



CONTRIBUIÇÃO DO EXERCITO A QUESTÃO AMAZÔNICA



- Diretoria
Pág 2

- Editorial
Pág 2

- Correspondência enviada
pelo Gen. Div. Eng. Mil.
Carlos César Paiva de Sá,
para o Presidente da SBC
Paulo César Teixeira Trino
Pág 3

- Palestra realizada pelo
Gen. Div.Eng. Mil
Carlos César Paiva de Sá
durante a semana
Cartográfica
Pág 4

DIRETORIA

DIRETORIA EXECUTIVA

Presidente :

Eng^o Paulo Cesar Teixeira Trino (ANEA)

Vice-Pres. Executivo:

Prof. Dr. Paulo Márcio Leal de Menezes (UFRJ)

Vice-Pres. De Adm. e Finanças :

Administrador Abílio Fernando Quelhas de Oliveira

Vice-Pres. P/ Assuntos Téc. Científicos:

Prof. José Carlos Penna de Vasconcellos

Vice-Pres. P/ Assuntos Internacionais:

Prof^a Ana Maria Coutinho (CEFET)

Vice-Pres. P/ Assuntos Estaduais:

Cel Eng. Mil Daniel Genovese Filho (IME).

Secretário Geral :

Eng^o José Henrique da Silva (IBGE)

CONSELHO DELIBERATIVO

Titulares

Eng^o Alexandre Benevento Marques (GNSS)

Eng^o Alison Vieira de Vasconcelos

(OFICINA DO MAPA)

Eng^o Ângelo José Pavan (IBGE)

Gen. Div. RR Armindo Carvalho Fernandes

(ORBICOM)

Prof. Cláudio Augusto Barreto Saunders (UFF)

Eng^o Irineu Idoeta (BASE)

Prof. Roberto Andrade Fernandes (DHN)

Eng^o Wilhelm Petter de Freire Bernard (CPRM)

Suplentes

Eng^o Antonio Luiz C. Teixeira de Freitas

(AEROIMAGEM)

Prof Gilberto Pessanha Ribeiro (UFF)

Eng^o Jorge Luz Filho

CONSELHO FISCAL

Titulares

Prof^a. Adeline Carvalhaes Rossete

Bel. Dalmo Klappth de Moraes (CEF)

Eng^o Dieter Poesler

Suplentes

Eng^o Hanns Juergen Carl Von Studnitz

(AEROFOTO CRUZEIRO)

Prof Herbert Erwes (IME)

Arqta. Tereza Cristina Veiga (IBGE)

Jornalista Responsável:

Alessandra Tibau Trino

EDITORIAL

A questão Amazônica envolve elementos tecnológicos nas áreas de cartografia e preservação ambiental, de alta complexidade e que requerem da nação Brasileira e da comunidade Cartográfica um desempenho dinâmico na realização deste empreendimento ciclopico, tendo em vista a dimensão extraordinária desse território na sua parte brasileira.

Ao adicionarmos a estas dimensões a Amazônia pertencente aos povos de origem hispânica, estaremos operando sobre um espaço de que com suas bordas e adjacências irão perfazer uma área de aproximadamente 9.000.000 Km².

Conformada numa bacia hidrográfica, sobre a qual assenta-se o maior conjunto da biodiversidade existente no planeta, contendo exemplares de uma fauna e flora que a todo custo cabe preservar, bem como áreas de mananciais que sustentam por si só todo ciclo de vida vegetal e animal da área. A Amazônia representa o desafio final da raça humana e particularmente do Brasil, no que tange a sua correta ocupação e utilização adequada.

A gestão e o ordenamento deste território requer níveis de responsabilidade consitudinário com as suas dimensões e o senso comum da humanidade, consciente da gravidade do desastre que sobre ela poderá se abater, se decisões erradas forem tomadas durante a execução deste projeto.

Assim ao Brasil e seus vizinhos da América Latina, que compartilham o espaço Amazônico, é imposto o desafio, de estudar, ocupar e desenvolver de modo sustentável e racional este espaço que lhes é jurisdicionado de forma soberana e irreversível.

Paulo César Teixeira Trino
Presidente da SBC

NOTÍCIAS NACIONAIS

**Correspondência enviada pelo Gen. Div. Eng. Mil.
Carlos César Paiva de Sá, para o Presidente da
SBC Paulo César Teixeira Trino**

Ao Ilmo Sr.

Engº Paulo César Teixeira Trino,
Presidente da Sociedade Brasileira
de Cartografia

Do Gen Paiva de Sá
Diretor do Serviço Geográfico



Brasília, 16 de março de 2006

Prezado amigo Paulo César

Finalmente, remeto-lhe a
mídia anexa contendo a palestra
proferida no XXII GBC, com os devidos
comentários.

Pego que aceite minhas escusas
pela demora.

Forte abraço

Assinatura manuscrita em tinta preta, com uma longa traço decorativo.

Palestra realizada pelo Gen. Div. Eng. Mil. Carlos César Paiva de Sá durante a semana Cartográfica



Senhoras e Senhores

É com satisfação que, atendendo a convite feito pelo Sr Presidente da SBC, Engº Paulo César Teixeira Trino, represento o Exmo Sr Gen Ex Alberto Mendes Cardoso, Chefe do Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT), Órgão de Direção Setorial do Exército Brasileiro, ao qual a DSG se encontra subordinada, na abordagem deste importante tema para a Cartografia Nacional.

	SUMÁRIO	
<ol style="list-style-type: none">1. Introdução2. Dificuldades enfrentadas na década de 803. Trabalhos cartográficos recentes4. Tecnologias SAR5. Tecnologias que viabilizam o mapeamento plani- altimétrico e os produtos possíveis6. Propostas de Projetos atuais7. Conclusão		
		2

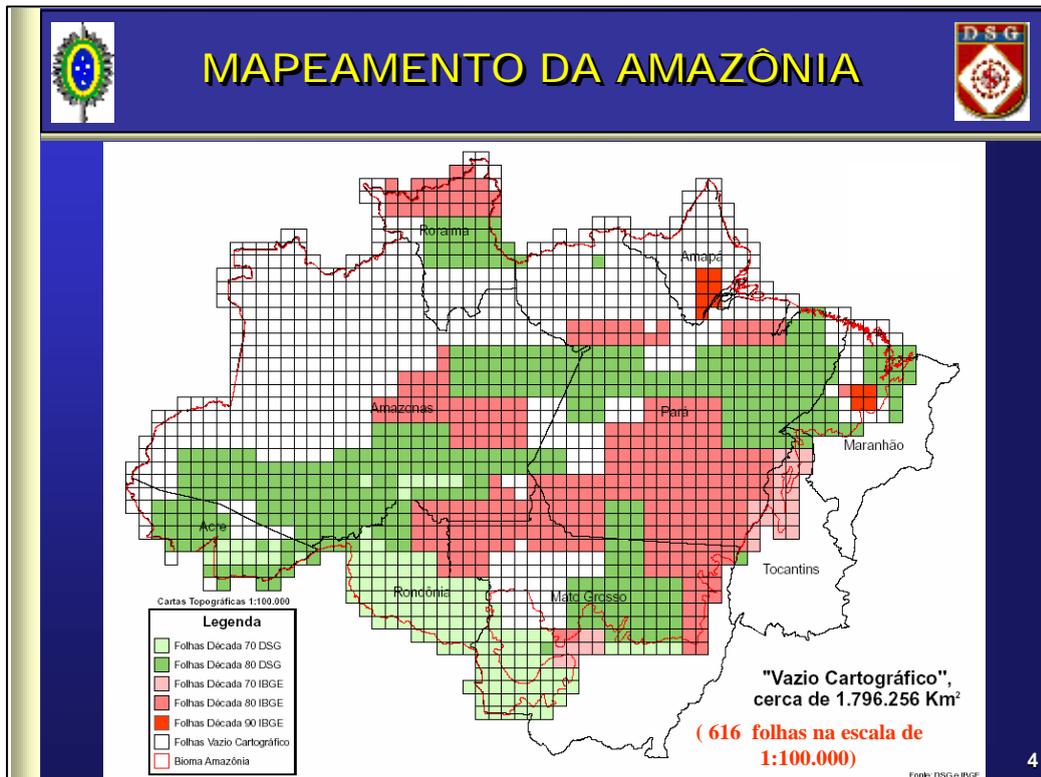
Apresentaremos o tema seguindo este roteiro.

1. Introdução

O vazio cartográfico que ainda persiste na Região Amazônica, nos dias atuais, não condiz com a importância que é atribuída a esta importante área estratégica para o país.

A Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) desde a paralisação das atividades de mapeamento do Programa de Dinamização da Cartografia (PDC), no final dos anos 80, manteve-se na busca de soluções tecnológicas capazes de superar as dificuldades técnicas e operacionais que marcaram a execução dos trabalhos naquela época, bem como de viabilizar o custo dos trabalhos.

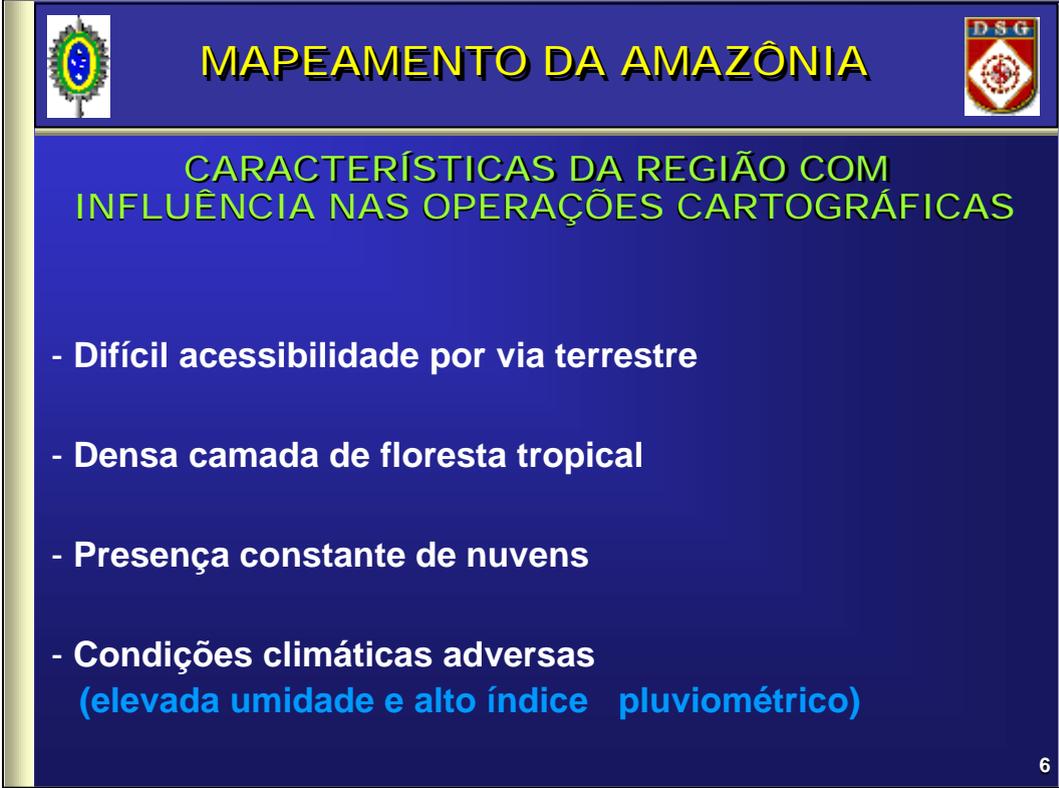
Nesta apresentação sobre o mapeamento da Amazônia e a questão do vazio cartográfico, procuraremos abordar o tema segundo as dificuldades enfrentadas na década de 80, os trabalhos cartográficos mais recentes, as soluções tecnológicas consideradas capazes de viabilizar o mapeamento topográfico naquela Região, os produtos hoje possíveis de obter e as propostas atuais para esse mapeamento.



A figura do slide mostra o vazio cartográfico remanescente do esforço de mapeamento realizado na vigência do PDC (1978 – 1989).

2. Dificuldades enfrentadas na década de 80

As operações cartográficas realizadas no final dos anos 70 e na década de 80 foram influenciadas por muitas dificuldades, decorrentes tanto das características da Região quanto da inexistência de tecnologias, à época, capazes de superá-las.



The slide features a dark blue background with a yellow border. At the top left is the Brazilian coat of arms, and at the top right is a logo with the letters 'D S G'. The main title 'MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA' is in yellow. Below it, the subtitle 'CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO COM INFLUÊNCIA NAS OPERAÇÕES CARTOGRÁFICAS' is in green. A list of four characteristics is shown in white and blue text. A small number '6' is in the bottom right corner.

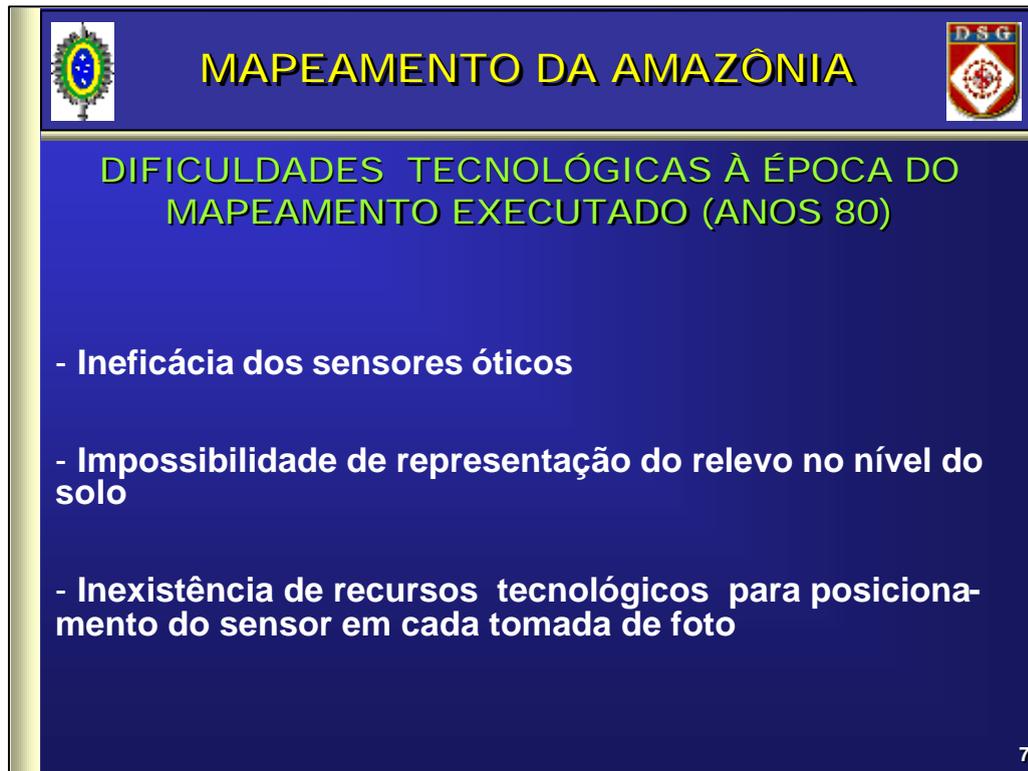
MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA

CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO COM INFLUÊNCIA NAS OPERAÇÕES CARTOGRÁFICAS

- Difícil acessibilidade por via terrestre
- Densa camada de floresta tropical
- Presença constante de nuvens
- Condições climáticas adversas
(elevada umidade e alto índice pluviométrico)

6

Dentre outras características da Região Amazônica, mencionamos as constantes deste slide como aquelas que mais influenciaram as operações cartográficas de ontem, e que ainda podem influenciar o trabalho de mapeamento nos dias de hoje.



The slide features a blue background with yellow and white text. At the top left is the Brazilian flag, and at the top right is a logo with the letters 'DSG'. The main title is 'MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA' in yellow. Below it, the subtitle 'DIFICULDADES TECNOLÓGICAS À ÉPOCA DO MAPEAMENTO EXECUTADO (ANOS 80)' is in green. The list of difficulties is in white text.

MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA

DIFICULDADES TECNOLÓGICAS À ÉPOCA DO MAPEAMENTO EXECUTADO (ANOS 80)

- Ineficácia dos sensores óticos
- Impossibilidade de representação do relevo no nível do solo
- Inexistência de recursos tecnológicos para posicionamento do sensor em cada tomada de foto

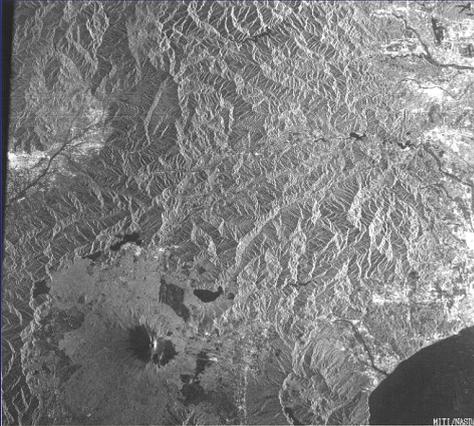
7

Como dissemos antes, as tecnologias disponíveis à época dos trabalhos de mapeamento do PDC não eram capazes de superar por completo as dificuldades que se apresentavam. Os sensores óticos (câmaras aéreas convencionais) mostraram-se ineficazes, tanto por não serem capazes de superar a presença de nuvens na tomada da cena (fotografia aérea), quanto por não poderem retratar o terreno sob a densa cobertura vegetal. Ademais, os melhores recursos tecnológicos disponíveis para o controle da linha de vôo e o posicionamento do sensor eram o sistema de navegação inercial e o estatoscópico. O primeiro possibilitava uma linha de vôo perfeita e áreas de superposição corretas entre faixas adjacentes. O segundo possibilitava que se inserisse as diferenças de altura do centro ótico da câmara em relação a uma linha isobárica, possibilitando alguma redução do número de pontos de apoio altimétrico (pontos de apoio vertical ou pontos V) para a aerotriangulação. Contudo, como o sistema de posicionamento por satélite disponível (o Navy Navigation Satellite System - o NNSS) não possibilitava o posicionamento do sensor em cada tomada de foto, não havia como reduzir substancialmente o apoio de campo.

 **MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA** 

Ineficácia dos sensores óticos

Imagem sensor ótico Imagem sensor radar

8

O slide mostra as imagens de sensor ótico e de radar de uma mesma área, tomada em um mesmo momento, demonstrando a mencionada ineficácia dos sensores óticos em relação à presença de nuvens.

MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA

A questão da representação do relevo no nível do solo.

Copa das árvores

> 30 m

Superfície do terreno

9

A cobertura vegetal de floresta densa é constituída de árvores de mais de 30 metros de altura, bem como de vários níveis de vegetação secundária, que constituem um verdadeiro obstáculo à “visualização” do solo por vários sensores ativos ou passivos.

A crença de que a Amazônia é um “tapete verde” é falsa.

Na verdade, encoberto pela floresta, há um relevo razoavelmente movimentado, no qual as árvores localizadas nas partes mais baixas do terreno (nos fundos de vale, por exemplo) crescem mais que as outras, na sua busca pela exposição de suas copas aos raios solares.

Na década de 80, com os recursos tecnológicos disponíveis, a cobertura vegetal constituiu-se em grande dificuldade operacional, tanto em virtude da impossibilidade de visualização do terreno pelos vãos aerofotogramétricos, quanto por dificultar o acesso e por exigir invariavelmente a abertura de clareiras, para o posicionamento dos pontos de apoio de campo. Nestes últimos casos, afetando o tempo de execução e elevando o custo das operações de campo.

A cobertura de floresta densa também trouxe muita dificuldade às operações realizadas em gabinete, em virtude da homogeneidade das feições, dificultando a escolha de pontos de apoio e de pontos fotogramétricos para o processo de aerotriangulação, bem como da visualização do terreno pelos operadores de aerotriangulação e de restituição.




MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA

DIFICULDADES OPERACIONAIS À ÉPOCA DO MAPEAMENTO EXECUTADO (ANOS 80)

- **Duração prolongada dos trabalhos de campo.**
(vôo, apoio de campo e reambulação)
- **Custo elevado das operações de campo.**
(grande nº de pontos de apoio , abertura de clareiras e uso intensivo de helicópteros)
- **Dificuldade de identificação, no terreno, dos pontos de apoio ou de controle escolhidos em gabinete.**
(ausência de detalhes e homogeneidade das feições)

10

As dificuldades operacionais encontradas naquela época tinham início na fase espacial do aerolevantamento, em virtude das restrições impostas pela constante presença de coberturas de nuvens, acarretando demora na execução dos vôos, seja pela espera de melhores condições para a execução do vôo, seja pela necessidade de repetição da cobertura aérea de regiões onde as fotografias obtidas possuíam percentual de nuvens inaceitável ao trabalho cartográfico.

A execução da aerotriangulação, por sua vez, especialmente em virtude dos recursos técnicos da época, exigia uma grande quantidade de pontos de campo, muitas vezes exigindo a abertura de clareiras e a permanência das equipes de rastreamento de satélites por 72 horas ou mais, no local do ponto, em operações arriscadas. Fêz-se o uso intensivo de helicópteros, tanto para a realização do transporte das equipes de rastreamento (para a determinação das coordenadas planimétricas dos pontos HV) quanto das equipes de barométrica (encarregadas da realização de circuitos barométricos para a obtenção da altitude dos pontos V) e, em menor escala, para a realização da reambulação.

Além disto, a homogeneidade das feições em regiões de floresta densa aliada à ausência de detalhes dificultou tanto a escolha dos pontos de apoio de campo e dos pontos fotogramétricos na fase de gabinete, quanto a identificação propriamente dita dos pontos de apoio no terreno.

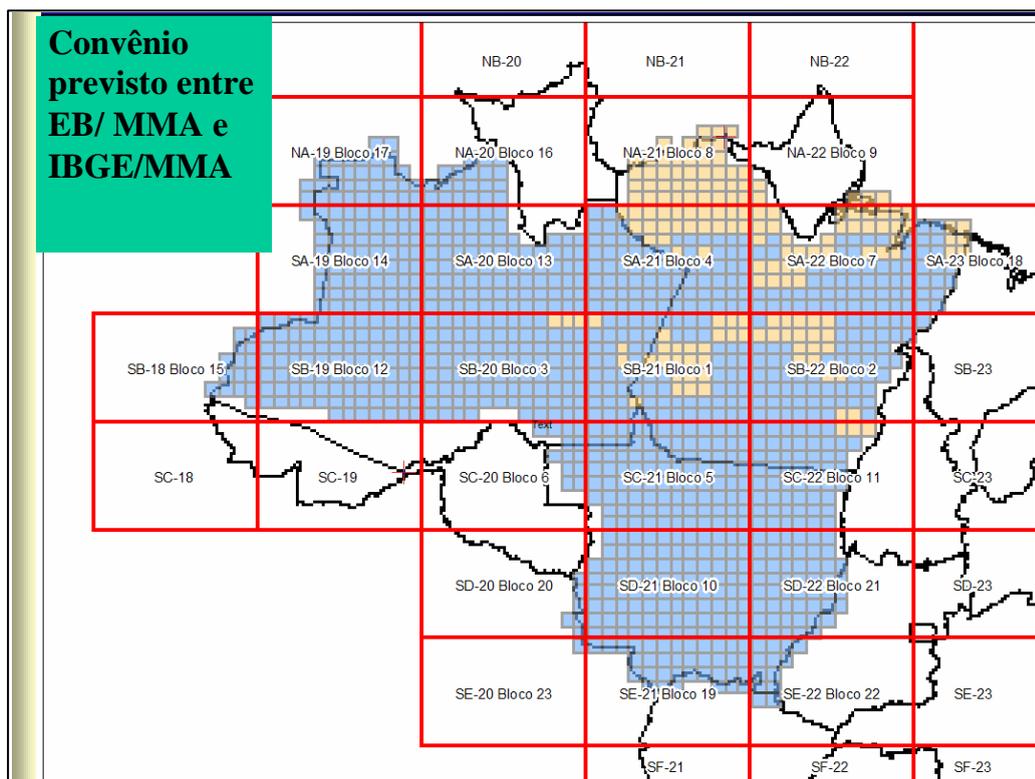
Todos esses fatores redundaram na duração prolongada das operações cartográficas de campo e de gabinete e na elevação dos custos dos trabalhos.



O slide mostra trecho de floresta densa de uma carta topográfica, na escala de 1: 100.000, confeccionada com os recursos da época. Observe-se que a altimetria encontra-se representada na copa das árvores.

3. Trabalhos cartográficos recentes

Apesar da ausência, ainda, de um novo projeto ou programa para mapeamento topográfico da Amazônia, de cunho nacional e capaz de cobrir o vazio cartográfico, a necessidade que têm alguns órgãos públicos de dispor de uma base cartográfica digital contínua da Amazônia Legal, para aplicações de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), tem feito surgir algumas iniciativas, com a realização de trabalhos em parceria com a DSG e o IBGE.

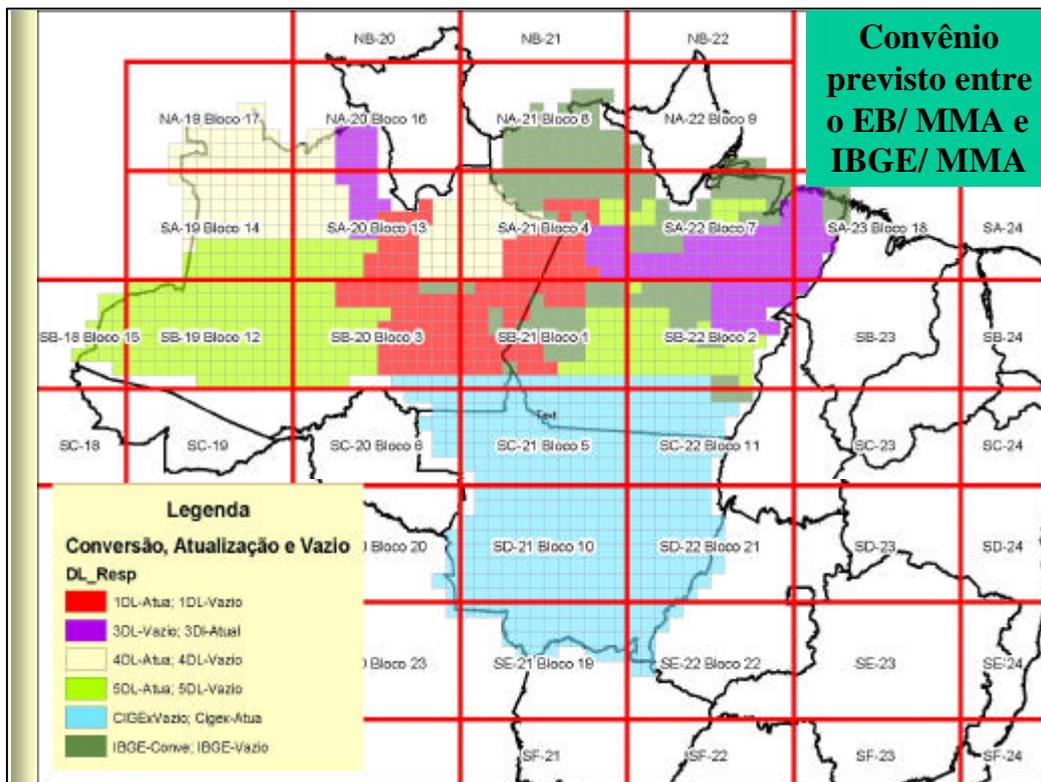


O slide mostra as área que serão trabalhadas pela DSG e pelo IBGE, para a constituição da base cartográfica digital contínua da Amazônia Legal, em cooperação com o Ministério do Meio Ambiente (MMA), por intermédio de sua Secretaria de Políticas para o Desenvolvimento Sustentável.

Trata-se de uma cooperação construída no ambiente da Subcomissão de Planejamento e Orçamento (SPA), da CONCAR, e considerada uma demanda importante a ser atendida. O MMA deverá fornecer os recursos financeiros necessários, por intermédio do Banco Mundial.

Será realizada a conversão digital do acervo de cartas topográficas disponível, bem como a aquisição de feições planimétricas com base nas ortomagens do Geocover, esta para a área de vazio cartográfico, com a estruturação e validação topológica de todos os dados espaciais para Sistema de Informações Geográficas (SIG) e carga em banco de dados, de modo a constituir a mencionada base cartográfica digital contínua. Na medida do possível, será realizada uma classificação de campo (reambulação), com vistas à atualização das feições cartográficas.

Cabe lembrar, no entanto, que o mapeamento a ser obtido na área de vazio cartográfico continua sendo de caráter preliminar, em se tratando da escala de 1:100.000.



Aqui podemos visualizar a compartimentação da área total em subáreas, que estarão a cargo das Divisões de Levantamento e do Centro de Imagens e Informações Geográficas, no caso da DSG, bem como do IBGE.

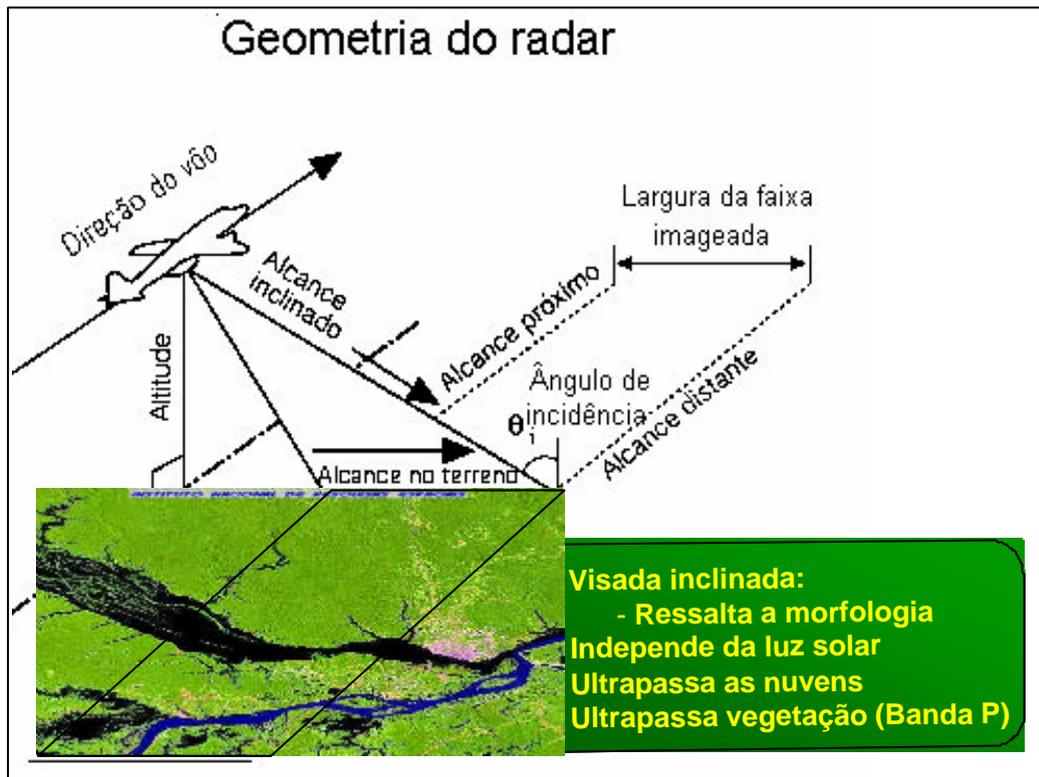
4. Tecnologias SAR

A solução tecnológica para superar a dificuldade relacionada à constante presença de nuvens é o emprego de Radares de Abertura Sintética (SAR), orbitais ou aerotransportados.

Na década de 70, a solução SAR aerotransportado na banda “C” foi utilizada, no estado tecnológico da época, no Projeto RADAM BRASIL .

Os sinais emitidos pela maioria dos SAR, em áreas de cobertura vegetal densa, no entanto, não ultrapassam a copa das árvores (bandas “X”, “C” e “S”) ou têm apenas alguma penetração (banda “L”), sem contudo atingir o solo, exceto os do SAR aerotransportado, na Banda “P”, conforme veremos mais adiante.

Logo, à exceção do SAR Banda “P”, nenhum dos demais é capaz de propiciar o conhecimento do relevo ao nível do solo e das feições existentes sob a floresta tropical densa.



De um modo geral, os sensores radar apresentam as seguintes vantagens em relação aos sensores óticos:

- a. independência do sol como fonte de iluminação dos alvos;
- b. capacidade de operar sobre camadas atmosféricas nebulosas;
- c. realce do relevo do terreno, em virtude da possibilidade da visada inclinada; e
- d. permite a geração de Modelo Digital do Terreno (MDT) ou de Modelo Digital de Superfície (MDS) com o uso das técnicas interferométricas.



MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA



Radares de Abertura Sintética (SAR) orbitais



RADARSAT
Canadense
Banda “C”(HH)
Res 8,5 m

TerraSAR X (2006?)
Alemão
Banda “X” (HH,VV,HV e VH)
Res 1-16 m

PalSAR X (2005?)
?
Banda “L” (HH, VV, HV, VH)
Res 10-100 m

RADARSAT-2 (2005?)
Canadense
Banda “L” (HH, VV, HV, VH)
Res 3 - 20 m

MapSAR (2008?)
Brasileiro
Banda “L” (HH, VV, HV, VH)
Res 3 - 20 m

17

Dos sensores SAR orbitais apresentados no slide, nas bandas “X”, “L”, “C” ou “S”, somente o RadarSat-1(Canadense) encontra-se operacional. Há previsão de que os demais possam entrar em operação nas datas mencionadas.

Ainda não se tem conhecimento da existência de SAR orbital na banda “P”, em razão de algumas dificuldades técnicas e operacionais, tais como: a degradação do sinal quando este atinge a atmosfera e a maior necessidade de energia para funcionamento do sensor, exigindo antenas de maior dimensão, para comportar maior quantidade de placas solares, com o conseqüente aumento do peso da plataforma orbital.

 **MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA** 

Radars de Abertura Sintética "SAR" aerotransportados

- Banda "L"
- Banda "P" (Domínio Nacional)
- Banda "X" (Domínio Nacional)



18

Também, há soluções de SAR, aerotransportados, nas bandas "C", "X", "L", "S" e /ou "P".

É importante ressaltar que, hoje, as tecnologias dos SAR aerotransportados, nas bandas "X" e "P", são de domínio nacional, incluindo tanto as de construção dos sensores e de integração dos mesmos a outros sistemas, quanto aquelas necessárias ao processamento dos dados adquiridos e à geração de produtos com a requerida exatidão cartográfica.

5. Tecnologias que viabilizam o mapeamento planialtimétrico e os produtos possíveis

A DSG, valendo-se dos conhecimentos adquiridos por oficiais engenheiros cartógrafos que cursaram o Mestrado em Sensoriamento Remoto, no INPE, especializaram-se na tecnologia SAR e realizaram estágio no Instituto de Pesquisas Espaciais Alemão (DLR), estabeleceu como meta a realização de um voo teste, com o SAR da empresa alemã *Aerosensing Radar-systeme GmbH*, nas bandas ‘P’ e ‘X’, a título de Projeto Piloto.

O teste foi realizado, no ano de 2000, na Floresta Nacional do Tapajós, em Santarém-PA, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) e com a aludida empresa, então detentora da tecnologia em questão, com a finalidade de estudar a viabilidade técnica de sua aplicação ao mapeamento topográfico em região de floresta densa.

O resultado do teste confirmou o prognóstico que se tinha, quanto à adequação da referida tecnologia para o mapeamento topográfico em região de floresta densa tropical, uma vez que possibilitou o conhecimento do relevo ao nível do solo, com a acuracidade esperada.

A aplicação cartográfica das tecnologias SAR In, nas bandas ‘X’ e ‘P’, deve estar integrada a outras tecnologias, tais como a de navegação inercial e de posicionamento GPS, de modo a possibilitar o perfeito controle da linha de voo e geoposicionamento da plataforma do sensor a um intervalo de tempo conveniente, durante a fase de aquisição de dados.

O emprego dessas tecnologias possibilita que a necessidade de determinação de coordenadas de pontos no terreno fique restrita a alguns poucos pontos de controle, o que reduz o tempo de execução e o custo total do mapeamento.



MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA



BANDA X {

- Ondas não atingem a superfície do terreno.
- Cartas topográficas têm como referência a copa das árvores.

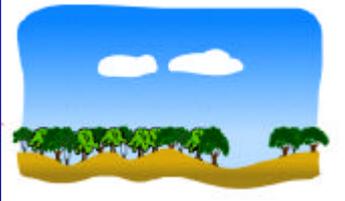
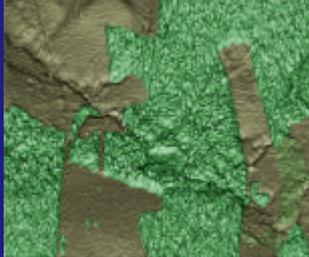


Imagem da superfície do terreno com a interferência da vegetação.



BANDA P {

- Ondas ultrapassam copa das árvores e atingem superfície do solo.
- Cartas topográficas têm como referência a superfície do terreno.

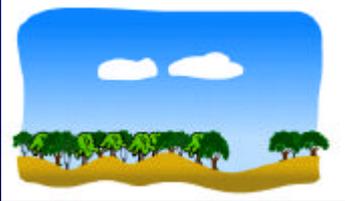
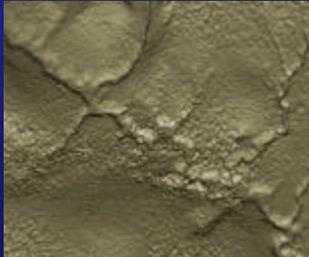


Imagem da superfície do terreno sem a interferência da vegetação.



O slide mostra, por meio de uma animação, o que acontece com os sinais emitidos pelos SAR nas bandas “X” e “P”, bem como as respectivas imagens resultantes, uma com a cobertura vegetal e a outra com o terreno limpo.



MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA

Tecnologias que possibilitam a exatidão na aquisição de dados SAR





Navegação Inercial + Posicionamento GPS



Estação Base para o Método Diferencial de Posicionamento GPS



Ponto de Controle com “sinalizador” (corner reflector)

21

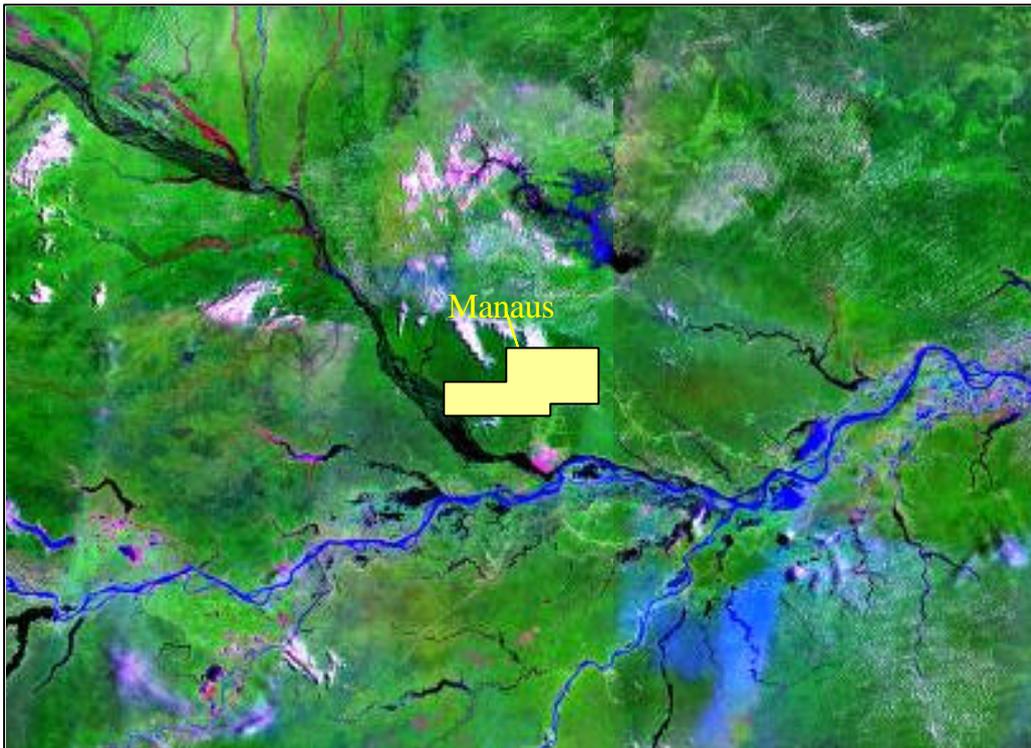
Como foi dito anteriormente, para atender as exigências do mapeamento topográfico, em especial de regiões remotas ou de floresta densa tropical, é necessário o uso de um adequado sistema de georreferenciamento, integrado aos sensores nas bandas X e P, com vistas à obtenção dos sensores, nos instantes de aquisição de dados. Tal sistema utiliza as tecnologias de navegação inercial e posicionamento GPS, esta com o emprego do Método Diferencial de Posicionamento GPS.

A figura da esquerda, mostra a antena do receptor GPS utilizado para a constituição de estação base terrestre (fixa), para o posicionamento das estações móveis (posições dos sensores), durante o vôo, empregando o aludido Método.

A solução tecnológica apresentada necessita de pontos de controle georreferenciados, no terreno, tanto para o controle da geocodificação dos dados adquiridos, quanto para a absoluta calibração radiométrica do(s) sensor(es).

Tais pontos são escolhidos com muita flexibilidade e são identificados por sinalizadores (ou *corners reflectors*), conforme mostra a figura da direita, confeccionados com triângulos de alumínio, que são posicionados no terreno, durante determinada etapa do vôo radargramétrico.

Pelos motivos expostos, torna-se imprescindível, para o mapeamento topográfico da Amazônia, que o sensor SAR utilizado disponha de um adequado sistema de georreferenciamento, o que possibilitará substancial redução no custo total do mapeamento e no tempo de execução, bem como a obtenção de produtos com a exatidão posicional requerida.

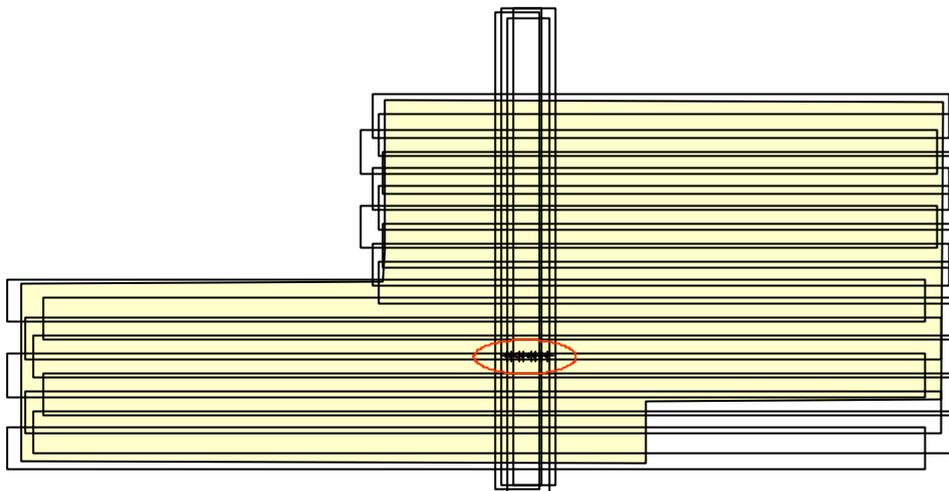


O slide mostra uma área de cobertura radargramétrica, nas bandas X’e “P”, obtida em 2005, pela Empresa ORBISAT, no início de 2005, sobre o Campo de Instrução do Centro de Instrução de Guerra na Selva (CIGS), próximo da cidade de Manaus-AM, com vistas à obtenção de mapeamento topográfico, na escala de 1:25.000.

Tal cobertura foi feita por cortesia da ORBISAT, em uma área de floresta densa, na oportunidade que necessitava calibrar os sensores SAR, para realizar trabalho que lhe fora contratado em região próxima da cidade de Manaus.

Aproveitaremos esta área para ilustrar a redução da quantidade de pontos a determinar no campo, bem como para mostrar alguns tipos de produtos decorrentes do aerolevanteamento.

Controle para o vôo SAR “apoiado” (Navegação Inercial + GPS)



- 08 (oito) pontos escolhidos ao longo da pista da Base Aérea de Manaus.
- Se for o caso, os pontos utilizados como “controle” não precisam pertencer à área a ser levantada, bastando que a faixa utilizada para “controle” corte as demais faixas de vôo.

A área em questão equivale a cerca de 24 folhas na escala de 1:25.000.

Para a disposição de faixas apresentada na figura somente foi necessária a determinação de apenas 08 (oito) pontos de controle no terreno. Além dis-to, tais pontos foram escolhidos ao longo da pista do Aeroporto de Manaus, a 250 metros de distância um do outro.

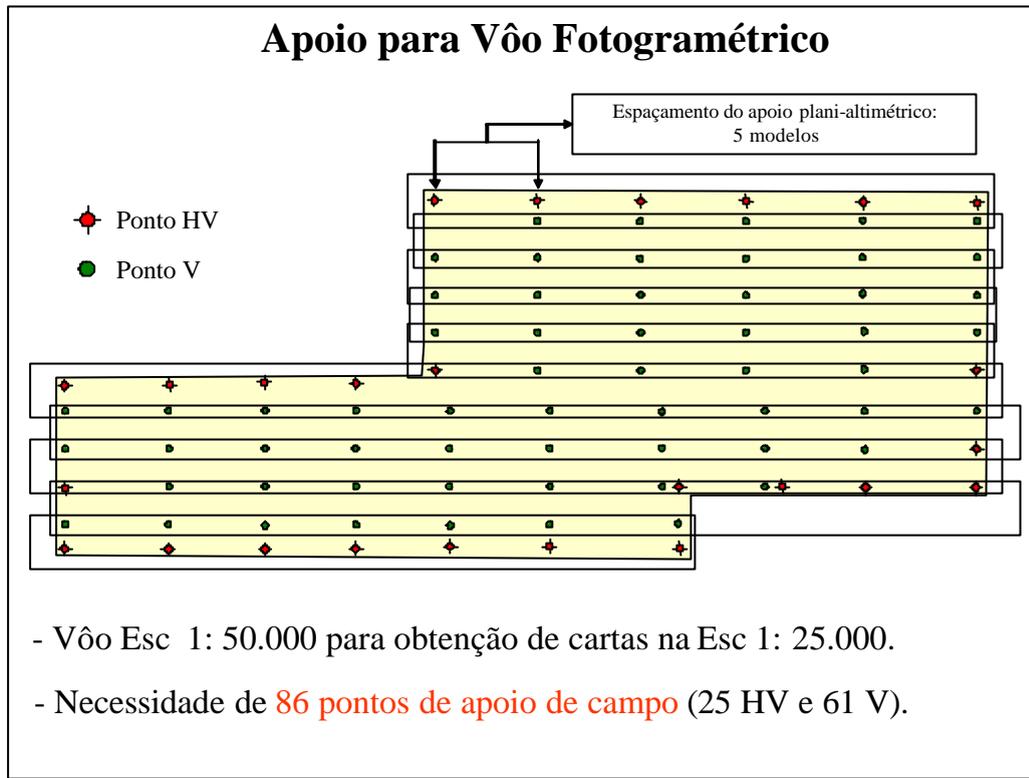
Observe-se que os mesmos são posicionados para possibilitar o controle em uma faixa transversal. No caso da área em questão, pela sua dimensão, essa faixa foi a única necessária. Em áreas maiores, as faixas de controle deve rão ser previstas com espaçamento estabelecido.

Outro aspecto a considerar é que os pontos de controle podem estar em qualquer local da faixa de controle, bem como a própria faixa de controle pode estar fora da área a ser levantada, bastando que corte as demais faixas transversalmente.

Verifica-se, portanto, a grande FLEXIBILIDADE de escolha para os pontos de controle dentro da faixa e para a localização da(s) própria(s) faixa(s) de controle ao longo da área de cobertura.

Pode-se entender, portanto, a importância destas facilidades para o mapeamento de uma área de floresta densa, com homogeneidade de feições e onde as únicas vias de acesso podem ser rios e igarapés.

Em uma situação dessa, por exemplo, pode-se pensar em posicionar a faixa de controle de modo a cobrir o curso d’água em extensão suficiente para possibilitar o posicionamento dos pontos de controle.



Apenas para dar uma idéia grosseira da vantagem que um sistema do tipo mencionado, que integra as tecnologias de navegação inercial e de posicionamento GPS, pode proporcionar, vejamos a quantidade de pontos de apoio que seriam necessários para a aerotriangulação de um vôo, na escala de 1: 50.000, que cobrisse a mesma área.

Considerando a distribuição do apoio horizontal e vertical dada pelo uso da Fórmula de Karara, verifica-se que são necessários 86 pontos, sendo 25 pontos de apoio horizontal e vertical (HV) e de 61 pontos de apoio altimétrico (V).

Há que se considerar, também, a LIMITADA FLEXIBILIDADE que se tem para a escolha dos pontos V, seja porque têm que estar em determinados modelos, que compõem a linha de apoio vertical dentro do bloco, seja porque têm que estar localizados na área de superposição lateral entre as faixas adjacentes, dentro da área de cada um desses modelos.

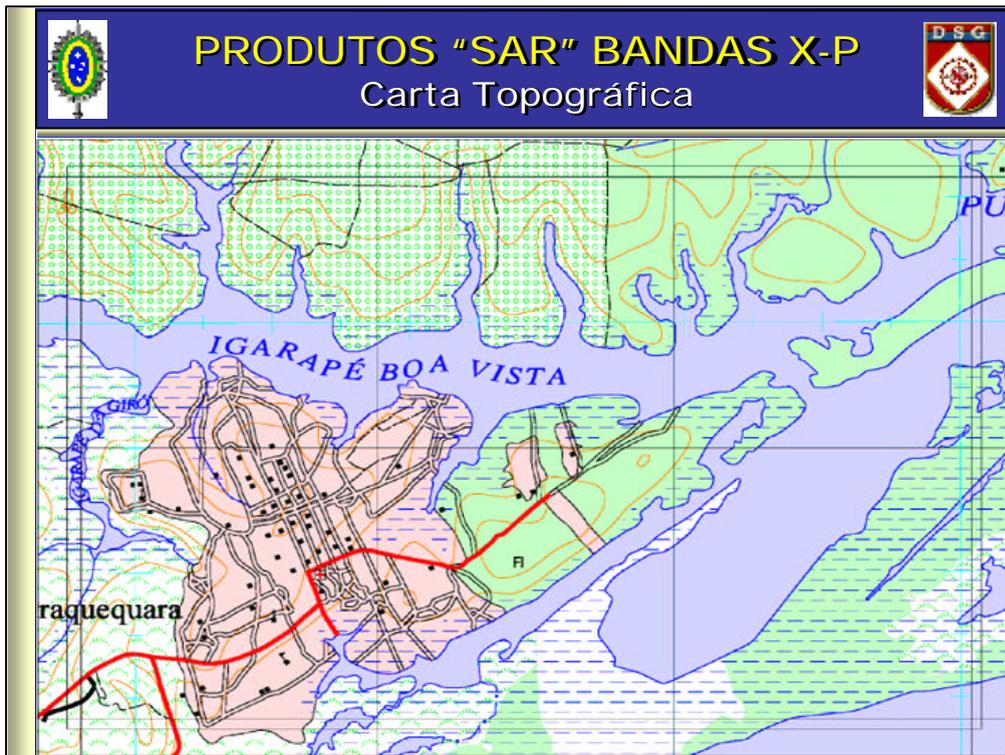
Verifica-se, portanto, porque tal sistema é fundamental para o mapeamento da Amazônia.



O slide mostra a imagem SAR Banda X de uma pequena parcela da área do Campo de Instrução do Centro de Instrução de Guerra na Selva, conhecida como PURAQUEQUARA.

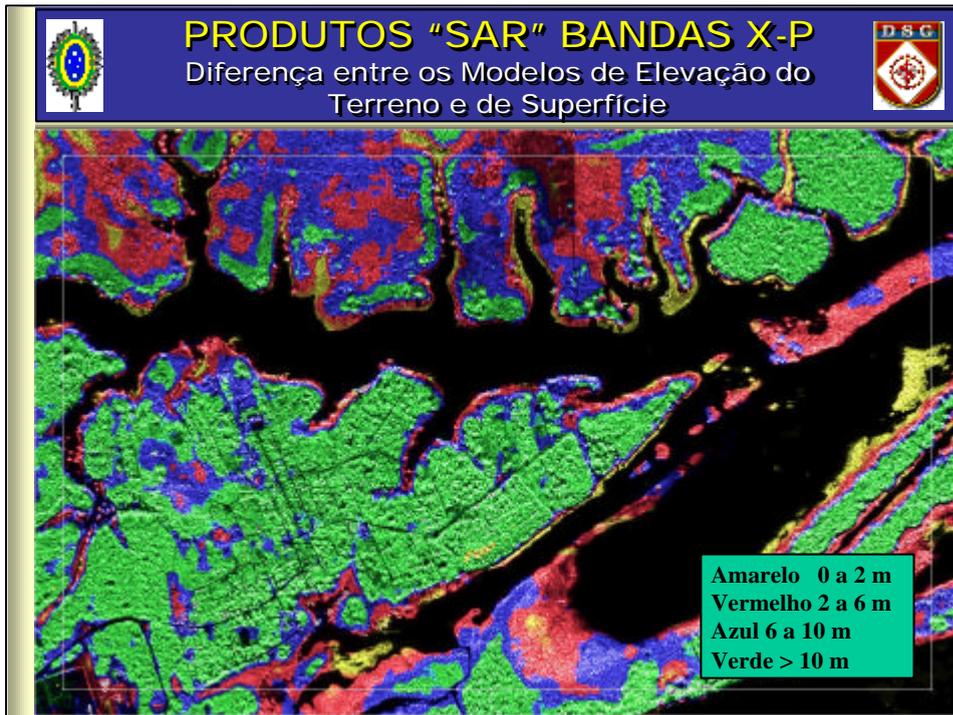


Aqui vemos a imagem SAR Banda P da mesma área.



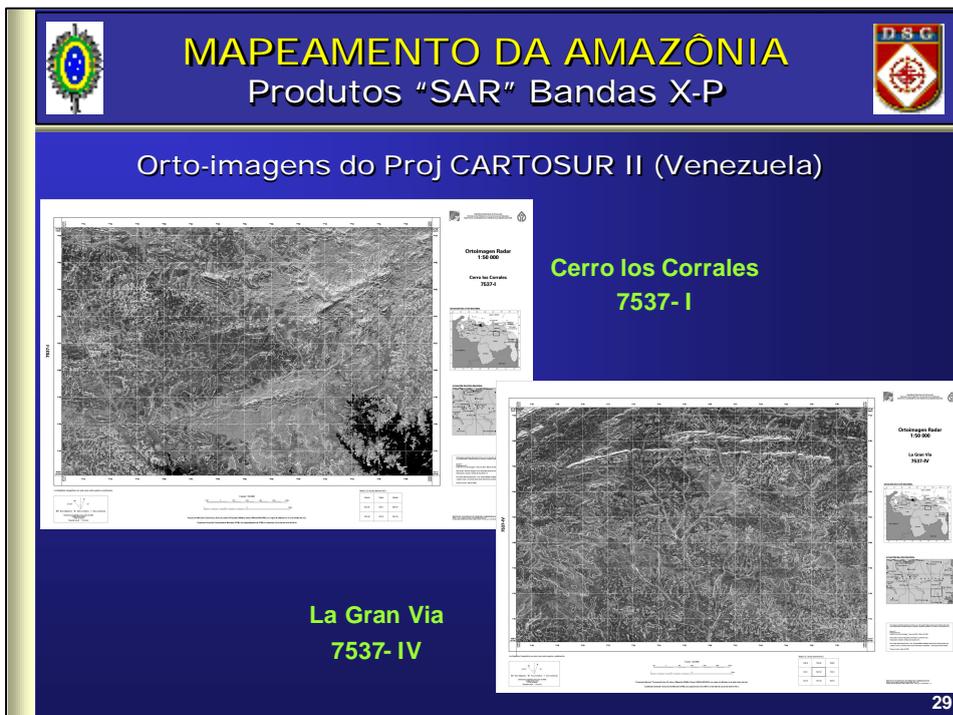
O slide mostra trecho de carta topográfica, na escala de 1:25.000, da mesma parcela de área (PURAQUEQUARA) correspondente às imagens anteriormente apresentadas, elaborada com base nos dados SAR In, nas bandas P e X.

Pode-se observar a representação do relevo do terreno, com as curvas de nível traçadas no nível do solo, sob a cobertura vegetal.



O slide mostra o resultado da diferença entre os dados altimétricos das bandas X (na superfície ou na copa de árvore) e da banda P (no terreno), representada por cores correspondentes as classes definidas para a altura da vegetação.

Trata-se, portanto, de um tipo de produto que se pode obter da solução tecnológica proposta.



Aqui vemos outro tipo produto as orto-imagens.

 **MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA**
Produtos "SAR" Bandas X-P 

CARTOSUR II – produtos



Orto-Imagem Banda-X & P SAR Carta, Venezuela (2003)

30

 **MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA**
Produtos "SAR" Bandas X-P 



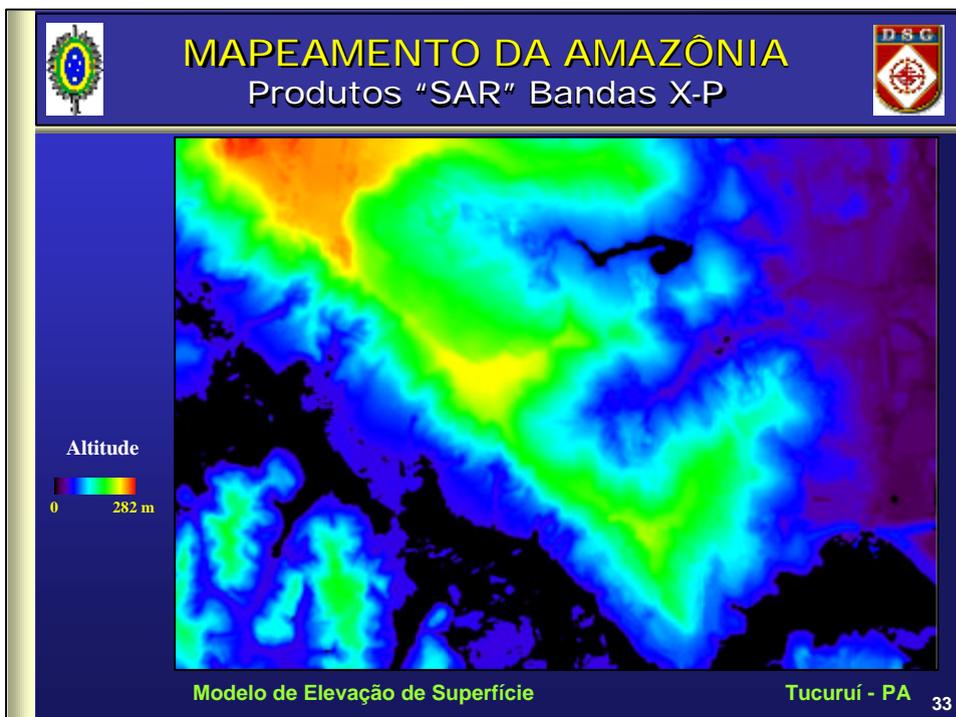
Modelo de Elevação de Superfície Tucuruí - PA

31

Este slide mostra a vista superior de um modelo de elevação de superfície, da região de Tucuruí-PA. Observe-se, na imagem, as áreas de cobertura vegetal e de edificações.



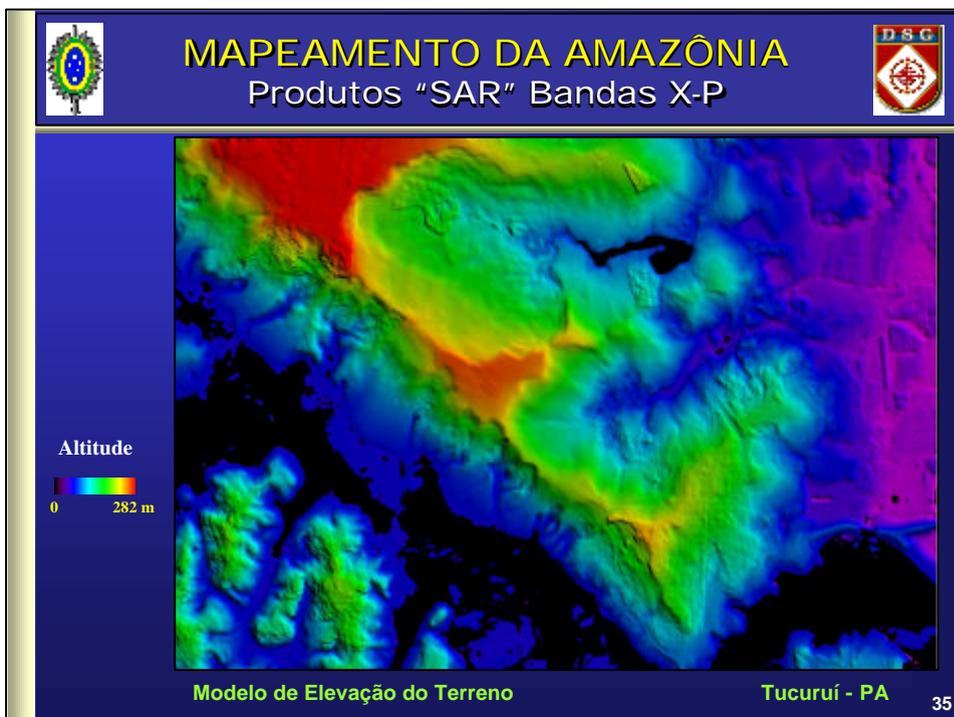
Vemos a mesma vista superior do modelo de elevação de superfície, agora com altitudes dos pontos da superfície representadas segundo uma escala de cinza, correspondente aos seus valores. A parte mais clara é a parte mais alta.



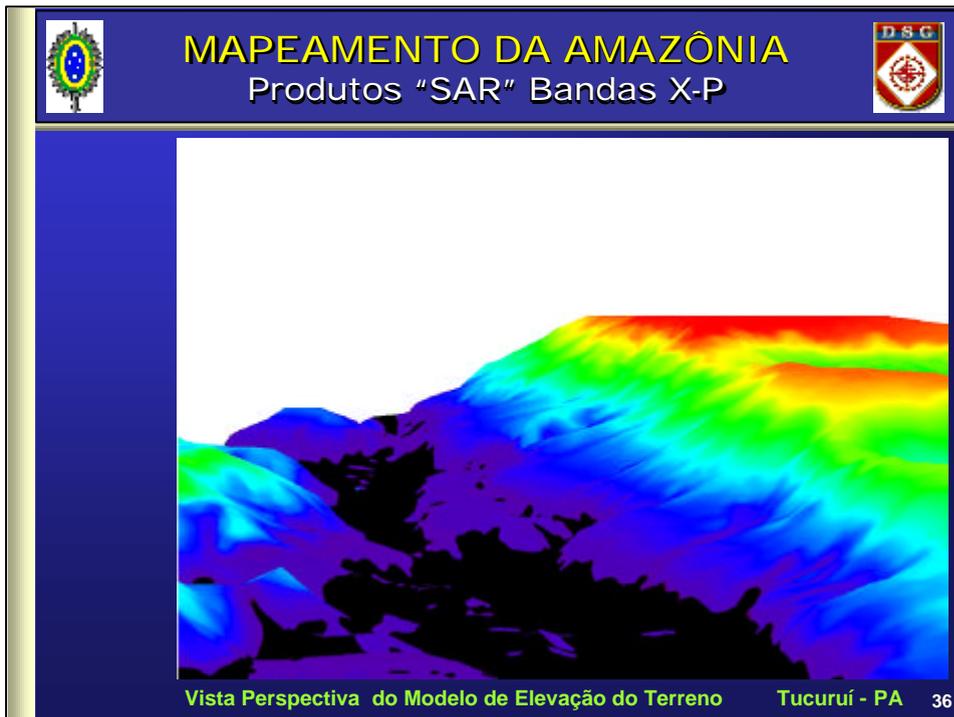
Mesma vista superior do modelo de elevação de superfície, agora, substituindo a escala de cinza por uma escala de cores. Agora percebendo-se a parte mais alta da região.



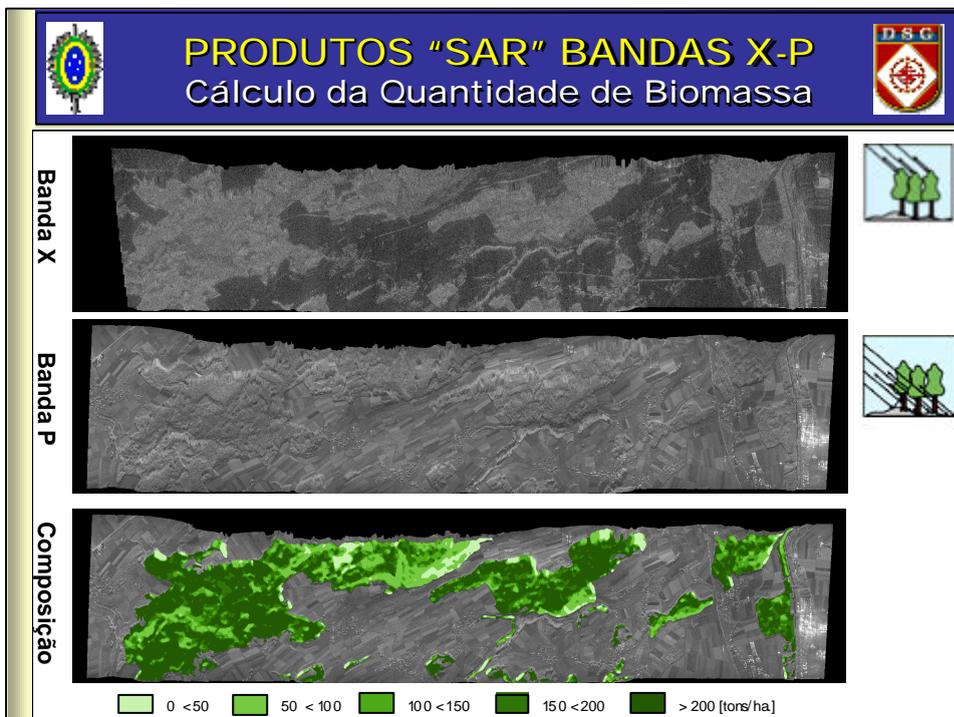
Neste slide temos a vista superior do modelo de elevação do terreno da mesma área de Tucuruí. Observe -se a ausência de cobertura vegetal e edificações, encontradas no modelo de elevação de superfície.



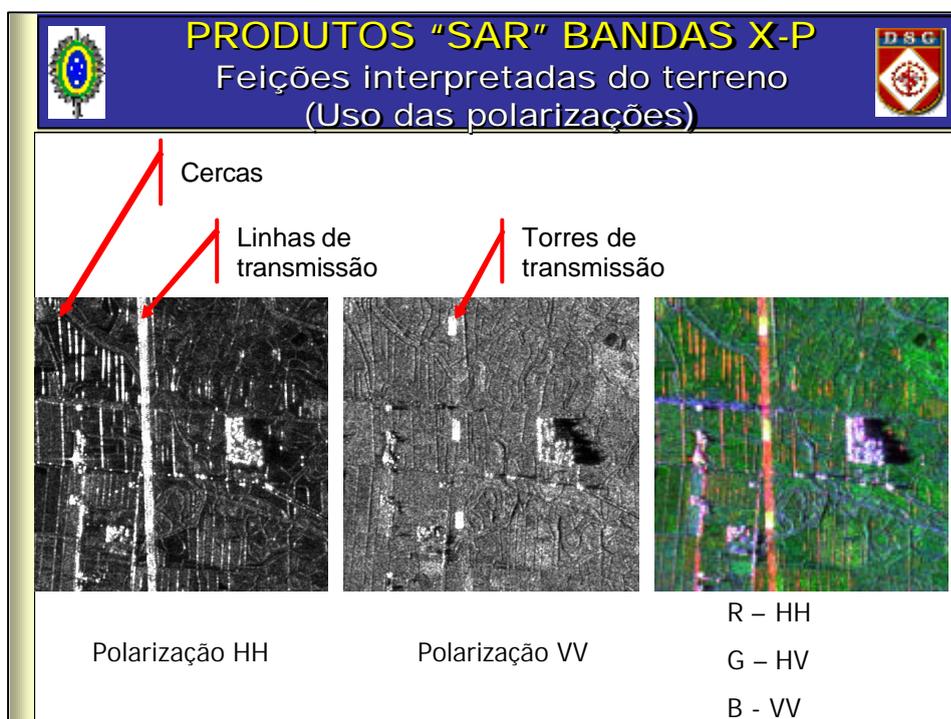
Aqui, a mesma vista superior do modelo de elevação de superfície, com as altitudes representadas por uma escala de cores.



Aqui temos uma vista perspectiva do modelo de elevação do terreno da área de Tucuruí que visualizamos anteriormente. Trata-se de um outro tipo de produto possível de ser obtido com a solução tecnológica proposta.



Outro produto possível de ser obtido, é a composição baseada na diferença dos dados SAR Banda X e P, que possibilita o cálculo da quantidade de biomassa.

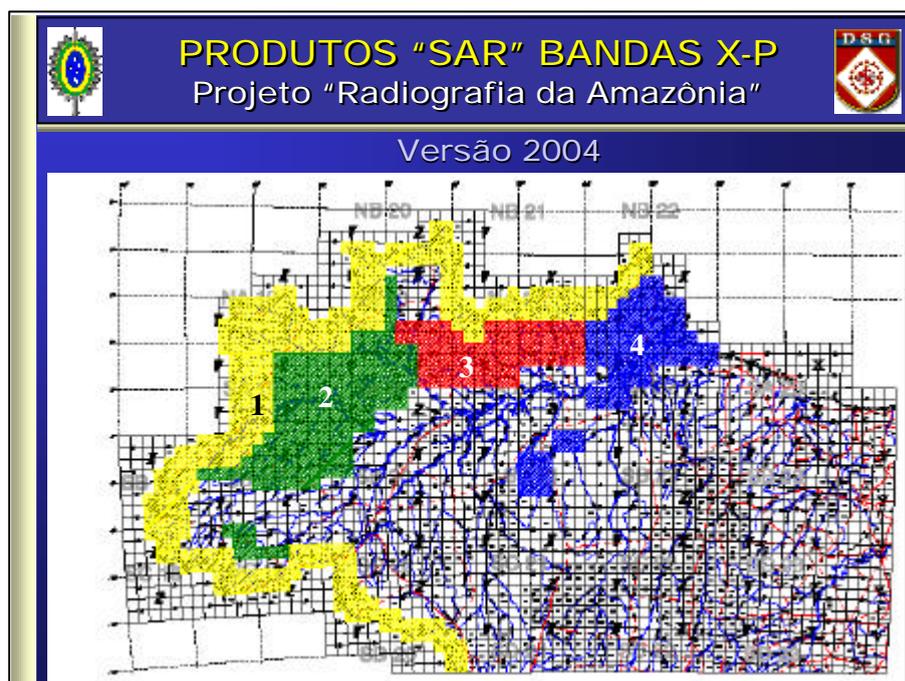


Aqui temos imagens SAR, de uma mesma área, geradas com base nos dados polarimétricos HH e VV. Podemos observar que as feições do terreno têm respostas diferenciadas, em função da banda polarimétrica, o que evidentemente facilita a interpretação de feições.

6. Propostas de Projetos atuais

Atualmente, existem duas propostas para mapear o vazio cartográfico, ambas não excludentes, mas surgidas em épocas distintas:

- a proposta de projeto "Radiografia da Amazônia" apresentada pela DSG, ao Estado-Maior do Exército e encaminhada ao Ministério da Defesa, em 2004;
- a proposta de projeto em estudo por Grupo de Trabalho instituído pelo Gabinete de Segurança Institucional (GSI), sob a coordenação do CENSIPAM, que continua a ser estudado para ser submetido a Câmara de Relações Exteriores e Defesa Nacional (CREDEN).



A proposta de projeto prevê o mapeamento de 1.857.350 Km² cobrindo o vazio cartográfico e a fronteira na área da Amazônia Legal. A área prevista será coberta por 614 folhas na escala de 1:100.000.

As cores distinguem a prioridade de mapeamento atribuída pela DSG.

PRODUTOS "SAR" BANDAS X-P
Projeto "Radiografia da Amazônia"

IDÉIA GERAL DA EXECUÇÃO

- Execução em 05 (cinco) anos, pela 4ª DL.
- Ritmo ditado pelo processamento de 500.000 km² / ano, (2 turnos) com a infra-estrutura prevista.
- Necessidade de montagem da infra-estrutura e capacitação dos quadros técnicos da 4ª DL, para processamento das imagens SAR e geração de produtos cartográficos.
- Execução do trabalho de campo pela 4ª DL (reconhecimento, colocação e medição dos refletores de canto, bem como da classificação de campo). (Continua)

41

Nesta proposta a DSG assume a execução do Projeto, por intermédio da 4ª DL, Organização Militar Diretamente Subordinada, com sede em Manaus-AM.

Consta deste slide, e do seguinte, a idéia geral de execução do Projeto proposto.



PRODUTOS "SAR" BANDAS X-P
Projeto "Radiografia da Amazônia"



IDÉIA GERAL DA EXECUÇÃO (Continuação)

- **Contratação do vôo radargramétrico.**
- **Contratação de consultoria, com transferência de tecnologia** (apenas na fase inicial do projeto) para planejamento de vôo, processamento e geração dos produtos SAR,

42

Na execução, está prevista a contratação do vôo radargramétrico a empresa que detém as tecnologias SAR, nas bandas X e P, bem como de consultoria para o processamento e o tratamento dos dados radar adquiridos, na fase inicial do projeto.



PRODUTOS "SAR" BANDAS X-P
Projeto "Radiografia da Amazônia"



PRODUTOS CARTOGRÁFICOS POSSÍVEIS

- **Cartas Topográficas Esc 1:100.000 ou 1:50.000** (com relevo representado em relação ao nível do solo) na fronteira, regiões próximas e áreas de vazío cartográfico.
- **Orto-imagens Esc 1:100.000 ou 1: 50.000.**
- **Modelos Digitais do Terreno**, com acuracidade compatível com cartas na esc 1:50.000.
- **Valor estimativo da Biomassa**, mediante adequado processamento.

43

Conforme foi apresentado ao longo desta exposição, ao contrário do trabalho cartográfico realizado na década de 80, quando o objetivo era tão somente a obtenção da carta topográfica, hoje, o mapeamento com a solução tecnológica proposta possibilita a obtenção de vários outros produtos.

 PRODUTOS "SAR" BANDAS X-P Projeto "Radiografia da Amazônia" 						
RECURSOS FINANCEIROS NECESSÁRIOS						
Prio	Folhas	Área (Km2)	Investimento (R\$)	Custeio (R\$)	Total (R\$)	Custo/Km2
1	296	895400	5.441.482,02	57.546.717,21	62.988.199,23	70,34643649
2	148	447700	0,00	33.604.158,30	33.604.158,30	75,05954501
3	77	232925	0,00	22.414.121,03	22.414.121,03	96,2289193
4	93	281325	0,00	24.935.819,57	24.935.819,57	88,63705525
Total	614	1857350	5.441.482,02	138.500.816,10	143.942.298,13	77,49874721

Aqui são apresentados os recursos financeiros necessários ao Projeto. Observe-se que os recursos de investimento estão concentrados no 1º ano de execução, e destinam-se à implantação da infra-estrutura para o processamento e o tratamento de dados radar, bem como à aquisição de equipamentos e outros materiais necessários à execução dos trabalhos de campo.



Há uma proposta de Projeto em elaboração, sob a ação facilitadora do Gabinete de Segurança Institucional da Presidência da República (GSI/ PR), envolvendo vários Órgãos sob a coordenação do CENSIPAM, que já foi apresentado preliminarmente à Câmara de Relações Exteriores e Defesa Nacional (CREDEN).

O Projeto originalmente apresentado previa o mapeamento plani-altimétrico de toda a Amazônia Legal, tanto da área de “vazio cartográfico” quanto da área mapeada nas décadas de 70 e 80.

Este Projeto continua em estudo, considerando a possibilidade de participação das aeronaves R99B, do SIPAM, no mapeamento das áreas de não-floresta, de levantamentos hidrográficos das vias navegáveis, bem como uma redefinição da área total a ser mapeada.

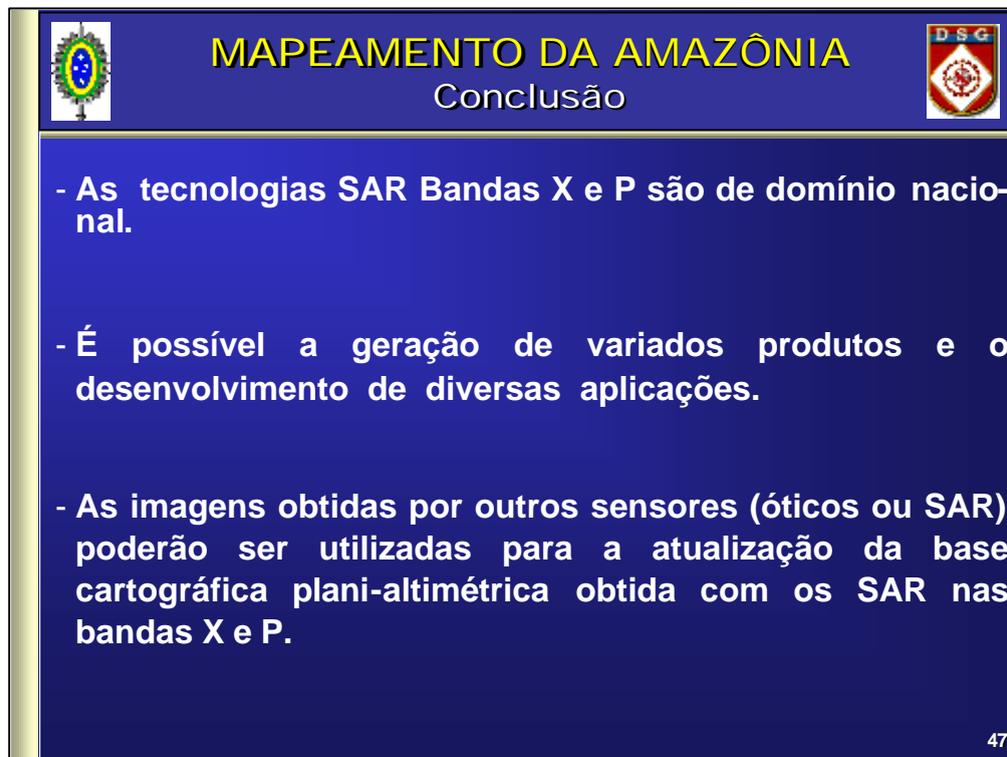
Verifica-se, também, a possibilidade de reunir os vários órgãos de Governo e empresas interessadas nesse mapeamento, no sentido de captar os recursos financeiros necessários a sua execução.

7. Conclusão

Ao concluir esta apresentação, gostaria de enfatizar que o Exército, por intermédio do seu Serviço Geográfico, desde o final do Programa de Dinamização da Cartografia (PDC), na década de 80, continua envidando esforços para solucionar a questão do vazio cartográfico na Amazônia.

A solução tecnológica buscada e testada está disponível no País.

Acredito que haja grande possibilidade desses esforços serem coroados de êxito, uma vez que conta com o apoio do GSI/ PR e o interesse de vários órgãos e empresas no empreendimento.



MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA
Conclusão

- As tecnologias SAR Bandas X e P são de domínio nacional.
- É possível a geração de variados produtos e o desenvolvimento de diversas aplicações.
- As imagens obtidas por outros sensores (óticos ou SAR) poderão ser utilizadas para a atualização da base cartográfica plani-altimétrica obtida com os SAR nas bandas X e P.

47

O quadro tecnológico conforme foi apresentado, ao longo desta exposição, é extremamente favorável em relação ao que vigia no passado.

As razões que nos levam a solução tecnológica com os sensores SAR, nas bandas X e P, integrados a sistema de geoposicionamento para apoiar a aquisição de dados, acredito tenham ficado esclarecidas.

Uma vez obtida a base topográfica plani-altimétrica, a atualização da mesma poderá ser realizada por meio das imagens de outros sensores, orbitais ou aerotransportados, óticos ou SAR.



MAPEAMENTO DA AMAZÔNIA

Conclusão (Continuação)



- A experiência da DSG a credencia a afirmar que, atualmente, qualquer outra alternativa é incapaz de viabilizar, técnica e economicamente, o mapeamento plani-altimétrico da Amazônia, atendendo a Cartografia Sistemática Terrestre.

- Somente com o perfeito entendimento, por todos, dos benefícios que poderão ser realmente auferidos, será possível realizar o adequado mapeamento plani-altimétrico da Amazônia, em especial da área que constitui o “Vazio Cartográfico”.

48

Portanto, por tudo que foi apresentado, a experiência da DSG a credencia a afirmar que, atualmente, não há outra alternativa de solução tecnológica capaz de viabilizar técnica e economicamente o mapeamento topográfico em região de floresta densa, na Amazônia.

Sem dúvida, somente com o perfeito entendimento dos benefícios que serão auferidos com o mapeamento plani-altimétrico da Amazônia, será possível solucionar a questão do vazio cartográfico naquela Região.

Por fim, gostaria de dizer que os últimos acontecimentos vêm demonstrando que, felizmente, isto já está acontecendo, o que acena com um desfecho bastante favorável para o mapeamento topográfico da Amazônia.

