Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe

Análise Temporal do Uso e Cobertura dos Solos no Município de São José dos Ausentes, Rio Grande do Sul, Brasil

Jussara Alves Pinheiro Sommer¹; Dejanira Luderitz Saldanha²

¹ Doutoranda em Geografia, Depto de Geografia – Instituto de Geociências -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500-Porto Alegre, RS- Brasil CEP: 91509-900.

² Profa. Dra. Depto. de Geodésia- Instituto de Geociências - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Av. Bento Gonçalves, 9500-Porto Alegre, RS- Brasil CEP: 91509-900.

Artigo recebido em 05/12/2011 e aceito em 22/01/2012

RESUMO

Esta pesquisa apresenta o levantamento de dados sobre alterações no uso e cobertura dos solos na região denominada Campos de Cima da Serra, nordeste do RS, visando identificar as formações vegetais mais impactadas nos últimos vinte anos. Foram utilizadas imagens TM do satélite Landsat 5 dos anos de 1985 e 2009 e realizadas técnicas de processamento digital com a geração de imagens NDVI, composição colorida, imagem mudança, classificação supervisionada e a geração de mapas de uso e cobertura dos solos da região. Os dados levantados revelam a redução de 24,42% na classe mata nativa, entre os anos de 1985 e 2009. Na classe florestamento houve expansão de, aproximadamente, 514% em relação a 1985. Constata-se um decréscimo de 4,93% na área de campos em relação ao ano de 1985. Entretanto, é importante salientar que a extensão na área de campos, para o ano de 2009, pode ser menor devido à confusão espectral relacionada ao estágio de desenvolvimento de *Pinus* sp. sobre os campos. As alterações no uso e na cobertura dos solos nos últimos vinte e quatro anos no município de São José dos Ausentes indicam estratégias de manutenção das propriedades rurais frente às restrições econômicas e de manejo com a introdução de novos usos do solo. Os cultivos agrícolas de batata e o plantio de florestas exóticas (*Pinus* sp.) nos campos nativos consorciados às atividades tradicionais ligadas a pecuária extensiva, é uma estratégia dos proprietários contribuindo para a alteração da paisagem dos Campos de Cima da Serra.

Palavras Chave: Sensoriamento remoto, análise temporal, usos e cobertura dos solos, Campos de Cima da Serra.

Temporal Analysis of Use and Land Cover in the Municipality of São José dos Ausentes, Rio Grande do Sul, Brazil

ABSTRACT

This research presents the collection of data on changes in land use and land cover in the region called Campos de Cima da Serra, northeast of Rio Grande do Sul state, in order to identify the plant formations more impacted over the last twenty years. LANDSAT5 satellite images were used for the years 1985 and 2009 and digital processing techniques were performed resulting in NDVI imaging, color composite and change image, supervised classification, and generation of use and land cover maps of the region. The data collected show the decrease of 24.42% in native forest class, between the years 1985 and 2009. In foresting class there was expansion of approximately 514% compared to 1985. There is a decrease of 4.93% in the area of grasslands in relation to the year of 1985, however it is important to stress that the extension in the area of grasslands, for the year 2009, may be less due to spectral confusion related to the development stage of *Pinus* sp. over the fields. Changes in land use and cover over the past twenty-four years in the municipality of São José dos Ausentes indicate the strategies maintenance of rural properties facing the economic constraints and the stewardship with introduction of new uses of soil. Agricultural crops of potatoes and planting exotic forests (*Pinus* s. p) in native grassland linked to traditional activities associated to extensive livestock farming, is a proprietary strategy contributing to changing the landscape of Campos de Cima da Serra.

Keywords: remote sensing, land use e land cover, Campos de Cima da Serra

1. Introdução

Dados que descrevem as mudanças

que ocorrem no uso e na cobertura do solo terrestre são obtidos por imagens digitais extraídas de sensores a bordo de satélites.

* E-mail para correspondência: japsommer@sinos.net (Sommer, J.A.P.).

Diversas áreas do conhecimento apropriam-se deste instrumental abrangendo inclusive, as áreas sociais e econômicas de maneira inter e multidisciplinar (Wood & Skole, 1998; Geoghegan et al., 1998; Cabral & et al., 2007; Moran & Ostrom, 2009). O tema deste trabalho está relacionado ao uso de métodos para a classificação e detecção de mudanças na cobertura da superfície terrestre a partir de imagens digitais multitemporais coletadas por sensores remotos (Andrade & Oliveira, 2004; Rogan & Chen, 2004; Li, 2009; Kiel, et al., 2011; Portz et al., 2011).

O uso dessas imagens viabiliza as análises do espaço geográfico em caráter multitemporal a partir do registro da interação da radiação eletromagnética com os diferentes tipos de cobertura e de uso dos solos. É um recorte da realidade que integrada a um contexto espacial, permite analisar os processos de transformações do território. As técnicas de análise utilizando dados de sensoriamento remoto permitem monitorar mudanças locais e regionais que podem subsidiar políticas públicas voltadas ao desenvolvimento rural e urbano (Brondízio & Siqueira, 1997; Brondízio, 2004; Laterra et al., 2009).

São relevantes as metodologias híbridas que utilizam dados de imagens de satélite sobre as alterações da cobertura e uso do solo, com dados econômicos e políticos e outras fontes visando subsidiar a análise dos processos de alteração da paisagem (Rogan et al., 2002; Menke, et al. 2009; Brondízio,

2009).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004) a região dos Campos de Cima da Serra, nordeste do Rio Grande do Sul, está inserida no Bioma Mata Atlântica e as suas principais formações vegetais foram definidas em florestais e campestres. As formações florestais ocorrem compondo mosaicos com o a vegetação de campo, sendo a *Araucária angustifolia* o exemplar vegetal característico. A vegetação dos campos pode ser dividida em: a) campos baixos, com espécies entre 10 e 30 cm de altura, geralmente utilizados para a pastagem, com o predomínio de gramíneas e leguminosas; b) Os campos altos, com 0,5 m a 1,0 m de altura, ocorrem quando abandonados e com pouco uso agropecuário (CEPSRM-UFRGS, 2008). As formações campestres possuem uma elevada diversidade florística de alta qualidade forrageira utilizada historicamente na manutenção da pecuária extensiva. Esta diversidade possibilita o desenvolvimento de uma fauna variada incluindo aves, mamíferos e peixes com alto grau de endemismo (Boldrini et al., 2009). As pesquisas realizadas na região, apoiadas no uso de imagens de satélite e levantamentos de campo, apontam redução do campo nativo e aumento de áreas de cultivo (CEPSRM-UFRGS, 2008; Cordeiro & Hasenack, 2009; Behling et al., 2009). No mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros, realizado no programa de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade

Biológica Brasileira – PROBIO, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), apontou no Rio Grande do Sul (RS) que as formações campestres apresentaram as maiores alterações antrópicas e redução em áreas de 15,63% entre os anos de 1976 e 2002 e o avanço das florestas exóticas e das atividades agrícolas (Cordeiro & Hasenack, 2009). Estes dados mostram a relevância de trabalhos, em escala local, para melhor definir as alterações e impactos na vegetação e uso do solo que envolvem estas formações vegetais.

A vegetação possui um comportamento espectral que a diferencia de outros objetos nas imagens possibilitando o levantamento de dados a partir de sensores remotos (Ponzoni & Shimabukuro, 2007). Nesta região a paisagem é composta por um mosaico de campos entremeados por florestas que apresentam grande diversidade florística e endemismos (Overbeck et al., 2007; Boldrini, 2009). A atividade econômica, nesta região foi histórica e culturalmente construída na apropriação do campo nativo e na prática da pecuária extensiva desde o séc. XVII (Pesavento, 1985). A alteração observada na paisagem dos CCS com a implantação de espécies florestais exóticas, principalmente *Pinus* sp., implica na perda da biodiversidade ecológica campestre, bem como da identidade cultural construída sobre a apropriação econômica destes campos nativos (Boldrini, 2009; Crawshaw et al., 2007). A alteração da paisagem observada nos CCS pode estar

associada à dificuldade financeira de manutenção das propriedades. O manejo tradicional dos campos nativos para a atividade de pecuária, baseado na queima da vegetação de campo, ao final do inverno, não pode ser praticada, devido à legislação ambiental. Esta restrição, associada às características geomorfológicas e climáticas da região, contribuem com o aumento no custo da produção do rebanho bovino, levando os proprietários a buscarem alternativas de renda. Uma das estratégias verificadas, através de entrevistas, é o arrendamento de parte das propriedades, para o cultivo agrícola, basicamente plantio de batata. O pagamento das terras arrendadas é efetivado de duas maneiras: o monetário e produção. Também realizam o plantio de *Pinus* sp., em áreas da propriedade que possuem restrições geomorfológicas e pedológicas para agricultura. Devido ao ciclo longo deste cultivo ele torna-se uma “reserva de valor”, garantindo renda a médio e longo prazo, com baixo custo de manutenção, muitas vezes financiado por empresas compradoras de madeira. As alternativas adotadas têm contribuído para alterar os usos tradicionais e cobertura dos solos da região dos Campos de Cima da Serra. Neste contexto esta pesquisa baseia-se no uso de imagens de satélite para realizar uma análise temporal sobre o uso e a cobertura dos solos no município de São José dos Ausentes na região denominada Campos de Cima da Serra (CCS), nordeste do RS. O objetivo é

identificar as formações vegetais mais impactadas, as alterações nos usos do solo nos últimos vinte anos e gerar de mapas temáticos de uso e cobertura do solo deste município.

2. Material e Métodos

O município de São José dos Ausentes está inserido na região denominada Campos de Cima da Serra, nordeste do Rio Grande do Sul. A região localiza-se no compartimento geomorfológico denominado Planalto Meridional. Essa unidade tem como substrato, rochas vulcânicas ácidas e básicas que se sobrepõem às rochas sedimentares da formação geológica Arenito Botucatu. O relevo atual expõe superfícies suavemente

onduladas e segmentadas por vales encaixados junto aos rios de maior porte (Hasenack et al., 2009). As altitudes deste planalto atingem mais de mil metros a leste e decrescem lentamente em direção a oeste. Para leste cânions e vales íngremes abrem-se em direção ao litoral aonde a Planície Costeira vem sendo desenvolvida (Figura 1). A região dos Campos de Cima da Serra encontra-se no bioma Mata Atlântica com as seguintes formações vegetais: Florestas Ombrófila Mista (Floresta com Araucária), Floresta Estacional Decidual, Floresta Estacional Semidecidual e Estepe Gramíneo-lenhosa (campos) (IBGE, 2004).

Figura 1. Mosaico de imagens Landsat5/TM em composição RGB543, com localização dos Campos de Cima da Serra.

A formação campestre é denominada de Campos de Altitude do Planalto das

Araucárias ou Campos de Cima da Serra (Boldrini, 2009). A região dos Campos de

Cima da Serra é composta por mosaicos de campos entremeados por florestas que recobrem o relevo suavemente ondulado formando capões ou grupamento de árvores de menor porte. Quando o relevo se torna mais íngreme, junto à calha dos rios, ocorre miscigenação dos elementos da Floresta Ombrófila Mista com as matas ripárias em faixas mais ou menos estreitas (CEPSRM-UFRGS, 2008). Nesta região do Planalto, o campo tem estrutura arbustiva e/ou herbácea que ocorre nos solos litólicos com altitudes

elevadas (Figura 2).

A flora campestre se caracteriza pela grande diversidade florística e por muitos endemismos (Boldrini, et.al., 2009; Behling & Pillar, 2007). Os campos naturais são, em grande parte, relictos de um clima mais seco, resultante da última glaciação e estariam subordinados ao avanço das matas na medida em que os solos apresentem profundidades adequadas (Rambo, 1956; Behling et al., 2009).

Figura 2. Campo nativo com agrupamentos arbóreos e afloramento rochoso.

Nesta pesquisa foram realizadas atividades de laboratório e levantamento de campo. As atividades de laboratório envolveram a seleção das imagens do Mapeador Temático – TM do satélite LANDSAT5 e a aplicação de técnicas de processamento de imagens digitais. Os procedimentos foram divididos em: a) etapas de pré-processamento das imagens: correção geométrica, recorte e co-registro das imagens; b) geração de composições coloridas, de imagem Índice de Vegetação da Diferença Normalizada - NDVI, de imagem mudança e

classificação digital e c) geração de mapas temáticos de uso do solo a partir da classificação digital. A imagem NDVI foi gerada levando-se em conta as bandas TM3 e TM4 em níveis de cinza devido ao comportamento antagônico da reflectância da vegetação, nessas regiões espectrais (Ponzoni & Shimabukuro, 2007). Com este procedimento buscou-se o levantamento de dados quantitativos sobre a cobertura e o uso dos solos da área de estudo no período de 1985 a 2009. Na seleção das imagens optou-se pelo período de inverno devido às

atividades agrícolas, quando o ocorre o manejo dos campos nativos, permitindo a diferenciação espectral da cobertura vegetal e do uso do solo. A baixa temperatura é um fator que gera estresse na vegetação e influencia o seu comportamento espectral. Nesta época do ano, as temperaturas médias na região variam de 10° a 12°C, ocorrendo temperaturas próximas a zero grau com formação de geadas e eventualmente precipitação de neve. A média anual de precipitação pluviométrica é bem distribuída entre as estações e varia entre 1500 a 1700 mm (Maluff, 1999). As imagens TM selecionadas correspondem à órbita-ponto 220/080 cujas datas de aquisição foram 09/07/1985 e 12/08/2009.

A imagem TM do ano de 2009 foi definida como base para o georreferenciamento a partir da base cartográfica da DSG - Diretoria de Serviços Geográficos -, escala 1:50.000, Datum Córrego Alegre, fuso 22, projeção UTM. O georreferenciamento da imagem foi feito a partir de pontos de controle das cartas denominadas: Coxilha Rica, Bom Jesus, Jaquirana, Várzea do Cedro, Tainhas, São José dos Ausentes, Vila Santana, Cambará do Sul, Aratinga, Silveira, Jacinto Machado e Praia Grande. Os pontos de controle foram distribuídos na imagem e o ajuste dos mesmos foi aprimorado visando o erro médio quadrático (RMS) abaixo de 0,5 pixel. Após esta etapa, realizou-se o co-registro da imagem TM do ano de 1985, utilizando como

base a imagem de 2009. Composições coloridas envolvendo imagens NDVI tiveram como objetivo a obtenção de uma imagem mudança com as alterações na cobertura e uso do solo do município de São José dos Ausentes.

Foram realizadas duas etapas de campo. A primeira, em 2009 com objetivo de reconhecimento geral da área e coleta de dados preliminares sobre usos e cobertura do solo no município de São dos Ausentes. Uma segunda etapa de trabalho de campo foi realizada em julho de 2010 com o objetivo de avaliar as mudanças nas áreas pré-definidas e levantar dados junto aos proprietários de terras no município. Todos os pontos amostrados foram georeferenciados com equipamento GPS.

3. Resultados e Discussão

Foi gerada uma imagem mudança que apresenta as alterações ocorridas no período investigado. Esta imagem é composta por Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI), bastante utilizado com o propósito de detecção de mudanças no uso e na cobertura dos solos no decorrer de épocas diferentes (Liu et al., 2006). Este índice baseia-se em duas propriedades espectrais da vegetação: alta reflectância no comprimento de onda do infravermelho próximo e alta absorção na região do visível no comprimento de onda do vermelho. Para detectar as áreas de mudanças na vegetação, entre os anos 1985 e 2009, criou-se uma imagem que

apresentasse as alterações entre essas datas (Figura 3) e realizou-se uma análise visual da mesma para identificar as áreas alteradas. Nas imagens NDVI de 1985 e 2009 a cobertura do solo é identificada pela diferença dos níveis de cinza que representam os níveis de absorção dos diversos tipos de vegetação em interação com REM. As áreas cultivadas são representadas por níveis de cinza com intensidade de brilho elevado. A vegetação de campos, composta basicamente por

gramíneas, é representada por tons de cinza com média intensidade de brilho. Comparando estas imagens com a banda 3/TM obtemos informações contrastadas da vegetação. Os tipos arbóreos estão representados por tons de cinza escuros, devido à alta absorção da REM no comprimento de onda do vermelho e as áreas de cultivo estão representadas por tons de cinza médios.

Figura 3. Imagens NDVI/1985. A. NDVI/2009, B. banda 3/TM 2009, C. vetorial do limite administrativo do município de São José dos Ausentes.

A composição colorida foi gerada com imagens NDVI, dos anos 1985 e 2009,

associadas às cores vermelha (R) e verde (G), respectivamente e a banda 3/TM 2009

associada à cor azul(B) (Figura 4). A estas imagens foi sobreposto o arquivo vetorial que representa o limite administrativo do município de São José dos Ausentes, área

selecionada para o estudo, visando à construção de uma máscara a ser utilizada na etapa de classificação.

Figura 4. Imagem Mudança - NDVI/2009(R), NDVI/1985(G), b3/TM 2009(B).

A seleção das imagens NDVI, de datas diferentes, associadas à imagem banda 3/TM 2009, para compor o triplete RGB, resulta que as áreas com vegetação arbórea, nas duas datas, assumirão a cor amarela caracterizando área de NÃO MUDANÇA e indicando a contribuição positiva das imagens NDVI/2009 e NDVI/1985 e contribuição negativa da b3/TM2009. Áreas que não possuem vegetação no ano 1985 e têm vegetação em 2009 apresentam cor vermelha e corresponde à MUDANÇA ADITIVA de vegetação arbórea, devido à contribuição da imagem NDVI/2009. Conclui-se a existência de vegetação arbórea nesta data e não

existente no ano de 1985. As diferentes tonalidades observadas na imagem podem ser atribuídas às diferentes densidades da vegetação arbórea relacionada aos seus diferentes estágios de desenvolvimento. A cor azul da imagem está associada à contribuição positiva da b3/TM2009 na qual o solo reflete.

Nesta imagem também se constata a alteração no uso e na cobertura dos solos durante os últimos vinte quatro anos, no município de São Jose dos Ausentes. Esta alteração ocorreu principalmente sobre os campos nativos com atividades de cultivos agrícolas e florestamento de *Pinus* sp.

3.1 Mapas temáticos

Na geração dos mapas de uso e cobertura do solo do município de São Jose dos Ausentes foi utilizada a classificação supervisionada pelo método da Máxima Verossimilhança (Maxver). Para realizar a classificação das imagens espectrais foram definidas 7 classes, representativas da cobertura e uso do solo que foram denominadas em: 1) florestamento, 2) mata nativa, 3) campo, 4) áreas agrícolas, 5) solo exposto, 6) água e 7) não classificada. Esta classe foi criada visando à retirada de áreas com nuvem, presente na imagem TM/1985, quando da geração das estatísticas no procedimento de classificação. Para cada uma das classes foi criado um conjunto de amostras com número distinto de pixels. Florestamento constituído por 469 pixels,

campos por 371, mata nativa 417, solo 237, cultivos 261, água 116 e nuvem 119 pixels. (Crosta, 1992; Liu, et al., 2006; Ponzoni & Shimabukuro, 2007). Para melhorar a aparência das imagens classificadas foi realizado o procedimento de pós-classificação denominado Análise de Maioridade, com o auxílio de um filtro com dimensão de 5X5 e atribuído valor 3 ao pixel central, para o cálculo da influência da vizinhança (Kiel et al., 2011). A técnica diminui o número de pixels isolados reclassificando-os nas classes definidas, homogeneizando e delineando as áreas de mudança. As imagens classificadas apresentaram os resultados da distribuição espacial dos usos e cobertura dos solos no município de São José dos Ausentes nos anos de 1985 e 2009 (Figuras 5 e 6).

Figura 5. Imagem classificada com pontos de campo - Uso do solo/1985.

Figura 6. Imagem classificada com pontos de campo - Uso do solo/2009.

Na comparação visual das imagens classificadas observa-se uma alteração no uso e na cobertura dos solos do município. A imagem de 2009 apresenta o incremento do uso do solo sobre áreas de campo com atividades de cultivo agrícola e florestamento. As áreas classificadas como solo exposto, estão bem definidas, entretanto, os trabalhos de campo revelaram áreas em manejo agrícola (preparação para o cultivo de batata) que ocorre neste período do ano na região. Na imagem de 1985 as áreas ocupadas pela mata nativa (Ombrófila Mista com Araucária), localizadas a SW e N/NE estão menos impactadas em relação ao ano de 2009. Na imagem classificada de 2009, nas mesmas áreas citadas, onde ocorre vegetação de mata

nativa observa-se um aumento de florestamento de espécies exóticas (*Pinus* sp.) e uma expansão destes maciços florestais também na área central da imagem, principalmente sobre as áreas de campo.

A partir do procedimento de classificação obtêm-se os arquivos com os dados estatísticos, em percentual e em extensão de área para cada classe de uso e cobertura do solo. Com estes dados pode-se calcular e avaliar diferenças na extensão de cada classe em relação ao tempo analisado. O quadro abaixo apresenta a extensão das áreas em quilômetros quadrados para cada uma das classes de uso e cobertura do solo nos anos de 1985 e 2009 (Quadro 1).

Quadro 1. Extensão das áreas por classe para os anos de 1985 e 2009 em quilômetros quadrados.

Classes	1985 (km ²)	2009 (km ²)	1985 (%)	2009 (%)
Florestamento	30.101	154.984	2,55	13,15
Mata nativa	316.058	238.859	26,82	20,28
Campo	784.394	745.725	66,57	63,28
Água	2.588	5.625	0,22	0,48
Cultivo	24.092	14.634	2,05	1,24
Solo	0.999	18.463	0,09	1,57
Nuvem	20.057	0.00	1,70	0,00
Total	1.178.290	1.178.290	100	100

Os dados apresentados revelam a diminuição em 77.199km² na classe definida por mata nativa, uma redução de 24,42% da área entre os anos de 1985 e 2009. Na classe florestamento houve uma expansão em área de aproximadamente 514%, passando de 30.101km² em 1985 para 154.984km² em 2009. Constata-se um decréscimo de 4,93% na área de campos em relação ao ano de 1985, uma redução de 38.669km². As áreas definidas como cultivo diminuíram no ano de 2009 em relação ao ano de 1985, em aproximadamente 39%, entretanto a classe solo exposto aumentou, passando de 0.999km² em 1985 para 18.463km². Pode-se inferir que essas duas classes estão associadas, visto que, as áreas classificadas como solo exposto estão relacionadas ao manejo dos solos, áreas em pousio e/ou em preparo agrícola, neste período do ano. Assim, somando-as, ter-se-ia um acréscimo de áreas em manejo agrícola em torno de 24%, em relação ao ano de 1985. Esta afirmação baseia-se nos levantamentos a

campo realizados no mês de julho de 2009.

É importante salientar que a extensão na área de campos, no ano de 2009, pode ser menor do que a obtida pelo método de classificação, devido à confusão espectral relacionada ao estágio de desenvolvimento de florestamento novos sobre os campos. Essa afirmação está baseada nos trabalhos de campo onde foi observada a ocorrência de *Pinus* sp., em fase inicial de desenvolvimento sobre formação de campo e, portanto, com uma resposta espectral não identificável pelo sensor. Assim, muitas áreas definidas como campo para o ano de 2009, podem ser novas áreas de florestamento.

4. Conclusões

O uso do sensoriamento remoto com a aplicação de técnicas e processamento digital de imagens possibilitou a identificação e a representação espaço-temporal das alterações nos usos e cobertura dos solos no município de São José dos Ausentes entre os anos de 1985 e 2009. O uso de imagens NDVI de

datas diferentes é uma metodologia de implementação rápida na obtenção de dados espaço temporais sobre a alteração na cobertura vegetal. A integração dessas imagens com a banda 3/TM2009 permitiu a geração de uma imagem mudança em composição colorida. Esta imagem composição colorida apresenta as áreas do município de São José dos Ausentes onde ocorreram as alterações na cobertura e uso do solo no período analisado. Com a técnica de classificação supervisionada Max Verossimilhança as classes de uso e cobertura dos solos foram definidas a partir de amostras de treinamento, obtendo-se duas imagens classificadas dos anos de 1985 e 2009 do uso e cobertura da terra. Os dados obtidos na classificação foram consistentes em relação aos dados de campo e apresentam uma expansão de 514% no florestamento de *Pinus* sp. e áreas agrícolas de 24% em relação ao ano de 1985. A redução do campo nativo em relação ao ano de 1985, de acordo com dados gerados na classificação foi de 4,93%, entretanto este dado deve ser relativizado. A predominância de resposta espectral da classe definida por campos em relação a novas áreas de plantio de *Pinus* sp. em estagio inicial de crescimento, sobre o campo nativo, foi comprovada nos trabalhos de campo realizados nos anos de 2009 e 2010. Apesar desta dificuldade, a análise temporal com imagens TM do satélite Landsat5, foi bastante satisfatória e mostra que a cobertura nativa, representada por vegetação de Campo e

Floresta Ombrófila Mista com Araucária, vem sofrendo alterações significativas nos últimos vinte e quatro anos. Estas informações são importantes para integrar a outras fontes de dados, como os socioeconômicos, com o objetivo de entender a dinâmica dos processos de alteração da região e servir de subsídio para políticas públicas que garantam a sustentabilidade das atividades produtivas, sem perda da biodiversidade natural e consequente alteração da paisagem.

5. Agradecimentos

A CAPES, pelo financiamento parcial da pesquisa.

6. Referências

- Andrade, J.B.; Oliveira, T.S. (2004). Análise espaço-temporal do uso da terra em parte do semi-árido cearense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, n. 2, p. 393-401.
- Behling, H.; Pieruschka, V.J.; Schuler, L.; Pillar, V.P. (2009). Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário tardio. In: Pillar, V.P. (Ed.). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA. pp. 13-25.
- Behling, H.; Pillar, V.D. (2007). Late Quaternary vegetation, biodiversity and fire dynamics on the southern Brazilian highland and their implication for conservation and management of modern Araucaria forest and grassland ecosystems. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*

series B - Biological Sciences, n. 362 p. 243-251.

Boldrini, I.I. (2009). A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V.P. et.al. (Ed.) (2009). *Campos Sulinos, conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009. pp.63-77.

Boldrini, I.I.; Eggers, L.; Mentz, L.A.; Miotto, S.T.S. (2009) Flora. In: Boldrini, I.I. (org.) (2009). *Biodiversidade dos campos do planalto das Araucárias*. Brasília - MMA, pp. 41-94.

Brondízio, E.S. (2009) Análise intra-regional de mudanças do uso da terra na Amazônia. In: Moran, E.F.; Ostrom, E. (2009). *Ecossistemas Florestais: Interação homem-ambiente*. São Paulo: Editora SENAC, Edusp, pp. 289-326.

Brondízio, E.S. (2004). Agriculture Intensification, economic identify, and shared invisibility in Amazonian peasantry: Caboclos and Colonists in comparative perspective. *Culture and Agriculture*, v. 26, n. 1-2, p. 1-24.

Brondízio E. S; Siqueira, A.D. (1997). From Extractivists to Forest farmers: Changing Concepts of Caboclo agroforestry in the Amazon Estuary. *Research in Economic Anthropology*, v. 18, p. 233-279.

Cabral, D. de C.; Freitas, S.R; Fizon, J.T. (2007). Combining sensors in landscape ecology: imagery-based and farm-level analysis in the study of human-driven forest

fragmentation. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 19, n. 2, p. 69-87.

Centro Estadual de Pesquisas em Sensoriamento Remoto e Meteorologia (CPSRM-UFRGS). (2008). *Projeto de conservação da Mata Atlântica: Monitoramento do impacto na vegetação da área de abrangência do PCMA-RS*. Porto Alegre – UFRGS. 155p.

Cordeiro, J.L.P; Hasenack, H. (2009). Cobertura vegetal atual do Rio Grande do Sul. In: Pillar, V.P. et al. (Ed.) *Campos Sulinos- Conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, pp. 285-299.

Crawshaw, D.; Dall'Agnol, M.; Cordeiro, J.L.P.; Hasenack, H. (2007) Caracterização dos campos sul-rio-grandenses: uma perspectiva da Ecologia da Paisagem. *Boletim Gaúcho de Geografia*, v. 33, p. 233-252.

Crosta, A.P. (1993). *Processamento Digital de Imagens de Sensoriamento Remoto*. Ed. rev. Campinas, SP: IG/UNICAMP, 170p.

Geoghegan, J.; Pritchard; Lowell J.R.; Ogneva-Himmelberger, Y.; Chowdhury, R.R.; Sanderson, N.S. (1998). "Socializing the Pixel" and "Pixelizing the Social" in Land-Use and Land-Cover Change. In: *People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science Committee on the Human Dimensions of Global Change*, National Research Council. pp. 51-69.

Hasenack, H.; Cordeiro, J.L.; Both, R. (2009).

- Unidades de Paisagem In: Boldrini, I.I. (org.) (2009). *Biodiversidade dos Campos do Planalto das Araucárias*. Brasília - MMA, pp. 15-18.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2004). *Biomass Continentais do Brasil*. Mapa Temático 1:5.000.000.
- Kiel, R.; Saldanha, D.L.; Ducatti, J.R. (2011). Avaliação de impacto da reforma agrária no uso e na cobertura da terra por índice de estabilidade e indicador de tendência de mudanças. *Revista Brasileira de Cartografia*, v. 1, n. 63, p. 171-178.
- Laterra, P.; Orúe, M.E.; Zelaya, D.K.; Booman, G.; Cabria, F. (2009). Jerarquización y mapeo de pastizales según su provisión de servicios ecosistémicos. In: Pillar, V.P. (Ed.). *Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA. pp. 128-136.
- Li, C. (2009). Remote sensing image based analysis on present land utilization of Chongqing area. *Journal of Geography and Geology*, v. 1, n. 1, p. 20-26.
- Liu, W.T.H. (2006). *Aplicações de sensoriamento remoto*. Campo Grande: Ed.UNIDERP, 908p.
- Maluf, J.R.T. (1999) *Nova classificação climática do estado do Rio Grande do Sul*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, Pesquisa em Andamento, n. 8, 9p.
- Menke, A.B.; Junior, O.A. de C.; Gomes, R.A.T.; Martins, E.S.; Oliveira S.N. (2009). Análise das mudanças do uso agrícola da terra a partir de dados de sensoriamento remoto multitemporal no Município de Luis Eduardo Magalhães (BA-Brasil). *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 3, n. 21, p. 315-326.
- Moran, E.F.; Ostrom, E. (Ed.) (2009). *Ecossistemas florestais: Interação homem-ambiente*. São Paulo, Edusp, 544p.
- Overbeck, G.E.; Muller, S.C.; Fidelis A.; Pfadenhauer, J.; Pillar, V.D.; Blanco C.C.; Boldrin, I.I. (Ed.) (2007). Brazil's neglected biome: The South Brazilian Campos. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, v. 9, p. 101-116.
- Pesavento, S.J. (1985). *História do Rio Grande do Sul*. 4ª ed. Porto Alegre, Mercado Aberto, 145p.
- Ponzoni, F.J.; Shimabukuro, Y.E. (2007). *Sensoriamento remoto no estudo da vegetação*. São José dos Campos, SP: A. Silva Vieira Ed., 128p.
- Portz, L; Manzolli, R.P; Saldanha, D.L; Correa, I.C.S. (2011). Dispersão de Espécie Exótica no Parque Nacional da Lagoa do Peixe e seu Entorno. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v 4, n. 1, p.33-44.
- Rambo, B. (1956). *A fisionomia do Rio Grande do Sul*. 2ª ed. Porto Alegre, Editora Selbach, 471p.

Rogan, J.; Franklin, J; Roberts, D.A. (2002). A Comparison of method for monitoring multitemporal vegetation change using Thematic Mapper Imagery. *Remote Sensing of Environment*, New York, NY, v. 80, p. 143-156.

Rogan, J.; Chen, D.M. (2004). Remote sensing technology for mapping and monitoring land-cover and land-use change.

Progress in Planning, v.61, p. 301-325.

Wood, C.H.; Skole, D. (1998). People and Pixels: Linking Remote Sensing and Social Science. In: Liverman, D.; Moran, E.F.; Rindfuss, R.R.; Stern, P.C. (1998). *Linking Satellite, Census, and Survey Data to Study Deforestation in the Brazilian Amazon*. National Research Council. pp. 70-93.