

RELATÓRIO DE PROJETO

ÁREA: PROCESSAMENTO DE IMAGENS: SENSORIAMENTO REMOTO

"O USO DE MODELOS DIGITAIS DE TERRENO PARA COMPENSAR O EFEITO DE RELEVO SOBRE ÁREAS DE REFLORESTAMENTO EM IMAGENS DE SATÉLITES"

Luiz Alberto Vieira Dias\*\*  
Flávio Jorge Ponzoni\*  
Eni Alvim de Oliveira\*

Ministério da Ciência e Tecnologia-MCT  
Instituto de Pesquisas Espaciais - INPE  
(\*\*) Depto. de Processamento de Imagens-DPI  
(\* ) Depto. de Pesq. e Aplicações em Sensoriamento Remoto-DPA  
Caixa Postal 515 - 12201 - São José dos Campos - SP

Se a terra fosse plana e sem atmosfera a reflectância de uma cobertura vegetal medida por um sensor colocada à bordo de um satélite seria uma função das características espectrais desta cobertura. No caso específico de áreas de reflorestamento, além da curvatura terrestre e da influência atmosférica verifica-se uma interferência considerável do relevo, uma vez que os plantios de essências florestais apresentam uma forte tendência de serem confundidos em áreas não planas por serem mais baratas. Entretanto, se tivermos um modelo matemático que represente a superfície em estudo (a copa das árvores) é possível compensar a inclinação do terreno por meio do conhecimento físico da reflectância. Esse modelo matemático é o Modelo Digital de Terreno, ou Modelo Numérico de Terreno - MNT. Utilizando-se uma carta topográfica precisa da região, ou fotografias aéreas e um restituidor, é possível determinar um MNT. No presente trabalho, como exemplo, foi selecionada uma área reflorestada com eucaliptos, no município de Jambeiro-SP, e gerou-se um MNT. Nesta área teste, além de eucaliptos há também florestas naturais secundárias, que tanto em fotografias aéreas como em imagens de satélite se confundem com os eucaliptos. O objetivo foi gerar um MNT da área teste e para cada sub-área de determinada inclinação compensar, por meio de modelos de sombreamento utilizados em computação gráfica, a reflectância medida em satélites de sensoriamento remoto. Desta maneira a reflectância fica normalizada como se o satélite estivesse observando um alvo plano. Assim a classificação automática produz resultados mais confiáveis. Para checar a validade dos resultados um trabalho de campo foi efetuado, onde alguns pontos-chaves foram medidos para confirmar sua validade. Para simplificar o trabalho foi escolhido um gênero apenas (*Eucalyptus* spp.). Em relação ao equipamento, foi utilizado o SITIM

(SISTEMA INTERATIVO DE TRATAMENTO DE IMAGENS), desenvolvido no INPE, com o software SGI (Sistema de Informações Geográficas). Esse sistema, baseado em microcomputador do tipo PC-XT ou AT compõe-se de uma CPU, teclado, monitor alfanumérico, monitor gráfico (512x512 pixels), mesa digitalizadora, frame buffer de 4 planos de 1024x1024 pixels com "zoom" e "pan" por hardware. Em relação ao modelo de sombreado, considerou-se uma fonte de luz no infinito (o Sol) e a superfície fosca, portanto a luz refletida seria difusa. Neste caso a intensidade (reflectância) não depende da orientação da superfície em relação ao observador, mas somente da orientação da superfície em relação à fonte de luz. É importante, portanto, conhecer a posição do sol em relação à superfície. A intensidade da luz difusa recebida pelo observador é função da intensidade da fonte (sol), do coeficiente de difusão-reflexão do gênero (para o *Eucalyptus* spp.), da distância entre a superfície e o observador e do ângulo de elevação do sol. No caso real a superfície não é perfeitamente fosca, nem perfeitamente especular, mas um meio termo, e neste caso a intensidade refletida também depende da posição do observador em relação à superfície, porém este caso será deixado para estudos posteriores. O MNT é gerado a partir de amostras em posições-chaves (cristas, vales e pontos culminantes), porém não regularmente espaçadas no plano horizontal. A primeira providência é, através do SGI, gerar uma grade regular no plano horizontal, utilizando a técnica de interpolação da média ponderada dos vizinhos mais próximos (função inversa do quadrado das distâncias). Em seguida a grade é refinada por um interpolador Akima e um modelo tridimensional é apresentado. Um programa de cálculo da declividade, a partir do MNT é finalmente usado para, no programa de sombreado, compensar a inclinação do terreno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMARA NETO, G.; ERTHAL, G.J.; ALVES, D.S.; PAIVA, J.A.C.; FELGUEIRAS, C.A.; OLIVEIRA, E.A. "Especificação da versão 2.0 do SGI". INPE, São José dos Campos, publicação interna, agosto de 1987.
- BANON, G.J.F. "Bases da Computação Gráfica". SBMAC, Minicurso do X Congresso Nacional de Matemática Aplicada e Computacional, Gramado, RS, setembro de 1987.
- BUI-TUONG, Phong "Illumination for Computer Generated Pictures". Communications of the ACM, 18(6), pg. 311-317, junho de 1975.
- FOLEY, J.D.; Van DAM, A. "Fundamentals of Interactive Computer Graphics". Addison-Wesley Publishing Co, Reading, MA, 1984.