



UnB



Monitoramento da Biomassa Florestal com Tecnologia RADAR Orbital

Giancarlo Santilli,
Cristian Vendittozzi,
Paolo Gessini

FGA – Engenharia Aeroespacial



Sumário

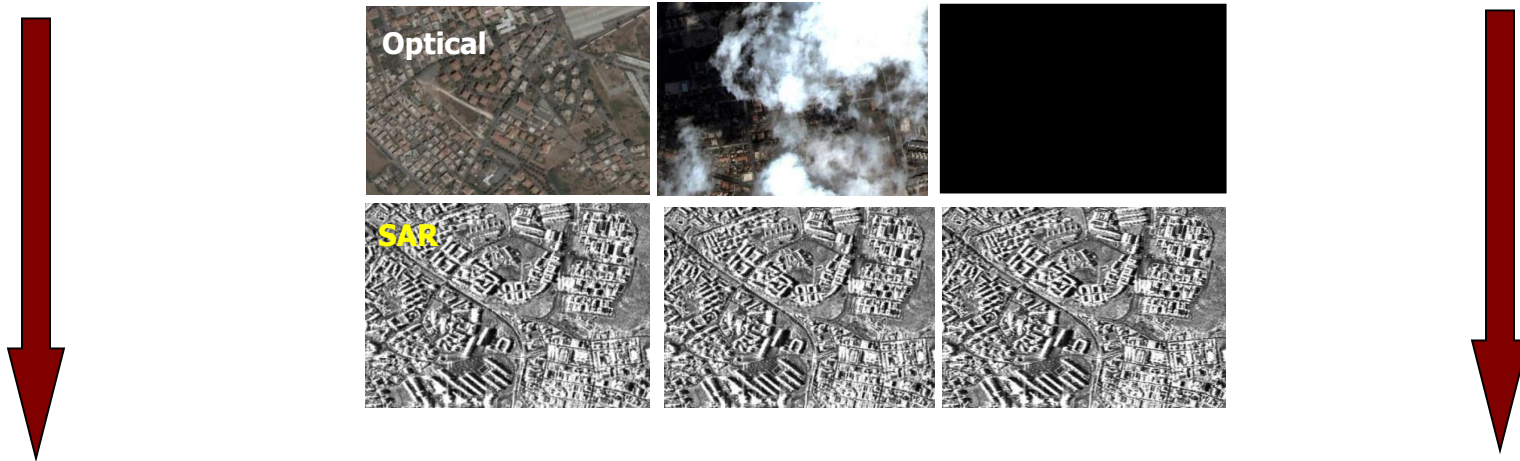
- Introdução
- Porque RADAR Orbital ?
- RADAR para Avaliação de Biomassa: estado da arte.
- Aplicação RADAR: Monitoramento de Biomassa Florestal
- Avaliação de Biomassa
- Conclusões

Introdução

- Durante a última década o desenvolvimento de aplicações com microondas para avaliação de biomassa, aumentou significativamente.
- A bordo de satélites existem sensores agora disponíveis com várias frequências de ondas como L, C, X, com diferente polarização (HH, VH, HV e VV) e com ângulo de incidência desde baixos até grandes. E satélites com mais grande comprimento de onda (banda P) estarão disponíveis no futuro.

Porque RADAR Orbital ?

- As propriedades das microondas deixar feixe de penetrar através das nuvens, de forma independente de iluminação solar, permitindo a aquisição de imagens durante o dia e a noite.



Aquisição de dados durante qualquer condição meteorológica.

Nas mesmas condições orbitais, respeito ao caso óptico, duplica o *revisit time*.

Porque RADAR Orbital ?

➤ As microondas interagem com as características superficiais, e informações sobre umidade e as características físicas como a forma da folha, a estrutura (caraterizada por índice de área foliar) e a biomassa podem ser fornecidos.



Muitas vezes, isso dá mais informações sobre os vários estratos da folha do que apenas a reflectância obtidos a partir de dados ópticos...

➤ Existem aplicações únicas como a *Interferometria*, que se relacionam apenas com os sistemas SAR.

RADAR para Avaliação de Biomassa: estado da arte.

- Para diferentes tipos de vegetação, a intensidade de *backscattering* e seu padrão multi-temporal dependem dos diferentes comprimentos de onda, ângulos de incidência e as polarizações utilizadas;
- Dados de Observação da Terra (EO) fornecem o potencial para avaliar a biomassa de plantas bioenergéticas. A madeira é a maior recurso de bioenergia, e por isso as florestas são o interesse especial, para monitorar e avaliar a quantidade de bioenergia potencial que pode ser usada.
- Historicamente isso foi feito com dados ópticos. No entanto, devido as frequentes coberturas de nuvens, as aplicações SAR multi-temporais demonstraram ser muito uteis na classificação da vegetação e nas avaliações de e biomassa.

Aplicação RADAR: Monitoramento de Biomassa Florestal

- 27% da superfície terrestre global (3,6 bilhões de ha) é florestal. As florestas são a reserva de carbono e combustível. Também nos países desenvolvidos uma quantidade bastante grande de energia vem das florestas;
- A tecnologia RADAR pode ser utilizada para estimar a biomassa das florestas, mas os resultados e a precisão da avaliação dependem de: frequência, polarização e ângulo de incidência do sinal utilizado.

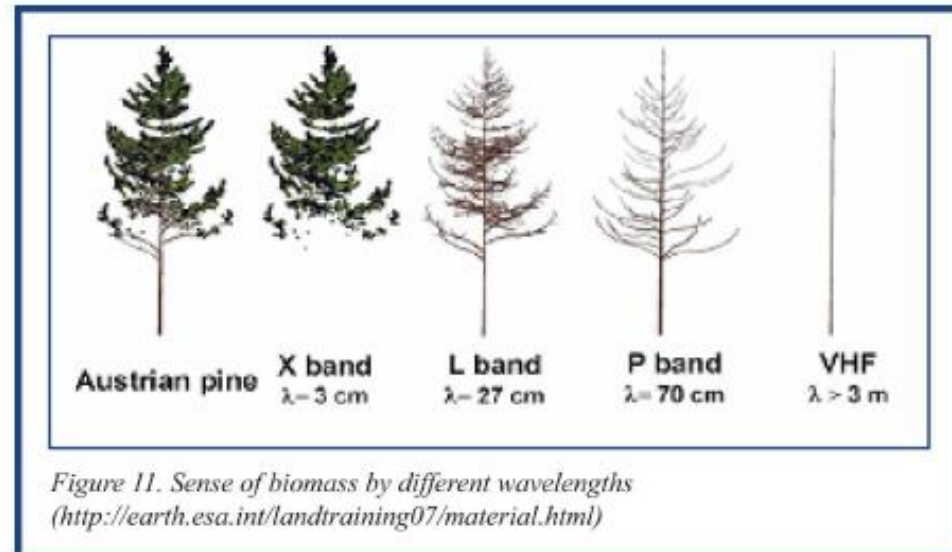
Aplicação RADAR: Monitoramento de Biomassa Florestal

- Dependendo da frequência e polarização, as ondas podem penetrar na vegetação. O sinal *backscattering* e a penetração do feixe não só irá variar na dependência das propriedades dos sensores, mas também devido aos diferentes tipos de copas, composição da floresta, densidade e troncos por hectare.
- Geralmente, quanto mais longo o comprimento de onda, mais grande será a penetração na copa.
- Respeito ao polarização, as aquisições com cross-polarização (VH/HV) têm uma penetração menos significativa que no caso de mono-polarização (HH/VV).

Aplicação RADAR: Monitoramento de Biomassa Florestal

➤ Existem diferentes interações com os vários elementos dos árvores e nos diferentes comprimentos de onda. O sinal de backscattering recebido, contém informações sobre a biomassa acima do solo.

➤ A contribuição das folhas para o sinal e backscattering é significativo para comprimento de onda curto (K, X). No comprimento de onda mais longo (L, P), as folhas não contribuem para a retrodifusão e atenua a onda (ver fig).



Aplicação RADAR: Monitoramento de Biomassa Florestal

- Por causa de uma penetração mais profunda na copa, a sensibilidade de área foliar (representado por Índice de Área Foliar - LAI) é muito maior do que com os sensores ópticos.
- A banda L é muito eficaz para mapear florestas e distinguir áreas florestais de não florestais.
- A sinergia entre banda X, onde a estrutura da floresta é bem distinta e a banda L, dá bons resultados na classificação de áreas florestais, mas também é aplicado para classificar os cultivos (ver fig).



Aplicação RADAR: Monitoramento de Biomassa Florestal

➤ O primeiro passo para a avaliação da biomassa é fazer uma classificação das áreas de vegetação. Devido à alta variabilidade das classes de vegetação durante o ano, repetidas classificações devem ser realizados, a fim de fazer estimativas de biomassa com uma precisão aceitável. Essa possibilidade é fornecida por a band X (ondas curtas).

➤ A figura rapresenta uma composição com imagens em banda X de "três bandas": HH; VV e VV/HH (área na Polónia).



Aplicação RADAR: Monitoramento de Biomassa Florestal

- Fusão de dois comprimentos de onda (banda X e banda L) dá melhores resultados para distinguir tipos de vegetação.
- A precisão da classificação pode ser muito alta, até 98%.
- O grau de penetração do feixe de entrada e através da cobertura, depende da densidade e a estrutura da copa incluindo a presença de lacunas.

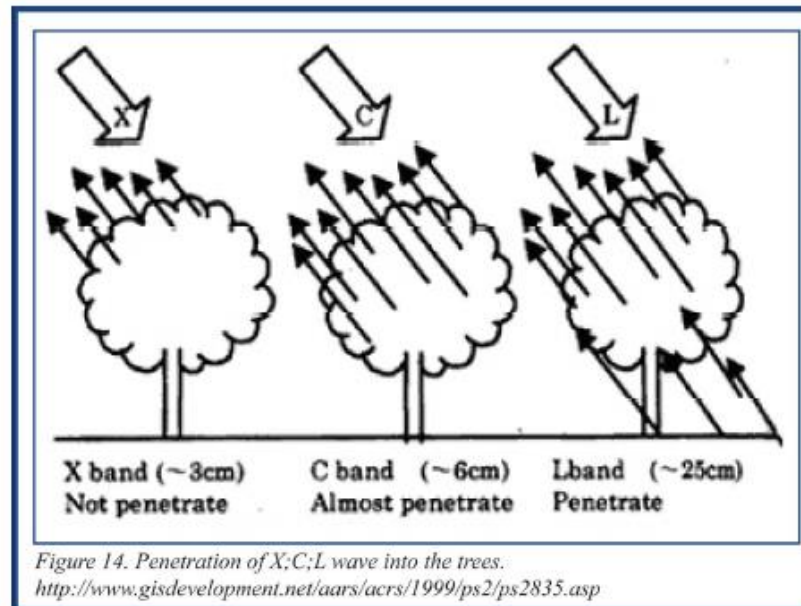


Figure 14. Penetration of X;C;L wave into the trees.
<http://www.gisdevelopment.net/aars/acrs/1999/ps2/ps2835.asp>

Avaliação de Biomassa

- Muitos estudos foram feitos recentemente para encontrar a relação entre biomassa florestal e o sinal de backscattering RADAR.
- Vários estudos têm apontado que o sinal de backscattering de diferentes frequências são sensíveis a Biomassa até 80-200 toneladas/ha (Hussin, Dobson, Le Toan, Beaudoin, Rauste, ecc).
- Os resultados mostraram que, devido à saturação do sinal backscattering, a frequência mais alta (como a banda C), pode medir biomassa florestal até max. 50 t/ha, a faixa L até max. 100 t/ha e frequências mais baixas (tais como a banda P), até 200 t/ha.
- Outros estudos (Watanabe), mostraram que na banda L, o sinal de saturação, na estimativa de biomassa, é função da polarização.

Conclusões

- Em geral, a banda L e P mostram um maior potencial na estimativa da biomassa florestal, mas este resultado é muito dependente da estrutura da floresta e a densidade dos árvores.
- Os estudos provam que na banda P com polarização HH, o tronco domina a sinal de backscattering (sensibilidade à biomassa do tronco). Para polarização VV, a retrodifusão é função do ramo-tronco-solo. Para a polarização HV domina o backscattering do ramo. Normalmente, a biomassa do ramo está bem correlacionada com a biomassa total .
- A técnica PPD (Polarization Phased difference) também pode ser usada para estimativas de biomassa florestal. A média PPD está relacionada com a idade, altura e biomassa do tronco.

Conclusões

- A sinal de backscattering na banda P está mais relacionada aos ramos das árvores, e na banda C o relacionamento é maior com o tronco e a coroa de eles.
- Na banda L os melhores resultados foram encontrados entre a polarização HV e quatro variáveis florestais: biomassa, altura, dbh e troncos totais.
- Pode-se afirmar que bons resultados de correlação foram obtidos utilizando-se dados SAR de frequência baixa e crosspolarizada para estimativa de biomassa florestal. A variável BCI (Biomass Consolidation Index), que é a combinação de densidade de biomassa (t/ha) e consolidação (quantidade de árvores por ha) é o melhor descritor de biomassa na sinal de backscattering.



Muito Obrigado!!

santilli@aerospace.unb.br