

## Cobertura Vegetal e Geomorfologia do Alto Camaquã, RS



ISSN 1982-5390

Dezembro, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Pecuária Sul  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Documentos** 143

## **Cobertura Vegetal e Geomorfologia do Alto Camaquã, RS**

*Danilo Serra da Rocha*

*José Pedro Pereira Trindade*

Embrapa Pecuária Sul  
Bagé, RS  
2016

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Pecuária Sul**

BR 153, Km 633. Caixa postal 242

96401-970 - Bagé – RS

Fax: 55 53 3240-4650

<https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac>

**Comitê Local de Publicações**

Presidente: *Claudia Cristina Gulias Gomes*

Secretária-Executiva: *Graciela Olivella Oliveira*

Membros: *Estefanía Damboriarena, Fernando Flores Cardoso, Jorge Luiz Sant'Anna dos Santos, Lisiane Bassols Brisolará, Marco Antônio Karam Lucas, Naylor Bastiani Perez, Renata Wolf Suñé*

Supervisor editorial: *Manuela Bergamim*

Revisor de texto: *Fernando Goss*

Normalização bibliográfica: *Graciela Olivella Oliveira*

Editoração eletrônica: *Núcleo de Comunicação Organizacional*

Foto da capa: *José Pedro Pereira Trindade*

**1ª edição**

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**

Embrapa Pecuária Sul

---

Rocha, Danilo Serra da

Cobertura vegetal e geomorfologia do Alto Camaquã, RS /

Danilo Serra da Rocha, José Pedro Pereira Trindade. – Bagé :

Embrapa Pecuária Sul, 2015.

(Documentos / Embrapa Pecuária Sul, ISSN 1982-5390 ; 143)

Sistema requerido: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web: <[www.embrapa.br](http://www.embrapa.br)>

Título da página da Web (acesso em 15 dez. 2015).

1. Vegetação nativa. 2. Cobertura do solo. 3. Ecologia vegetal.  
4. Aspecto fisiográfico. I. Trindade, José Pedro Pereira. II. Embrapa Pecuária Sul. III. Série.

---

**CDD 581.98165**

© Embrapa 2015

# **Autores**

## **Danilo Serra da Rocha**

Engenheiro Cartográfico, Mestre em  
Agricultura de Precisão, analista de  
Geoprocessamento da Embrapa Pecuária Sul,  
Caixa Postal 242, BR 153 Km 633,  
CEP 96401-970 - Bagé, RS - Brasil

## **José Pedro Pereira Trindade**

Engenheiro Agrônomo, Doutor em Zootecnia,  
pesquisador da Embrapa Pecuária Sul,  
Caixa Postal 242, BR 153 Km 633,  
CEP 96401-970, Bagé, RS, - Brasil

# Apresentação

As publicações técnicas da Série Embrapa são importantes veículos de informação, destinadas a produtores, técnicos, empresários do agronegócio, pesquisadores, estudantes e público em geral, interessados nas tecnologias desenvolvidas pela Empresa e seus colaboradores. Tratam-se de publicações com distintas características, objetivos e públicos-alvo, tais como: Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; Documentos; Circular Técnica; Comunicado Técnico; Sistemas de Produção; Livro e outros.

A Embrapa Pecuária Sul utiliza estes veículos para comunicar suas tecnologias produzidas, recomendações, práticas agrícolas e resultados de pesquisa e desenvolvimento, direcionando ao público interessado informações ligadas à produção de forrageiras e pastagens, bovinocultura de corte e leite e ovinocultura dos Campos Sul-brasileiros. É com satisfação que oferecemos mais esta obra, destacando recente trabalho desenvolvido pelo Centro da Embrapa, em Bagé, em benefício à sustentabilidade da pecuária sulina.

Esta publicação da Série Embrapa faz uma descrição da cobertura vegetal do terço superior da bacia do Rio Camaquã, localizado na região da Serra do Sudeste do RS, em associação com sua geomorfologia. Este território é atualmente destacado pela sua ampla cobertura vegetal

com pastagem nativa onde se pratica uma pecuária de corte com múltiplas funções para a sociedade (produtiva, ambiental, social, turística, cultural, etc.). Além da caracterização da ocupação do solo no território, esta obra fornece as bases para um planejamento e gestão dos recursos naturais e a valorização de uma pecuária diferenciada.

Esperamos que os leitores desfrutem deste Documento e sugerimos que, em caso de maior interesse no tema abordado ou necessidades de esclarecimentos, realizem o contato com nosso serviço de atendimento ao cidadão (SAC), acessando <https://www.embrapa.br/fale-conosco/sac/> ou pelo fone (53) 3240-4650. A Embrapa terá o máximo prazer em atendê-lo.

*Alexandre Varella*  
Chefe-Geral

# Sumário

<b>Introdução.....</b>	<b>.07</b>
<b>Material e Métodos.....</b>	<b>.09</b>
<b>Resultados e Discussão.....</b>	<b>.14</b>
<b>Conclusões.....</b>	<b>.24</b>
<b>Referências.....</b>	<b>.25</b>

# Cobertura Vegetal e Geomorfologia do Alto Camaquã, RS

---

*Danilo Serra da Rocha*  
*José Pedro Pereira Trindade*

## Introdução

A pecuária do Rio Grande do Sul tem a sua base definida sobre a vegetação natural campestre, importante atividade social, econômica e cultural.

A diversidade de espécies e de formações vegetais são importantes características dos ecossistemas campestres do extremo Sul do Brasil que constituem biomas complexos com conservação constantemente desafiada. Esta complexidade se amplifica quando consideramos as associações com a vegetação natural florestal. Em alguns momentos nesses campos predominam a paisagem com a vegetação florestal nativa restrita aos cursos d'água, em outros momentos encontram-se entremeada com a vegetação florestal nativa, como podemos observar

nos Campos de Cima da Serra e na Serra do Sudeste do estado.

As formações campestres do Brasil (Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul) representavam aproximadamente 218 mil km<sup>2</sup>, hoje se restringem a menos de 40% de remanescentes (PILLAR; LANGE, 2015).

Duas áreas campestres destacam-se na região Sul, os campos de altitude do Planalto dos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (bioma Mata Atlântica) e os campos da metade austral do Rio Grande do Sul (bioma Pampa). Somente 23% do Bioma Pampa apresenta remanescentes campestres (HASENACK; CORDEIRO, 2006).

Os campos, ao norte do Rio Grande do Sul, se apresentam entremeados com as formações arbóreas e arbustivas formando mosaicos numa zona de transição entre a floresta subtropical e a floresta ombrófila densa. Já de sul a sudoeste, a vegetação campestre predomina (QUADROS; PILLAR, 2002). Os campos da metade sul incluem os setores da Campanha ou dos Pampas, no oeste, sobre solos de origem arenítica ou basáltica, e o setor oriental do Escudo ou Serra do Sudeste, sobre terrenos graníticos (FERNANDES, 2000).

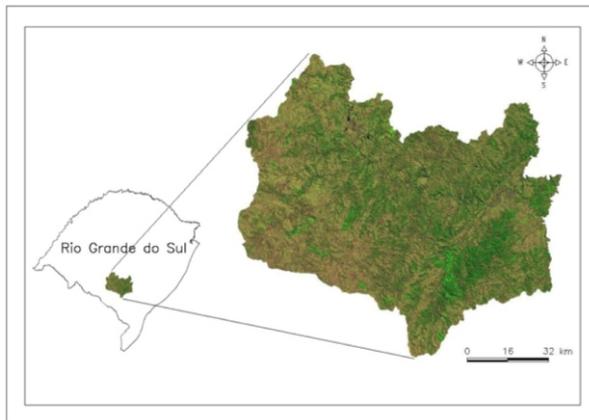
Destaca-se no Bioma Pampa a Serra do Sudeste, onde a vegetação predominante se caracteriza por mosaicos de floresta-campo, formações similares ao observado nos Campos de Cima da Serra, sendo as florestas mais desenvolvidas junto às faixas ciliares de rios e arroios. Os campos, no entanto, predominam e variam desde formações abertas ("campo limpo" – estrato baixo e contínuo de gramíneas e herbáceas; "campo sujo" – diferencia-se do anterior pela presença de arbustos e subarbustos (BOLDRINI, 1997); até áreas conhecidas como "vassourais" de *Baccharis* spp. e *Dodonaea viscosa*, ou áreas mistas de campos baixos e manchas insulares (como pequenas ilhas) de "matinhas subarborescentes" (vegetação arbustiva com pequenas árvores) (RAMBO, 1956).

O monitoramento da vegetação natural nos Campos Sul-brasileiros faz parte das atividades que visam observar o comportamento e as modificações que ocorrem com as espécies vegetais ao longo do tempo. Condição necessária para o entendimento do funcionamento dos ecossistemas campestres e a construção de estratégias duráveis de manejo. Este documento tem por objetivo avaliar a cobertura vegetal do terço superior da bacia do rio Camaquã em associação com sua geomorfologia.

## Material e Métodos

O presente trabalho faz parte do projeto conduzido pela equipe do Laboratório de Estudos em Agroecologia e Recursos Naturais da Embrapa Pecuária Sul (Labeco-CPPSul), no âmbito do projeto de pesquisa "Manejo ecológico da vegetação natural campestre no contexto da pecuária familiar do Alto Camaquã", que monitorou a dinâmica da vegetação no terço superior da bacia do rio Camaquã.

O Alto Camaquã, compreende parte dos municípios de Bagé, Caçapava do Sul, Pinheiro Machado, Piratini, Santana da Boa Vista e em menor medida, Dom Pedrito e Candiota. Na Figura 1 apresentamos a localização do Alto Camaquã.



**Figura1.** Localização do terço superior da Bacia do Rio Camaquã (Alto Camaquã).

A bacia do Alto Camaquã está limitada pelas coordenadas 30°25'a 31°33' S e 52°48'a 54°12' W, compreendendo uma área de 8670 km<sup>2</sup> com altitudes que variam de 40 a 480 metros.

A partir de imagens do satélite Shuttle Radar Topography Mission (SRTM), foram obtidos os dados para a caracterização altimétrica e de declividade da região do estudo. Os dados topográficos foram obtidos a partir de um radar de abertura sintética interferométrico, banda C e banda X (JENSEN, 2009). Para a América do Sul, a precisão vertical, dos dados disponíveis, é de 6,2 m e a horizontal de 9,0 m (RODRIGUEZ et al., 2006). O produto é georreferenciado ao datum WGS-84 em coordenadas geográficas decimais. Os dados para o território brasileiro, processados pela Embrapa, estão disponíveis segundo a articulação das folhas topográficas em escala 1:250.000 (MIRANDA, 2005).

Os dados foram processados utilizando-se o aplicativo de uso gratuito Spring versão 5.2. A partir da delimitação da área de estudo o arquivo foi reprojetoado para sistema de coordenadas geográficas Lat/Long e datum WGS-84. Através de técnicas de processamento digital de imagens (PDI), foram realizados fatiamentos e criação de classes de declividade e hipsometria para o Modelo Digital de Elevação (MDE).

A declividade do terreno é uma variável básica para a segmentação de áreas em praticamente todos os procedimentos de planejamento territorial e é definida como o ângulo de inclinação (zenital) da superfície do terreno em relação à horizontal. Seus valores podem variar de 0 ° a 90 °, embora seja mais comumente expressa em porcentagem. As classes usadas no trabalho foram obtidas em Sistema... (1999), conforme Tabela 1. Assim, a fim de avaliar os dados frente às características geomorfológicas da região, uma vez que se trata de uma área de relevo acidentado, aplicou-se uma avaliação do modelo digital de elevação do terreno (MDE) diante dos valores de declividade. Em relação às classes hipsométricas, foram realizados fatiamentos de 50 em 50 metros de altitude, compatível com a escala do trabalho.

**Tabela 1.** Classes de Declividade do solo do Alto Camaquã

Relevo	Declividade (%)
Plano	0 – 3
Suave Ondulado	3 – 8
Ondulado	8 – 20
Forte Ondulado	20 – 45
Montanhoso	45 – 75
Escarpado	> 75

A dinâmica da vegetação foi avaliada a partir de imagens Landsat 5. Foram utilizadas imagens correspondentes às bandas 3, 4 e 5 dos anos de 2005, 2007 e 2009, obtidas entre os meses de junho e agosto. A resolução temporal para obtenção das imagens é de 16 dias e a resolução espacial das bandas utilizadas é de 30 metros (isto é, cada "pixel" da imagem representa uma área no terreno de 0,09 ha. Após a aquisição das imagens, as mesmas foram georreferenciadas no datum WGS-84, mosaicadas, normalizadas radiometricamente, segmentadas e classificadas através dos classificadores Batthacharya (por segmentação) e Máxima Verossimilhança (por pixel) (SILVA et al., 2011).

Foram criados mosaicos das imagens de forma a abranger totalmente a área do Alto Camaquã, para isso foram utilizadas as órbitas/ponto 222/81, 222/82 e 223/81 e georreferenciadas no datum WGS-84, pois originalmente as imagens são georreferenciadas no datum SAD-69. Para o novo georreferenciamento foram utilizados 20 pontos notáveis bem identificáveis nas imagens como, por exemplo, cruzamento de rodovias.

A normalização radiométrica foi realizada por se tratar de um procedimento que é comumente utilizado quando se faz análise multitemporal de imagens de satélites. A normalização radiométrica de duas ou mais imagens de datas distintas, tem como objetivo compatibilizar as amplitudes dos níveis de cinza dos elementos de

imagem em cada banda espectral de uma série multitemporal de imagens. Inicialmente é feita a eleição de uma das imagens temporais como imagem de referência, no caso utilizou-se a imagem de 2005, e as outras imagens como imagem de ajuste. Essa técnica consiste em determinar os coeficientes de uma transformação linear, que aplicada à imagem de ajuste, efetua a retificação desejada.

A segmentação é um processo automático que consiste em subdividir numa imagem as regiões homogêneas, considerando algumas de suas características intrínsecas, que melhor representam as feições presentes na cena (OLIVEIRA, 2002). Para aplicação da técnica de segmentação foi utilizado o algoritmo de segmentação implementado no sistema SPRING (CÂMARA et al., 1996) que se baseia no método de crescimento de regiões. Os parâmetros de entrada do segmentador são o limiar de similaridade e o tamanho mínimo de área. Cada região possui um atributo numérico que a caracteriza. Todo pixel vizinho a esta região é um candidato em potencial a pertencer à mesma, desde que a diferença do valor do atributo deste pixel e da região seja inferior ao limiar de similaridade estipulado. O atributo área limita o tamanho mínimo, em número de pixels, que uma região deve ter na imagem segmentada. Neste trabalho, a definição do limiar de similaridade foi alcançada após vários testes entre algumas combinações possíveis no algoritmo. Esses testes prosseguiram até o momento em que o resultado da segmentação foi considerado satisfatório, ou seja, formando polígonos que, dentro do possível, definissem bem o contorno da vegetação nativa e dos demais alvos. Os parâmetros finais utilizados foram limiar de similaridade igual a 10 e área mínima de 11 pixels, o que equivale a aproximadamente um hectare.

No processo de classificação das imagens utilizou-se 2 algoritmos implementados no SPRING, o Maxver e o Batthacharya. O Maxver vem do método estatístico de Máxima Verossimilhança e é o método de classificação "pixel a pixel" mais comum. O método considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes,

utilizando parâmetros estatísticos. Para que a classificação por máxima verossimilhança seja precisa o suficiente, é necessário um número razoavelmente elevado de "pixels", para cada conjunto de treinamento.

As áreas de treinamento foram obtidas através da amostragem de pontos em campo com GPS de navegação descrevendo o tipo de vegetação e sua orientação, além da interpretação visual dos dados fornecidos de campo. Os conjuntos de treinamento definem o diagrama de dispersão das classes e suas distribuições de probabilidade, considerando a distribuição de probabilidade normal para cada classe do treinamento (CLASSIFICAÇÃO..., 2011b). Já no classificador por regiões Battacharya, a medida da distância de Battacharya é usada para medir a separabilidade estatística entre um par de classes espectrais. A medida de distância usada é a distância de Battacharya. O classificador Battacharya requer interação do usuário, através do treinamento. Neste caso, as amostras foram as regiões formadas na segmentação de imagens (CLASSIFICAÇÃO..., 2011a). Foram utilizados os mesmos pontos de treinamento na classificação Maxver, com a diferença de que se selecionou a área segmentada na qual os pontos contendo as classes estavam inseridos.

Assim, tendo como base técnicas de interpretação, caracterizou-se a vegetação levando em consideração, ao mesmo tempo, características do mosaico de imagens de trabalho e as características do campo. Isto permitiu estabelecer a seguinte tipologia ou classes de objetos conforme Figura 2: monocultura de acácia, monocultura de eucalipto, pinus, floresta natural, áreas agrícolas, água, formações herbáceas rasas contínuas, formações herbáceas densas e matorral. No entanto, mesmo tomando todas as precauções para fornecer uma classificação de vegetação o mais próximo da realidade, não foi possível diferenciar certos tipos de elementos, como explicitado pela confusão entre as classes de vegetação nos processos de classificação. Vários motivos podem explicar estas dificuldades e o alto grau de confusão entre algumas classes de vegetação. Estes fatores serão discutidos após a apresentação dos resultados das classificações nas três épocas distintas.

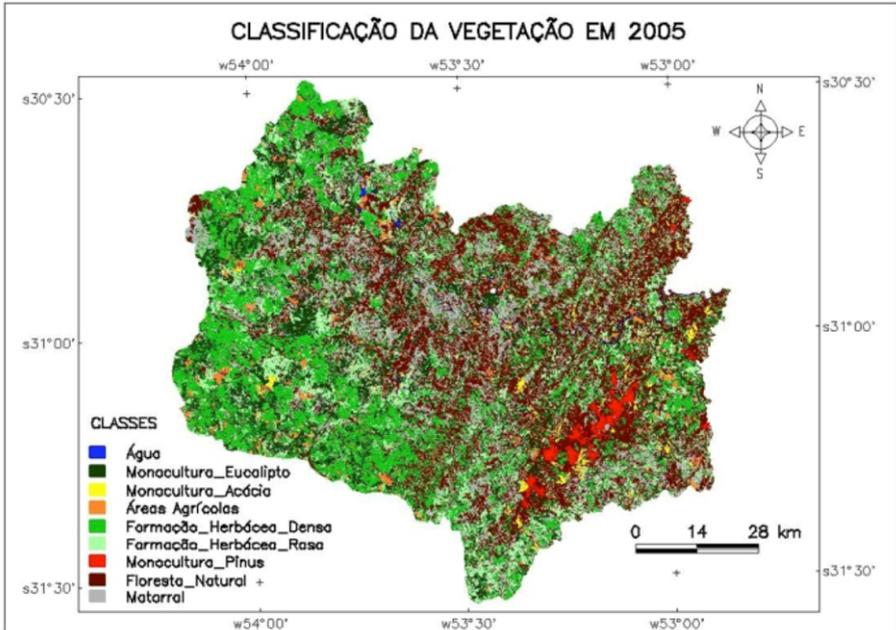


Figura 2. Classificação Bathacharya em 2005, Alto Camaquã.

## Resultados e Discussão

Pode-se observar na Figura 3 o mapa de altitudes para o Alto Camaquã e na Tabela 2 as classes de declividade observadas.

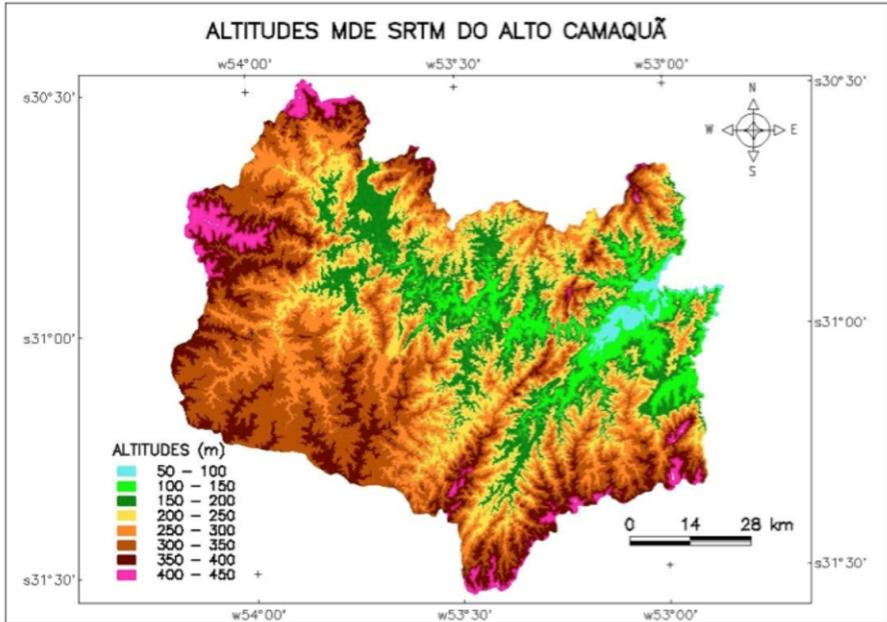


Figura 3. Mapa de Altitudes do Alto Camaquã

Tabela 2. Classes de declividade obtidas a partir do modelo digital de elevação do terreno (MDE).

Declividades	SRTM	
	Área km <sup>2</sup>	%
0 a 3 % - Plano	1720,34	19,87
3 a 8 % - Suave Ondulado	2161,95	24,98
8 a 20 % - Ondulado	3586,08	41,43
20 a 45 % - Forte Ondulado	1124,42	12,99
45 a 75 % - Montanhoso	60,87	0,70
> 75 % - Escarpado	2,45	0,03

Como resultado do processamento dos dados SRTM da região, as altitudes obtidas pelo MDE apresentaram valor mínimo de 67 metros e máxima de 477 metros, conforme Figura 3, sendo que as declividades classificadas, conforme a Tabela 1 supracitada, explicitaram o predomínio de áreas onduladas (41,43% do total). Os valores em km<sup>2</sup> e percentual de cada classe podem ser observados na Tabela 2.

Pode-se observar na Figura 4 os dados de declividade.

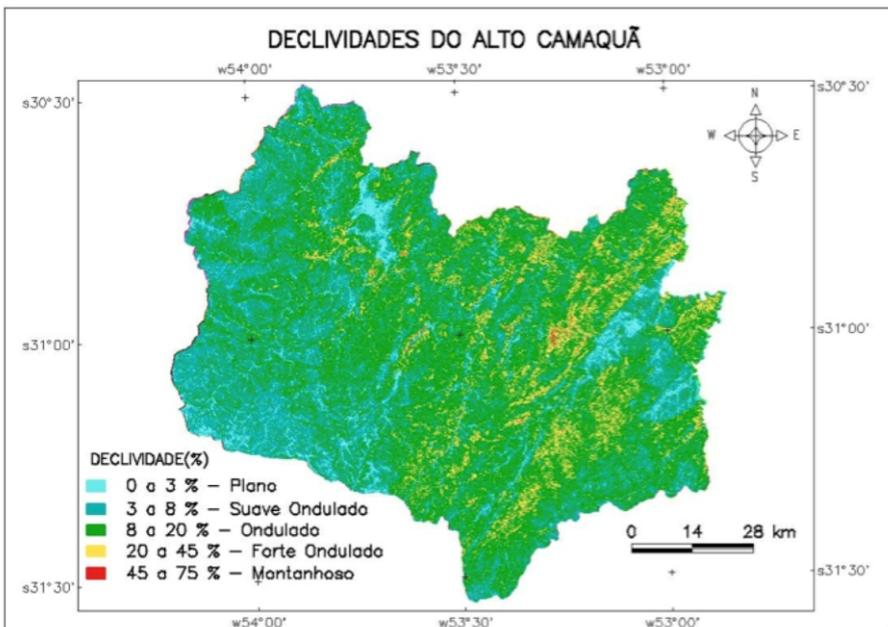


Figura 4. Mapa de Declividades, Alto Camaquã.

O mapa de declividade fornece informações do gradiente altimétrico do terreno, servindo como base para identificação de vertentes e encostas, além de fornecer subsídios para estudos relativos a bacias hidrográficas. Em termos gerais, os modelos têm se mostrados satisfatórios e de grande utilidade para delimitações de microbacias hidrográficas, entre outras aplicações. É importante ressaltar que, conforme Carvalho e Latrubesse (2004), os resultados da área de planície do SRTM representam valores que não correspondem à realidade da drenagem, onde a realidade é mascarada pela suavização gerada no processamento automático em função da resolução do sensor. No presente trabalho, isso acarretou uma superestimação das altitudes de áreas planas no território. Ratificando essa constatação, opostamente pode-se observar que nas declividades maiores o SRTM as subestimaram em relação aos valores encontrados nas Referências de Nível (RRNN) presentes na região. Para análises em escalas de 1:100.000 ou menores, a reamostragem dos dados não é explicitamente necessária, porém para estudos regionais o volume de dados torna-se demasiado denso para o detalhe exigido, sendo recomendável a reamostragem para a escala de trabalho.

Na Tabela 3 são apresentados os dados de cobertura e percentual para as distintas classes de vegetação obtidas pelo classificador Batthacharya.

**Tabela 3.** Classes de uso da terra criadas pelo classificador Batthacharya para o Alto Camaquã 2005, 2007, 2009.

Classes	2005		2007		2009	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Água	20,15	0,23	7,99	0,09	30,26	0,35
Eucalipto	1217,61	14,06	112,27	1,30	172,87	2,00
Acácia	91,28	1,05	73,42	0,85	704,36	8,14
Pinus	93,42	1,08	111,61	1,29	86,71	1,00
Form_Herb_Densa	1854,63	21,42	1275,79	14,76	889,76	10,28
Form_Herb_Rasa	882,56	10,19	2665,53	30,85	2553,02	29,50
Floresta_Natural	2538,13	29,31	2376,13	27,50	2245,21	25,94
Matorral	1608,61	18,57	1749,29	20,24	1397,05	16,14
Áreas Agrícolas	353,95	4,09	269,28	3,12	575,63	6,65
Área total das classes	8660,36		8641,31		8654,86	

Em relação à dinâmica da vegetação do Alto Camaquã, classificou-se a mesma em três datas distintas, 2005, 2007 e 2009, com o intuito de inferir alterações e/ou demonstrar tendências. Com isso, seguem as Tabelas 3 e 4 contendo o resumo das classes criadas pelo método Batthacharya, por região, e método Maxver, por pixel.

O Alto Camaquã se distingue pelas características ambientais de relevo, vegetação e hidrologia. A vegetação predominante na Serra do Sudeste do Rio Grande do Sul se caracteriza por um mosaico de floresta nativa e campos (Floresta-Campo). As florestas são mais desenvolvidas ao longo dos cursos d'água formando as matas de galeria. As formações campestres predominam no restante do território, variando entre diversas formações abertas (campos limpos, caracterizados por espécies campestres baixas e de ilhas florestais). Segundo observações locais, a região está sujeita ao processo de cultivo de árvores (pinus, eucalipto e acácia) em zonas dominadas pelas pradarias, onde predominam declividades onduladas e forte onduladas.

Na Tabela 3 são apresentados os dados de cobertura e percentual para as distintas classes de vegetação obtidas pelo classificador de Máxima Verossimilhança.

**Tabela 4.** Classes de uso da terra criadas pelo classificador de Máxima Verossimilhança para o Alto Camaquã 2005, 2007, 2009.

Classes	Maxver					
	2005		2007		2009	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
Água	11,15	0,13	6,27	0,07	30,69	0,35
Eucalipto	479,40	5,53	128,67	1,48	180,25	2,08
Acácia	179,91	2,08	132,58	1,53	1077,48	12,43
Pinus	84,84	0,98	107,90	1,24	142,01	1,64
Form_Herb_Densa	1495,97	17,26	1478,84	17,05	439,18	5,06
Form_Herb_Rasa	1752,26	20,22	2648,71	30,54	2587,77	29,84
Floresta_Natural	1882,54	21,72	1586,73	18,30	1704,54	19,66
Matorral	2080,76	24,01	2118,71	24,43	1460,51	16,84
Áreas Agrícolas	698,66	8,06	463,86	5,35	1049,12	12,10
Área total das classes	8665,50		8672,27		8671,55	

Pode-se observar que ambos os métodos de classificação apresentaram alta confusão entre algumas classes específicas, especialmente as classes Herbácea Rasa, Herbácea Densa, Matorral e Acácia, isso ocorre pois tais classes possuem reflectância muito similar e para classificá-las com baixa confusão entre classes deve-se levar em consideração além dos aspectos radiométricos estudados, variáveis relacionadas à Ecologia da Paisagem como bordas, formas, quantidade e aspecto de manchas, entre outros.

Na Tabela 5, a seguir, pode-se verificar o resumo da tabela de desempenho apresentada pelo SPRING após a classificação Maxver, constatando-se nela pode-se verificar que a classe Matorral foi a que apresentou pior rendimento, sendo que a estimativa de acerto foi de apenas 39,08%. Como solução para dirimir a confusão entre classes, pode-se agrupar classes com respostas espectrais parecidas, todavia, considerando que em média 83% da área total do Alto Camaquã é

constituída por vegetação natural, a classificação ficaria com somente três ou quatro classes, o que tornaria a análise pobre em informações.

**Tabela 5.** Desempenho da Classificação Maxver

Classes	2005 (%)	2007 (%)	2009 (%)	Acerto médio por Classe (%)
Água	100,00	100,00	100,00	100,00
Eucalipto	41,30	93,98	86,23	73,84
Acácia	55,36	75,47	20,27	50,37
Pinus	73,70	79,12	71,47	74,76
Form_Herb_Densa	65,61	58,41	41,23	55,08
Form_Herb_Rasa	39,85	58,95	54,27	51,02
Floresta_Natural	65,38	66,67	69,49	67,18
Matorral	38,33	53,59	25,31	39,08
Áreas Agrícolas	94,44	99,57	91,32	95,11
Desempenho Geral	67,49	82,21	68,14	
Confusão Média	32,51	17,79	31,86	

Não obstante os aspectos relacionados a exatidão da classificação, pode-se notar um claro aumento das áreas agrícolas no município de Bagé. Essa expansão deu-se exatamente na região mais plana do Alto Camaquã.

Nas Figuras 5 e 6 pode-se observar um recorte da região à sudoeste do Alto Camaquã, onde desconsiderando as possíveis confusões entre as demais classes, pode-se observar o notório aumento da classe denominada Áreas Agrícolas, representada na cor alaranjado, exatamente na área mais plana do mapa como demonstrado na Figura 7.

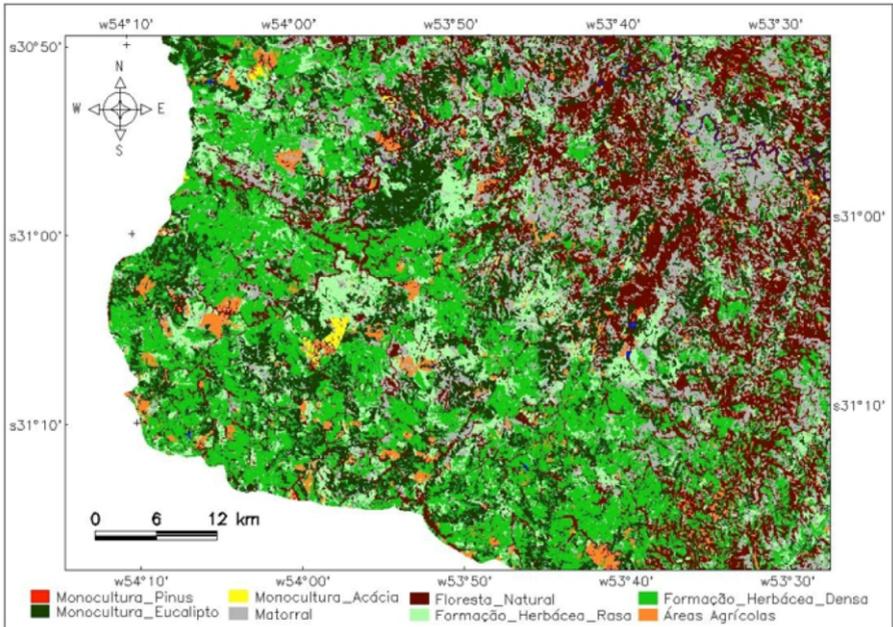
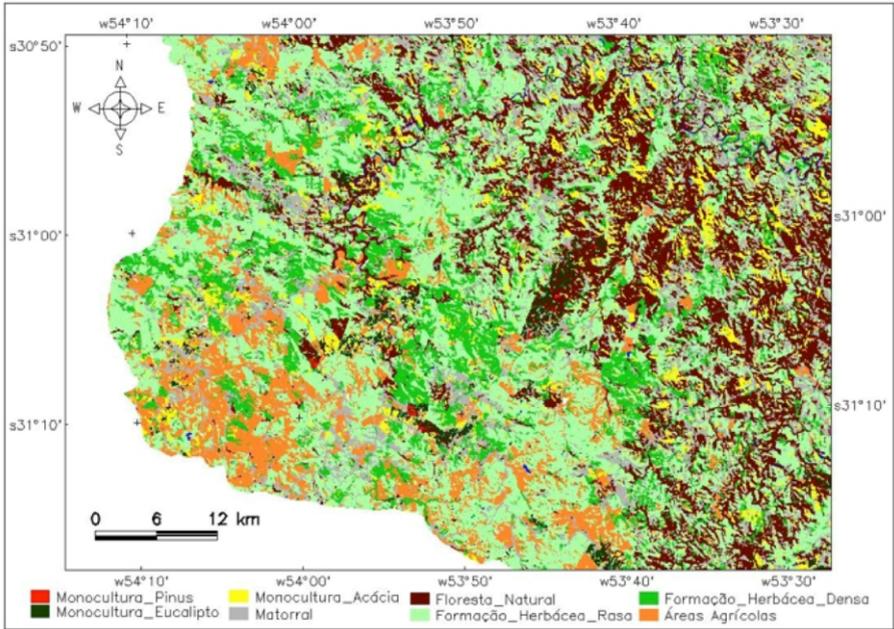


Figura 5. Classificação da Vegetação na região próxima ao município de Bagé em 2005



**Figura 6.** Classificação da Vegetação na região próxima ao município de Bagé em 2009.

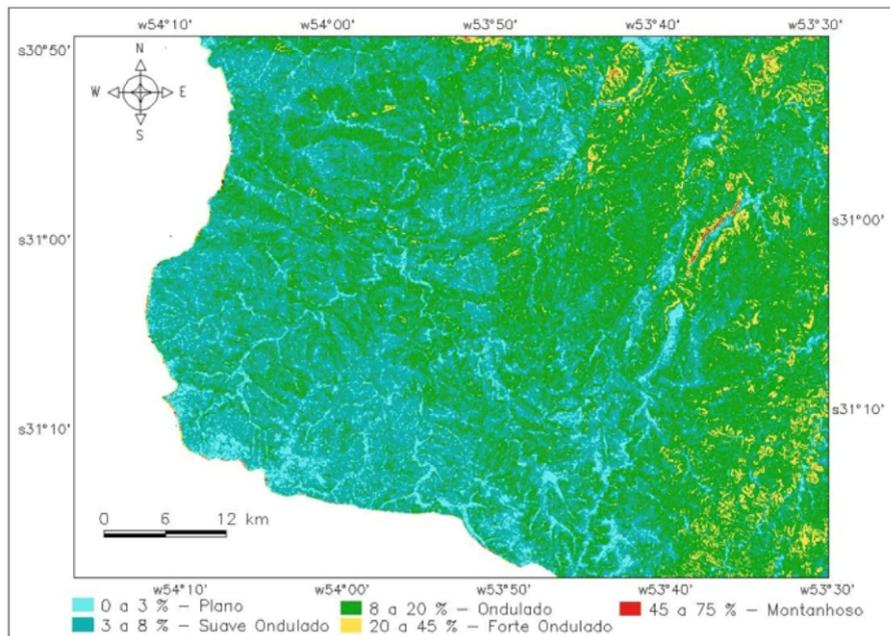


Figura 7. Mapa de declividade da região sudoeste do Alto Camaquã.

O Alto Camaquã se caracteriza por apresentar um excelente estado de conservação da cobertura vegetal natural tendo em vista a predominância das formações campestres, matorral e florestas naturais. No entanto, o sudeste é marcado pelo desenvolvimento das monoculturas florestais e a presença de espécies exóticas tais como pinus, acácia ou eucalipto. Uma mudança em direção ao predomínio de formações arbustivas (matorral) ocorre no extremo sul deste conjunto. A região nordeste se caracteriza, principalmente, por um mosaico de florestas naturais e de matorral. A parte central é marcada pelo desenvolvimento da floresta natural e nas suas bordas uma transição em direção às formações de matorral. Enfim, as regiões oeste e sudoeste se caracterizam pelo predomínio de formações herbáceas baixas contínuas e o desenvolvimento de culturas como soja, milho e arroz. As outras formações se alternam entre matorral, formações herbáceas densas e ilhas de silvicultura.

## Conclusões

A escolha das imagens e os procedimentos adotados permitiram produzir uma classificação da cobertura vegetal do Alto Camaquã e assim identificar e caracterizar a distribuição dos elementos da paisagem do território. A partir desta classificação pode-se avaliar o impacto de estratégias de manejo na paisagem, bem como possibilita o planejamento de estratégias de ação para a preservação e/ou mitigação de impactos negativos. Percebe-se também o excelente estado de conservação da cobertura vegetal natural, pois predominam na paisagem elementos naturais para a região. Áreas antrópicas encontram-se relativamente concentradas nas várzeas utilizadas para a cultura de arroz, principalmente no município de Piratini, sudoeste do Alto Camaquã, e destacam-se as monoculturas de pinus, acácia e eucalipto pela formação de grandes mosaicos em Piratini, parte de Pinheiro Machado e distribuídas em menor proporção, na escala de estudo, nos demais municípios que compõem o território. Pode-se avaliar que aumentou consideravelmente a área utilizada para cultivo de soja, milho e arroz na região próxima de Bagé.

A identificação dos arranjos da vegetação nesta paisagem antrópica evidencia a importância da construção de estratégias duráveis de gestão dos recursos naturais campestres e florestais natural, como uma forma de conservação dos serviços ambientais prestados no território, essenciais para o desenvolvimento territorial endógeno, conforme Borba e Trindade (2009).

## Referências

BOLDRINI, I. B. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências da UFRGS**, v. 56, p. 1-39, 1997.

BORBA, M. F. S.; TRINDADE, J. P. P. Desafios para conservação e a valorização da pecuária sustentável. In: PILLAR, V. DE P.; MÜLLER, S. C.; CASTILHOS, Z. M. de S.; JACQUES, A. V. A. (Ed.). **Campos sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade**. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2009. p. 391-403.

CÂMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, U. M.; GARRIDO, J. Spring: integrating remote sensing and GIS by object-oriented data modelling. **Computers & Graphics**, v. 20, n. 3, p. 395-403, May/June 1996.

CARVALHO, T. M.; LATRUBESSE, E. M. Aplicação de modelos digitais do terreno (MDT) em análises macrogeomorfológicas: o caso da bacia hidrográfica do Araguaia. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 5, n. 1, p. 85-93, 2004.

CLASSIFICAÇÃO de imagens segmentadas: classificadores por regiões – Bhattacharya. In: SPRING 52: help. São José dos Campos: INPE, 2011a. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

CLASSIFICAÇÃO pixel a pixel: MAXVER. In: SPRING 52: help. São José dos Campos: INPE, 2011b. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/spring/portugues/index.html>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira**. 2. ed. Fortaleza: Multigraf, 2000. 340 p.

HASENACK, H.; CORDEIRO, J. L. P. **Mapeamento da cobertura vegetal do bioma Pampa**. Porto Alegre: UFRGS-Centro de Ecologia; Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006. 30 p. Relatório técnico.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento remoto do ambiente**: uma perspectiva em recursos terrestres. São José dos Campos: Parêntese, 2009. 604 p.

MIRANDA, E. E. (Coord.). **Brasil em relevo**. Campinas: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2005. Disponível em: <<http://www.relevobr.cnpm.embrapa.br>>. Acesso em: 3 dez. 2015.

OLIVEIRA, J. C. **Índice para avaliação de segmentação (IAVAS)**: uma aplicação em agricultura. 2002. 160 f. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos. 2002.

PILLAR, V. D.; LANGE, O. (Ed.). **Os Campos do Sul**. Porto Alegre: UFRGS, 2015. 179 p.

QUADROS, F. L. F.; PILLAR, V. D. Transições floresta-campo no Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, v. 24, p. 109–118, 2002.

RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: Livraria Selbach, 1956. 456 p.

RODRIGUEZ, E.; MORRIS, C. H.; BELZ, J. E. A global assessment of the SRTM performance. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, v. 72, n. 3, p. 249-260, Mar. 2006.

SILVA, L. F.; BARBOSA, E. H. B.; NOGUEIRA, B. M.; BACANI, V. M. Análise do desempenho de classificadores semi-automáticos na detecção de mudanças do uso da terra e cobertura vegetal nos municípios de Aquidauana e Anastácio-MS. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 15., 2011, Curitiba. **Anais...** São José dos Campos: MCT/INPE, 2011. p. 6666-6673.

SISTEMA brasileiro de classificação de solos. Brasília, DF: Embrapa Produção de Informação; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999. 412 p.

**Embrapa**

---

**Pecuária Sul**

CGPE 12398

Ministério da  
**Agricultura, Pecuária  
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL  
**BRASIL**  
PÁTRIA EDUCADORA