

## Identificação de buritizais através do sensor orbital ALOS PALSAR e estimativa de estoque do recurso

Aleksander Ribeiro Hada<sup>1</sup>  
Bruce Walker Nelson<sup>2</sup>  
Sonia Sena Alfaia<sup>3</sup>  
Laura Lorraine Hess<sup>4</sup>  
Rachel Camargo de Pinho<sup>5</sup>  
Jessica Livio Pedreira<sup>5</sup>  
Inayê Uliana Perez<sup>6</sup>  
Robert Pritchard Miller<sup>7</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Via Costeira Senador Dinarte de Medeiros Mariz, Mãe Luíza 59014-002 Natal, RN, Brasil – alekshada@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Departamento de Ecologia. Av. André Araújo, 2936 Petrópolis 69060 Manaus, AM, Brasil – bnelsonbr@gmail.com

<sup>3</sup> Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Coordenação de Tecnologia e Inovação (COTI/INPA), Av. André Araújo, 2936, Aleixo 69060-000 Manaus, AM, Brasil – sonia@inpa.gov.br

<sup>4</sup> Earth Research Institute, University of California, Santa Barbara, CA 93106 – lauralhess@gmail.com

<sup>5</sup> Projeto Feira Estadual de Ciências (CNPq Processo 552959/2011-1) Boa Vista, RR, Brasil – jessiefloresta@yahoo.com.br

<sup>6</sup> Serviço de Monitoramento Ambiental e Territorial da FUNAI-RR, Boa Vista, RR, Brasil – inayeuperez@yahoo.com.br

<sup>7</sup> Projeto Gestão Ambiental e Territorial Indígena BRA09/G32, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), Brasília, DF, Brasil – robert\_safs@yahoo.com.br

**Abstract** This study used the ALOS PALSAR sensor (bands L-HH and L-HV) to estimate the area of *Mauritia* palm stands within the savanna environment of the Araça Indigenous Area, in Roraima. A fuzzy classifier was trained with four land-cover classes observed in a high spatial resolution QuickBird image that covered parts of the PALSAR scene outside the Indigenous Area. For each pixel in the entire PALSAR scene, the classifier provided a probability for each cover type, expressed as four grey-scale images. Based on independent validation sites in the QuickBird image, all pixels with >80% probability for the class “*Mauritia*” were taken to be stands of pure *Mauritia* palm, giving a total area of 144 hectares within the Indigenous Area. Based on previous studies of *Mauritia* fruit production, we estimated 189 trees ha<sup>-1</sup> and 7,4 ton ha<sup>-1</sup> y<sup>-1</sup>, giving a total potential production from pure *Mauritia* stands in the Araça indigenous lands of 1066 ton y<sup>-1</sup>. Utilizing merchant study analyses in the states of Roraima and Pará, we estimated that revenue of “wine” (juice) and *Mauritia* oil production for the entire Araça indigenous lands could be 266.400 liters of “wine” per year, which could be worth an estimated R\$302.400. This same production could produce 47.520 liters of oil. This income potential could help preserve the *Mauritia* palm swamps in the indigenous communities of the savanna region.

Palavras-chave: *Mauritia*, radar, fuzzy classification, classificador fuzzy, productivity, produtividade.

## 1. Introdução

Um dos maiores desafios enfrentados na gestão territorial indígena é o conhecimento do estado atual de seus recursos naturais. Terras Indígenas com grandes extensões territoriais, e aldeias dispersas no território, dificultam o conhecimento exato do estado destes recursos, muitos deles imprescindíveis à manutenção de suas culturas.

Rull (1998) argumenta que o mapeamento de precisão da distribuição de espécies de palmeiras, como o buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.), é essencial. Porém, estes mapas de distribuição são, em geral, imprecisos, e estimativas aéreas estão restritas a áreas pequenas (Hiraoka, 1999). Para Asner et al. (2005), o sensoriamento remoto é o melhor método possível para estudos de grandes e por vezes, inacessíveis, áreas como a Amazônia.

O mapeamento de buritizais a partir de plataformas orbitais ocorre há décadas. Em 1977, utilizando imagens da série de satélites Landsat, estimou-se que os buritizais cobriam cerca de 60.000 hectares nas proximidades de Iquitos, Peru (ONERN, 1977 apud Kahn, 1988). Kahn e Henderson (1999), também a partir de imagens Landsat, estimaram em 6 a 8 milhões de hectares os buritizais da Amazônia Peruana. Entretanto, a cobertura persistente de nuvens na Amazônia dificulta consideravelmente o imageamento por sensores ópticos (Asner, 2001; Gomes et al., 2007).

Em contrapartida, cresce a importância do sensoriamento remoto por radar, graças à sua capacidade em adquirir imagens independentemente da presença de nuvens, fumaça e das condições de iluminação solar, além de detectar a rede hidrológica abaixo do dossel (Hess et al., 2003; Alencar Silva e Maillard, 2006; Lima et al., 2009). Nestes sensores, as florestas alagadas são claramente identificadas por meio do alto grau de retroespalhamento duplo de bandas compridas (tipicamente banda L) emitidas e detectadas com polarização horizontal (Hamilton et al., 2007). Além de oferecerem potencial para separar formações vegetais nos ecossistemas onde estão presentes as veredas, já que estas são detectadas pelo fenômeno chamado reflexo duplo (*double-bounce*): o retro-espalhamento na superfície horizontal do solo limpo ou da água e em seguida na vegetação emergente vertical (Hess et al., 1995; Horrit et al., 2003; Alencar-Silva e Maillard, 2006). Estes dosséis, com poucas folhas e poucos galhos, e com estipes grossos e eretos, inseridos sobre uma superfície plana, tendem a retornar um sinal forte e com a mesma polarização do sinal emitido, ou seja, possuem retro-espalhamento alto na banda HH, devido ao reflexo duplo.

O objetivo deste estudo foi verificar a eficácia de imagens de radar na identificação de buritizais, em áreas de savanas, e estimar, com o auxílio da literatura disponível, o potencial produtivo do buriti disponível para os indígenas habitantes da Terra Indígena Araçá, Roraima.

## 2. Metodologia de trabalho

### 2.1. Área de Estudo

A área de estudo compreende a Terra Indígena Araçá (Figura 1), distante aproximadamente 100 km ao norte de Boa Vista. A área em questão possui 50.013 hectares e foi demarcada em 1982 (Brasil, 1982). Segundo o último censo realizado, a população é de 1490 habitantes, das etnias Macuxi e Wapixaba (FUNAI, 2012).

A T.I. Araçá está inserida na savana de Roraima, localmente conhecida como lavrado. O clima dessas savanas é tropical com verão úmido e inverno seco (Awi de Köppen). A temperatura média anual gira em torno de 26° a 29°C (Miranda e Absy, 1997), com precipitação anual média de 1.614 mm ano<sup>-1</sup> (Barbosa, 1997).

### 2.2. Satélite ALOS e o sensor PALSAR

O satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*) foi lançado em 24 de janeiro de 2006, pela Agência Espacial Japonesa (JAXA), tendo a bordo o sensor radar de abertura

sintética (SAR) PALSAR (*Phased Array L-band Synthetic Aperture Radar*), operando em uma frequência de 1270 MHz (banda L). Entre os modos de imageamento possíveis, interessa ao presente estudo o modo FBD (*Fine Beam Dual*), que opera com as polarizações HH e HV, ângulos de incidência de 36.6° a 40.9°, resolução de 10 x 20 metros e largura da faixa de imageamento de 70 km (Rosenqvist et al., 2007). O desempenho dos dados ALOS PALSAR é satisfatório para a discriminação de algumas classes de cobertura vegetal na Amazônia (Lima et al., 2009). Entretanto, é importante investigar e avaliar as capacidades e limitações deste sensor, de forma a fornecer melhores ferramentas de análise via sensoriamento remoto e informações de produtos florestais para seu manejo e proteção, em escalas locais e regionais (Narvaes et al., 2009).

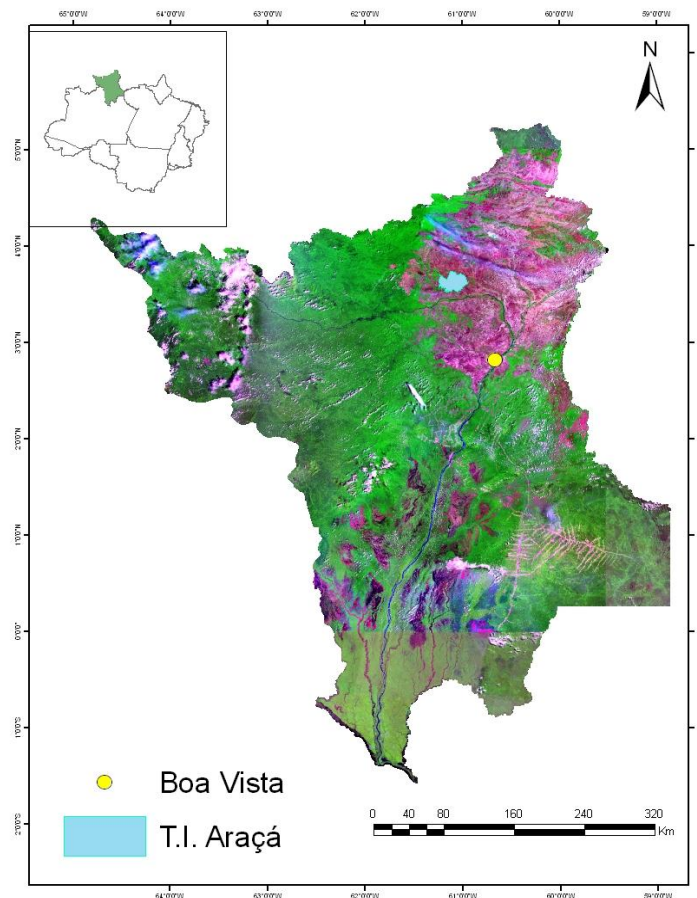


Figura 1: Composição RGB (bandas 5, 4 e 3) de imagens Landsat para o Estado de Roraima. Em destaque, a capital Boa Vista e a T.I. Araçá.

### 2.3. Classificador *fuzzy*

Para estimar a extensão dos buritizais puros dentro da Terra Indígena Araçá, foi empregada uma imagem ALOS PALSAR *Fine Beam Dual (Level 1.5 product, georeferenced)*, captada na estação seca, da região da T.I. Araçá incluindo os campos de Roraima adjacentes. Foram utilizadas duas bandas (HH e HV) com resolução de 12,5 metros. A data da imagem é 15 de agosto de 2008, com o centro da cena localizada na latitude 3,404 N, longitude 60,922 W.

Um classificador *fuzzy (software IDRISI ANDES®)* foi treinado com quatro classes de cobertura (Figura 2), observadas em imagem *QuickBird* de alta resolução, que cobre partes da cena PALSAR fora da Terra Indígena. As classes de cobertura consideradas foram: buritizal puro; floresta mista (incluindo floresta ripária mista, floresta de várzea e florestas sobre

afloramentos rochosos); água (água de rios e de lagoas com pouca vegetação emergente) e savana (campo limpo e campo sujo).

O resultado gerado pelo classificador são imagens (uma para cada classe de cobertura) onde cada pixel expressa a probabilidade de pertencer a determinada classe. Estas imagens têm a mesma extensão e resolução que a imagem PALSAR. Após o cálculo da área total de buritizais, foi realizada, através de consulta em trabalhos previamente publicados, uma estimativa da produção e comercialização de frutos de buriti, na razão toneladas /ano, em toda a T.I. Araçá.

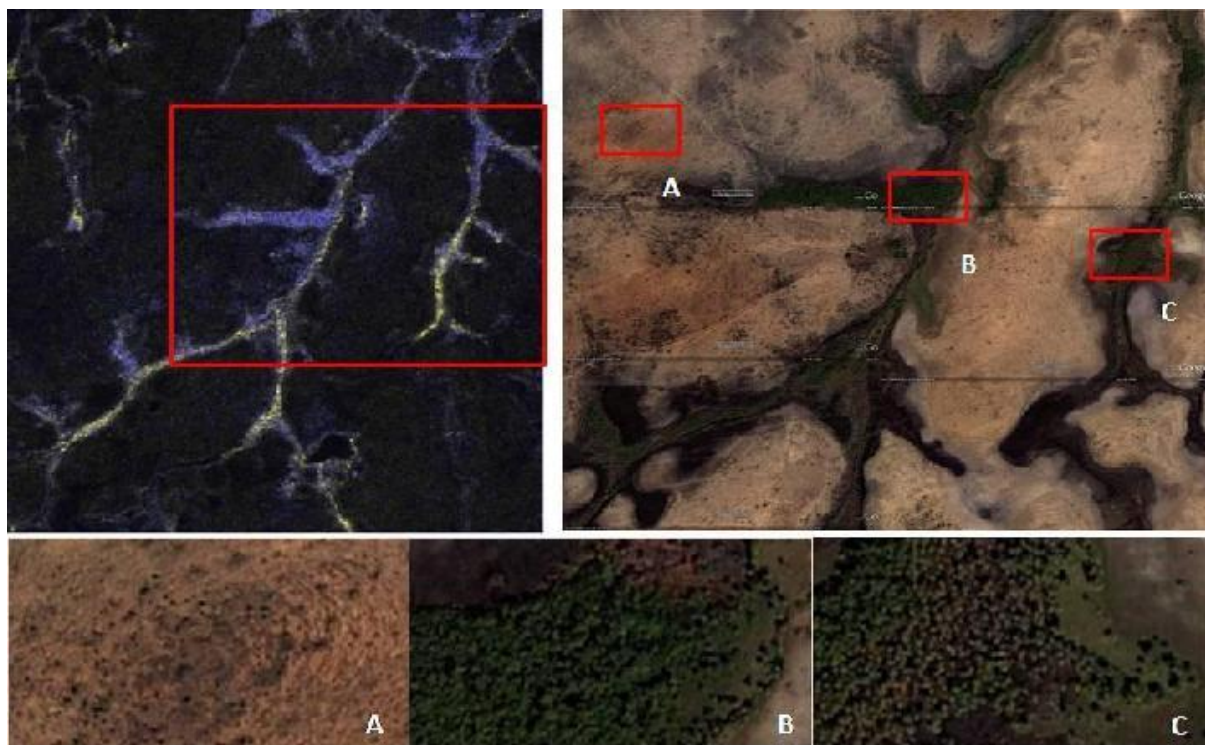


Figura 2: Esquerda: composição RGB (HH HH HV) de uma parte da imagem ALOS PALSAR FBD fora da T.I. Araçá; direita: imagem Quickbird de alta resolução. As janelas A, B e C são exemplos de áreas de treinamento para o classificador *fuzzy*, representam respectivamente, savana, floresta mista e buritizal puro. PALSAR image ©JAXA/METI 2008.

### 3. Resultados e discussão

Um recorte ilustrativo da imagem de probabilidade de ser buritizal é apresentado na Figura 3. Para medir a área total dos estandes densos e puros de buritis é necessário escolher um limiar de probabilidade, acima do qual os pixels são considerados buritizal. Para escolher o limiar mais fiel à realidade de campo, foram examinados visualmente os erros de inclusão (de outras coberturas) e os erros de exclusão (de buritizais) dos pixels classificados com cada um dos cinco limiares acima. Esta verificação foi realizada com imagens *QuickBird*, fora da área de estudo e fora dos polígonos de treinamento do classificador. Ao final foi escolhido o limiar de 80% de probabilidade, como o mais fiel.

Os buritizais representam aproximadamente 0,3% da área, com 144 hectares. Esta é uma estimativa da área dos stands puros e densos, não incluindo buritizeiros dentro de florestas mistas, nem aqueles em grupos mais espaçados.

Corroborando as afirmações de Maillard e Alencar-Silva (2007), foi comprovado que o processo relativamente simples de classificação fornece um instrumento eficiente para o mapeamento e o monitoramento das veredas. Apesar de conhecerem a localização dos buritizais em suas terras, a sua inserção em mapas de precisão permite às lideranças indígenas



o planejamento de seu uso racional, seja através da adoção de um sistema de rodízio entre buritizais na coleta de palhas e/ou frutos, ou na delimitação de áreas destinadas a sua preservação.

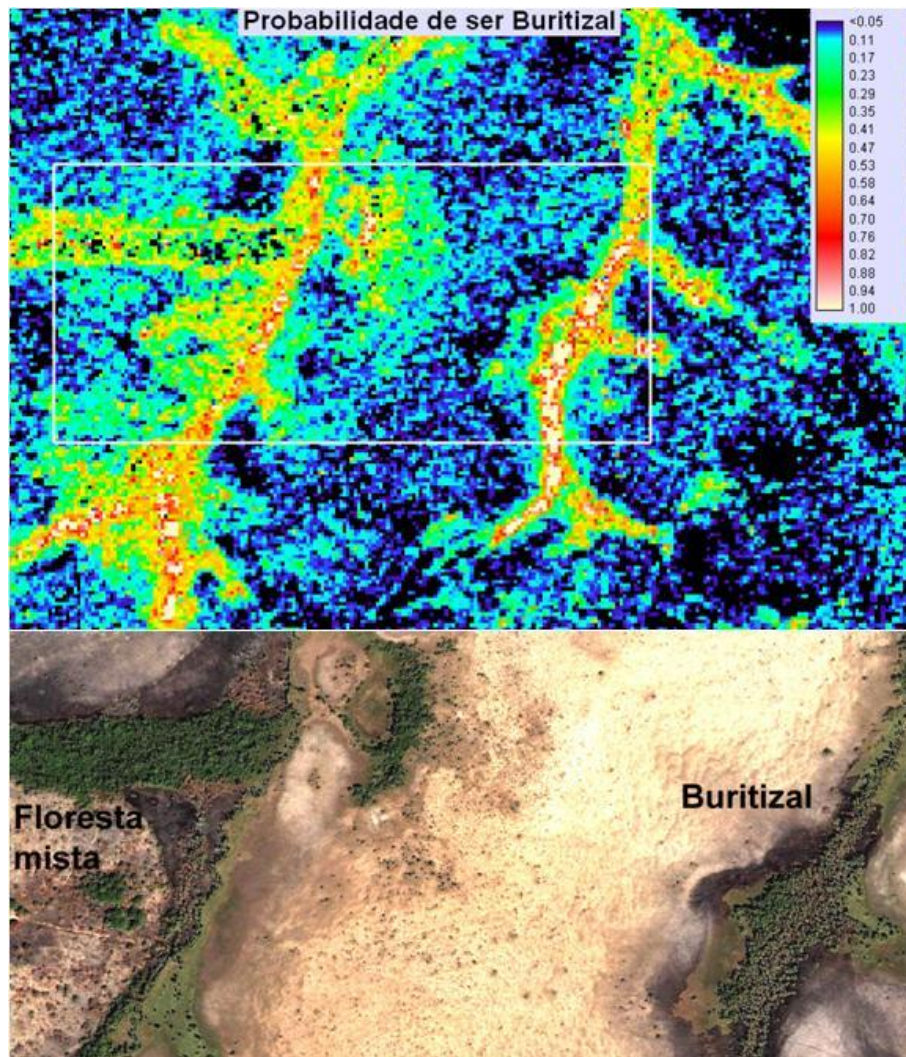


Figura 3: Recorte demonstrando o resultado do classificador. Áreas em tons azuis têm pouca probabilidade de serem buritizais, áreas em verde possuem média probabilidade (são na verdade floresta mista) e áreas em vermelho e branco têm alta probabilidade (pode-se verificar que realmente são buritizais “puros” na imagem *QuickBird*).

### 3.1. Estimativa de produção de frutos de buriti na T.I. Araçá

A partir de dados de literatura, foi possível estimar a densidade populacional média nos buritizais em 189 indivíduos adultos por hectare (Kahn, 1988; Kahn, 1991; Peters et al., 1989; Ponce et al., 1996; Fernandes, 2002; Delgado et al., 2007; Holm et al., 2008), com uma proporção média de 3 machos para 2 fêmeas. Considerando, então, que a cada 10 buritis adultos, 4 serão fêmeas, pode-se estimar que, em um hectare de buritizal, existam 75 fêmeas. Nas fêmeas, a produção de flores se dá a cada 2 anos, mas em nível populacional, a produção de frutos é anual (Cavalcante, 1991). Serão então consideradas que, a cada hectare, 37 fêmeas estarão frutificando anualmente.

A produção anual de frutos por planta é estimada em 200 kg (Hiraoka, 1999; Cymerys et al., 2005; Moraes e Gutjahr, 2009), o que leva a estimativa de  $7,4 \text{ ton ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  de frutos de

buriti. Este valor é próximo aos encontrados em outros estudos (Kahn, 1991; Peters, 1989). Para toda a T.I. Araçá, a estimativa de produção é de 1.066 ton ano<sup>-1</sup>.

### **3.2. Análise de mercado para subprodutos do buritizeiro**

A demanda por frutos de buriti no Brasil ainda é pequena. Mesmo em regiões com presença marcante de buritizais, o consumo é concentrado regionalmente. O potencial de mercado, entretanto, é grande. Na região de Iquitos no Peru, a demanda diária por este fruto chega a 15 toneladas (Peters et al., 1989). Em Roraima, o principal mercado para subprodutos do buritizeiro é a venda de vinho (suco) de buriti, feita com a polpa acrescida de água em proporções variadas, próximas a 50%-50%. Na indústria de cosméticos, entretanto, existe interesse no óleo retirado da polpa e estudos de cadeia produtiva com o buriti devem ser focados na produção e venda deste óleo para o mercado nacional.

Os resultados de Castro (2000) indicam que a polpa representa, em média, 12,5% da massa seca do fruto. Desse modo, a produção de polpa de buriti pode ser estimada em 925 kg ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup>. Visitas a feiras em Boa Vista realizadas por Lima et al. (2006) indicam um valor médio de R\$1,13 por litro de vinho de buriti, com 266 litros vendidos por semana em cada feira. Na TI Araçá, uma possível produção de vinho estaria então atrelada ao potencial de consumo das cidades próximas. Em uma única feira, poderia-se arrecadar R\$300,00 por semana, sendo que a produção de toda a TI Araçá poderia suprir a demanda de 19 feiras durante todo o ano.

O potencial de produção é enorme, mas em todo o Estado de Roraima não existe demanda para tamanha oferta. A exportação de polpa seria prejudicada por dificuldades logísticas e pelo fato do produto ser perecível. Uma alternativa seria produzir óleo a partir da polpa, produto não-perecível e com maior valor agregado. A produção de óleo da polpa de buriti varia entre 330 litros ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Moraes e Gutjahr, 2009) e 384 litros ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> (Cymerys et al., 2005). O litro do óleo vendido em Belém custa R\$50,00 (Cymerys et al., 2005) e a produção estimada de óleo nos buritizais da TI Araçá é de 47.520 litros ano<sup>-1</sup>. Para a produção de óleo em escala, seria necessário capital para construção de refinarias caseiras e capacitação de mão-de-obra indígena, além de discussões nas comunidades acerca da venda de produtos que, em tese, são de usufruto de todos os habitantes da área. Entretanto, todas as 27 Terras Indígenas presentes no Complexo Macuxi-Wapixana possuem buritizais e os recursos financeiros que os buritizais poderiam gerar seriam um grandioso passo para a verdadeira Gestão Territorial Indígena.

### **4. Conclusões**

O emprego do radar orbital ALOS PALSAR na identificação dos buritizais, em ambiente de savana, mostrou-se uma técnica eficiente, e pode contribuir com a gestão territorial indígena e planejamento do uso deste recurso.

A classificação supervisionada das imagens de radar permitiu a identificação dos buritizais no Lavrado, bem como o cálculo da área total inserida na TI Araçá, de 144 hectares. A partir de dados bibliográficos, foi estimada a densidade populacional em 189 indivíduos por hectare, e a produção de frutos de buriti em toda a TI Araçá, em 1.066 ton ano<sup>-1</sup>.

Recomenda-se estudos de mercado aprofundados para uma possível venda deste produto, que ocorre naturalmente em grandes populações no Lavrado de Roraima, podendo gerar trabalho e uma grande entrada de recursos financeiros às comunidades indígenas presentes neste ambiente.

### **Agradecimentos**

Este trabalho foi realizado no âmbito do Protocolo de Quioto da JAXA & Iniciativa Carbono, com os dados ALOS PALSAR fornecidos pela JAXA EORC.

## Referências Bibliográficas

- Alencar-Silva, T.; Maillard, P. Delineation of palm swamps using segmentation of Radarsat data and spatial knowledge. **ISPRS Commission VII Mid-term Symposium “Remote Sensing: From Pixels to Processes”**, Enschede, the Netherlands. 2006.
- Asner, G.P. Cloud cover in Landsat observations of the Brazilian Amazon. **International Journal of Remote Sensing**, 22(18), p.3855-3862, 2001.
- Asner, G.P.; Knapp, D.E.; Cooper, A.N.; Bustamonte, M.C.; Orlander, L.P. Ecosystem structure throughout the Brazilian Amazon from Landsat observations and automated spectral unmixing. **Earth Interactions**, 9(7),p.1-31, 2005.
- Barbosa, R.I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: Barbosa, R.I.; Ferreira, E.J.G.; Castellón, E.G. (Eds). **Homem, ambiente e ecologia no Estado de Roraima**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 1997. p.325-336.
- Brasil. Decreto número 86934 de 17.02.1982. **Diário oficial da União**. 1982.
- Castro, A. Buriti – *Mauritia flexuosa*. In: Clay, J.W.; Sampaio P.T.B.; Clement, C.R. (Eds). **Biodiversidade Amazônica: exemplos e estratégias de utilização**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 2000. p.57-69.
- Cavalcante, P.B. **Frutas Comestíveis da Amazônia**. Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, Pará. 1991. 376p.
- Cymerys, M.; Fernandes, N.M.P.; Rigamonte-Azevedo, O.C. Buriti – *Mauritia flexuosa* L.f.. In: Shanley, P.; Medina, G. (Eds). **Frutíferas e Plantas Úteis na Vida Amazônica**. Editora Supercores, Belém, PA. 2005. p.181-187
- Delgado, C.; Couturier, G.; Mejia, K. *Mauritia flexuosa* (Arecaceae: Calamoideae), an Amazonian palm with cultivation purposes in Peru. **Fruits**, 62: p.157-169. 2007.
- Fernandes, N.M.P. 2002. **Estratégias de produção de sementes e estabelecimento de plântulas de Mauritia flexuosa L.f. (Arecaceae) no Vale do Acre/Brasil**. Tese de Doutorado, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia/ Fundação Universidade do Amazonas, Manaus, Amazonas. 2002. 231p.
- FUNAI. **Fundação Nacional do Índio**. Disponível em: <<http://funai.gov.br>>. Acesso em: 1.jun.2012.
- Gomes, L.B.; Gelli, G.; Carvalho, M.J.; Fortes, L.P.S.; Neto, J.P.; Coelho, A.L.; Oliveira, L.F.; Belle-Hamer, N.L. Mapeando a Amazônia com o satélite ALOS (*Advanced Land Observing Satellite*). In: **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil. 2007. p.6759-6761.
- Hamilton, S. K., J. Kelndorfer, B. Lehner, and M. Tobler. Remote sensing of floodplain geomorphology as a surrogate for biodiversity in a tropical river system (Madre de Dios, Peru). **Geomorphology**, 89, p.23-38, 2007.
- Hess, L. L., J. M. Melack, S. Filoso, and Y. Wang. Delineation of inundated area and vegetation along the Amazon floodplain with the SIR-C synthetic aperture radar. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing** 33, p.896-904, 1995.
- Hess, L. L., J. M. Melack, E. M. L. M. Novo, C. C. F. Barbosa, and M. Gastil. Dual-season mapping of wetland inundation and vegetation for the central Amazon basin. **Remote Sensing of Environment**, 87, p.404-428. 2003.
- Hiraoka, M. Miriti (*Mauritia flexuosa*) Palms and Their Uses and Management among the Ribeirinhos of the Amazon Estuary. In: Padoch, C.; Ayres, J.M.; Pinedo-Vasquez, M.; Henderson, A. (Eds). **Várzea: diversity, development, and conservation of Amazonia’s whitewater floodplains**. The New York Botanical Garden Press, Bronx, New York, USA.1999, p.169-186.
- Holm, J.A.; Miller, C.J.; Cropper-Jr, W.P. Population dynamics of the dioecious Amazonian palm *Mauritia flexuosa*: simulation analysis of sustainable harvesting. **Biotropica**, 40(5), p.550-558. 2008.

Horrit, M.S.; Mason, D.C.; Cobby, D.M.; Davenport, I.J.; Bates, P.D. Waterline mapping in flooded vegetation from airborne SAR imagery. **Remote Sensing of Environment**, 85, p.271-281. 2003.

Kahn, F. Ecology of economically important palms in Peruvian Amazonia. **Advances in Economic Botany**, 6, p.42-49. 1998.

Kahn, F. Palms as key swamp forest resources in Amazonia. **Forest Ecology and Management**, 38, p.133-142. 1991.

Kahn, F.; Henderson, A. An overview of the palms of the várzea in the Amazon region. In: Padoch, C.; Ayres, J.M.; Pinedo-Vasquez, M.; Henderson, A. (Eds). **Várzea: diversity, development, and conservation of Amazonia's whitewater floodplains**. The New York Botanical Garden Press, Bronx, New York, USA. 1999, p.187-193.

Lima, A.D.L.; Barbosa, R.I.; Oliveira, R.E. 2006. **Aspectos ecológicos e de Mercado voltados à conservação da espécie *Mauritia flexuosa* L. f. em ambientes de savannas no Norte Amazônico, Boa Vista – RR**. Programa Institucional de Estágio Voluntário, ESALQ/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, São Paulo. 2006, 95p.

Lima, C.A.; Silva, E.T.J.B.; Sano, E.E. Análise de imagens do ALOS/PALSAR para a discriminação da cobertura vegetal da Amazônia. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, p. 7315-7321. 2009.

Maillard, P.; Alencar-Silva, T. Delimitação e caracterização do ambiente de vereda: II. O potencial das imagens óticas ASTER. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Florianópolis, Brasil, p. 1733-1740. 2007.

Miranda, I.S.; Absy, M.L. A flora fanerogâmica das savanas de Roraim. In: Barbosa, R.I.; Ferreira, E.J.G.; Castellón, E.G. (Eds). **Homem, ambiente e ecologia no Estado de Roraima**. Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazonas. 1997. p.327-346.

Moraes, L.R.B.; Gutjahr, E. **Química de oleaginosas: valorização da biodiversidade amazônica**. Agência de Cooperação Técnica Alemã (GTZ), Brasília, DF. 2009. 83p.

Narvaes, I.S.; Santos, J.R.; Graça, P.M.L.A.; Gonçalves, F.G. Análise dos mecanismos de espalhamento utilizando dados ALOS/PALSAR Polarimétricos, em diferentes estágios de cobertura florestal na Região do Tapajós-Brasil. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, p. 7347-7352. 2009.

Peters, C.M; Balick, M.J.; Kahn, F.; Anderson, A.B. Oligarchic forests of economic plants in Amazonia: utilization and conservation of an important tropical resource. **Conservation Biology**, 3(4), p.341-349. 1989.

Ponce, M.E.; Brandín, J.; González, V.; Ponce, M.A. Causas de mortalidad en plántulas de *Mauritia flexuosa* L. f (moriche palm) en los llanos centro-orientales de Venezuela. **Ecotropicos**, 9(1), p.33-38. 1996.

Rosenqvist, A., M. Shimada, N. Ito, and M. Watanabe. ALOS PALSAR: A pathfinder mission for global-scale monitoring of the environment. **IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing**, 45, p.3307-3316. 2007.

Rull, V. Biogeographical and evolutionary considerations of *Mauritia* (Arecaceae), based on palynological evidence. **Review of Paleobotany and Palinology**, 100: 109-122. 1998.