

## Conflitos de uso da terra em uma bacia hidrográfica no estado do Rio Grande do Sul

Jean Michel Moura Bueno <sup>1</sup>  
Ricardo Simão Diniz Dalmolin <sup>1</sup>  
Pablo Miguel <sup>1</sup>  
Alessandro Samuel Rosa <sup>1</sup>  
Andrisa Balbinot <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Avenida Roraima, nº 1000, CEP: 97105-900 – Santa Maria - RS, Brasil  
bueno.jean1@gmail.com

**Abstract.** The remote sensing techniques have been employed in various situations and is widely used for monitoring the dynamics of land use in watersheds. The aim of this study was to evaluate conflicts of land use in river basin Vacacaí Mirim through remote sensing techniques. For this, we performed a spatiotemporal assessment of land use using GIS and remote sensing, to identify areas of conflict of use in four seasons (1987, 1991, 2001 and 2009). We used data from LANDSAT satellite TM-5. The study was conducted in the River Basin Vacacaí Mirim that is situated in the central region of Rio Grande do Sul, occupying an area of the South Edge Plateau Riograndense. In 1987 about 22% of areas had conflicts of use in relation to its operation, or were being used above its carrying capacity. During the evolution of use, that number has decreased and in 2009 just over 10% of the submitted land use conflicts. So areas that have their occupation according to land suitability are increasing and in 2009 account for more than 50% of the area. This can be attributed to the fact that areas with rugged terrain and shallow soils, before explored in agriculture, have been abandoned and thus providing the reappearance of the native vegetation. Conflicts of land use show that the main consequences of the differences between fitness and land uses are mainly in permanent preservation areas that are used for pasture or crop annual crops.

**Palavras chaves:** natural resources, monitoring of land use, remote sensing, development of land use, recursos naturais, monitoramento do uso da terra, sensoriamento remoto, evolução do uso da terra.

### 1. Introdução

O mau uso dos recursos naturais, como por exemplo, o solo, pode acarretar níveis de degradação muitas vezes irreversíveis em áreas mais suscetíveis a tais impactos. Uma das principais e mais preocupantes fontes de degradação se encontrando próximas a recursos hídricos. Algumas atividades antrópicas de ocupação e uso inadequado das terras podem ocasionar degradação do solo, implicando assim riscos ambientais com impacto negativo para as comunidades rurais e repercussão no meio urbano (Streck et al., 2008).

Diferentes usos da terra podem implicar em alterações na qualidade da água em uma bacia hidrográfica (Arcova e Cicco, 1999). Dessa forma, o conhecimento da ocupação de uma bacia hidrográfica ou região é de fundamental importância para um planejamento racional dos recursos naturais, principalmente do planejamento do uso do solo.

A bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim é responsável pelo abastecimento do reservatório formado pela barragem da Companhia Rio-Grandense de Saneamento (CORSAN), que abastece cerca de 40% da cidade de Santa Maria/RS. A área de captação é caracterizada por apresentar solos frágeis (textura arenosa e perfil pouco profundo) associado com terreno declivoso e somado ao uso inadequado dos mesmos. Segundo Dill et al. (2004), o reservatório sofreu uma redução na capacidade de armazenamento e como

possíveis causas do assoreamento, a urbanização desordenada, uso inadequado da terra e retirada da mata ciliar.

As técnicas de sensoriamento remoto têm sido empregadas em diversas situações, sendo amplamente utilizadas para o monitoramento da dinâmica de uso do solo em bacias hidrográficas (Valério Filho et al., 1997). Através do cruzamento dos mapas de aptidão agrícola das terras, com mapas de uso atual e áreas de preservação permanente, é possível determinar áreas com conflitos de uso da terra (Menezes et al., 2009).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os conflitos de uso da terra na bacia hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim através de técnicas de sensoriamento remoto.

## 2. Metodologia de Trabalho

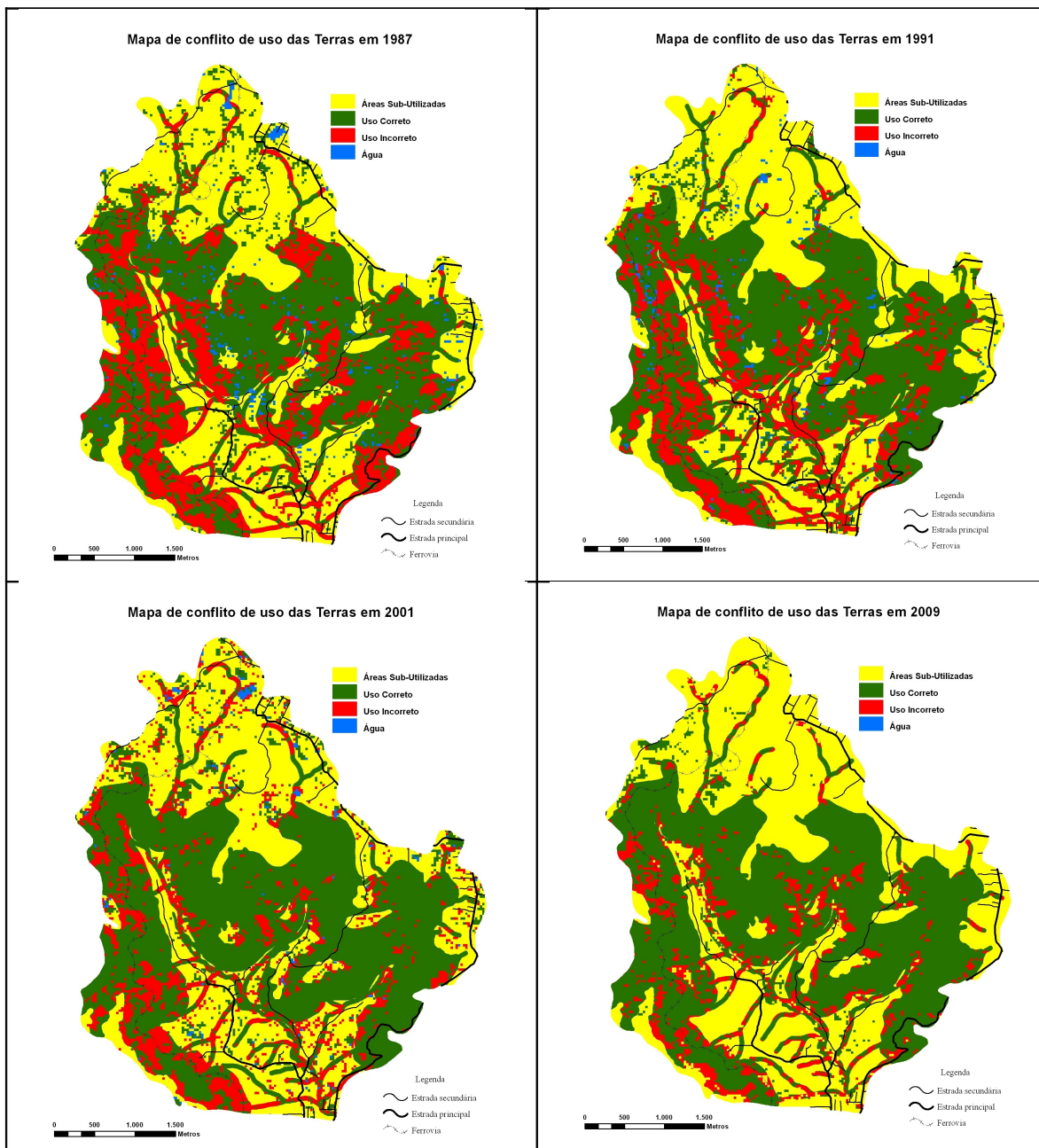
O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Vacacaí Mirim que esta situada na região central do Estado do Rio Grande do Sul, ocupando uma área do Rebordo do Planalto Sul Rio-Grandense. A localização da Bacia ocupa parte dos municípios de Santa Maria e Itaara delimitada pelas coordenadas W53°35' / W54°00' e S29°32' / S29°40' abrangendo parte das cartas planialtimétricas *Santa Maria* (SH.22-V-C-IV/1 - SE) e *Santa Maria* (SH.22-V-C-IV-1 - NE) da Diretoria do Serviço Geográfico do Exército (DSG), na escala 1:25.000. A área de captação é de aproximadamente 29 Km<sup>2</sup>. O clima da região é do tipo Cfa de Köppen – subtropical úmido. A bacia de captação de água da Barragem caracteriza-se por áreas de encosta com relevo ondulado a montanhoso.

Em mais de 50% da área são encontrados solos poucos desenvolvidos, como os Neossolos Litólicos, geralmente em locais de maior declividade. Nas áreas localizadas mais ao norte da Bacia de Captação são encontrados solos mais profundos, como Argissolos Vermelhos (Miguel, 2010).

Foi realizada uma avaliação espaço-temporal do uso da terra utilizando geoprocessamento e sensoriamento remoto, objetivando identificar as áreas de conflito de uso. Para isso, foram utilizados dados das imagens do satélite LANDSAT TM-5 (banda 4, banda 3 e banda 2), uma falsa cor que permite a diferenciação e menor confusão dos alvos coletados. Para uma maior precisão de coleta de dados foram usadas as combinações de cor verdadeira, (Bandas 1, 2 e 3) e também uma composição das bandas 5, 4 e 2 que auxiliam na visualização da vegetação e de solo exposto.

As imagens são de 1987 (dia 18 de junho), de 1991 (dia 4 de janeiro), de 2001 (dia 7 de maio) e de 2009 (dia 29 de janeiro), obtidas junto ao INPE (Instituto de Pesquisas Espaciais). Para cada época a metodologia constou de processamento digital da imagem (PDI), georreferenciamento das imagens, classificação digital do uso da terra em 5 Classes: Florestas (que abrangem Florestas naturais, Florestas plantadas), Lavoura, Campo (que abrangem campo nativo, capoeira, pastagem plantada), Uso Urbano (ocupação urbana, construções, estradas) e Corpos d'água com a respectiva quantificação de cada uma dessas classes.

As imagens foram classificadas com uso de uma técnica, onde são extraídos os objetos relevantes para a aplicação desejada. Neste processo, divide-se a imagem em regiões que devem corresponder aos temas de interesse da aplicação, ou seja, um conjunto de "pixels", que apresentam uniformidade na resposta espectral dos alvos. O processamento digital das imagens foi realizado no software ENVI 4.3, usando para a classificação o algoritmo *Mahalanobis Distance*. A classificação através do classificador *Mahalanobis Distance* leva em consideração a distância sensível e usa estatísticas para cada classe. Todos os pixels são



**Figura 1:** Conflitos de uso da Terra para a Bacia de Captação da Barragem da CORSAN, Santa Maria/RS, para os anos de 1987, 1991, 2001 e 2009.

classificados para a classe mais próxima, a menos que o polígono de coleta de amostras especifique um limite de distância, caso em que alguns pixels podem não serem classificados senão cumprirem o limiar de distância. Para a imagem de 2009 foi utilizada a classificação supervisionada com posterior checagem no campo com identificação e mapeamento dos usos das terras. As imagens depois de classificadas foram exportadas no formato tif/geotif para a sequência de cruzamento realizados no software ArcGis 9.3.1.

As Áreas de Preservação Permanente (APPs) da área de estudo se referem somente a rede de drenagem e totalizaram 274 ha, isso corresponde a 14% da área total de estudo. Para elaboração do mapa das APPs, foi utilizado um *buffer* de 30 m para delimitar as áreas junto as faixas marginais dos rios.

Através do cruzamento do mapa de uso da terra e do mapa das áreas de preservação permanente, foi gerado o mapa de adequação de uso das terras. E cruzando o mapa de adequação de uso das terras com os mapas de uso das quatro épocas avaliadas resultou em quatro mapas de conflitos de uso para cada ano, 1987, 1991, 2001 e 2009 (figura 1). Neste mapa foram identificadas as áreas onde as terras estão sendo sub-utilizadas, superutilizadas e aquelas áreas onde a utilização está adequada a aptidão máxima de uso, podendo ser também localizadas áreas de risco e aquelas em processo de degradação ambiental. Todo o processo de elaboração dos mapas foi realizado em um sistema de informações geográficas (SIG).

### 3. Resultados e discussão

Os mapas de conflitos de uso para os anos de 1987, 1991, 2001 e 2009 são apresentados na Figura 1.

Fazendo uma análise da Tabela 1, observa-se um aumento de cerca de 9 pontos percentuais nas áreas sub-utilizadas nesse 22 anos de avaliação. Outra informação importante é que desde 1987 uma porcentagem significativa da área (mais de 30%) vem sendo usada abaixo da sua aptidão máxima de uso. Geralmente essas áreas são ocupadas por campo nativo ou por floresta independente de possuírem uma aptidão para agricultura ou pastagem plantada.

Em 1987 cerca 22% das áreas possuía conflitos de uso em relação a sua exploração, ou seja, estavam sendo usadas acima da sua capacidade de suporte. Durante a evolução de uso, esse número teve um decréscimo sendo que em 2009 pouco mais de 10% da área apresentou conflitos de uso da terra. Estas áreas que apresentam problemas de ocupação são geralmente ocupadas por pastagem e agricultura em área com solos poucos desenvolvidos e o relevo bastante acidentado, e também essas áreas coincidem com APPs (Poelking, 2007).

As áreas que tem sua ocupação de acordo com a aptidão agrícola, estas vêm aumentando e em 2009 perfazem mais de 50% da área. Isso pode ser atribuído ao fato de que áreas com relevos acidentados e solos rasos, antes exploradas com agricultura, vêm sendo abandonadas e assim proporcionando o reaparecimento da vegetação nativa da região.

Grande parte das áreas de floresta da região do Rebordo do Planalto do RS foram desmatadas para ceder lugar à agricultura e pastagem implantadas durante a colonização da região. Nos últimos anos essas áreas foram abandonadas, pela dificuldade de mecanização, perda de fertilidade e erosão (Poelking, 2007). Outra possível causa desse aumento das áreas com uso correto pode ser devido ao processo de êxodo rural (Dill et al., 2004) onde parte das propriedades foram transformadas em sítios de final de semana, e as lavouras e pastagens foram abandonadas e transformaram-se em capoeiras e conseqüentemente, através da regeneração em matas secundárias.

Grande parte dos conflitos de uso da terra na área de estudo podem estar relacionados com a ocupação de APPs por agricultura ou pastagem e até mesmo ocupação urbana. Sendo assim, o aumento de áreas sub-utilizadas pode ser um benefício para a região. Áreas aptas

para cultivos agrícolas estão sendo abandonadas ou utilizadas com propósitos de lazer (sítios de veraneio).

**Tabela 1.** Áreas (ha) e percentagens dos conflitos de usos das terras nos períodos de 1987, 1991, 2001 e 2009 para a Bacia de Captação da Barragem da CORSAN, Santa Maria/RS.

Usos da Terra	Áreas	
	ha	%
<b>Conflitos de uso 1987</b>		
Áreas Sub-Utilizadas	587	31,0
Uso Correto	776	41,0
Uso Incorreto	418	22,0
Água	114	6,0
<b>Conflitos de usos 1991</b>		
Áreas sub-utilizadas	739	39,0
Uso correto	815	43,0
Uso incorreto	303	16,0
Água	38	2,0
<b>Conflitos de uso 2001</b>		
Áreas sub-utilizadas	702	37,2
Uso correto	960	51,0
Uso incorreto	217	11,0
Água	16	0,8
<b>Conflitos de uso 2009</b>		
Áreas sub-utilizadas	747	39,4
Uso correto	951	50,2
Uso incorreto	200	10,4
Água	1	0,05

Por mais que essas áreas fossem manejadas adequadamente, isso produziria algum impacto principalmente em áreas próximas a redes de drenagem.

Na aérea não são encontrados corpos d'água com uma representatividade suficiente para um mapeamento adequado. Por isso, as variações entre os anos são relativamente baixas e variam de 0 a 6%. Outros autores também encontraram resultados semelhantes em que as áreas que apresentam corpos d'água não sofreram variações significativas (Goldani, 2006; Poelking, 2007).

#### 4. Conclusões

Os conflitos de uso da terra mostram que as principais consequências das divergências entre a aptidão e os usos da terra se encontram principalmente em áreas de preservação permanente que são usadas com campo nativo ou lavoura para cultivos anuais. E as áreas que tem sua ocupação de acordo com a aptidão agrícola, estas vêm aumentando e em 2009 correspondem a mais de 50% da área.

#### 5. Referências Bibliográficas

- Arcova, F. C. S.; Cicco, V. Qualidade da água de microbacias com diferentes usos do solo na região de Cunha, Estado de São Paulo. *Scientia Forestalis*, Piracicaba, v. 5, n. 6, p. 125-34, 1999.
- Dill, P. R. J.; Paiva, E. M. D.; Paiva, J. B. D.; Rocha, J. S. M. Assoreamento do Reservatório do Vacacaí-Mirim em Santa Maria e a sua relação com a deterioração da Bacia Hidrográfica contribuinte. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, v. 9, p. 56-64, 2004.

Goldani, J. Z. Ocupação antrópica e sócio-ambiental na área de captação do reservatório do DNOS Santa Maria – RS. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado em Geomática) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2006.

Menezes, et al. Levantamento pedológico e sistema de informações geográficas na avaliação do uso das terras em sub-bacia hidrográfica de Minas Gerais. **Revista Ciência. Agrotecnologia.**, Lavras. v. 33, n. 6, p. 1544 – 1553, 2009.

Miguel, P. Caracterização pedológica, uso da terra e modelagem da perda de solo em áreas de encosta do rebordo do planalto do RS. 2010. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2010.

Poelking, E. L. Aptidão, evolução e conflitos de uso das terras no município de Itaara, RS. 2007. 67 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. 2007.

Streck, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS: UFRGS, 2008.

Valério Filho, M.; Donzeli, P. L.; Pinto, S. dos A. F., et al. Monitoramento da dinâmica do uso agrícola e vegetação natural em microbacias hidrográficas através de técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento. Rio de Janeiro, 1997. CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. **Anais...** (CD ROM), Rio de Janeiro, 1997.