

PERFILAMENTO A LASER

10 anos de Evolução ...

Amauri A. Brandalize
amauri@esteio.com.br



ESTEIO
ENGENHARIA E AEROLEVANTAMENTOS S.A.

Conteúdo

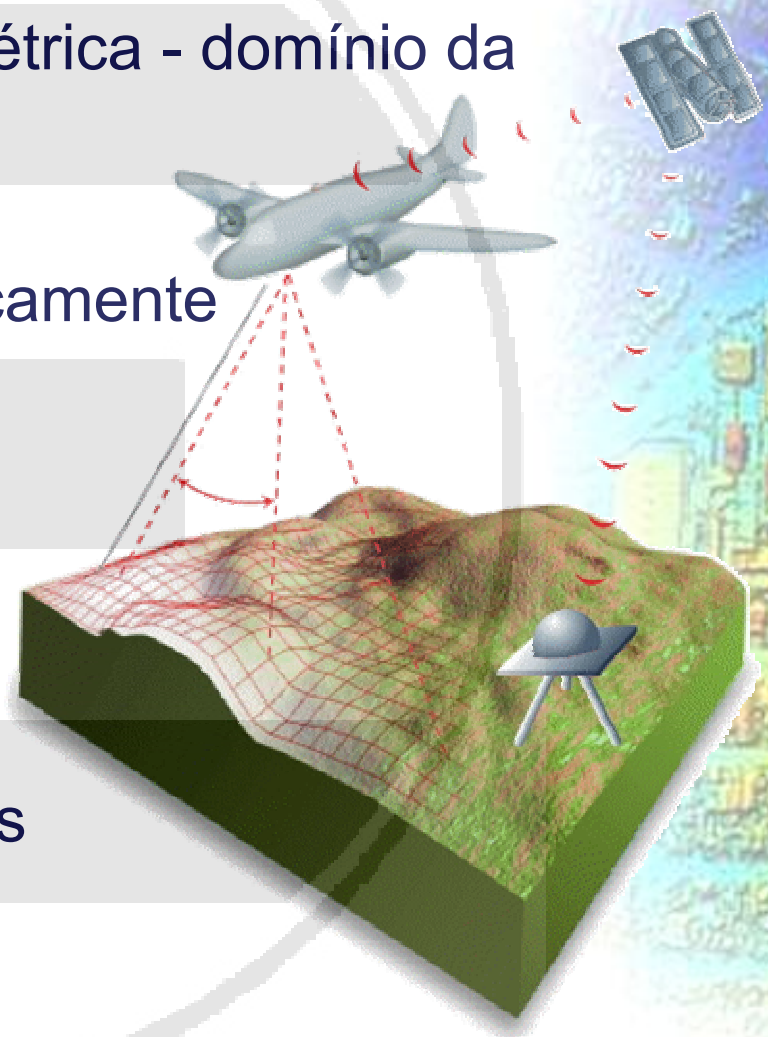
- Introdução
- Mundo ALS
- Mercado ALS
- Evolução
- Unidades Produzidas
- Equipamentos ALS
- ALS na Internet
- Comitê ASPRS
LiDAR
- Formato LAS
- Finalidade ALS
- Experiência
- Inovações
- Aplicações
Diferenciadas
- Tendências
- Sucessos e
Fracassos
- Conclusão
- Comentário Final

Introdução

- Perfilamento a LASER Aerotransportado (ALS - Airborne LASER Scanning)
 - Ultrapassa a primeira década de existência comercial.
- Estado Atual
 - ALS fundamentado como uma ferramenta viável e valiosa para o cartógrafo;
 - Coleta de dados de elevação e retificação de ortofotocartas.
- Mercado Paralelo
 - Padrões técnicos, conferências, listas de discussão, desenvolvimento de programas específicos ... e incorporação na **CARTOGRAFIA**.

Mundo ALS

- Cartografia “acomodou” a tecnologia
 - Ferramenta de qualidade altimétrica - domínio da Fotogrametria Analítica.
- Novos cenários
 - MDT's em áreas não economicamente viáveis para Fotogrametria;
 - Volumes urbanos;
 - Cabos de LT;
 - Áreas Florestadas.
- Novos Profissionais
 - Engenheiros elétricos, florestais e projetistas de redes;
 - Pesquisadores.

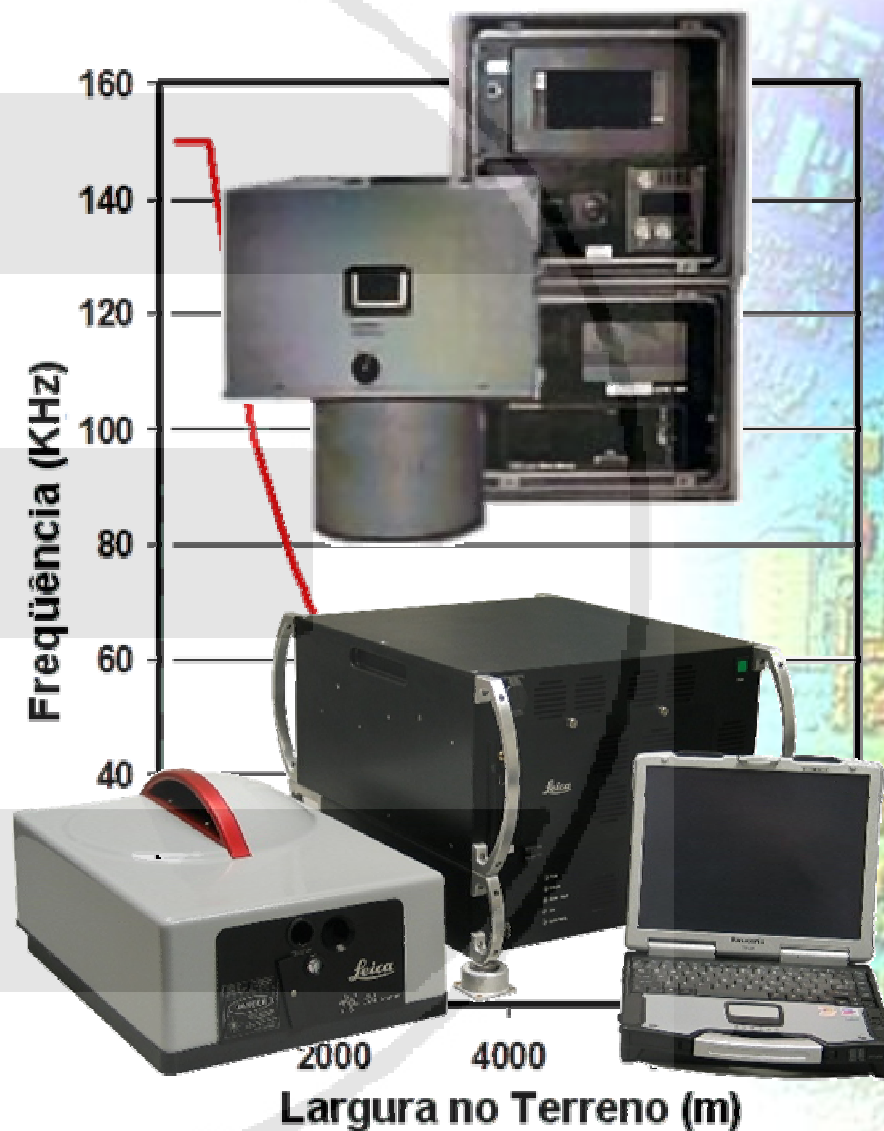


Mercado ALS

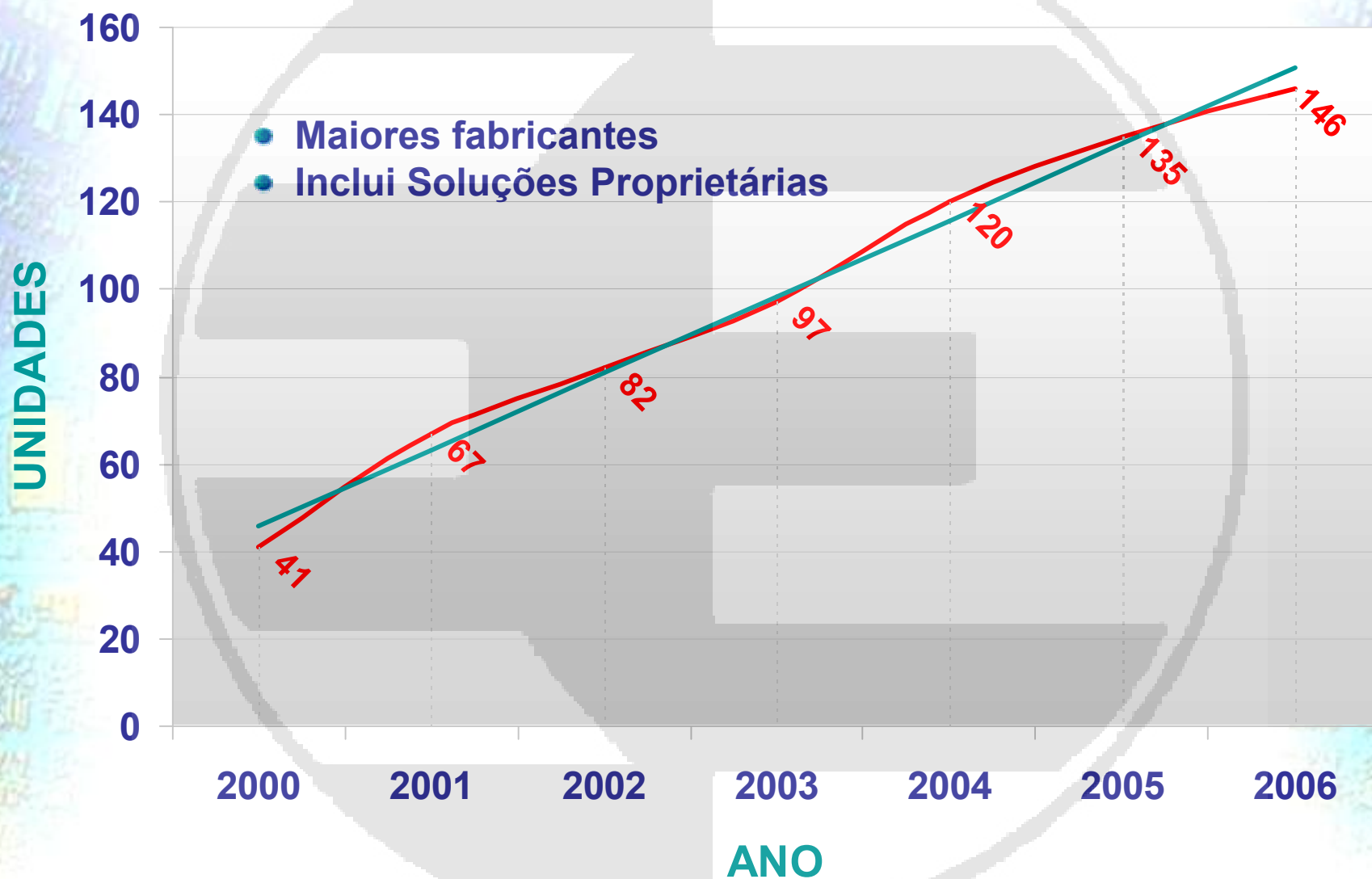
- Maiores fabricantes na disputa do mercado Cartográfico buscam:
 - Maior capacidade de varredura;
 - Maior altura de trabalho;
 - Melhor detecção de pulsos refletidos;
 - Facilidade e segurança de operação.
- Lançamentos obedecem a Lei de Moore
 - Comparável com evolução dos processadores de computador.
- **Movimentação Anual** (LiDAR Global Market – TMS Intl Co. – 2005)
 - Crescimento contínuo nos últimos 5 anos;
 - Maior que US\$ 330 milhões em 2005.

Evolução

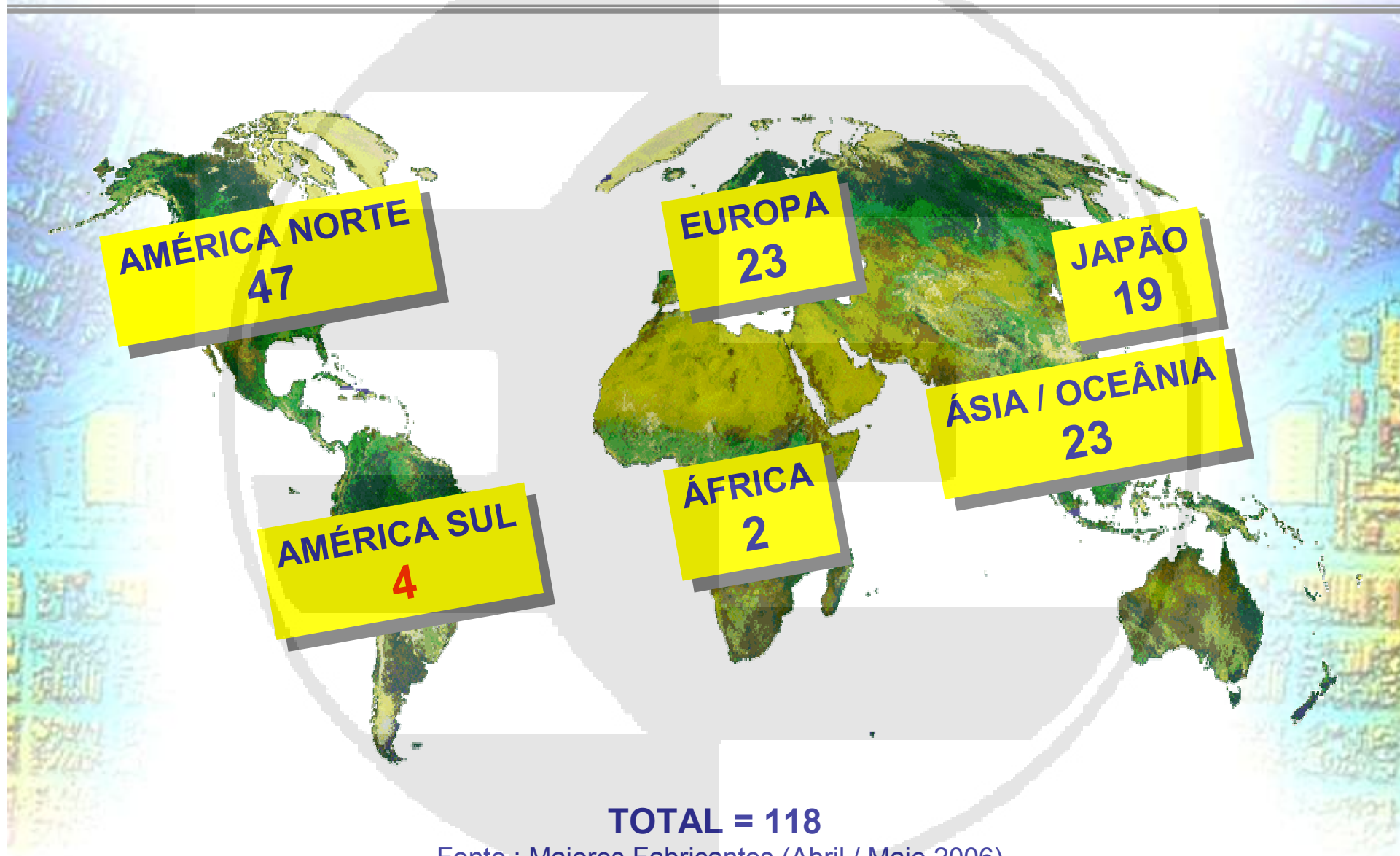
ANO	f (KHz)	H (m)
	2	1.000
1995	5	1.200
1998	10	2.000
1999	25	2.000
2001	33	3.000
2002	50	2.000
2003	70	1.500
2004	100	1.100
	150	600



Unidades Produzidas



Equipamentos ALS



Fonte : Maiores Fabricantes (Abril / Maio 2006)

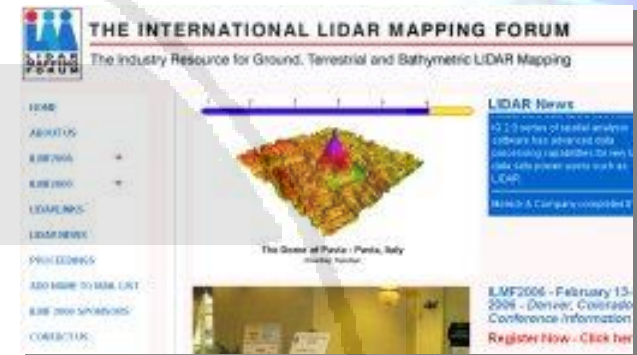
ALS na Internet

- www.lidar.com.br
 - Site NACIONAL;
 - *Papers* separados em categorias de aplicações ALS;
 - Exemplos, especificações técnicas, notícias, ...
- www.airbornelasermapping.com
 - Acesso para indústria e empresas envolvidas com ALS;
 - *International LiDAR Mapping Forum*.



ALS na Internet

- www.lidarmap.org
 - Grupo ALS para desenvolvimento e aplicações;
 - Promove reunião anual de profissionais.
- Comitê ASPRS LiDAR
www.asprs.org/society/committees/lidar/
 - Sub-comitê da Divisão de Aplicações Fotogramétricas;
 - Formado por + de 40 representantes p/ desenvolvimento de especificações.



Formato LAS (LiDAR Aerial System)

- Padrão da indústria apoiado por desenvolvedores de programas e fabricantes de equipamentos.
- O formato de arquivo possui:
 - Coordenadas X, Y, Z, Intensidade,
 - Número do retorno e de retornos,
 - Direção do vôo,
 - Extremidade da Linha de Vôo,
 - Classificação (Terreno, Não-Terreno, Vegetação ..),
 - Ângulo de abertura,
 - Usuário e equipamento,
 - Tempo GPS.
- + detalhes
 - www.lasformat.org

PUBLIC HEADER BLOCK:

Item	Format
File Signature ("LASF")	char[4]
Reserved	unsigned long
GUID data 1	unsigned long
Version Major	unsigned char
Version Minor	unsigned char
System Identifier	char[32]
Generating Software	char[32]
Flight Date Julian	unsigned short
Year	unsigned short

Finalidade ALS

REGIÃO					
AMÉRICA NORTE	10 %	10 %	80 %		
AMÉRICA SUL			20 %	80 %	
FUSÃO COM IMAGEM - D - Dados ALS pós-processados e georreferenciados - C - Com filtragem manual por imagem - Co - Com consistência para fusão com imagens (%)					
EUROPA	30 %		50 %	20 %	
ÁSIA / AUSTRÁLIA		10 %	65 %	5 %	20 %
TODOS	7,5%	10,8%	50,8%	9,2%	21,7%

Fonte: Adaptado de ALS -Beyond Its Formative Years - David Jonas and Peter Byrne - 2003

Experiência

- Logística necessária para sucesso
 - aeronave, sensor, processamento *in loco*, conhecimento do local e parâmetros de configuração.
- Importância de controle de campo
 - distribuição, constelação, *Datum*.
- Acompanhamento de imagem
 - foto, vídeo ou intensidade.
- Reflexão e penetração na vegetação
 - sub-vegetação, veículos, postes, toldos, pontes ...
- Limitações do modelo digital de terreno
- Volume grande de dados
 - formato e programas para manipulação.

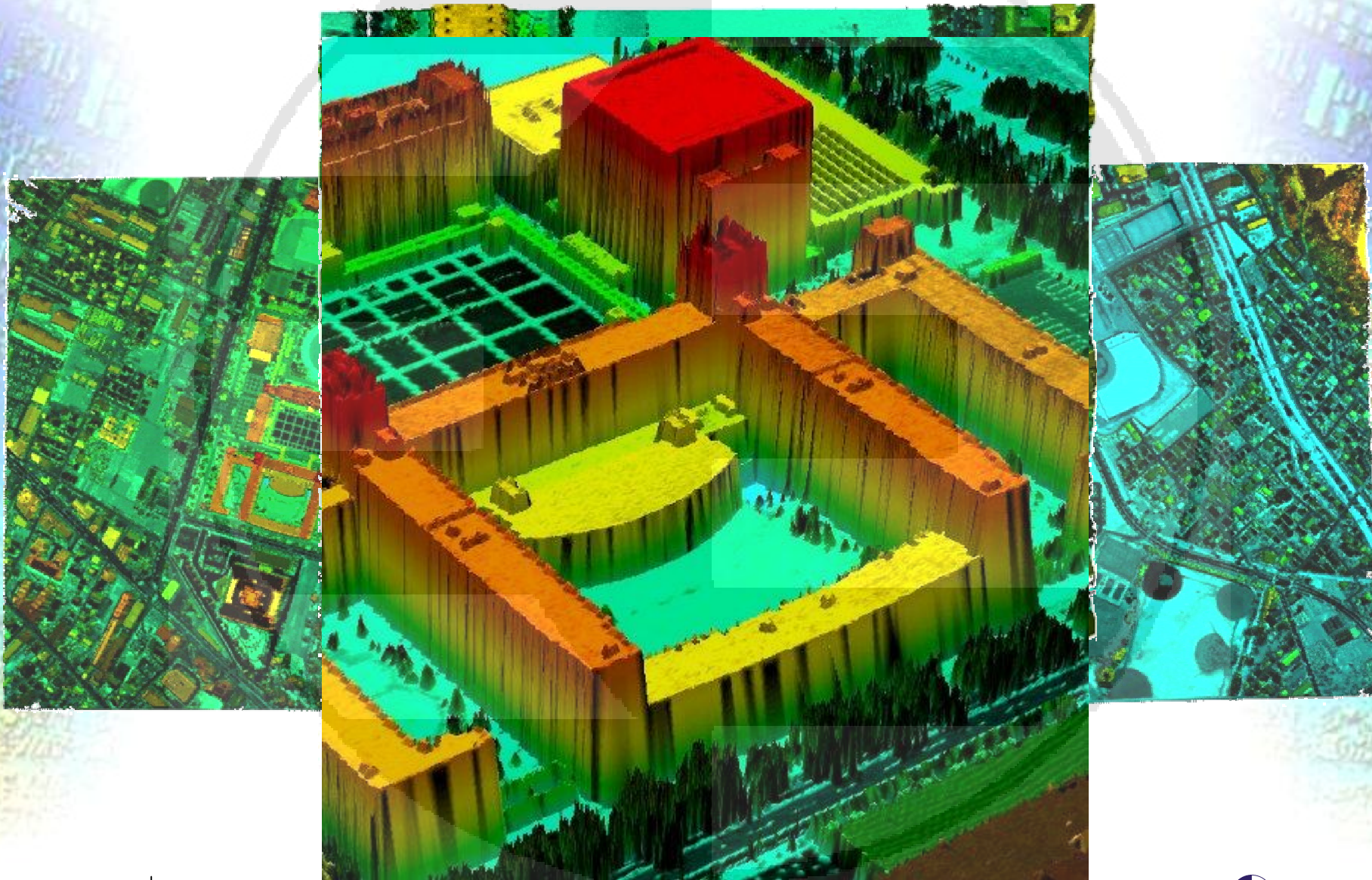
Inovações

- Maior densidade de pontos (100 KHz; 150 KHz);
- Maior ângulo de abertura (50°; 75°);
- Sistemas menores e mais compactos (sensor de perfil baixo);
- Frequência de operação variável em modo contínuo de acordo com altitude;
- Compensação de movimento da aeronave (roll);
- Operação até 6.000 m de altura sem uso de lentes auxiliares;
- Menor custo de manutenção – US\$ 50.000 a US\$ 75.000;
- Maior qualidade nos pulsos LASER nas extremidades da faixa;
- Temperatura operacional de 0-40°C;
- Menor consumo de energia;

Inovações

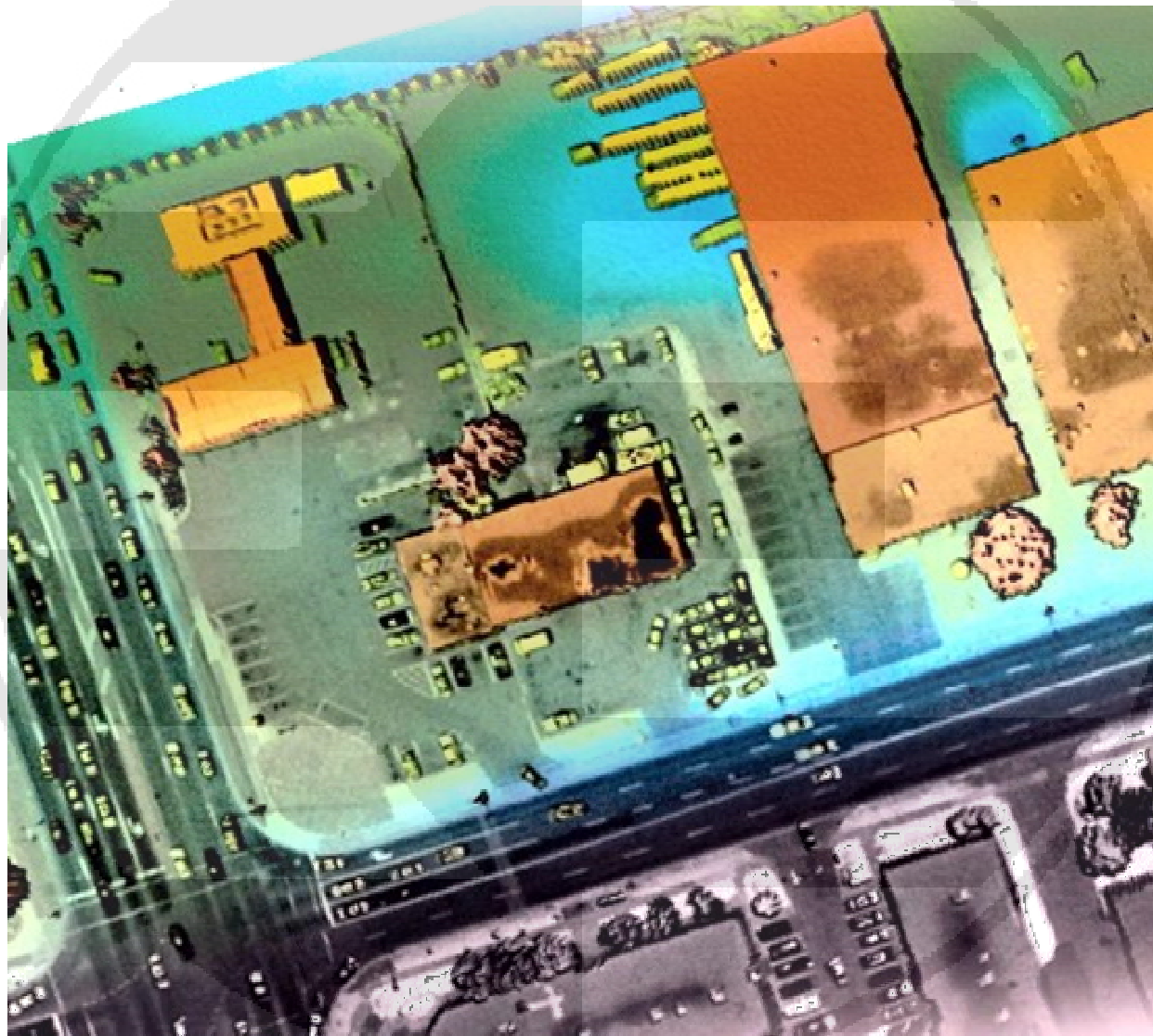
- Melhor qualidade horizontal (1:5.500 de H; 1:10.000 de H);
- Maior abertura óptica detecta alvos menores a alturas mais altas;
- Menor perda de pulso em alvos de baixa reflexão;
- Escaner de alta qualidade permite maiores velocidades em aeronaves, mantendo espaçamento dos pontos (frequência de varredura de 90Hz);
- Câmara Digital (1,3 M px) com coleta de imagem em tempo real para conferir cobertura de nuvens / névoa na linha de visão;
- Imagens JPEG georreferenciadas registradas a intervalos programáveis;
- Portas auxiliares para compartilhar dados de GPS / IMU com outros sensores;
- Diminuição de cabos e controles externos.

Inovações



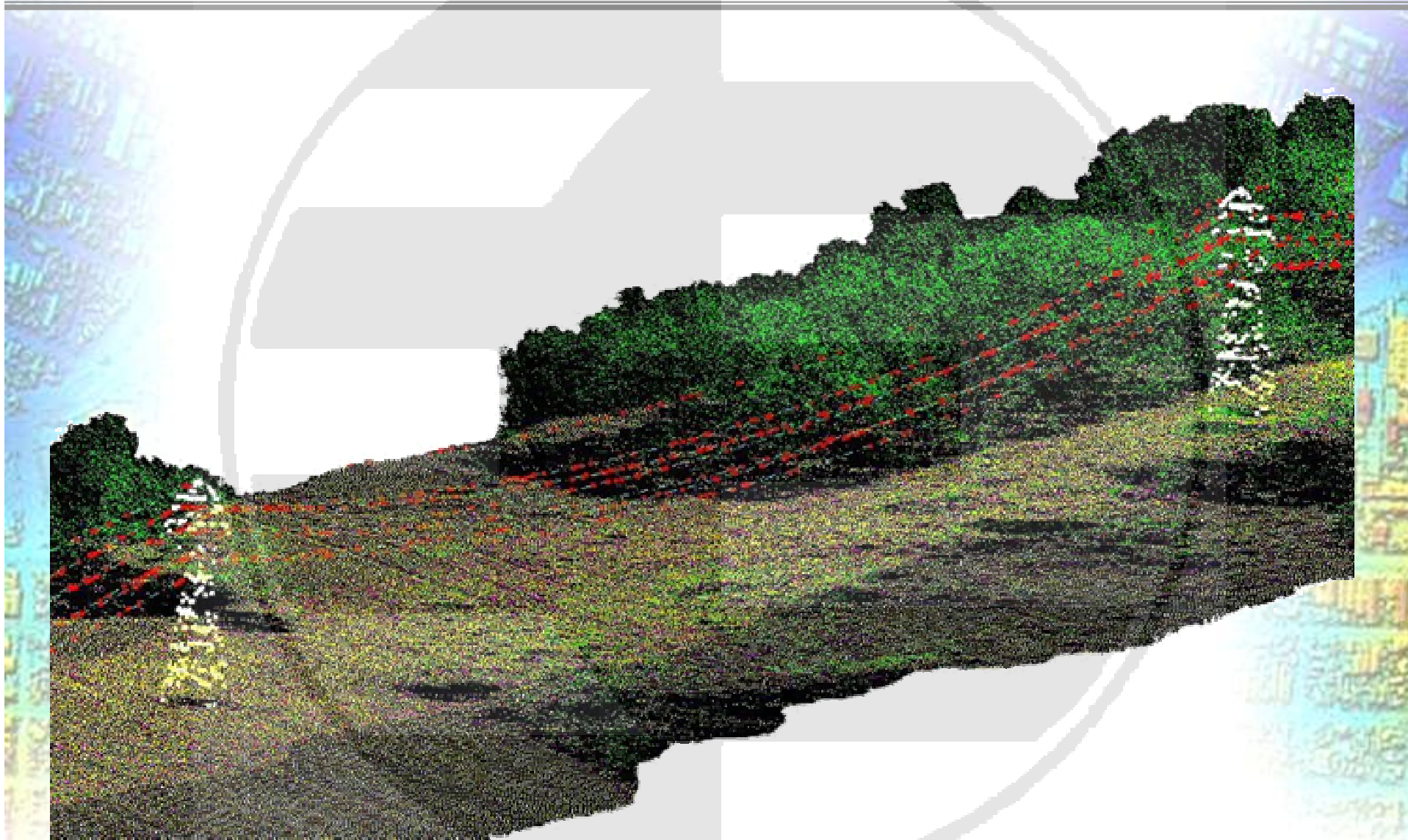
MAIO/2006

Inovações



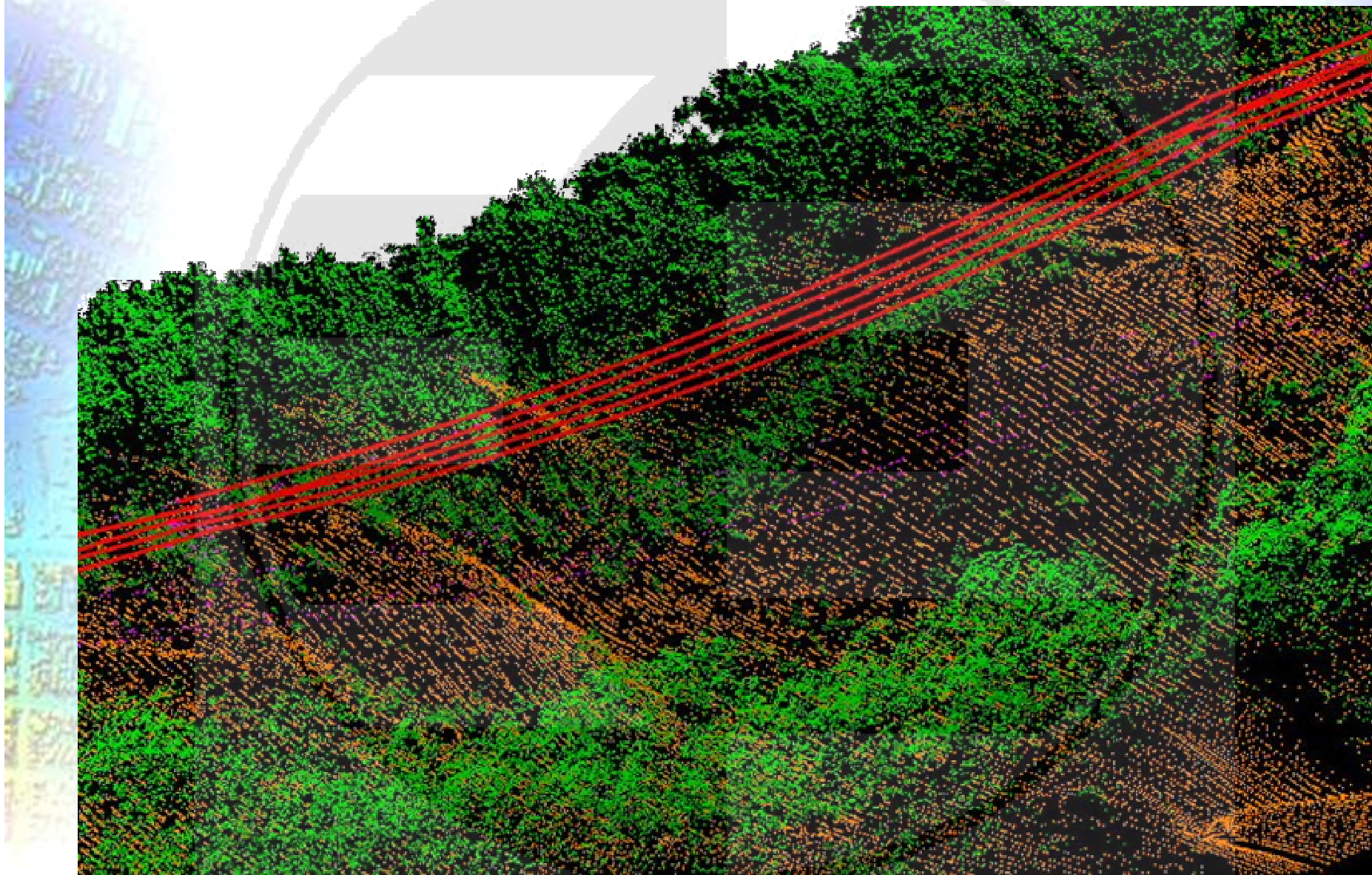
MAIO/2006

Inovações



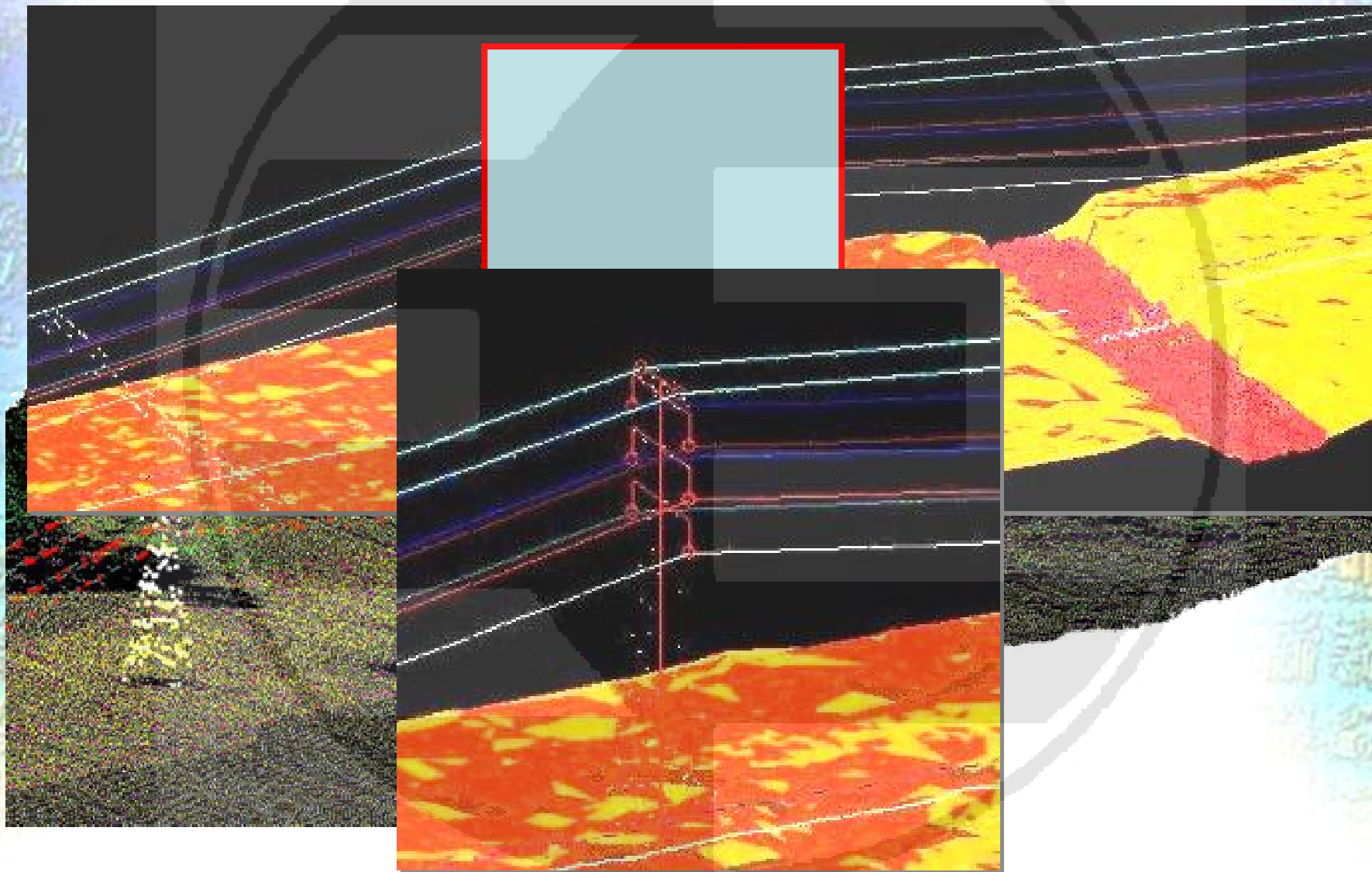
MAIO/2006

Inovações



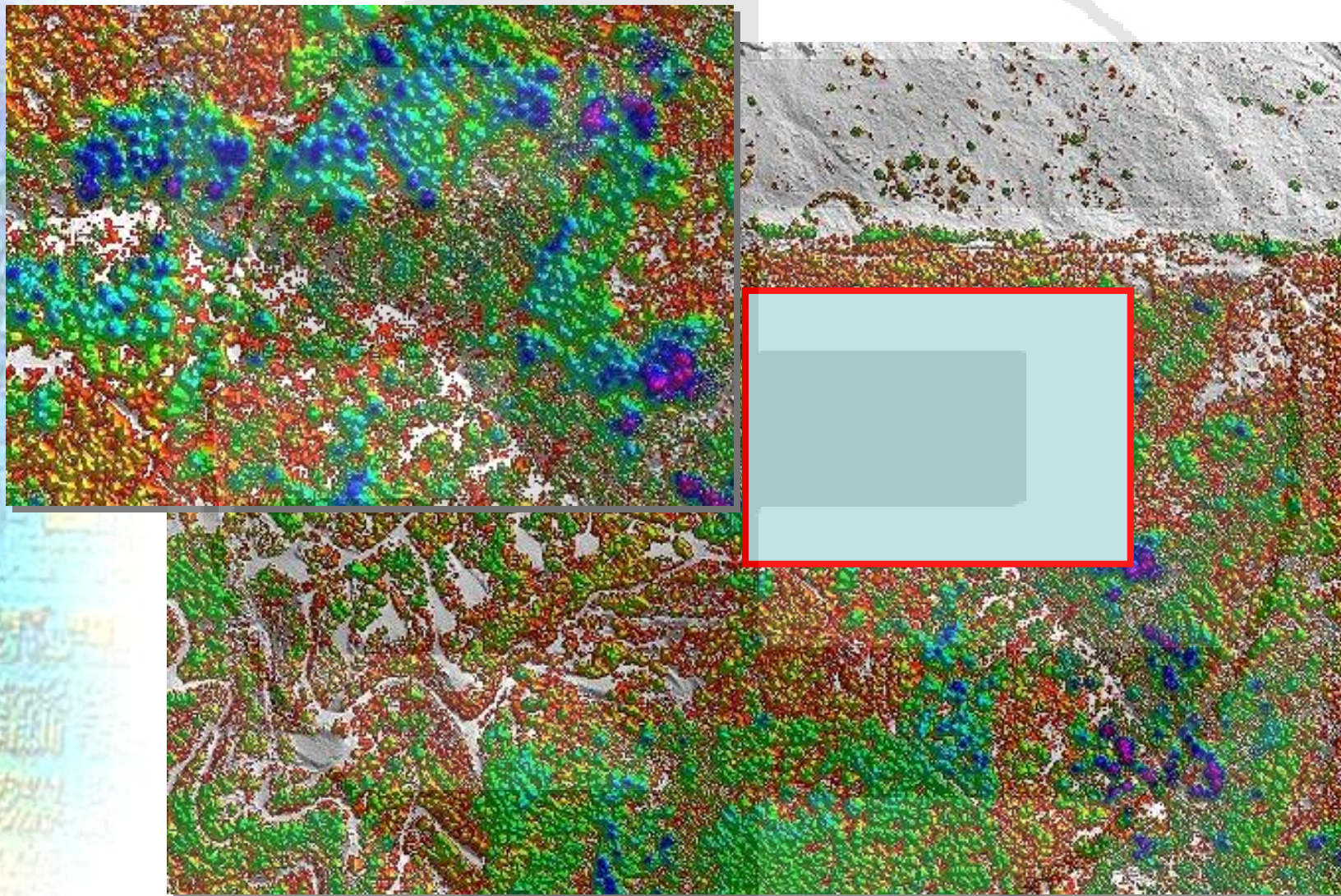
MAIO/2006

Inovações



MAIO/2006

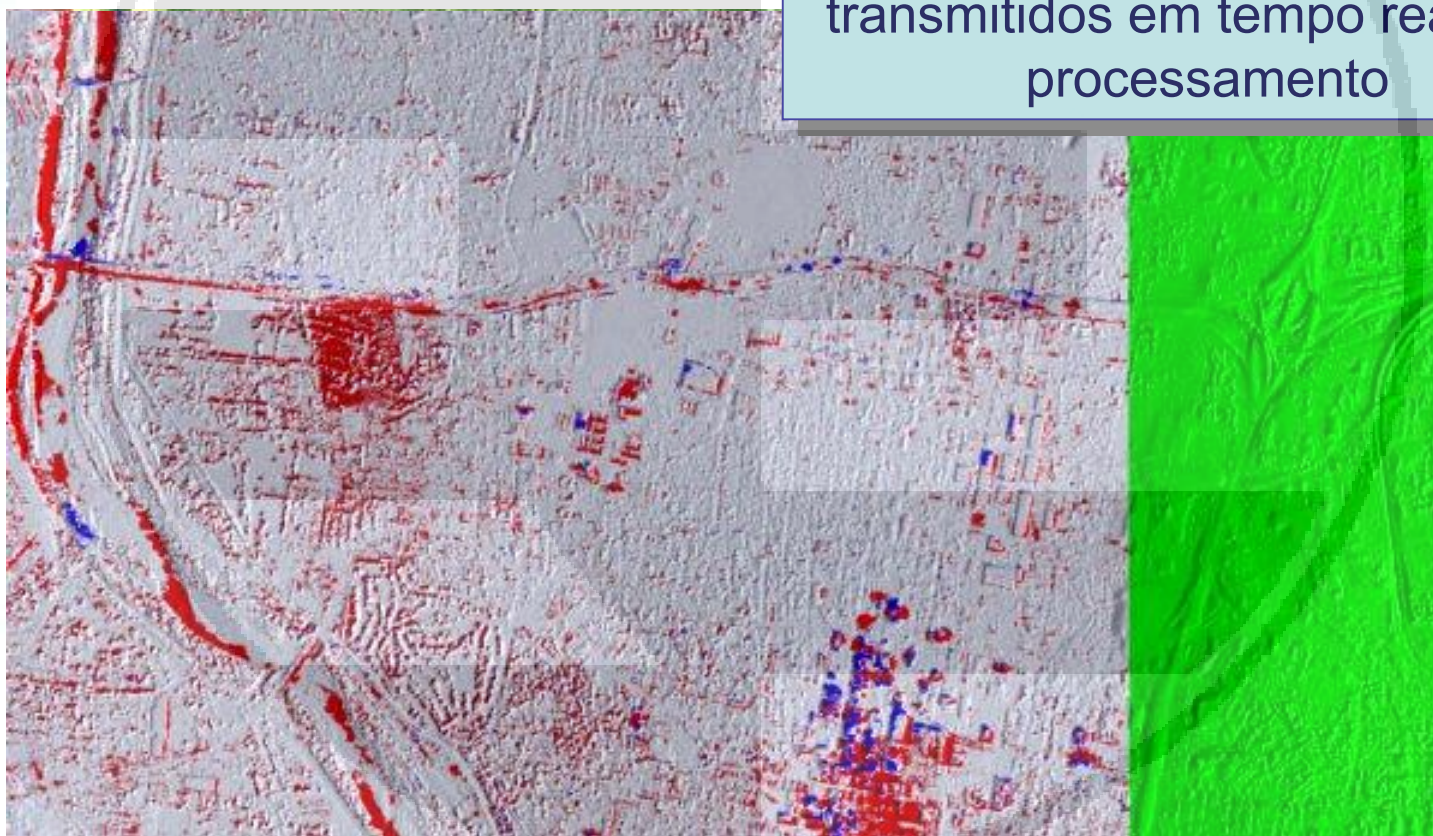
Inovações



Desastres Naturais em Tempo Real

- Comparar MDS antes e depois do desastre
 - Identificar automaticamente áreas de edifícios destruídos por terremoto.

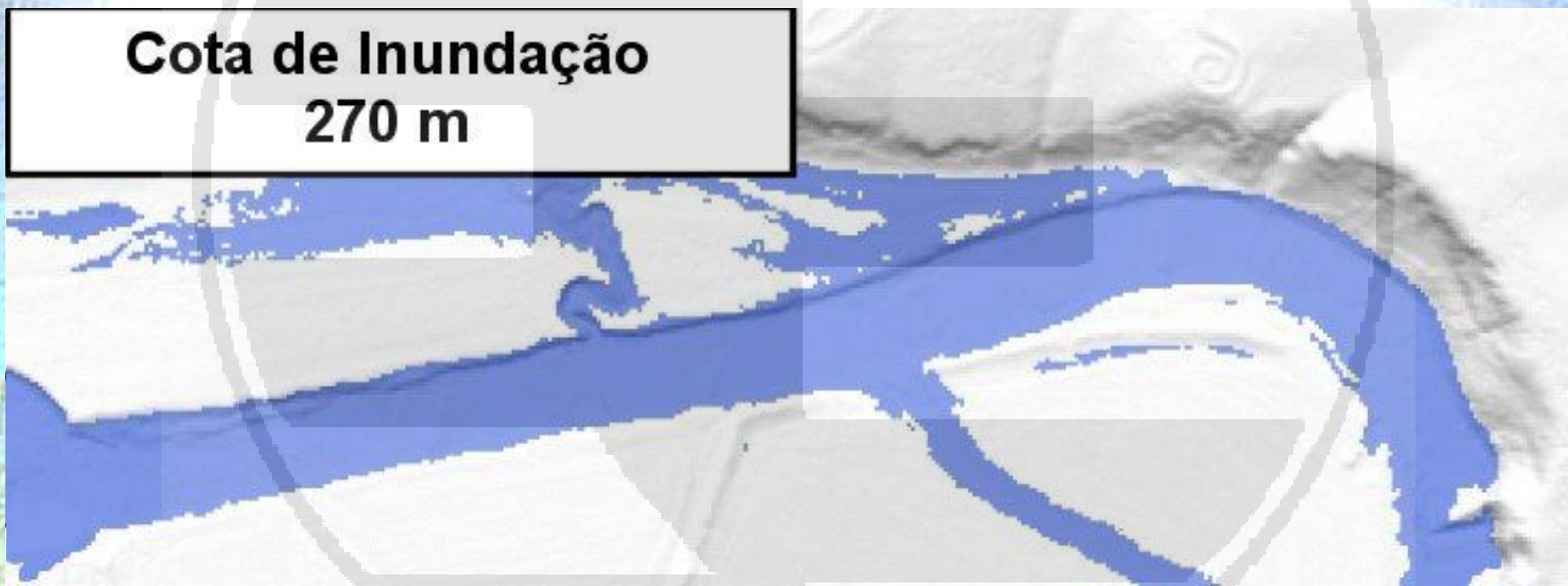
Dados ALS comprimidos e transmitidos em tempo real para processamento



Desastres Naturais em Tempo Real

- MDT antes e depois de inundação
 - Identificação de abrangência em função do escoamento.

**Cota de Inundação
270 m**



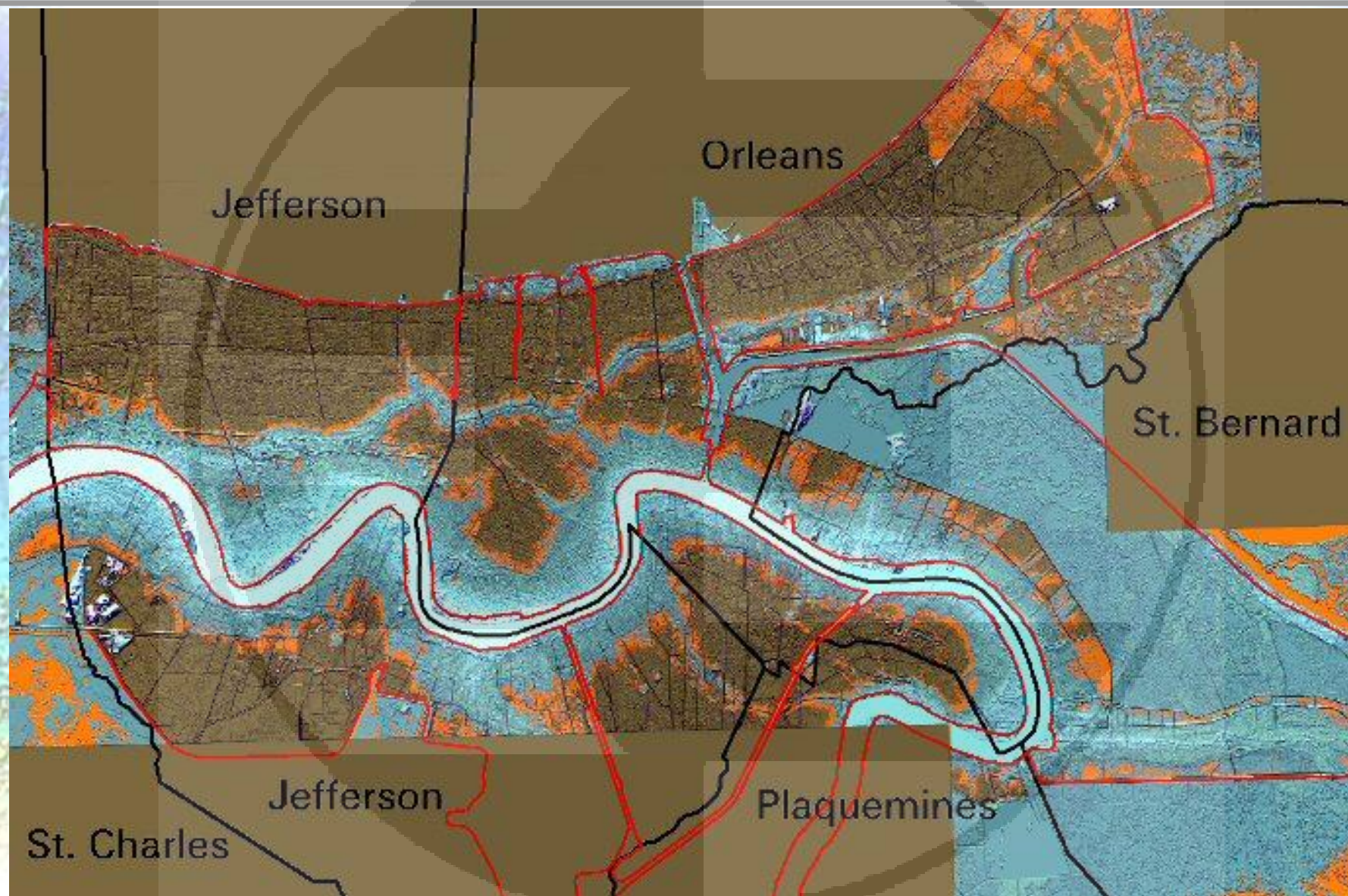
268 m

270 m

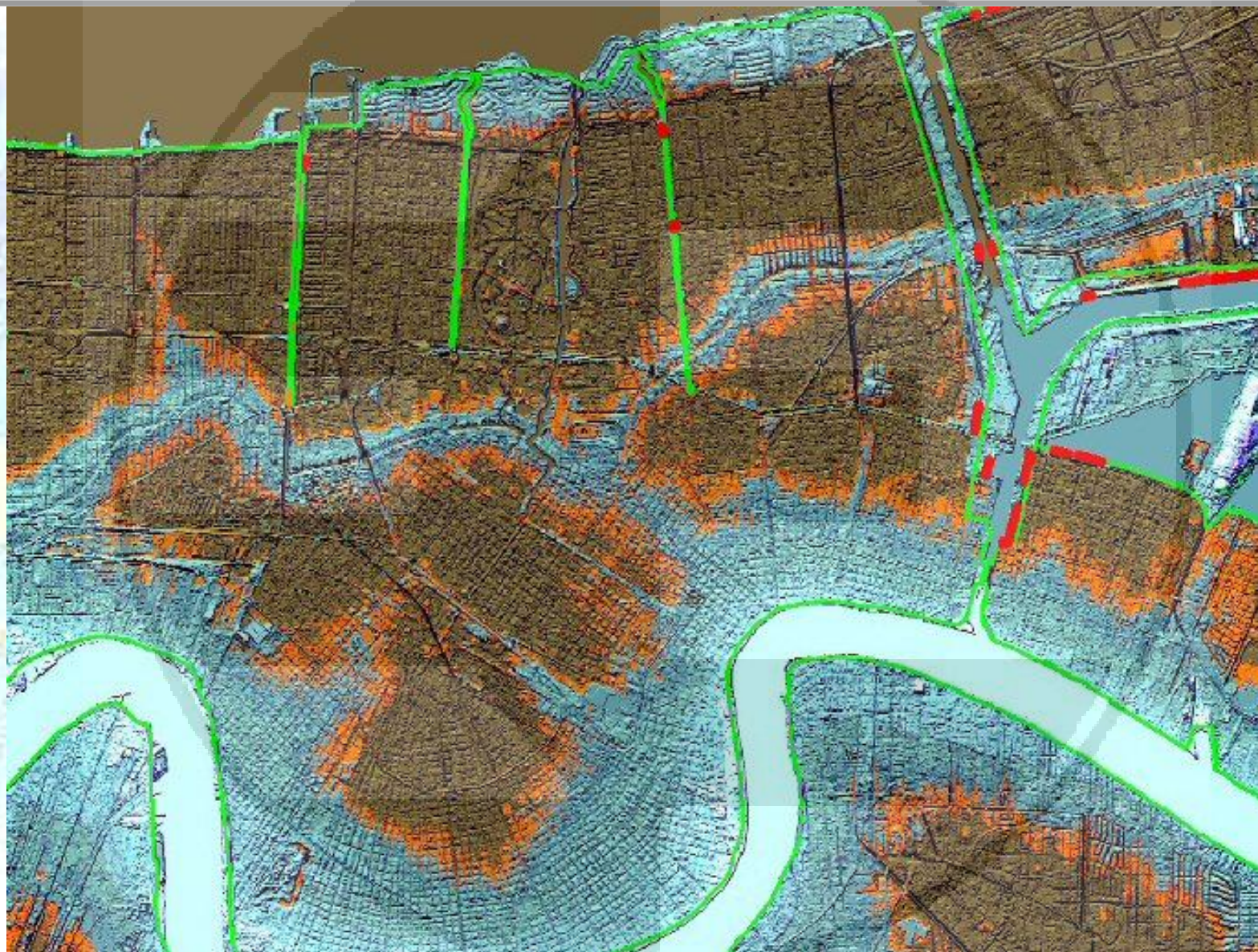
Desastres Naturais em Tempo Real

- Benefícios de Mapas Atualizados por LiDAR
 - “A FEMA official declared the Louisiana LIDAR dataset the most accessible and valuable geospatial dataset they have ever encountered in responding to a regional disaster”
- Gerenciamento
 - Dados de elevação para uso em situações provocadas por enxurradas e inundações;
 - Mais de 20.000 comunidades mapeadas digitalmente;
 - US\$ 45 bilhões economizados em mais de 50 anos (reduzindo impactos de desastres) ;
 - Padrão e qualidade de dados aperfeiçoada;
 - Ciclo de produção de mapas diminuído;
 - Facilidade de comunicação e informação da população;
 - US\$ 200 milhões / ano em contratos regionais.
- Em áreas de risco mais altas
 - 37 cm EMQ vertical;
 - 5 m de espaçamento com *breaklines*;
 - 2 m de espaçamento sem *breaklines*;
 - Grid , mas modelo de dados comum é TIN.

Desastres Naturais em Tempo Real



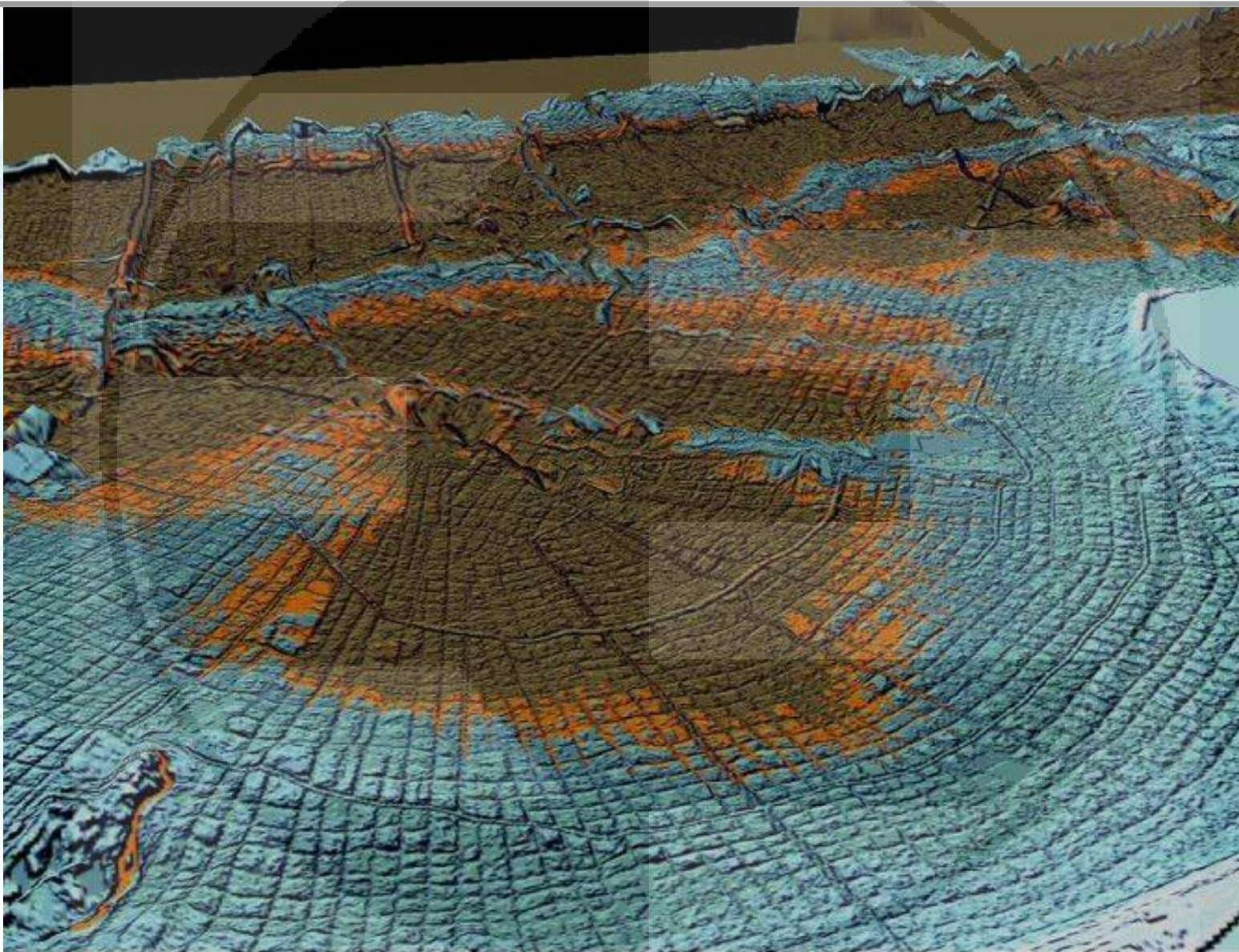
Desastres Naturais em Tempo Real



MAIO/2006

Adaptado de: Proceedings ILMF Intl LiDAR Mapping Forum (Feb, 2006)

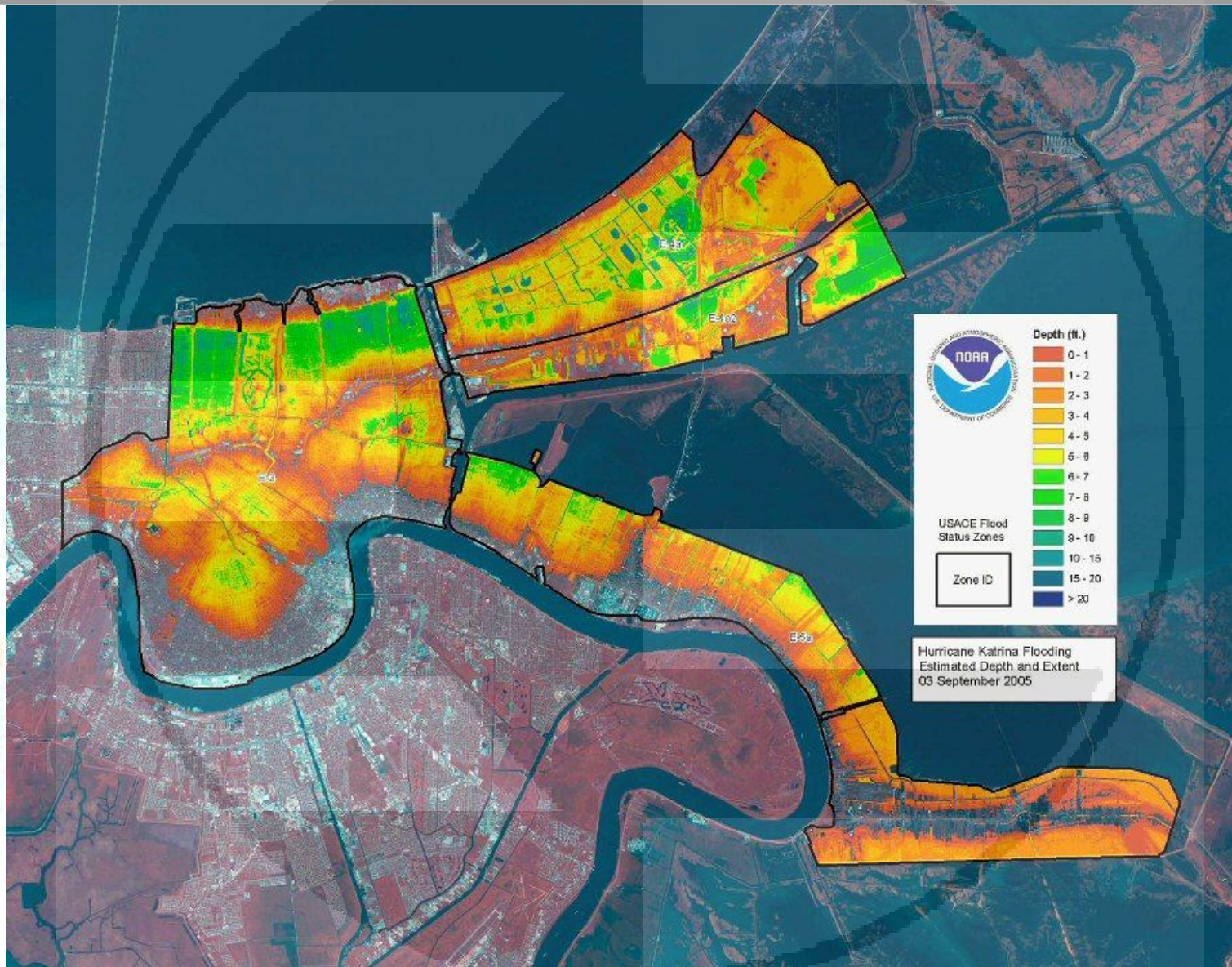
Desastres Naturais em Tempo Real



MAIO/2006

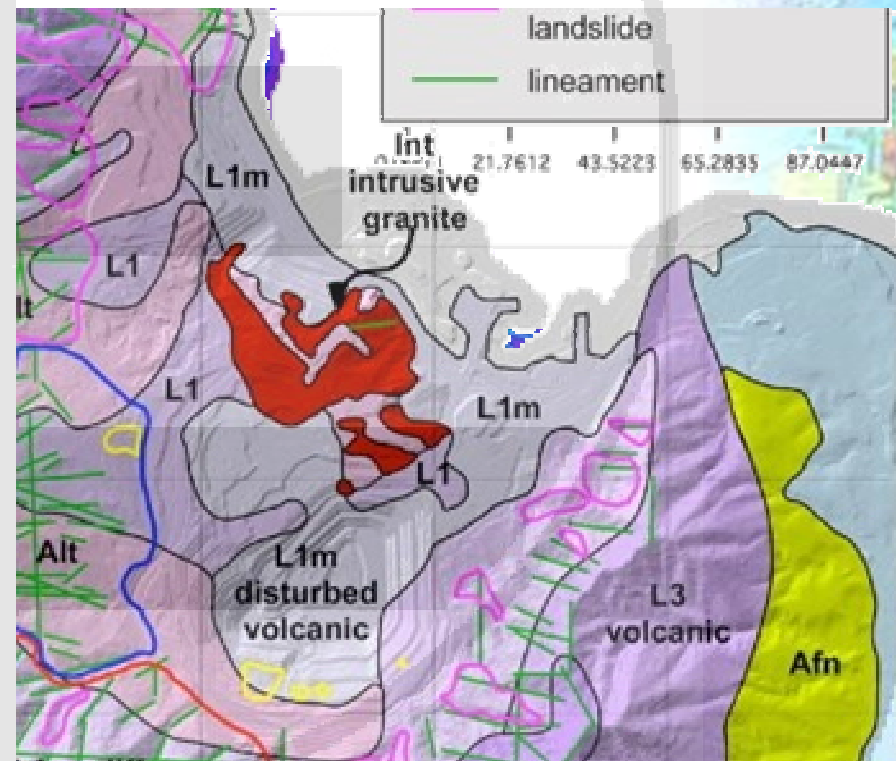
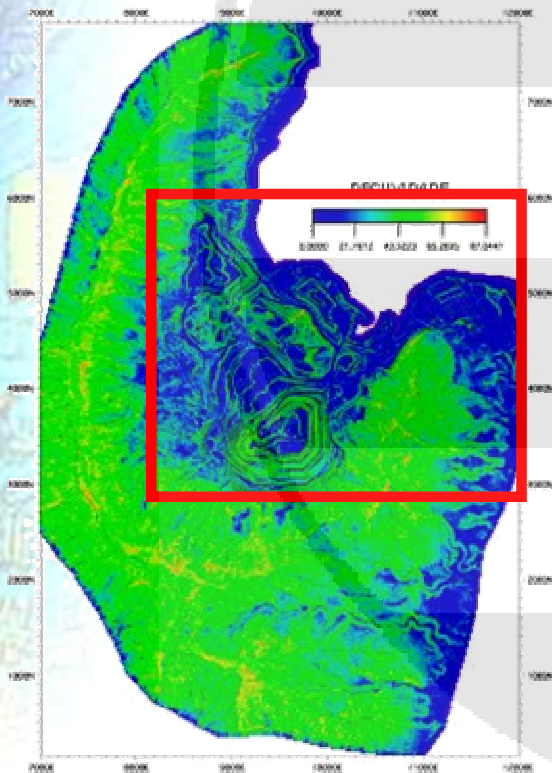
Adaptado de: Proceedings ILMF Intl LiDAR Mapping Forum (Feb, 2006)

Desastres Naturais em Tempo Real



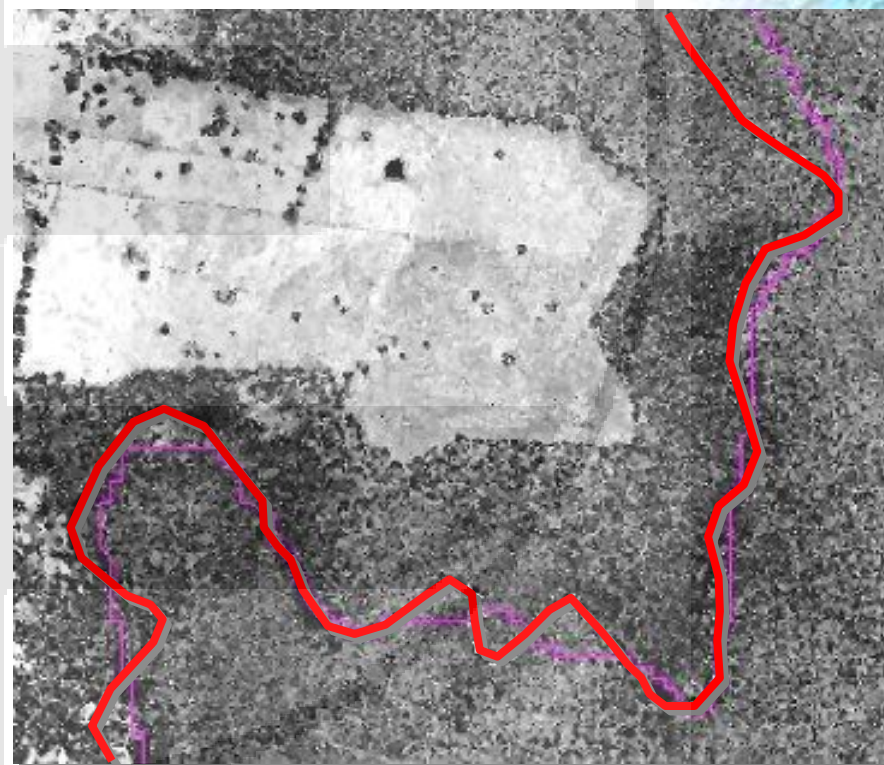
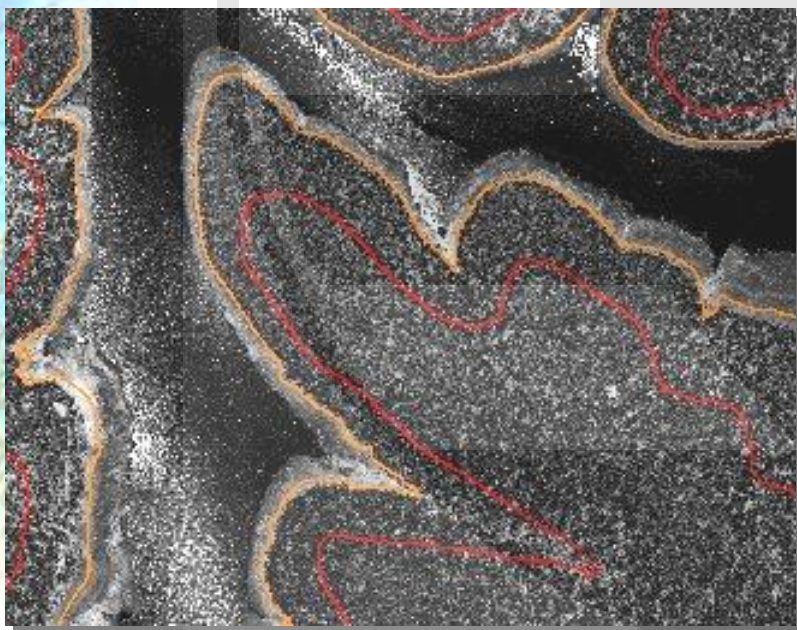
Riscos em Minas a Céu Aberto

- Dados ALS para obter MDT suficiente denso suficiente para interpretação geomorfológica
 - Delimitação de locais de potencial risco sem operações onerosas e demoradas em campo.



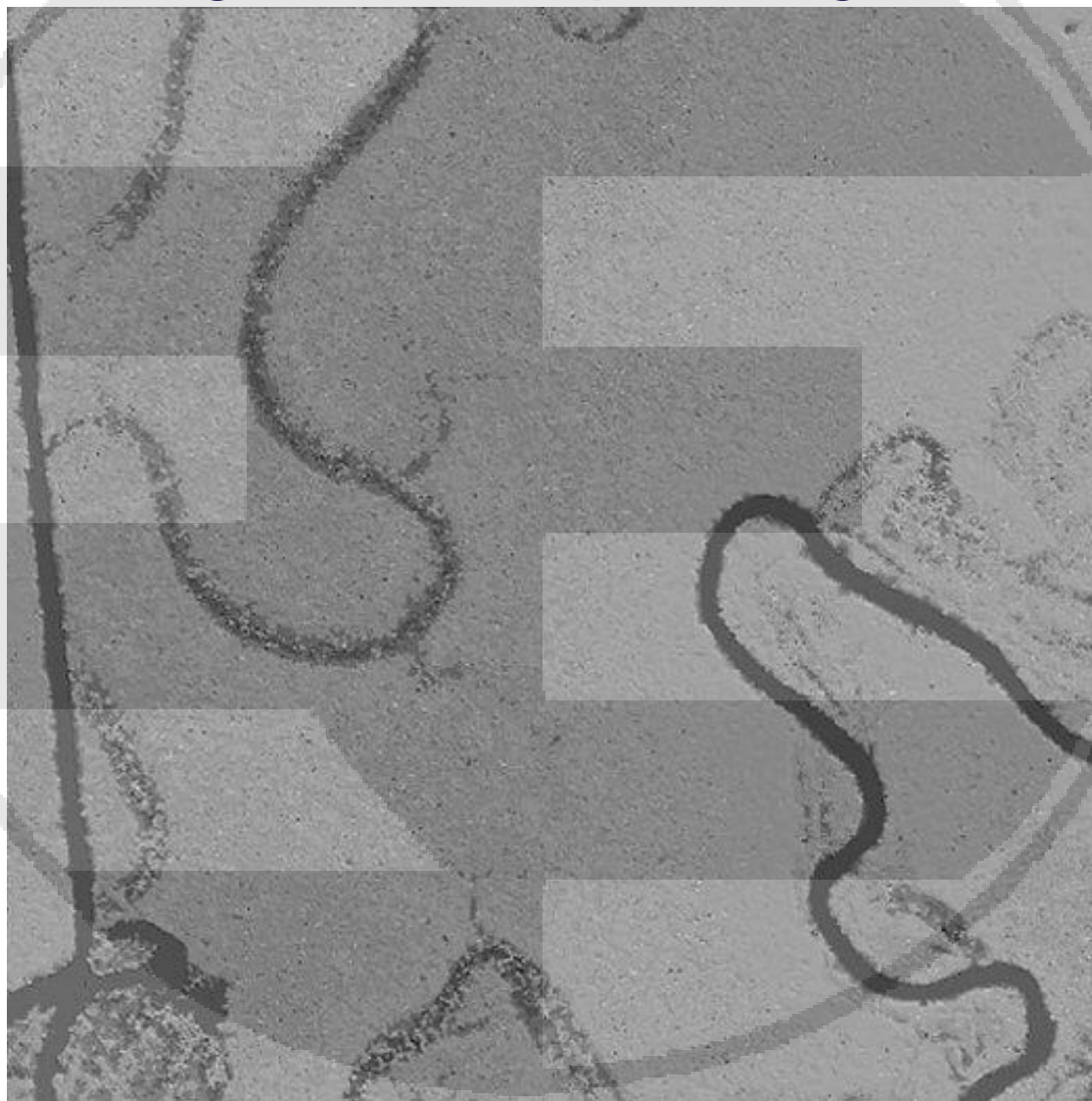
Mapeamento de Barragens

- Margens do reservatório com vegetação
 - Volume extra com elevação da cota de operação;
 - Extensão da cota máxima de inundação;
 - Determinar a extensão territorial do lago;
 - Feições (?)



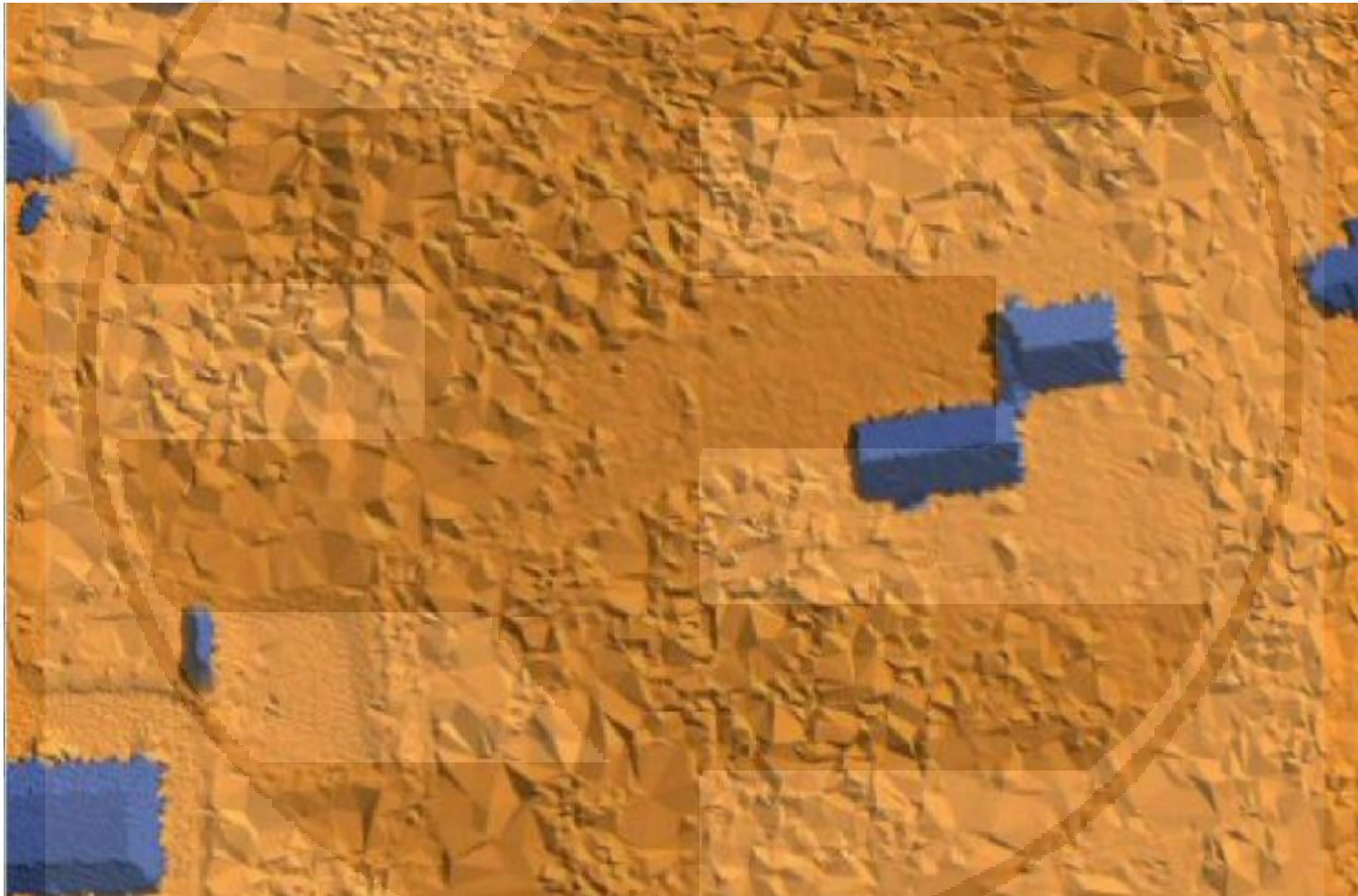
Mapeamento de Feições “Ocultas”

- Meandros antigos ocultos pela vegetação.



Mapeamento de Feições “Ocultas”

- Edificações sob a vegetação.



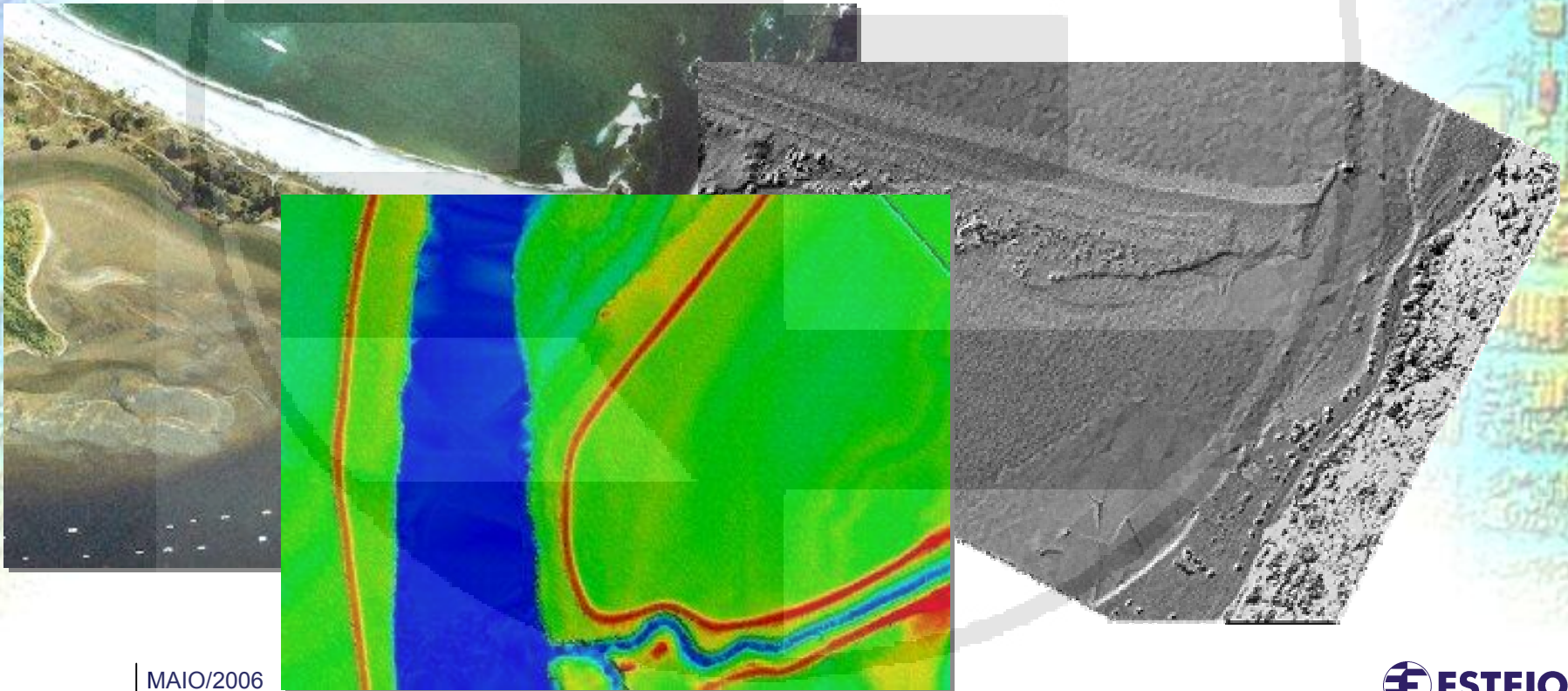
Mapeamento de Vegetação

- Identificação de vegetação por altura padrão;
- Mescla com IR.



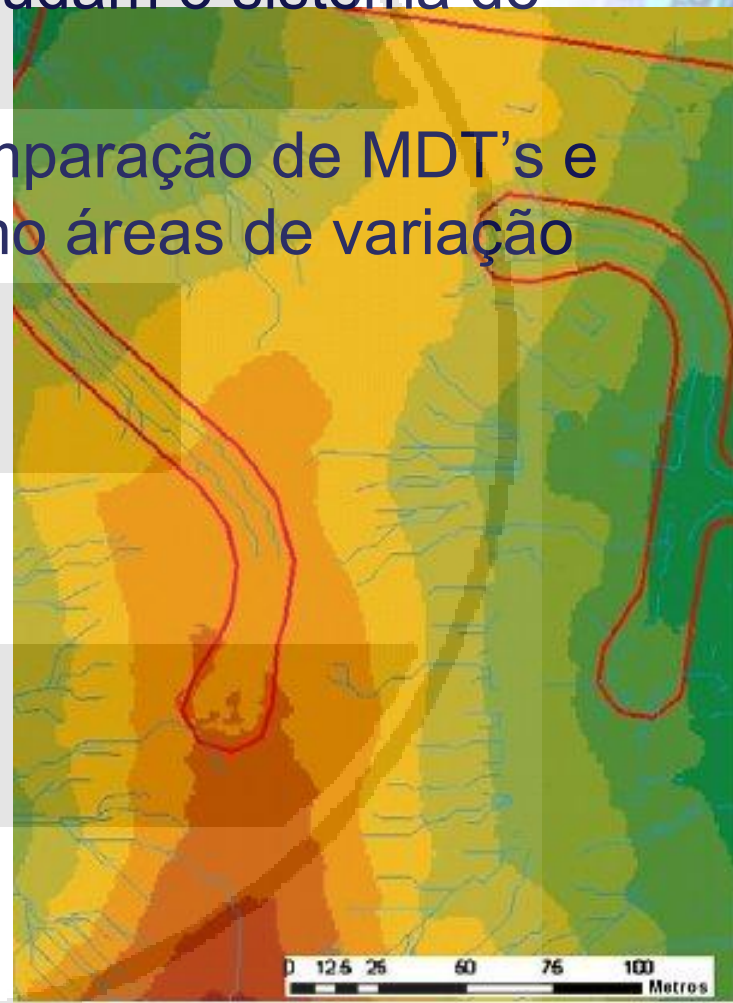
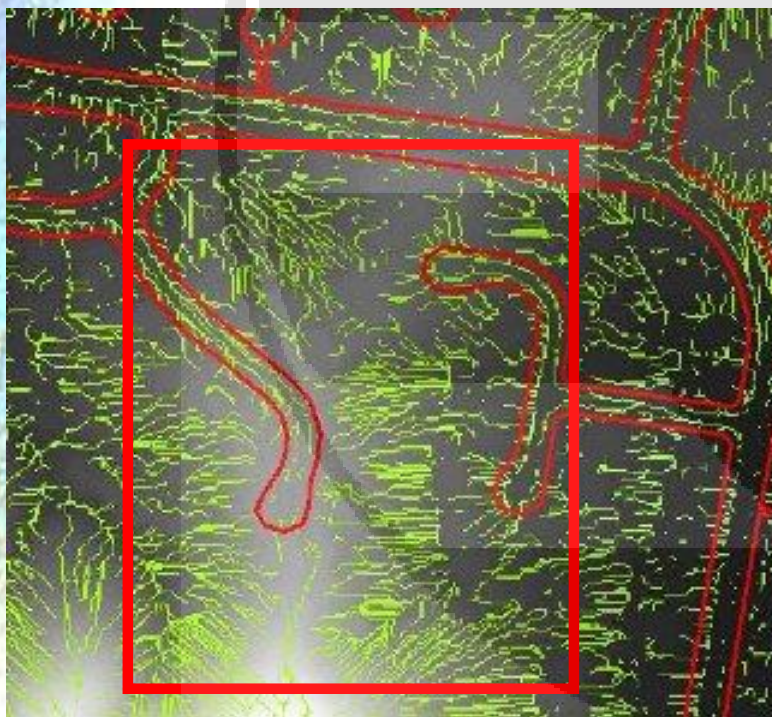
Transporte de Sedimentos

- Cheias em rios com bastante movimentação em seu canal ou padrão de escoamento;
- Erosão ou da sedimentação de áreas costeiras ou estuários;
- Inundação em cidades costeiras.



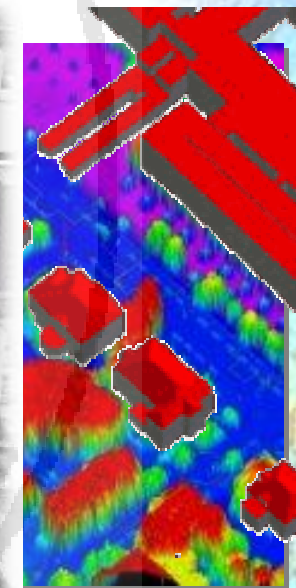
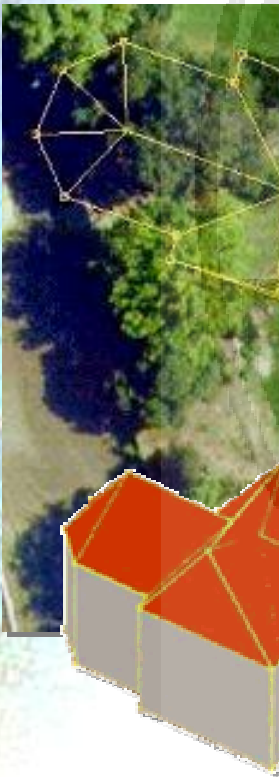
Hidrologia

- Modelos de Drenagem em áreas urbanas e rurais
 - Aterros e escavações ilegais mudam o sistema de drenagem
 - Identificação da mudança - comparação de MDT's e delimitação das diferenças como áreas de variação



Modelagem Urbana

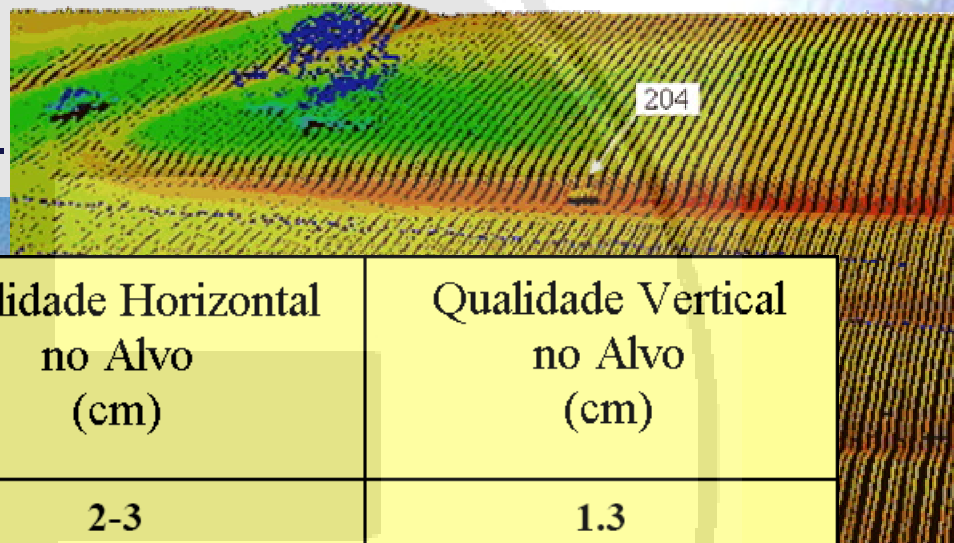
- Modelos 3D para planejamento de redes, localização espacial (telecomunicação), sistemas de navegação automotiva;
- Modelagem realista das fachadas de edificações.



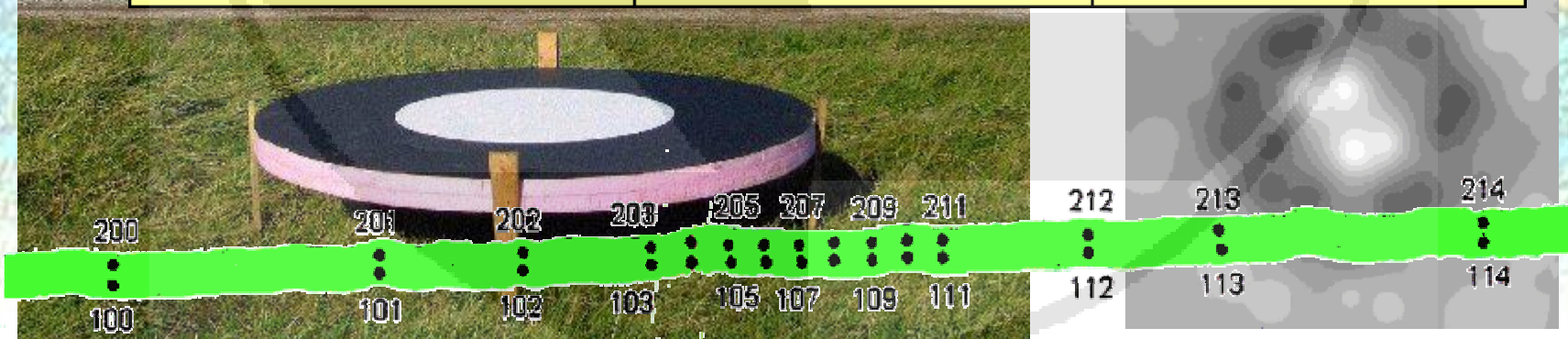
DES

Mapeamento de Vias

- Incremento de qualidade altimétrica com uso de sinais no terreno
 - Qualidade vertical - 3 a 4 cm.

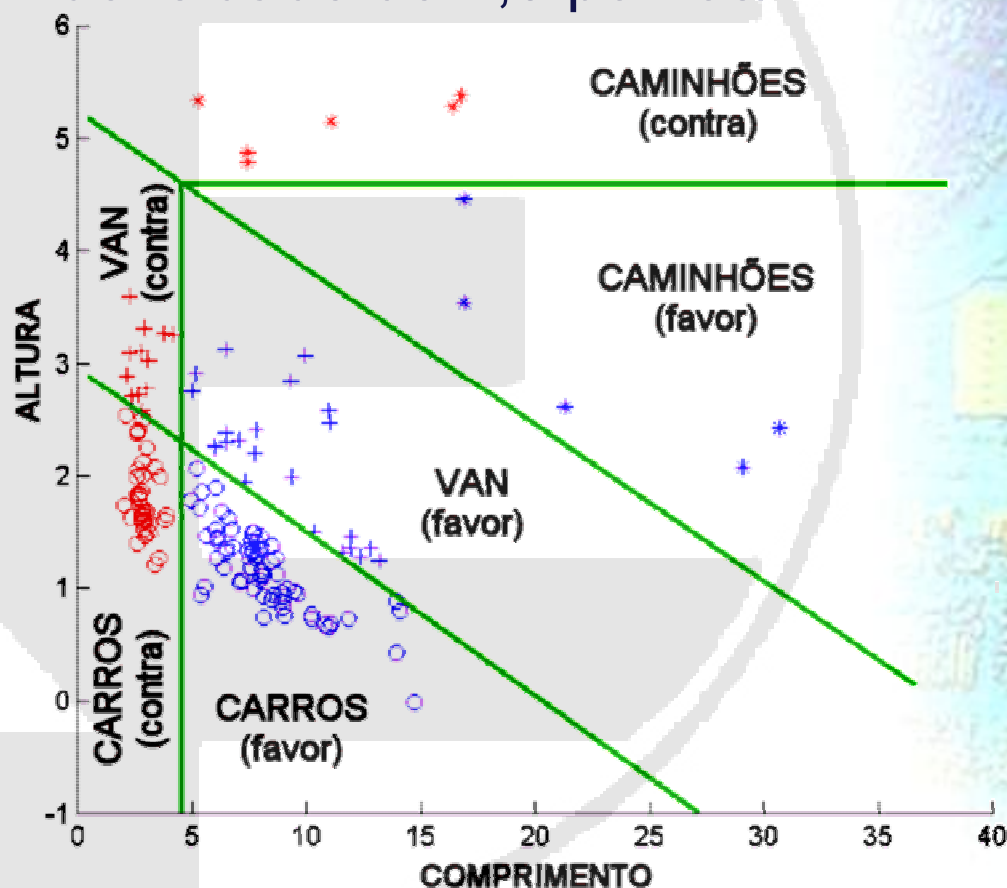
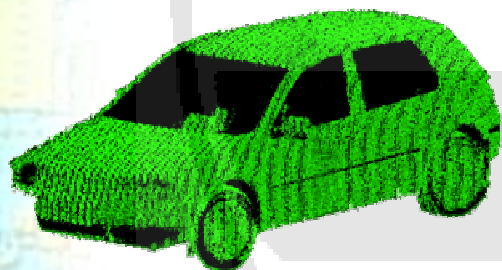
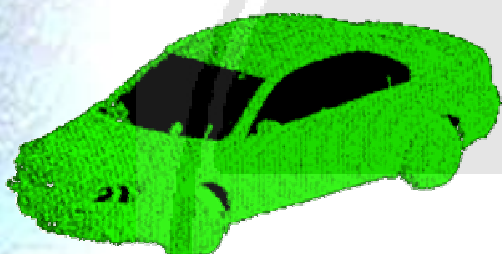


Densidade de Pontos (pontos/m ²)	Qualidade Horizontal no Alvo (cm)	Qualidade Vertical no Alvo (cm)
16 (~0.25m*0.25m)	2-3	1.3
4 (~0.50m*0.50m)	5-10	2.5
1.78 (~0.75m*0.75m)	10-15	4.0



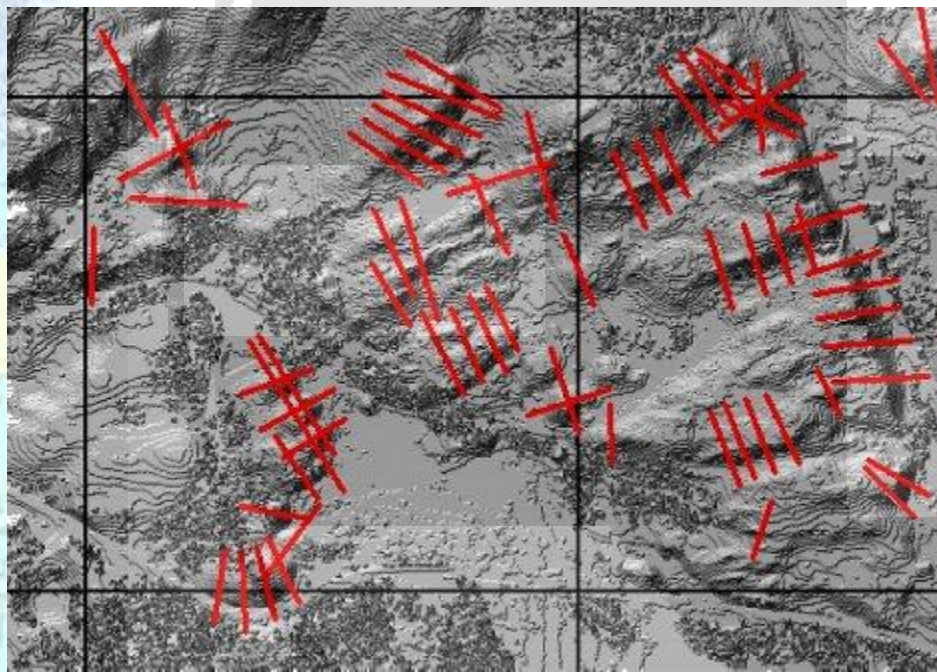
Contagem de Veículos

- Determinação de Perfis Característicos (treinamento dos algoritmos)
 - Eficácia de ~80% em densidade de 1,5 pontos/m².



Mapeamento para Uso Militar

- Pontos críticos no terreno com respeito à mobilidade
- US Army Engineer Research Center.



Extração Automática de Vias

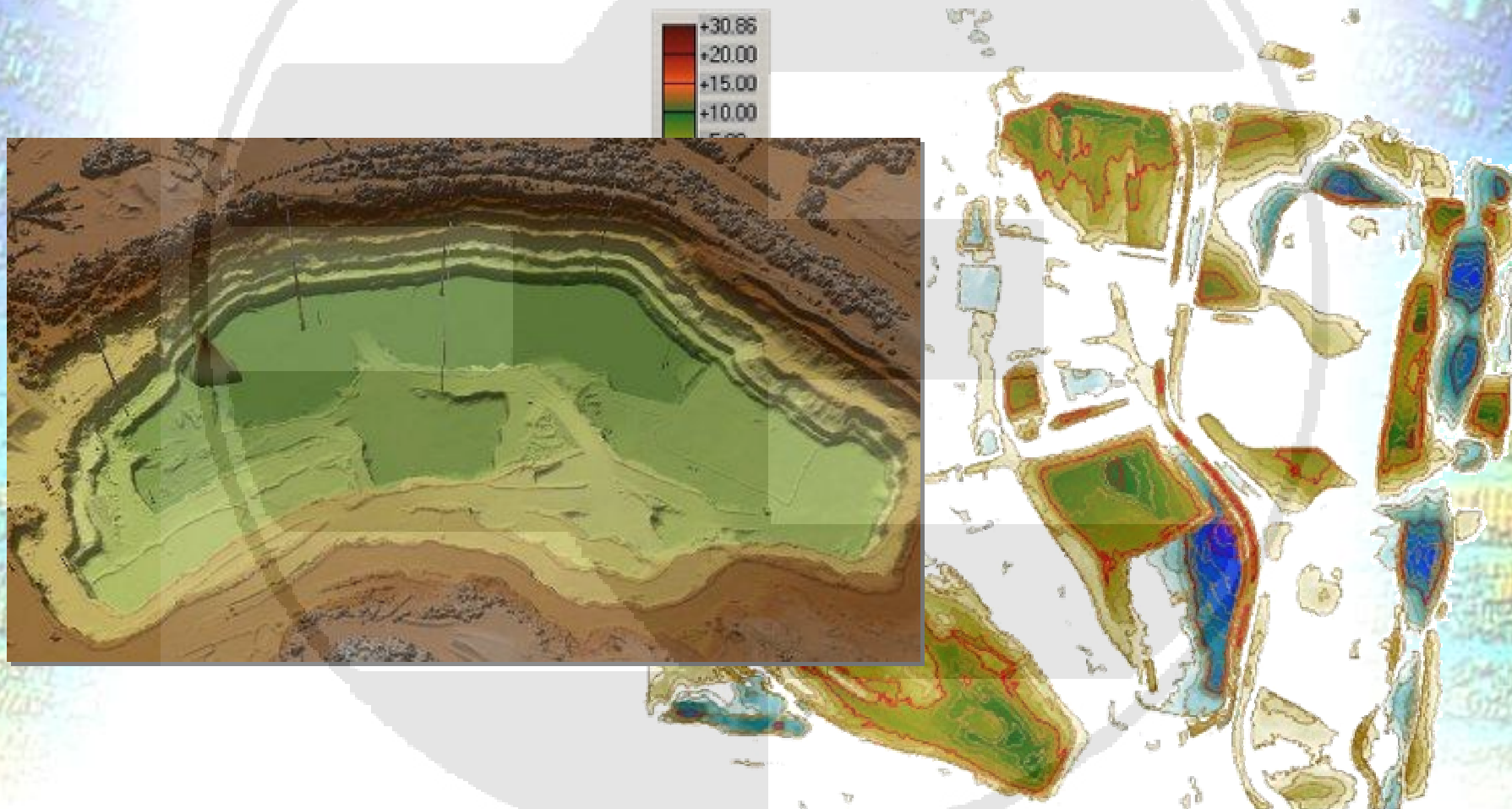
- Classificação hierárquica para separar pontos de acordo com intensidade e elevação
 - pseudovias como ruas de acesso e estacionamentos – algoritmo de remoção.



LIMPEZA

Medição de Volumes

- Medição volumes de estoque de materiais
 - Carvão - Intensidade entre 5 e 13.

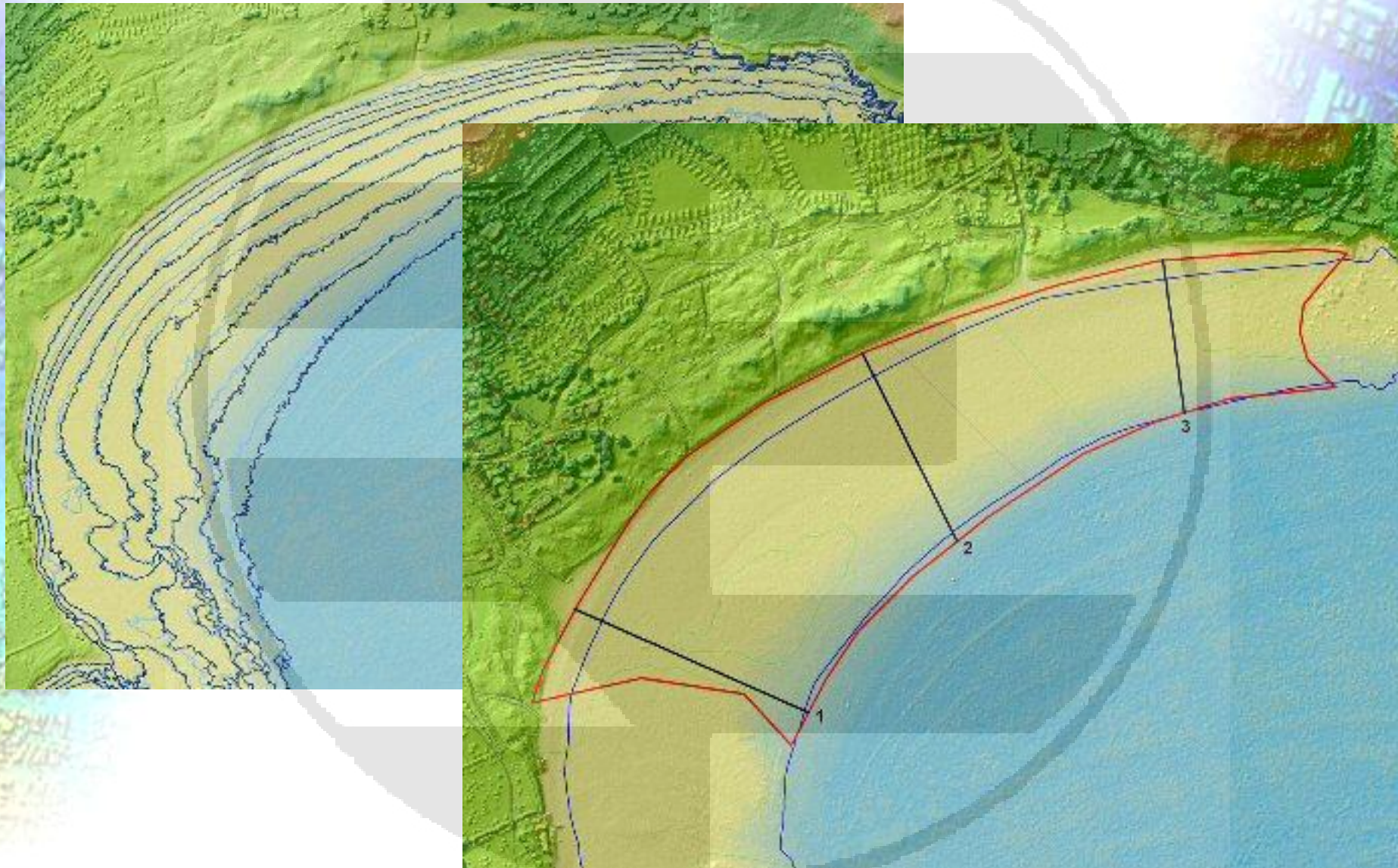


Medição de Volumes

- Medição volumes de Região Costeira
 - Assoreamento de Praia e Estuário (sul UK) devido a dragagem nas proximidades;
 - Sistemático de 1998 a 2003 com vários equipamentos.

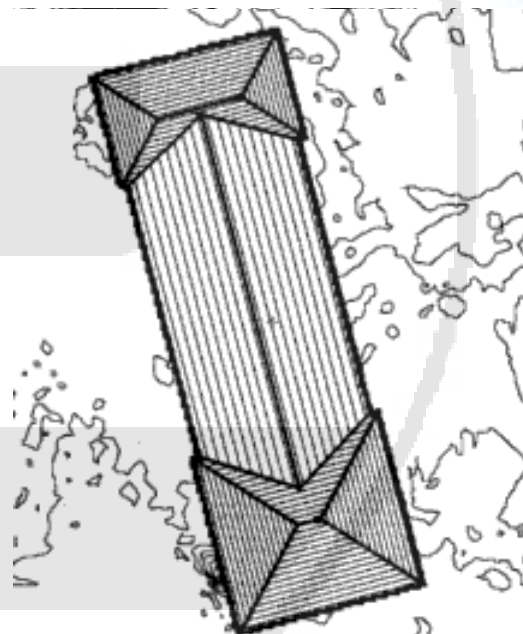
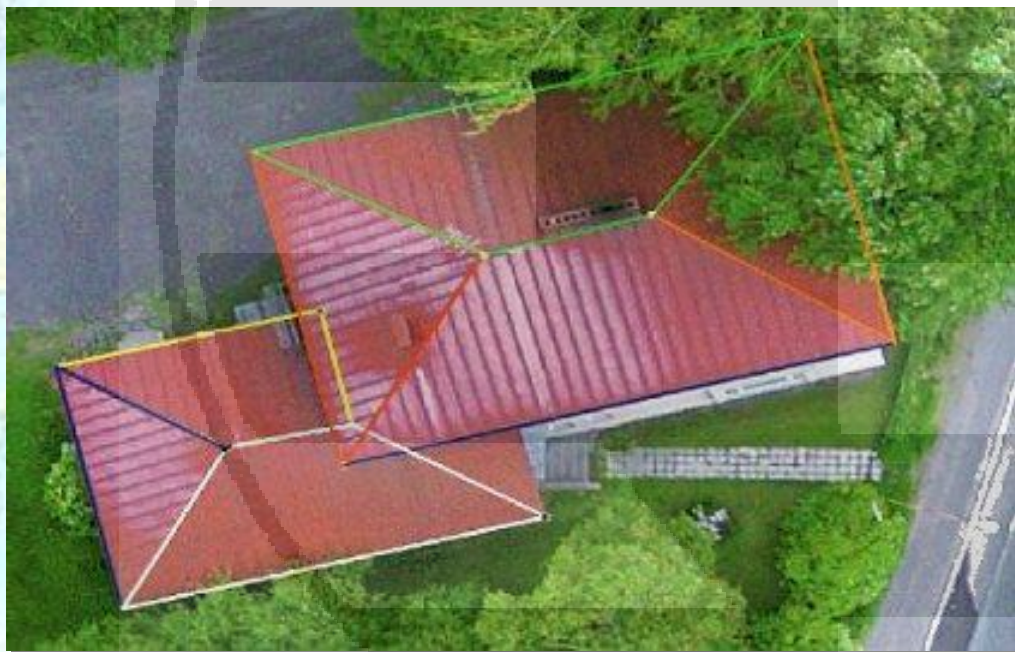


Medição de Volumes



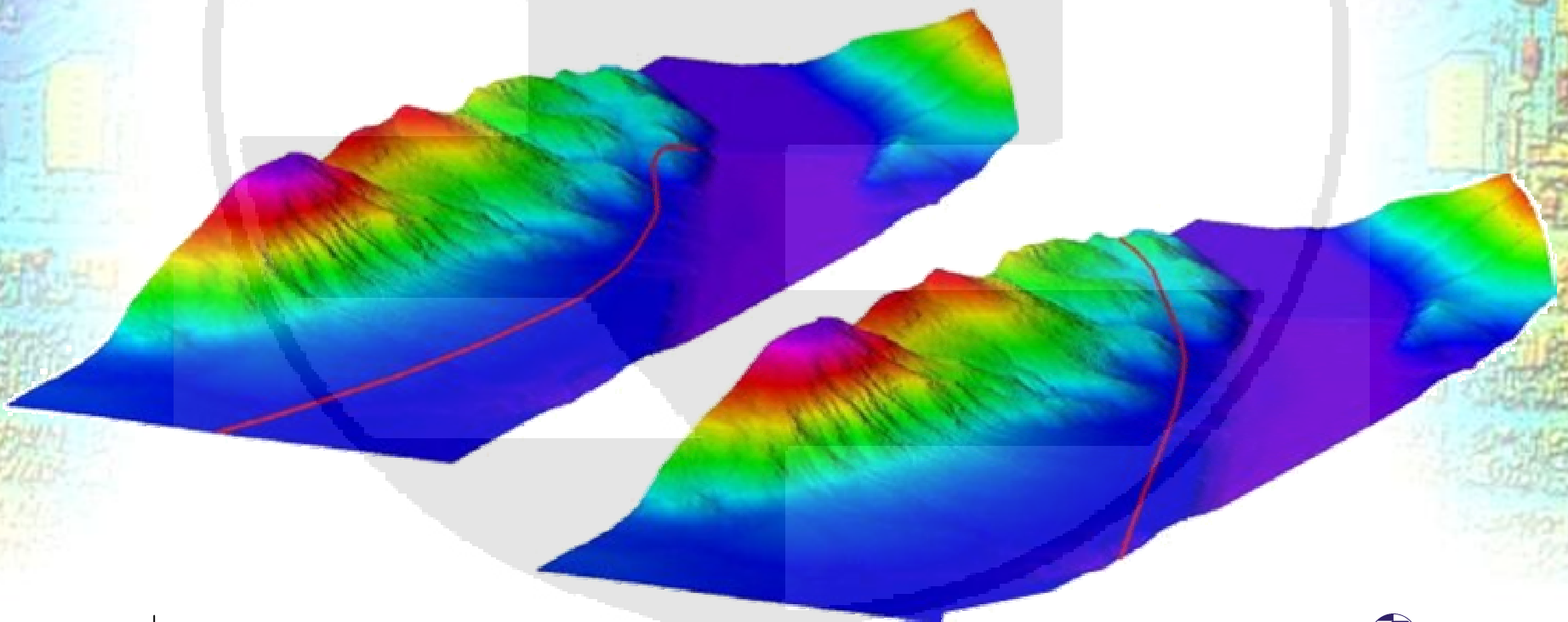
Redução de Ruído

- Determinação da altura ótima da proteção com conhecimento da altura dos beirais das edificações a partir de dados ALS



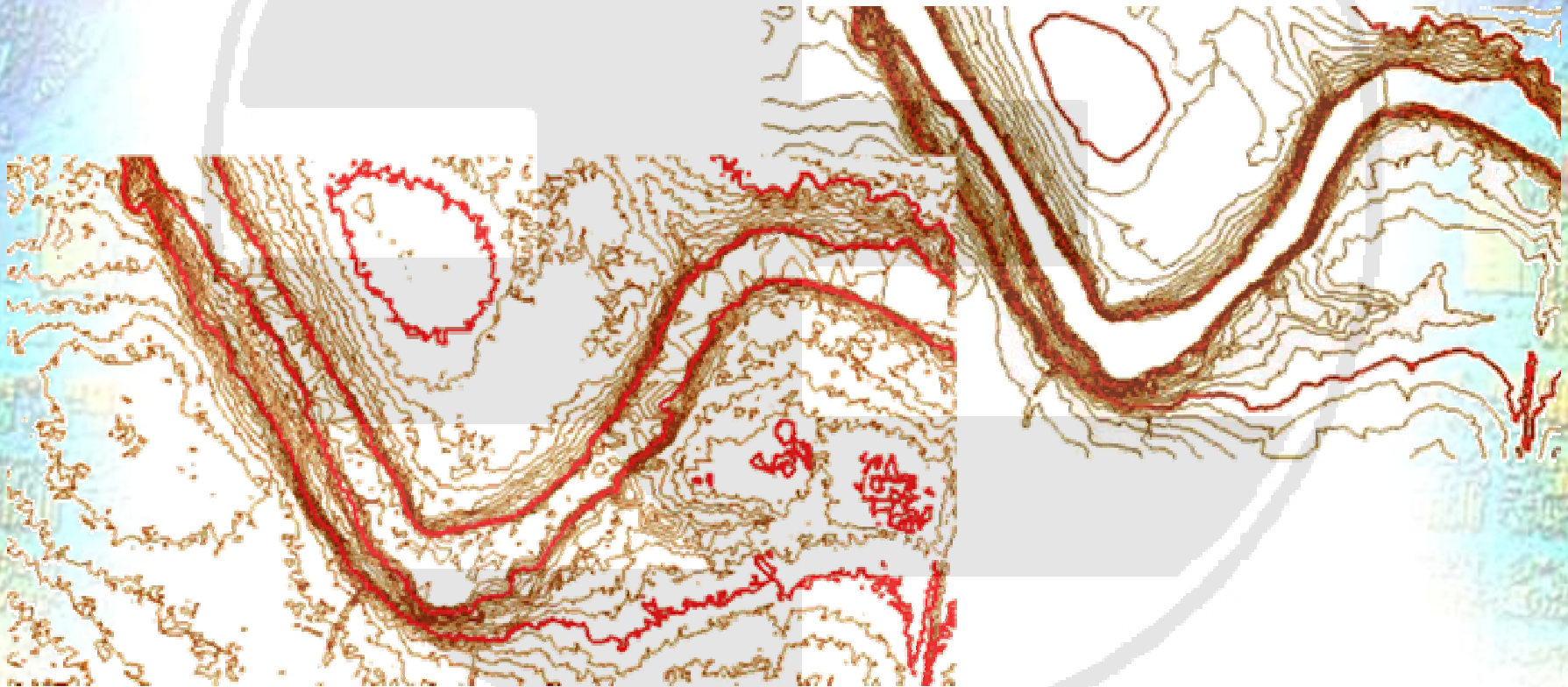
Estudos Ambientais

- Estudos de traçado para conjunção dos aspectos operacionais com a viabilidade ambiental
 - Caminho ótimo de empreendimento linear dentre alternativas;
 - Estudos de locais especiais para equipamentos.



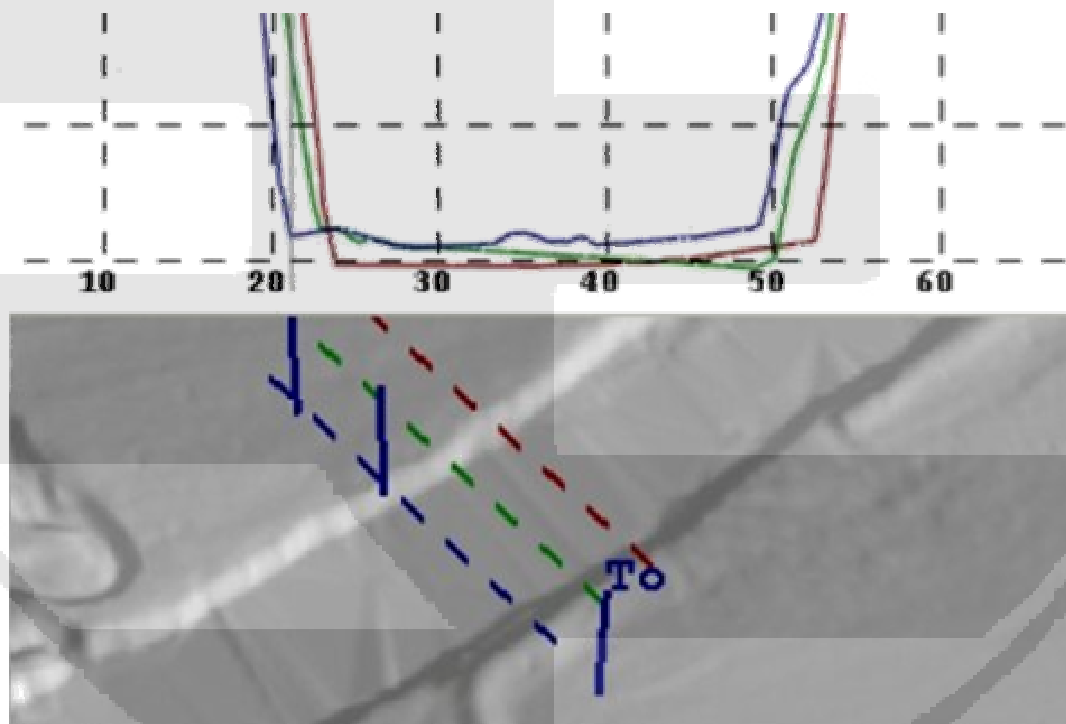
Estudos Ambientais

- Estudos de traçado para conjunção dos aspectos operacionais com a viabilidade ambiental
 - Altimetria para organismos reguladores ambientais.

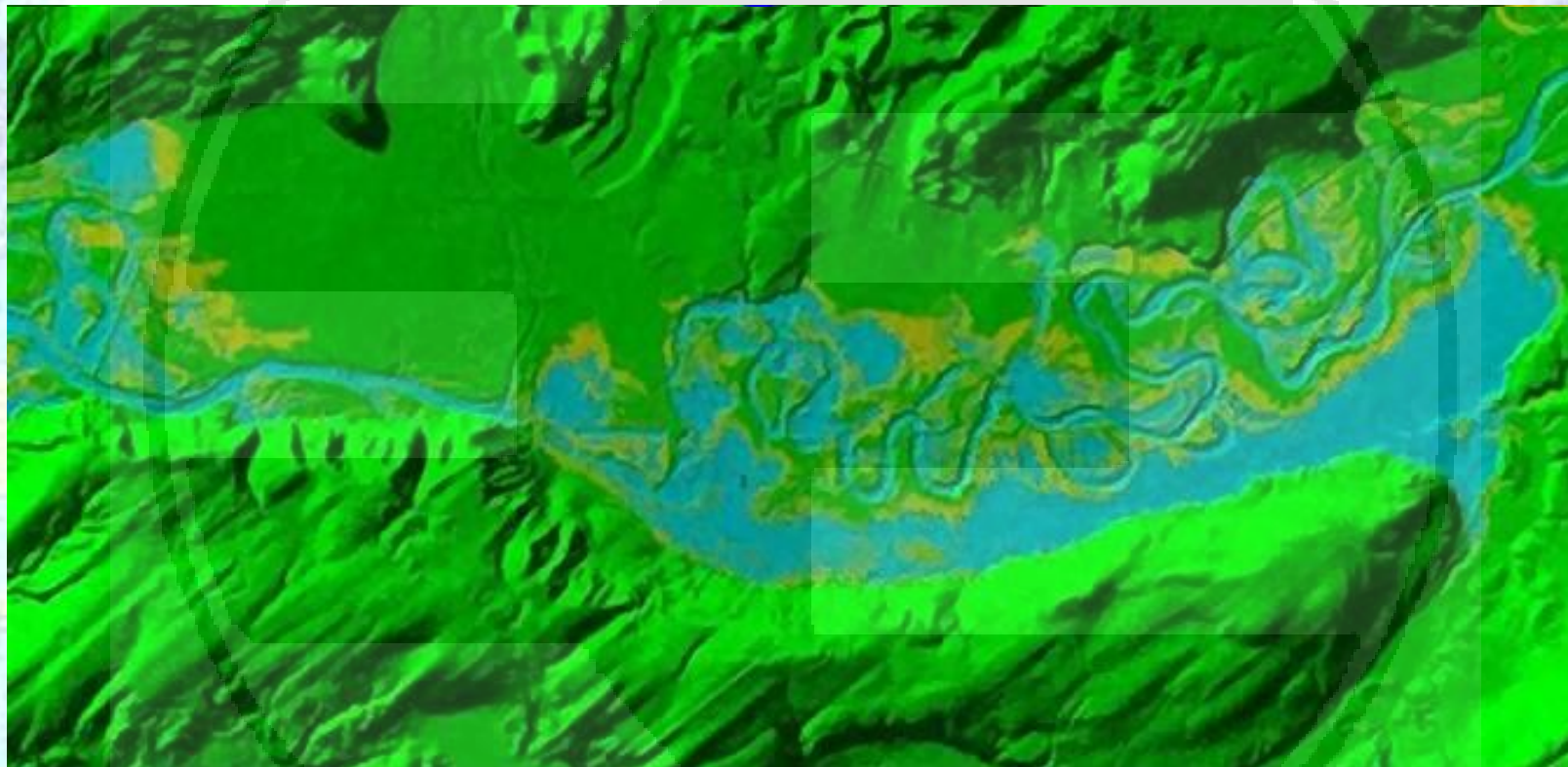


Estudos Ambientais

- Estudos de traçado para conjunção dos aspectos operacionais com a viabilidade ambiental
 - Extração de perfis longitudinais para projeto e operação.



Outros Exemplos



1 m

10 m

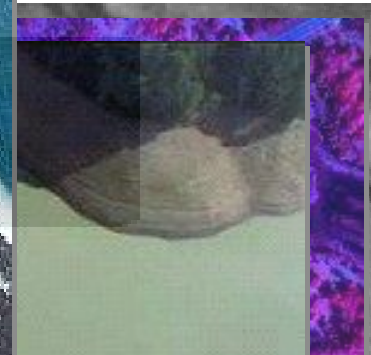
Tendências

- Imagem combinada com dados ALQ

- intensidade, imagem de pequeno formato, i termografia.

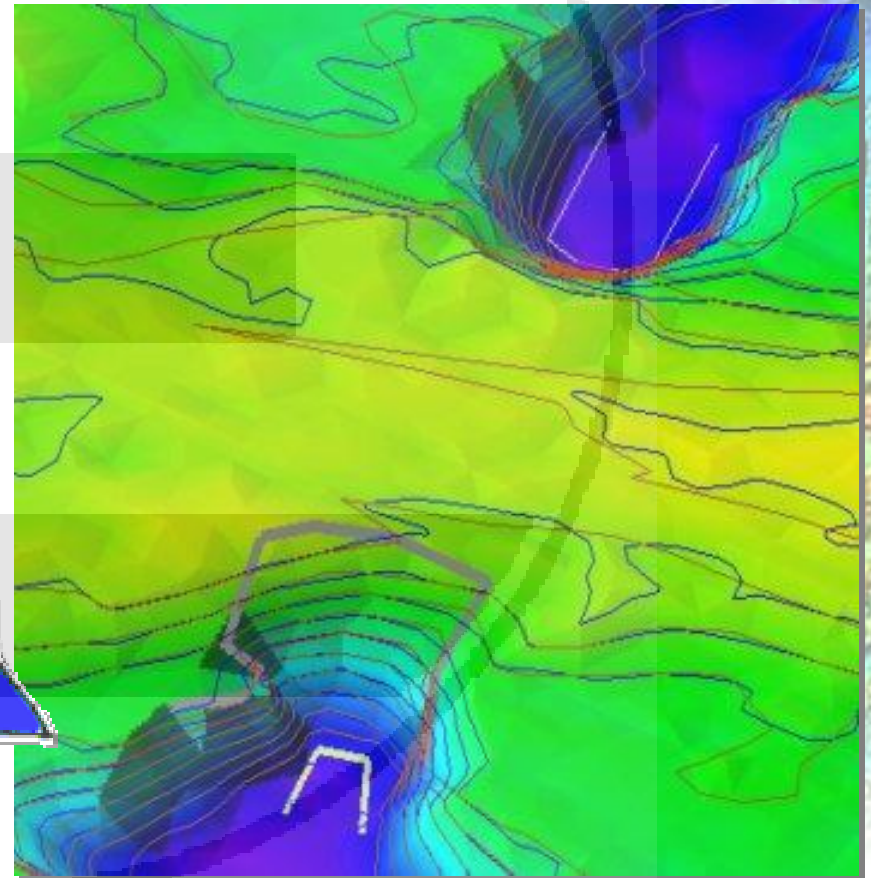
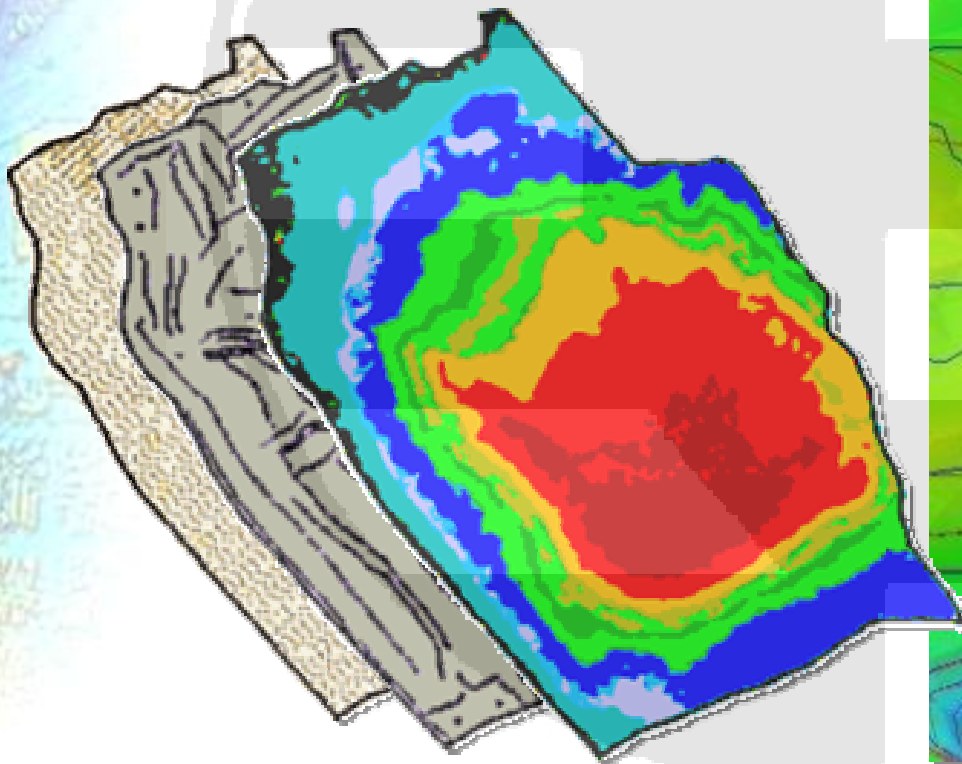
Restrições

- Eletrônica/elétrica/espaco para duplo sensor
- Variação brusca de temperaturas
- Poeira, condensação e variações de tensão



Tendências

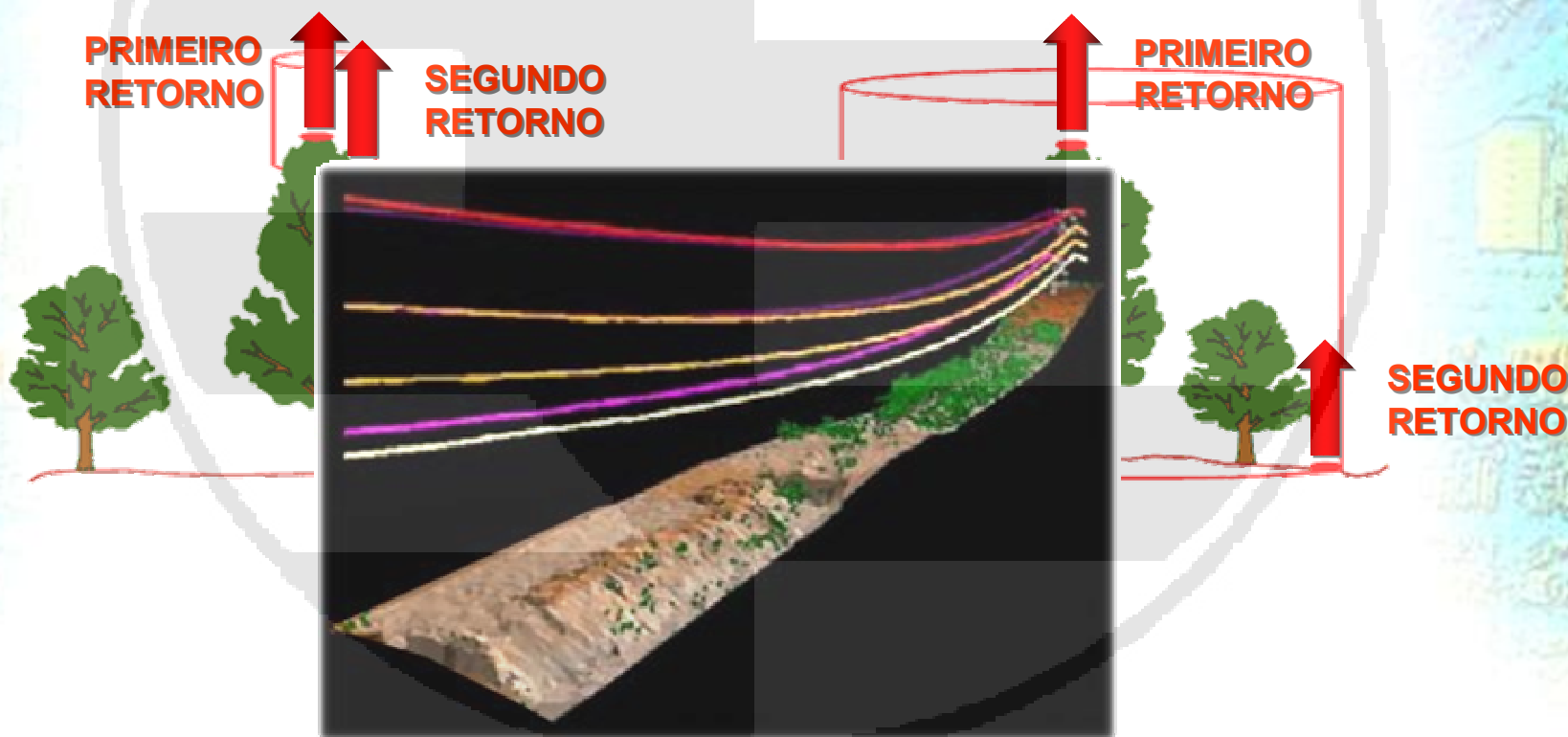
- Retorno multiespectral para intensidade
- Classificação Automática em regiões urbanas
 - cortes, aterros, pontes, viadutos.
- Isenção de *breaklines*



Tendências

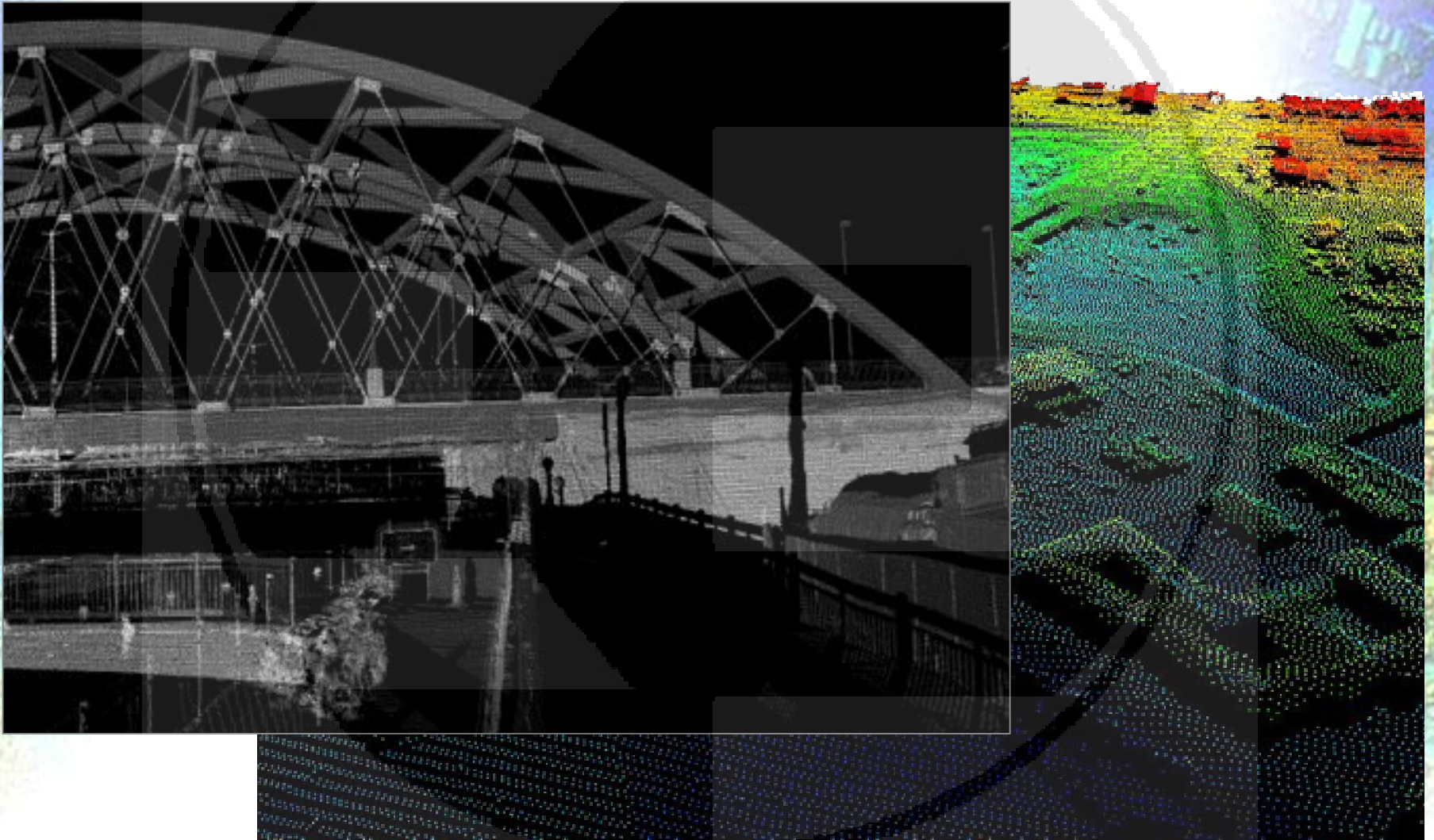
- Ajuste automático da Divergência

- Vegetação muito densa – garantia de penetração;
 - 1.500 pulsos atingem cabos - convergência normal
- Modos de operação
 - 2.680 pulsos atingem quando em modo estendido
- LT Aumento de 76% na definição das LT's.



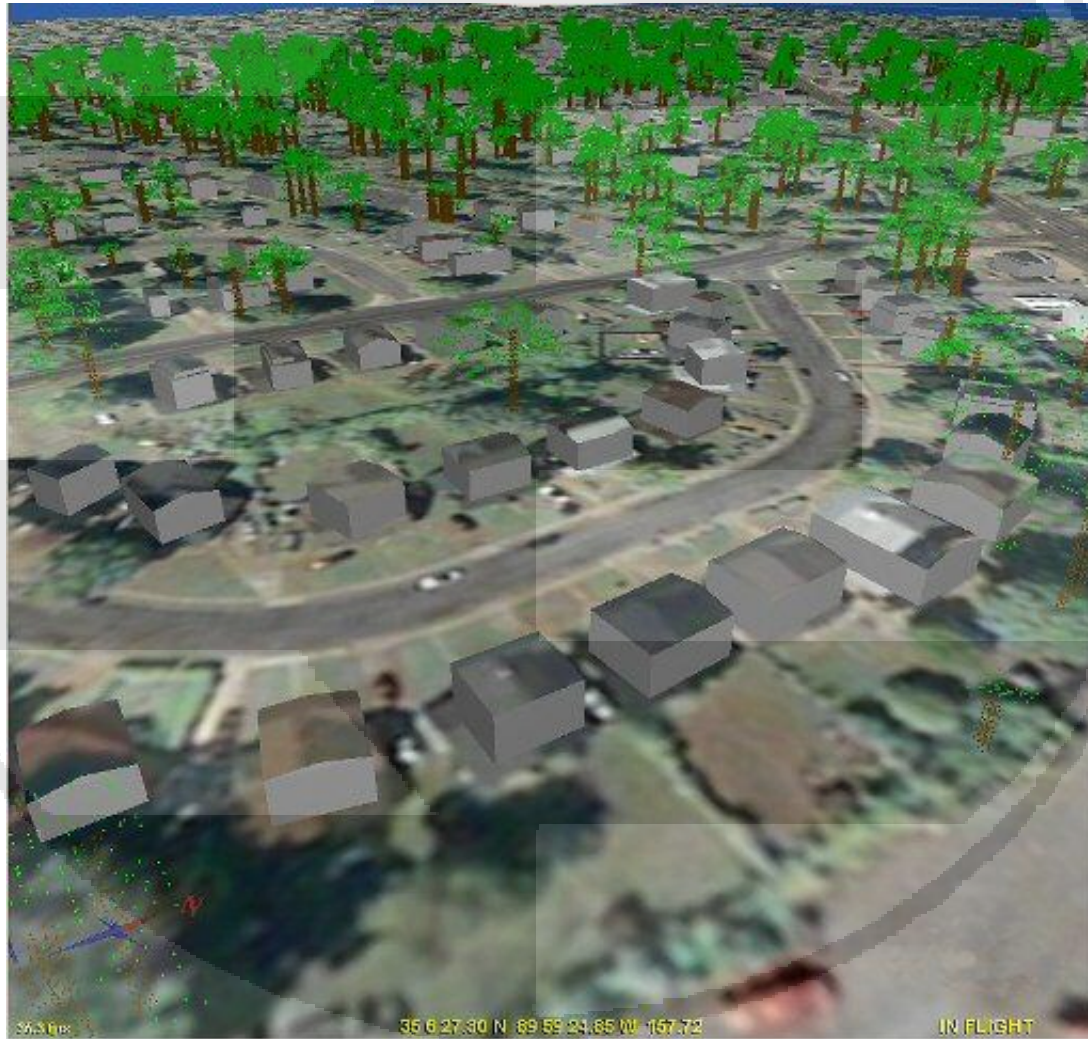
Tendências

- Conjugação de ALS e TLS (Aéreo e Terrestre)



Tendências

- Conjugação de ALS e TLS - maquetes eletrônicas urbanas e de complexos industriais



Tendências

- Registro da forma do objeto – waveform – áreas florestadas;
- Capacidade de penetração na água - limitado em águas turbulentas e com sedimentos;
- Áreas cobertas com neve ou gelo - pesquisa no Japão e Europa;
- Viabilidade econômica de extração automática de feições, linhas de alta tensão, rede viária, edificações ... ;
- Otimização de algoritmos para armazenamento de grandes volumes de dados LiDAR (pilhas, pirâmides e agrupamento) – 500 milhões de pts;

Tendências

- Procura pelo aumento de precisão de dados finais
 - Aprox 15 cm precisão é lugar comum;
 - Aprox 5 cm precisão é o objetivo dos principais fabricantes.
- Aumento da Densidade de pontos disponível
 - 105 m de largura a 225 km/h = 42 pontos/m²;
 - 15 cm de espaçamento entre pontos em média;
 - Facilitar a extração de feições.
- Aplicações para dados geoespaciais
 - Microsoft Virtual Earth, Google Earth, sem dados LiDAR ... AINDA ...

Sucessos e Fracassos

- **Sucessos**

- Diminui prazos e custos, comparado com Fotogrametria;
- Aumenta a versatilidade de condições de tempo, cobertura de vegetação e acesso ao local.

- **Fracassos**

- Não vai atender todas as necessidades de todos os usuários, que é o resumo de:
 - "superestima da capacidade do sensor"
 - QUALIDADE H e V e TOLERÂNCIAS PARA CADA TERRENO;
 - "falta de padrões da indústria",
 - "conhecimento parcial de geodésia e GPS";
 - "desempenho do sensor" e
 - "tamanho dos dados".

Fracasso ?

- O que é terreno ? O que não é terreno ?



Conclusão

Clientes satisfeitos ?

S I M ...

**Mas com alguns pequenos
detalhes para resolver ...**

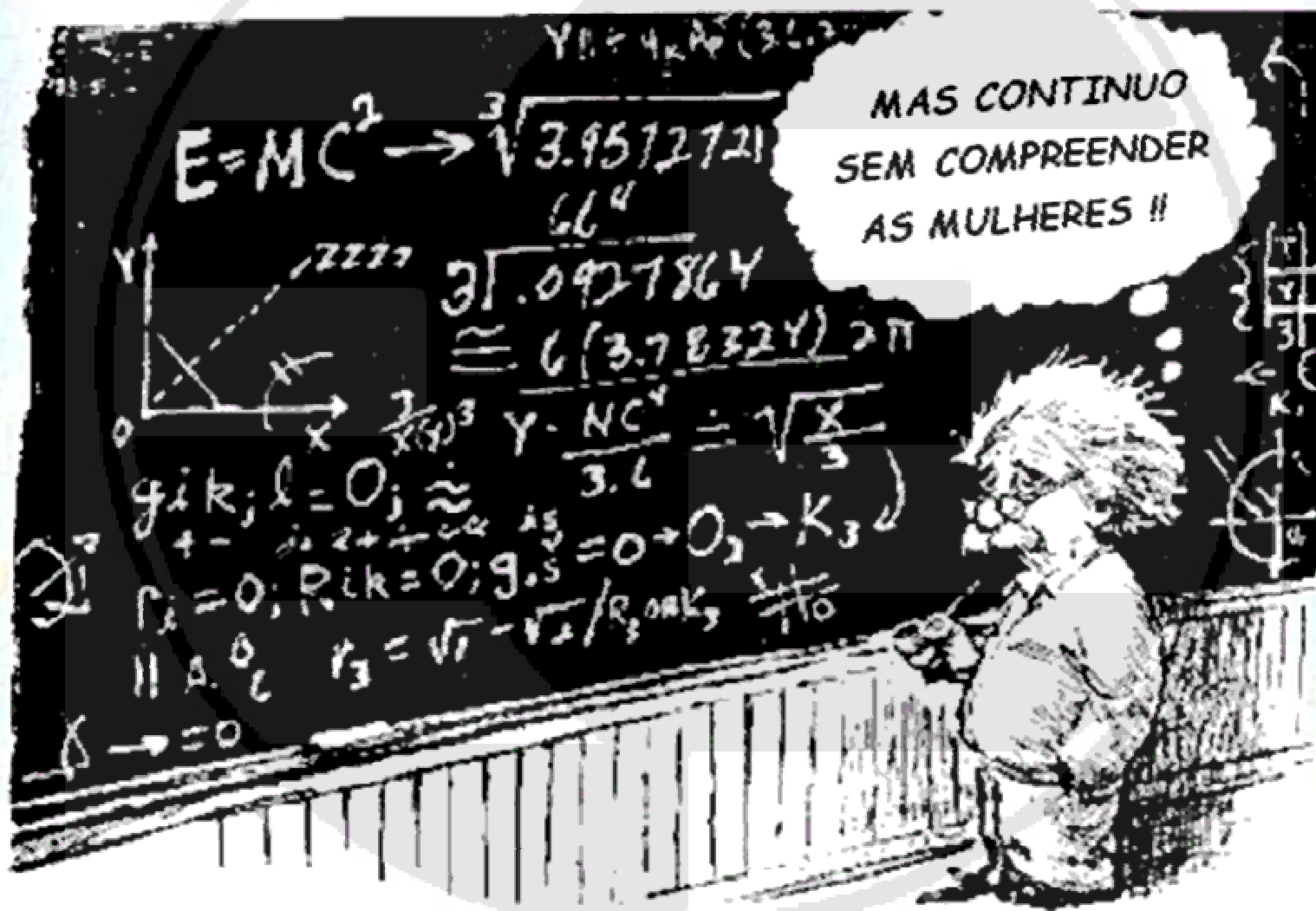
- **FORMATO**
- **ARMAZENAMENTO**
- **PRODUTOS**
- **INTEGRAÇÃO**
- **QUALIDADE**

...



Comentário Final

O ALS É MENOS COMPLICADO DO QUE APARENTA !



Obrigado pela atenção !

P a r a m a i s i n f o r m a ç õ e s :

amauri@esteio.com.br

MSN: ablize@gmail.com

Fone 41 3271-6000

CÓPIA DESTA APRESENTAÇÃO NO
ESTANDE DA ESTEIO NESTE EVENTO !

Faça uma visita ao site

www.lidar.com.br