

## **O radar como instrumento de geração da informação espacial para a gestão do território na Amazônia: uma análise do Projeto Radam\***

Izaura Cristina Nunes Pereira<sup>1</sup>  
Paulo Márcio Leal de Menezes<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ/CCMN  
Laboratório de Cartografia - GEOCART  
CCMN-IGEO-Dep de Geografia  
Av Brig Trompowski sn – Cidade Universitária  
Rio de Janeiro – RJ, Brasil – 21941-590  
geoiza@yahoo.com.br  
pmenezes@acd.ufrj.br

**Abstract:** With the goal of analyzing the importance of spatial information generated by Project Radam in territorial management process of Amazonian from 70's. This paper brings a discussion on the generation of spatial information, starting from radar images, its importance and functionality to management and territory ordainment.

**Palavras-chaves:** radar, space information, territorial administration e Project Radam; radar, informação espacial, gestão territorial e Projeto Radam

### **1-Introdução**

Na Amazônia a partir da década de 70, em meio ao projeto modernizador do Estado algumas ações foram implementadas visando gerar informações espaciais sobre esse território. Essas ações compreendidas como reflexo da malha de duplo controle técnico e político, consistiram basicamente num conjunto de programas e planos governamentais voltados a viabilizar a rápida integração nacional. (Becker, 1996).

Tais ações somente tornaram-se possíveis a partir do reconhecimento físico da região, que foi produzido através do emprego de técnicas modernas de sensoriamento remoto como o uso de radares aerotransportados, visando com isso à identificação do potencial natural existente para um melhor aproveitamento dos recursos.

Nesse contexto, merece destaque o Projeto RADAM (Radares da Amazônia) por sua importância e funcionalidade como suporte necessário à geração de informações espaciais sobre a região durante a década de 70. Com a implantação desse sistema foi criada a infra-estrutura necessária à produção institucionalizada de informações sobre a Amazônia no âmbito de uma estratégia de gestão territorial, garantindo, assim, condições básicas para a exploração econômica da região.

No período anterior a implementação do projeto Radam, a concepção que se tinha da Amazônia pelo governo da época era de um imenso vazio que deveria ser urgentemente ocupado e integrado ao resto do país. Situação que deveria ser resolvida com a implantação do projeto em questão, entendido como um esforço conjunto e arrojado para a obtenção de dados sobre a região a partir de imagens de radar. Partindo desse princípio, o Radam foi criado com a árdua missão de

---

\* Este trabalho é parte integrante da dissertação de mestrado que está sendo desenvolvida no âmbito do Programa de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

produzir de modo sistemático e científico, informações sobre as características do meio físico e das reais potencialidades que a região poderia oferecer.

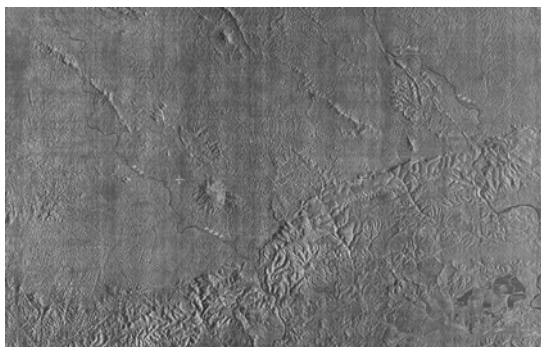
Desse modo, o presente trabalho pretende discutir o uso do radar no processo de geração da informação espacial, tomando como objeto de análise o Projeto Radam na Amazônia, e suas implicações no que tange a prática da gestão territorial como um instrumento chave nesse sentido.

### **1-O radar como potencial gerador de informações: considerações gerais**

No âmbito das tecnologias de geração das informações espaciais, o radar imageador como um instrumento de coleta, vem desempenhando um importante e prático papel. Dentre outros motivos, podemos citar a independência desse instrumento no que se refere às condições climáticas, o que reduz o tempo de coleta das informações e, conseqüentemente, os custos de implementação. Tais características mostram-se de grande aplicabilidade em regiões tropicais, onde sensores ópticos sofrem grande restrição devido à alta probabilidade de ocorrência de nuvens.(Dutra *et all*, 2003).

Os radares imageadores compreendem dois sistemas, um de antena rotatória e os de visada lateral (SLAR- *Side Looking Airborne Radar*). Este último engloba dois tipos de radar: o de abertura real (RAR- *Real Aperture Radar*) e o de abertura sintética (SAR- *Synthetic Aperture Radar*).

O processo de geração das imagens de radar (**figura. 01**) se difere qualitativamente da formação das imagens ópticas (**figura.02**), pois nas imagens ópticas a influência dos fatores climáticos acarreta a perda de informação nas áreas cobertas por nuvens ou sombras, o que não acontece nas imagens radar. Porém, quando é feita a comparação entre as imagens, observa-se que as imagens produzidas pelo radar são menos ricas em informação e detalhes, dificultando a interpretação acurada das mesmas. Desse modo, a obtenção de informações nessas imagens necessitam de técnicas específicas para análise e interpretação dos dados.



**Figura 01-** Imagem radar  
Radar GEMS 1000. Folha SA-22-V-A

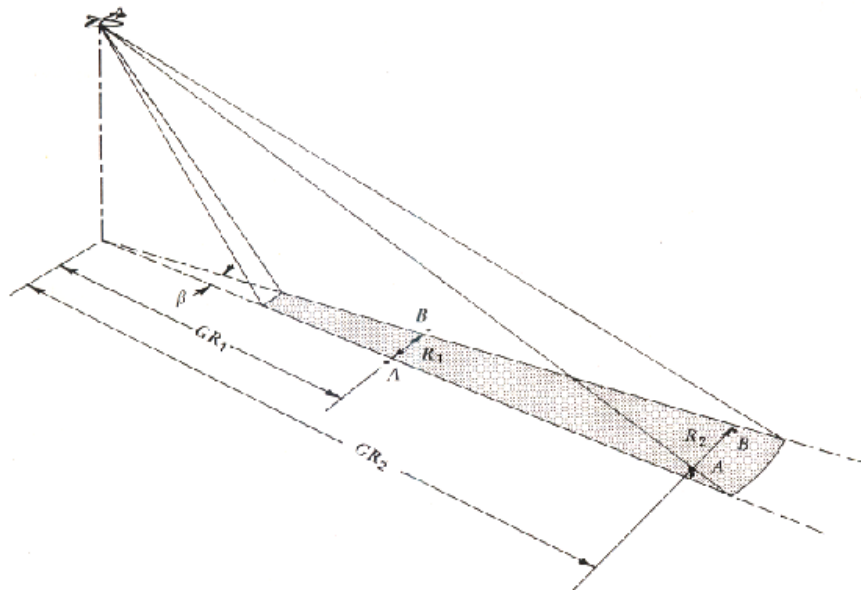


**Figura 02-** Imagem Óptica  
TM- Landsat- Belém/Pa

Segundo Vannucci (1999, p.01), “as imagens de radar expressam as propriedades geométricas e dielétricas das superfícies observadas. Estas características permitem que o Radar encontre uma vasta gama de aplicações em diferentes campos do monitoramento e estudo da superfície da Terra”.

Um parâmetro usado para julgar a qualidade de uma imagem radar é a resolução. O critério mais importante para a resolução é o tamanho do retângulo do pulso projetado no solo, pois o mesmo é similar à célula de resolução terrestre associada aos scanners (pixels).

No caso do Projeto Radam foi utilizado radares aerotransportados de visada lateral de abertura real, que consiste em sensores ativos cuja capacidade de detecção de distâncias se baseia na medição do intervalo ocorrido entre a transmissão do sinal da antena para o terreno e a recepção do seu eco (Campbell, 1996 apud Rosot, 2001, p.22). As imagens são adquiridas por uma antena apontada para a lateral da aeronave que através da transmissão e recepção de um sinal de microondas imageia uma faixa do solo paralela à reta de vôo da aeronave (**figura 03**). A reflexão do sinal de microondas do solo para a antena forma a base da composição da imagem.(Rosot, 2001, p.23).



**Figura 03** – Geometria do Sistema SLAR

Como as imagens são produzidas através de radiação oblíqua do terreno e por usar um determinado comprimento de onda do espectro eletromagnético, o sensor SLAR pode fornecer informações sobre topografia e bacias de drenagem com muita nitidez.

De uma forma geral, a geração da informação espacial a partir de imagens de radar é realizada em três momentos:

- *Pré-processamento da imagem*: que consiste nas aplicações de técnicas de correção geométrica e radiométrica;
- *Interpretação*: é feita a identificação dos alvos, a partir de determinados elementos (tom, textura, tamanho, forma, padrão, contexto);
- *Avaliação dos parâmetros que influenciaram na discriminação dos alvos*: esta etapa consiste em observar as influências que alguns parâmetros do sistema sensor e dos alvos, tiveram sobre a extração das informações.

Através das imagens produzidas por radar, torna-se possível à produção e atualização de cartas topográficas com maior riqueza de detalhes. Na atualidade, com o desenvolvimento de modernos sensores isso pode ser feito por meio da geração de Modelos Digitais do Terreno (DEM). Em áreas remotas como a Amazônia, esta tecnologia mostra-se de fundamental importância, considerando que a porção norte do país encontra-se constantemente coberta por nuvens.

## **2-O Projeto Radam: aspectos gerais**

No âmbito do processo de geração da informação espacial na Amazônia, o Projeto Radam (Radar da Amazônia), instalado a partir da década de 1970, pode ser considerado um marco. Esse projeto foi implementado sob a coordenação do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), com o objetivo principal de realizar o mapeamento temático da Amazônia Legal para posterior aproveitamento econômico dos recursos naturais existentes.

A área de abrangência do projeto compreendia inicialmente toda extensão da rodovia Transamazônica, além dos estados do Amazonas, Pará, Piauí, Maranhão, Mato Grosso e Tocantins, totalizando uma área de 1.500.000 Km<sup>2</sup>, que depois pela repercussão do projeto e do interesse de diversas entidades governamentais foi ampliado para 4.600.000 Km<sup>2</sup>, o que correspondeu a 54% do território nacional.

A plataforma utilizada no projeto foi um avião Caravelle, com uma altitude média de levantamento de 12 Km e velocidade da aeronave em torno de 690 Km/h. O sistema imageador utilizado foi o GEMS (*Goodyear Mapping System 1000*), operando na banda C que corresponde ao comprimento de onda 3,75-7,50 e frequência entre 8,0 e 4,0 GHz.

O projeto tinha uma metodologia própria de geração da informação, utilizando o radar aerotransportado como instrumento central. Esse sistema contou com câmeras fotográficas especiais, aparelho de gravação de vídeo tape, um "slar" que se constituía num conjunto de máquinas integradas por um radar acoplado a computadores eletrônicos e câmeras fotográficas de exposição múltipla, para gravar as impressões do radar e ajudar a interpretar as informações sobre a vegetação, natureza do solo, drenagem e demais características geológicas e florestais das áreas fotografadas.

O levantamento aéreo foi realizado ao longo de linhas de vôo no sentido norte-sul, com um espaço entre elas em torno de 27,5 Km, o que correspondeu cerca de 6 linhas de vôo para cada folha na escala 1:250.000 (Allevato & Pingarilho, 1979, p.19). O ângulo de depressão mínimo foi de 15° e o máximo de 45°, viabilizando o imageamento de faixas com cerca de 37 Km de largura. (Escobar *et all*, 2005, p.4396).

O controle de posição foi obtido através do auxílio de vértices da trilateração HIRAN existente e uma rede de estações TRANSIT, como base para o posicionamento pelo sistema de navegação SHORAN, instalado a bordo da aeronave. Por ser tratar do levantamento de uma

imensa área florestada fixou-se o limite máximo de 450 Km para o afastamento entre os pontos de apoio terrestre, que foram determinados via satélite. (Abreu, 1974).

Com todo esse instrumental realizou-se o mapeamento sistemático da área de interesse através do imageamento por radar de visada lateral (*Side Looking Radar-SLAR*) sendo apresentado em 334 folhas temáticas na escala 1:250.000.

O enfoque regional do projeto, com base em mosaicos de 18.000 Km<sup>2</sup> e resolução máxima de 25m, correspondente a uma folha de 1° por 1° 30', subsidiou uma metodologia de aquisição de dados, que partiu do geral para o particular, baseado na interpretação das imagens obtidas, auxiliadas por fotos em infravermelho e multiespectrais, complementadas ainda por sobrevôos de baixa altitude, pesquisas de campo e pesquisas bibliográficas, quando necessárias. Segundo Abreu (1974, p.31), no projeto era teoricamente prevista a resolução de 16m, mas uma pesquisa realizada por técnicos do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), encontrou, para uma melhor condição de contraste para a região, a resolução máxima de 25m, resultado este atribuído às características do sistema e ao espalhamento do sinal de retorno.

Todas as informações geradas foram levantadas por uma equipe interdisciplinar e sistematizadas em seções temáticas, as quais foram: geologia, geomorfologia, vegetação, pedologia e uso potencial da terra.

De acordo com os relatórios do Radam, a técnica de mapeamento adotada corrigiu erros nas antigas bases cartográficas da região, confeccionadas mediante compilação e sem qualquer tipo de rigor metodológico, o que prejudicava a qualidade e aplicabilidade dos mesmos.

Com as informações geradas foi possível ainda efetuar modificações na coluna estratigráfica geológica precedente e, principalmente, identificar novos arranjos estruturais para a exploração dos minerais existentes. Na análise geomorfológica, os levantamentos atualizaram e enriqueceram as informações que já existiam, possibilitando discutir e analisar os problemas sobre a cartografia temática de mapeamentos geomorfológicos, além da caracterização da região em estudo a partir de seus aspectos morfoclimáticos. O estudo dos solos por sua vez, permitiu identificar diferentes classes de solos presentes na região, sua distribuição geográfica, sua cartografia, bem como suas características morfológicas, químicas e físicas. Já os estudos sobre a vegetação, ao inventariar todo o potencial florestal da área a partir de características fitogeográficas, ampliou o conhecimento sobre os ecossistemas existentes, além da análise de fisionomias vegetais ligadas aos seus ambientes climáticos, morfológicos e litológicos. (RADAM, 1976).

### **3- O Projeto Radam e a gestão do território na Amazônia**

A gestão compreendida como uma prática inteligente do poder que perpassa a simples noção de gerenciamento e administração, acha-se historicamente situada, em termos de sua atualidade, o que exige uma adequação com o momento presente no que diz respeito a sua instrumentalidade (Davidovich, 1991, p.8). Fato esse que tem ocorrido para assegurar determinadas relações de poder, primeiramente, com o uso de mapas e a *posteriori* com a incorporação acentuada de tecnologias que possibilitam uma visão mais abrangente do território.

Nesse sentido, e num contexto particular de inserção da região amazônica ao modo de produção capitalista, é que podemos entender a importância do Radam no processo de gestão desse território a partir da década de 1970.

A partir desse período a instalação do Radam e de outros programas deve ser entendido como resultado da reformulação das bases do controle e domínio político sobre o território nacional, que passa a ser realizado por meio do vetor científico-tecnológico moderno.

Partindo desses pressupostos, o Radam surge com a árdua missão de produzir de modo sistemático e científico, conhecimento sobre as características do meio físico e das reais potencialidades que a região poderia oferecer. Uma vez que para o Estado, somente através de pesquisas coordenadas é que seria possível realizar o levantamento e a qualificação dos recursos naturais da Amazônia (SUDAM, 1971, p.53). Tendo em vista que todo o conhecimento que se tinha da região foi estabelecido através dos percursos feitos ao longo dos rios e dos conhecimentos setorizados em torno de alguns núcleos de povoamento mais antigos. (Allevato & Pingarilho, 1979, p.19). Assim, ao dispor da imagem de radar sobre a imensa região o Radam procurou garantir informações que permitissem a tomada de decisões para a ocupação e aproveitamento dos recursos.(*idem*)

Intrínseco a esse processo, a geração de conhecimento pelo Estado sobre a grande fronteira, foi um mecanismo técnico de imenso valor político para o uso e a apropriação do território.

É nesse sentido que podemos afirmar que o Radam, como produtor de conhecimento sobre a região, se constituiu num recurso técnico e político de gestão e controle. Controle esse que não se limitou a pretensões puramente geopolíticas, mas também a criação de toda infraestrutura necessária ao processo de acumulação capitalista. Na medida em que as informações geradas foram, principalmente sobre os aspectos físicos da região, com as do solo por exemplo, ao indicar possíveis usos e disponibilidades dos recursos (**figura 04**).

Com o Radam, cria-se, portanto, toda uma estrutura para produção institucionalizada de informações sobre a Amazônia, visando assegurar as condições básicas à exploração econômica da região, tido como uma estratégia de desenvolvimento.

Assim, a partir dos levantamentos realizados pelo Radam foi implantado através do decreto nº 74.607, de 25 de Setembro de 1974, o Programa POLAMAZÔNIA (Programa de Pólos Agropecuário e Agrominerais da Amazônia), que consistiu na criação de 15 (quinze) pólos de desenvolvimento na região, sendo que cinco deles somente no Estado do Pará já, como parte integrante do II PND (Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento) no período compreendido entre 1974-79. (SUDAM, 1976).

A importância das informações geradas pelo Radam se deu na medida em que possibilitou inventariar todo o potencial natural da região do ponto de vista de suas perspectivas de mercado, como os aproveitamentos energético, madeireiro, pesqueiro, solo e subsolo da região, permitindo, assim, caracterizar áreas prioritárias de atuação, inaugurando ainda uma nova organização do espaço regional amazônico a partir de pontos que se ajustavam as diferentes possibilidades econômicas, em outras palavras viabilizou por parte do estado implementar ações mais concretas, no que tange a mobilização dos recursos, já que o desconhecimento geográfico da área era o principal empecilho a esse objetivo.

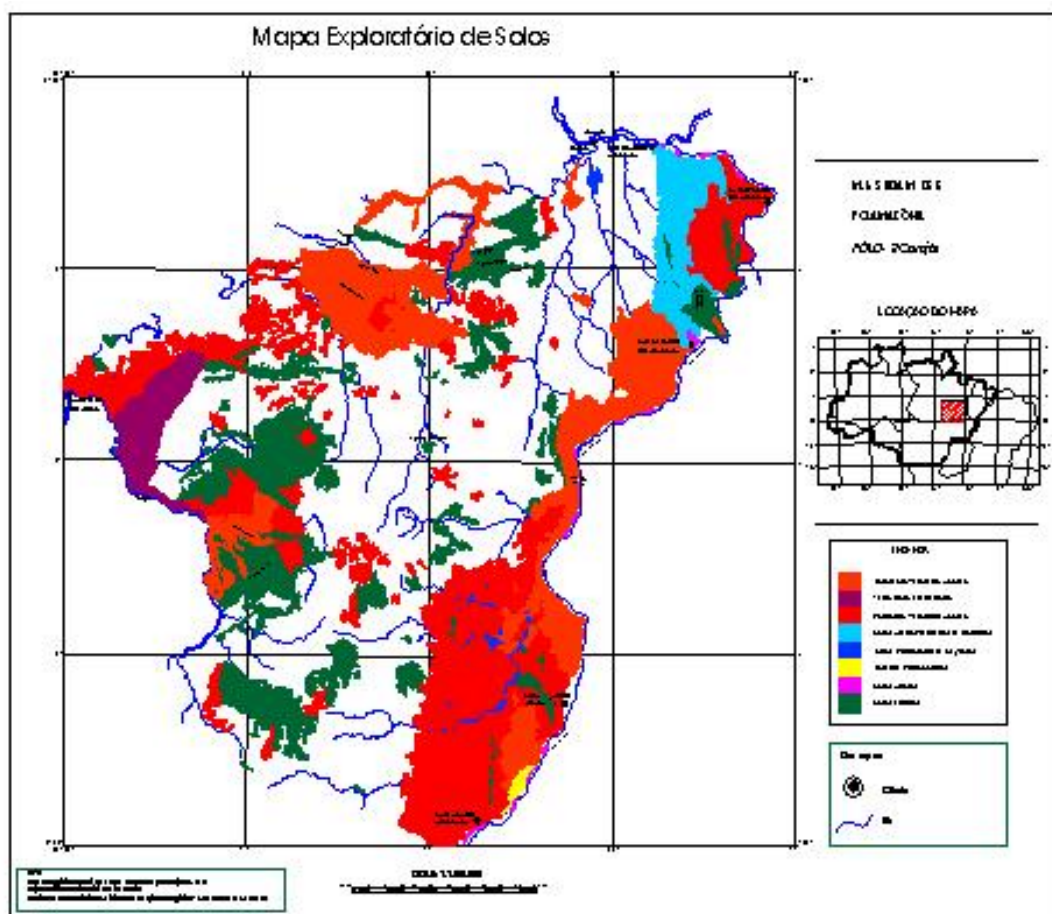


Figura 04: Mapa exploratório do solo da região de Carajás Sudeste do Pará Gerado no âmbito do Projeto Radam/

#### 4-Considerações Finais

A instalação do Radam foi um divisor de águas no processo de gestão do território na Amazônia. Isso por que o uso do radar imageador possibilitou a aquisição de um grande volume de informações num curto período de tempo.

No período considerado (dec. 1970), todo o equipamento utilizado pelo projeto se constituía no que se tinha de mais avançado, no que tange a coleta e geração de informações espaciais. Segundo Rodrigues (1982, p, 534 *apud* Pereira, 2005, p.49), *esse era o conjunto mais importante de todo o equipamento adquirido, o qual foi construído especialmente para a NASA e alugado na oportunidade para o Radam.*

O radar como gerador de informações, e nesse caso de informações espaciais, mostrou-se de fundamental importância para o reconhecimento das potencialidades naturais da região, tanto que na contemporaneidade os radares ainda desenvolvem um importante papel no processo de gestão atual do território amazônico, porém no âmbito do Projeto SIPAM (Sistema de Proteção

da Amazônia), que conta com modernos sensores de abertura sintética e como uma concepção bem mais abrangente em relação à apresentada pelo Projeto Radam.

Contudo, o radar, independente do período histórico e das características técnicas, é essencial no processo de geração da informação espacial, sobretudo por sua capacidade de aquisição de dados em quase todas as condições atmosféricas, provando, assim, sua funcionalidade em um número ilimitado de aplicações.

## 5-Referências

- Abreu, L. E. F. Precisão e Alcance da Radargrametria. In: Revista Brasileira de Cartografia, Ano 4, n. 12, abril/outubro, p.30-32, 1974.
- Becker, B. K.. **Redefinindo a Amazônia: o vetor tecno-ecológico**. In: Castro, I. E. de, *et all* (Orgs.). Brasil: questões atuais da reorganização do território. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996. (p.223-244).
- Allevalo, S. R., Pingarilho, M. de N. F. Análise e Tratamento da Material Cartográfico no Projeto Radam Brasil. In: Revista Brasileira de Cartografia, 19 n° 24, 1979.
- Davidovich, F. Gestão do território, um tema em questão. In: Revista Brasileira de Geografia, Rio de Janeiro, vol.3, n.53, Jul/Set, p. 7-31, 1991.
- Dutra, L.V, Mura, J. C., Freitas, C. de C., Santos, J. R. dos, Elmiro, M. T. Processamento de Imagens de Radar de Abertura Sintética- Princípios e aplicações. In: Workshop em Tratamento de Imagens, NPDI/DCC/ICEx/UFGM, 4, 2003. Anais...São José dos Campos: INPE, 2003. Artigos p.4-13. Disponível em: <http://www.npdi.dcc.ufmg.br/workshop/wti2003/pdfs/p04-dutra.pdf>. Acesso em 12 Ago. de 2006
- Gois, A. de S. Processador SAR em tempo real para a geração de imagens digitais. Campinas, SP, 2004.
- Escobar, I. P., Oliveira, S. A. M de, Lima, S. P. S., Prado, R. L. do, Ferreira, A. T. A. Reprocessamento digital das imagens SLAR dos Projetos RADAM e RADAMBRASIL- projeto RADAM D. In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR), 12, 2005, **Anais...** São José dos Campos: INPE, 2005. Artigos p. 4395-4397. CD-ROM, On-line. ISBN 85-17-00018-8. Disponível em:<<http://marte.dpi.inpe.br/rep-ltid.inpe.br/sbsr/2004/11.21.17.27>>. Acesso em: 10 jul. 2006.
- Pereira, I. Z. C. O projeto Radam, a informação geográfica e gestão do território na Amazônia: produção, controle e uso. (Monografia de Conclusão de Curso)- Universidade Federal do Pará: Belém, 2005.
- RADAM BRASIL. Folha Na 01; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, 1976
- Rosot, N. C. Integração de imagens de sensores de microondas e ópticos para fins de mapeamento e classificação de reflorestamento no sul do Brasil. (Tese de Doutorado em Engenharia de Produção)- Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.
- Silva, W. S.B. Uso de imagens Radarsat-1 para fluir de mapeamento de uso da terra e cobertura do solo em ambiente tropical úmido urbano: o caso de Manaus, Estado do Amazonas (Monografia de Conclusão de Curso)- Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2002.
- SUDAM. Subsídios ao Plano Regional de Desenvolvimento (1972-1974). Belém/Pa, 1971.
- SUDAM. POLAMAZÔNIA- Carajás. 2ª. Ed. Belém, 1976.
- Vannucci, T. A. M. Redução de Specklel em Imagem Radar. (Dissertação de Mestrado)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1999.