

# ANÁLISE TEMPORAL DA SILVICULTURA NO SUDESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Aline Biasoli TRENTIN<sup>1</sup>

Dejanira Luderitz SALDANHA<sup>2</sup>

Tatiana Mora KUPLICH<sup>3</sup>

## Resumo

O objetivo desta pesquisa foi analisar a expansão da silvicultura no sudeste do Rio Grande do Sul por meio de uma série temporal de imagens orbitais Landsat. Para isso, foram obtidas imagens do satélite Landsat 5 (sensor *Thematic Mapper*) correspondentes a quatro datas (1986, 1998, 2006 e 2011). As imagens foram inseridas no aplicativo SPRING onde foi realizada a interpretação visual das imagens. A partir da classificação das imagens das diferentes datas (1986-2011), foi possível verificar um aumento de 57.829 ha de áreas destinadas à silvicultura (incluindo plantios de eucalipto, pinus e acácia-negra). Com este resultado, conclui-se que a utilização de imagens de sensoriamento remoto mostra-se como uma ferramenta eficaz para análise da dinâmica espacial de áreas de silvicultura, corroborando o aumento desta prática de manejo florestal no RS.

**Palavras-chave:** Silvicultura. Série temporal. Landsat.

## Abstract

### Temporal analysis of forestry in southeastern Rio Grande do Sul

The objective of this research has focused on analyzing the expansion of forestry in Southeastern Rio Grande do Sul, Brazil, through a temporal series of Landsat Thematic Mapper images. To achieve this, four Landsat 5 TM satellite images corresponding to four dates (1986, 1998, 2006 and 2011) were used. The scenes were inserted into the SPRING system where visual interpretation of images was performed. The classification of the temporal images allowed to verify an increase of 57,829 ha of areas intended for forestry (including eucalyptus, pine and acacia-black species). With this result, it is concluded that the use of remotely sensed images are an effective tool for analysis of forestry spatial dynamics, corroborating the increase of this type of forest management in the Rio Grande do Sul State.

**Key words:** Forestry. Time series. Landsat.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Doutoranda em Geografia - Instituto de Geociências, prédio 43136 - Sala 207 - Av. Bento Gonçalves, 9500 - Campus do Vale - CEP 91.501-970 - Porto Alegre/RS - E-mail: abtrentin@gmail.com

<sup>2</sup> Universidade Federal do Rio Grande do Sul - Professora do Departamento de Geodésia - Instituto de Geociências, prédio 43136 - Sala 207 - Av. Bento Gonçalves, 9500 - Campus do Vale - CEP 91.501-970 - Porto Alegre/RS - E-mail: dejanira.saldanha@ufrgs.br

<sup>3</sup> Centro Regional Sul de Pesquisas Espaciais - Pesquisadora - CRS/Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - Caixa Postal 5021 - CEP 97.105-970 - Santa Maria/RS - E-mail: tmk@dshr.inpe.br

## INTRODUÇÃO

### *O processo histórico da silvicultura*

Os plantios comerciais com espécies exóticas foram introduzidos no Brasil no início do século XX com o objetivo de substituir o uso de madeira nativa, conforme Mendonça (2009, p.49). Sampaio e Boeckel (2000, p.203), destacam três fases da implantação da silvicultura no Brasil: (1) introdução do eucalipto com o objetivo de resolver o problema do fornecimento de combustível para locomotivas, madeira para postes, dormentes e construções; (2) geração de incentivos fiscais para expansão da silvicultura com o reflorestamento/florestamento no período entre 1966 e 1988, com "grande expansão da área reflorestada no Brasil, crescimento das atividades empresariais na silvicultura, evolução da ciência florestal e o incremento do número de profissionais vinculados ao setor" e (3) de 1989 até os dias atuais, quando as empresas reorganizam os maciços florestais, reduzindo custos e incrementando programas de incentivo ao reflorestamento em pequenos e médios imóveis rurais (SAMPAIO; BOECKEL, 2000, p.203).

No Rio Grande do Sul (RS), o eucalipto foi introduzido no final do século XIX, plantado em uma fazenda na região Sul do estado e adaptando-se muito bem ao clima. Historicamente, nas propriedades da região Sul os cultivos de eucalipto exercem função de "capão" (pequeno bosque) servindo de sombreamento para o gado nas estâncias (BINKOWSKI, 2009, p.30).

A introdução da silvicultura no RS relaciona-se com o início da política florestal brasileira, a partir dos anos 1960-1970. Com a aprovação do Código Florestal de 1965, ocorreu a concessão de incentivos fiscais para plantio de florestas e a obrigatoriedade na reposição de áreas desmatadas. Em seguida, a Lei n. 5106 de 1966 ampliou os incentivos para reflorestamento e em 1967 foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF), para execução da política florestal brasileira (BARCELOS, 2010, p.70).

Nessa época, instalou-se intensa atividade de silvicultura, com a plantação de pinus na região Nordeste do RS, criando grandes maciços e influenciando o êxodo rural ocorrido ao longo da década de 1970, além da alteração da paisagem local. Na região Nordeste, a silvicultura se expandiu para a Serra Gaúcha, que se tornou grande produtora de madeira para o complexo moveleiro. Também nesta época, plantios de acácia negra para a extração de tanino tornaram-se importantes na região do Vale dos Sinos, que se firmou como pólo calçadista ao longo dos anos 1970-1980 (BARCELOS, 2010, p.70).

Na metade Sul do RS a atividade econômica sempre esteve relacionada à pecuária. A diversificação das atividades iniciou-se nesta região, incluindo a monocultura arbórea como atividade promissora (GRACIOLI, 2010, p.19). Empresas de grande porte realizaram estudos na região Sul e perceberam que o crescimento de espécies, como o eucalipto, por exemplo, é três vezes mais rápido do que em outros lugares devido ao clima e a abundância de água. Outra vantagem dessa região se deve à uma rede fluvial que proporciona um transporte a custo baixo e ao Porto de Rio Grande que funciona como passagem para exportação da celulose (ANESI, 2007, p. 357).

A fim de propiciar desenvolvimento à metade Sul do Rio Grande do Sul e expandir a produção florestal, em 2004 o governo estadual lançou políticas públicas para atrair os investimentos das empresas do setor florestal (BINKOWSKI, 2009, p.91). O objetivo socioeconômico seria transformar a matriz econômica conservadora e concentradora de renda, histórica e culturalmente pastoril, em região de produção de madeira e celulose. As bases do empreendimento, em parte com capital estrangeiro, concentrariam a construção de um pólo de produção com a implantação de fábricas de celulose, promovendo o escoamento dessa produção através de vias navegáveis, pelo Porto de Rio Grande, destinando ao mercado internacional (SUERTEGARAY; SILVA, 2009, p.56).

Dada a estagnação econômica do Sul do estado, essas políticas transformaram-se em um modelo de crescimento regional, levando grupos empresariais, com o apoio do governo, a ampliar os projetos de silvicultura nesta região (ANESI, 2007, p.357). As empresas foram atraídas pelos incentivos fiscais, com menor custo de produção e mão de obra, além de características climáticas adequadas. Em 2005 iniciaram-se os investimentos em aquisição de terras e plantio dessas monoculturas, prevendo também a instalação e crescimento das fábricas de celulose. Destacam-se neste período as empresas Votorantin Celulose e Papel, Stora Enso e Aracruz Celulose S.A, que concentraram seus cultivos na região Sul do RS, principalmente no Centro-Oeste e Centro-Sul do estado (BINKOWSKI, 2009, p.94).

### *O Zoneamento Ambiental para a Atividade da Silvicultura*

A expansão significativa da silvicultura remete para a importância econômica que esta atividade desempenha na região e faz lembrar que os impactos ambientais dependem de decisões sobre quais as espécies a serem plantadas, qual o local, quais proporções de espécies, as finalidades e como são manejadas essas plantações (GUADAGNIN et al., 2009, p.303). Nesse sentido, em decorrência da grande expansão da silvicultura, em 2004 se iniciou o processo de planejamento para avaliar e definir as diretrizes de inserção dos empreendimentos florestais no contexto das diversas paisagens do Estado (SEMA, 2010, p.1).

Com a Resolução nº 084/2004, o Conselho Estadual do Meio Ambiente incluiu a silvicultura no sistema de licenciamento ambiental. Em consequência, a Secretaria Estadual do Meio Ambiente instituiu um grupo de trabalho para a realização do zoneamento da silvicultura, que em 2005, definiu os procedimentos para o licenciamento desta atividade, estabelecendo os portes e o potencial poluidor em função da espécie a ser plantada. Em 2006, a FEPAM encaminhou a proposta de Zoneamento Ambiental para a definição da Atividade de Silvicultura no Rio Grande do Sul, que constitui em instrumento de orientação em escala macrorregional utilizando parâmetros de uma matriz de vulnerabilidade que serve como uma referência inicial (SEMA, 2010, p.1).

Após discussão do tema - uso e ocupação do solo pela silvicultura - na Câmara Técnica de Biodiversidade e Política Florestal, foi aprovado em 2009 o Zoneamento Ambiental para a Atividade de Silvicultura no Rio Grande do Sul. O objetivo do zoneamento foi a elaboração de um instrumento de gestão ambiental para a silvicultura, compreendendo um diagnóstico integrado dos aspectos ambientais, sociais e econômicos, definindo os objetivos de conservação relativos à atividade nas unidades de planejamento, avaliando os impactos envolvidos e fornecendo diretrizes de sustentabilidade ambiental para a atividade (SEMA, 2010, p.3).

As unidades de paisagem natural utilizadas no zoneamento ambiental para a silvicultura foram definidas a partir da integração de bases digitais de geomorfologia, vegetação potencial original, solo e altimetria, na escala 1:250.000, além do mosaico de imagens Landsat do Estado do Rio Grande do Sul. Essas unidades formam regiões naturais homogêneas que refletem as características fisionômicas e paisagísticas originais (CORRÊA, 2009, p.45).

### *A vegetação natural e a silvicultura no RS*

No Estado do Rio Grande do Sul estão presentes dois biomas, a Mata Atlântica - posicionado na porção Norte do estado e o Pampa - na porção Centro-Sul. A ocorrência desses dois biomas, com vegetação composta por campos e florestas, está relacionada a fatores ambientais (MARCHIORI, 2004, p.11). O fator climático se destaca devido à localização do estado na transição das zonas tropical e subtropical. Além do clima, variáveis como a biologia das plantas e o relevo podem explicar a coexistência desses dois tipos de vegetação (MARCHIORI, 2004, p.18).

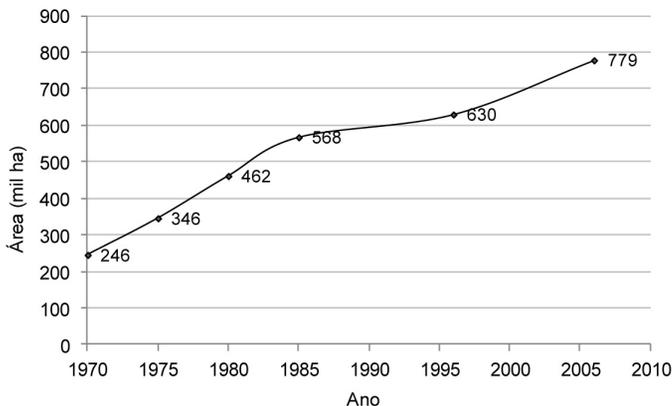
O Bioma Mata Atlântica ocupa aproximadamente 13% do território nacional e se localiza onde se concentra grande parte da população. Na atualidade, está fragmentado com remanescentes florestais de aproximadamente 27% de sua cobertura florestal original. É composto principalmente por florestas ombrófila densa, aberta e mista e florestas estacionais semidecíduais e decíduais (IBGE, 2004).

O Bioma Pampa está presente em aproximadamente 2% do território brasileiro, ocorrendo apenas no estado do Rio Grande do Sul (IBGE, 2004), onde cobre grandes extensões caracterizadas por um relevo suave-ondulado na porção central do Estado, forte-ondulado na Serra do Sudeste e plano nas regiões litorâneas e na divisa com a Argentina. O campo dominado por gramíneas é a formação vegetal mais representativa e caracteriza a matriz geral, com inclusões de florestas nas margens de rios. A Serra do Sudeste, a vegetação arbóreo-arbustiva, em solos rasos originados de rochas graníticas, está encaixada neste bioma ocupando aproximadamente 1/4 da sua área. A estrutura vegetativa é muito diversa, em resposta a vários fatores, como o clima, o solo e o manejo a que esta vegetação está submetida (BOLDRINI, 2009, p.67).

Os ecossistemas florestais e campestres são fortemente influenciados pelas atividades humanas. A alteração da paisagem por meio da agricultura, pastoreio e plantios arbóreos, têm mudado a vegetação original (BEHLING et al., 2009, p.15). Diversos fatores têm contribuído para a conversão de campos em lavouras e plantios arbóreos, principalmente os de ordem econômica vinculados ao retorno financeiro das atividades (VALLS et al., 2009, p.146).

De acordo com informações disponibilizadas pelo IBGE (2007), em relação à área ocupada por plantios arbóreos no RS, desde a década de 1970, houve um acréscimo linear constante de aproximadamente 100 mil ha a cada 5 anos até 1985, quando esse crescimento diminuiu para aproximadamente 50 mil ha a cada 5 anos até 2006 (Figura 1).

De acordo com os resultados do Inventário Florestal do RS e utilizando as regiões fisiográficas, observa-se que a maior área de plantios arbóreos do Estado encontra-se na região da Depressão Central, com 55.140 ha (20,07%), seguida pela região do Litoral - 54.886 ha (19,98%), Serra do Sudeste - 54.396 ha (19,80%) e Campanha - 31.118 ha (11,33%). Especificamente aos povoamentos de eucalipto, três regiões concentram 74,9% dos plantios no Estado, sendo na Depressão Central 40,47%, na Campanha 24,20% e na Serra do Sudeste 10,23%. Em relação ao pinus, 34,71% estão concentrados na região do Litoral, 25,47% na Serra do Sudeste, 12,18% nos Campos de Cima da Serra e 11,25% no Planalto Médio. Relativo à distribuição da acácia-negra, 40,23% estão situados na região da Encosta do Sudeste e 37,62% na Encosta Inferior do Nordeste (SEMA; UFSM, 2001).



**Figura 1 - Área (mil ha) ocupada por matas plantadas no RS**

Fonte: IBGE, 2007.

### *Contextualização e objetivo*

As imagens de sensoriamento remoto permitem identificar objetos, padrões e interações entre homem e ambiente a partir de uma perspectiva mais ampla do que apenas uma observação realizada na superfície terrestre (JENSEN, 2009, p.130). A partir disso, um dos métodos que pode ser utilizado para a identificação de objetos em imagens é a interpretação visual, que consiste em extrair informações da superfície com base em diversos elementos, como localização, cor, tamanho, forma, textura e padrão dos objetos, sombra e aspectos do relevo, além da sua característica espectral (MOREIRA, 2005, p.215; JENSEN, 2009, p.135).

Quando se busca informações sobre um objeto específico, a utilização de dados de sensoriamento remoto em uma única data pode fornecer informações importantes, no entanto, não permite entender a dinâmica do local. A utilização de dados multitemporais favorece o monitoramento de fenômenos. Nesse sentido, a obtenção de imagens históricas permite documentar as mudanças espaciais correspondentes aos fenômenos naturais ou de atuação humana (MOREIRA, 2005, p.236; JENSEN, 2009, p.132).

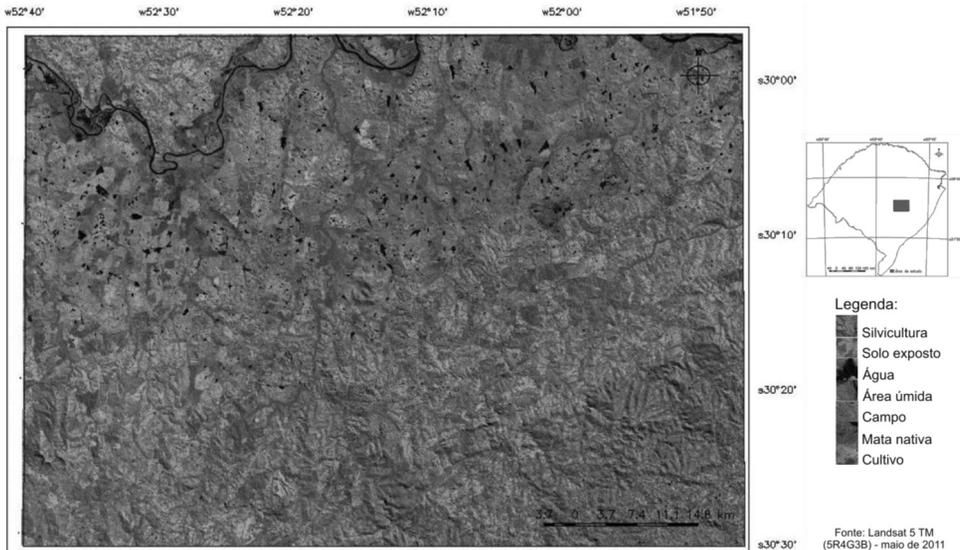
Um dos programas orbitais de obtenção de dados para estudos da superfície terrestre de grande êxito foi o Landsat, com uma série de sete satélites lançados pela *National Aeronautics and Space Administration* (NASA). Entre estes satélites, o Landsat 5 apresentou maior vida útil, disponibilizando através do sensor TM (*Thematic Mapper*) imagens para diversas aplicações na área de recursos ambientais. O Landsat 5 TM operou com 7 bandas espectrais, sendo três na região do visível e quatro na região do infravermelho (uma das bandas no infravermelho termal). Entre as principais aplicações estão a diferenciação solo/vegetação, a avaliação do vigor e da biomassa da vegetação, a discriminação de corpos d'água, as alterações hidrotermais e de temperatura (NOVO, 2010, p.159).

De acordo com Paruelo et al. (2001, p.684) e Sun et al. (2008, p.1010) o sensoriamento remoto fornece dados valiosos para o mapeamento, identificação e descrição de ecossistemas em diferentes escalas. Além do atributo espacial, a característica temporal de imagens e seus produtos derivados coletados remotamente podem auxiliar na compreensão da dinâmica sazonal da vegetação (LIANG; SCHWARTZ, 2009, p.465), para a estimativa da cobertura da terra e as mudanças em diferentes escalas espaciais (IPCC, 2001).

Com a possibilidade de estudos das mudanças espaciais por meio da tecnologia de sensoriamento remoto, este trabalho tem por objetivo analisar a expansão da silvicultura no Sudeste do Rio Grande do Sul por meio de uma série temporal de imagens Landsat. A análise temporal permite mensurar o avanço da atividade de silvicultura, bem como caracterizar os padrões espaciais dessa expansão.

### *Área de estudo*

Para a elaboração deste trabalho considerou-se como área de estudo um recorte espacial localizado na região Sudeste do Estado do Rio Grande do Sul entre as coordenadas 52°40'O, 29°57'S e 51°45'O, 30°30'S (Figura 2). Neste recorte encontram-se os municípios de Rio Pardo, Minas do Leão, Butiá, Pântano Grande, Encruzilhada do Sul e São Jerônimo. Nesta região é crescente o investimento na atividade de silvicultura, incluindo principalmente o plantio de eucalipto, destinado à produção de madeira para a fabricação de papel e celulose. Este fato ocorre devido à proximidade geográfica da empresa CMPC - Celulose Riograndense, instalada no município de Guaíba e responsável por este setor da produção.



**Figura 2 - Localização da área de estudo (recorte espacial no Sudeste do Rio Grande do Sul)**

O relevo, de acordo com o Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil (TOPODATA), se destaca por apresentar duas características distintas: em relação à altitude, ocorrem áreas de baixa altitude na porção Norte (na região geomorfológica da Depressão Central - planície do Rio Jacuí), enquanto na porção Sul aparecem os locais com altitude mais elevada (pertencente ao Planalto Sul-Riograndense). Da mesma forma, a declividade apresenta locais mais planos na porção Norte, sendo que no restante da área de estudo há predomínio de uma topografia ondulada com declives moderados (EMBRAPA, 2006).

Conforme o mapa de solos disponibilizado pelo IBGE/EMBRAPA (2001) em escala 1:5.000.000, na área de estudo se encontram quatro tipos de solos: (a) Neossolo Litólico – constituídos por material mineral ou material orgânico pouco espesso, ocorrendo nos relevos mais escarpados; (b) Planossolo Háplico - compreendem solos minerais mal drenados, com horizonte superficial ou subsuperficial eluvial; (c) Argissolo Vermelho e Vermelho-Amarelo - são constituídos por material mineral e horizonte B textural, com cores mais avermelhadas ou amareladas, respectivamente (EMBRAPA, 2006).

Segundo a classificação climática de Köppen, o estado está sob influência dos tipos climáticos Cfa (presente na maior parte do estado) e Cfb (encontrado nas partes mais elevadas da Serra do Nordeste, Planalto e Serra do Sudeste), úmido em todas as estações do ano com verão quente e moderadamente quente (KUINCHTNER; BURIOL, 2001). Na região Sudeste do estado ocorre um regime climático subtropical e úmido, bastante vulnerável ao avanço das massas polares (PROJETO BIODIVERSIDADE RS).

## MATERIAIS E MÉTODOS

A fim de caracterizar a atividade de silvicultura no Rio Grande do Sul, com destaque para a região Sul do estado, realizou-se inicialmente uma pesquisa bibliográfica de trabalhos que sintetizam o assunto, destacando o desenvolvimento da atividade de silvicultura.

Os dados obtidos para este estudo são imagens do satélite Landsat 5, sensor TM, com resolução temporal de 16 dias e resolução espacial de 30 metros. As imagens são disponibilizadas gratuitamente no portal da Divisão de Processamento de Imagens do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), com uma série que compreende desde o ano de 1984 até 2011, quando o satélite encerrou as atividades.

Foram escolhidos quatro anos (1986, 1998, 2006 e 2011) para a realização da análise temporal da silvicultura na área de estudo. A época das imagens (inverno) e os anos selecionados foram escolhidos a partir da análise das cenas disponíveis em acervo que não apresentavam cobertura de nuvem/ruído e considerando as datas mais próximas entre as duas órbitas-ponto utilizadas (221/81 e 222/81), a fim de não prejudicar o procedimento de mosaico.

Para todos os anos, as imagens Landsat 5 TM foram georreferenciadas em SIG (Sistema de Informação Geográfica) utilizando como referência o mosaico Geocover ortorretificado de imagens Landsat disponibilizado pela USGS (*United States Geological Survey*). Em seguida, realizou-se o mosaico das cenas correspondentes às órbitas-ponto 221/81 e 222/81 para cada ano estudado e por último procedeu-se o recorte espacial da área de estudo. Essas três etapas foram realizadas no *software* ENVI.

As imagens pré-processadas no *software* ENVI foram exportadas em formato *geotiff* e importadas para um banco de dados no *software* SPRING. Em seguida, considerando uma composição falsa-cor (bandas 5R, 4G e 3B), realizou-se a interpretação visual das imagens e a edição vetorial das áreas de silvicultura de acordo com a chave de interpretação (Tabela 1) adaptada de NOVO (2010, p.334). A edição final dos mapas foi realizada no *software* SCARTA, disponível no pacote do sistema SPRING.

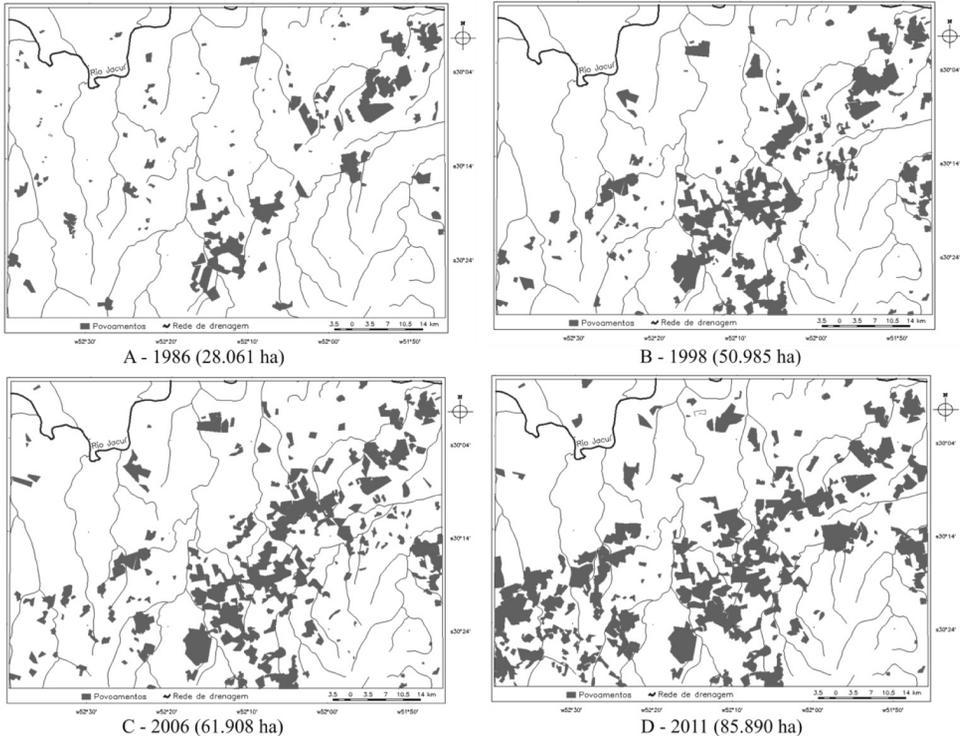
**Tabela 1 - Chave de interpretação (composição falsa-cor - bandas 5R, 4G e 3B) para áreas de silvicultura no Sudeste do Rio Grande do Sul, adaptada de NOVO (2010, p.334).**

<b>Chave de Interpretação</b>	<b>Áreas de silvicultura (incluindo eucalipto, pinus e acácia-negra)</b>
Tonalidade/cor	Verde-claro (plantios novos) e verde-escuro (plantios antigos)
Textura	Lisa (plantios novos) e intermediária (plantios antigos)
Padrão	-
Localização	-
Forma	Regular
Sombra	Perpendicular à fonte
Tamanho	Blocos variáveis (pequenos à grandes)

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a interpretação visual das imagens Landsat 5 TM (composição 5R, 4G, 3B) correspondente aos anos de 1986, 1998, 2006 e 2011, a área de silvicultura apresentou avanço na direção Sudoeste-Nordeste da área de estudo (Figura 3). Neste período de vinte

e cinco anos (1986-2011), houve um aumento de 57.829 ha de áreas destinadas para a silvicultura (incluindo eucalipto, pinus e acácia-negra).



**Figura 3 - Espacialização temporal das áreas de silvicultura na área de estudo referente aos anos de 1986 (A), 1998 (B), 2006 (C) e 2011 (D)**

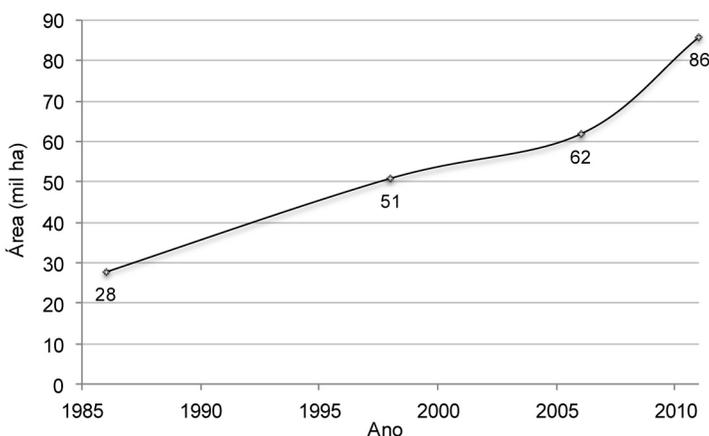
Ao analisar o padrão espacial da expansão das áreas de silvicultura, é possível observar no ano de 1986 (Figura 3 A) uma concentração predominante dos povoamentos entre a porção Leste da área de estudo até a porção Central, com povoamentos esparsos no restante da área. A partir do ano de 1998 (Figura 3 B), nota-se o início da expansão na porção Oeste da área de estudo, com intensa ocupação da área no ano de 2011 (Figura 3 D).

Em toda a série temporal analisada observam-se duas regiões do recorte espacial, Noroeste e Sudeste, onde os cultivos arbóreos estão menos presentes. Na região Noroeste isso possivelmente ocorre devido à influência da planície fluvial do Rio Jacuí, com grandes áreas de várzea voltadas para o cultivo do arroz. Na região Sudeste, os resultados podem ter sido subestimados, uma vez que esta porção da área de estudo apresenta um relevo mais dissecado que o restante da área, podendo ter dificultado a interpretação espectral dos alvos em função do sombreamento.

Em geral, a área de silvicultura em todos os anos na área de estudo pode ter sido subestimada devido à resolução espacial das imagens consideradas. A interpretação visual da imagem Landsat correspondente ao ano de 2011, forneceu a estimativa de 85.890 ha de área de silvicultura. Ao comparar este resultado com o dado apresentado pela FEPAM em

2012 (aproximadamente 121.340 ha) observa-se diferença, que pode ser atribuída às diferentes datas das imagens utilizadas, fases também diversas do manejo silvicultural (períodos de corte, preparo e plantio de parcelas), além da resposta espectral dos solos ser elevada, pela característica granítica.

O gráfico representando o aumento da área de silvicultura correspondente ao recorte espacial utilizado neste trabalho e extraído dos resultados da interpretação visual das imagens Landsat (Figura 4), mostra semelhança com o dado apresentado pelo IBGE (2007) sobre a área ocupada por silvicultura no RS (Figura 1). Em ambos os resultados, há uma tendência constante de crescimento da atividade de silvicultura, sendo que nos últimos anos (na área de estudo a partir do ano de 2006) essas áreas mostraram uma tendência de maior progressão.



**Figura 4 - Área (mil ha) destinada para atividade de silvicultura na área de estudo no período de 1986-2011**

## CONCLUSÃO

O incentivo governamental e a introdução de capital estrangeiro para o desenvolvimento da metade Sul do Estado do Rio Grande do Sul proporcionou um grande avanço da atividade de silvicultura no Sudeste do estado, onde está localizada a área de estudo deste trabalho.

A área destinada à silvicultura, nesta região do RS, triplicou no período de vinte e cinco anos (1986-2011), de acordo com a interpretação visual das imagens Landsat. No entanto, essa estimativa pode ser ainda maior em função de algumas áreas, que se encontram em processo de preparo do solo ou recém-cortadas, fazendo com que a interpretação seja subestimada.

Apesar desta limitação, a utilização de uma série temporal de imagens Landsat 5 TM para a análise da expansão da silvicultura no sudeste do Rio Grande do Sul retornou bons resultados, possibilitando a caracterização e quantificação desta atividade econômica no local.

## REFERÊNCIAS

- ANESI, S. A. O "Nó" do Eucalipto: A sustentabilidade da silvicultura na Metade Sul. In: I SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, Taubaté, 2007. I Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba Do Sul: o Eucalipto e o Ciclo Hidrológico, **Anais...** 2007. p. 351-358.
- BARCELOS, M. **Atores, interações e escolhas**: a política de silvicultura na área ambiental no Rio Grande do Sul - 2004/2009. 2010. 179 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia). Porto Alegre, 2010.
- BEHLING, H. et al. Dinâmica dos campos no sul do Brasil durante o Quaternário Tardio. In: PILLAR, V. P. (Org.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. Cap. 1, p. 13-25.
- BINKOWSKI, P. **Conflitos ambientais e significados sociais em torno da expansão da silvicultura de eucalipto na "Metade Sul" do Rio Grande do Sul**. 2009. 212 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) - UFRGS, Porto Alegre, 2009.
- BOLDRINI, I. I. A flora dos campos do Rio Grande do Sul. In: PILLAR, V. P. (Org.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. Cap. 4, p. 63-77.
- CORRÊA, A. O. de F. **Percepções dos principais atores envolvidos no zoneamento ambiental na silvicultura do Rio Grande do Sul**: uma perspectiva jurídico-institucional. 2009. 128 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - UFRGS, Porto Alegre, 2009.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.
- GRACIOLI, C. R. **Efeitos da silvicultura do eucalipto na dinâmica da vegetação em área de pecuária no Rio Grande do Sul**. 2010. 143 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - UFSM, Santa Maria, 2010.
- GUADAGNIN, D. L., et. al. Árvores e arbustos exóticos invasores no Pampa: questões ecológicas, culturais e socioeconômicas de um desafio crescente. In: PILLAR, V. P. (Org.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. Cap. 24, p 300-316.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística; EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Mapa de solos do Brasil (2001)** - Escala 1:5.000.000. Brasília: Ministério do Meio Ambiente (MMA), 2001. Disponível em: <mapas.mma.gov.br/i3geo/datadownload.htm>. Acesso em 30 de outubro de 2012.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Mapa de Biomas do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. Disponível em: <ftp://geoftp.ibge.gov.br/mapas\_tematicos/mapas\_murais/biomas.pdf>. Acesso em 30 de outubro de 2012.
- IBGE. **Censo Agropecuário 1920/2006**: Séries Históricas e Estatísticas. Rio de Janeiro: IBGE, 2007.
- IPCC - Painel Intergovernamental Sobre Mudanças do Clima. **Climate Change 2001**: The Scientific Basis. Third Assessment Report, 2001. Disponível em: <grida.no/publications/other/ipcc\_tar/>.
- JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do Ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. Tradução: EPIPHANIO, J. C. N. et al. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 598p.
- KUINCHTNER, A.; BURIOL, G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Disciplinarum Scientia**, v.2, n.1, p.171-182. 2001.

LIANG, L.; SCHWARTZ, M.D. Landscape phenology: an integrative approach to seasonal vegetation dynamics. **Landscape Ecology**, Springer, v. 24, n. 4, p. 465-472. 2009.

MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: Campos Sulinos. Porto Alegre: EST, 2004. 110 p.

MENDONÇA, E. S. **Mudanças no uso da terra e o florestamento**: um estudo em três municípios do Rio Grande do Sul. 2009. 153 f. Dissertação (Mestrado em Agronegócios) - UFRGS, Porto Alegre, 2009.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do Sensoriamento Remoto e metodologias de aplicação**. 3 ed. Viçosa: UFV, 2005. 320p.

NOVO, E. M. L. de M. **Sensoriamento Remoto**: princípios e aplicações. 4 ed. São Paulo: Blucher, 2010. 387p.

PARUELO, J.M.; JOBBÁGY E.G.; SALA O.E. Current distribution of ecosystem functional types in temperate South America. **Ecosystems**, Springer, v. 4, n. 7, p. 683-698, 2001.

PROJETO BIODIVERSIDADE RS. **Biomass do RS**. Disponível em <biodiversidade.rs.gov.br>. Acesso em 22 de janeiro de 2013.

SAMPAIO, M. H. A. de; BOECKEL, S. R. O setor florestal no Rio Grande do Sul: uma abordagem preliminar. **Indicadores Econômicos FEE**, v. 28, n. 1, p. 201-229, 2000.

SEMA - SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE. **Zoneamento Ambiental da Silvicultura**: Estrutura, Metodologia e Resultados. Volume I, 2010. 137 p.

SEMA - SECRETARIA ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE; UFSM - UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. 2001. Disponível em: <w3.ufsm.br/ifcrs/frame.htm>. Acesso em 04 de junho de 2013.

SUERTEGARAY, D. M. A.; SILVA, L. A. P. Tchê Pampa: histórias da natureza gaúcha. In: PILLAR, V. P. (Org.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. Cap. 3, p. 42-59.

SUN, W., et. al. Mapping plant functional types from MODIS data using multisource evidential reasoning. **Remote Sensing of Environment**, Elsevier, v. 112, n. 3, p. 1010-1024, 2008.

TOPODATA. **Banco de Dados Geomorfométricos do Brasil**. Disponível em <webmapit.com.br/inpe/topodata>. Acesso em 01/12/2012.

VALLS, J. F. M., et. al. O patrimônio florístico dos Campos: potencialidades de uso e a conservação de seus recursos genéticos. In: PILLAR, V. P. (Org.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009. Cap. 10, p. 139-154.

Recebido em outubro de 2013

Revisado em janeiro de 2014

Aceito em março de 2014

