

# CALIBRAÇÃO ABSOLUTA DA CÂMERA CCD/CBERS-2

## Orientação aos usuários

### Considerações gerais

A calibração absoluta de um sensor tem como objetivo relacionar o número digital (ND) existentes nas imagens por ele gerada com valores de radiância ( $L_\lambda$ ), permitindo assim aos usuários a transformação dos NDs presentes nessas imagens em valores físicos como a própria  $L_\lambda$  ou como em valores de reflectância ( $\rho_\lambda$ ).

Os procedimentos que serão apresentados a seguir visam instruir a comunidade usuária de dados da câmera CCD, colocada a bordo do satélite CBERS-2, sobre como proceder para viabilizar as transformações em questão.

Vale salientar que todo o procedimento descrito fundamenta-se na calibração de imagens CCD/CBERS-2 nível L1 (nível padrão de distribuição das imagens adotado pelo INPE).

### Dos coeficientes de calibração

Foram determinados coeficientes de calibração mediante o procedimento apresentado no fluxograma da Figura 1.

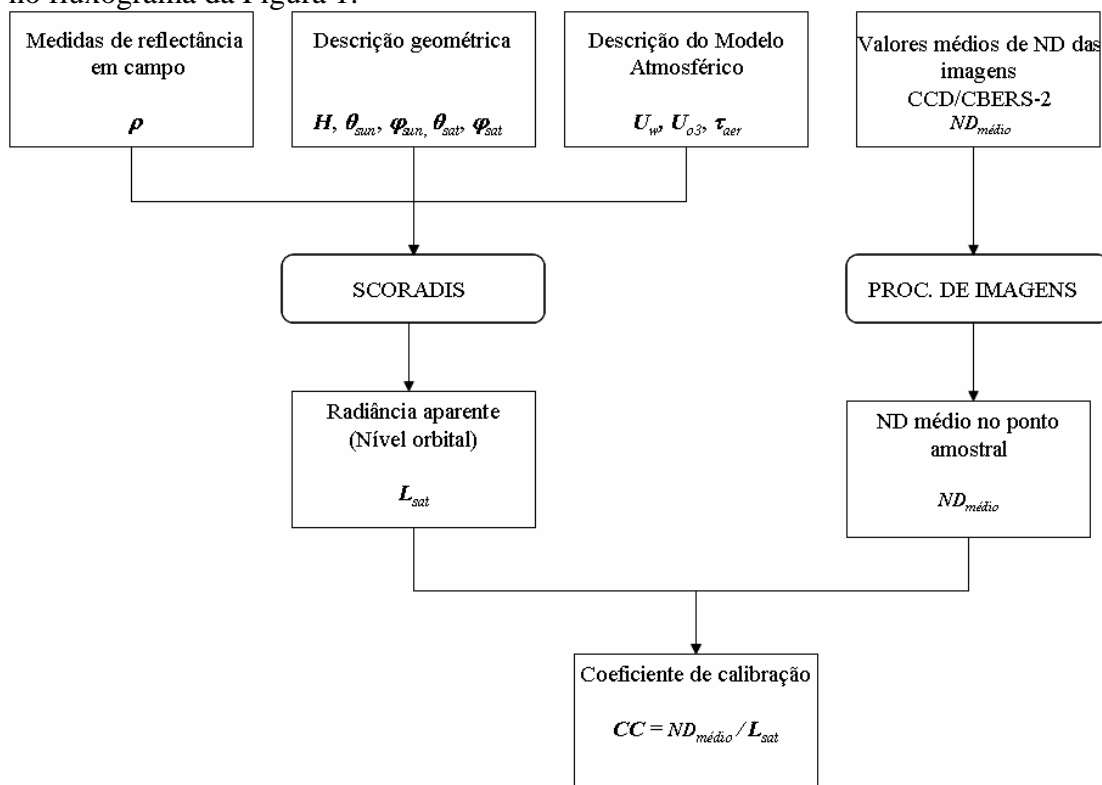


Figura 1 – Fluxograma referente aos procedimentos que originaram os coeficientes de calibração da câmera CCD/CBERS-2.

*Medidas de reflectância em campo* ( $\rho$ ): essa etapa incluiu a seleção de sítios de calibração localizados em território nacional que atendessem alguns critérios básicos que conferissem aos resultados um máximo de confiabilidade. Esses critérios relacionaram-se à altitude média das superfícies de referência (preferencialmente acima dos 1000m), regiões com baixos índices de nebulosidade no horário de passagem do satélite, uniformidade espectral (caracterizada pelos Coeficientes de Variação de valores de  $\rho$  determinados em campo) e pela isotropia espectral (caracterizada pela dinâmica dos valores de  $\rho$  ao longo de específicos intervalos de tempo);

*Descrição geométrica*: aqui são levados em consideração dados referentes a altitude efetiva da superfície de referência, bem como demais dados que caracterizam as geometrias de iluminação ( $\theta_{\text{sun}}$  e  $\varphi_{\text{sun}}$ ) de visada ( $\theta_{\text{sat}}$  e  $\varphi_{\text{sat}}$ ) no horário de passagem do satélite sobre a superfície de referência;

*Descrição do modelo atmosférico*: trata-se de uma das etapas mais importantes de todo o procedimento, pois quanto mais confiável for a caracterização dos parâmetros atmosféricos, mais confiável também será o valor de  $L_{\lambda}$  estimada no topo da atmosfera ( $L_{\text{sat}}$ ) que originará os coeficientes de calibração. A caracterização em questão fundamentação no cálculo da Profundidade óptica ( $\tau_{\text{aer}}$ ), Concentração de Ozônio ( $U_{\text{O}_3}$ ) e Concentração de Vapor D'água ( $U_{\text{w}}$ );

*Valores médios de ND das imagens CCD/CBERS-2*: conforme já mencionado anteriormente, todo o procedimento de calibração descrito aqui se fundamentou em imagens CCD/CBERS-2 nível L1. Assim, valores de ND médios foram determinados para cada banda espectral, os quais foram determinados mediante a localização dos pixels referentes aos pontos das medições radiométricas realizadas em campo, concomitantemente à passagem do satélite. Esses valores médios foram determinados mediante a média aritmética dos NDs dos 5 pixels em torno do pixel central referente à coordenada do ponto de calibração (incluindo o próprio ND do pixel central);

*SCORADIS*: trata-se de um aplicativo desenvolvido pelo Centro de Estudos Meteorológicos e Climáticos Aplicados à Agricultura da Universidade Estadual de Campinas (CEPAGRI/UNICAMP) que tem como objetivo aplicar o modelo 5S de correção atmosférica. Nesse caso, o modelo foi invertido para estimar a interferência atmosférica sobre os valores de  $\rho$  determinados em campo, permitindo assim determinar os valores de  $L_{\text{sat}}$ ;

*Coeficientes de calibração*: o cálculo dos Coeficientes de Calibração ( $CC_n$ ,  $n=1,2,3,4,\text{pan}$ ) é viabilizado mediante a relação entre os NDs médios e os respectivos valores de  $L_{\text{sat}}$ .

Os coeficientes de calibração apresentados na Tabela 1 foram determinados mediante a realização de duas campanhas de calibração, sendo uma realizada em junho e outra em agosto de 2004 em superfícies de calibração eleitas em fazendas localizadas na região de Luiz Eduardo Magalhães, oeste do Estado da Bahia.

Tabela – 1 Coeficientes de calibração absoluta da câmera CCD/CBERS-2 ( $CC_n$ )

<i>CCD-1</i>	<i>CCD-2</i>	<i>CCD-3</i>	<i>CCD-4</i>	<i>CCD-Pan</i>
1,009	1,930	1,154	2,127	1,483

## Conversões de interesse

O cálculo de  $L_\lambda$  (aparente) se dá mediante a aplicação da seguinte equação:

$$L_\lambda = NDn/CCn$$

Onde:  $L_\lambda$ = radiância espectral aparente;

NDn= número digital extraído da imagem na banda n (n=1,2,3,4,pan);

CCn= coeficiente de calibração absoluta para a banda n (n=1,2,3,4,pan).

O resultado é expresso então em  $W.m^{-2}.sr^{-1}.\mu m^{-1}$

Para a transformação dos valores de  $L_\lambda$  em valores de reflectância aparente ( $\rho_{apa}$ ) basta aplicar a seguinte equação:

$$\rho_{apa} = (3,1423*(NDn/CCn)*D**2)/(esunn*cos(zen));$$

Onde: D= distância Terra-Sol em unidades astronômicas (assume valores 0,983 em janeiro e 1,0167 em julho);

esunn= valores de Irradiância solar no topo da atmosfera na banda n (n=1,2,3,4,pan), apresentados na Tabela 2;

cos(zen)= cosseno do ângulo zenital solar no momento de aquisição da imagem.

Tabela 2 – Valores de esunn no topo da atmosfera ( $W.m^{-2}.\mu m^{-1}$ )

esun1	esun2	esun3	esun4	esunpan
1934,03	1787,10	1548,97	1069,21	1664,33

É importante salientar que  $\rho_{apa}$  contém toda a interferência atmosférica, não servindo, portanto para caracterizar espectralmente um objeto mediante sua avaliação. Para viabilizar tal caracterização, faz-se necessário a determinação de valores de Reflectância de Superfície ( $\rho_{sup}$ ) mediante a aplicação de algum modelo de correção atmosférica, seja ele fundamentado na transferência radiativa ou não.

Os coeficientes de calibração apresentados estão sob constante avaliação e solicitamos que qualquer inconsistência ou dúvida sejam dirigidas a Dr. Flávio Jorge Ponzoni, pelo endereço eletrônico [flavio@ltid.inpe.br](mailto:flavio@ltid.inpe.br).