

# Metodologia para o planejamento do uso da terra por meio do geoprocessamento

## A geotechnology-based land management methodology

Juliano Andres<sup>1</sup>  
José Américo de Mello Filho<sup>2</sup>

### Resumo

Este trabalho tem por objetivo elaborar proposta metodológica para planejar o uso da terra com técnicas e análises do Geoprocessamento, tendo como área de estudo o município de Pirapó, RS. Para o desenvolvimento da pesquisa utilizou-se o sensoriamento remoto como base para o diagnóstico do uso terra, além de aplicativos de geoprocessamento para avaliação do uso da terra potencial e técnicas de monitoria para se identificarem os conflitos de uso da terra. Foram identificados e espacializados seis tipos de conflitos, realizadas análises e apontada alternativa para diminuir a deterioração do solo.

Palavras-chave: uso da terra; geoprocessamento; SGI; sensoriamento remoto.

### Abstract

This paper elaborates upon a methodological approach to land management in Pirapó, RS using techniques and analysis from the geographic information system (GIS). The research was developed on the basis of remote sensing in order to produce a diagnosis of the land use. Geotechnology softwares were used to evaluate the potential land use and monitoring techniques allowed for the identification of the land use conflicts. Six kinds of conflicts were found, mapped and analyzed. A suggestion to reduce soil deterioration has been offered.

Key words: land use; geotechnologies; GIS; remote sensing.

---

1 M.Sc, Geógrafo; Universidade Estadual do Oeste do Paraná; E-mail: juliano.andres@gmail.com

2 Dr. Engenheiro Florestal; Prof. Titular do Departamento de Engenharia Rural da Universidade Federal de Santa Maria; Email: americo@ccr.ufsm.br

## **Introdução**

A deterioração do solo é um fenômeno visível na superfície terrestre, sendo observável por meio de alguns fatores, tais como a lixiviação e a erosão. O solo deteriorado, além de constituir-se em problema natural, torna-se também um problema social, pois as áreas que se encontram em processo de deterioração reduzem a produção dos meios de subsistência indispensáveis ao homem.

O processo de deterioração do solo decorre de fatores naturais que passam a se intensificar pela intervenção humana. Pela dinâmica dos aspectos geológicos e geomorfológicos, sabe-se que o solo sofre a perda de partículas pelas ações das águas e dos ventos; esse é um processo natural que existe para manter o equilíbrio na sua formação e também erosão. A remoção da cobertura vegetal natural para destinar essa superfície a outros usos pode acelerar tal fenômeno, quando não planejada, de maneira que a gênese do solo seja insuficiente para repor as partículas e camadas perdidas no mesmo período de tempo.

Uma das alternativas para buscar o equilíbrio entre ganho e perda de solo encontra-se no planejamento do uso racional da terra, onde se podem indicar limitações quanto às declividades acentuadas, ao tipo de solo, à hipsometria, à geomorfologia, entre outros parâmetros qualitativos e quantitativos.

Dessa forma, o objetivo desse trabalho é propor metodologia para planejar o uso da terra por meio da aplicação de técnicas e análises do Geoprocessamento, tendo como área de experimentação o município de Pirapó, RS.

## **Caracterização geográfica da área de estudo**

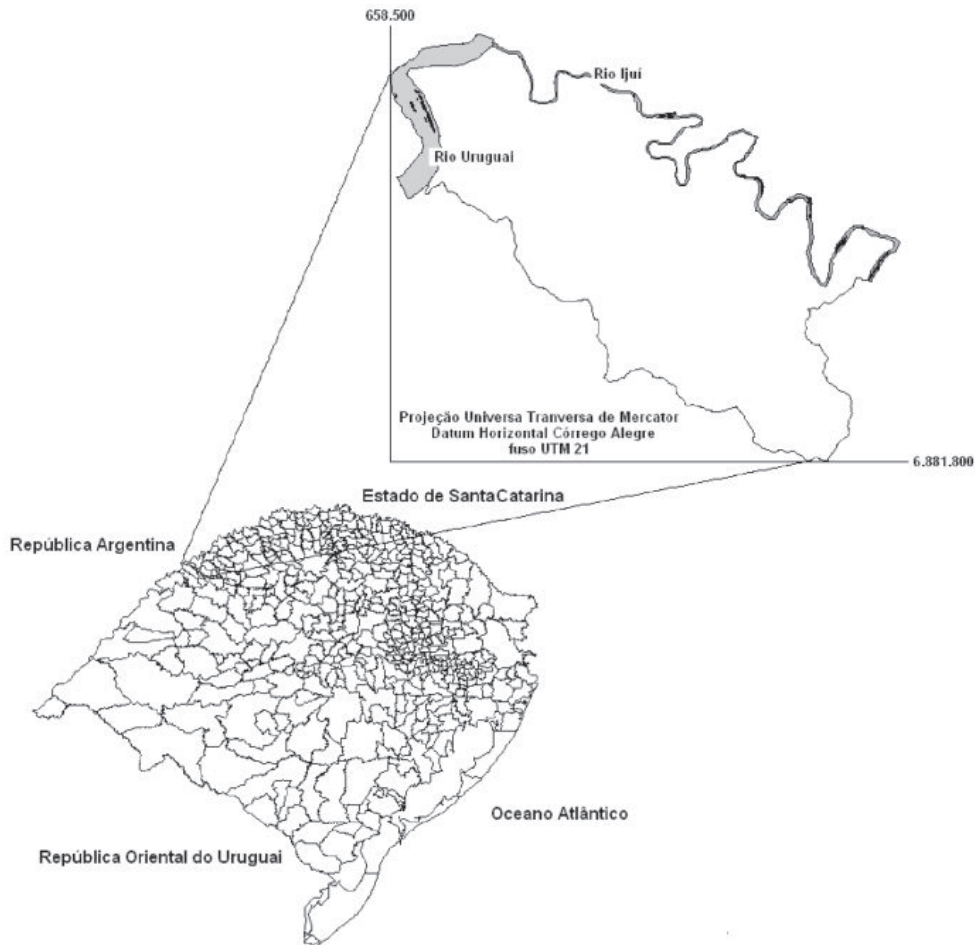
O município de Pirapó (Figura 1) possui uma área de 292 km<sup>2</sup>, estando localizado ao noroeste do estado do Rio Grande do Sul, no fuso UTM 21, e tendo como meridiano central 57° de longitude oeste, entre as coordenadas planas E de 658.500 e 684.000 m e N de 6.881.800 e 6.905.300 m. O município possui como limites ao norte o município de Roque Gonzales, a leste Dezesesseis de Novembro, ao sul São Nicolau e a oeste o Rio Uruguai em divisa com a República Argentina.

O município está na área de planaltos e chapadas da bacia sedimentar do Paraná, formados por derrames fissurais ocorridos no período geológico Jurássico. As variações de altimetria são pouco significativas na maior parte da área, havendo poucos setores com declividades acentuadas. Junto à confluência de dois rios de grande porte, Rio Uruguai e Rio Ijuí, a área caracteriza-se por baixas altitudes. A vegetação original era constituída por parte da Floresta Subcaducifólia Subtropical, havendo ocorrências de campos ou pradarias em alguns locais; essa vegetação original está praticamente extinta. Segundo a classificação de Köppen, o clima da área de estudo é o Cfa. A historicidade do município está vinculada aos Sete Povos das Missões.

## **Materiais e Métodos**

Para a elaboração da base cartográfica foram utilizadas as cartas topográficas elaboradas pela Diretoria de Serviço Geográfico, DSG, do Ministério do Exército, na escala 1:50.000, folhas

**Figura 1.** Localização geográfica do município de Pirapó no Rio Grande do Sul



SG.21-Z-D-IV-3, SG.21-X-B-I-1, SG.21-X-B-I-2 e SG.21-Z-D-IV-4. As cartas foram digitalizadas com uma resolução de 127 dpi, ou 50 pontos por centímetro, para que cada célula representasse dez metros no terreno, em resolução espacial adequada à escala original das cartas topográficas. A correção geométrica das cartas foi realizada com o *software* Spring 4.2<sup>3</sup> e teve como base as coordenadas planas das cartas e

3 INPE©SPRING versão 4.2 - Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas (*copyright* - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais)

Datum Horizontal Córrego Alegre. Sobre a carta georreferenciada, realizou-se a vetorização em tela do limite do município, rede de drenagem e curvas de nível.

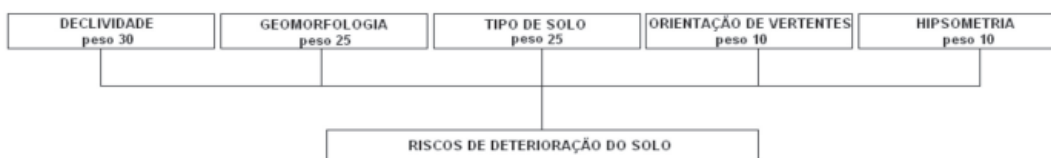
Por meio da base cartográfica criaram-se, no Spring 4.2, as bases de dados para a avaliação da potencialidade de uso da terra. Com a distribuição das curvas de nível e da rede de drenagem foi elaborada a compartimentação geomorfológica. Por meio do arquivo digital das curvas de nível e do sistema de modelagem proposto pelo Spring, gerou-se o modelo numérico do terreno (MNT), o qual originou as bases de dados sobre declividade, hipsometria e orientação de

vertentes. Pela carta desenvolvida pela EMATER em 2001, elaborou-se a base de dados sobre solos. Com elaboração de *buffers* da rede de drenagem, segundo a legislação atual, foi criada a base sobre Proximidades.

As bases de dados (geomorfologia, declividade, hipsometria, orientação de vertentes, solos e proximidades) foram exportadas no formato *tiff*, na escala de tela 1:200.000, e com 508 dpi para manter a resolução espacial de dez metros. Como se trata de imagem original em formato

conversão do formato *tiff* em *raster* controlado e para a edição final. Em seguida, as bases foram inseridas no aplicativo *VistaSAGA* para avaliação da potencialidade de uso da terra. Inicialmente foi realizada a avaliação de riscos de deterioração do solo, utilizando as bases de dados sobre geomorfologia, declividade, hipsometria, orientação de vertentes e solos. Para cada uma das planimetrias temáticas que formam a base, foram atribuídos pesos, de acordo com a árvore de decisão da figura 2.

**Figura 2.** Árvore de decisão para avaliação de riscos de deterioração do solo



vetorial, em tela, a exportação para o formato matricial gera imagem com controle sobre a resolução espacial. As bases de dados foram inseridas no ambiente do *software CriarSAGA*<sup>4</sup> para

As notas para cada classe das bases de dados expostas na figura 2 podem ser vistas no quadro 1.

Por tratar-se de matéria interdisciplinar, recomenda-se que os

**Quadro 1.** Notas para avaliação das áreas de riscos de deterioração do solo

Declividade		Geomorfologia		Tipo de Solo		Orientação de Vertentes		Hipsometria	
Classe	Nota	Classe	Nota	Classe	Nota	Classe	Nota	Classe	Nota
0-5 %	2	Planícies	2	Neossolo Litólico	10	Pouca Inclinação	3	< 100 m	10
5-12 %	4	Várzea Rio Ijuí	4	Latossolo Vermelho	6	Sul	4	100 a 150 m	8
12-30%	6	Várzea Rio Uruguai	4	X	X	Leste	4	150 a 200 m	8
30-50%	8	Morros Residuais	10	X	X	Oeste	2	> 200 m	8
>50%	10	X	X	X	X	Norte	2	X	X

4 SAGA é o Sistema de Análise Geo-Ambiental desenvolvido pelo Lageop - Laboratório de Geoprocessamento da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

pesos e notas, a cada componente de avaliação, devam ser atribuídos após consultas a especialistas, conforme o que

preceitua, de forma intuitiva e interativa, o método Delphi.

A integração das planimetrias temáticas envolvidas, por processo de avaliação de riscos de deterioração de solos, gerou seis notas finais: de 4 a 9, onde 4 representa o grau mínimo de deterioração e 9, o grau máximo. As notas 7 e 8 tiveram pouca representatividade espacial, sendo agrupadas em apenas uma classe. Dessa forma, foram criadas quatro classes para o mapa de riscos de deterioração: baixo, médio, alto e altíssimo. Pelo mapa de riscos de deterioração e o mapa com as áreas de proximidades, elaborou-se nova avaliação, associando-se as áreas que devem ser cobertas por florestas, por campos, por lavouras e as que podem estar temporariamente com solo exposto, conforme a figura 3, o que deu origem ao mapa de uso da terra potencial.

As imagens de satélite para diagnóstico do uso da terra atual foram adquiridas gratuitamente no Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), e constituem-se em dados coletados pelo sensor CCD do satélite CBERS, tomadas no dia 09 de agosto de 2005, às 13h29min. Foram adquiridas as bandas 1, 2, 3, 4 e 5, por meio das quais foram realizadas as composições necessárias

para a individualização das classes. O georreferenciamento teve como suporte a base cartográfica elaborada no ambiente do *software Spring 4.2*, onde se procederam os passos seguintes, para a elaboração da cartografia digital básica. Foram diagnosticadas quatro classes de uso da terra: solo exposto, lavoura, campo e floresta.

Os mapas de uso da terra (atual e potencial) foram gerados e transformados para o formato raster-SAGA, e inseridos no aplicativo *VistaSAGA*, ambiente em que o geoprocessamento prosseguiu com a monitoria entre as classes de uso da terra para verificar os conflitos existentes. Monitoria é um procedimento para se detectar as alterações na paisagem, a partir dos registros das planimetrias temáticas. Para essa etapa foi adaptada a tabela proposta por Lepsch (2002) para as condições desse trabalho, criando-se o quadro 2.

Por meio da análise do quadro 2 percebe-se que ocorrem seis tipos de conflitos de uso da terra, os quais foram espacializados por meio de monitorias, originando seis mapas planimétricos.

## Resultados e Discussões

Os resultados obtidos na avaliação do uso da terra potencial podem ser verificados na figura 4.

**Figura 3.** Árvore de decisão para definição do uso da terra potencial



**Quadro 2.** Conflitos de uso da terra para a área de estudo

Classes de uso da terra potencial	Níveis de uso da terra atual			
	Floresta	Campo	Lavoura	Solo Exposto
Solo Exposto				
Lavoura				X
Campo			X	X
Floresta		X	X	X

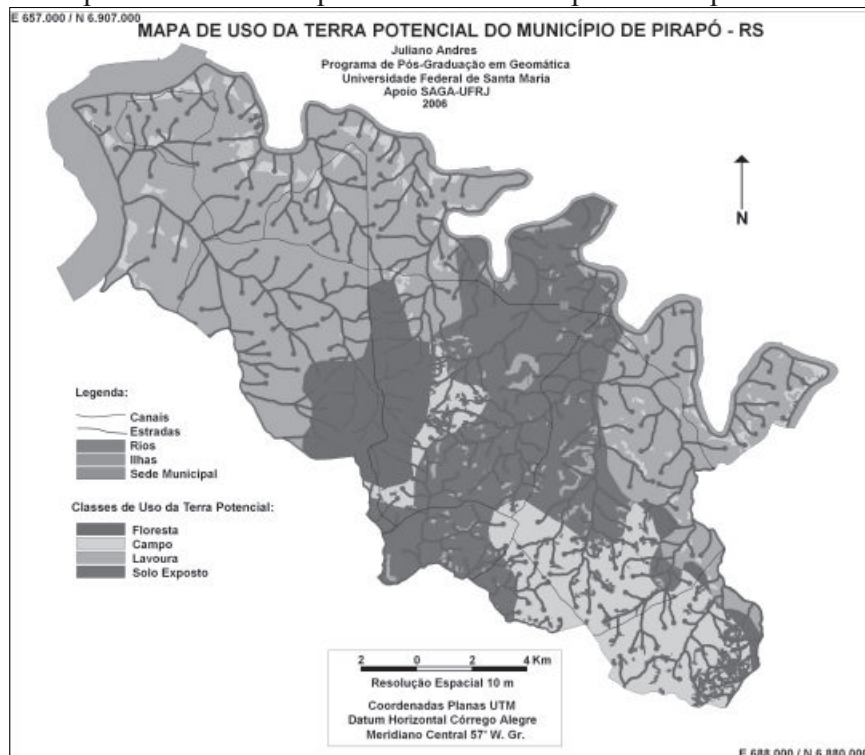
Pela observação da figura 4, pode-se dizer que as áreas que devem ser destinadas a florestas encontram-se nas proximidades de canais, rios e nascentes, além de áreas significativas no centro-sul e sudeste do município, e pequenas porções nas demais áreas. Os campos ocorrem em áreas isoladas, sendo que áreas significativas apenas são visíveis no sudeste e centro da área de estudo. As áreas que podem ser destinadas às lavouras estão no oeste e nordeste. A situação de

solo exposto é recomendável que ocorra apenas na faixa de sul ao norte no centro-leste e em pequenas porções no sudeste.

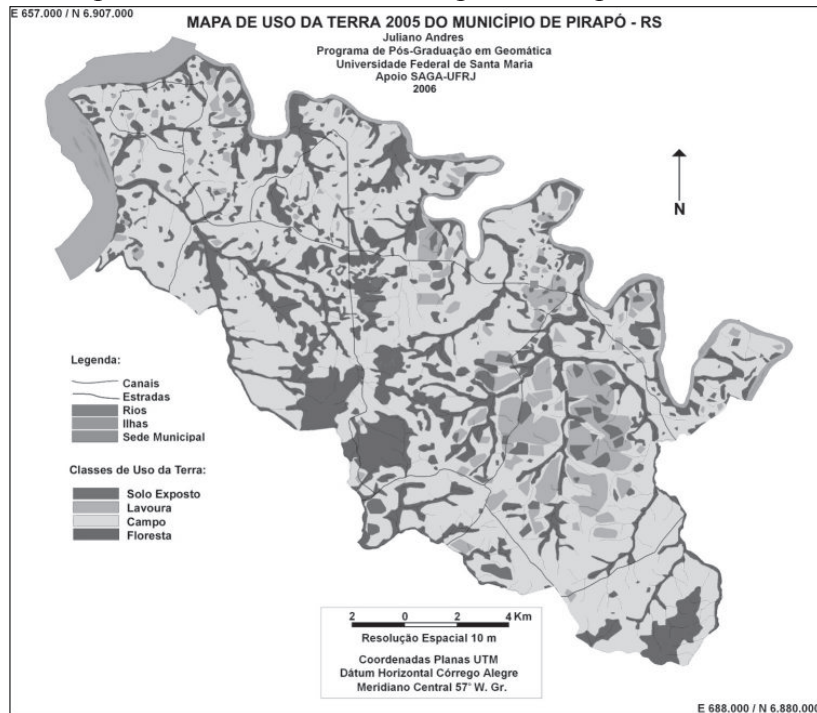
Os resultados do diagnóstico do uso da terra podem ser vistos na figura 5.

Pela figura 5 apreende-se que as áreas de campo predominam no município, sendo mais evidente no oeste, próximo ao Rio Uruguai. As florestas remanescentes estão restritas às margens dos canais e rios, além de algumas ocorrências nas demais porções do

**Figura 4.** Mapa de uso da terra potencial do município de Pirapó - RS





**Figura 5.** Mapa de uso da terra do município de Pirapó - RS

município, em especial no centro-sul e no sudeste. As áreas de lavoura estão mais presentes no centro-leste, onde também ocorre com maior frequência o solo exposto. Apesar das áreas de florestas possuírem uma abrangência significativa, cabe ressaltar que constituem apenas fragmentos de matas nativas as áreas de preservação permanente na área de estudo, e que as florestas existentes têm comprometida a sua regeneração natural, pois as situadas limítrofes aos campos são utilizadas para criação de gado.

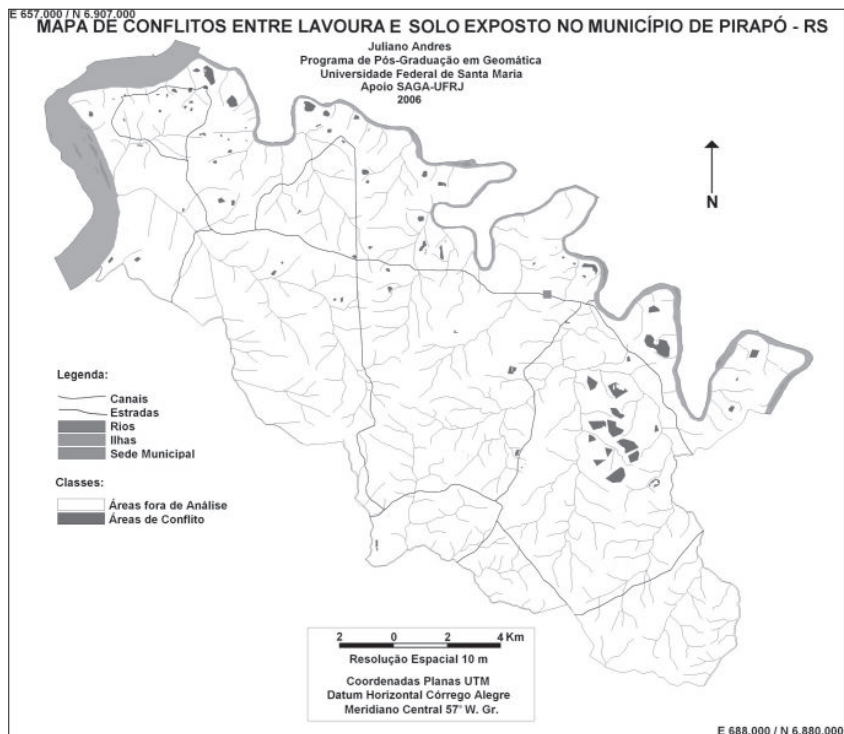
Os conflitos entre as classes de uso da terra potencial e atual podem ser visualizados nas figuras 6, 7, 8, 9, 10 e 11.

A monitoria realizada entre as áreas de lavoura potencial e solo exposto resultou no mapa da figura 6. Essa monitoria visa espacializar as áreas que podem ser utilizadas pelo nível de uso da terra máximo de lavoura para não causar

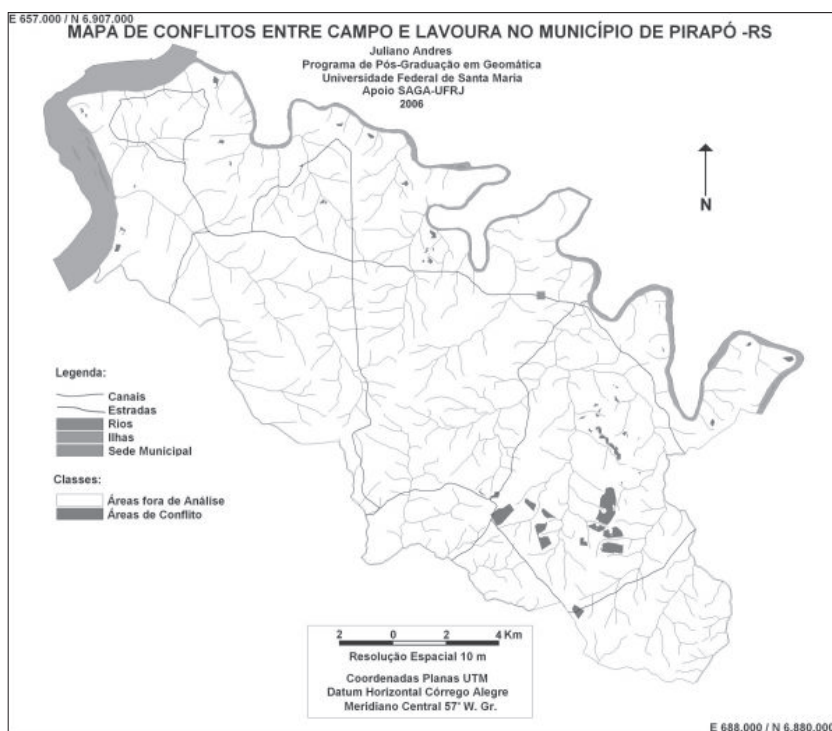
deterioração do solo, porém estão sendo utilizadas com solo exposto. Esse conflito ocorre com maior frequência em duas porções do município: no oeste encontram-se áreas com extensões mais significativas e no noroeste pequenas extensões. No restante do território, as ocorrências são menos frequentes, sendo praticamente nulas no sul e sudeste. As áreas de conflito nesse caso totalizam 372,58 ha.

A monitoria realizada entre campo potencial e lavoura pode ser vista na figura 7. O objetivo dessa monitoria é a espacialização das áreas que devem ser utilizadas com o nível de uso da terra, máximo, de campo para que não haja a deterioração do solo, e estão sendo utilizadas para agricultura. Esse caso está mais presente no sudeste do município. No centro e no sul inexistem áreas de conflito para esse caso, e nas demais porções do município as ocorrências apresentam-se

**Figura 6.** Mapa de conflitos entre lavoura potencial e solo exposto em Pirapó - RS



**Figura 7.** Mapa de conflitos entre campo potencial e lavoura em Pirapó - RS





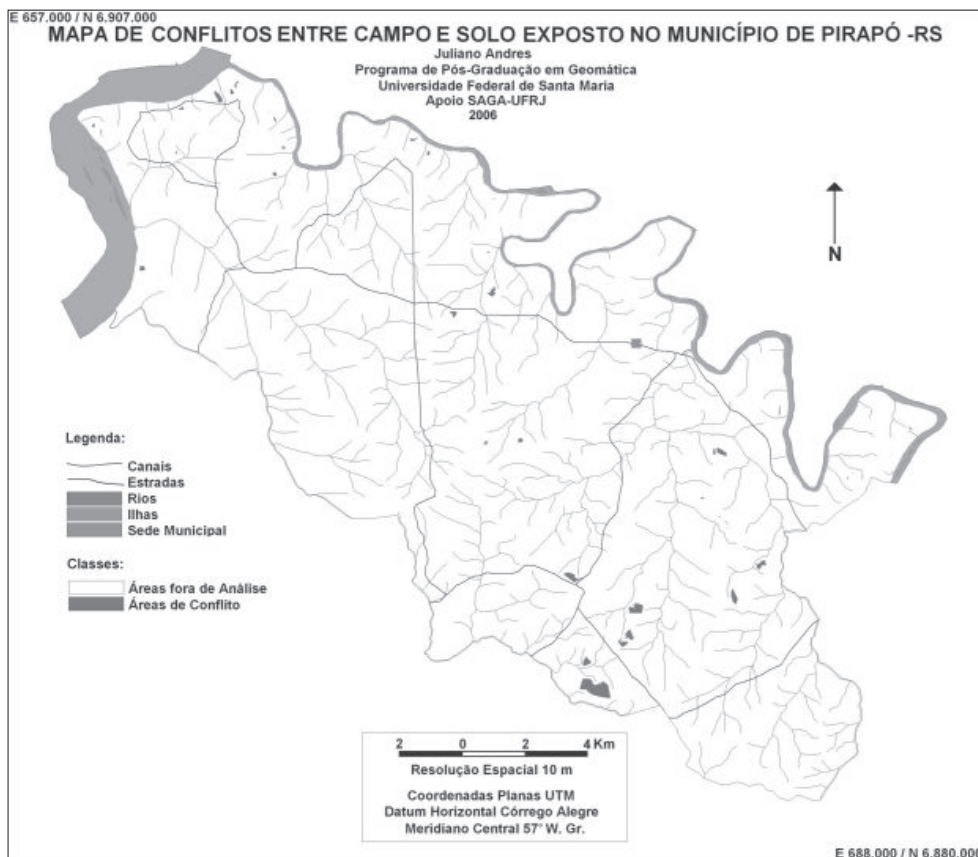
em pequenas extensões. A quantificação das áreas de ocorrência de conflito para esse caso resultou em 299,98 ha.

A monitoria entre campo e solo exposto resultou na figura 8. Essa monitoria foi realizada no intuito de espacializar as áreas que devem ser utilizadas pelo nível de uso da terra, máximo, de campo para evitar a deterioração do solo, e estão sendo utilizadas com solo exposto. Percebe-se que não existem porções do município com muitas ocorrências desse conflito. No sudeste percebem-se ocorrências de extensões significativas; em algumas porções do município a ocorrência é nula, sendo que nas demais elas possuem pouca

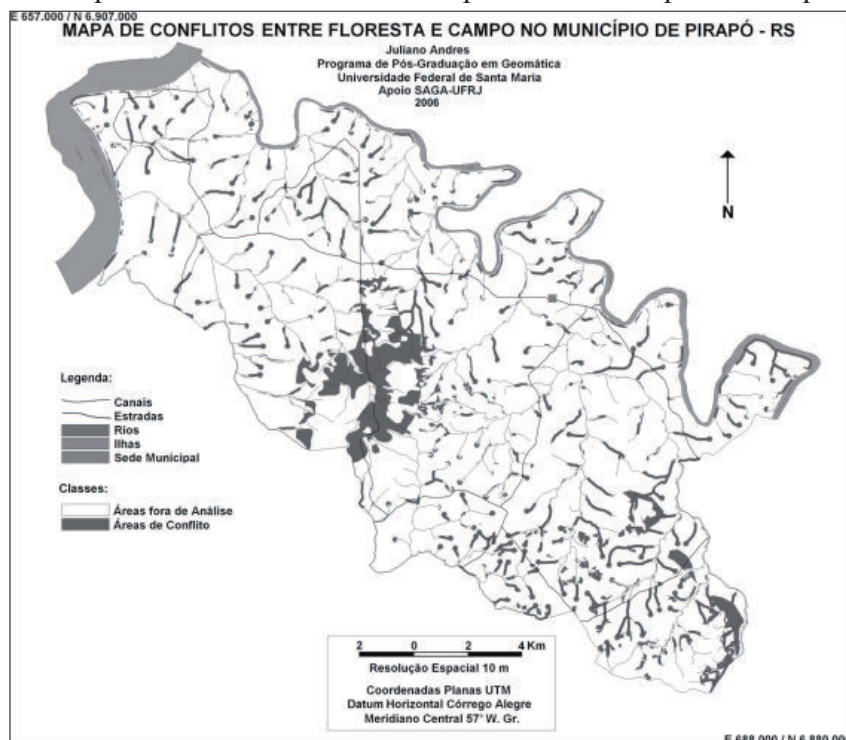
representatividade. As áreas de conflito para esse caso totalizam 107,31 ha.

Da monitoria entre floresta potencial e campo resultou a figura 9. Essa monitoria visa espacializar as áreas que devem possuir como nível de uso da terra máximo a floresta, para que não haja a deterioração do solo, e estão sendo utilizadas para o campo. Percebe-se que os conflitos ocorrem praticamente em todas as porções do município. As maiores ocorrências estão concentradas no centro-sul e no sul-sudeste, sendo que nas demais áreas elas são menos significativas em relação às duas. Pode-se verificar que esses conflitos estão mais presentes próximos aos canais,

**Figura 8.** Mapa de conflitos entre campo potencial e solo exposto em Pirapó - RS



**Figura 9.** Mapa de conflitos entre floresta potencial e campo em Pirapó - RS



rios e nascentes, ou seja, em áreas que deveriam estar submetidas à preservação permanente, pois, como já visto no diagnóstico de uso da terra, existem canais e pequenos arroios em meio aos campos. As ocorrências de conflito nesse caso totalizam 3.246,69 ha.

A monitoria entre floresta potencial e lavoura resultou na figura 10. O objetivo dessa operação por monitoria é mostrar e localizar as áreas que devem ser utilizadas pelo uso da terra com florestas e estão sendo utilizadas para agricultura. As áreas de conflito estão presentes próximo à sede municipal, no oeste e norte da área de estudo; nas demais áreas as ocorrências são menos significativas. Novamente os conflitos predominaram nas margens de canais, pequenos arroios e nascentes. As áreas de conflito totalizaram 242,70 ha para esse caso.

A monitoria realizada entre a floresta potencial e solo exposto pode ser vista na figura 11. Essa monitoria visa espacializar as áreas que deveriam ser destinadas para uso da terra com florestas e estão sendo utilizadas como solo exposto. As áreas de conflito são restritas, deve-se destacar a ocorrência de duas áreas significativas na porção central do município, sendo que as demais estão espalhadas pelo território. As ocorrências são praticamente nulas no oeste. Para esse caso, foram quantificadas 97,89 ha de conflito.

A espacialização das áreas de conflito permitiu que fossem visualizadas as áreas que estão sendo utilizadas com usos da terra mais intensos que o recomendado, para que a deterioração do solo seja contida e passe a ser pouco significativa. Dessa forma, com base na ampla e objetiva série de análises

Figura 10. Mapa de conflitos entre floresta potencial e lavoura em Pirapó - RS

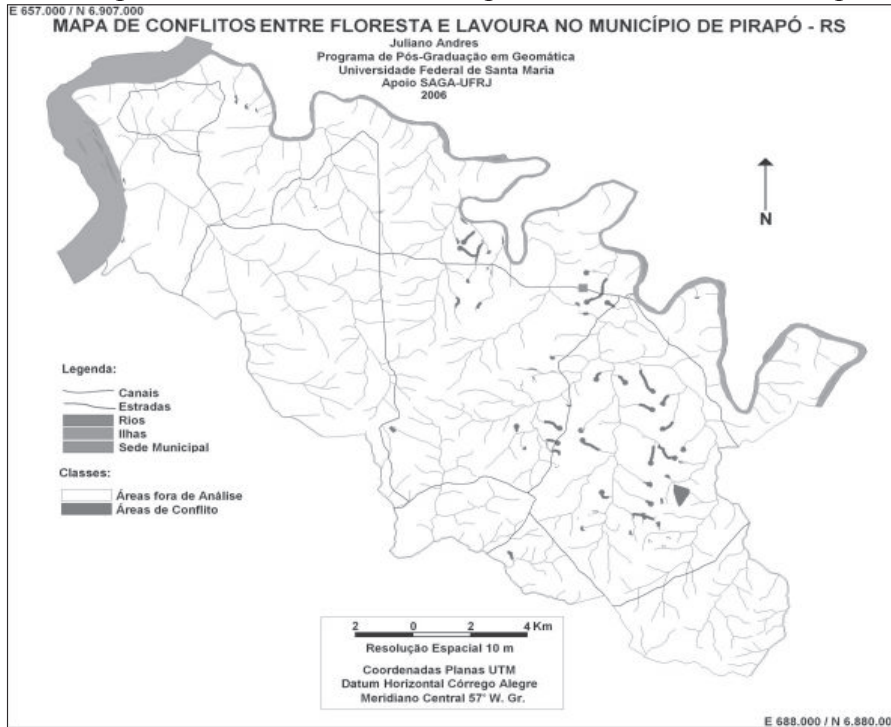
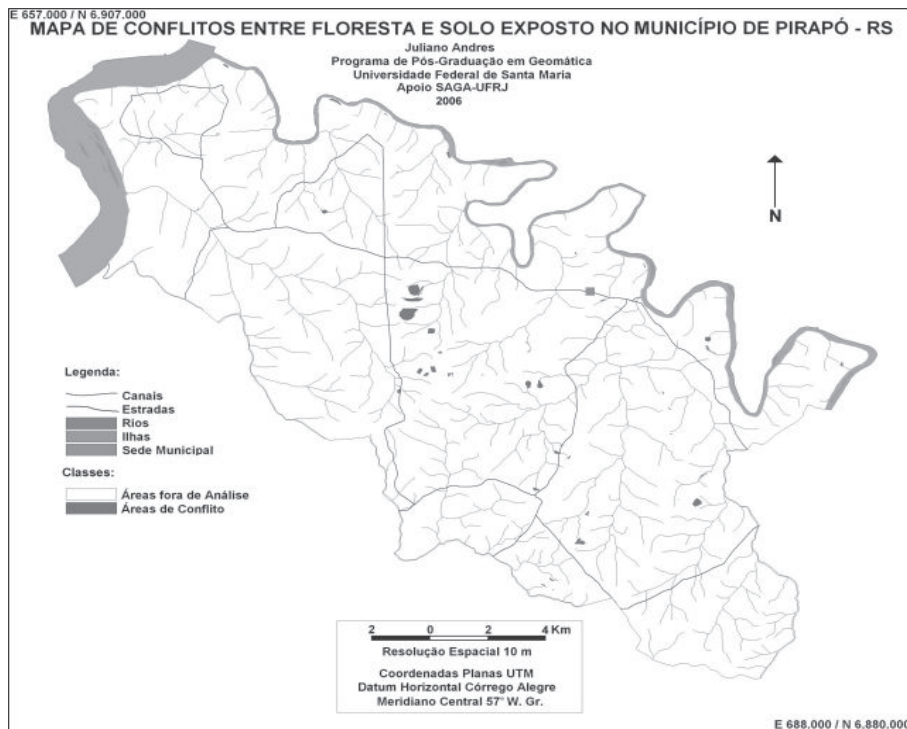


Figura 11. Mapa de conflitos entre floresta potencial e solo exposto em Pirapó - RS



realizadas, é aconselhável que sejam tomadas, por iniciativa dos proprietários rurais, com apoio dos órgãos extensionistas e ambientais do município, providências para sanar essas incongruências, para que se diminua a possibilidade de danos ao solo.

### **Conclusões**

A metodologia mostrou-se eficaz para o planejamento do uso da terra, uma vez que:

a) a avaliação em geoprocessamento permitiu que fossem considerados todos

os aspectos na proporção desejada, evitando que os agentes de menor relevância tivessem a mesma influência que os demais no resultado final;

b) a aplicação da técnica Monitoria em geoprocessamento foi de fundamental importância, pois possibilitou que fossem espacializados individualmente os seis tipos de conflitos de uso da terra existentes e;

c) o geoprocessamento possibilitou, além da quantificação e análise, a visão espacial dos problemas, o que facilitará as ações na tentativa de saná-los.

### **Referências e bibliografia de apoio**

BURROUGH, P.; MCDONNELL, R. A. *Principles of Geographical Information Systems*. Oxford: Oxford University Press, 1998.

CALHEIROS, S. Q. C. *Turismo versus agricultura no litoral meridional alagoano*. Rio de Janeiro: 2000. 256f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. da. *Geomorfologia e meio ambiente*. 3.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

LAGEOP. *Manual Operacional do VistaSAGA/UFRJ: Módulo de Análise Ambiental*. Rio de Janeiro: LAGEOP, 1999.

LEPSCH, I. F. *Formação e conservação dos solos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

LILLESAND, T. M.; KIEFER, R. W. *Remote Sensing and Image Interpretation*. 3.ed. New York: John Wiley & Sons, 1994.

MELLO FILHO, J. A. *Qualidade de vida na região da Tijuca, RJ, por geoprocessamento*. 2003. Rio de Janeiro: 288f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

NOVO, E. M. L de M. *Sensoriamento Remoto: princípios e aplicações*. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1999.

ROCHA, C. H. B. *Geoprocessamento: tecnologia transdisciplinar*. Juiz de Fora: Editora do autor, 2000.

ROSS, J. L. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. 4. ed. São Paulo: Contexto, 1997.

XAVIER-DA-SILVA, J.; ZAIDAN, R. T. (org.). *Geoprocessamento e análise ambiental: aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.