



**Universidade Federal do Pará**  
**Instituto de Geociências**  
**Programa de Pós-Graduação em Geologia e Geoquímica**

**PPGGG149 - CURSO ESPECIAL: SENSORIAMENTO REMOTO COM RADAR EM APLICAÇÕES GEOAMBIENTAIS**

Carga Horária Total: 30h

Créditos: 2

Período: 01 a 06 de agosto de 2011.

Professores: Pedro Walfir Martins e Souza Filho/UFGPA

Arnaldo de Queiroz da Silva (IEPA)

**Objetivo:** Fornecer uma atualização geral sobre os fundamentos (teoria) e o potencial da utilização de dados de radar de abertura sintética (SAR - Synthetic Aperture Radar) orbitais em aplicações geoambientais (cartografia, geologia, agricultura, florestas, hidrologia, etc.).

**Justificativa:** O uso de imagens de radar em aplicações geoambientais tem se tornado frequente com a maior disponibilidade de imagens geradas por sensores operando no espectro das micro-ondas abertos de plataformas aéreas ou orbitais. Os sistemas de imageamento por radar permitem grande flexibilidade na aquisição de dados por possibilitarem diferentes configurações de geometria de iluminação de alvos. Esta característica permite obter imagens sob diferentes ângulos de incidência e direção de visada. Há ainda possibilidade de se escolher sensores considerando características de polarizações e frequência. Esta gama de possibilidades exige do usuário um conhecimento básico dos fundamentos que definem a formação de imagens de radar para que seja assegurado que a escolha das imagens atenda adequadamente as aplicações desejadas.

O curso apresentará os fundamentos básicos relacionados com a formação da imagem destacando os parâmetros de sistema que interferem na sua formação bem como as propriedades físicas do alvo que determinam a intensidade e o tipo de interação do sinal medido. Também serão discutidos os tipos de distorções geométricas e radiométrica comumente observados nas imagens e os métodos adotados para corrigi-los. O curso terá uma parte prática onde serão demonstrados os procedimentos para correção radiométrica e geométricas como pré-processamentos necessários das imagens para sua interpretação, além de técnicas e classificação digital. Uma série de exercícios práticos de processamento digital de imagens PALSAR/ALOS com o software Geomatica 10.3 (PCI Geomatics) complementa a parte teórica do curso.

**Conteúdo Programático**

- **Dia 01**

***Manhã (09h00-12h00)***

Apresentação, objetivos, conteúdo e esquema do curso, distribuição do material didático. O Radar imageador, vantagens e desvantagens. Ondas eletromagnéticas, onda senoidal, conceitos de fase, de polarização, de comprimento de onda. O espectro eletromagnético e das microondas. Radar de Abertura Real (RAR) e Sintética (SAR).

***Tarde (14h00-17h00)***

A Equação de radar para um pulso. Geometria de imageamento. Grandezas angulares (depressão, visada, incidência, incidência local, azimute de visada). Range (alcance) e Azimute. Deslocamento topográfico (foreshortening, layover, sombra de radar).

- **Dia 02**

***Manhã (09h00-12h00)***

Resolução espacial. Célula de resolução. Amostragem digital. Resolução espacial em range e em azimute. Conceitos de single e multi-looks. Macro-topografia (forma e orientação dos alvos/antena). Rugosidade superficial e mecanismos de espalhamento superficial e volumétrico. Refletores de canto. Constante dielétrica. O ruído speckle. Representação de dados digitais SAR. Radares convencionais, polarizados e polarimétricos. Sistemas de SAR orbitais convencionais (ERS-1, ERS-2, JERS-1, RADARSAT-1), polarizados (ENVISAT ASAR) e polarimétricos (ALOS/PALSAR, RADARSAT-2).

***Tarde (14h00-17h00)***

Polarimetria: Natureza eletromagnética das micro-ondas e suas propriedades, Representações do vetor campo elétrico, Representação de dados SAR polarimétricos (matrizes polarimétricas), Síntese de polarização,

- **Dia 03**

***Manhã (09h00-12h00)***

Polarimetria: Teorema de decomposição de alvos: decomposição de Freeman-Durden, decomposição por autovalor-autovetor (modelo de Cloude-Pottier, modelo de Touzi), Estatística de dados polarimétricos, Métodos de classificação digital de imagens SAR polarimétricas.

***Tarde (14h00-17h00)***

Interferometria orbital: Noções básicas e aplicações

Aplicações em Cartografia. A produção de cartas topográficas pela estereoscopia do RADARSAT-1. Acurácias planimétricas e altimétricas.

Aplicações em Geologia. Fatores que influenciam na interpretação geológicas dos dados SAR. As Abordagens mono e estereoscópica com imagens RADARSAT-1. Produtos estereoscópicos Híbridos RADARSAT/Ópticos. Produtos integrados SAR/Ópticos, SAR/Aerogeofísica, SAR/Geologia. Classificação textural de dados SAR

- **Dia 4**

***Manhã (09h00-12h00)***

Aplicações em Florestas. Espalhamento do sinal de radar em Florestas. Os efeitos ambientais e parâmetros do sensor. Aplicação no mapeamento do tipo de cobertura florestal, desflorestamento, florestas inundadas.

***Tarde (14h00-17h00)***

Aplicações em Agricultura. Espalhamento do sinal de radar em alvos agrícolas. A extração de informação sobre culturas, mapeamento de práticas de manejo do solo, inferências sobre umidade. Parâmetros do sensor e do alvo na extração da informação. Direção de visada e época de aquisição das imagens.

- **Dia 5**

**Manhã (09h00-12h00)**

Aplicações em Hidrologia, Oceanos e Urbanismo. Umidade de solo. Inundações. Interação SAR-Oceano. Aplicações em detecção de navios, derramamento de óleo. Mapeamento de zonas costeiras. Parâmetros do Sensor a Alvo na detecção de alvos urbanos.

**Tarde: Prática (14h00-17h00)**

\*Sessão prática do uso do software PCI Geomatica 10.3 introduzindo o tratamento digital de imagens SAR (RADARSAT-2 e PALSAR/ALOS) em aplicações variadas: Leitura de dados Single Look Complex, conversão de SLC para matrizes de potência (Covariância e Coerência), Extração de dados polarimétricos de alvos pontuais; conversão do plano inclinado (slant range), para o plano do terreno (ground range), calibração radiométrica, filtragem de ruído speckle, classificação digital por métodos polarimétricos, correção geométrica por orto-retificação, fusão de imagens.

A avaliação do aprendizado do aluno será através de prova escrita ao final da parte prática.

Bibliografias de referência do curso:

- CCRS. Radar polarimetry: advanced radar polarimetry tutorial. In: Fundamentals of remote sensing. 2001. 97p Disponível em: <[http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/polarim/pdf/polarim\\_e.pdf](http://ccrs.nrcan.gc.ca/resource/tutor/polarim/pdf/polarim_e.pdf)>.
- Dendrom Resource Surveys Inc. 1992. Radar Remote Sensing: A Training Manual. 213ps.
- GlobeSAR-2 1999. Sensoriamento Remoto por Radar, CCRS-CIDA, CD-ROM.
- HENDERSON, F. M., LEWIS, A. J. 1998. Principles & Applications of Imaging Radar. Manual of Remote Sensing, 3rd Ed., Vol. 2., Am. Soc. for Photog. And R.S. 866 ps.
- LEE, S. E.; POTTIER, E. Polarimetric radar imaging: from basics to applications. CRC Press: Taylor & Francis Group, 2009, 398 p.
- PCI Geomatics. Geomatica FOCUS V.10.3 2010. User Guide, PCI Geomatics Enterprises Inc., Richmond Hill Ontario, Canada, 179 pp.
- PCI Geomatics. Geomatica OrthoEngine V.10.3 2010. User Guide, PCI Geomatics Enterprises Inc., Richmond Hill Ontario, Canada, 179 pp.
- PCI Geomatics. Geomatica SAR Polarimetry Workstation V.10.3 2010. User Guide, PCI Geomatics Enterprises Inc., Richmond Hill Ontario, Canada, 179 pp.
- FREITAS, C.C.; SANT'ANNA, S.J.S.; RENNO, C.D.; CORREIA, A.H.; FRERY. Utilização de imagens de radar de abertura sintética na classificação de uso e ocupação do solo, 2007. 54 p. Disponível em: <http://www.dpi.inpe.br/livros.php>
- WOODHOUSE, I. Introduction to microwave remote sensing. CRC Press, 2006. 369 p.