

CARACTERIZAÇÃO, CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO
DE SATÉLITES DE OBSERVAÇÃO DA TERRA.

AMAURI SILVA MONTES
GOVINDARAJU KRISHNA RAYALU

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS
AVENIDA DOS ASTRONAUTAS, 1758 - C.P. 515
CEP 12201 - SÃO JOSÉ DOS CAMPOS - SP

. CARACTERIZAÇÃO NA FASE DE PRÉ-VOO.

O trabalho apresenta procedimentos para a caracterização, calibração e validação de Satélites de Observação da Terra. São discutidos métodos de caracterização e calibração tanto na fase de pré-vôo como também na de pós-lançamento. A abordagem aqui apresentada restringe-se a satélites cuja carga útil seja composta por sistemas imageadores operando na faixa espectral correspondente ao visível e infravermelho.

A caracterização do sistema imageador na fase de pré-vôo é realizada em laboratório, o qual deve ser equipado com simulador de cena, posicionador do bloco óptico, simulador de sinais elétricos e controladores. Estes equipamentos irão gerar os padrões ópticos necessários para a realização dos testes do imageador como também deverão gerar e interpretar os sinais elétricos para complementação dos testes do sistema. Esta infraestrutura possibilitará o levantamento dos seguintes parâmetros: campo de visada, Função de Transferência de Modulação (MTF), ruído, registro entre bandas e calibração radiométrica.

. CARACTERIZAÇÃO E VALIDAÇÃO NA FASE DE PÓS-LANÇAMENTO.

Nesta fase, devem ser abordados principalmente os seguintes itens:

- Calibração em órbita.
- Função de Transferência de Modulação (MTF).
- Resolução radiométrica.
- Modelo do sistema de imageamento.
- Qualidade geométrica das imagens.

. CALIBRAÇÃO EM ÓRBITA.

Após o lançamento, os coeficientes de calibração radiométrica são reavaliados através de três métodos. O primeiro consiste na utilização do calibrador de bordo. Entretanto, a experiência adquirida em vários satélites (p. ex. SPOT) mostrou que o calibrador de bordo sofre perturbações significativas. É importante comparar os resultados obtidos desta forma com dados extraído através de métodos independentes. Estabelecem-se assim o segundo e terceiro métodos, denominados respectivamente de "Áreas no Solo como Alvo de Calibração" e "Referência em Relação a Outro Sensor". A área selecionada como alvo deve possuir grandes dimensões (vários pixels), ser uniforme, próxima a Lambertiana. SÃO normalmente escolhidas regiões desérticas. As medições são realizadas durante a passagem do satélite. Calcula-se assim a radiância aparente à entrada do sensor, utilizando-se modelamento atmosférico adequado. Os coeficientes de calibração são finalmente avaliados através dos resultados anteriores e dos níveis digitais da imagem do alvo.

O terceiro método toma outro satélite como referência. Nenhuma medição é realizada durante a passagem do satélite, mas apenas são levantados dados atmosféricos.

. FUNÇÃO DE TRANSFERÊNCIA DE MODULAÇÃO (MTF).

O levantamento da Função de Transferência de Modulação (MTF) é fundamental para se avaliar a capacidade de resolução espacial efetiva do sistema. Este trabalho analisa dois métodos principais para a avaliação da MTF na fase de pós-lançamento:

- Método fotointerpretativo.
- Levantamento da Função de Espalhamento Linear.

O método fotointerpretativo é indireto e foi utilizado na avaliação do satélite SPOT. O segundo método analisado é direto e tem como principal dificuldade a obtenção de Relação sinal/ruído suficiente para a sua aplicação.

. RESOLUÇÃO RADIOMÉTRICA.

A resolução radiométrica é avaliada com a verificação da relação sinal/ruído, quando uma radiância constante e uniforme é apresentada ao sensor. Nesta fase de pós-lançamento, determinam-se os ganhos apropriados e são feitas recomendações para a escolha de técnicas operacionais de equalização. Neste aspecto, quando o calibrador de bordo não funciona adequadamente, são utilizadas imagens de alvos homogêneos, compostos normalmente por grandes áreas cobertas de gelo.

. MODELO DO SISTEMA DE IMAGEAMENTO.

A validação do modelo do sistema de imageamento é realizada com a análise dos seguintes pontos:

- Matriz de deslocamento.
- Dados de atitude.

Para ambos os casos são utilizados pontos de controle. A matriz de deslocamento descreve as discrepâncias entre as direções de apontamento da fase de pré-vôo e as posteriores ao lançamento. A validação dos dados de atitude é realizada computando-se as discrepâncias entre as coordenadas dos pontos de controle dadas por mapas e aquelas fornecidas pelo modelo.

. QUALIDADE GEOMÉTRICA DAS IMAGENS.

A qualidade geométrica das imagens é avaliada pela análise dos seguintes aspectos:

- Localização da imagem.
- Qualidade intrínseca da imagem.

A qualidade intrínseca da imagem é avaliada através de parâmetros, tais como distorção de comprimento, anisomorfismo, coerência local e registro entre bandas.