

## K: Tratamento de Dados de Radar

No ENVI há um conjunto de ferramentas desenvolvidas para o tratamento de dados de radar e, em especial, radares de abertura sintética - SAR (Synthetic Aperture Radar).

Além disso, diversos dos recursos padrões para o processamento de imagens podem ser utilizados em imagens de radar. Recursos tais como realce, manipulação de cores, classificação, registro, retificação geométrica, etc.

A utilização de dados de radar traz algumas vantagens, entre as quais destacamos o fato da aquisição não depender do clima no instante em que ela é feita. Ou seja, a interferência de nuvens é muito baixa na imagem radar, e isto ocorre porque o sensor de radar atua na faixa de microonda, onde a absorção de energia pela umidade do ar é baixa.

No entanto há alguns problemas inerentes ao dado radar que prejudicam a interpretação das imagens, tais como o ruído "speckle" e o efeito padrão de antena. Para estes casos há rotinas específicas desenvolvidas para corrigir as falhas presentes na imagem. Uma explicação sobre os principais conceitos de imagem radar encontrados neste capítulo, você encontra na seção **"Para Saber Mais"**

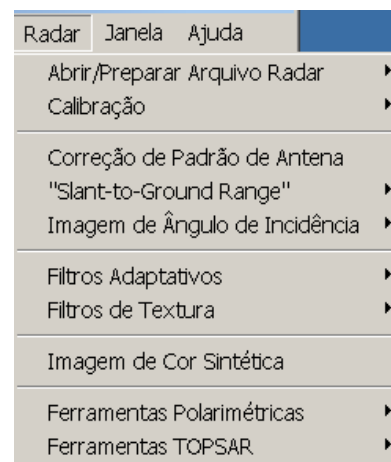
### 1. Ambiente para tratamento de dados de Radar

O ENVI possui um dos mais completos suporte para o tratamento de dados SAR provenientes dos sensores AIRSAR/TOPSAR, RADARSAT e SIR-C

Entre os formatos suportados incluem-se o padrão CEOS. Dados comprimidos do AIRSAR fornecidos pelo JPL (Jet Propulsion Laboratory), os quais estão no formato Matriz de Stokes, são sintetizados.

As correções radiométricas (Padrão de Antena e "Speckle") e espaciais (Slant Range) são processadas tanto a partir do 'header' (cabeçalho) dos dados TOPSAR, RADARSAT e SIR-C, como de dados de outras fontes, desde que todos os parâmetros, como altitude de vôo(km), mínima distância(km), tamanho do pixel em 'Slant Range'(m), etc, sejam fornecidas via teclado.

Abordaremos a seguir como abrir cada tipo de dado.



**Figura K-1: Menu de funcionalidades para dados SAR**

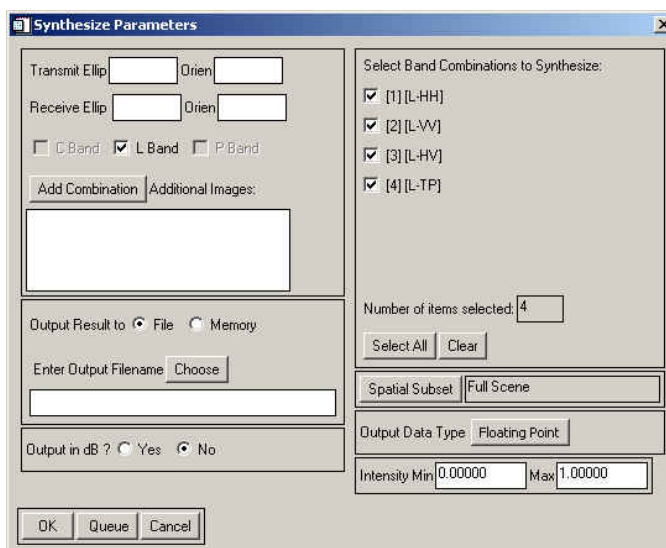
### 1.1. Visualizar cabeçalho e arquivo de imagem SIR-C

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Radar – Abrir/Preparar Arquivo de Radar – Visualizar Cabeçalho CEOS Genérico”.
- Aparece a janela “Enter Compressed Data Products Filename”. Selecione o arquivo NDV\_L.CDP (contido no CD de dados do ENVI).
- Aparece a janela “CEOS Header Report”. Nessa janela contém informações sobre a imagem de radar a ser analisada.

Dados importantes com relação a imagem são mostrados, como o número de linhas e colunas (samples), tipo de dado, a projeção (Slant ou Ground Range), tamanho do pixel (em metros), a polarização, entre outros.

O JPL distribui os dados do SIR-C em um formato compactado (extensão .cdp , como visto logo acima), devendo ser sintetizado para visualizá-los.

- Selecione, dentro do menu principal, a cadeia de comandos “Radar – Ferramentas Polarimétricas – Sintetizar Imagens SIR –C”.
- Aparece a janela “Input Data Products File”. Clique no botão “Open File”.
- Selecione o arquivo NDV\_L.CDP. Quando o nome do arquivo aparecer no campo “Selected Files L:”, clique “OK”.



**Figura K-2: Escolha dos parâmetros de saída para o arquivo sintetizado**

Em seguida surge a caixa de diálogo para definição dos parâmetros de sintetização (figura K-2). As três polarizações - HH, VV e HV - e TP (de Total Power) são marcadas, o tipo de dado de saída é ponto flutuante (Floating Point) e escolha o nome do arquivo sintético de saída (extensão .syn).

- Clique em OK e o resultado aparecerá na lista de bandas disponíveis.
- Visualize a banda L-TP recém gerada, e aplique um realce interativo, selecionando, dentro do menu da janela gráfica, a cadeia de comandos “realce – Realce Interativo”.

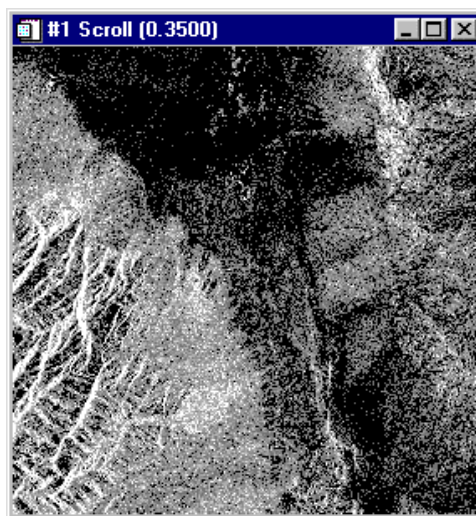
- Na janela de realce escolha Histogram\_Source - Band e Stretch\_Type - Gaussian.

Note como é forte o aspecto granulado da imagem. A suavização deste efeito, inerente ao dado radar, pode ser feita mediante aplicação de filtros específicos ou através do processamento "multi-look".

## **1.2. Redução de ruído Speckle**

Este é sem dúvida um dos fatores complicam a interpretação das imagens obtidas por RADAR e que impediu um crescimento maior da aplicação desta tecnologia pela comunidade usuária de sensoriamento remoto.

Com os avanços da tecnologia de aquisição e dos algoritmos de processamento dos dados de radar, cada vez mais este tipo de informação tem se tornado útil e utilizada.



**Figura K-3: Banda L-TP**

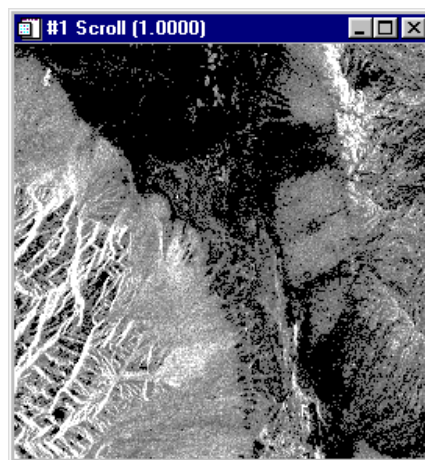
## **Processamento Multi-look**

Aqui, fazemos um processamento que irá gerar um arquivo compactado .cdp de uma imagem "3 looks" da original.

- Selecione, dentro do menu principal, "Radar – Ferramentas Polarimétricas - Dados Compactados Multi-look – SIR-C Multi-look .
- Na janela "Input Data Product Files", entre com o arquivo NDV\_L.CDP .
- Logo após, é carregada a janela "SIRC Multi-Look Parameters" altere o número de visadas ("looks") de 1 para 3, tanto em "range", quanto em azimuth e escolha o nome do arquivo compactado .cdp novo.
- Os parâmetros referentes a número de colunas e linha e resolução em metros são ajustados automaticamente, de acordo com o número de visadas escolhido. Clique em OK.

Para visualizar o resultado, basta sintetizar o arquivo compactado gerado nesta operação, da mesma maneira com feito na seção 1.1 deste capítulo do Guia.

**DICA:** Quando aparece a janela "Input Data Product Files", se tiver nos seus campos alguma imagem



**Figura K-4: Banda L-TP com "3 looks"**

carregada anteriormente, clique no botão “Reset” para carregar um novo arquivo.

Veja na Figura K-4 como realmente o aspecto granulado reduziu consideravelmente após processamento "multi-look". O tamanho da imagem, no entanto, igualmente diminui, pois houve uma degradação na resolução espacial em azimuth e "range".

## **Filtragem**

O ENVI lhe disponibiliza os filtros mais utilizados para reduzir o speckle. São filtros chamados adaptativos, tais como:

Lee Frost

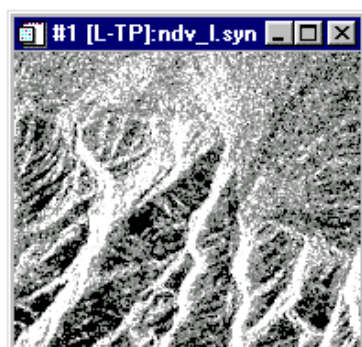
Gamma

Kuan

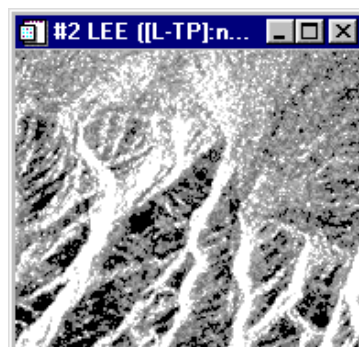
Sigma Local

Erros de Bit

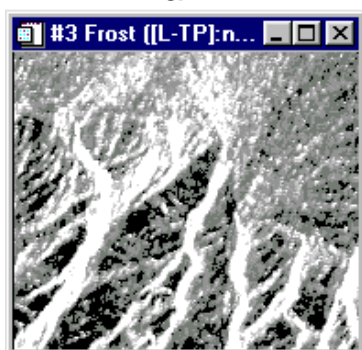
- Para aplicar o filtro, selecione, dentro do menu principal, a opção “Radar – Filtros Adaptativos – [filtro desejado]”.



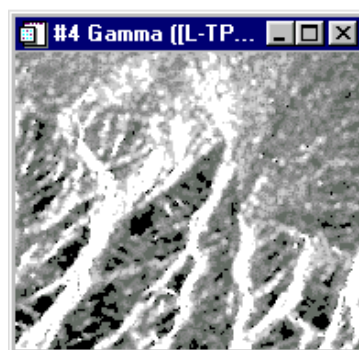
a



b



c



d

**Figura K-5: Imagem SIR-C (a) , com filtro Lee (b), filtro frost (c) e filtro Gamma (d)  
Todos usando janela 3 x 3**



### 1.3. Slant Range para Ground Range

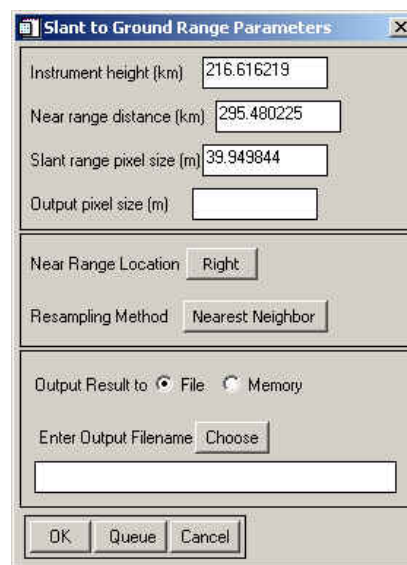
Para corrigir as distorções geométricas decorrentes da aquisição de imagem por radar (ver seção "Para Saber Mais"), o ENVI emprega as rotinas que executam esta tarefa para quaisquer formatos de dados radar. Para os formatos AIRSAR, RADARSAT e SIR-C, ele é capaz de ler automaticamente os parâmetros necessários, a partir das informações contidas nos cabeçalhos.

Caso os dados estejam em um formato diferente destes três, deve-se entrar com os parâmetros de altitude de vôo (km), range próximo (km) e tamanho do pixel em "slant" (m).

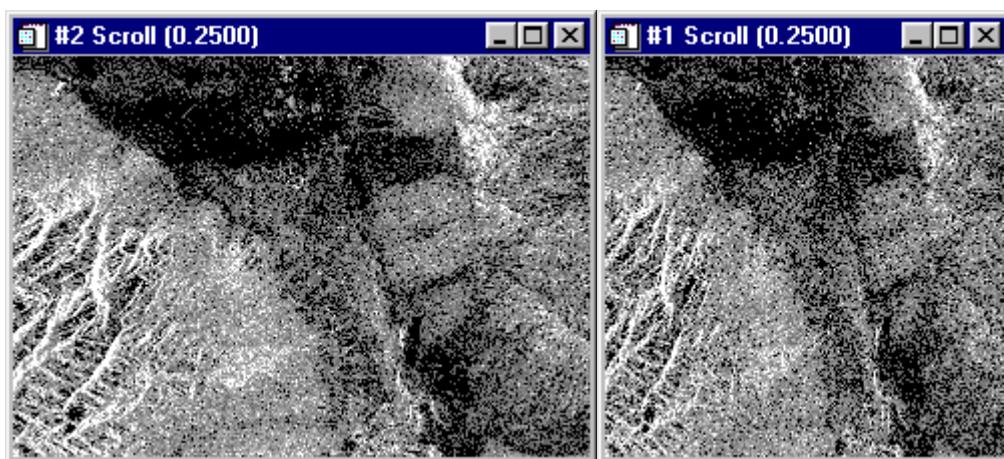
- Selecione, no menu principal, a cadeia de comandos "Radar – Slant-To-Ground Range – SIR-C"
- Escolha o arquivo de parâmetros NDV\_L.CDP e depois o arquivo sintetizado NDV\_L.SYN.

Na janela "The Slant to Ground Range Parameters" (Figura K-6), os campos correspondentes a altitude de vôo (km), distância 'range' próximo (km) e tamanho de pixel (m) em 'Slant' são automaticamente preenchidos pelo arquivo de cabeçalho.

- Digite 13.32 no campo "Output pixel size (m)"
- Para método de reamostragem, escolha "Bilinear" e entre com o nome NDV\_GR.IMG para o arquivo de saída.



**Figura K-6: Definição de parâmetros de conversão Stand-Ground Range**



**Figura K-7: Imagem Ground -Range  
banda L  
Polanização HH**

**Figura K-8: Imagem Slant -Range  
banda L  
Polanização HH**

Visualize e compare as duas projeções, como as que estão acima. Perceba na primeira imagem, como realmente em "slant range" o pixels ficam com um tamanho reduzido com relação ao tamanho normal, dado por "ground range". A direção de visada é da direita para a esquerda, e a distorção é maior no lado direito e menor no lado esquerdo da imagem.

#### **1.4. Visualização das Assinaturas de Polarizações**

As assinaturas de polarização são representações tridimensionais de todo o sinal espalhado de radar, sobre um único pixel ou um conjunto deles. Mostra o retroespalhamento em todas as combinações de polarizações de transmissão e recepção. Chama-se de co-polarizada a combinação onde a transmissão e recepção têm a mesma polarização, enquanto que a combinação onde ambas são ortogonais entre si é denominada polarizada cruzada.

As polarizações não são extraídas da imagem inteira, mas sim de regiões de interesse (ROIs) que o usuário define ou carrega de regiões predefinidas.

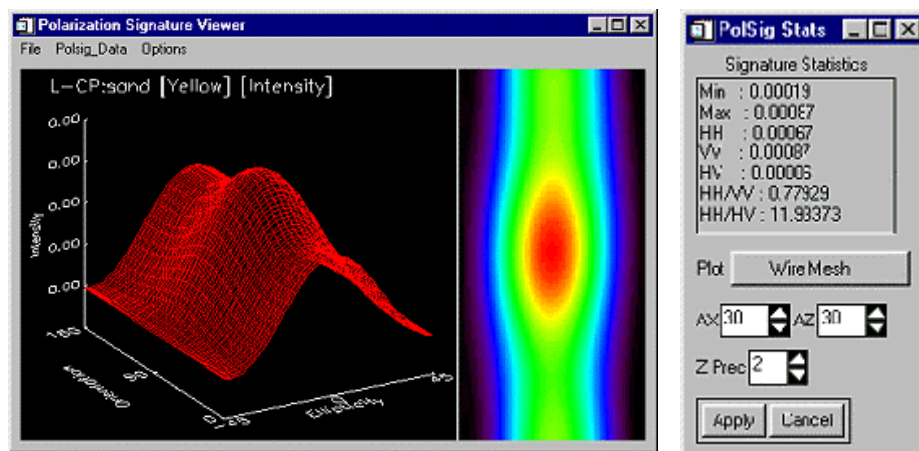
- Selecione, dentro de menu principal, a cadeia de comandos "Ferramentas – Região de Interesse – restaurar Arquivo de ROI Gravado".
- Abre-se o arquivo \envidata\ndv\_sirc\pol\_sig.roi , que se encontra no CD de dados do ENVI.

As regiões são vegetação, deserto, areia e fan.

Embora as ROI's sejam visualizadas sobre o display da imagem, elas servirão de referência para extrair assinaturas da matriz compactada do arquivo .cdp.

- Selecione, no menu principal, "Radar – Ferramentas Polarimétricas – Extrair Signaturas de Polarização – SIR-C". Selecione a imagem NDV\_L.CDP.

Após selecionar todos os itens ("Select All Items") e saída para memória ou arquivo, tecler OK e as assinaturas em 3-D do valor de intensidade (eixo Z), bem como a vista superior (2-D) de cada item serão mostradas em janelas individuais



**Figura K-9: Visualizador de assinaturas de polarização, com os dados da região amarela, correspondente ao alvo areia (sand), com a sua vista superior dada no lado direito da janela. Ao lado aparece a janela informando a estatística de *intensidade*, e os parâmetros de visualização do gráfico.**

No canto superior esquerdo do gráfico 3-D consta a informação que os dados são da banda L, com combinação co-polarizada (CP), do alvo areia (sand), da cor da ROI (yellow) e do valor mapeado (Intensity).

No eixo X temos 91 valores de elipticidade ("ellipticity") variando entre  $-45^\circ$  a  $45^\circ$ , e no eixo Y há outros 181 ângulos de orientação, indo de  $0^\circ$  a  $180^\circ$ .

A tabela de cores padrão da vista superior é em escala de cinza, a qual pode ser alterada para qualquer outra tabela do ENVI na caixa de diálogo acessada por "Options – Color Tables..."

É possível alterar também o valor mapeado pelos gráficos, de intensidade para intensidade normalizada (entre 0 e 1) ou para decibéis (dB). E ainda alternar a combinação de polarização entre co-polarizada e polarizada cruzada. Tudo isso na opção de menu "Polsig\_Data"

### 1.5. Realçando a imagem radar

O ENVI disponibiliza diversas ferramentas para o processamento de imagens em geral, que podem ser muito úteis para imagens de radar. Um exemplo disso é a rotina de criação de composição colorida sintética.

O princípio desta metodologia, é baseado na transformação do espaço de cores HSV para o espaço RGB. Basicamente, aplica-se um filtro passa baixa e outro passa alta na imagem, e colocamos as baixas frequências no matiz (H), as altas no valor (V) e fixamos uma saturação (S). Daí então é feita a transformação destas bandas para o espaço de cores RGB.

A utilização deste método em imagem radar tem por finalidade melhorar a exposição das características da imagem em larga escala, refinando detalhes. Ele apresenta melhores resultados em áreas de moderado relevo.

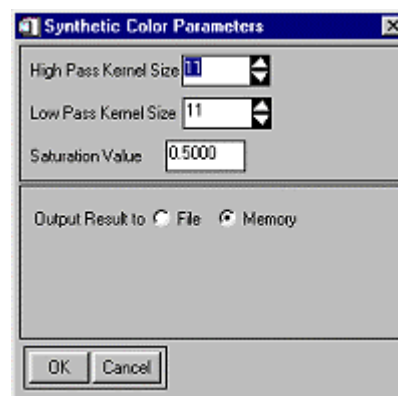
Para maiores detalhes, consulte o artigo:

Daily, M., 1983 "Hue-saturation-intensity split-spectrum processing of Seasat radar imagery", Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, Vol. 49, No. 3, pp. 349-355.

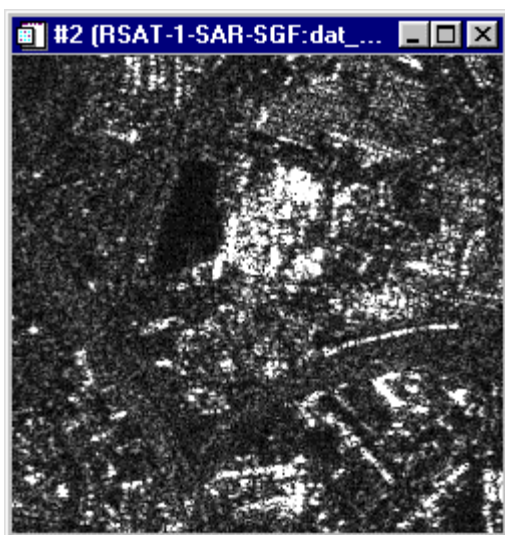
- Abra o arquivo do CD-ROM  
'\envidata\rsat\_sub\bonnrsat.img'
- Vá para ' Transformações -> Imagem de Cor Sintética' e selecione a imagem.

Aparecerá uma janela para entrar com o tamanho das janelas dos filtros passa alta e baixa, bem como o valor de saturação.

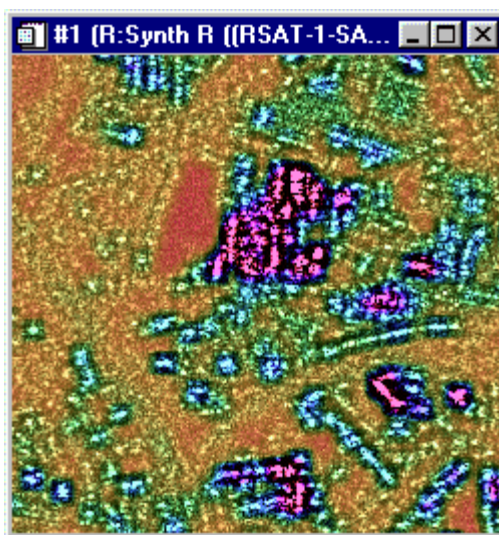
Como resultado temos três bandas que correspondem cada uma a um canal do espaço de cores RGB. Ao comparar a composição colorida com a imagem radar original, há um grande acréscimo de informação visual, onde os contornos entre diferentes alvos ficam bem mais realçados.



**Figura K –10: Escolha dos parâmetros de criação da composição colorida sintética**



**Figura K –11: Parte da imagem original**



**Figura K –12: Composição Colorida Sintética**



## **2. Para Saber Mais: Imageamento por RADAR**

O termo radar é uma sigla derivada de "Radio Detection And Ranging". Nas imagens óticas obtidas tanto por aerolevantamento como por satélites, precisamos de uma fonte de luz para que o filme fotográfico ou o sensor eletrônico, sejam sensibilizados pela radiação refletida pelo alvo no terreno. Neste caso temos exemplo de sensores passivos.

Já o radar emite a sua própria fonte de radiação, na faixa do microondas, captando igualmente o sinal de retorno refletido pelo alvo. Por isso ele é dito como um sensor ativo, ou seja, ele próprio gera a sua fonte de radiação. Portanto, isto possibilita ao radar realizar imagens durante a noite.

Além disso, nesta faixa de comprimento de onda, a influência de nuvens é muito baixa no sinal. Isto significa, que mesmo em dias nublados, a aquisição de imagens por radar pode ser feita sem grandes perdas de qualidade.

Para emitir e captar a radiação refletida, o radar dispõe de uma antena, que transmite sinais (ondas) numa extensão do terreno variando o ângulo de incidência  $\theta$ .

A antena do radar é capaz de tanto de emitir como receber sinais nos planos horizontal (H) e vertical (V). Portanto, a antena poderá:

1. transmitir horizontal, receber horizontal – HH
2. transmitir vertical, receber vertical – VV
3. transmitir horizontal, receber vertical – HV
4. transmitir vertical, receber horizontal - VH

Os modos HV e VH são usados para discriminar certos alvos. Por exemplo, se a antena envia um sinal polarizado horizontal, ao chegar no terreno e retornar ele é espalhado em diversas outras direções. No entanto, na maior parte das vezes, o componente vertical do sinal de retorno terá forte influência da vegetação presente na área atingida.

O avião ou satélite, segue uma direção de vôo e o sinal (pulso) é emitido na direção perpendicular em intervalos regulares de  $T$  segundos.

A largura da célula de resolução, na direção de vôo ( $r_a$ ) é diretamente proporcional a altitude de vôo e ao comprimento de onda do pulso. E é inversamente proporcional ao comprimento da antena e ao cosseno do ângulo de incidência.

Para sensores aerotransportados, cuja a altitude de vôo é da ordem de centenas de metros, para obter uma resolução de 20 metros, o tamanho da antena deve ter aproximadamente entre 8 e 10 metros de comprimento.

No entanto, para os sensores orbitais, onde a altitude é da ordem de centenas de quilômetros, a antena deveria ter um comprimento próximo a 10 quilômetros. Este tipo de antena é claramente inviável, tanto do ponto de vista técnico como econômico.

Então desenvolveu-se um radar que simula uma antena com estas proporções, a fim de obter resolução semelhante. A este tipo de radar é dado o nome de Radar de Abertura Sintética, ou simplesmente SAR (Synthetic Aperture Radar). A seguir são apresentadas

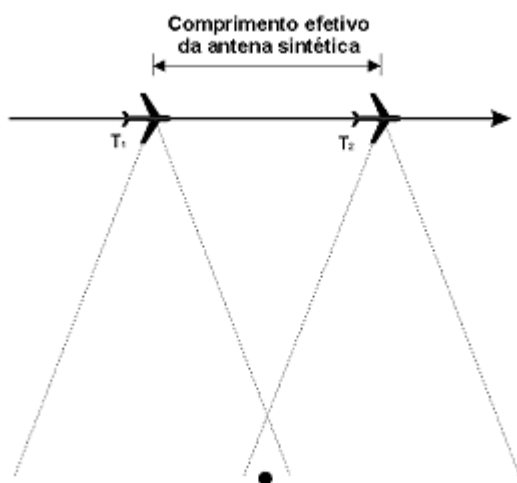
características próprias de imagem radar e SAR especificadamente, que resultam em alguns problemas na interpretação visual das mesmas.

## **2.1. Aquisição SAR**

Vamos analisar pontualmente o procedimento de geração de imagens por um SAR. A partir de um instante  $T_1$  o radar emite pulsos a um ponto **P** localizado na direção de "range", a plataforma se desloca e no instante  $T_2$ , novamente são emitidos pulsos a este mesmo ponto **P**. A diferença entre  $T_1$  e  $T_2$  é denominada intervalo de abertura.

Durante este período entre  $T_1$  e  $T_2$  a plataforma deslocou-se a uma velocidade  $V$  em relação ao solo, logo o comprimento da antena sintética é obtido por

$$L_s = V \times (T_2 - T_1)$$



**Figura K –13: Esquema do modo de transmissão e recepção de sinais de um SAR**

Exemplos de sensores SAR orbitais são o japonês JERS-1 e o canadense RADARSAT. E de sensor SAR aerotransportado o AIRSAR/TOPSAR, da NASA

## **2.2. Distorções da imagem adquirida**

### **'Slant' e 'Grount Range' - distorção geométrica**

Abaixo temos uma figura que representa esquematicamente a plataforma onde o radar está acoplado e os pulsos transmitidos. Vamos identificar o que significa cada símbolo apresentado:

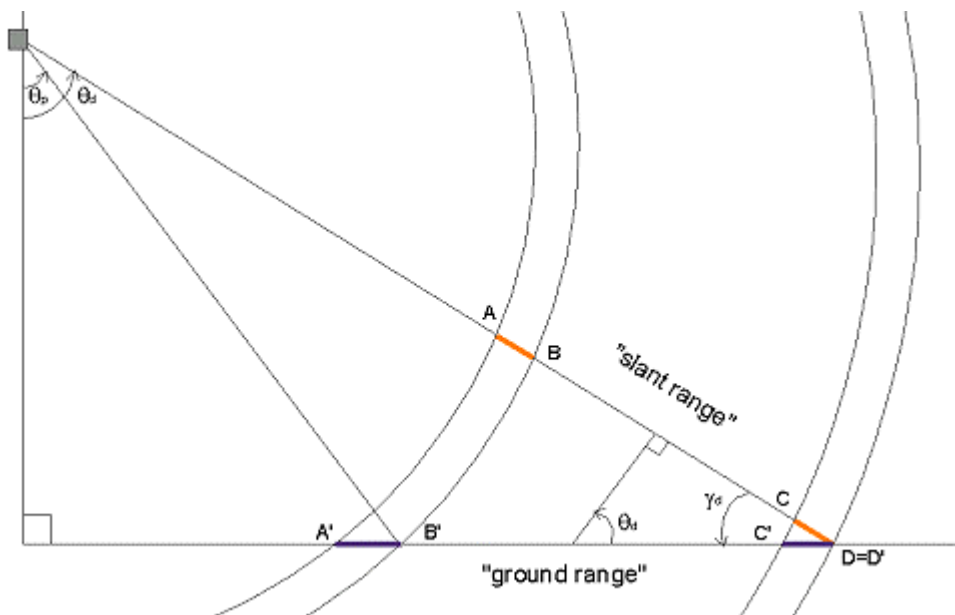


Figura K –14: Geometria de aquisição de imagem SAR

- $q_p$  -  $p$  : ângulo de incidência 'próximo', ou seja, referente ao menor ângulo de visada na direção de aquisição dos dados
- $q_d$  : ângulo de incidência 'distante', referente ao maior ângulo de visada.
- $g_d$  : ângulo complementar do triângulo, igual a  $(90 - q_d)$

Os pulsos têm período fixo, logo os segmentos AB e CD possuem o mesmo comprimento na direção de "slant range". Entretanto, a projeção no terreno ("ground range") destes segmentos não preserva esta equivalência, pois irá variar de acordo com a distância do ponto com a direção nadir do sensor.

Com isso, uma mesma variação de distância em "slant", não corresponderá a uma mesma variação em "ground range". Portanto, como podemos perceber visualmente na Figura K-14, os segmentos A'B' e C'D' não tem o mesmo comprimento.

Analisando geometricamente, vemos que:

$$CD' = C'D' \cos(g_d)$$

$$CD' = C'D' \cos(90 - q_d)$$

$$CD' = C'D' \sin(q_d)$$

Portanto, qualquer distância (SL) em 'slant', é convertida para 'ground range' (GR), por

$$GR = SL / \sin(q)$$

## Padrão de Antena - distorção radiométrica

Veja que a distância que o pulso percorre no ângulo de incidência máximo é maior que a distância percorrida no ângulo de incidência mínima. A potência do sinal decai em relação ao cubo da distância ao ponto -  $P \sim 1 / R^3$  -, havendo uma perda no brilho da imagem na direção de "range".

O conjunto SAR possui um componente eletrônico que procura corrigir automaticamente esta perda de potência no sinal. Mas esta correção possui imperfeições, necessitando-se ainda a aplicação de um algoritmo de correção de padrão de antena, que irá minimizar as incorreções remanescentes.

Uma observação importante, é que esta distorção pode ser desconsiderada quando a plataforma for orbital, pois a razão entre a distância mínima e máxima  $R_{\min} / R_{\max}$  é aproximadamente unitária, o que ocasiona pouca perda de potência do sinal, do início ao fim da linha de aquisição.

Portanto esta correção é mais importante quando a plataforma for aerotransportada, onde a razão  $R_{\min} / R_{\max}$  não pode ser ignorada

## 2.3. Imagem Complexa

O formato complexo de um dado radar, deriva do processamento dos dois componentes do sinal retroespalhado de fase  $q$  : o real ('quadrature'  $Q$ ) e o imaginário ('in-phase'  $I$ ), onde

$$Q = \cos(q)$$

$$I = \sin(q)$$

Com isso forma-se a imagem amplitude do dado complexo, dada por:

$$A = (Q^2 + I^2)^{1/2}$$

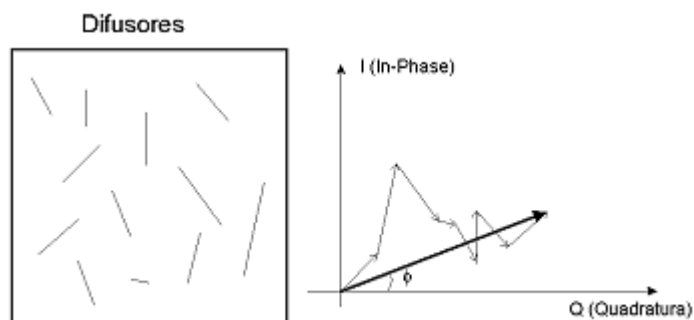


Figura K –15: Difusores que formam a amplitude em cada célula de resolução (pixel)



Cada pixel da imagem amplitude é formado por elementos denominados difusores, que igualmente possuem componentes reais (Q) e imaginários (I) - Figura G-15 -, com diferentes fases e amplitudes, organizados de forma aleatória. O valor do pixel é o resultado da soma vetorial (coerente) destes difusores. I

Como consequência, temos uma imagem com uma textura granulada, com uma aparência de "sal e pimenta", um ruído o qual se dá o nome **speckle**.

De duas maneiras podemos reduzir o ruído speckle: via processamento "multi-look" ou via filtros adaptativos.

O processamento "multi-look", consiste em gerar na direção de vôo, N imagens no intervalo de abertura sintética da antena do SAR, e calcular uma imagem que será a média dessas.

Como consequência positiva, aumentará a relação sinal/ruído, no entanto a resolução diminuirá, pois a largura de cada visada ("look") será menor do que a do intervalo de abertura sintética.

Os filtros adaptativos fornecem um modo de remover o speckle das imagens sem afetar seriamente as características espaciais dos dados.

Os principais filtros adaptativos são:

- **Filtro de Frost** : este filtro reduz o speckle e preserva as bordas da imagem, utilizando estatística local. O pixel filtrado é substituído pelo valor calculado pela distância do centro do filtro, o fator de amortecimento, e a variância local.
- **Filtro de Lee** : ele é baseado no desvio padrão (sigma) para suavizar o ruído speckled, cuja a intensidade está relacionada com a cena da imagem, e contém um componente multiplicativo e/ou aditivo. Ele filtra os dados baseados na estatística calculada dentro de uma janela individual de filtragem. Diferentemente de um filtro passa-baixas típico, o filtro de Lee, bem como outros filtros sigma similares, preserva detalhes enquanto elimina o ruído. O pixel filtrado é substituído por um valor calculado que usa os pixels ao redor dele.
- **Filtro de Kuan** : este filtro também reduz o speckle e preserva as bordas da imagem. Ele transforma o ruído multiplicativo em um modelo. Similar ao filtro de Lee, mas com uma função peso diferente. O pixel filtrado é substituído por um valor calculado baseado na sua estatística local.

### **3. Aplicações**

#### **Mineração na cidade de Colônia, Alemanha**

A direção de visada do satélite para a escavação da mina é da direita para esquerda. As paredes e estepes da escavação agem como refletores de canto, produzindo uma forte resposta. Isto na figura aparece como uma série de linhas concêntricas. O lado oeste é sombreado pelo pulso do radar, por isso está em um tom mais escuro.



**Figura K-16**

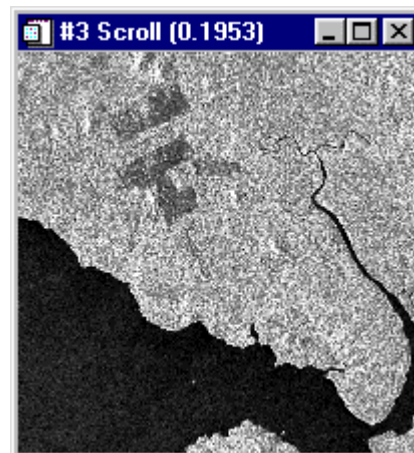


**Figura K-17**

#### **Região de armazenamento e distribuição de petróleo**

Uma rede de oleodutos cruzam o deserto, no Iraque. Um conjunto de tanques é visível no centro da imagem. Acredita-se que o teto destes tanques são móveis, onde a altura do teto varia de acordo com o nível de petróleo depositado no tanque.

Tanques parcialmente cheios, onde o teto está em um nível abaixo com relação às paredes, atuam como refletores de canto, produzindo um brilho maior na imagem. Por outro lado, tanques cheios possuem tetos ao nível das paredes, produzindo um baixo retorno de sinal, e por consequência um tom de cinza menor na imagem.



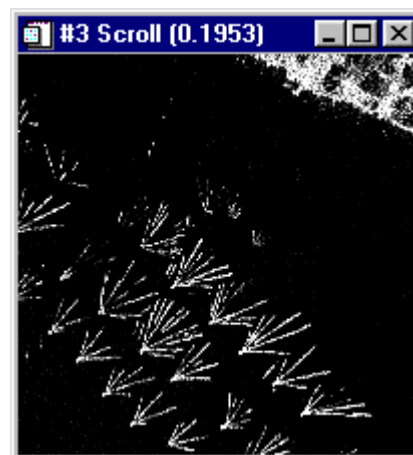
**Figura K -18**

#### **Desmatamento, Ilha de Natuna, Indonésia**

Situada na costa oeste de Borneo, no Sul do Mar da China, é coberta por uma densa floresta tropical e pântanos. Desmatamentos, na fronteira sul da ilha, são um dos poucos indícios de habitação nesta remota ilha. Os claros retangulares possuem textura homogênea e retornam menos retroespalhamento do que a vegetação ao redor. Como consequência, os desmatamentos têm um nível de cinza mais escuro.

### **Piscicultura, Bangkok, Tainlândia**

Estes formatos semelhantes a um pé de galinha, decorrem da técnica de piscicultura característica desta região. Longas traves, com redes esticadas entre elas, são abertas radialmente de uma plataforma elevada. O peixes são levados para as redes pelo abaixamento da maré.



**Figura K-19**

A seguir, na Figura G-20 vemos um exemplo de como a análise temporal de dados radar pode ser útil. Na primeira data (26/08/1996) a área está seca e o contorno do rio é perfeitamente visualizado. Na data seguinte (09/03/1997), no auge da enchente, temos área alagada representada por valores escuros (plantações???) e claros (solo preparado???). Na última data (20/03/1997) já há um recuo da área alagada, com tendência a normalização do quadro.

Muito provavelmente estas imagens foram geradas em dias nublados, mas devido o sinal de radar possuir um comprimento de onda onde a influência da cobertura de nuvens é baixa, o acompanhamento da enchente tornou-se viável.



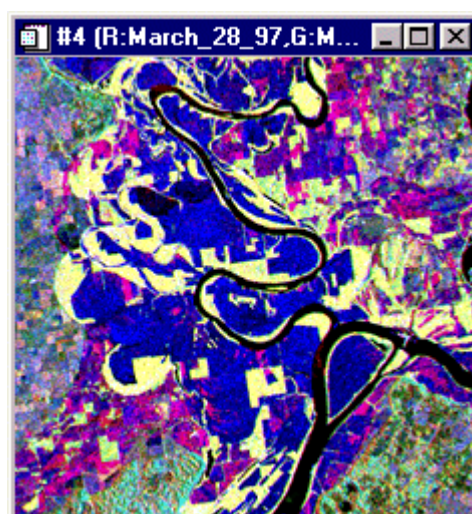
**26 de Agosto de 1996 (B)**



**9 de Março de 1997 (G)**



**20 de Março de 1997**



**Composição Colorida RGB**

**Figura K –20: Note na composição colorida, que a área em azul corresponde a plantação??? alagada, enquanto a área amarela é relativa a solo preparado ou areia???. Em magenta a área que foi alagada quando do auge da enchente, em 9 de Março. Deste modo podemos mais facilmente estimar a área alagada com base no valor digital da composição colorida**