

Identificação de tipologias da vegetação campestre e o uso de imagem Thematic Mapper (Landsat 5) na região dos Campos de Cima da Serra, Bioma Mata Atlântica

Tatiana Mora Kuplich¹
Eduardo Vélez Martin²

¹ Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais - INPE
Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais – CRS
Av. Roraima 1000 – 97105-970 - Santa Maria - RS, Brasil
tmk@dsr.inpe.br

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS
Laboratório de Ecologia Quantitativa – Caixa Postal 15007
CEP 91501-970 – Porto Alegre, RS, Brasil
velezedu@portoweb.com.br

Abstract. Different types of grasslands of the South Brazilian Plateau in Rio Grande do Sul, Brazil, were defined after a fieldwork at the end of winter time. A Landsat 5 Thematic Mapper image was used as a support for a Maximum Likelihood classification of 9 grasslands types: (i) tall and (ii) short cespituous grasses, (iii) tall cespituous grass after burning, (iv) short cespituous grass after burning, (v) short cespituous grass sprouting, (vi) mixture of cespituous and prostrate grasses with *Baccharis* sp., (vii) prostrate grasses, (viii) swamp grassland and (ix) planted winter pasture. The accuracy of classification was around 64%, with some confusion among spectrally similar classes, such as tall and short grasses, burned grasslands, etc. The fire dynamics in the area was unveiled, confirming the importance of burning and grazing as the conditioning factors for the grassland physiognomies. The area presented cespituous grasses as the dominant cover. Future work will assess different spectral and spacial resolution orbital data, acquired in different seasons.

Palavras-chave: campos sulinos, sensoriamento remoto, tipos de gramíneas, grasslands, remote sensing, grass types.

1. Introdução

Os campos são ecossistemas caracterizados pela predominância da vegetação herbácea, principalmente gramíneas, e pela inexpressiva presença do elemento lenhoso, quando muito restrito a poucas espécies de hábito arbustivo ou sub-arbustivo. No Brasil, o IBGE classifica as áreas de campos como equivalentes à região fitoecológica da Estepe (IBGE, 2004).

As principais formações tipicamente campestres do Brasil localizam-se na região sul, tendo originalmente sido denominadas de Campos Sulinos (MMA, 2007). Considerando a regionalização do território nacional em biomas (IBGE, 2004) os campos sulinos encontram-se representados no Bioma Pampa, onde correspondem à fisionomia vegetal característica, e no Bioma Mata Atlântica, nas porções altas do nordeste do Rio Grande do Sul, sudeste de Santa Catarina e centro-sul do Paraná, onde também recebem a denominação de campos de altitude. Apresentam-se como “enclaves” no domínio da floresta com *Araucaria angustifolia*, formando extensos mosaicos de campo e floresta que identificam a paisagem típica (Boldrini, 2006).

A representação dos campos sulinos em dois biomas distintos reflete as diferenças em suas composições florísticas e fisionomias. Nos campos sulinos ocorre coexistem espécies de gramíneas com metabolismo C3 e C4, com diferentes eficiências na produção de biomassa (Quadros e Pillar 2002, Overbeck et al. 2007).

Apesar da importância histórica para a economia regional, a conservação dos campos sulinos tem sido, historicamente, negligenciada, assim como têm existido poucas iniciativas de pesquisa científica sobre este tema (Pillar et al. 2006, Overbeck et al. 2007). Há um grande número de questões acerca da composição florística, dinâmica e ecologia dos campos sulinos a desvendar, além de falta de consenso na terminologia fitogeográfica para sua descrição e classificação (Marchiori, 2002).

Os campos situados na região fisiográfica Campos de Cima da Serra, sobre a porção sul do planalto sul-brasileiro, correspondem a uma das mais expressivas áreas dos campos sulinos. A maioria das espécies de gramíneas apresenta hábito cespitoso, sendo muito freqüentes o capim-caninha (*Andropogon lateralis*) e o capim-mimoso (*Schizachyrium tenerum*), além de *Paspalum maculosum* e *Axonopus siccus*. Também ocorrem leguminosas como *Macroptilium prostratum*, *Trifolium riograndense*, *Adesmia ciliata* e *Lupinus* sp., entre outras (Boldrini, 1997).

A principal atividade econômica praticada sobre os campos da região é a pecuária. Associado a este uso, anualmente ocorre a queima do campo no fim do inverno, com a finalidade de incentivar a rebrotação de primavera. Nas últimas décadas a ampla conversão dos campos para áreas de agricultura e de fruticultura tem descaracterizado a porção oeste da região e, mais recentemente, observa-se o avanço indiscriminado da silvicultura sobre a área de remanescentes de campo.

Apesar da aparente uniformidade, e da baixa complexidade vertical, os campos sulinos possuem grande biodiversidade (Boldrini, 2006) e espécies vegetais de alto valor forrageiro (Fonseca et al. 2006). Boldrini et al. (2006) identificaram a existência de 1.087 espécies vegetais nos campos desta região, sendo as famílias com maior número de representantes Asteraceae (277), Poaceae (238), Fabaceae (88), Cyperaceae (71), Solanaceae (31), Apiaceae (30), Rubiaceae (29), Lamiaceae (24) e Euphorbiaceae (23), as quais constituíram 75% (809 spp.) do total de espécies. As demais famílias perfizeram 25% (278 spp.).

Os fatores que conduziram à atual fisionomia e diversidade dos campos, assim como a distribuição florística e espacial das diferentes comunidades campestres, ainda não são suficientemente conhecidos para previsão de suas dinâmicas em face das perturbações em curso (Overbeck et al. 2007). O conhecimento acerca dos atributos funcionais (produtividade primária, evapotranspiração, etc) e estruturais (composição florística, fisionomia, etc) da vegetação campestre permite a caracterização e monitoramento desta vegetação, tanto em ecossistemas naturais como nos que sofreram ação antrópica (Baeza et al. 2006) e constituem a base para o manejo sustentável deste ecossistema natural e para a definição de estratégias de conservação da sua biodiversidade.

Dados de sensoriamento remoto, de diferentes escalas, têm sido utilizados há décadas para estudos de áreas campestres, sejam elas naturais ou cultivadas. A fenologia das espécies herbáceas e sua organização espacial (He et al. 2007, Aragon e Oesterheld 2008), estimativas de biomassa (Piñeiro et al. 2006), caracterização da fragmentação de campos pampeanos (Baldi et al. 2006), entre outros temas, têm sido alvo de estudos com suporte de dados de sensoriamento remoto. No Brasil mais recentemente, cabe destacar o mapeamento da cobertura vegetal do Bioma Pampa (MMA, 2007), com base em interpretação visual de imagens Landsat/Thematic Mapper (TM) de 2002/2004.

Este trabalho objetiva a identificação das principais tipologias da vegetação campestre, com expressão regional, da região dos Campos de Cima da Serra, RS, no período inverno/primavera, e verificar a adequação do uso de imagens orbitais TM, de resolução média (28 m) na sua detecção e monitoramento.

Parte-se da premissa de que a vegetação campestre deve apresentar padrões fisonômicos de organização, em determinadas escalas, em função da interação entre processos naturais e

antrópicos. A identificação destes padrões e da sua dinâmica anual é essencial para compreender o funcionamento destes ecossistemas.

2. Materiais e métodos

2.1. Área de estudo e imagem

Para este estudo foi selecionada uma área de aproximadamente 50 x 70 km na imagem TM, cobrindo a parte leste do planalto sul-riograndense, na região dos Campos de Cima da Serra (Figura 1). Na imagem observa-se o predomínio da fisionomia dos campos (em rosa), e a presença do Rio das Antas na região central onde se concentra a vegetação florestal (zona de contato entre Floresta Ombrófila Mista e a Floresta Estacional Decidual). Também se observa a presença de manchas de silvicultura, principalmente de *Pinus* sp.. Na região noroeste da cena nota-se uma expressiva presença de pastagens cultivadas (verde claro).

A área foi visitada, para identificação dos pontos representantes das diferentes tipologias da vegetação campestre, nos dias 17, 18 e 19 de setembro de 2008. Apesar destas datas coincidirem com a aquisição de imagem TM, a área estava coberta de nuvens. Foram então utilizadas neste trabalho as seis bandas (com exceção da banda 6 – termal) da imagem coletada na passagem seguinte do Landsat 5 (órbita-ponto 221/80) em 3 de outubro de 2008.

2.2 Classes de vegetação campestre

A primeira etapa de identificação de tipologias deste estudo restringiu-se propositalmente ao período do final do inverno/início da primavera. Trata-se do momento em que se verifica a menor taxa de desenvolvimento vegetativo das espécies herbáceas, e no qual há o maior acúmulo de material vegetal senescente, responsável pelo aspecto paleáceo da vegetação. É também neste período que ocorre na região grande número de queimadas de origem antrópica, realizadas para eliminar a biomassa seca, no contexto do manejo tradicional da pecuária na região. Sabe-se que as queimadas exercem um grande efeito estruturante sobre as comunidades herbáceas em função da seleção de espécies com maior adaptação a este tipo de distúrbio. Logo, a compreensão da abrangência e da magnitude das queimadas é a uma etapa necessária para o próprio entendimento da dinâmica da vegetação campestre nesta região, em outros períodos do ano.

As tipologias/classes de vegetação campestre foram definidas com base na visita ao campo. Na oportunidade foram realizadas observações detalhadas da fisionomia da vegetação em cinquenta pontos de observação distribuídos em diferentes trechos da área de estudo. O percurso realizado nos diferentes trechos de observação totalizou aproximadamente 100 km. Para o desenvolvimento da tipologia foram adotados os seguintes critérios: grau de umidade do terreno, proporção de espécies cespitosas ou prostradas, altura da vegetação e situação da vegetação com respeito às queimadas. Como resultado das avaliações de campo foi proposta a seguinte tipologia, cujas classes estão descritas a seguir e apresentadas na Tabela 1:

1. Campo seco com domínio de espécies cespitosas: (i) Altas – (acima de 50 cm) [classe 1], se recentemente queimada [classe 2], (ii) Baixas – (abaixo de 50cm) [classe 3], se queimada [classe 4], se rebrotando [classe 5].
2. Com cespitosas e prostradas: (i) com presença de carqueja (*Baccharis* spp.) [classe 6], (ii) com domínio de espécies prostradas e cespitosas esparsas [classe 7].
3. Campos úmidos [classe 8].
4. Pastagens de inverno [classe 9].

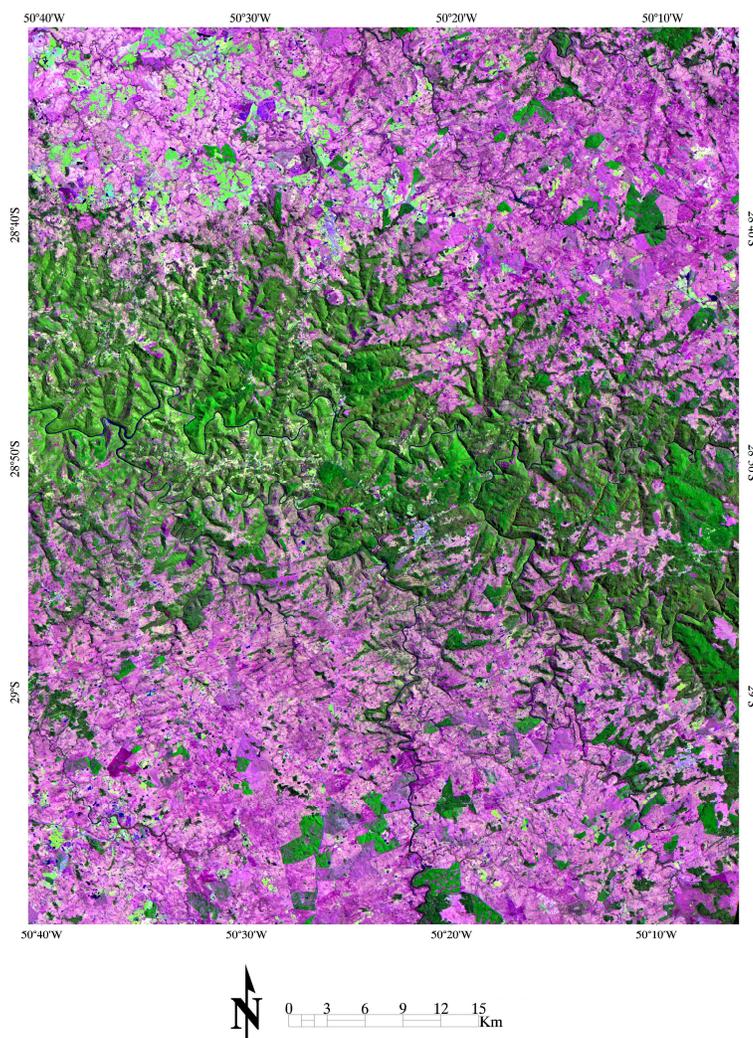
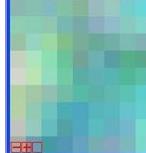
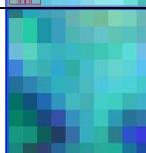
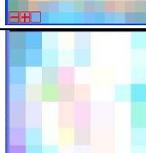
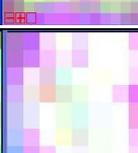
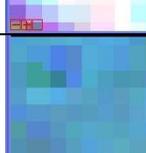
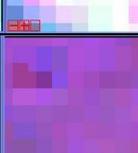


Figura 1. Área de estudo em extrato da cena Landsat 5 TM (órbita-ponto 221/80) de 3 de outubro de 2008, cobrindo parte dos Campos de Cima da Serra.

Também foram observadas áreas cobertas por “vassourais”, nome de certos arbustos (geralmente das famílias das Compostas ou Sapindáceas) que podem formar associações mais ou menos puras nos campos sulinos (Marchiori 2002). A classe dos vassourais, no entanto, por não ter sido verificada em áreas extensas e significativas, tanto no campo como na imagem, foi desprezada.

Tabela 1: Classes/tipologias dos Campos de Cima da Serra no final do inverno/ início da primavera, fotos da visita ao campo e aparência em imagem TM em composições coloridas 4R5G3B (esquerda) e 5R4G3B (direita).

1	C E S P I T O S A S	alta seca			
2		alta recém queimada			
3		baixa Seca			
4		baixa recém queimada			
5		baixa rebrotando			
6	Cespitosas/ prostradas	com carqueja			
7	Prostradas	com cespitosas esparsas			
8	Campo úmido				
9	Pastagem de inverno	plantada	Foto não disponível		

2.3. Processamento digital

As bandas TM foram georeferenciadas usando como base o mosaico GeoCover Landsat de 2000, da NASA (<https://zulu.ssc.nasa.gov/mrsid/>). O erro final foi menor que 1 pixel.

Os pontos identificados em campo foram plotados na imagem para amostrar as diferentes tipologias. Estes pontos foram transformados em polígonos e serviram como áreas de treinamento para classificação supervisionada por Máxima Verossimilhança. Os polígonos foram divididos entre amostras de treinamento e teste para o classificador.

3. Resultados e discussão

Como esperado, a grande similaridade espectral entre as diferentes tipologias (como apresenta a Tabela 1), gerou uma classificação digital com acurácia em torno de 64%. As classes que mais se confundiram foram as de gramíneas cespitosas altas e baixas (1 e 3, respectivamente), e as de vegetação recém queimada (2 e 4). Alguns pontos de campo úmido (8) foram classificados como áreas queimadas, e vice-versa. A classe de gramíneas com carqueja (classe 6) também apresentou confusão com as classes 3 e 7 (gramíneas prostradas com cespitosas esparsas). Ainda assim, a classificação permitiu a identificação do predomínio de vegetação cespitosa, em torno de 30% da área, como observado em campo.

O domínio das espécies cespitosas, seja pela sua maior expressão em condições naturais, seja pela ação seletiva das queimadas, parece dar à fisionomia da vegetação na região uma condição de homogeneidade nas áreas drenadas. Este predomínio do hábito cespitoso dificulta a ocorrência de tipologias com outras conformações estruturais, que certamente apresentariam maiores chances de discriminação através de imagens orbitais nas resoluções espacial e espectral utilizadas aqui.

A diferenciação tipológica mais evidente através dos dados TM foi entre as pastagens de inverno e as pastagens naturais. O emprego de espécies forrageiras confere, a estas áreas, altas taxas de material fotossintético no fim do inverno e início da primavera. A vegetação nativa, por outro lado, encontra-se na fase senescente. A diferenciação entre campos drenados e campos úmidos também é evidente, mesmo com a eventual confusão entre áreas queimadas e campos úmidos. A diferenciação é causada pela quantidade de água e menor proporção de matéria seca na vegetação dos campos úmidos, assim como a proporção de solo exposto nas áreas drenadas.

De um modo geral, a análise no campo e na imagem permitiu evidenciar que a prática da queimada é o principal agente condicionante da fisionomia da paisagem, associada com o pastejo pelo gado ao longo do ano. No entanto, a baixa proporção de áreas com presença de vegetação herbácea de porte alto (em torno de 3% da área de estudo) indica um controle intenso do acúmulo de biomassa, seja pelo pastejo ou pelo fogo. Adicionalmente, na maioria dos pontos sem queimada observados, apresentava um grande volume de biomassa flamável, correspondente principalmente ao estrato superior das espécies cespitosas, em fase senescente (palha seca). Estes pontos provavelmente ainda não haviam sido submetidos à queima.

4. Considerações finais

A análise de dados TM permitiu a caracterização geral de algumas das tipologias de campos presentes na área neste período do ano. Foi possível a observação do predomínio de campos dominados por espécies de hábito cespitoso.

O impacto da ação das queimadas na região foi dimensionado. A ação sistemática do pastoreio associado às queimadas anuais constitui um fator estruturante da fisionomia da vegetação dos Campos de Cima da Serra em áreas bem drenadas.

Novas etapas deste estudo incluirão a utilização do NDVI (Índice de Vegetação da Diferença Normalizada) como suporte para quantificação de material inflamável na vegetação campestre e como indicador de áreas com ou sem ação de queimadas em determinado período de tempo. O percentual de solo exposto também será investigado como indicador de áreas queimadas e submetidas ao superpastoreio (que pode causar o rompimento do tecido vegetal, facilitando a combustão).

Trabalhos futuros focarão dados remotos de diferentes datas e resoluções espaciais e espectrais, na busca de maior detalhamento nas tipologias e dinâmica da vegetação dos Campos de Cima da Serra.

5. Referências

Aragón, R., e M. Oesterheld. Linking vegetation heterogeneity and functional attributes of temperate grasslands through remote sensing. **Applied Vegetation Science** 11:117-130. 2008.

Baeza, S., J. M. Paruelo, e A. Altesor. Caracterización funcional de la vegetación del Uruguay mediante el uso de sensores remotos. **Interciencia**, 31:382-388. 2006.

Baldi, G., J. P. Guerschman, and J. M. Paruelo. Characterising fragmentation in temperate South America grasslands. **Agriculture, Ecosystems and Environment** 116:197-208. 2006.

Boldrini, I.I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências/UFRGS**, 56:39p. 1997.

Boldrini, I.I. Diversidade Florística nos campos do Rio Grande do Sul. In: **Anais 57º Congresso Nacional de Botânica**. Sociedade Botânica do Brasil, Gramado, 321-324. 2006.

Fonseca, E. L., V. C. P. Silveira, e E. Salomoni. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa incidente em biomassa aérea da vegetação campestre natural no bioma Campos Sulinos do Brasil. **Ciência Rural**, 36:656-659. 2006.

He, Y., X. Guo, e B. C. Si. Detecting grassland spatial variation by a wavelet approach. **International Journal of Remote Sensing** 28:1527-1545. 2007.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). Mapa de vegetação do Brasil, Mapa de Biomas do Brasil e nota sobre o Censo Agropecuário de 2006 <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: março 2008.

Ministério do Meio Ambiente (MMA), Mapas de cobertura vegetal dos Biomas Brasileiros, **apostila**, 10 p. 2007.

Marchiori, J. N. C. Considerações terminológicas sobre os campos sulinos. **Ciência e Ambiente** 24: 139-150. 2002.

Overbeck, G. E., S. C. Muller, et al. Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. **Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics** 9: 101-116. 2007.

Pillar, V.D.; Boldrini, I. I.; Hasenack, H.; Jacques, A. V. A.; Both, R.; Muller, S. ; Eggers, L.; Fidelis, A. T.; Santos, M. M. G.; Oliveira, J. M.; Cerveira, J.; Blanco, C. C.; Joner, F.; Cordeiro, J. L. F.; Pinillos Galindo, M. **Estado atual e desafios para a conservação dos campos**. Porto Alegre: UFRGS, 24 p. (Relatório disponível em <http://ecoqua.ecologia.ufrgs.br>). 2006.

Piñeiro, G., M. Oesterheld, e J. M. Paruelo. Seasonal variation in aboveground production and radiation-use efficiency of temperate rangelands estimated through remote sensing. **Ecosystems** 9:357-373. 2006.

Quadros, F. L. F. e V. Pillar. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência e Ambiente** 24: 109-11. 2002.