

Foto: Natércia Lobato



Caracterização e Discriminação Espectral de Butiazeiros (*Butia odorata*, *Arecaceae*) Utilizando Técnicas de Sensoriamento Remoto

Fábia Amorim da Costa¹
Rosa Lia Barbieri²
Enio Sosinski³
Gustavo Heiden⁴

A expansão das áreas agrícolas e da silvicultura, além da expansão urbana, vem ameaçando a existência dos ecossistemas de butiazeiros no Rio Grande do Sul. Assim, um plano de uso e conservação desses butiazeiros se faz urgente. Para isso, é de grande importância determinar a quantidade e o padrão de distribuição de butiazeiros nas populações remanescentes, para fornecer subsídios à pesquisa, fomentando o uso sustentável e conservação desses ecossistemas únicos.

O mapeamento da distribuição geográfica da cobertura vegetal, com base em suas características fisionômicas, ecológicas e florísticas, ganhou impulso considerável com o advento do sensoriamento remoto, que ampliou as possibilidades de análise, no domínio espectral das propriedades e condições ambientais da cobertura vegetal (PONZONI, 2001). Os diferentes alvos de vegetação, devido a sua composição química, física e biológica, apresentam respostas espectrais características e distintas.

Entre os avanços ocorridos na área de sensoriamento remoto, pode-se destacar o incremento nas resoluções espacial e espectral em dados de imagem. Esses avanços auxiliam na caracterização da estrutura dos ecossistemas, criando condições para a incorporação de informações adicionais, como caracterização de variáveis ecológicas importantes do local, possibilitando alcançar detalhes de identificação de indivíduos e sua distribuição para determinadas populações vegetais, fornecendo subsídios para conservação in situ (COSTA et al., 2012). A crescente disponibilidade de imagens de alta resolução espacial e espectral desencadeou a necessidade de análise automatizada de imagens de sensoriamento remoto, com intervenção de usuários reduzida e procedimentos de análise reprodutíveis.

Este trabalho faz parte de uma atividade de mapeamento de butiazeiros e caracterização da densidade de plantas em áreas privadas, e tem subsidiado várias atividades que a Embrapa Clima

¹ Geógrafa, M.Sc. em Engenharia Agrícola, analista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

² Bióloga, D.Sc. em Genética e Biologia Molecular, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

³ Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Ecologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁴ Biólogo, D.Sc. em Botânica, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Temperado tem desenvolvido em projetos de pesquisa e desenvolvimento, desde 2010, visando promover o uso sustentável dos ecossistemas de butiazeiros. Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização e discriminação espectral de butiazeiros (*Butia odorata*), fornecendo subsídios para o mapeamento da distribuição e do número de butiazeiros adultos em ecossistemas de butiazeiros.

Material e Métodos

Área de Estudo

O estudo foi realizado na Fazenda São Miguel, localizada em Tapes, RS, que apresenta uma das áreas de butiazeiros mais conservadas no Brasil. Está localizado entre as coordenadas Lat. 30°31'01"S e Long. 51°20'46"W (Figura 1).

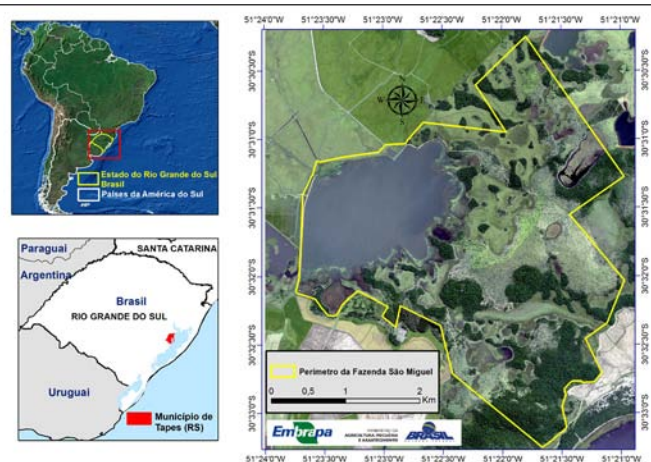


Figura 1. Mapa de localização da Fazenda São Miguel, em Tapes – RS. Organização: Fábria Amorim da Costa.

O butiazal ocupa 840 hectares, em uma área total de 1.309,072 ha, e apresenta se distribuído entre fisionomias campestres e mata de coxilha, compondo um mosaico da paisagem conservado. Essa área vem sendo utilizada pela pecuária, e a Embrapa vem realizando o manejo conservativo em uma área de 55 hectares para regeneração do butiazal (SOSINSKI et al., 2015).

Os butiazeiros apresentam caule do tipo estipe, que pode atingir até 12 metros de altura e 60 cm de diâmetro. As folhas medem de 2 m a 3 m de comprimento e são pinaticompostas, isto é, possuem um eixo central, denominado de ráquis, com folíolos, denominados de pinas, de cor verde-acinzentadas, e simétricas em ambos os lados do ráquis (RIVAS; BARBIERI, 2014).

Material

Para este estudo, foram utilizadas imagens de satélite, registradas em 17 de março de 2010, do sensor *WorldView-2*: uma banda pancromática (resolução espacial do pixel de 0,5 m) e oito bandas multiespectrais (pixel de 2 m), que correspondem a quatro bandas multiespectrais clássicas, *Blue* (450-510 nanômetros), *Green* (510-560 nanômetros), *Red* (630-690 nanômetros) e *Near Infrared 1* (770-895 nanômetros), e também inclui quatro novas bandas, *Coastal Blue* (400-450 nanômetros), *Yellow* (585-625 nanômetros), *Red Edge* (705-745 nanômetros), *Near Infrared 2* (860-1.040 nanômetros) (Figura 2). A resolução radiométrica é de 11 bits, representando 2.048 níveis de cinza.

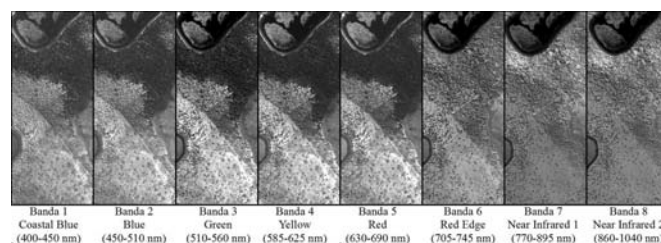


Figura 2. Resolução espectral do sensor *WorldView-2*, compreendendo oito faixas espectrais (bandas), situada entre a região da luz visível ao infravermelho próximo (400 a 1.040 nanômetros).

Para processamento digital de imagens (PDI) de sensoriamento remoto, foi utilizado o software *Envi 5.2.1*, e para verificação de erros e análise geoespacial dos butiazeiros mapeados foi utilizado o sistema de informação geográfica (SIG) *ArcGIS 10.2.2*.

Métodos

As técnicas de processamento digital de imagens (PDI) foram executadas em cinco etapas: (1) utilização do método *FLAASH* de correção atmosférica das bandas multiespectrais; (2) geração do gráfico fator de reflectância x comprimento de onda (bandas), para caracterização espectral possibilitando a análise do comportamento espectral dos diferentes alvos nas oito bandas; (3) com base na análise espectral, definição da seleção das bandas chave para composição RGB (*Red*, *Green*, *Blue*), destacando visualmente a espécie alvo de interesse (*Butia odorata*); (4) uso da técnica de fusão de imagens pancromática e multiespectral, refinando a detecção espacial dos butiazeiros; (5) extração de atributos da imagem para a classificação dos butiazeiros.

A imagem WV-2 foi submetida à correção atmosférica, para geração do gráfico de caracterização espectral. A detecção dos butiazeiros foi determinada pela análise da média espectral das oito bandas, e na seleção das três bandas-chave para a composição falsa cor. As bandas que apresentavam maior reflectância para os butiazeiros foram consideradas bandas-chaves, para seleção da composição RGB, associada à outra banda, que apresenta maior reflectância para as demais espécies arbóreas, gerando o contraste entre a espécie-alvo.

Posteriormente à análise de caracterização espectral, foi executada a fusão da imagem multiespectral e pancromática. O método *Gram-Schmidt Pan Sharpening* apresentou o melhor resultado, pois o algoritmo manteve a resposta espectral das bandas multiespectrais utilizadas na composição RGB 631, e obteve o refinamento espacial dos butiazeiros. Realizou-se então a correção geométrica com base no registro de coordenadas e dados de altitude levantados a campo com GPS topográfico. Os parâmetros cartográficos de projeção e sistema de coordenada Universal Transversa de Mercator (UTM), zona 22S e Datum WGS 84 foram utilizados. Foi selecionado contraste linear de 2% na imagem resultante da composição RGB, para realçar as cores. O resultado foi validado por meio da verificação de dados de campo.

As diferentes etapas da metodologia foram representadas na forma de fluxograma (Figura 3).

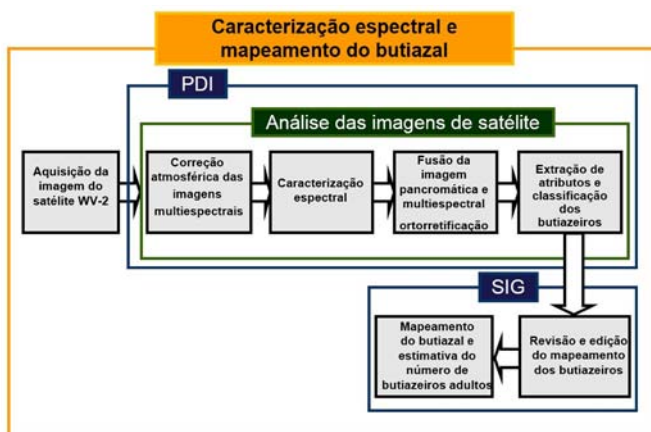


Figura 3. Fluxograma das atividades executadas de processamento digital das imagens (PDI) e atividades de sistema de informação geográfica (SIG).

Resultados

O caracterização espectral das bandas espectrais evidenciou a influência das bandas *Coastal Blue* (Banda 1) e *Blue* (Banda 2), do sensor WV-2, após os procedimentos de correção atmosférica, para discriminação de *Butia odorata*, pois a reflectância nesse intervalo espectral é a mais alta entre outras espécies arbóreas e herbáceas ocorrentes na área (Figura 4).

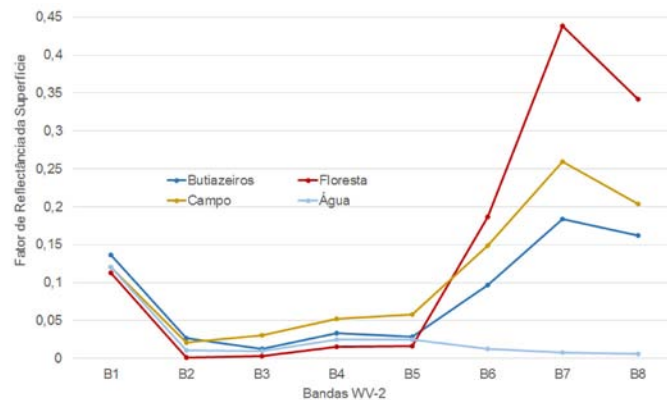


Figura 4. Gráfico da Caracterização espectral utilizando imagens WV-2.

A definição da seleção das bandas chave para composição RGB (*Red, Green, Blue*) 631 destacou visualmente o butiazal em tons de azul (Figuras 5, 6, 7A. e 7B.), assim como a composição RGB 632, pois as bandas 1 e 2 apresentam maior reflectância dos indivíduos de *Butia odorata*. A banda 1 foi selecionada e associada ao espaço de cor *Blue* (azul), pois os butiás apresentavam maior reflectância nessa faixa espectral, a banda 3 foi associada ao espaço de cor *Green* (verde), onde as espécies campestres possuem maior reflectância espectral, e a banda 6 foi associada ao espaço de cor *Red* (vermelho), já que as espécies arbóreas possuem maior reflectância na borda do vermelho (banda 6) e no infravermelho próximo (bandas 7 e 8) (Figura 4). A composição RGB 632 apresentou resultados similares, pois a reflectância dos butiazeiros na banda 2 ainda é superior às outras espécies arbóreas e herbáceas, porém verificou-se no gráfico (Figura 4) menor amplitude do fator de reflectância em relação às gramíneas, resultando em pequenas variações de tons de azul para os butiazeiros.



Figura 5. Imagem WV-2, composição falsa cor RGB 631, representa em tons de azul os butiazeiros, e em tons de vermelho as demais espécies arbóreas de ocorrência na área. Organização: Fábria Amorim da Costa.

A cor verde-acinzentado das folhas dos butiazeiros os diferencia visualmente das demais espécies arbóreas, como apresentado nas fotografias (Figuras 6 e 7D e 7E). No entanto, essa cor da folha do butiazeiro não explica a causa da alta reflectância no espectro visível do azul, pois a vegetação, nessa faixa espectral, geralmente absorve a radiação eletromagnética, por ação dos pigmentos fotossintetizantes.

Por isso, um estudo complementar, com uso de espectrorradiômetro e leituras de folhas de 30 butiazeiros, em conjunto com os laboratórios de Fisiologia Vegetal, Recursos Genéticos e Planejamento Ambiental da Embrapa, está sendo realizado para elucidar as propriedades físicas, químicas e biológicas que influenciam na reflectância no intervalo do espectro azul.

O uso da técnica de fusão de imagens, entre as bandas pancromática (resolução espacial de 0,5 m) e bandas multiespectral (resolução espacial de 2 m), refinou a detecção espacial dos butiazeiros (Figura 7B).



Foto: Ricardo Aranha Ramos.

Figura 6. Imagem aérea em que os butiazeiros aparecem com cor verde-acinzentada.

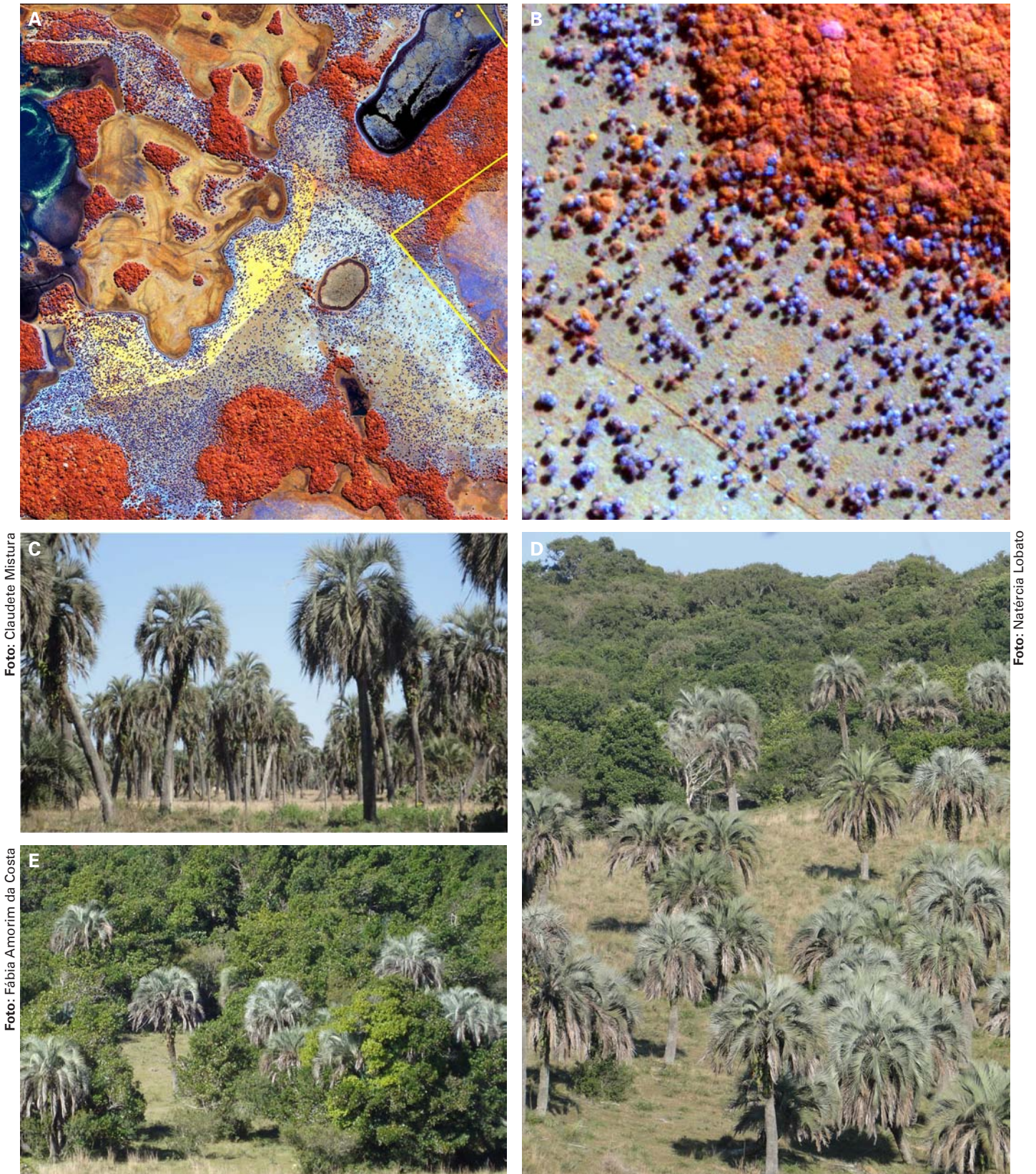


Foto: Claudete Mistura

Foto: Natércia Lobato

Foto: Fábria Amorim da Costa

Figura 7. (A) Imagem WV-2 da Fazenda São Miguel, composição falsa cor RGB 631; (B) quadrante da imagem WV-2 ampliado representando a floresta em tons de vermelho e butiazeiros em tons de azul; (C)(D)(E) fotografias a campo dos butiazeiros e floresta. Organização das imagens A e B: Fábria Amorim da Costa.

A caracterização e discriminação espectral do butiazeiro permitiu definir os atributos para classificação dessa planta, mapeando um total de 70 mil butiazeiros (Figura 8). É importante ressaltar que esse número de plantas está subestimado, pois foi realizado com base em imagens de satélite de alta resolução espacial, pelas quais não é possível distinguir plantas individuais quando muito jovens e sobrepostas umas às outras, como acontece na área da Fazenda São Miguel.

Conclusões

A discriminação espectral da espécie *Butia odorata* é possível, devido à alta reflectância da faixa do espectro do azul, representada pelas bandas 1 (400 - 450 nm) e 2 (450 - 510 nm), do sensor WV-2. Essa metodologia é eficiente para a discriminação, mapeamento da distribuição e do número de butiazeiros adultos dessa espécie em ecossistemas de butiazais.

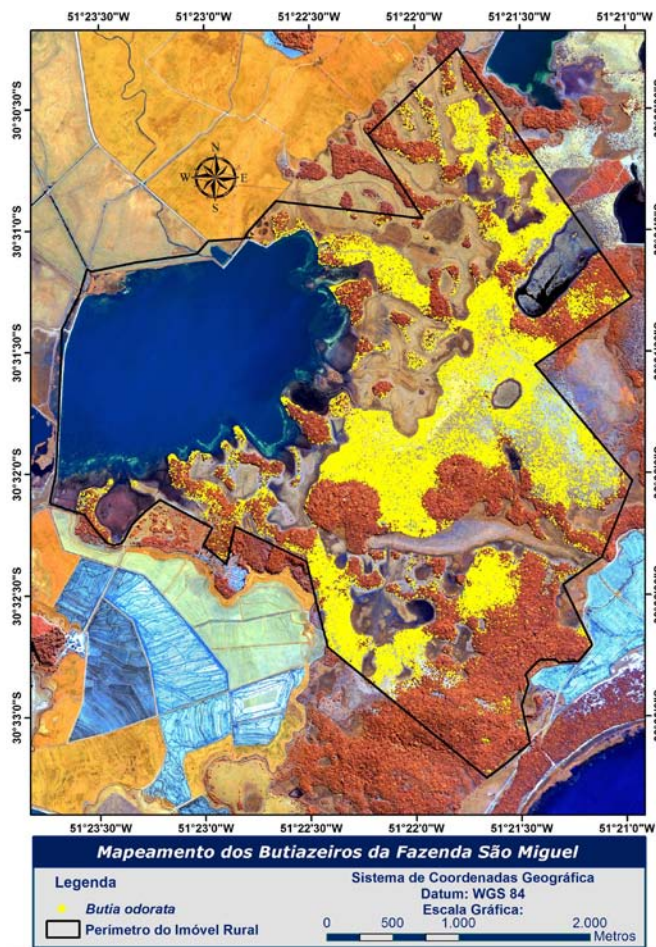


Figura 8. Pontos em amarelo representam os butiazeiros mapeados, com subestimativa de 70 mil butiazeiros identificados na área interna da linha preta, representada pelo perímetro da propriedade da Fazenda São Miguel. Organização: Fábيا Amorim da Costa.

Os dados de imagem de alta resolução espacial (0,5 m), como os fornecidos pelo sistema de satélite *WorldView-2* (WV-2), adicionados ao incremento da banda 1 (400 - 450 nm) e banda 2 (450 - 510 nm) da resolução espectral, possibilitaram o processo de discriminação espectral, para a identificação de indivíduos distribuídos em diferentes estratos de vegetação, como é o caso da espécie *Butia odorata*.

Referências

COSTA, F. A. da; BARBIERI, R. L.; MISTURA, C. Identificação de Indivíduos de *Butia odorata* com Base em Imagens de Sensoriamento Remoto do Sistema WorldView-2: Subsídios para Conservação *In Situ*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECOLOGIA DA PAISSAGEM, 2.; SIMPÓSIO SCGIS, 2., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: IALE-BR, 2012. 1 CD-ROM.

PONZONI, F. J. Comportamento espectral da vegetação. In: MENESES, P. R.; MADEIRA NETTO, J. S. (Org.). **Sensoriamento remoto: reflectância dos alvos naturais**. Brasília, DF: UnB; Planaltina: Embrapa Cerrados, 2001. Cap.1, p. 157-199.

RIVAS, M.; BARBIERI, R.L. **Boas práticas de manejo para o extrativismo sustentável do Butiá**. Brasília, DF: Embrapa, 2014. 59 p.

SOSINSKI JÚNIOR, E. E.; HAGENANN, A.; DUTRA, F.; MISTURA, C.; COSTA, F. A. da; BARBIERI, R. L. **Manejo Conservativo: Bases para a Sustentabilidade dos Butiazais**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 28 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 230)

Comunicado Técnico, 355

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78, Caixa Postal 403
Pelotas, RS - CEP 96010-971

Fone: (53)3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac



1ª edição

Obra digitalizada (2017)

Comitê de Publicações

Presidente: Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente: Enio Egon Sosinski Junior

Secretária-Executiva: Bárbara Chevallier Cosenza

Membros: Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon

Expediente

Revisão do texto: Bárbara C. Cosenza

Normalização bibliográfica: Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica: Fernando Jackson