

Imageamentos realizados pelo sistema aerotransportado SAR/SIPAM

Solange dos Santos Costa¹
Moacir Alberto Assis Campos¹
Anna Pauletti Cruz Rogério¹

Sistema de Proteção da Amazônia – SIPAM (CTO/MN)
Av. do Turismo – 1350 - Tarumã – 69049-630 – Manaus, AM
{solange.costa, moacir.campos, anna.rogerio}@sipam.gov.br

Abstract. The Protection System for the Amazon (SIPAM) makes use of innovative multipolarimetric data of Synthetic Aperture Radar, however this data are little known in the scientific community. In order to disseminate this kind of product this article describes the technical characteristics of SAR/SIPAM images, the areas already covered by the R-99B missions and the main applications of this kind of product.

Palavras – chaves: Polarimetric Radar, Amazon region, SIPAM

1. Introdução

Nos últimos 4 anos, o Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) vêm efetuando imageamentos aerotransportados sobre a Amazônia. Para a execução de tal atividade o SIPAM dispõem do sistema multipolarimétrico de Radar de Abertura Sintética (SAR), a partir do qual, já foi coberta uma área de 2.958,082 km², totalizando 60 % da Amazônia Brasileira.

Tais produtos vêm sendo utilizados na identificação de feições estruturais, mapeamento geológico, desmatamento, uso e ocupação do solo, análise ambiental, dentre outros.

O SAR difere dos demais sensores, pela capacidade de imageamento simultâneo com a banda L, nas polarizações HH, VV, VH e HV, e banda X (HH), com resoluções espaciais de 3 m, 6m e 18 m.

2. O imageador SAR/SIPAM

O SIPAM dispõem de imagens geradas a partir do sensor SAR. Este sensor foi concebido em proveito da missão do Sistema de Vigilância da Amazônia (SIVAM), e encontra-se alocado em três aeronaves Embraer ERJ – 145, denominadas de R-99B, pela Força Aérea Brasileira, sendo operadas pelo 2º Esquadrão do 6º Grupo de Aviação (2º/6º GAv) (Andrade e Santa Rosa, 2005).

Além do sensor SAR, as R-99B são equipadas com os sensores de Varredura Multispectral (MSS - *Multispectral Scanner*) e Óptico e Infravermelho (OIS - *Optical and Infrared Sensor*). De acordo com a CISCEA (2003) as R-99B são configuradas para a identificação e mapeamento de incêndios florestais, áreas desflorestadas, reservas indígenas, atividades irregulares, poluição hídrica e identificação noturna de objetos.

Segundo Fonseca (2005), o imageador SAR foi concebido para executar o monitoramento em tempo real e a coleta de dados para o mapeamento da superfície, na faixa das microondas. Por ser um sensor ativo, é capaz de operar de dia e de noite, em condições meteorológicas adversas, na presença de chuva, nuvens, nevoeiro ou fumaça. Porém, vale ressaltar que atualmente, os imageamentos tem sido efetuados para fins de mapeamento da superfície. O monitoramento em tempo real, só esta sendo executado durante o fase de coleta dentro das R-99B. A banda X encontra-se acoplada a um radome externo que abriga as duas antenas da

banda X, que podem ser utilizadas em conjunto gerando, por meio de interferometria, Modelos Digitais de Elevação (MDE). Instaladas acima do radome da banda X, as antenas da banda L são fixas uma de cada lado da aeronave, a fim de permitir o imageamento tanto à direita quanto à esquerda da aeronave (**Figura 1**).

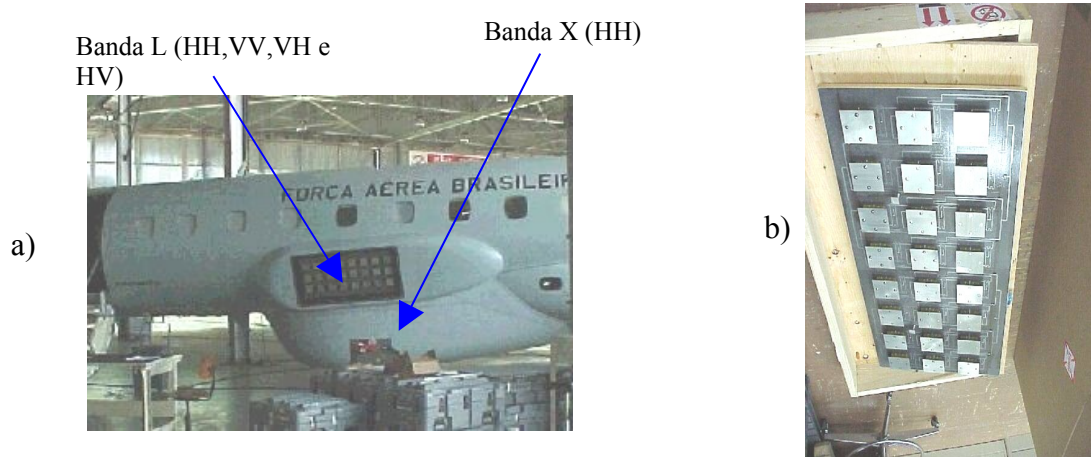


Figura 1. a) Localização das banda L e X, do SAR/SIPAM, na R – 99B. b) Detalhe da antena da banda L.

As principais características técnicas do SAR estão representados na **tabela 1**.

Tabela 1. Principais especificações do SAR, segundo Raytheon (2000) e Fonseca (2005).

| | | | | |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------|----------------|---------------------------------------|
| Fabricante | McDonald Detwiller and Associates – MDA (Canadá) | | | |
| Modelo | SIVAM SAR | | | |
| Altitude | 30.000 a 37.000 pés acima do terreno | | | |
| Velocidade | 330 a 390 nós em relação ao solo | | | |
| Distância mínima de imageamento | A partir de 45° da vertical da aeronave | | | |
| Modos de mapeamento | Resolução baixa | Resolução média | Resolução alta | Interferométrica |
| Alcance | 125 km | 100 km | 100 km | 40 km |
| Campo de visada (FOV) transversal ¹ | 120 km | 40 km | 20 km | 20 km |
| Resolução espacial | 18 m | 6 m | 3 m | 3 m (horizontal) 2 m a 5 m (vertical) |
| Malha de amostragem | 15 m | 5 m | 2,5 m | 2,5 m |
| Looks | 16 | 8 | 4 | Par complexo |
| Quantização | 8 bits no processador de bordo, e 16 bits no solo | | | |
| Bandas espectrais e polarimétricas | L (HH, VV, VH e HV) X(HH) | | | |

¹ FOV dos modos de média e alta resolução e interferométricos posicionáveis pelo operador, dentro dos respectivos limites mínimo e máximo de alcance.

3. Imagens SAR

Os dados SAR, coletados pelas R – 99B, são armazenados em fitas DCRsi, com capacidade de até 48 GB. Após a coleta desses dados, os mesmos são processados de acordo com o fluxograma da **Figura 2**, na Divisão de Processamento de Imagens (DIMAG) do Centro Técnico e Operacional de Manaus (CTO/MN).

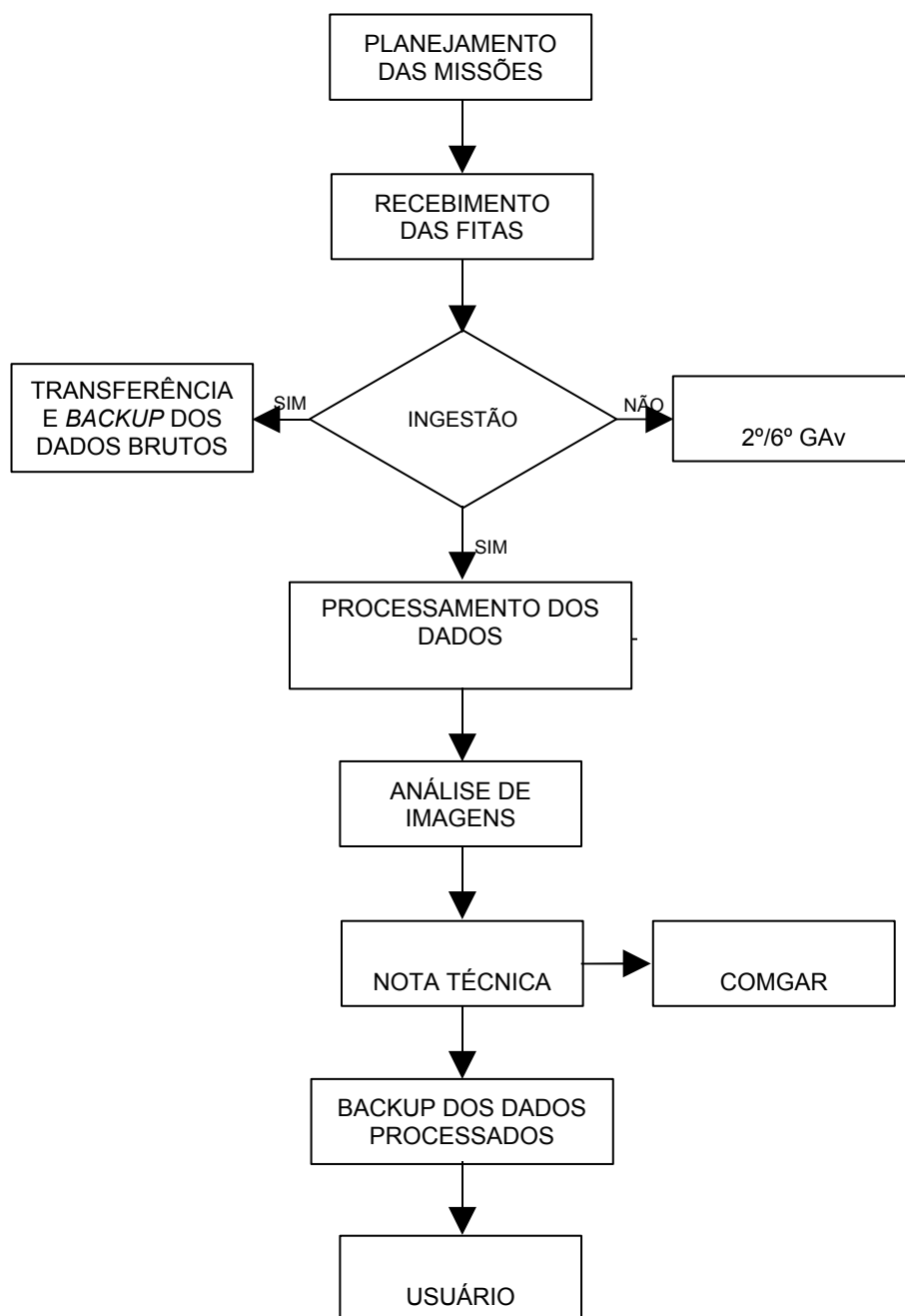


Figura 2. Fluxograma utilizado para o processamento digital de dados coletados pelas R-99B.

Os parâmetros adotados para cada imageamento, dependem do objetivo de cada missão. As demandas mais frequentes compreendem a resolução espacial de 6 m, e os seguintes modos de aquisição: i) Quad L + X, ou seja, quatro polarizações da Banda L e uma polarização da Banda X e, ii) Dual L + X, que corresponde a duas polarizações da Banda L e uma da banda X.

Atualmente, as imagens oriundas do SAR/SIPAM, apresentam as seguintes características técnicas (**Tabela 2**).

Tabela 2. Parâmetros de algumas imagens SAR/SIPAM

| MISSÃO | MODO DE AQUISIÇÃO | RESOLUÇÃO ESPACIAL |
|------------------------------------------|--------------------------|---------------------------|
| MANAUS E ADJACÊNCIAS | Dual L + X | 6 m |
| MANACAPURU | Dual L + X | 6 m |
| SUL DO AMAZÔNAS | Dual L + X | 6 m |
| LITORAL DO PARÁ | Dual L + X | 3 m |
| NOVO PROGRESSO-PA | Dual L+ X | 6 m |
| BR-163 (PA) | Dual L+ X | 6 m |
| CARAJÁS-PA | Quad L + X | 6 m |
| SANTARÉM - PA | Dual L + X (| 6 m |
| TEPEQUÉM-RR | Quad L + X | 3 m, 6 m e 18 m |
| ANAPU (PA) | Dual L+X | 6 m |
| SÃO FÉLIX DO XINGU (PA) | Dual L+X | 3 m |
| ITAITUBA (PA) | Quad L+X | 6 m |
| BR 174 (AM) | Quad L+X | 6 m |
| TAPAJÓS-IRIRI (PA) | Dual L+X | 6 m |
| TERRA DO MEIO (PA)-INCRA | Dual L+X | 6 m |
| BRAGANÇA (PA) MAPSAR ¹ | Quad L+X | 6 m |
| URUCU-COARI (AM) MAPSAR ¹ | Quad L+X | 6 m |
| NORTE DE MANAUS (AM) MAPSAR ¹ | Quad L+X | 6 m |
| CARAJÁS (PA) MAPSAR ¹ | Quad L+X | 6 m |
| LAGO GRANDE (PA)-MAPSAR ¹ | Quad L+X | 6 m |
| CURAÇÁ (BA) MAPSAR ¹ | Quad L+X | 6 m |
| TAPAJÓS (PA) MAPSAR ¹ | Quad L+X InSAR | 6 m |
| AMAZONIA-RONDÔNIA | Quad L+X | 6 m |
| TERRA DO MEIO – 18 m | Quad L+X | 18 m |
| TUMUCUMAQUE | Quad L+X | 6 m |
| ACRE | Quad L+X | 6 m |

¹MAPSAR (*Multi-Application Purpose SAR*) – Projeto que está sendo desenvolvido por meio de um acordo governamental de cooperação científica entre o Brasil e a Alemanha.

4. Utilização de imagens SAR/SIPAM

As imagens SAR/SIPAM têm sido aplicadas para auxiliar na identificação de uso e ocupação do solo (Soares, Silva e Reibold, 2005), áreas desmatadas e como uma ferramenta de apoio à missões sigilosas.

Externamente, diversos pesquisadores têm utilizado esse produto para identificar feições estruturais em regiões de densa cobertura vegetal (Veneziani e Paradella, 2006), análise

geológica e estrutural (Santos, Veneziani e Paradella, 2006) e recursos naturais, dentre outras.

5. Conclusão

Com a advento destas novas tecnologias, o uso adequado de imagens SAR/SIPAM é essencial para as ações de governo quanto as políticas públicas de desenvolvimento e conservação das riquezas naturais da Amazônia Brasileira.

A despeito da grande quantidade de dados disponíveis para toda Amazônia e da potencialidade de uso deste produto diferenciado os estudos e aplicações são bastante incipientes.

As características do SAR/SIPAM demandam o desenvolvimento de novos algoritmos e metodologias para que se possa extrair o máximo de informações e aprimorar as aplicações propostas.

6. Referências Bibliográficas

Andrade, N. S. O.; Santa Rosa, A. N. O novo sistema SAR multipolarimétrico aerotransportado brasileiro. In: 1ª Reunião de Coordenação das Atividades de Planejamento, Execução e Produção de Imagens de Missões de Sensoriamento Remoto Realizadas Pelas aeronaves R-99 B e R-95. Brasília – DF. CD-Rom. 24p. 2005.

Fonseca, J.S. Aeronaves de sensoriamento remoto do Sistema de Vigilância da Amazônia. n: 1ª Reunião de Coordenação das Atividades de Planejamento, Execução e Produção de Imagens de Missões de Sensoriamento Remoto Realizadas Pelas aeronaves R-99 B e R-95 Brasília – DF. CD-Rom. 10p. 2005.

Raytheon Company. Specification G628676 Rev.N – Airborne Synthetic Aperture Radar Subsystem Specification, Raytheon Company, Lexington, 47p. 2000.

Santos, A. R.; Veneziani, P.; Paradella, W. R. A contribuição de dados SAR banda L multipolarizados (L-HH, L-VV, L-HV) simulados do imageamento MAPSAR, em estudos geológicos na borda oeste do Granito Central, Província Mineral de Carajás, Amazônia. In: XLII Congr. Brasil. de Geol. p. 149, Anais...Aracaju, 2006.

Soares, J. A. C.; Silva, P. G.; Rielbold, V. Avaliação do potencial de utilização das imagens do sensor R99SAR do Sistema de Proteção da Amazônia (SIPAM) na identificação de padrões de uso das terras na região dos municípios de Belterra e Santarém, estado do Pará. In: XXII Congresso Brasileiro de Cartografia, Simpósio de Geotecnologias para petróleo e XXI Expositiva. 2005. Anais...Macaé-RJ.

Veneziani, P.; Santos, A. R.; Paradella, W. R. Avaliação de imagem de Radar simulando o satélite MAPSAR para obtenção de dados estruturais em ambiente de densa cobertura vegetal na Amazônia: região do Igarapé Águas Claras, Carajás, PA. In. XLII Congr. Brasil. de Geol. p. 148, Anais...Aracaju, 2006.