

Caracterização de fisionomias vegetais em área de floresta tropical através de análises espectrais em dados e produtos do sensor ASTER

Gustavo Manzon Nunes^{1,2}
Carlos Roberto de Souza Filho¹
Laerte Guimarães Ferreira³

¹ Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Instituto de Geociências
Caixa Postal 6152 – 13083-970 - Campinas- SP, Brasil
{gustavon, beto}@ige.unicamp.br

² Centro Gestor e Operacional do Sistema de Proteção a Amazônia – CENSIPAM
CTO-Porto Velho/RO – Av. Lauro Sodré, 6500 – 78903-711 – Porto Velho-RO, Brasil
gustavo.nunes@sipam.gov.br

³ Instituto de Estudos Sócio-Ambientais (IESA) - Universidade Federal de Goiás
Campus Samambaia, Caixa Postal 131 – 74001-970 – Goiânia – GO, Brasil
laerte@iesa.ufg.br

Abstract: This paper was focused on the characterization and classification of the main physiognomies found at the Amanã Sustainable-Use Protected Area (RDSA), located at the Central region of the Amazon State, Brazil. The RDSA is marked by a rich and peculiar biodiversity, as it encompasses different forest formations (e.g. várzea, igapó and terra firme). Our analysis were based on ASTER data acquired on February 20, 2003, from which all the VNIR and SWIR bands were considered. In particular, we evaluated the *Spectral Mapper Angle* (SAM) approach, which made possible the identification of the major forest types present in the study area. Although preliminary and not conclusive, our results demonstrate the potential of the SAM approach and of the ASTER like imagery for the biophysical monitoring of the Amazon ecosystems.

Palavras-chave: SAM, ASTER imagery, tropical forest assessments, SAM, imagens ASTER e monitoramento de florestas tropicais.

1. Introdução

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Amanã (RDSA) é uma unidade criada através do Decreto Estadual 19.021, de 4 de agosto de 1998, pelo Estado do Amazonas, cuja implementação está sendo realizada pela Sociedade Civil Mamirauá por meio de convênio de cooperação técnico-científica e de apoio celebrado com o IPAM (Instituto de Pesquisa do Amazonas). Cobrindo uma área de 2.350.000 ha da região Central do Estado do Amazonas (municípios de Barcelos, Coari, Codajás e Maraã), está localizada entre as águas escuras do Rio Negro e as águas claras dos rios Japurá e Solimões. Se por um lado, a sua grande extensão oferece a grande vantagem de permitir a conservação de grandes unidades de paisagem, incentivando uma abordagem bio-regional da conservação da biodiversidade, por outro, levanta o problema das dificuldades de se realizar o manejo de larga escala.

Assim, instrumentos que permitam o acompanhamento e ordenamento do manejo, seja ele de recursos naturais componentes da biodiversidade, seja o próprio manejo da unidade de conservação, são urgentemente necessários de modo que a eficiência na pequena escala seja replicada em escalas mais amplas.

Neste sentido, a aplicação de técnicas de processamento digital de imagens em dados provenientes de sensores remotos constituem ferramentas ideais para organizar informações, planejar ações futuras e criar cenários distintos para análise dos diferentes aspectos da conservação.

Este trabalho teve por objetivo uma melhor caracterização da cobertura vegetal da Reserva de Desenvolvimento Sustentável Amanã, bem como a geração de informações para a sua melhor gestão e manejo sustentável. Neste sentido, e tendo por base dados do sensor ASTER (Souza Filho, 2003), procedeu-se à análise da resposta espectral das distintas fitofisionomias existentes na RDSA. Em particular, verificou-se a eficiência da técnica SAM (Spectral Angle Mapper¹) em ecossistemas de Floresta Tropical.

2. Área de Estudo

2.1. Características gerais da área de estudo

A Reserva de Desenvolvimento Sustentável de Amanã (RDSA) é uma unidade criada através do Decreto Estadual 19.021, de 4 de agosto de 1998, pelo Estado do Amazonas e administrada pelo IPAM, cuja implementação está sendo realizada pela Sociedade Civil Mamirauá. A reserva compreende uma área de 23.500 km² da região Central do Estado do Amazonas (municípios de Barcelos, Coari, Codajás e Maraã) e está localizada entre as águas escuras do Rio Negro e as águas claras dos rios Japurá e Solimões. Seus limites geográficos são: 01°35'43" S e 03°16'13" S e 62°44'10" W e 65°23'36" W (**Figura 1**).

¹ Spectral Angle Mapper (ver Kruse et al., 1993)

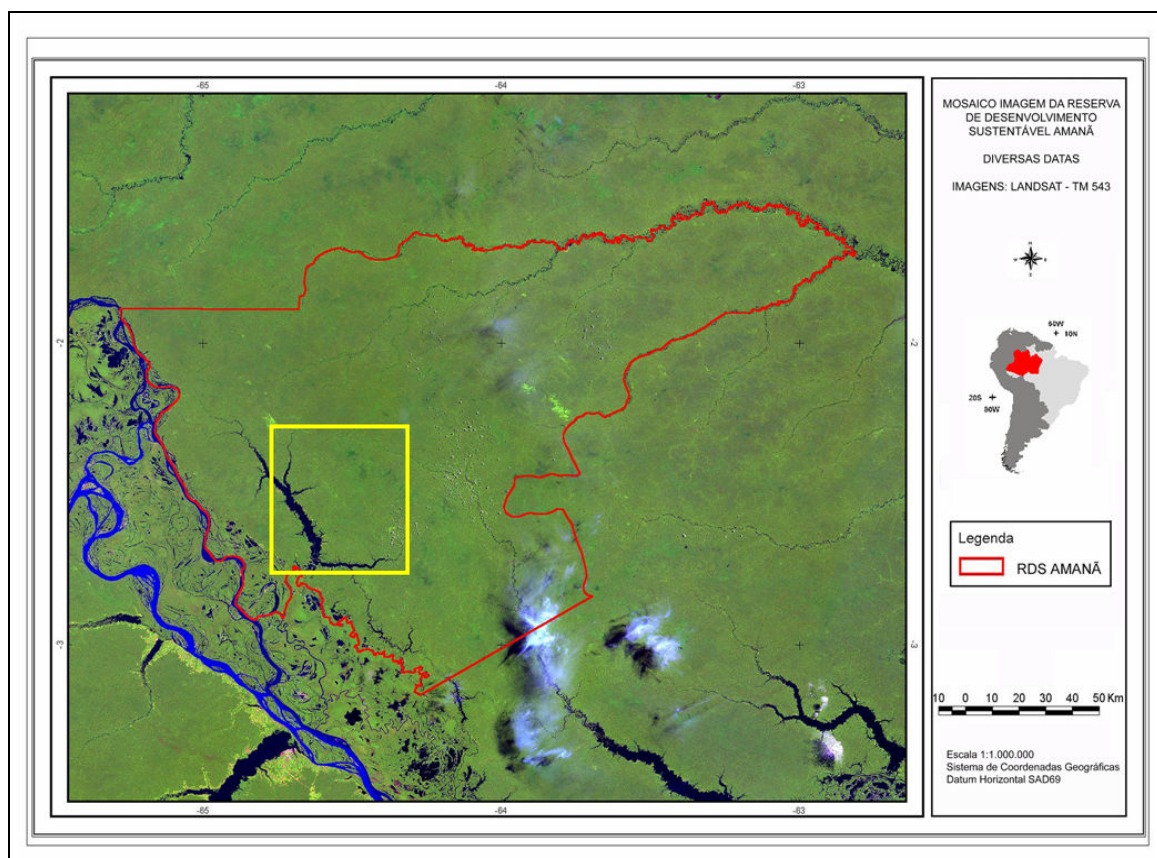


Figura 1: Localização da área de estudo, destacada em amarelo.

2.2. Características da Vegetação na RDSA

A Floresta Amazônica é caracterizada pela mais ampla área de floresta tropical do mundo (Worbes et al., 1992), além de possuir a maior diversidade biológica com diferentes tipos de vegetação. É drenada por rios imensos, os quais são influenciados pela distribuição sazonal de precipitação, que por sua vez controla o nível das águas. A média de inundação anual em Manaus/Amazonas é de aproximadamente 10 metros (Junk & Piedade, 1993).

Segundo Ayres (1992), a área da Reserva Amanã é constituída tanto por florestas de terra firme, cuja origem se remonta à Era Terciária, como por florestas alagadas ou de várzea, surgidas no Pleistoceno e no Holoceno. O Lago Amanã (com 45km de extensão e 3km de largura, situado a 70 km de Tefé) é um complexo misto de águas pretas nos seus ramos superiores, e águas claras próximas às florestas de várzea na porção sudoeste da Reserva. As áreas terciárias são influenciadas pelas águas brancas provenientes dos Andes e pelas águas pretas que se originam na bacia amazônica. Por isso, a fauna inclui elementos pré-andinos, que vivem ao longo do Rio Negro, e elementos mais tipicamente andinos, ao longo do Rio Solimões. A diversidade biológica na área é determinada, principalmente, por essas influências hídricas.

A biodiversidade da reserva é fortemente determinada pelas influências dos tipos de água, e a RDSA oferece uma vasta gama de tipos de habitats no lago e nos igarapés. A flora e a fauna são um surpreendente resumo dos principais ecossistemas da Amazônia, sendo conhecidos componentes de terra firme, de matas de igapó e matas de várzea. Também foram descritos trechos de campinarana, no interior da reserva, em locais de difícil acesso.

3. Material e Métodos

3.1. Material

A imagem utilizada nesse estudo foi gerada pelo sensor ASTER em 20/02/2003 e adquirida no Nível 1B de processamento (Abrams, et al. 2002), ou seja, com correções geométricas e radiométricas aplicadas. Nesse nível de processamento, os dados são fornecidos com o datum padrão WGS-84 e no sistema de projeção UTM.

3.2. Métodos

3.2.1. Pré-Processamento das Imagens ASTER

- Correção Atmosférica: as 9 bandas VIS-NIR-SWIR foram transformadas para reflectância através do programa ACORN (The Atmospheric Correction Now) (Imspec, 2001).
- Reamostragem espacial de pixels: dada a diferença de resolução espacial entre as bandas do Visível – Infra-vermelho próximo (15m) e do Infra-Vermelho de Ondas Curtas (30m), e visando o aproveitamento de ambos os conjuntos de bandas, foi realizada uma reamostragem das bandas do SWIR, aumentando artificialmente sua resolução para 15m, permitindo, assim, a composição de um dataset com 9 bandas espectrais. Essa reamostragem é fundamental para etapas de processamento posteriores.

4. Resultados e discussões

Para a realização da classificação espectral supervisionada com base na técnica SAM, foi necessária a amostragem, nas imagens ASTER, de regiões de interesse correspondentes aos 6 tipos de cobertura vegetal identificadas na área de estudo (**Figura 2**).

Para a seleção e classificação das amostras de vegetação, baseou-se em dados obtidos em trabalhos de campo.

A partir da coleta de regiões de interesse na imagem, foi possível a extração das curvas espectrais características para cada fitofisionomia (**Figura 3**). Com base nos 6 perfis espectrais a classificação foi efetivada. Para a melhor definição da classificação, optou-se pelo monitoramento dos ângulos nas imagens Rules (imagem resultante do SAM), considerando o ângulo médio gerado a partir da área de interesse previamente selecionada. Dessa maneira, gerou-se uma imagem em níveis de cinza com baixo contraste, tendo em destaque as 6 fitofisionomias florestais.



Figura 2: Caracterização das 6 fitofisionomias existentes na área de estudo.

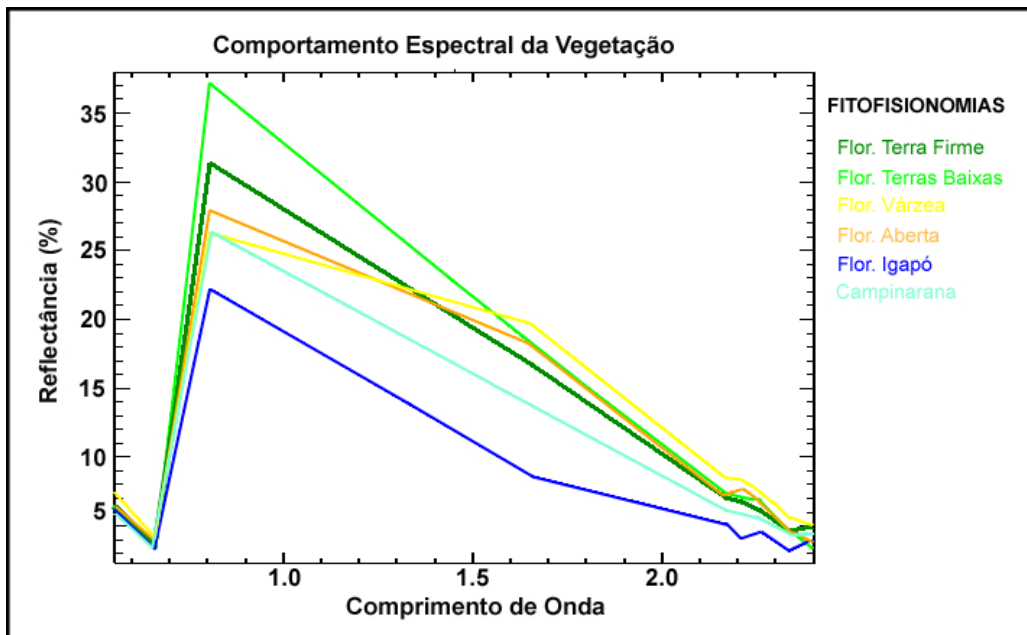


Figura 3: Curvas espectrais características das seis tipologias florestais em estudo.

A **Figura 4** apresenta o resultado da classificação espectral com a técnica SAM.

Pode-se observar que a Floresta de Várzea e Igapó encontra-se em regiões no entorno do Lago Amanã e ao longo dos igarapés, sendo estes locais caracterizados por estarem periodicamente ou permanentemente alagados.

Já a Floresta de Terra Firme é dominante na cena e aparece em áreas mais altas, em um habitat distinto geomorfologicamente das outras duas tipologias florestais. A Floresta de Terras Baixas encontra-se em ambientes com as mesmas características da Floresta de Terra Firme, porém em áreas mais baixas, contribuindo para ocorrência de algumas espécies distintas.

A Floresta Aberta com Palmeiras, apresenta dossel aberto onde inúmeras espécies de palmeiras são encontradas. Esta tipologia está associada a áreas aluviais que são denominadas “baixios”.

A fitofisionomia Campinarana aparece em distribuição insular, associada a gradientes de inundação, possuindo grande heterogeneidade estrutural e florística.

Verificou-se que o desempenho da técnica SAM, a análise espectral, o processamento digital de imagens e a correta associação com campanhas de campo, permitiram a perfeita associação das distintas fitofisionomias, revelando a potencialidade das técnicas de processamento de dados hiperespectrais em imagens do sensor ASTER, utilizadas em ecossistemas de Floresta Tropical.

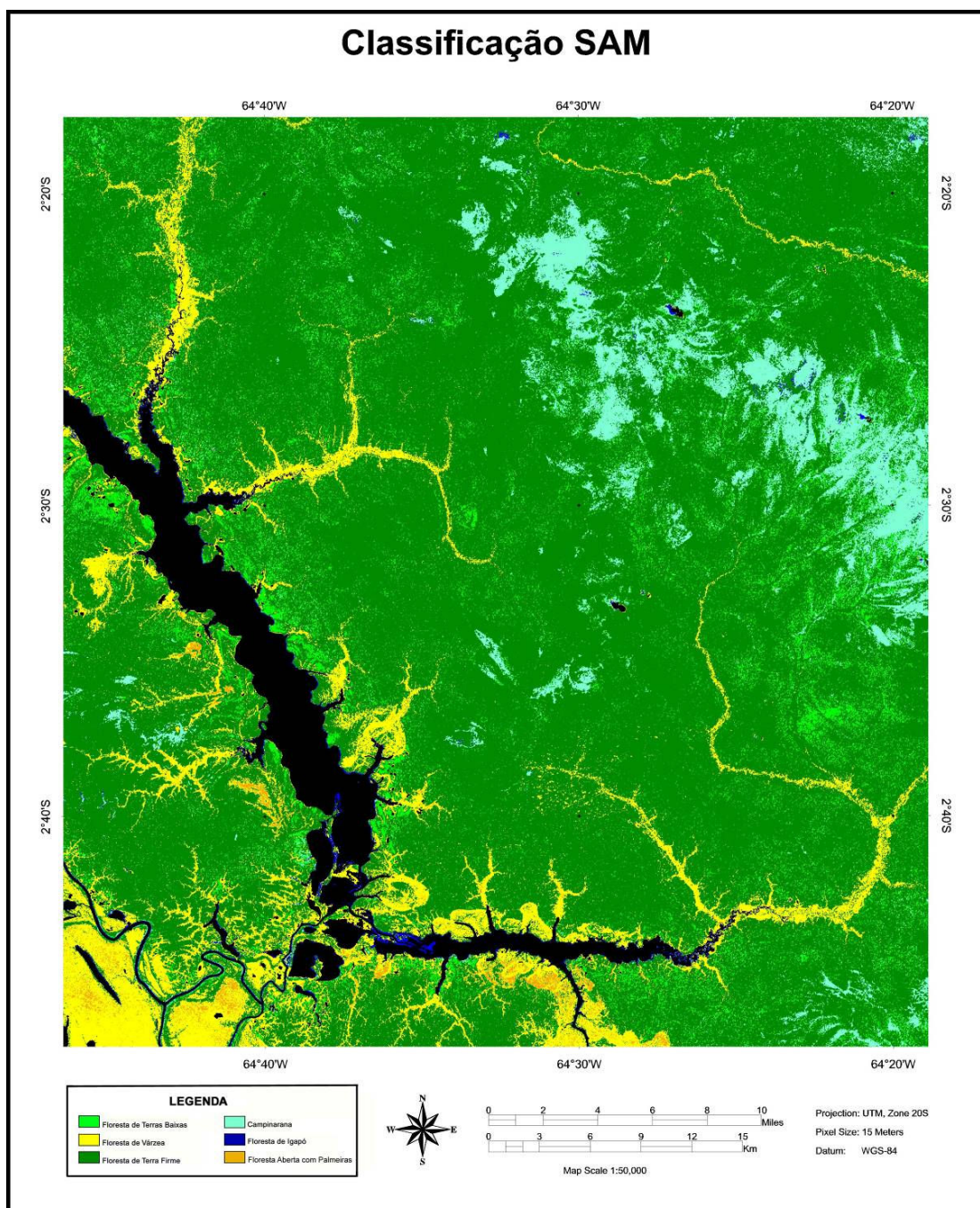


Figura 4: Resultado da classificação espectral SAM na cena do sensor ASTER.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de doutorado, vinculada ao processo 04/06071-8. Os autores também reconhecem o apoio do Programa FEPIM 2004, financiado pelo Instituto de Desenvolvimento Sustentável Mamirauá - Projeto N° 063-2004.

5. Referências Bibliográficas

- Abrams, M.; Hook, S. 2002. **Aster User Handbook: Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection Radiometer**. USA: NASA/Jet Propulsion Laboratory California Institute of Technology, V2, 135p.
- Ayres, J.M.; Lima-Ayres, D.M.; Bodmer, R. & Polshak, P.M. 1992. **Projeto Mamirauá. Proposal for the preparation of a management plan for the Estação Ecológica do Lago Mamirauá, Amazonas, Brazil**. Manuscrito não-publicado.
- Imspec 2001, **ACORNTM user's guide. Analytical Imaging and Geophysics**. Boulder, CO, USA. 64 pp.
- Junk, W.J. 1996. **Amazonian floodplains: a limnological perspective**. In: Verb. Internat. Verein. Limnol. 26: 149-157.
- Junk, W.J.; Piedade, M.T.F. 1993. Herbaceous plants of the Amazon floodplain near Manaus: Species diversity and adaptations to the flood pulse. **Amazoniana**, XII (3-4): 467-484.
- Kimes, D.S.; Kirchner, J.A. 1983. Diurnal variations of vegetation canopy structure. **International Journal of Remote Sensing**, v.4, n.2, p.257-271.
- Kruse, F.A.; Lefkoff, A.B.; Boardman, J.W.; Heidebrecht, K.B.; Shapiro, A.T.; Barloo, P.J.; Goetz, A.F.H. 1993. The Spectral Image Processing System (SIPS) – Interactive visualization and analysis of imaging spectrometer data. **Remote Sensing of Environment**, v.44, n.2, p.145-163.
- Prance G. T. 1996. **Islands in Amazonia**. Phil. Trans. of the Royal Society of London B Biol. Sci. 351(1341):823-833.
- Souza Filho, C. R. 2003. **Aster à vista**. Infogeo, V. 29, p. 62-64.
- Worbes, M.; Klinge, H.; Revilla, J.D.; Martius, C. 1992. On the dynamics, floristic subdivision and geographical distribution of várzea forests in Central Amazonia. **Journal of Vegetation Science**, 3: 553-564.