidos por cada tipo de classificação.

De posse das classificações, foram computadas as estatísticas de cada classe e feita a avaliação dos resultados na forma de tabelas e figuras. Nesse ponto é importante mencionar que os resultados desse trabalho serão utilizados para a avaliação preliminar de estudos relacionados ao estoque de biomassa e fixação de carbono das florestas no norte do RS.

3. Resultados e discussões

3.1 Mapeamento manual da cobertura do solo

Quanto à área total da bacia hidrográfica analisada, a mesma apresentou uma área total de 2.870 ha (Tabela 1). Analisando-se a mesma tabela, é possível verificar que nos três anos (1985, 1996 e 2010) a classe de cobertura do solo que apresentou a maior quantidade em porcentagem média foi a classe “agricultura” (56,5%), seguida da classe “floresta” (38,5%), da classe “água” (2,5%) e por fim pela classe “sombra” (2,5%).

Tabela 1: Áreas das classes de cobertura da terra, mapeadas pela interpretação visual e edição manual de polígonos.

Classificação por Edição manual	Ano					
	1985		1996		2010	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Floresta	898	31,3	1.050	36,6	1367	47,6
Água	90	3,1	59	2	69	2,4
Sombra	181	6,3	32	1,1	0	0
Agricultura	1.701	59,3	1.729	60,3	1434	50
TOTAL	2.870	100	2.870	100	2870	100

Os dados mostrados na Tabela 1 podem ser visualizados de forma temática através da análise das Figuras 1, 2 e 3, as quais representam o mapeamento temático dos anos de 1985, 1996 e 2010, respectivamente. Analisando as figuras e a tabela é possível observar que com o passar dos anos a área de floresta aumentou, e tanto a área de agricultura como a de sombra foram diminuindo. Esta última não apresentou nenhuma área no ano de 2010, possivelmente pela posição do sensor no momento da aquisição da imagem ou o horário de aquisição da mesma. A classe “água” manteve certo padrão nas duas classificações com o decorrer do tempo. Observa-se a o contínuo aumento da área de cobertura florestal.

Um dos possíveis fatos que explicam o aumento da área de florestas com o passar dos tempos é a conscientização e dificuldade de exploração. A ocorrência de relevo mais acidentado e solos com afloramentos rochosos dificultam a exploração florestal facilitando o processo de regeneração e restauração desse ecossistema, segundo Coelho *et al.* (2005). Deve atentar ainda para ao fato do abandono de áreas agrícolas que não permitem a mecanização. Esse fato vem crescendo em toda região de estudo (e entorno), associado ao êxodo rural, escassez de mão de obra e plantio de espécies exóticas.

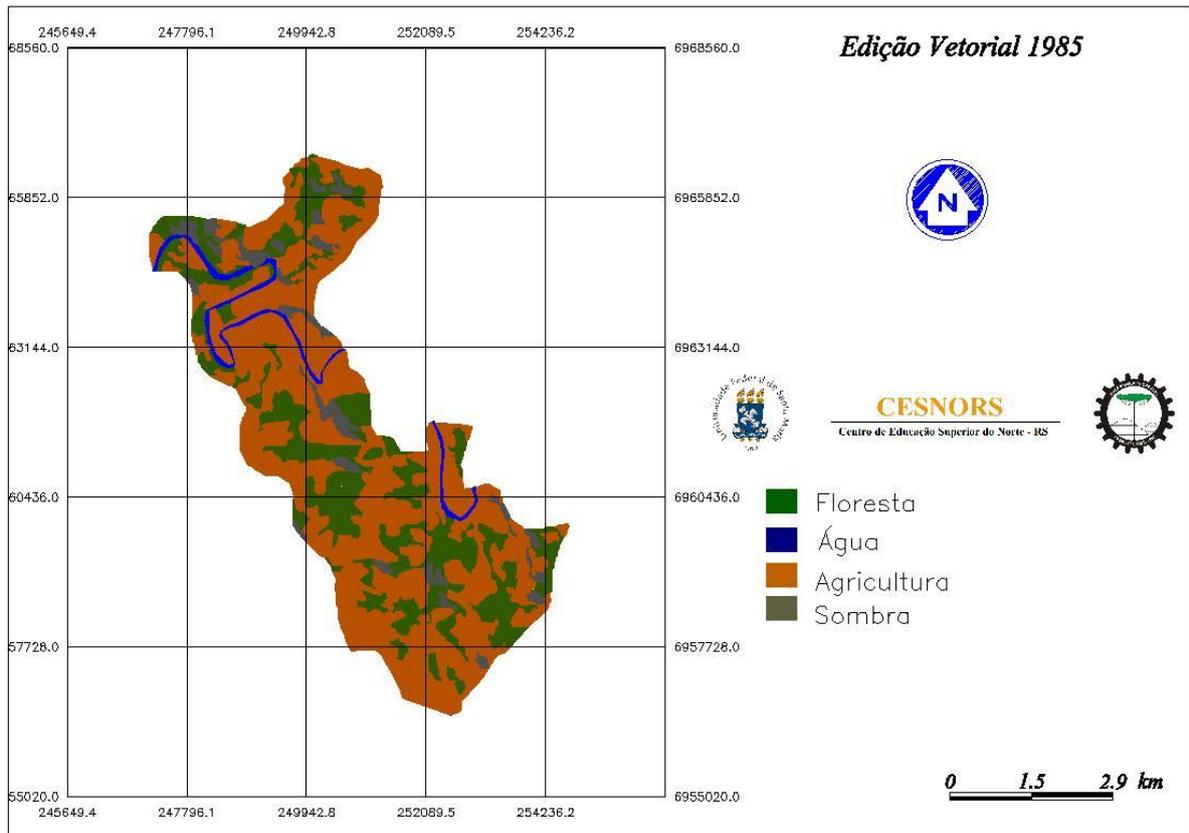


Figura 1: Uso da terra no ano de 1985. Classificação manual.

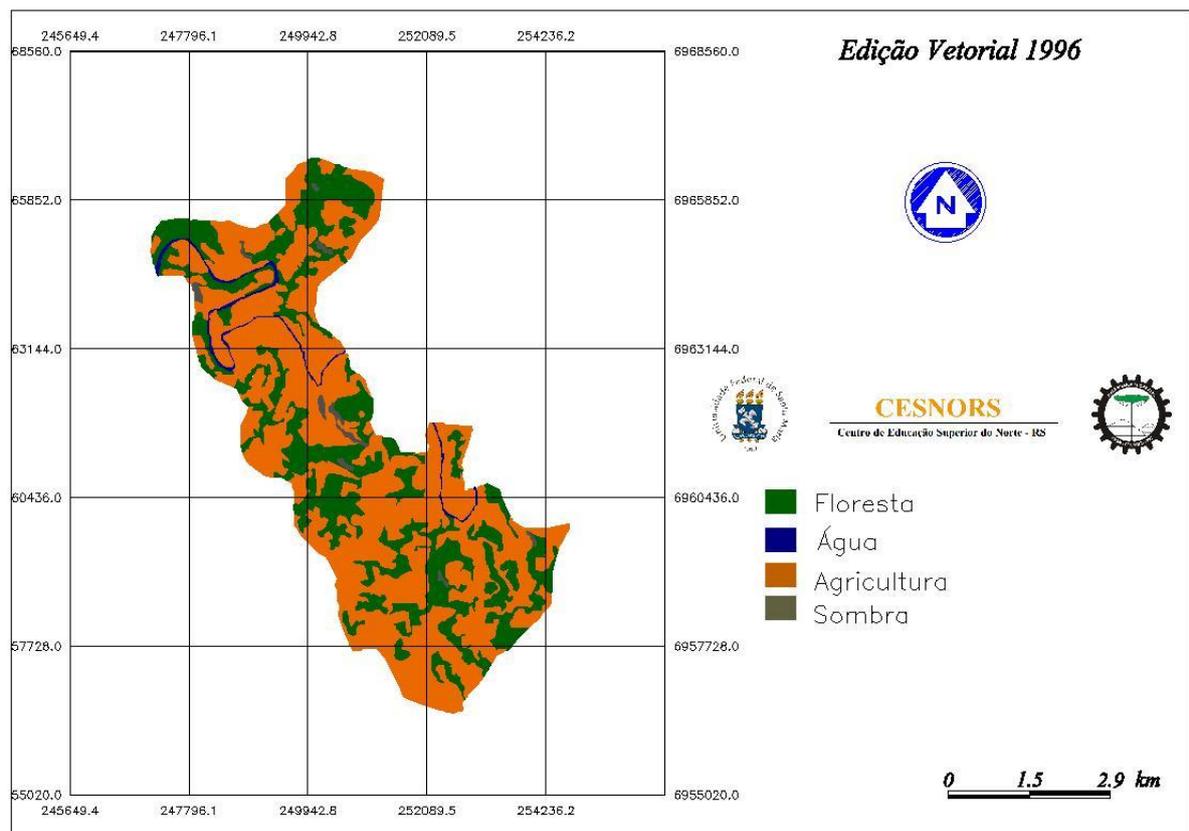


Figura 2: Uso da terra no ano de 1996. Classificação manual.

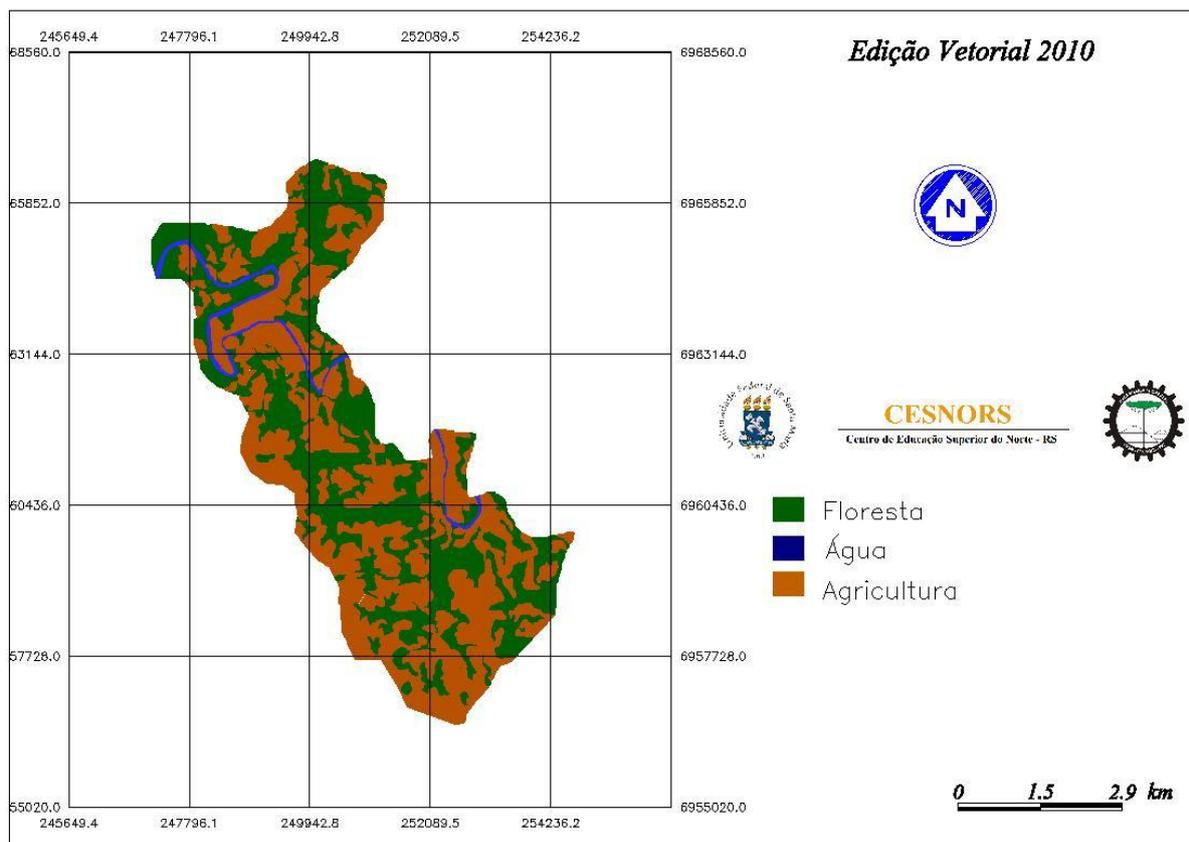


Figura 3: Uso da terra no ano de 2010. Classificação manual.

3.2 Mapeamento da cobertura do solo utilizando método supervisionado MAXVER

Através do método supervisionado do algoritmo de Máxima Verossimilhança (MAXVER), verificou-se, observando a Tabela 2, que nos três anos (1985, 1996 e 2010) as classes de cobertura do solo que apresentaram as maiores porcentagens médias foram respectivamente: agricultura (61,1%), floresta (30,8%), água (6,3%) e sombra (1,7%). A Tabela 2 apresenta detalhadamente os valores de área para cada classe de uso da terra para cada ano estudado. Comparando os resultados apresentados nas Tabelas 1 e 2, verifica-se que o uso de classificadores pode induzir a interpretações errôneas, a exemplo da classe “floresta”. Na classificação supervisionada é indicada uma redução da cobertura florestal de 1985 para 1996, fato que contrasta com o crescimento gradual da classe observado pela interpretação manual. Cabe destacar que a interpretação manual, apesar de sua subjetividade, tende a produzir resultados mais consistentes. Esses resultados são diretamente relacionados a experiência do intérprete.

Tabela 2: Áreas das classes de cobertura da terra, mapeadas pelo algoritmo de classificação supervisionada MAXVER.

Classificação Maxver	Ano					
	1985		1996		2010	
	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)	Área (ha)	Área (%)
Floresta	834	29,1	732	25,5	1.088	37,9
Água	189	6,6	162	5,6	194	6,8
Sombra	107	3,7	43	1,5	0	0
Agricultura	1.740	60,6	1.933	67,4	1.588	55,3
TOTAL	2.870	100	2.870	100	2.870	100

As Figuras 4, 5 e 6 facilitam a compreensão dos valores constatados na Tabela 2, já que as mesmas mostram os padrões de variação das classes de cobertura da terra dos anos de 1985, 1996 e 2010 em uma forma espacial e de fácil visualização. É possível verificar que a área representada pela floresta sofreu uma leve diminuição e obteve com o passar dos anos um considerável aumento. Já as áreas tanto de agricultura como a de sombra foram diminuindo, provavelmente pelos mesmos motivos citados na discussão anterior referente ao método de edição vetorial. A classe “água” não obteve também uma variação significativa nas três datas pelo algoritmo MAXVER.

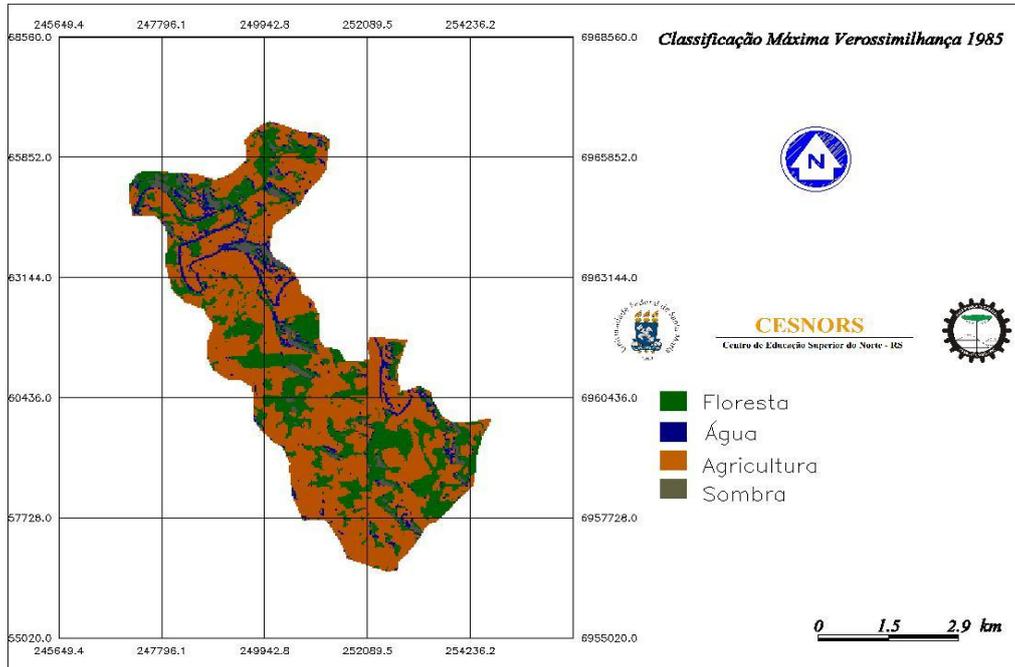


Figura 4. Uso da terra mapeado pelo algoritmo MAXVER para o ano de 1985.

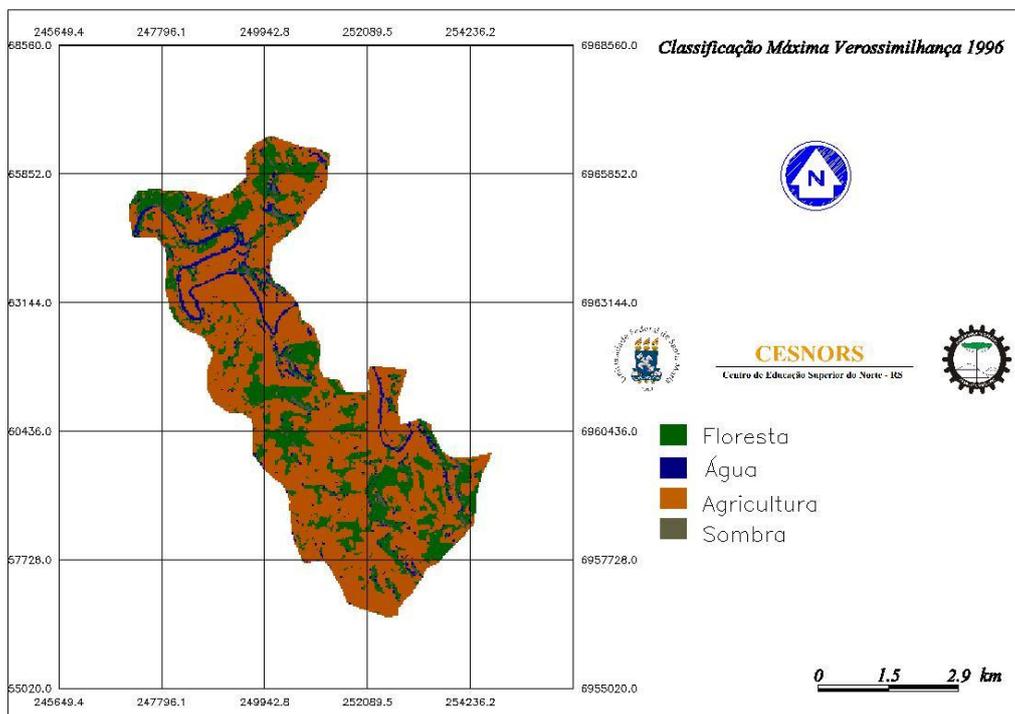


Figura 5. Uso da terra mapeado pelo algoritmo MAXVER para o ano de 1996.

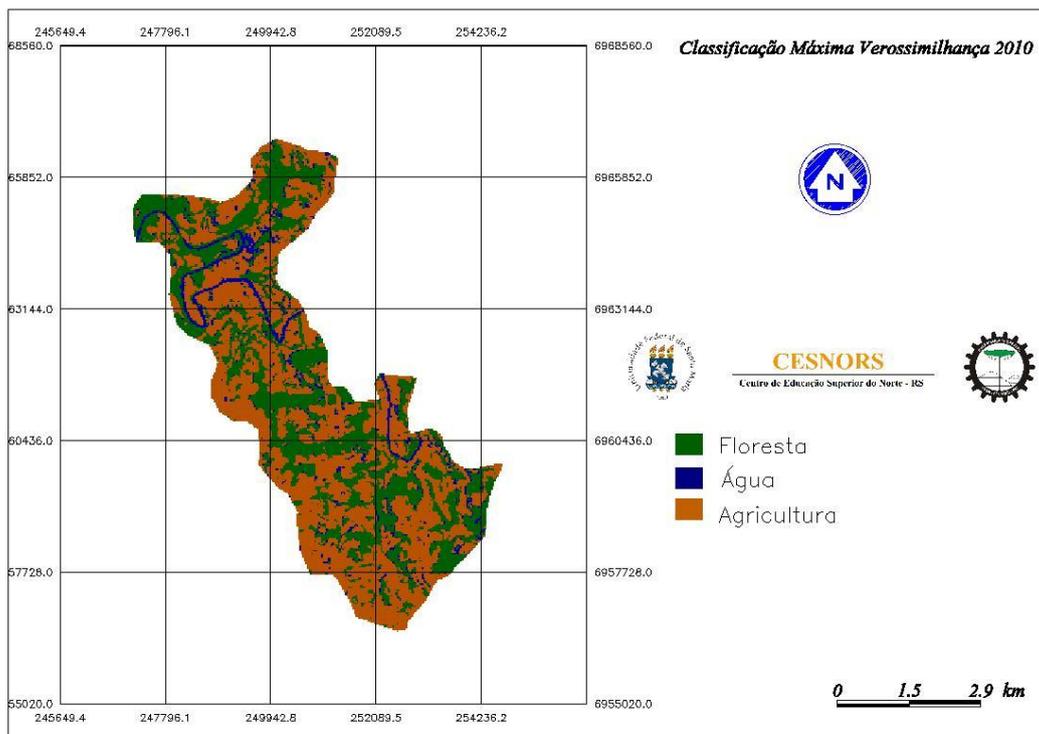


Figura 6. Uso da terra mapeado pelo algoritmo MAXVER para o ano de 2010.

Fazendo uma breve discussão entre os métodos percebe-se que para a bacia em estudo os dois métodos (edição vetorial manual e supervisionado pelo algoritmo MAXVER) mostraram-se eficientes, já que os mesmos apresentaram valores com uma diferença pouco significativa entre as classes, principalmente para a classe “agricultura”, a qual através da edição vetorial apresentou uma porcentagem de área média de 50,5% contra 61,1% do algoritmo MAXVER.

A segunda classe que apresentou uma diferença significativa foi a “floresta”, já que a edição vetorial apresentou uma percentagem média de 38,5%, e o algoritmo MAXVER apresentou uma percentagem 30,8% para esta classe. Nesse caso, cabe lembrar as diferenças quando as tendências indicadas pelos dois métodos, o que requer cuidados na interpretação.

A classe “água” não sofreu variação significativa entre os métodos, sendo que a mesma apresentou uma percentagem média de área de 2,5% para o método de edição vetorial e 6,3% pelo algoritmo MAXVER. A classe Sombra também apresentou uma pequena variação entre os métodos analisados, na qual a classificação manual apresentou o valor percentual médio de 2,5%, enquanto que o valor percentual médio encontrado pelo algoritmo MAXVER foi de 1,7%.

Ressaltando que os valores obtidos para o mapeamento tanto na edição vetorial quanto no método supervisionado pelo algoritmo MAXVER, dependem diretamente da acurácia e precisão do operador para diferenciar e identificar as diferentes áreas na imagem no método de edição vetorial, quanto no treinamento correto do algoritmo por parte do operador no método supervisionado.

4. Conclusões

Com o presente trabalho, conclui-se que a cobertura florestal da microbacia hidrográfica teve um aumento ao longo dos anos nos dois métodos analisados. Isso pode ser explicado devido à ocorrência de regiões declivosas, sendo essas inviáveis à prática agrícola mecanizada e que sofre regeneração florestal ao longo dos anos e/ou plantios de espécies exóticas. Pode-

se concluir que, em todas as análises, há grandes áreas, consideradas Áreas de Preservação Permanente (APP) sem cobertura vegetal. Isso foge do que é proposto pelo Código Florestal Brasileiro (Lei nº 4771/65). Ambos os métodos de mapeamento de uso e cobertura do solo mostraram-se relativamente eficientes para a determinação das classes e percentual de quantificação das mesmas, sendo que a limitação encontrada para os dois métodos é que eles dependem de um bom conhecimento técnico por parte do operador.

Os resultados apresentados devem ser utilizados a título de avaliação de tendências, considerando as limitações associadas à resolução espacial das imagens TM utilizadas. Como mencionado, o presente estudo auxiliará na avaliação dos estoques de biomassa e carbono das florestas do norte e noroeste do RS.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS), pelo apoio financeiro viabilizado pelos projetos de auxílio recém-doutor (ARD - processo nº 12/0383-5 de 2012) e edital de mudanças climáticas (Edital 007/2010, Mudanças Climáticas - Processo nº 10-18-18-5) e a UFSM (projeto nº 031263 e projeto nº 030745).

Referências

Brito, J. L. S.; Prudente, T. D. Análise temporal de uso do solo e cobertura vegetal do município de Uberlândia – MG, utilizando imagens ETM+ Landsat 7. **Revista Sociedade e Natureza**, v. 17, p. 37-46, 2005.

Câmara, G.; Souza, R. C. M.; Freitas, U. M.; Garrido, J. Spring: Integrating remote sensing and gis by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, maio 1996.

Coelho, D. J. da S. *et al.* Levantamento da cobertura florestal natural da microrregião de Viçosa, MG, utilizando-se imagens de Landsat 5. **Revista Árvore**, v. 29, n 1, 2005.

Fits, P. R. Geografia tecnológica. In: FITS, P. R. **Geoprocessamento sem Complicação**. São Paulo: Oficina de textos, 2008. Cap. 2, p. 19-30.

Freitas Filho, M. R.; Medeiros, J. S. Análise multitemporal da cobertura vegetal em parte da Chapada do Araripe – CE, utilizando técnicas de Sensoriamento Remoto e Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 7, 1993, São José dos Campos. **Anais...** São José dos Campos: INPE, 1993. p. 73-80.

Liu, W. T. H. Fundamento teórico. In: LIU, W. T. H. **Aplicações de Sensoriamento Remoto**. Campo Grande: Editora UNIDERP, 2006. Cap. 1, p.1-26.

Pacheco, A. P.; Ribas, N. DE S. Sensoriamento remoto aplicado ao uso da terra. **Revista da Comissão Brasileira de Geodésia**. Disponível em: <<http://geodesia.ufsc.br/Geodesiaonline/arquivo/1998/04/PACHECO.HTM>>. Acesso em: 20 out. 2012.

Politano, W.; Corsini, P. C., Vasques, J. G. Ocupação do solo no município de Jaboticabal – SP. **Científica**, São Paulo, v. 8, n. ½, p. 27-34, 1980.

Rosa, S. R. **Introdução ao sensoriamento remoto**. Uberlândia: EDUFU, 2003, 228 p.