

## **Análise multitemporal do Uso e Cobertura da Terra no município de Caçapava do Sul - RS nos anos de 1991, 2001 e 2011**

Matheus Mesquita da Costa Nunes<sup>1</sup>  
Diogo Belmonte Lippert<sup>1</sup>  
Juliana Marchesan<sup>1</sup>  
Laura Camila de Godoy Goergen<sup>1</sup>  
Lucas Alexandre Kervald<sup>1</sup>  
Daiana Iris Soto Brites<sup>1</sup>  
Rudiney Soares Pereira<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Santa Maria - UFSM  
Av. Roraima, s/n – Camobi, Santa Maria - RS, Brasil

{matheusnunes\_florestal, diogo\_b\_lippert, juliana\_marchesan, lucaskervald,  
daiana\_brites}@hotmail.com  
lauragoergen@yahoo.com.br  
rudiney.s.pereira@gmail.com

**Abstract.** This study aims to analyze the evolution of the use and land cover in the city of South Caçapava through images of the sensor TM, Landsat 5 satellite in 1991, 2001 and 2011. For the study were used remote sensing techniques, digital processing of images which were found at INPE. The study area, municipality of Caçapava South, lies in the micro saws Southeast and is located between the geographical coordinates: 30° 00' and 31° 00' south latitude and 54° 00' and 53° 00' west longitude and altitude approximately 400 meters above sea level. The digital classification algorithm used was supervised Maximum Likelihood. Held digital supervised classification using the Maximum Likelihood algorithm. The thematic classes were chosen: Planted Forest, Native Forest, Field, Bare Soil, Water and Crops of Winter. Analyzing classes in some years it can be said that the significant changes that had been the Planted Forest where it increased by more than 50% in 2011 compared to 1991, however its area does not correspond to 1% of the territory the municipality. The class with the highest expansion was the Bare Soil, for the period 1991-2011 grew 117.40 km<sup>2</sup> 58% in the period 1991 to 2011. Classes Native Forest and Field, have coverage of 90% and other uses, distributed in the remaining 10% of the municipal area.

**Palavras-chave:** remote sensing, digital processing of images, Landsat5, sensoriamento remoto, processamento digital de imagens, Landsat5.

### **1. Introdução**

O Bioma Pampa estende-se pela Argentina, Brasil e Uruguai, sendo que no território brasileiro essa formação é restrita ao estado do Rio Grande do Sul. Ocupa uma área de 176.496 km<sup>2</sup>, por volta de 65% do território gaúcho. Assim como os outros municípios da Serra do Sudeste, Caçapava do Sul, município inserido no bioma pampa, possui uma paisagem um pouco diferenciada da grande parte dessa formação vegetal. Apresenta uma paisagem que se caracteriza por serras e morros graníticos revestidos por vegetações de porte arbustivo a arbóreo, Rambo (1994). Apesar de apresentar características únicas, as formações campestres ainda se destacam na paisagem, muito utilizadas na pecuária extensiva, criação de bovinos e ovinos.

O município tem como base sua economia na agricultura, pecuária e mineração a qual se destaca por ser responsável por 80% do calcário comercializado no Rio Grande do Sul. No entanto o meio rural vem sofrendo alterações em suas culturas, os proprietários rurais tem procurado diversificar as fontes de renda em suas propriedades, uma dessas seria a silvicultura. Essa que teve sua ampliação em áreas cultivadas por volta de 2004, onde

segundo Binkowski (2009), o governo do estado implantou políticas públicas para atrair empresas do setor florestal, com o objetivo de desenvolver a Metade Sul e alavancar a produção florestal do estado. Segundo dados do IBGE (2012) a atividade silvicultural aumentou em quase 50% no ano de 2004, onde 4,3730 m<sup>3</sup> de madeira eram produzidos e em 2010 passou para 8,5440 m<sup>3</sup> de madeira.

No entanto, a partir da tentativa de trazer novas culturas para a região, começou uma discussão muito grande a respeito de implantações florestais e suas consequências, um dos principais argumentos que se usa contra essas atividades é que poderia mudar a paisagem do bioma Pampa e com isso diminuir a variabilidade genética desses ambientes. Diante disso, com a necessidade de monitorar, planejar, ordenar o território e garantir uma expansão sustentável das atividades humanas, o sensoriamento remoto tem se mostrado como uma ferramenta de grande valia, na busca informações sobre quantificação e qualificação do território. Pois através dele segundo Novo (2008), consegue-se adquirir informações de alvos sem que se esteja em contato com o mesmo. Aliado de SIG (Sistema de Informações geográficas), *software* computacional que permite capturar, modelar, manipular, recuperar, consultar, analisar e apresentar dados geograficamente referenciados, Câmara Neto (1995).

Esse conjunto de geotecnologias tem facilitado a busca por informações: diminuindo custos, de tempo de trabalho e aumentando o grau de detalhamento dos produtos cartográficos gerados. Com isso, as análises dos resultados de produtos de Sensoriamento Remoto em conjunto com outras geotecnologias são de grande importância para monitorar, quantificar e espacializar a evolução dos principais usos e cobertura da Terra. O objetivo do presente trabalho é avaliar a evolução do uso e cobertura da Terra pelas classes Floresta Plantada, Floresta Nativa, Campo, Solo Exposto, Água e Culturas de Inverno nos anos de 1991, 2001 e 2001 no município de Caçapava do Sul - RS.

## **2 Metodologia de Trabalho**

### **2.1 Localização e caracterização da área de estudo**

A área de estudo, município Caçapava do Sul, encontra-se na microrregião Serras do Sudeste e localiza-se entre as coordenadas geográficas: 30° 00' e 31° 00' latitude sul e 54° 00' e 53° 00' longitude oeste e altitude de aproximadamente 400m acima do nível do mar. O clima das partes mais elevadas da região climática Serra do Sudeste segundo a classificação de Köppen é do tipo (Cfb) e (Cfa) nas partes mais baixas, Kuinchtner e Buriol (2001). Com uma precipitação anual em torno de 1670 mm e temperatura média anual de aproximadamente 17°C. Segundo Streck et. al (2008), devido o município de Caçapava do Sul estar localizado na província pedogenética da Serras do Sudeste apresenta uma grande diversidade geológica dando origem a diversos tipos de solos, sendo os mais expressivos Neossolos Reglíticos e Litólicos associados a relevos ondulados a forte ondulados. Existem também outros tipos de solos, tais como Luvisolos, Planossolos, Chernossolos e Argissolos, porém com menor distribuição.

### **2.2 Materiais**

No trabalho foram utilizadas imagens digitais do sensor *Thematic Mapper* (TM) do satélite Landsat 5, órbita/ponto 222/81, dos anos de 2011, 1991 e 2001. As imagens foram obtidas no site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e o download do *shapefile* com o limite territorial do município foi obtido junto ao site do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas (IBGE).

### **2.3 Métodos**

Para o processamento dos dados utilizou-se o aplicativo SPRING (Sistema de Processamento de Informações Georreferenciadas) versão 5.1.8, no SIG escolhido foi criado um banco de dados (projeção cartográfica LAT/LONG e datum WGS84 - *World Geodetic System* 1984). O georreferenciamento das imagens de 1991, 2001 e 2011, com base em pontos de apoio da imagem de 2005, obtendo um Erro Médio Quadrático de 0,842, 0,851 e 0,829 respectivamente. Na sequência procedeu-se o recorte da área de interesse na imagem com o *shapefile* do limite do município como máscara.

Para a identificação dos alvos foram utilizadas as composições falsa cor RGB (*Red, Green, Blue*) 543 e 432. O contraste aplicado à transformação dos níveis digitais da imagem original foi a função linear.

Foi realizada classificação supervisionada utilizando o classificador por pixel adquirindo amostras nas diferentes classes temáticas tais como: Floresta Plantada (principalmente *Pinus sp.* e *Eucalyptus sp.*), Floresta Nativa (Formações florestais nativas), Solo Exposto (Lavouras com solo exposto, Mancha Urbana entre outros), Água (Rios, Barragens, Açudes, entre outros corpos d'água), Campo (Formações com cobertura vegetal nativa rasteira ou herbácea) e Culturas de Inverno (cultivares plantadas no inverno como trigo, azevém entre outras). Para esse procedimento foi utilizado o algoritmo MaxVer (Máxima Verossimilhança).

Para avaliar a exatidão das amostras coletadas, foi utilizada a Tabela 1 proposta por Landis e Koch (1997). As mesmas foram submetidas ao teste do coeficiente Kappa de concordância, sendo esse, calculado pelo próprio *software*.

Tabela 1. Qualidade da classificação segundo intervalos do coeficiente Kappa.

Valor Kappa	Qualidade da classificação
<0,00	Péssima
0,00 – 0,20	Ruim
0,20 – 0,40	Razoável
0,40 – 0,60	Boa
0,60 – 0,80	Muito Boa
0,80 – 1,00	Excelente

Fonte: Landis e Koch (1977)

### 3. Resultados e Discussão

Através da metodologia empregada no trabalho foram obtidos os mapas de uso do solo para os anos de 1991, 2001 e 2011 (Figura 2). A exatidão da classificação obteve 0,941, 0,932 e 0,956 e segundo a Tabela 1 esses resultados são classificados como excelente. Além dos mapas gerados Figuras 2 com os dados gerados pelo mapeamento foram possíveis à confecção da Tabela 2 e para melhor expressar tais resultados a Figura 1. Para uma análise complementar da paisagem foi utilizado o mapa altimétrico do município (Figura 3).

Tabela 2. Área em km<sup>2</sup> das classes nos respectivos anos de análise.

Classes de Uso da Terra	Ano		
	1991	2001	2011
Floresta Nativa	1121,64	1136,28	1076,45
Floresta Plantada	12,59	12,56	32,07
Campo	2209,05	2186,14	2149,83
Solo Exposto	132,21	135,84	276,90
Água	9,30	9,31	5,58
Culturas de inverno	68,83	73,49	12,79
<b>Total</b>	<b>3553,62</b>	<b>3553,62</b>	<b>3553,62</b>

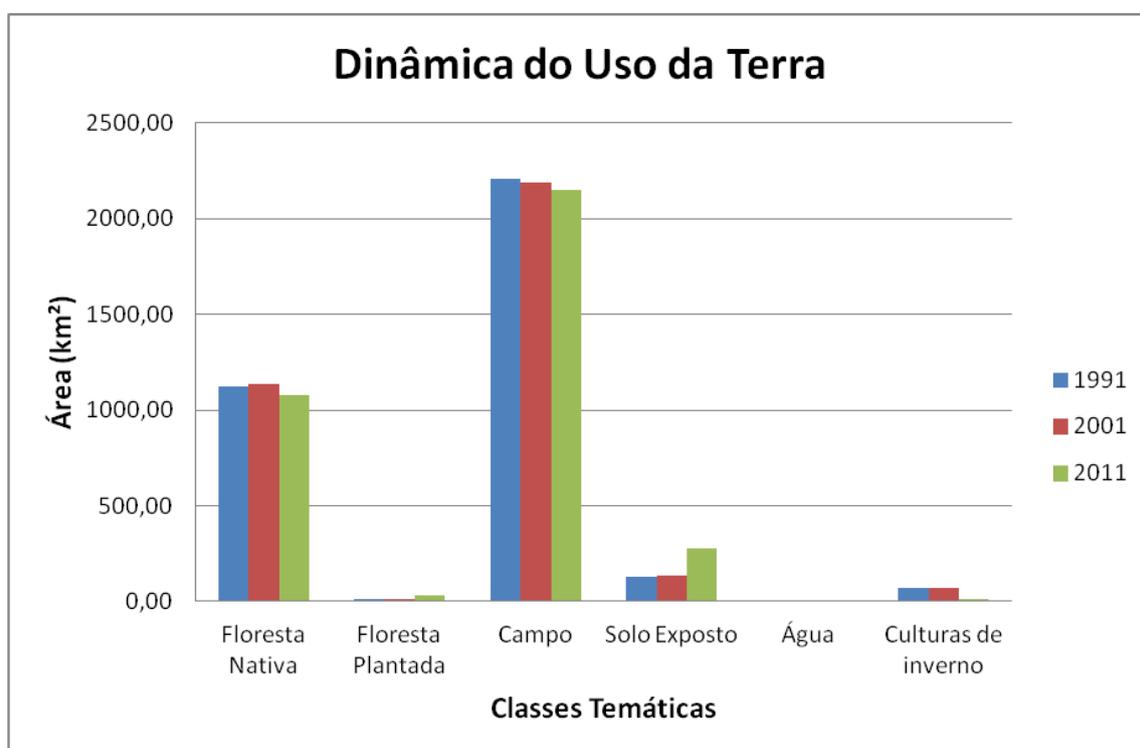


Figura 1. Dinâmica das classes de Uso da Terra para os anos de 1991, 2001 e 2011.

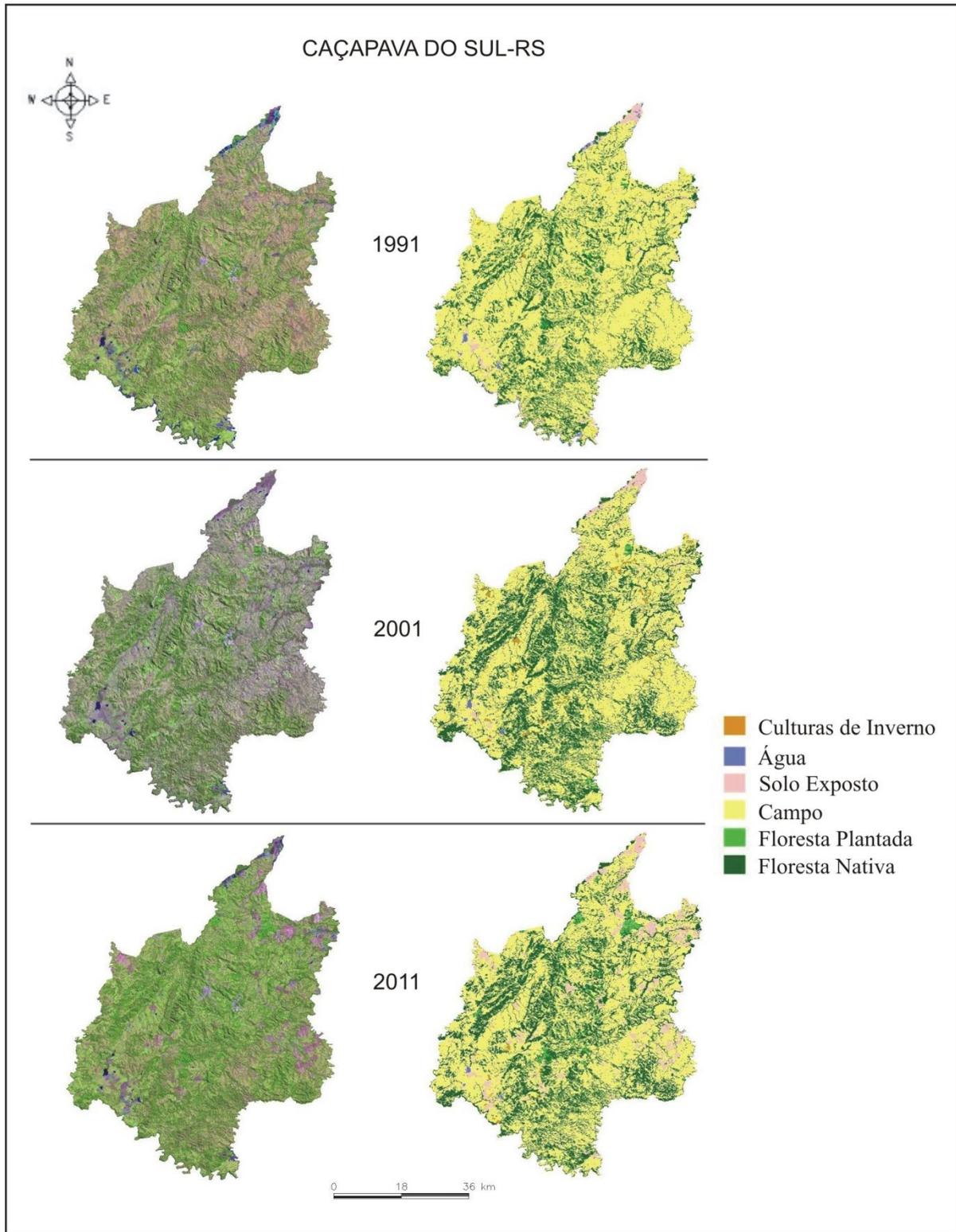


Figura 2: Composição falsa-cor a esquerda e imagem classificada a direita

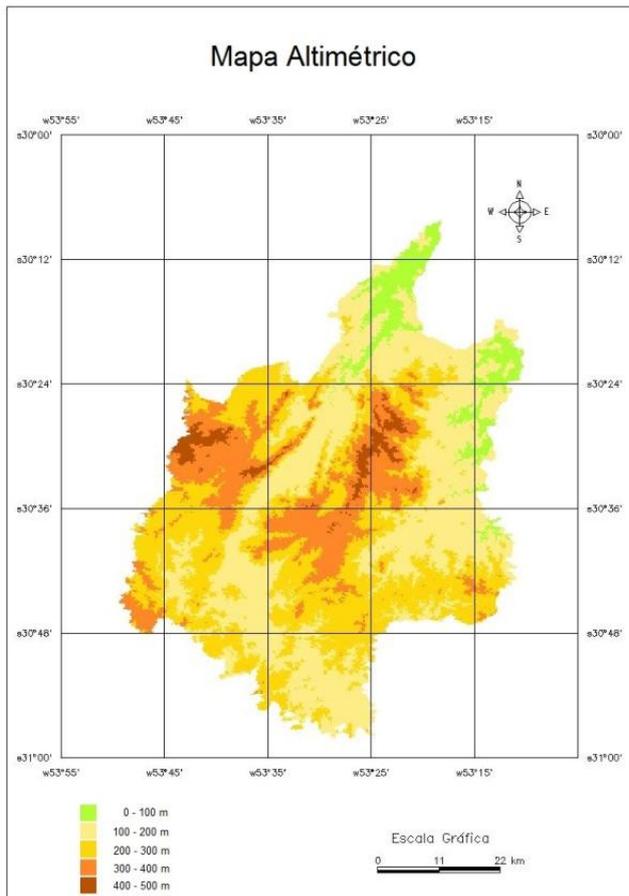


Figura 3: Mapa altimétrico

A classe “Floresta Nativa”, formações vegetais primárias e secundárias, obteve expansão significativa no período 1991 – 2001 avançando sobre áreas da classe campo. No período 2001 – 2011, a classe floresta nativa sofreu uma perda de espaço para a classe solo exposto e campo. Analisando essas classes com o apoio do mapa altimétrico pode-se inferir que essas classes estão localizadas em altitudes maiores onde o terreno apresenta-se de forma mais acidentada, com afloramentos rochosos e solos muito rasos.

A classe “Floresta Plantada”, plantios de espécies florestais introduzidas com fins econômicos, teve sua expansão pouco significativa em relação ao território do município, a porcentagem coberta por esse tipo de uso é inferior a 1% da área total do município. No entanto em relação a área primeiramente mapeada em 1991, no ano de 2011 a classificação detectou que a área de ocupação dobrou de tamanho, e isso pode estar associado aos incentivos a silvicultura feitas pelo governo do estado por volta do ano de 2004, Binkowski (2009).

Os “Campos”, formações abertas de vegetação herbácea e rasteira características do bioma Pampa, respondem por mais de 60% do território caçapavano em qualquer uma das classificações realizadas. A classe está associada a regiões mais baixas, de vales, e também em locais como topos de morros, isso pode ser evidenciado observando a altimetria do terreno.

A classe “Solo Exposto”, agrupou áreas de agricultura em pousio ou preparo de solo, área urbana, e áreas de mineração. Essa classe teve um aumento concentrado no último período analisado, aumentou principalmente sobre as áreas de campo. Analisando os dados dos mapas de uso e o altimétrico notou-se um avanço dessa classe nas regiões mais baixas do

município, principalmente perto do Rio Irapuá e Arroio Santa Bárbara que estão localizados ao norte do município.

A classe "Água", formada por rios, barragens, açudes, dentre outros corpos d' água, diminuiu consideravelmente sua área, e isso pode estar relacionado ao adensamento da vegetação em torno das redes de drenagem, principalmente do Rio Camaquã ao sul do Município, e a também a açudes encontrados no interior não serem indentificados nas imagens por causa da resolução espacial.

As "Culturas de Inverno" formadas por plantações de trigo para produção de grãos e azevém para o melhoramento de pastagens teve um decrescimo na última classificação talvez esteja relacionado ao fato de a imagem classificada de 2011 ter sido obtida no mês de Setembro, época em que os animais já devem ter consumido a maior parte dessa cultura, enquanto as outras imagens eram do mês de Abril.

#### 4. Conclusão

A metodologia utilizada no trabalho permitiu a análise da dinâmica do uso e ocupação do solo do município de Caçapava do Sul no período 1991-2011. Dessa forma pode-se afirmar com base nas classificações realizadas do uso e cobertura da terra, que as classes solo exposto e floresta plantada aumentaram significativamente, porém a classe floresta nativa manteve sua área nas épocas estudadas e até teve um aumento entre 1991 e 2001. Isso pode estar vinculado ao fato de a maior parte das propriedades rurais do município ser ocupada por uma pecuária extensiva. Somadas as classes floresta nativa e campo recobrem 90% do território do município de Caçapava do Sul, sendo assim o município tem apenas 10% do seu território com áreas significativamente antropizados.

#### Referências Bibliográficas

Binkowski, P. **Conflitos ambientais e significados sociais em torno da expansão da silvicultura de eucalipto na "Metade Sul" do Rio Grande do Sul**. 2009. 211 p. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural. Porto Alegre, 2009.

Câmara Neto, G. **Modelos, Linguagens e Arquiteturas para Bancos de Dados Geográficos**. 1995. 264 p. Tese de Doutorado – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), 1995.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística <www.ibge.br>. Acesso em: 17 Out. 2012.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais <www.inpe.br>. Acesso em: 20 Out. 2012

Landis, J.; Koch, G. G. The measurements of agreement for categorical data. **Biometrics**, Washington, v. 33, n. 3, p. 159-179, 1977.

Kuinchner; A. e Buriol; G. A. Clima do Estado do Rio Grande do Sul segundo a classificação climática de Köppen e Thornthwaite. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

Novo, E. M. L. M.; **Sensoriamento Remoto: Princípios e Aplicações**. São Paulo: Blucher, 2008. 333 p.

Rambo, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul: ensaio de monografia natural**. São Leopoldo: Ed. 3 UNISINOS, 1994. 473 p.

Streck, E. V.; Kampf, N.; Dalmolin, R. S. D.; Klamt, E.; Nascimento, P. C.; Schneider, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER-RS/UFRGS, 2008. 222 p.

