



MDT

- Modelo Digital de Terreno -



Definição

A Modelagem Digital de Terrenos constitui um conjunto de operações com finalidade de obter meios numéricos que melhor representem a superfície do terreno.

O MDT desempenha um papel relevante na compreensão e no desenvolvimento de diversos fenômenos, bem como no apoio à avaliação de projetos de engenharia e gestão dos recursos naturais, modelação ambiental, hidrológica, planejamento territorial, aplicações militares, etc.



Características do MDT

- **Historicamente:**
 - C. L. Miller (1958)
- **Terminologia:**
 - DTM – Digital Terrain Model
 - MDT – Modelo Digital do Terreno
 - MNE – Modelo Numérico de Elevação
 - MNT – Modelo Numérico do Terreno
 - DTM – Digital Terrain Model
 - DED – Digital Elevation Data

Geração de MDT

Criação de um modelo matemático para a representação da superfície a ser gerada pelos pontos amostrados

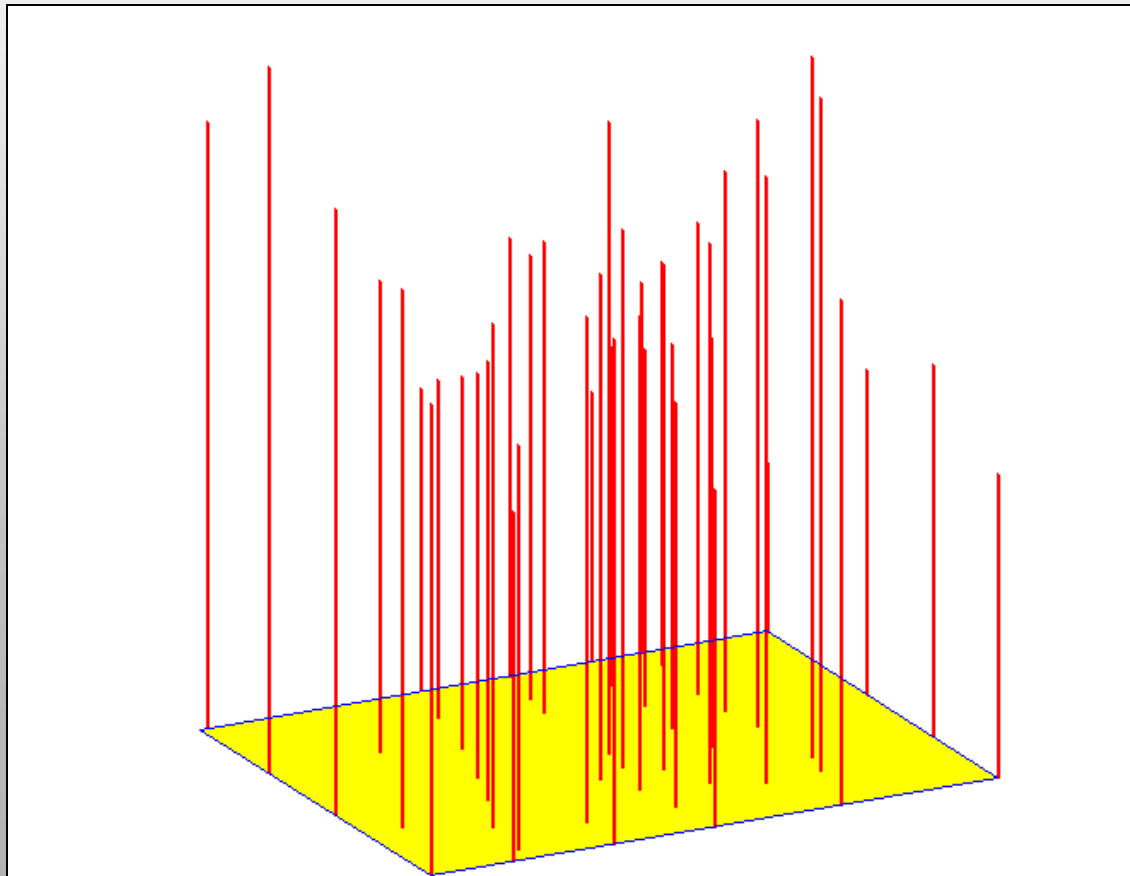
Na primeira etapa do processo são identificados cada um dos pontos através de suas coordenadas X,Y,Z.

Pontos Amostrados



Geração de MDT

Criação de um modelo matemático para a representação da superfície a ser gerada pelos pontos amostrados





Representação do MDT

Representação matemática

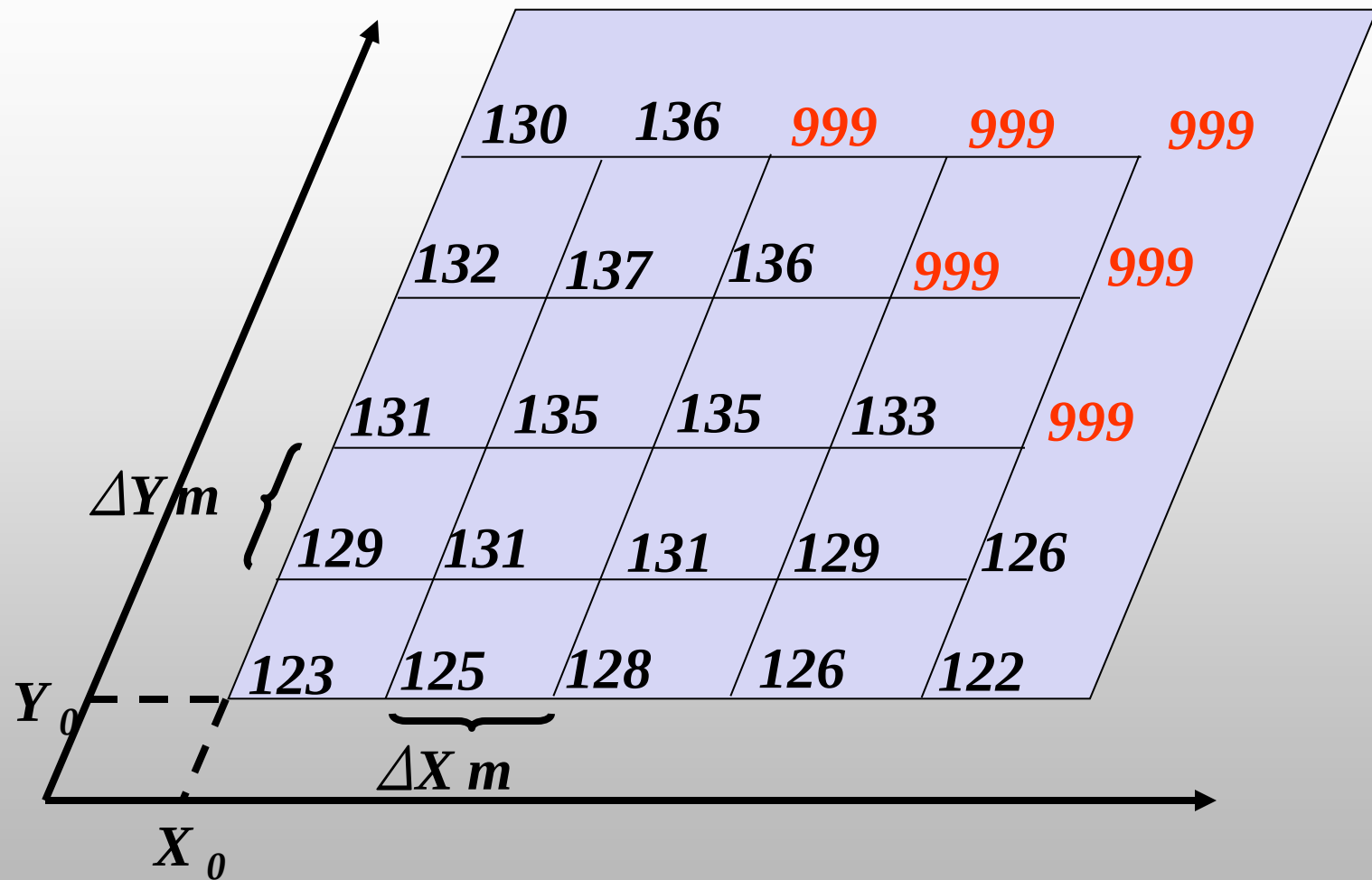
Malha Quadrada

- *Vizinho mais próximo;*
- *Média simples,*
- *Média ponderada;*

Malha triangular

- *Polinômios;*
- *Série de Fourier;*

Representação do MDT

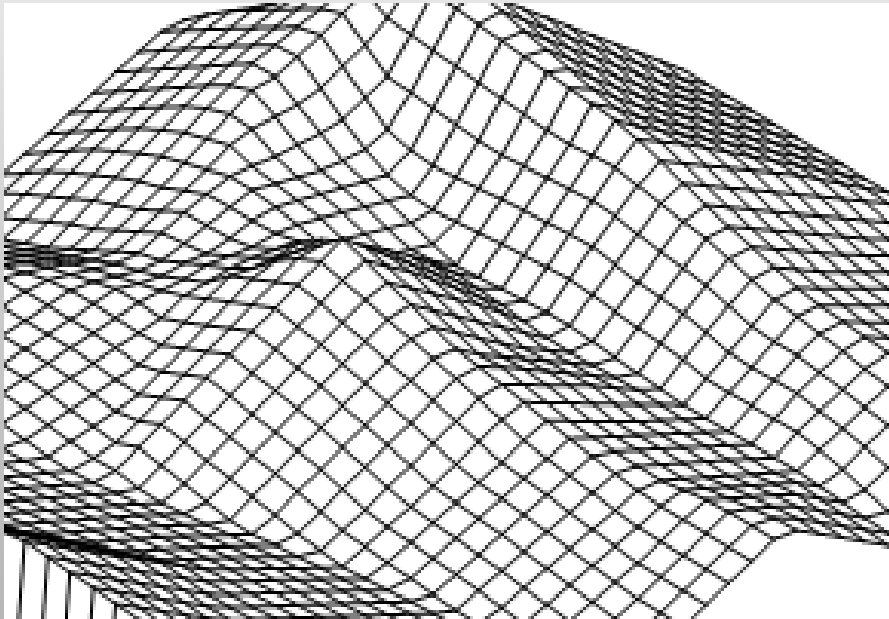


O valor **999** uma forma de sinalizar que nestes pontos não é possível estimar a altura.

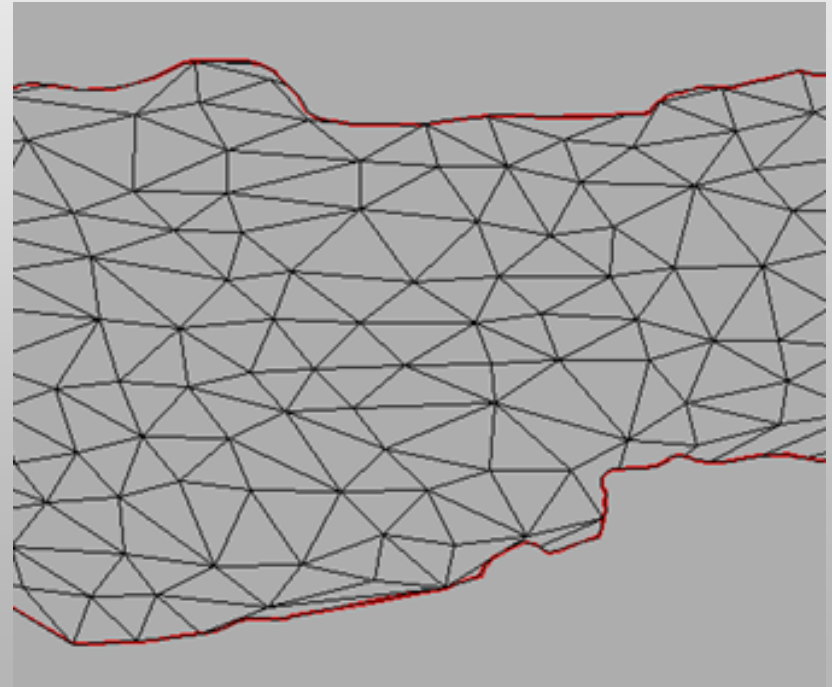
Representação do MDT

Representação gráfica

Rede Quadrada



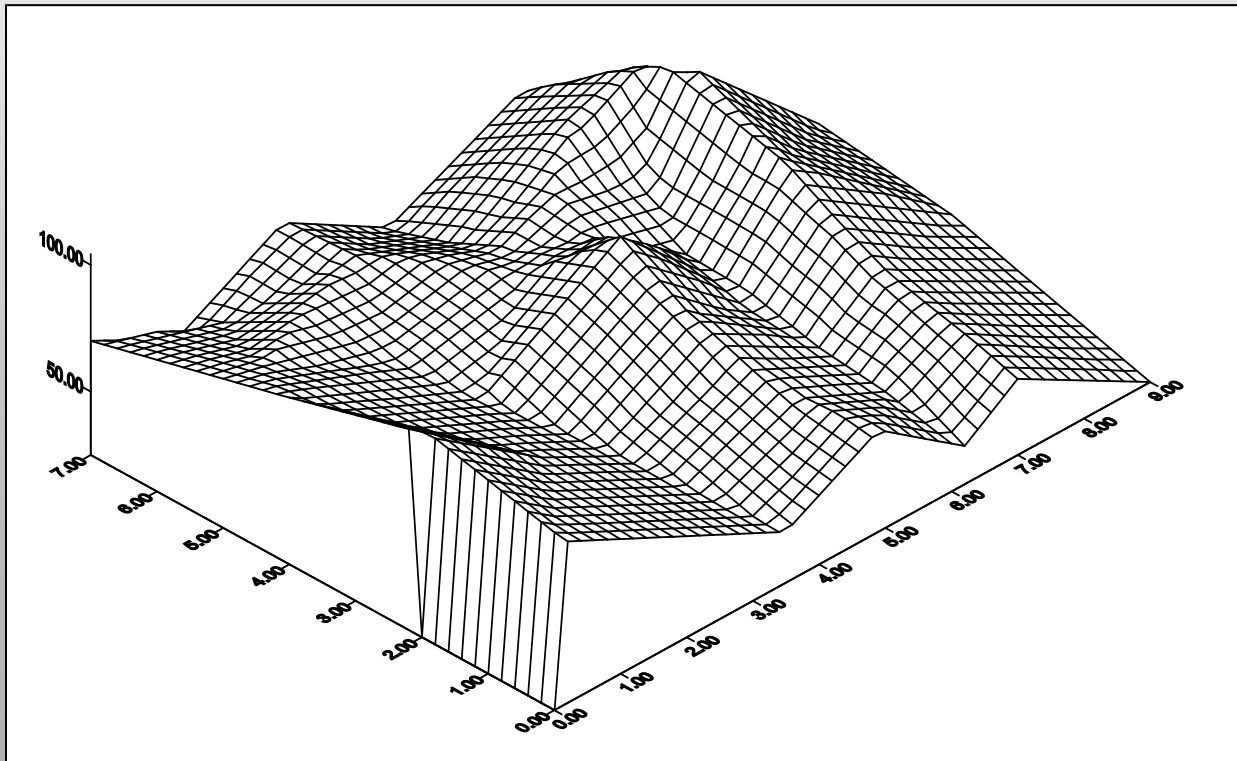
Rede triangular



Tipos de Rede

Rede regular retangular

É um modelo digital que aproxima superfícies através de um poliedro de faces retangulares.

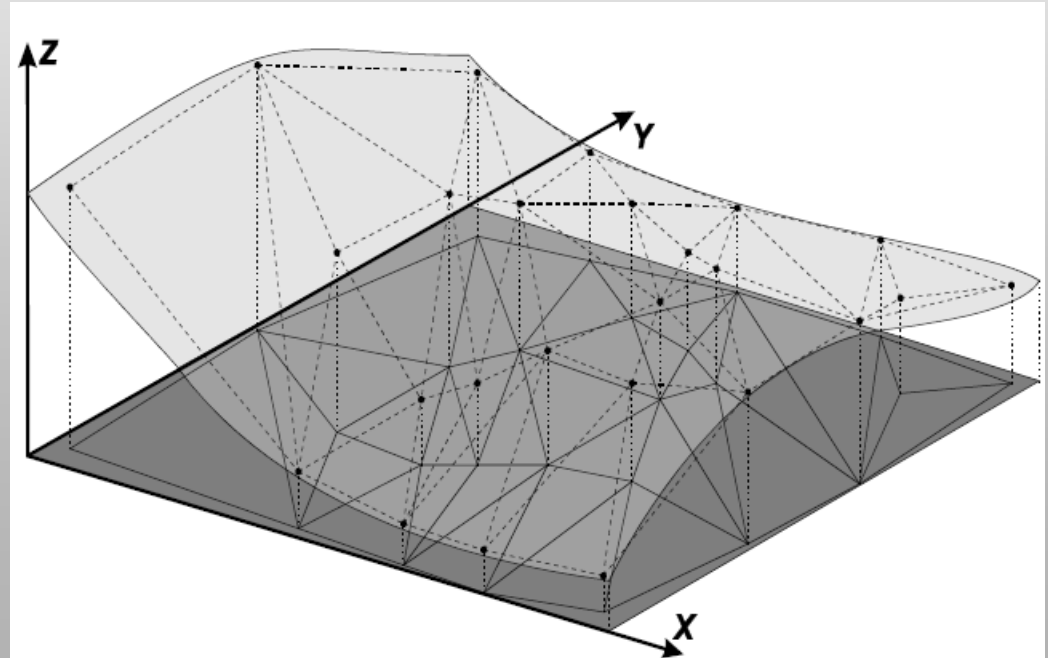


Tipos de Rede

Rede irregular triangular (“*TIN*”)

Superfície onde cada polígono que forma uma face do poliedro é um triângulo.

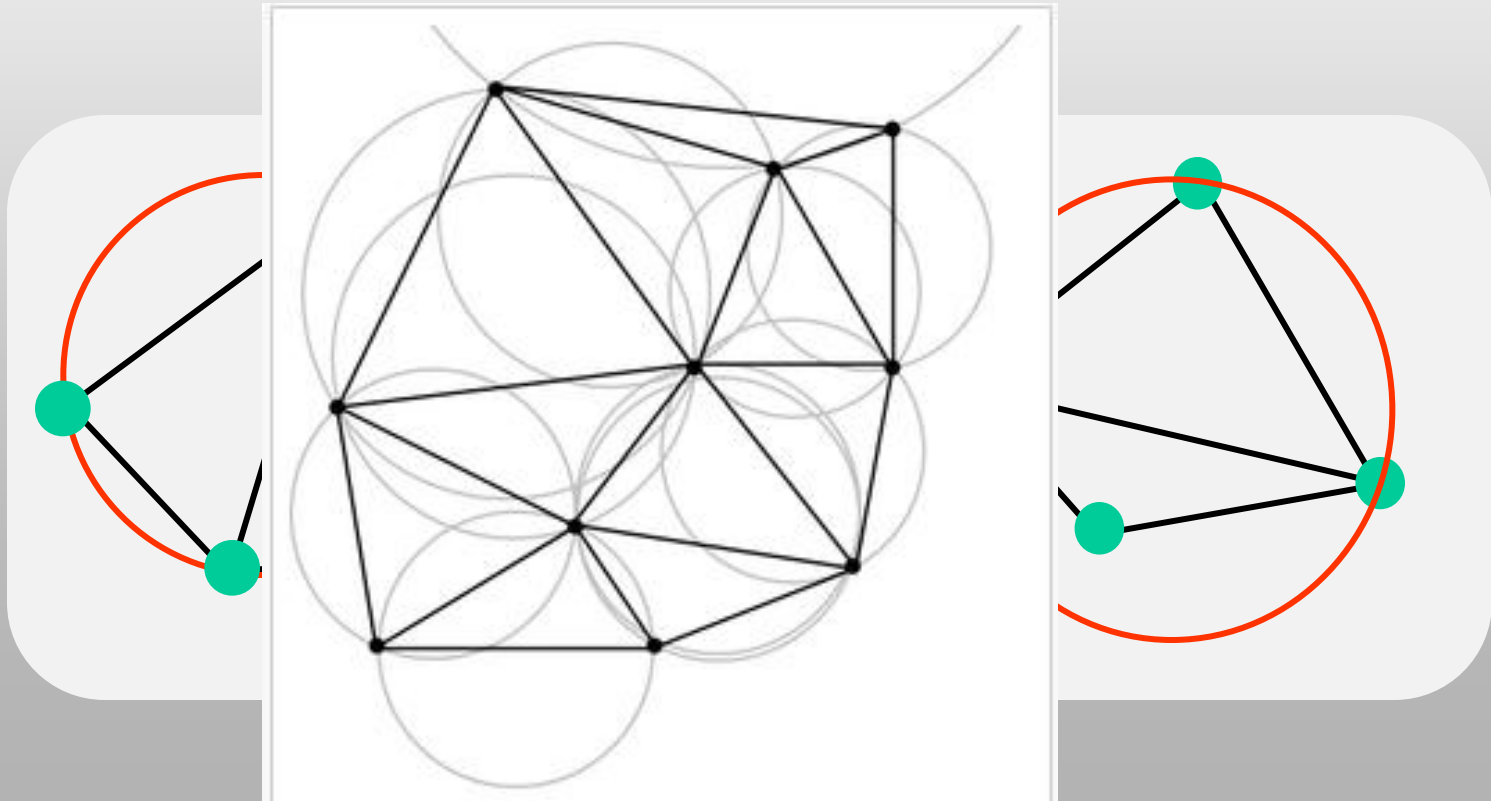
- ✓ Melhor definição do relevo;
- ✓ Menor quantidade de amostragem;
- ✓ Utiliza os próprios dados de amostragem;



Tipos de Rede

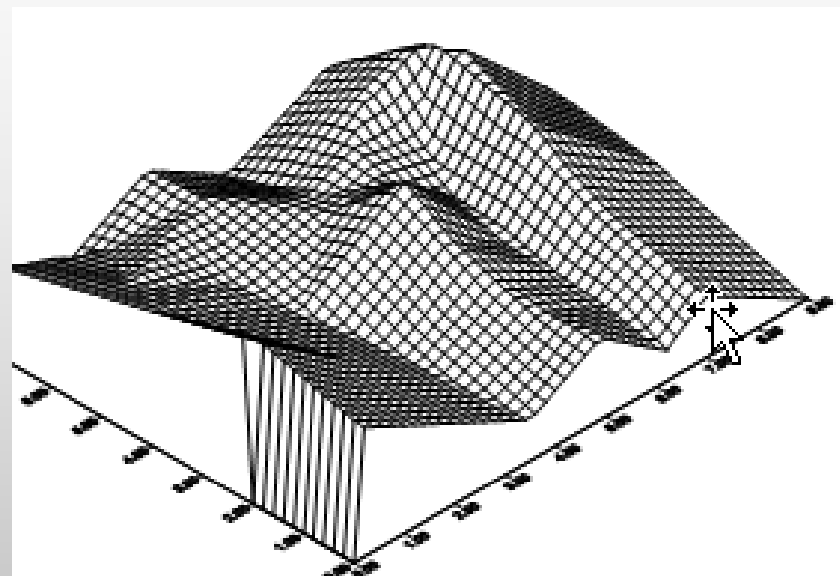
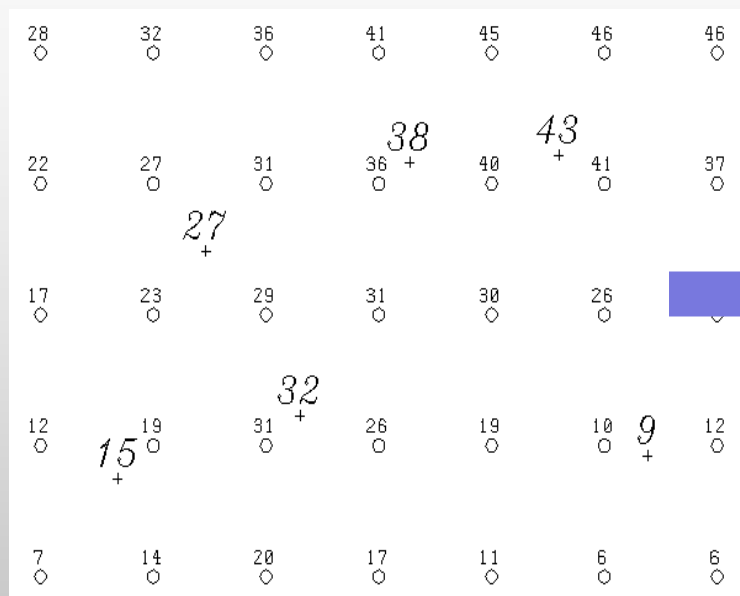
Rede irregular triangular (“*TIN*”)

Triangulação de *Delaunay*



Amostragem

Aerofotogrametria



O cuidado na escolha dos pontos e a quantidade de dados amostrados estão diretamente relacionados com a qualidade do produto final de uma aplicação sobre o modelo.

Aquisição de dados

Mesa Digitalizadora

- ✓ Perseguição manual das feições –
 - (mouse da mesa);
- ✓ Um cursor que indica a posição em relação ao sistema de coordenadas da mesa;
- ✓ Ponto a ponto ou contínuo;
- ✓ Menos preciso.



Aquisição de dados

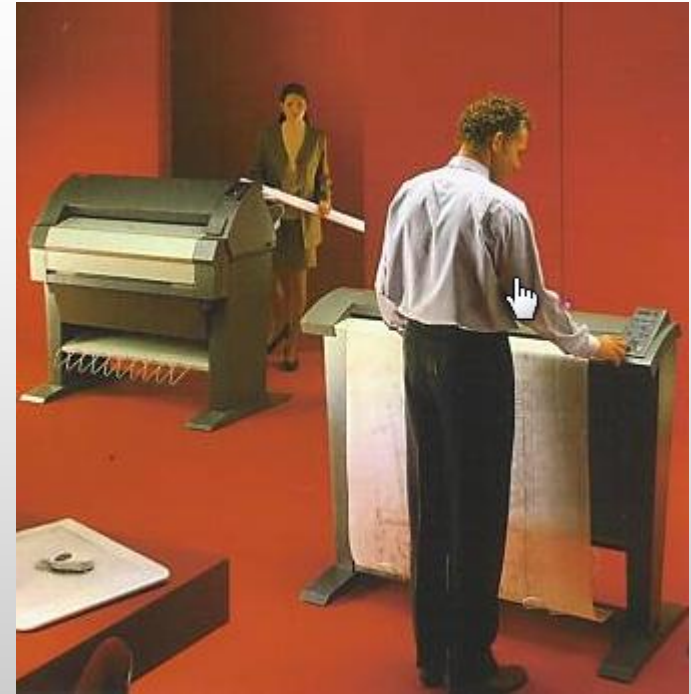
Scanner



Scanner de Mesa



Scanner de Têxtil



Scanner de Rolo

Aquisição de dados

Topografia



	Ponto	X	Y	Z
74	PONTOSCOT0000002	222720.614	116626.979	239.392
75	PONTOSCOT0000003	222717.226	116641.042	239.536
76	PONTOSCOT0000004	222730.636	116646.185	241.104
77	PONTOSCOT0000005	222740.947	116635.052	240.884
78	PONTOSCOT0000006	222737.376	116627.374	240.817
79	PONTOSCOT0000007	222715.633	116619.233	239.323
80	PONTOSCOT0000008	222704.076	116607.878	239.844
81	PONTOSCOT0000009	222702.016	116605.934	239.020
82	PONTOSCOT0000010	222701.066	116603.489	239.020
83	PONTOSCOT0000011	222699.308	116601.110	238.803
84	PONTOSCOT0000012	222701.273	116599.793	239.052
85	PONTOSCOT0000013	222703.909	116596.572	239.154
86	PONTOSCOT0000014	222706.766	116601.968	239.277
87	PONTOSCOT0000015	222706.377	116604.636	239.212
88	PONTOSCOT0000016	222706.476	116606.572	239.039
89	PONTOSCOT0000017	222703.751	116603.436	240.491
90	PONTOSCOT0000018	222696.950	116614.107	239.222
91	PONTOSCOT0000019	222698.078	116622.734	237.774
92	PONTOSCOT0000020	222677.083	116617.324	237.431
93	PONTOSCOT0000021	222681.651	116601.299	237.523
94	PONTOSCOT0000022	222692.171	116596.596	238.491
95	PONTOSCOT0000023	222681.339	116587.410	237.520
96	PONTOSCOT0000025	222696.563	116580.550	237.853
97	PONTOSCOT0000026	222694.766	116583.514	238.527
98	PONTOSCOT0000027	222692.234	116579.274	238.224
99	PONTOSCOT0000028	222687.340	116575.922	237.852
100	PONTOSCOT0000029	222689.753	116572.464	237.666
101	PONTOSCOT0000030	222685.286	116576.637	236.235
102	PONTOSCOT0000031	222690.890	116573.104	238.246
103	PONTOSCOT0000032	222693.102	116568.192	237.778

Aquisição de dados

GNSS

GPS, GLONASS, GALILEU, COMPASS



Aquisição de dados

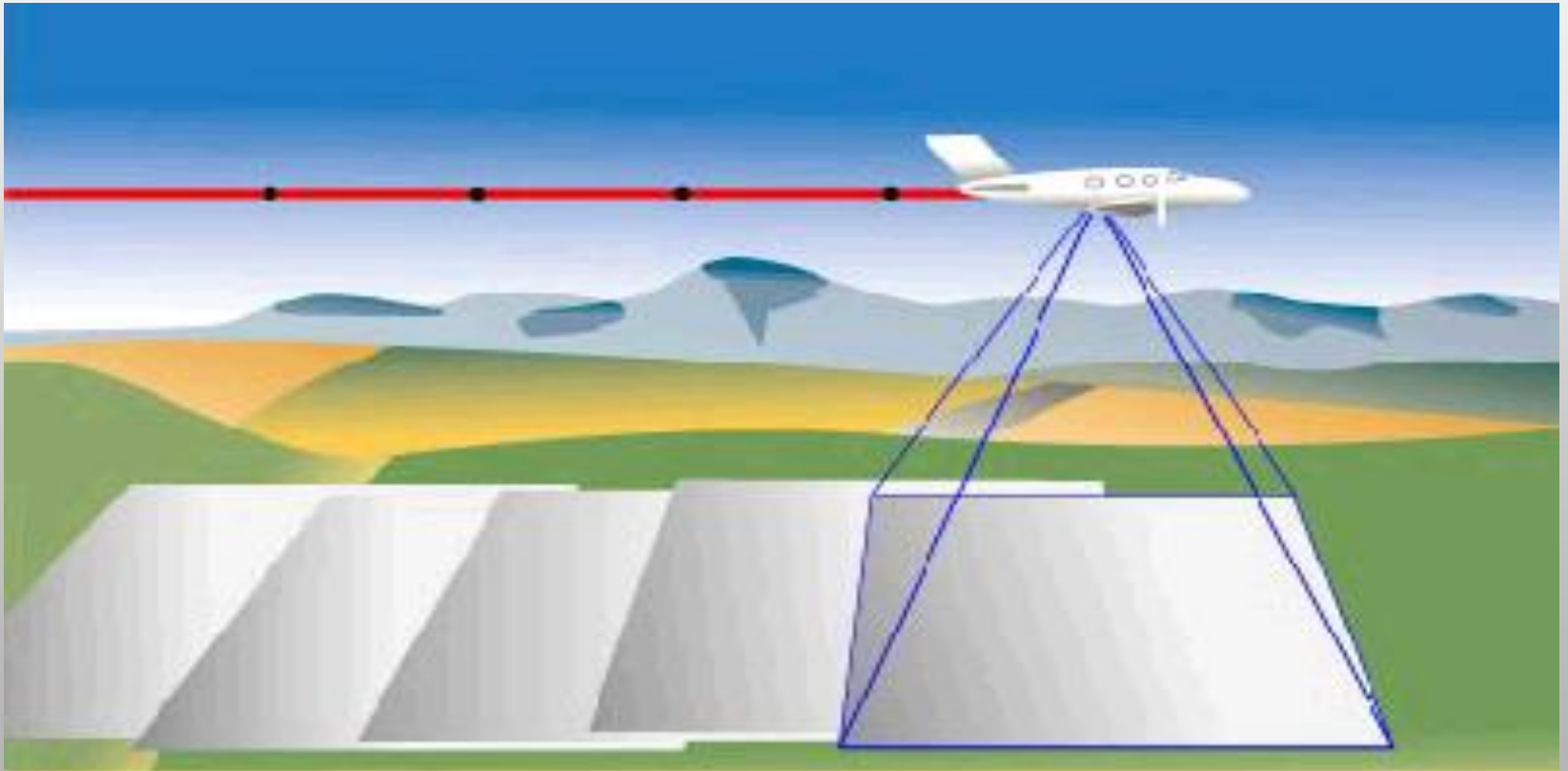
Imagens Aéreas

Técnicas de obter a elevação do terreno por meio de foto aéreas



Aquisição de dados

Imagens Aéreas



Aquisição de dados

Imagens de Satélites de baixa órbita



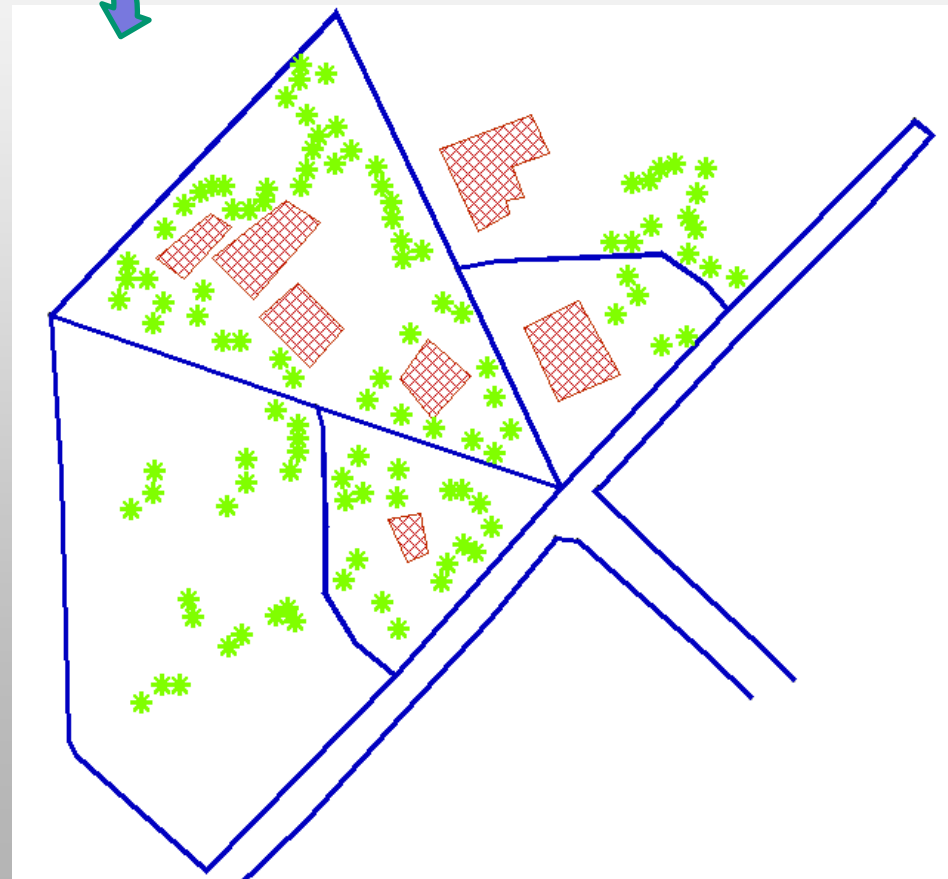
Aquisição de dados

Tratamento das Imagens

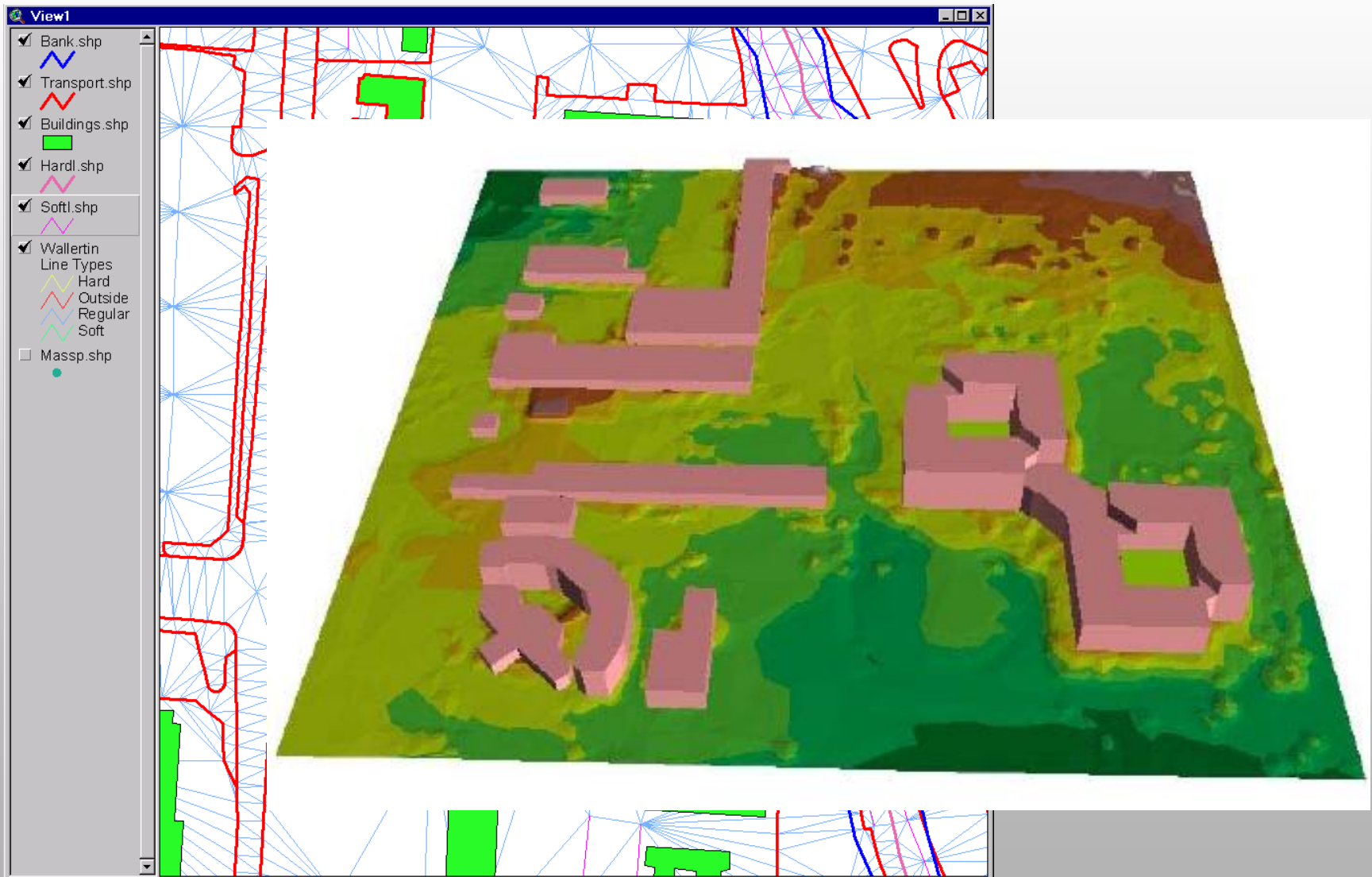


Produtos Gerados

- Mapa



Aplicação do MDT

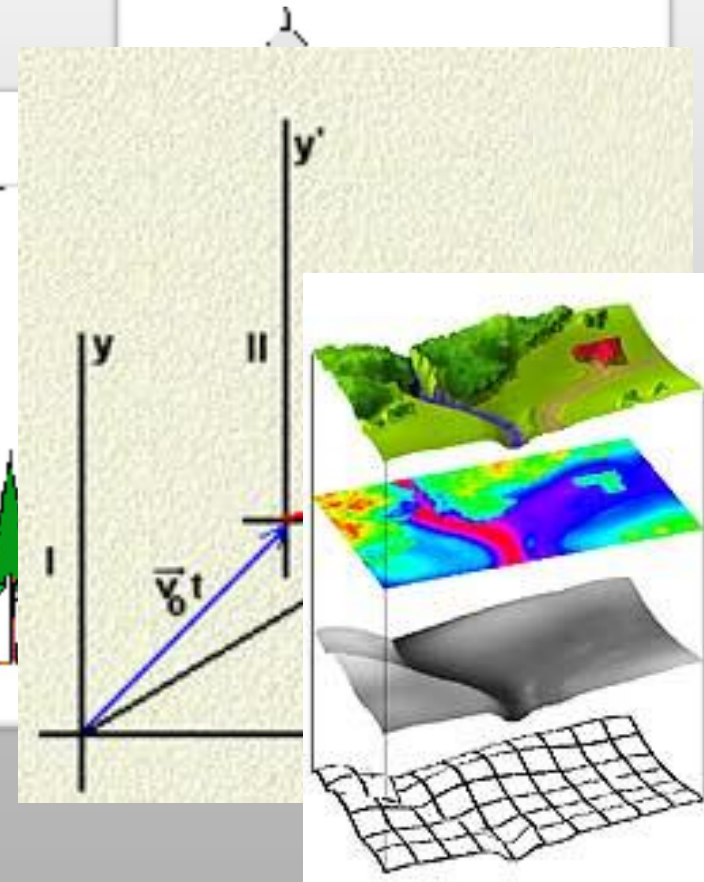
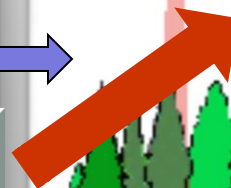
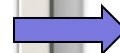


Aquisição de dados

Laser Scanner (LIDAR; LADAR)

Determina o tempo de propagação do feixe e deriva a distância ao solo, usando a velocidade da luz como escala.

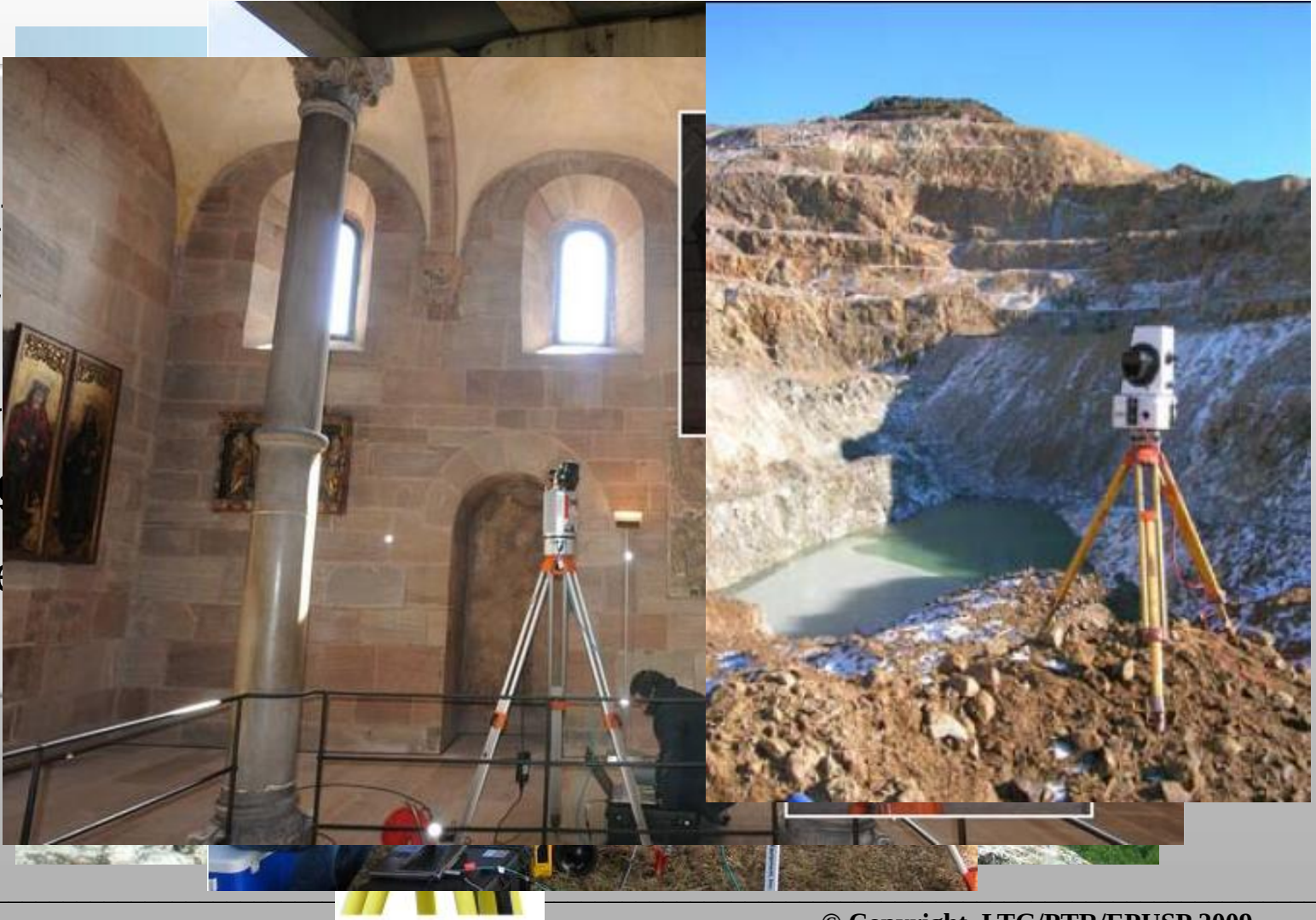
Associado ao GPS e Sistema Inercial.



Aquisição de dados

Laser Scanner Terrestre

- Mede a
- Topogra
- *As-built*
- Explora
- Modela
- Mediçõe

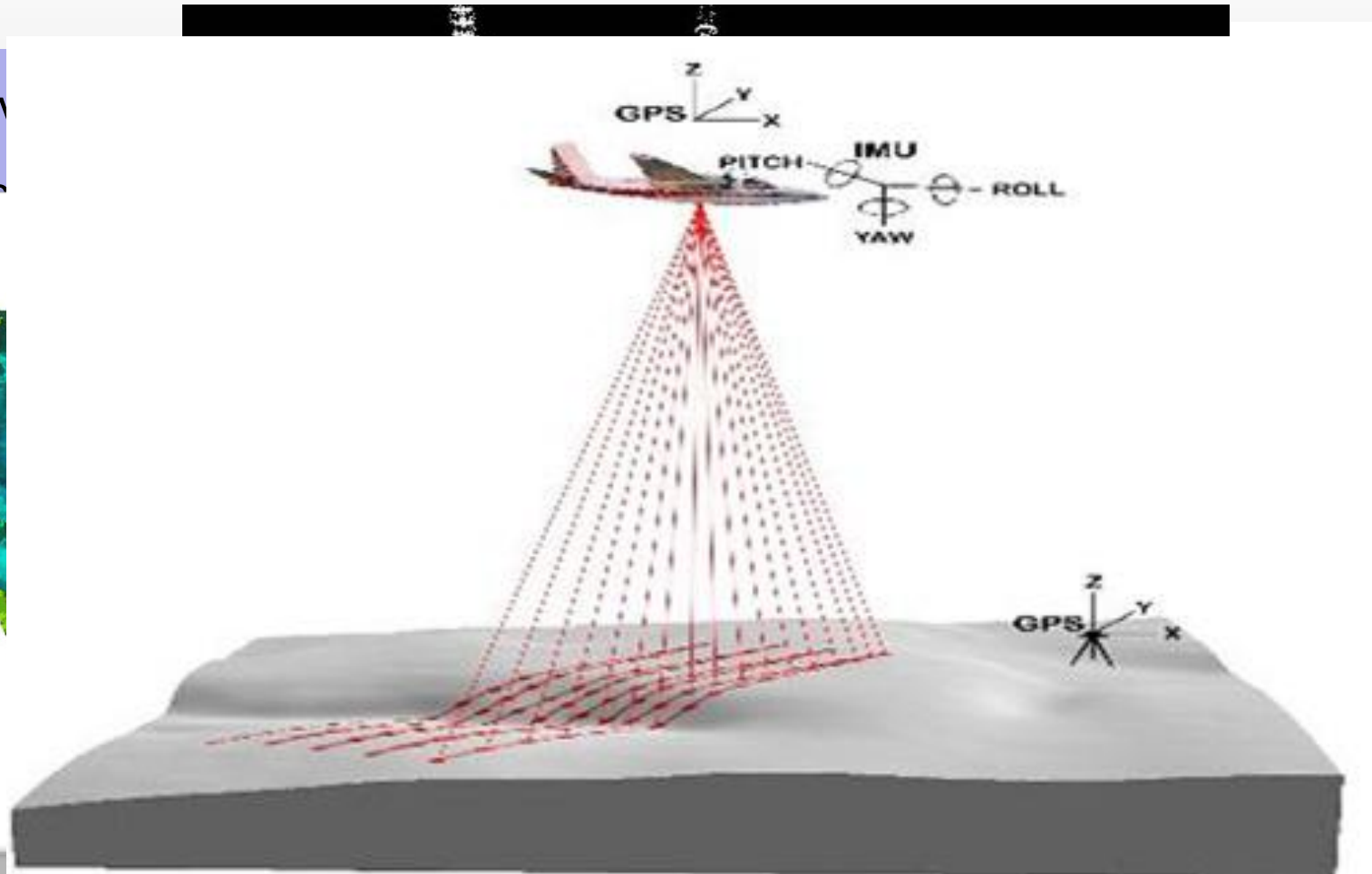


Aquisição de dados

Laser Scanner - Levantamento Aéreo

- Lev

- M



Aquisição de dados

Laser Scanner Móvel

- O sistema laser funciona sempre associado a um GPS e a uma unidade de medida inercial (IMU).



- Com isso se obtém a posição precisa do emissor laser e se corrige a velocidade do emissor em relação ao refletor.

Aquisição de dados

Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

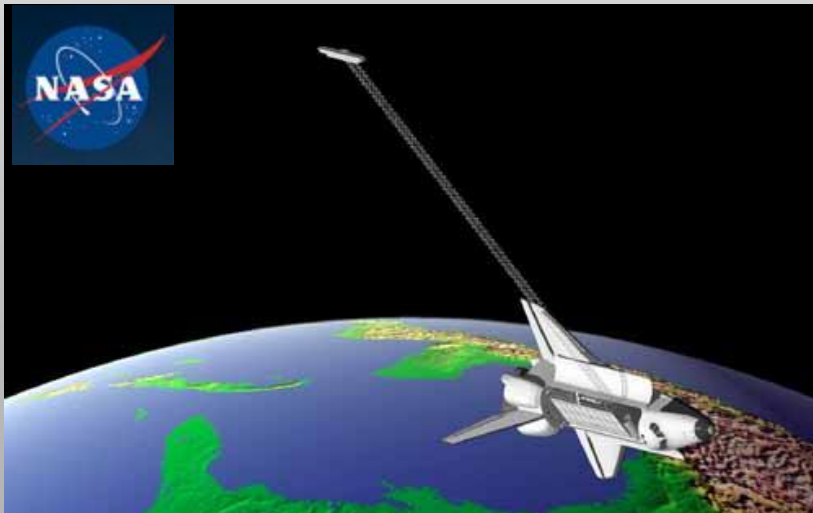
Data de Lançamento: 11 de fevereiro de 2000

Data de Pouso: 22 de fevereiro de 2000

Cobertura: 80 % da Superfície Terrestre (Continentes)

Objetivo da Missão:

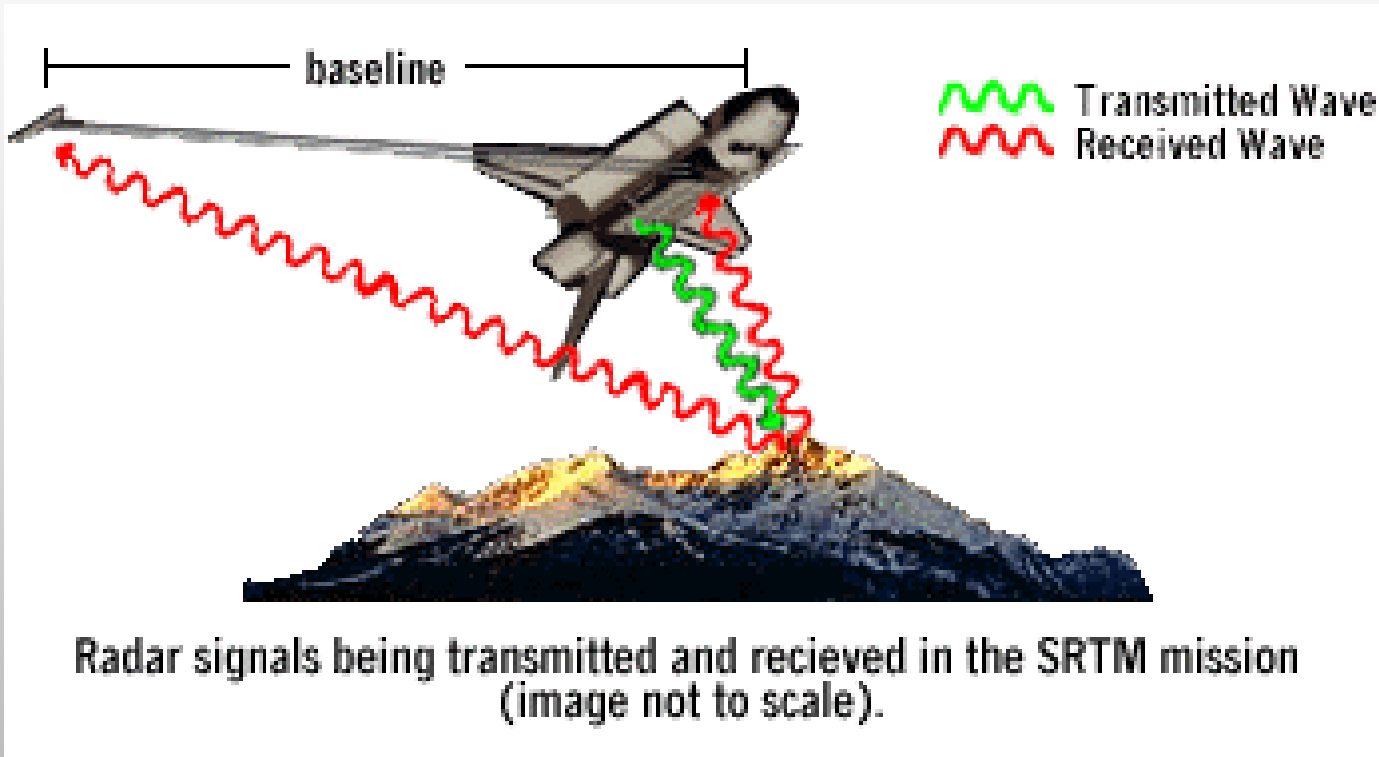
Usar as Banda C e X (radar interferométrico de abertura sintética) para coletar informações de topográficas de 80 % dos continentes terrestres



Agências: NASA, JPL, NGA (DoD),
Agência Alemã e Européia

Aquisição de dados

Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)



<http://photojournal.jpl.nasa.gov/mission/SRTM>

Aquisição de dados

Shuttle Radar Topography Mission (SRTM)

- Mo

- Pla

- Ide

- Sup

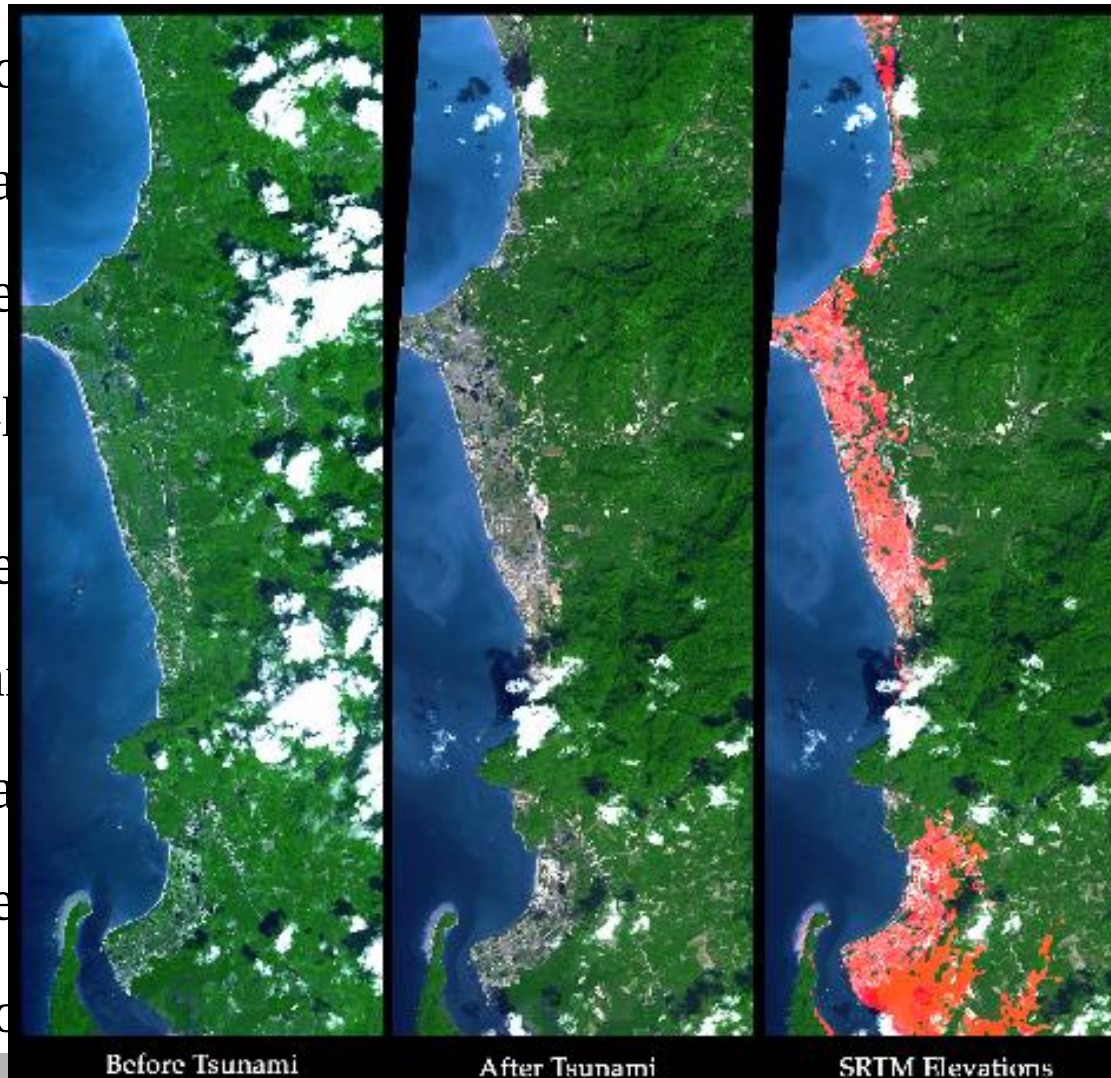
- Ide

- Ca

- Pla

- Ide

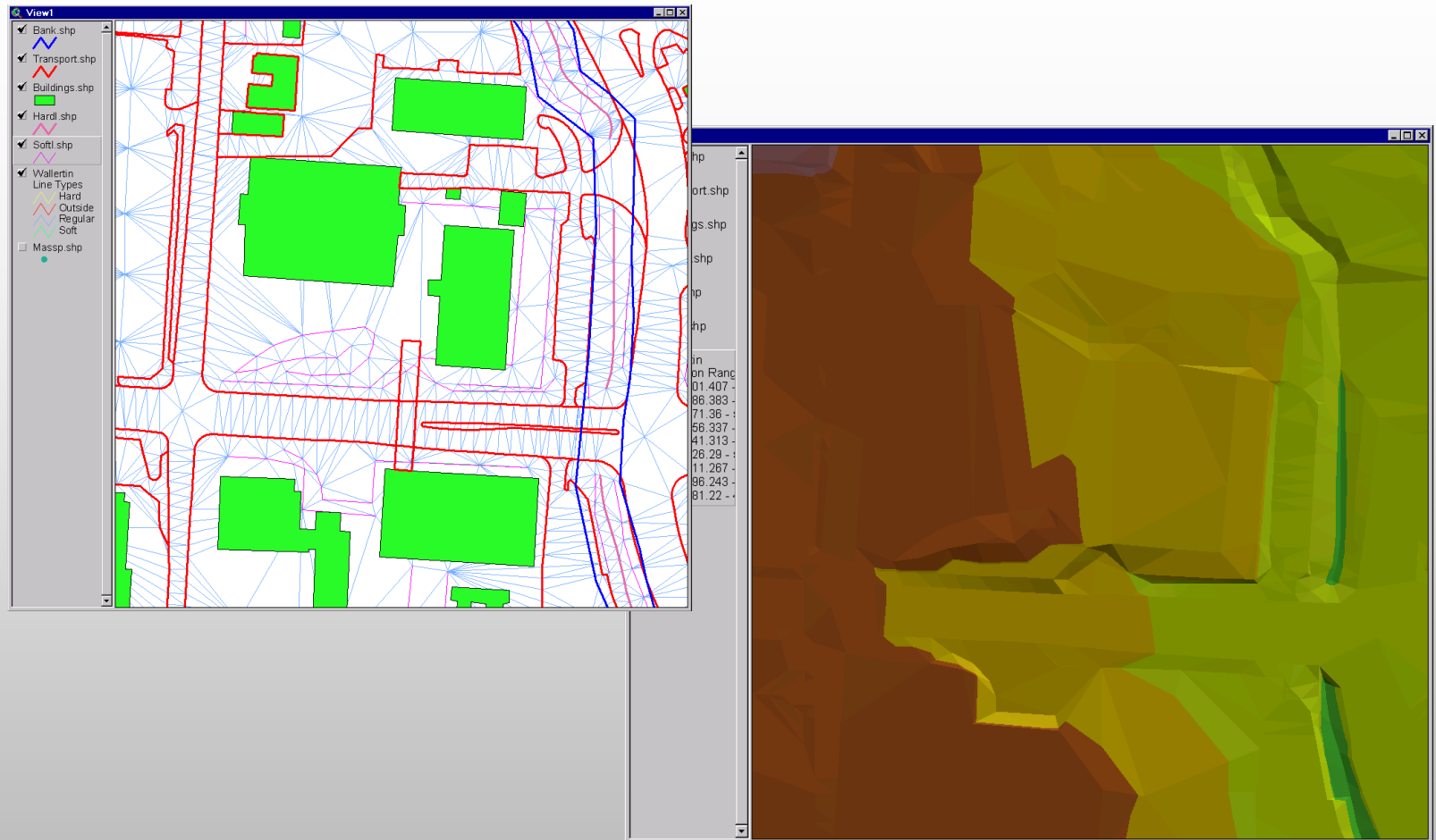
- Mo



D).

mentos.

Renderização



Processo de distribuição de energia luminosa



Renderização

Histórico

✓ Primeiro Sistema de Computação Gráfica

Whirlwind do MIT, que continha uma caneta ótica + dispositivo de visualização em tempo real (1951).



Renderização

Histórico

- ✓ 1966 - CAD já era assuntos do *Wall Street Journal*;
- ✓ Década de 1970:
 - Pacotes gráficos sem necessidade de programação
 - Computadores pessoais;
- ✓ 1984 – Apple Macintosh - Primeiro computador com interface gráfica



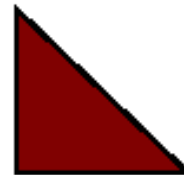
Renderização

Histórico

✓ 1970-1980 – A década da rasterização

Conversão de primitivas
geométricas em conjuntos de
pixels

representação
vetorial



representação
matricial



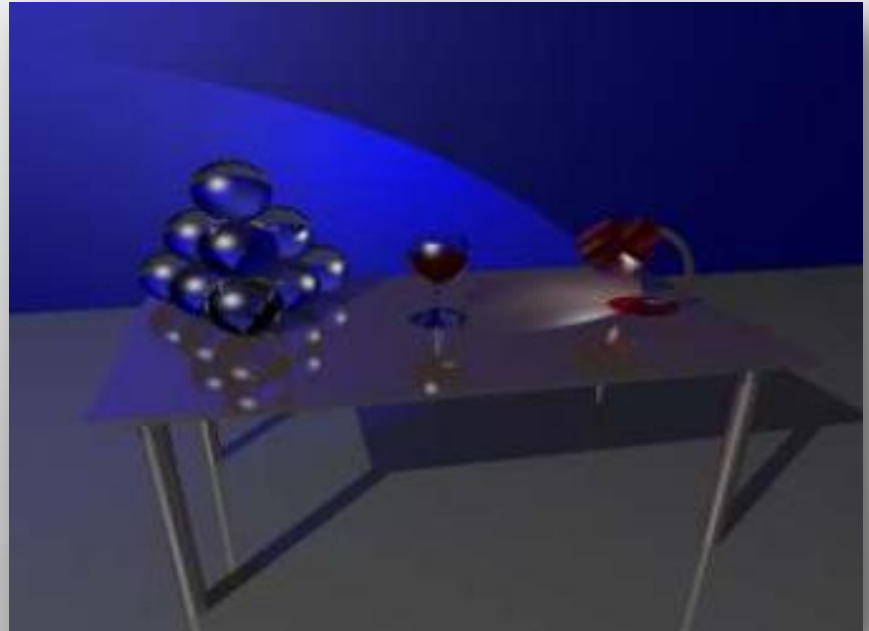
Displays matriciais,
imagens são matriz de
pontos



Renderização

Histórico

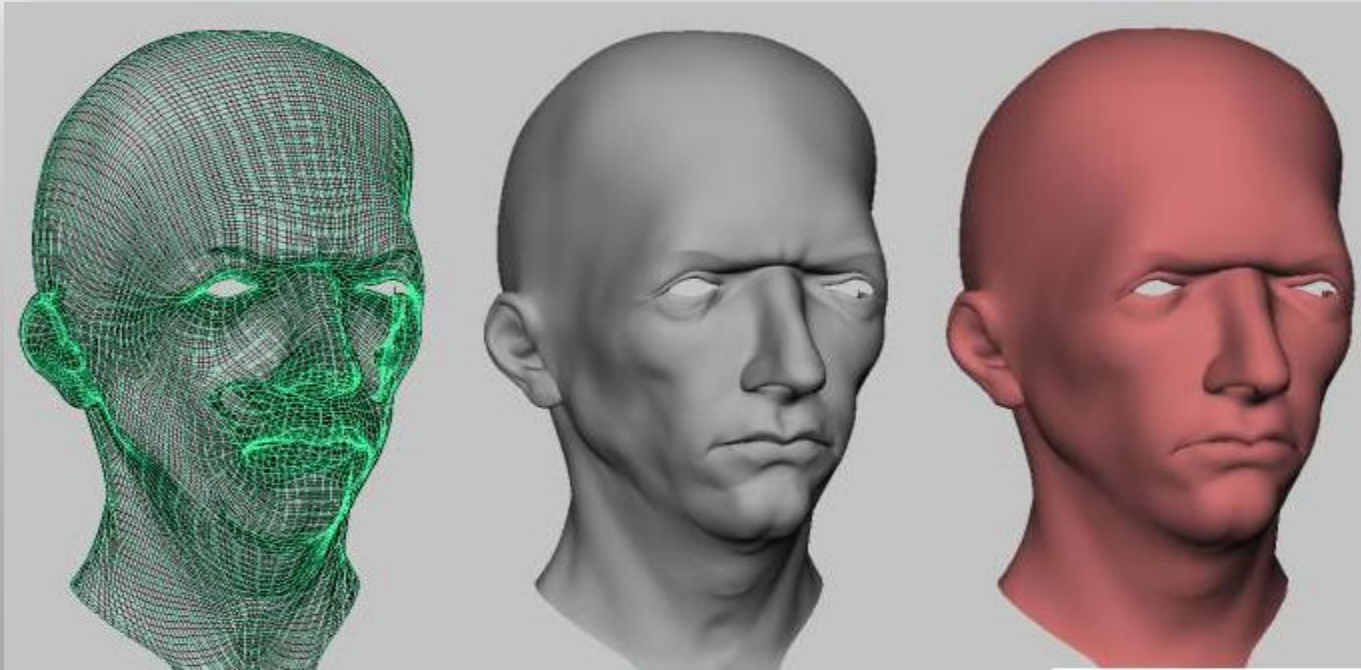
✓ 1980-1990 – A década do realismo



Renderização

Histórico

✓ 1990 - 2000 – A década da animação – computação gráfica 3D



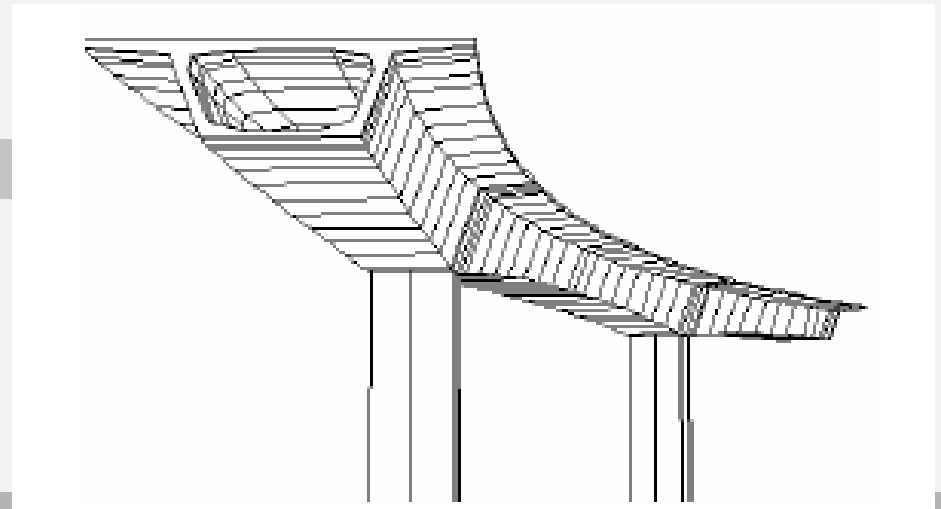
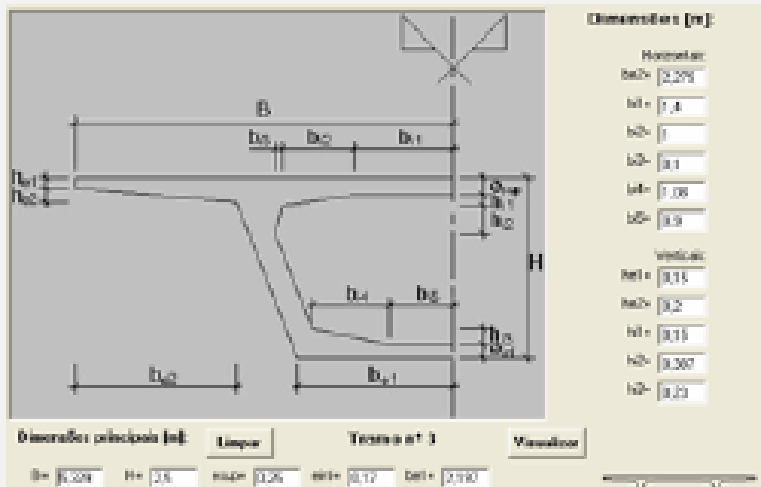
Renderização

Histórico

✓ 2000 ... – Realidade Virtual (VRM)

Visualização
Gráfica

Visualização
Científica



Trindade da Computação Gráfica

- Forma

- Modelagem Geométrica

Representação com volume

- Aparência

- Renderização, Interface

Distribuição da
energia luminosa
no objeto realística

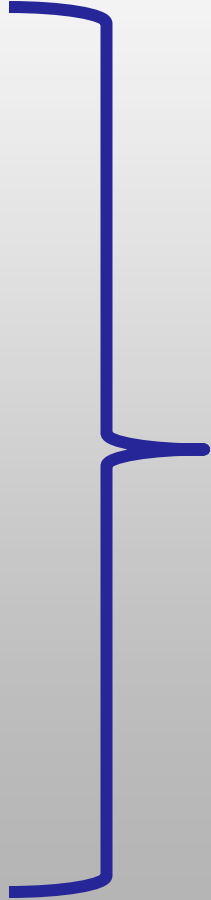
- Comportamento

- Animação

Modelar como
os objetos se movem

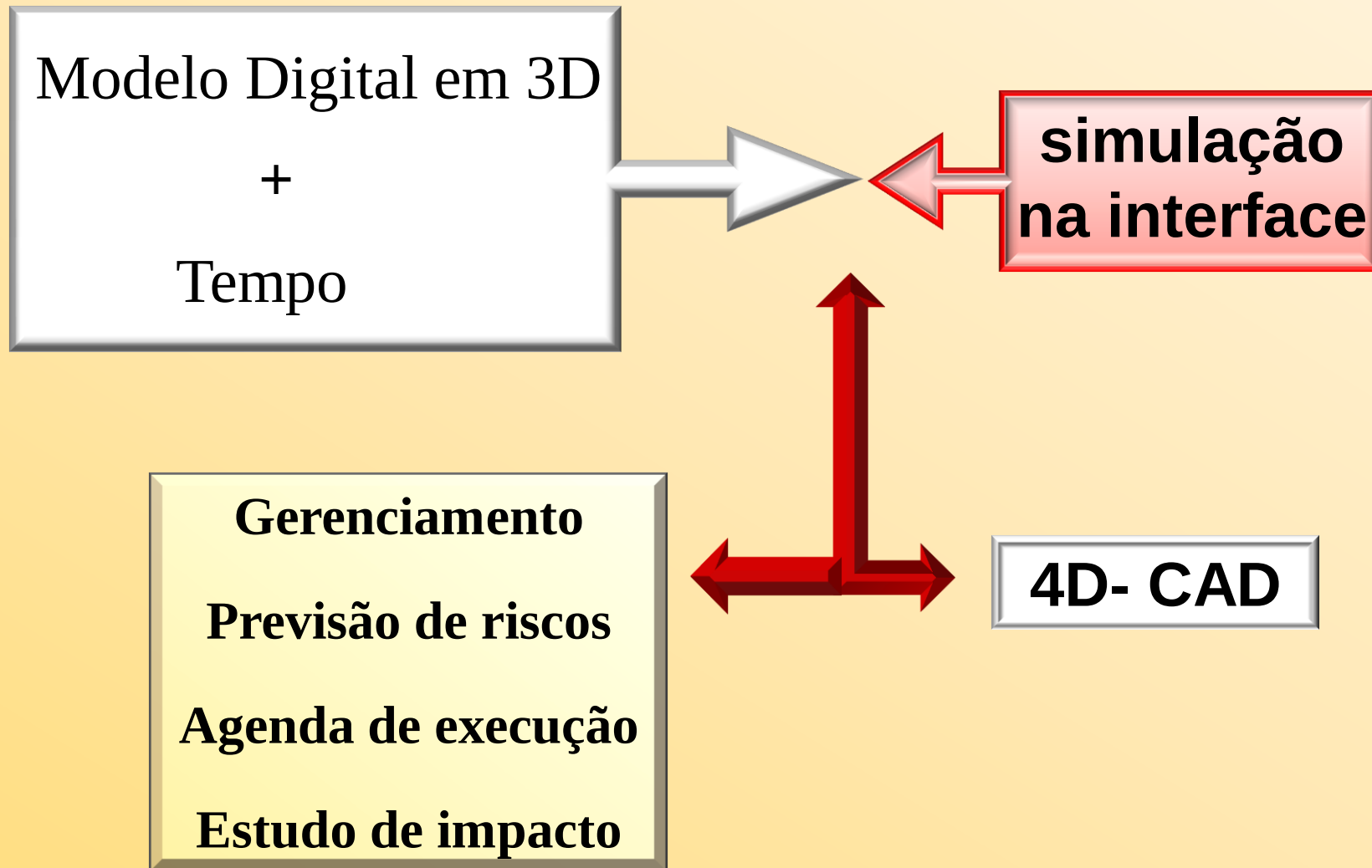
Trindade da Computação Gráfica

- Forma
 - Modelagem Geométrica
- Aparência
 - Renderização, Interface
- Comportamento
 - Animação

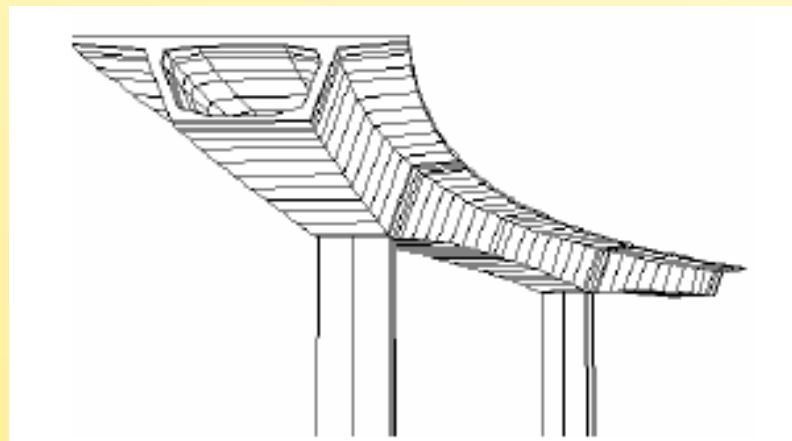
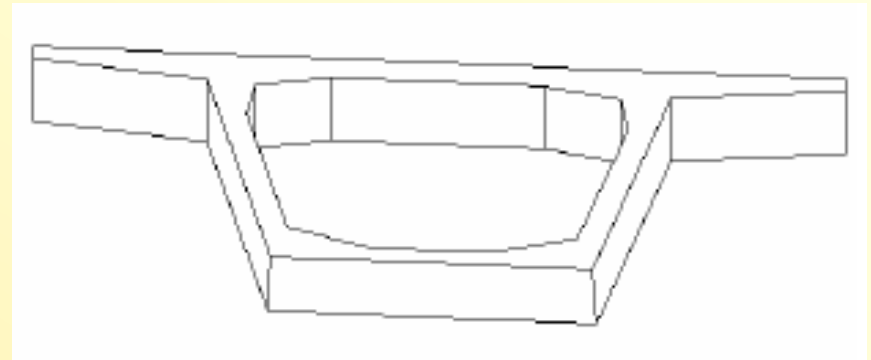
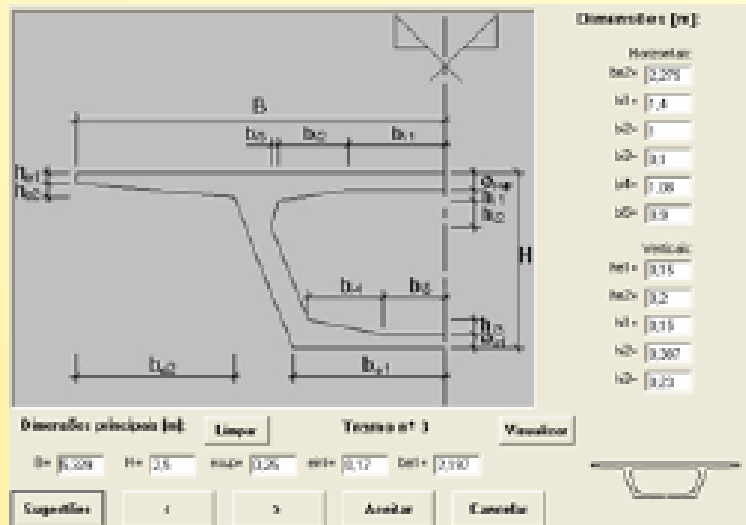


**Modelo
Digital**

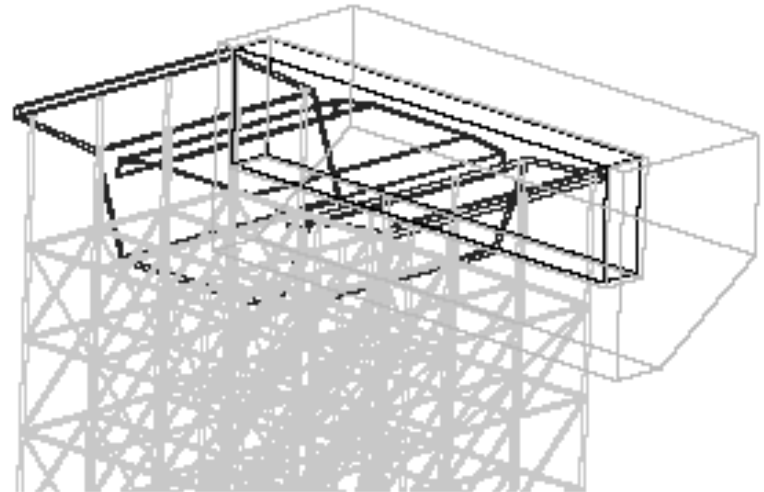
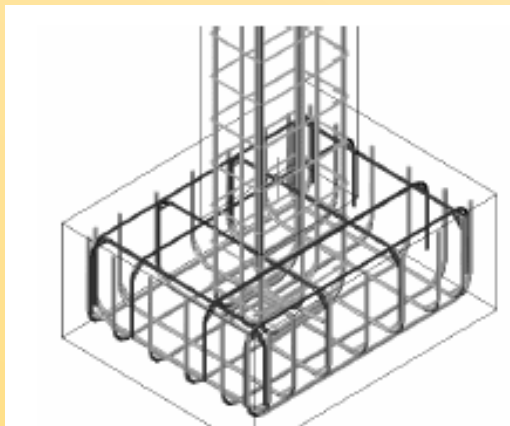
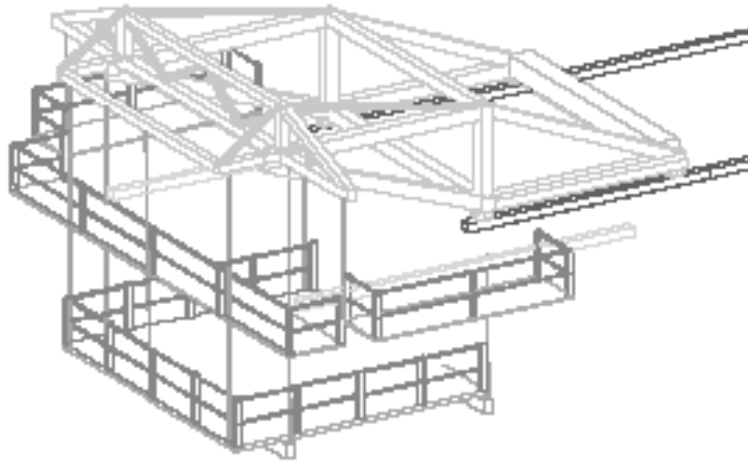
MDT X Linguagem para Modelagem de Realidade Virtual



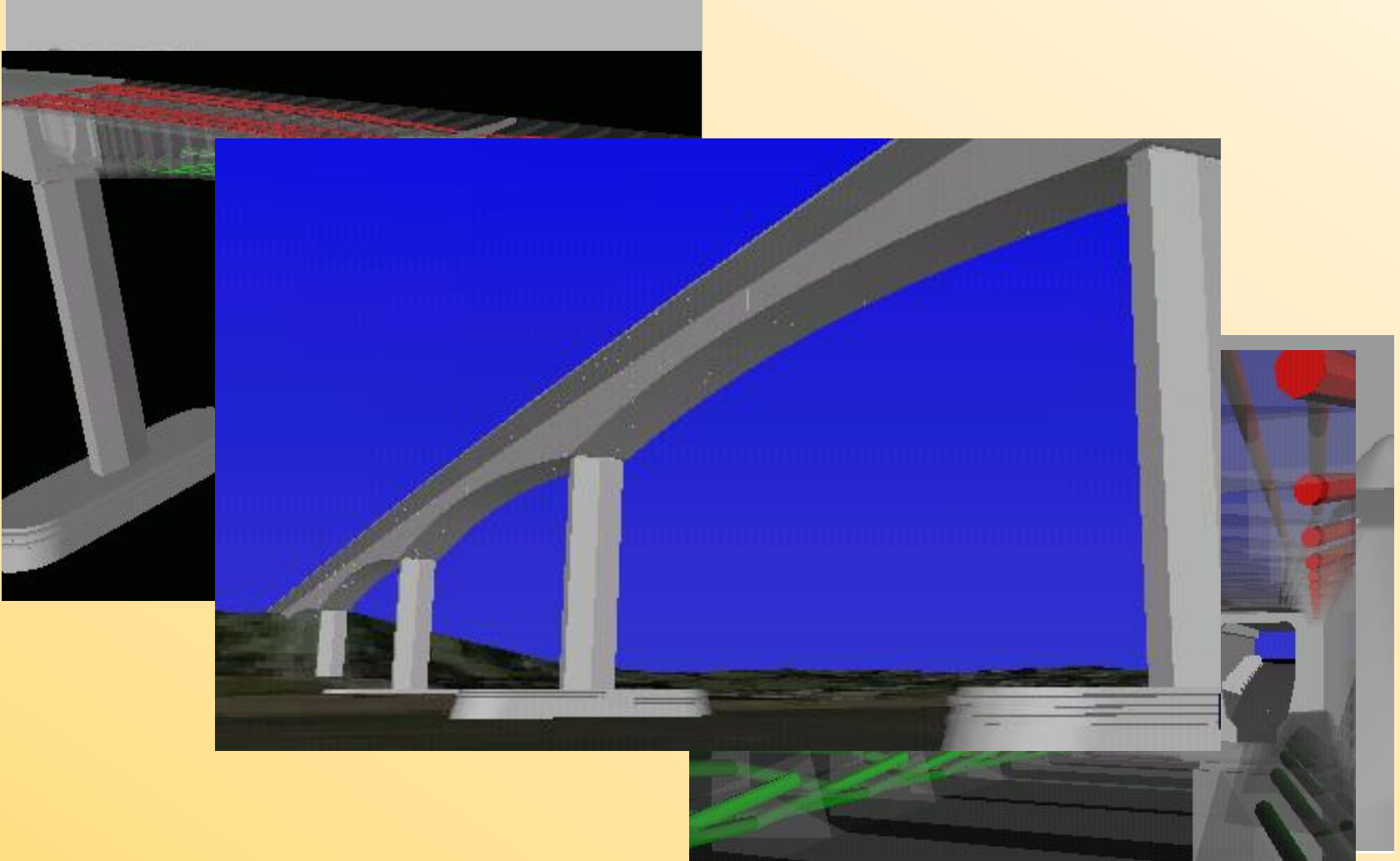
MDT X VRML



MDT X VRML



MDT X VRML



MDT X VRML



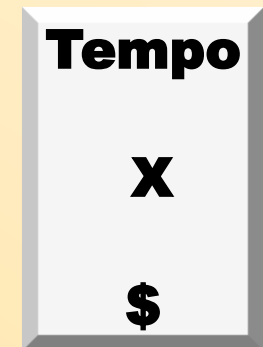
Modelo Digital X Simulação



Aplicada no estudo de traçado de vias

Aplicada no estudo de traçado de vias do ponto de
vista do motorista

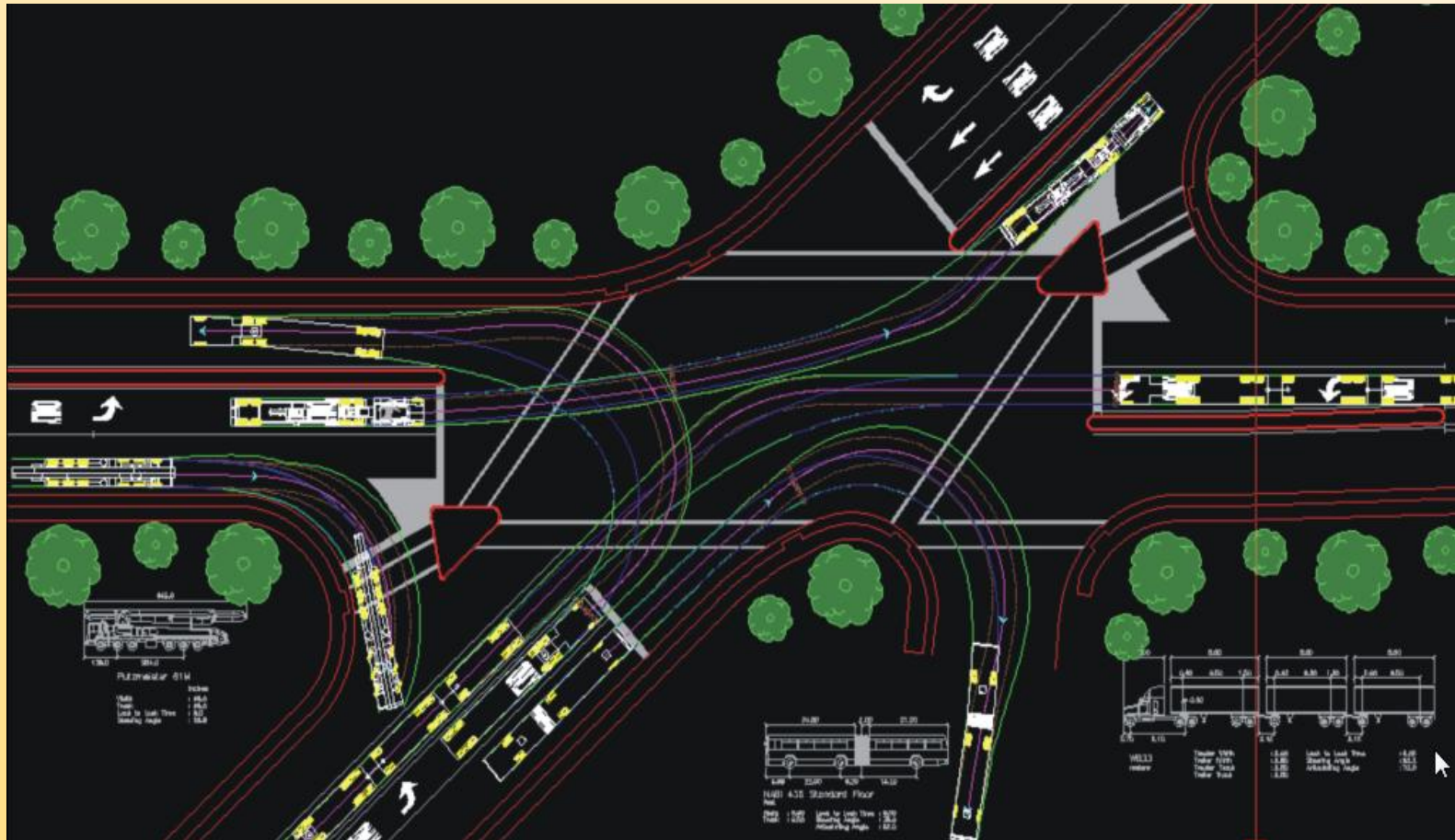
Aplicada no estudo de projetos arquitetônicos



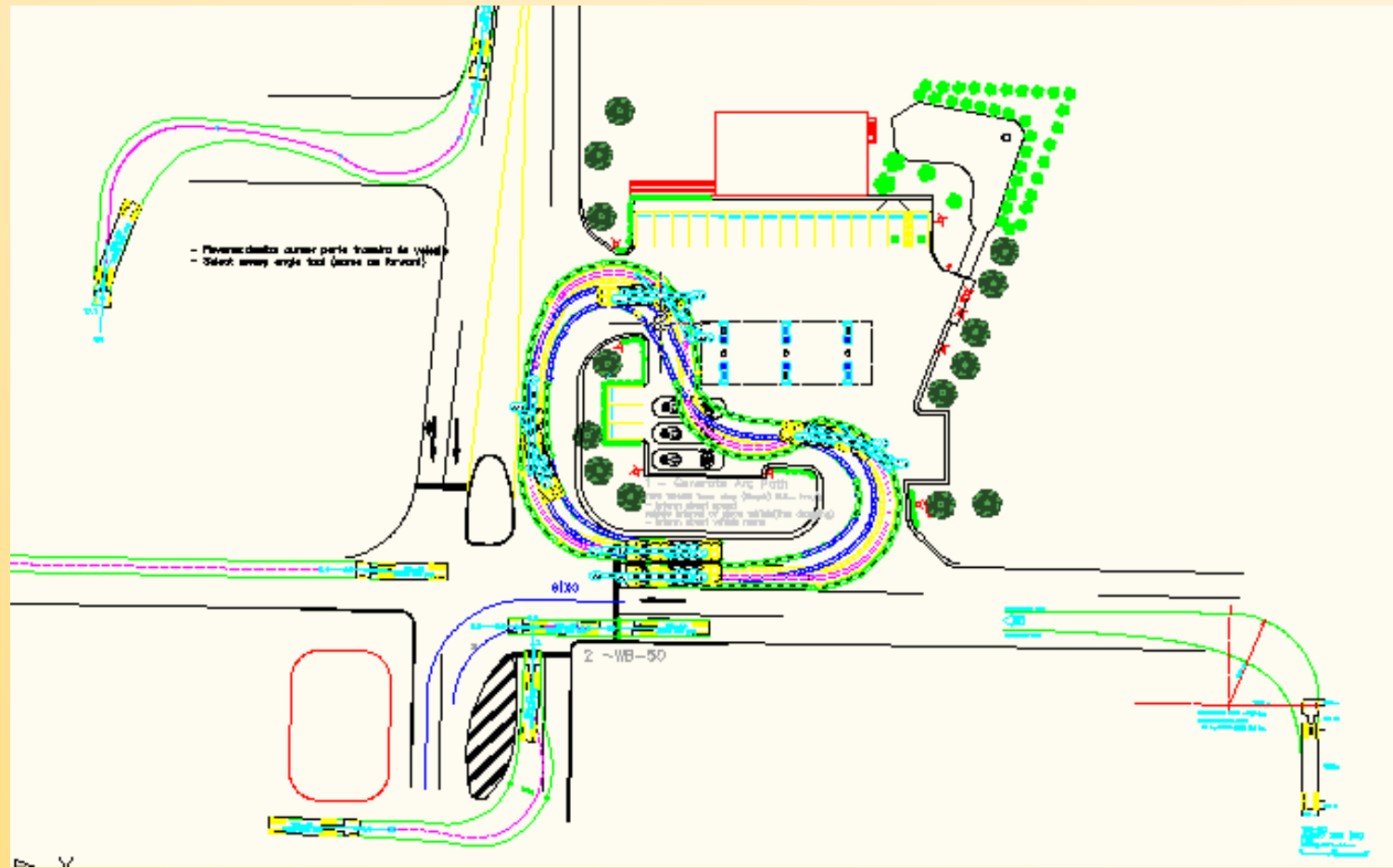
Simulação – Auto-TURN



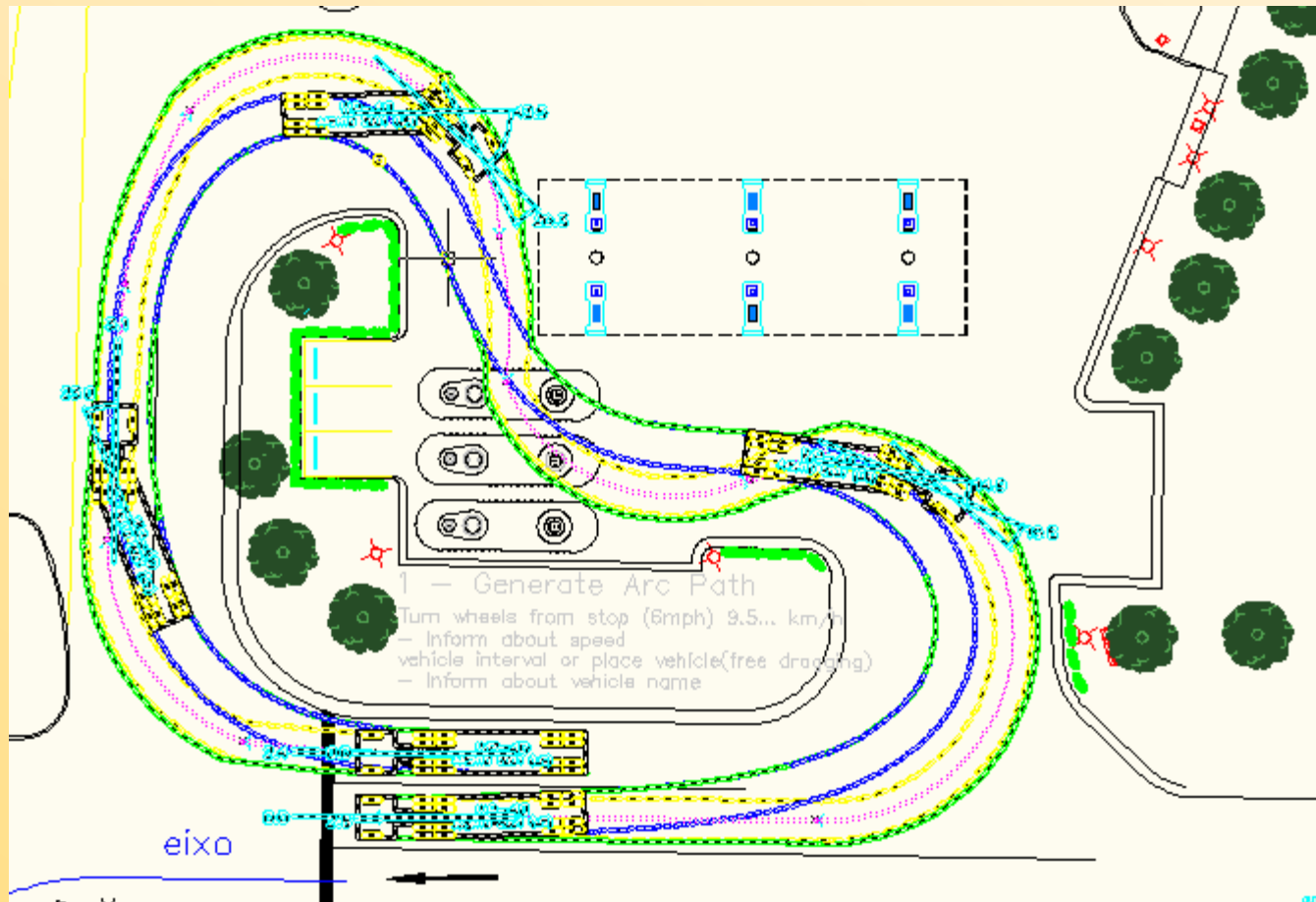
Simulação - AutoTURN



Simulação - AutoTurn



Simulação - AutoTURN



VRML X Simulação

[Home](#)
[Products](#)
[Projects](#)
[Services](#)
[Downloads](#)
[Support](#)
[Company](#)
[Contact](#)

D-STUDIO,
INNOVATIVE IC
-TECHNOLOGY FOR
CONSTRUCTION
PROJECTS



The D-studio offers **solutions** and **services** for all construction partners striving for the best efficiency and rendability during the design and building process as well as for the full building life-cycle management. D-studio tries to innovate these processes in 2 ways.

Innovation by re-engineering: get more out of your available solutions, improve the workflow and methodology and make your process flow efficient



<http://www.domos.be/>

MDT X SIG

Década de 60 a 90

**Cálculo de áreas e
distâncias**

(X, Y)



SIG 2D

Década atual

Cálculo de áreas, distância e volume

(X, Y, Z)



SIG 3D

MDT X SIG 3D

**Arc View GIS 3D Analyst,
UCLA Urban Simulator,
ViRGIS**



SIG 3D

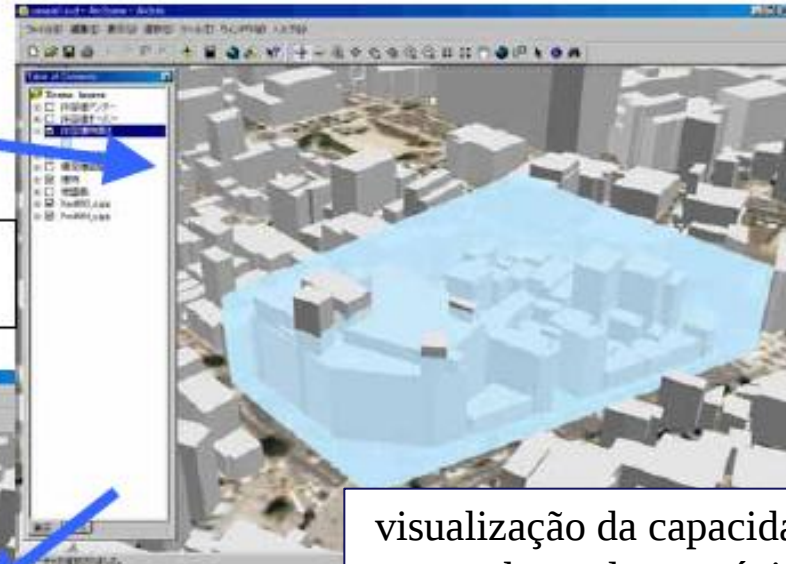
aplicações

- **Planejamento Urbano;**
- **Projeto Geométrico de Estradas;**
- **Análise de impacto no meio ambiente;**
- **Geologia.**

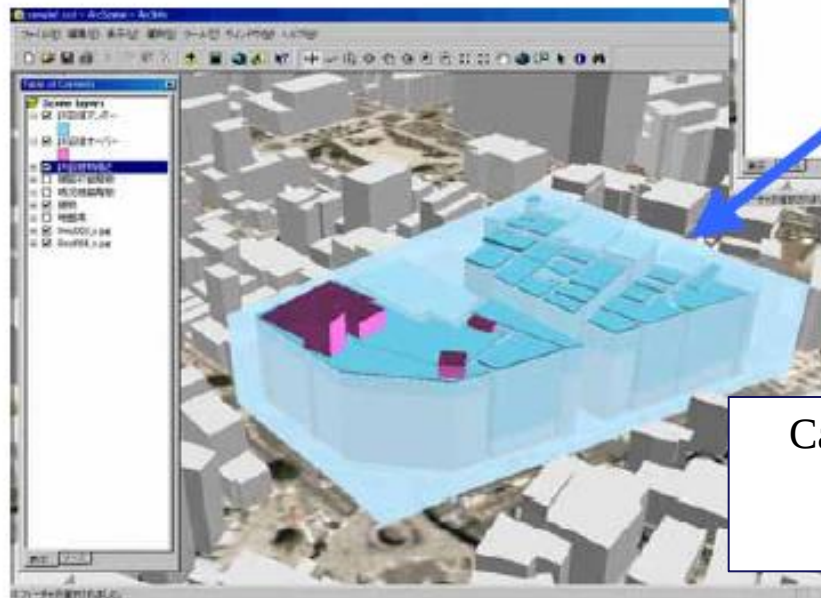
MDT X SIG 3D



Quadra específica



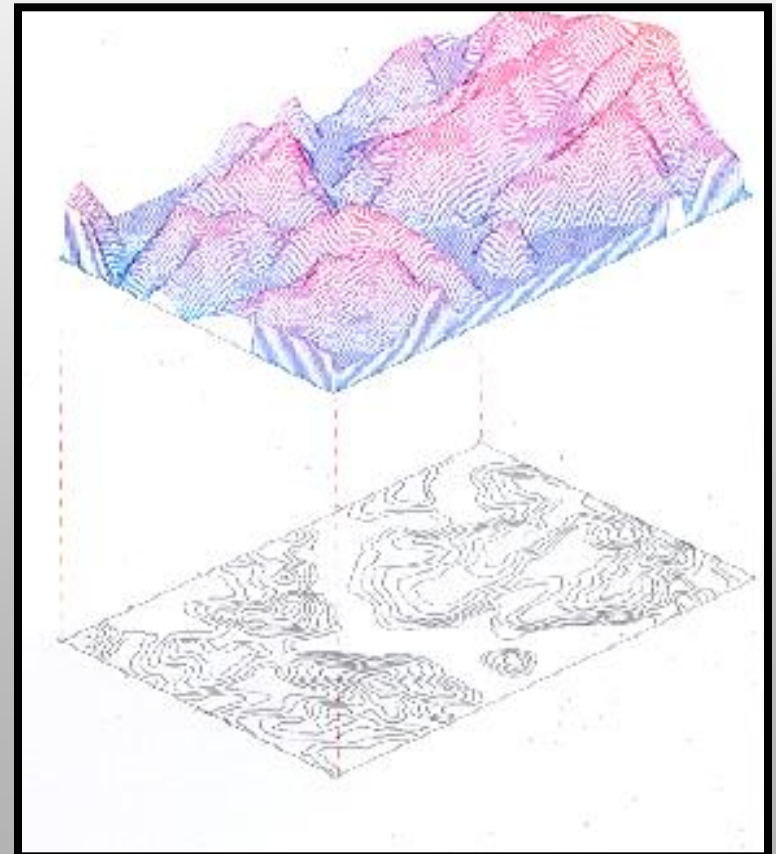
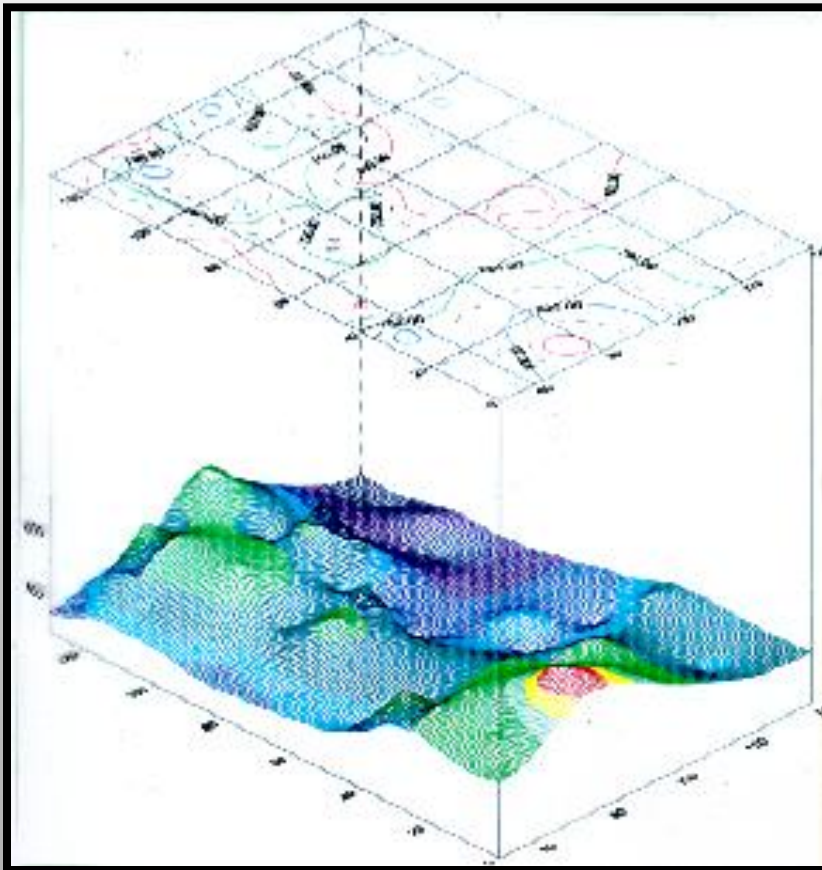
visualização da capacidade da quadra – altura máxima permitida



Cálculo e visualização dos edifícios existentes e a capacidade da quadra

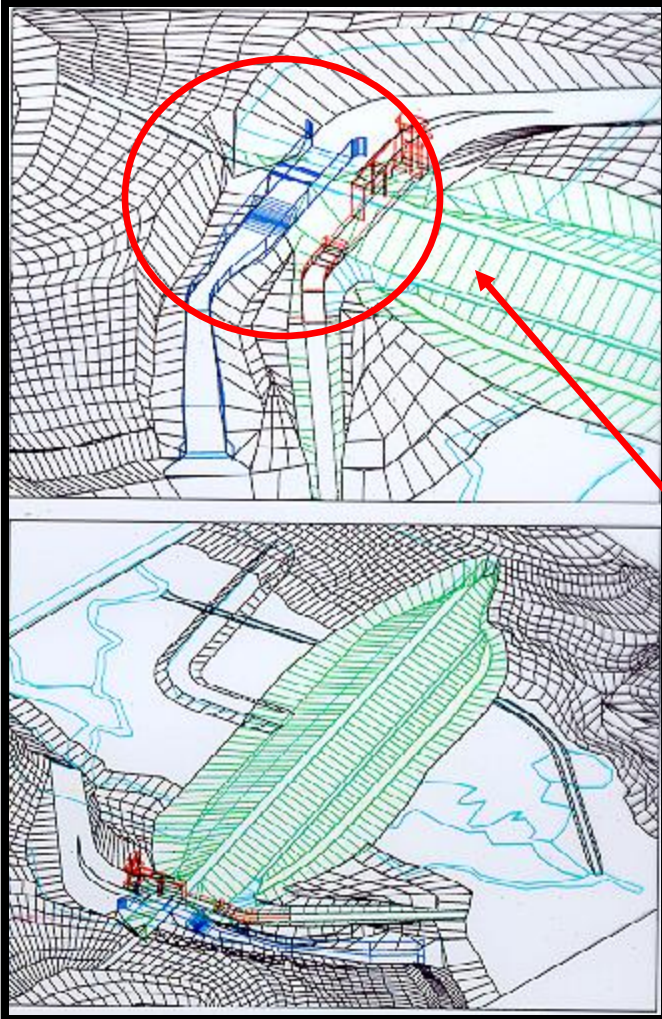
Aplicações do MDT na Engenharia

- 1. Simulações, visualizações*
- 2. Planejamentos, projetos, estudos*



Aplicações do MDT na Engenharia

- ✓ Cálculo de volume em obras de engenharia: volume de água represada, volume de terra em corte e/ou aterro;
- ✓ Delimitação da região inundada em represas para avaliação de áreas;



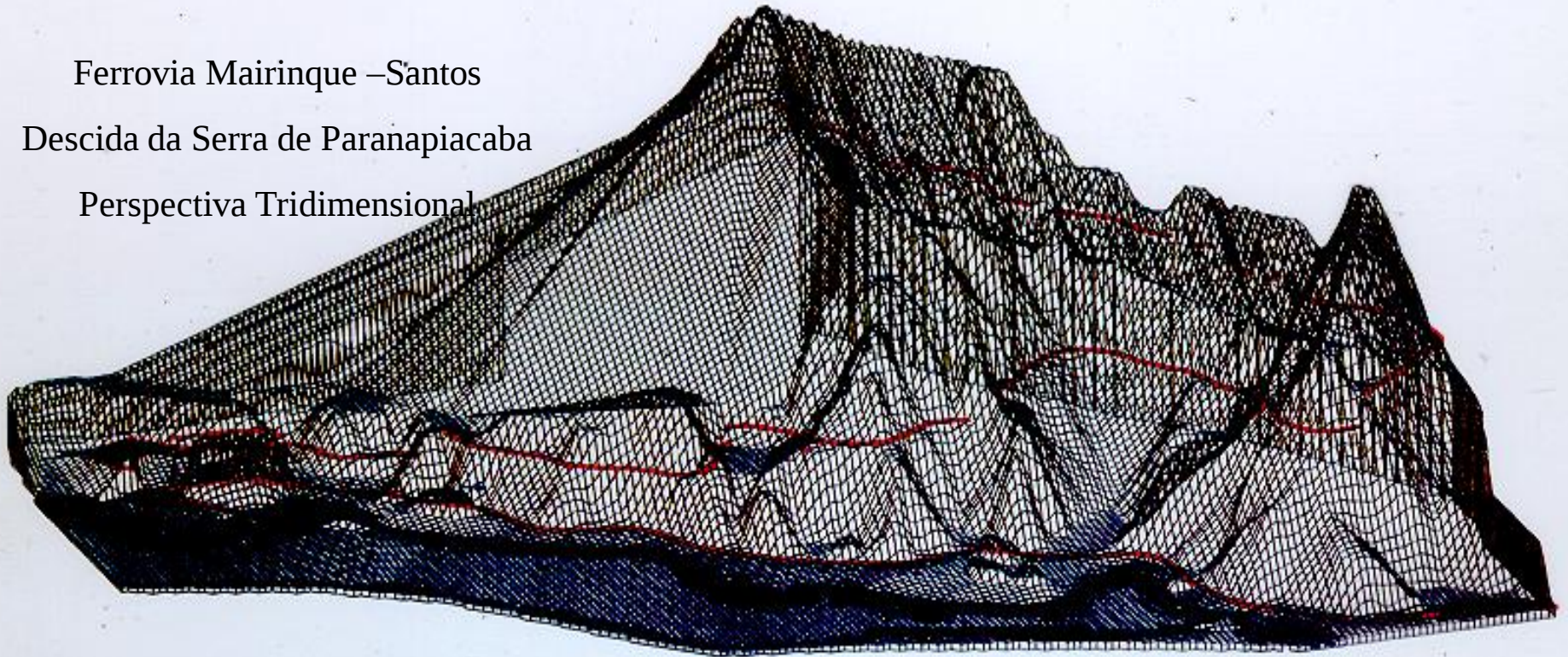
Aplicações do MDT na Engenharia

- ✓ *Estudos de trajetos rodoviários e ferroviários (Cálculo de declividade)*
- ✓ *Mapas derivados (perfis, seções)*

Ferrovia Mairinque – Santos

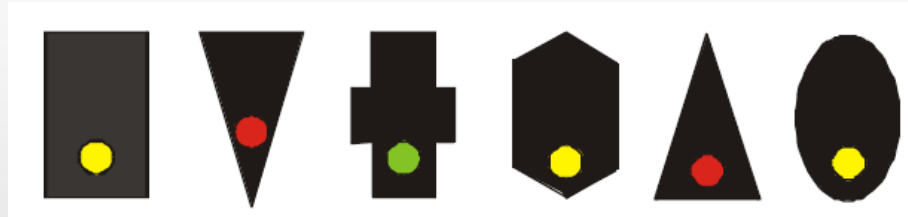
Descida da Serra de Paranapiacaba

Perspectiva Tridimensional



Aplicações do MDT na Engenharia

- ✓ *Estudos de sinalização em ferrovias - segurança*



Aplicações do MDT na Engenharia



✓ *Simulação*



Aplicações do MDT na Engenharia

- ✓ *Simulação – segurança – tomada de decisão*

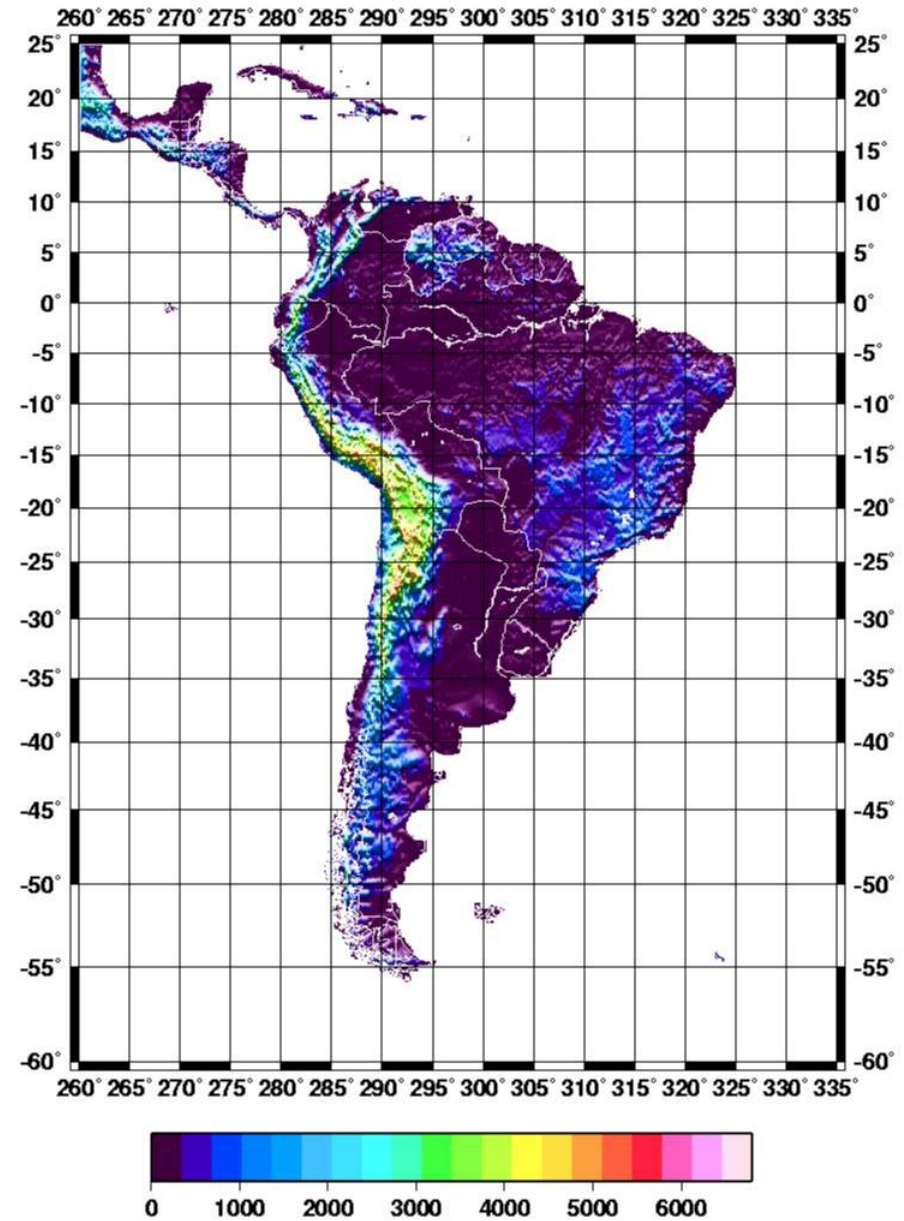
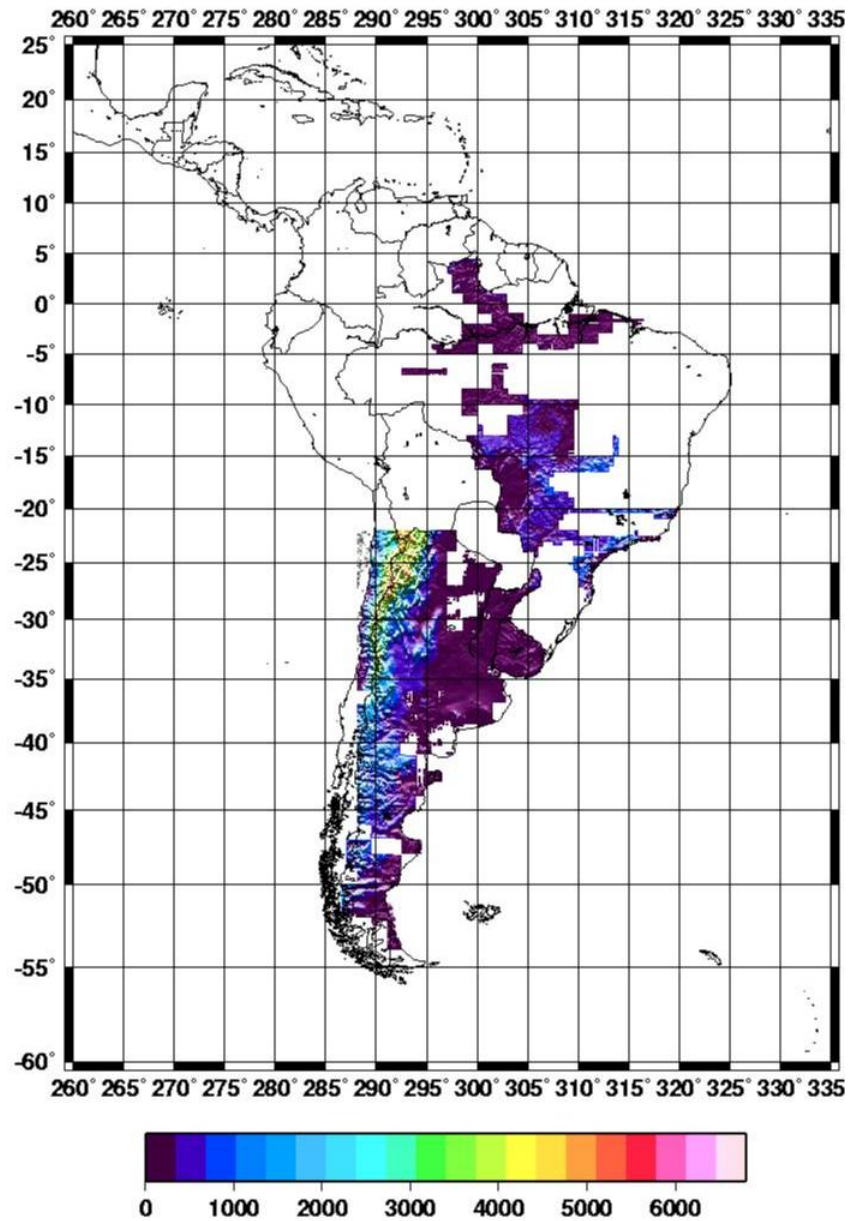


Aplicações do MDT na Engenharia

- ✓ NOVA UHE Santo Antonio no rio Madeira –RO

Vídeo

SAM - DTM



Aplicações do MDT na Engenharia



PROJETO DE
UMA ESTRADA



CORTE NO
MORRO

Aplicações do MDT na Engenharia



Aplicações do MDT na Engenharia

National Cooperative Highway Research Program (NCHRP) - TRB

Visualização



- ✓ **Análise da concepção do projeto;**
- ✓ **Melhoria do projeto;**
- ✓ **Análise de impacto no meio ambiente;**
- ✓ **Tomada de decisão;**
- ✓ **Planejamento;**
- ✓ **Análise de custo**

Aplicações do MDT na Engenharia

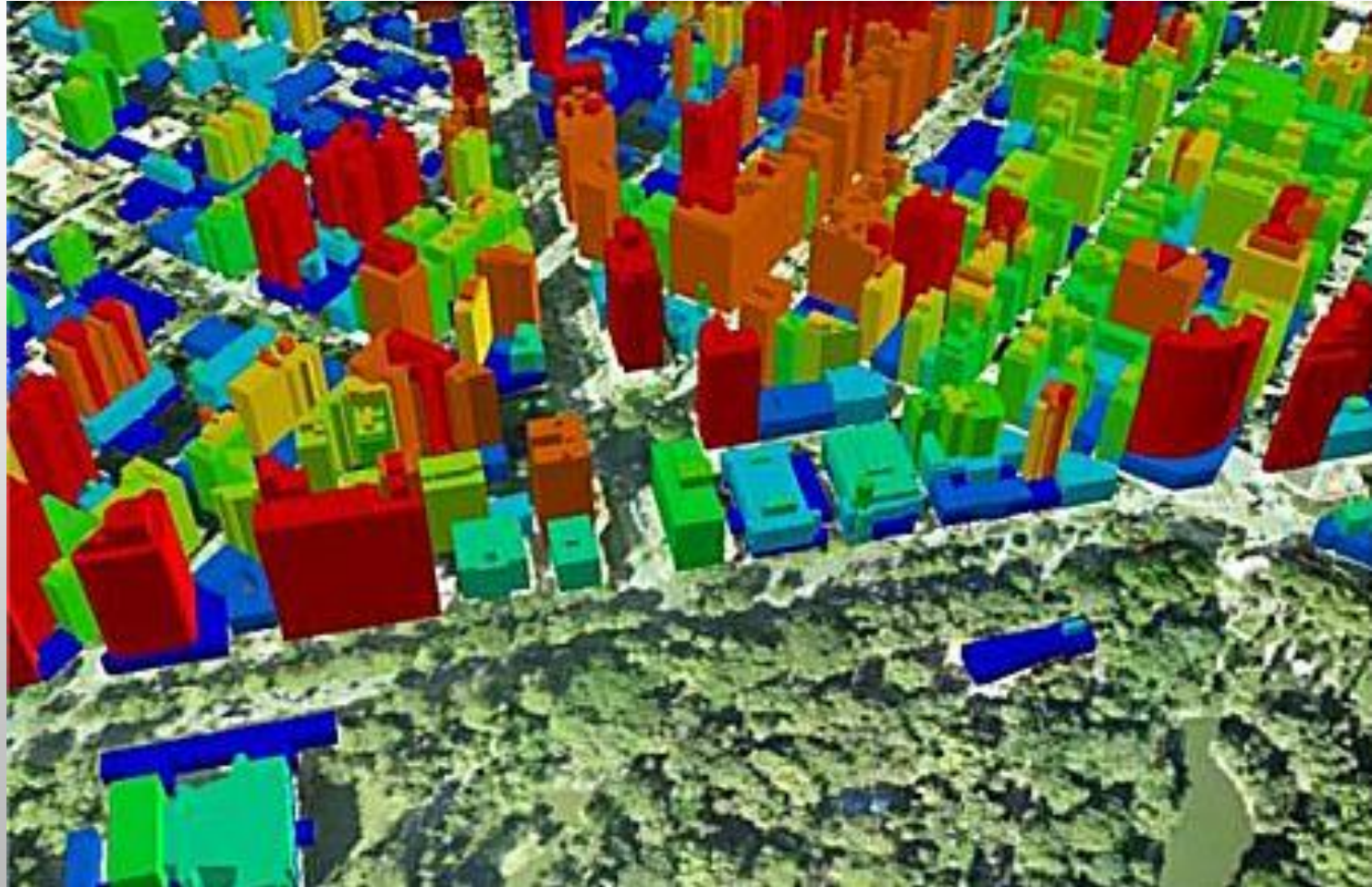


Modeling Surfaces Using Triangulated Irregular Network

Aplicações do MDT na Engenharia



Aplicações do MDT na Engenharia



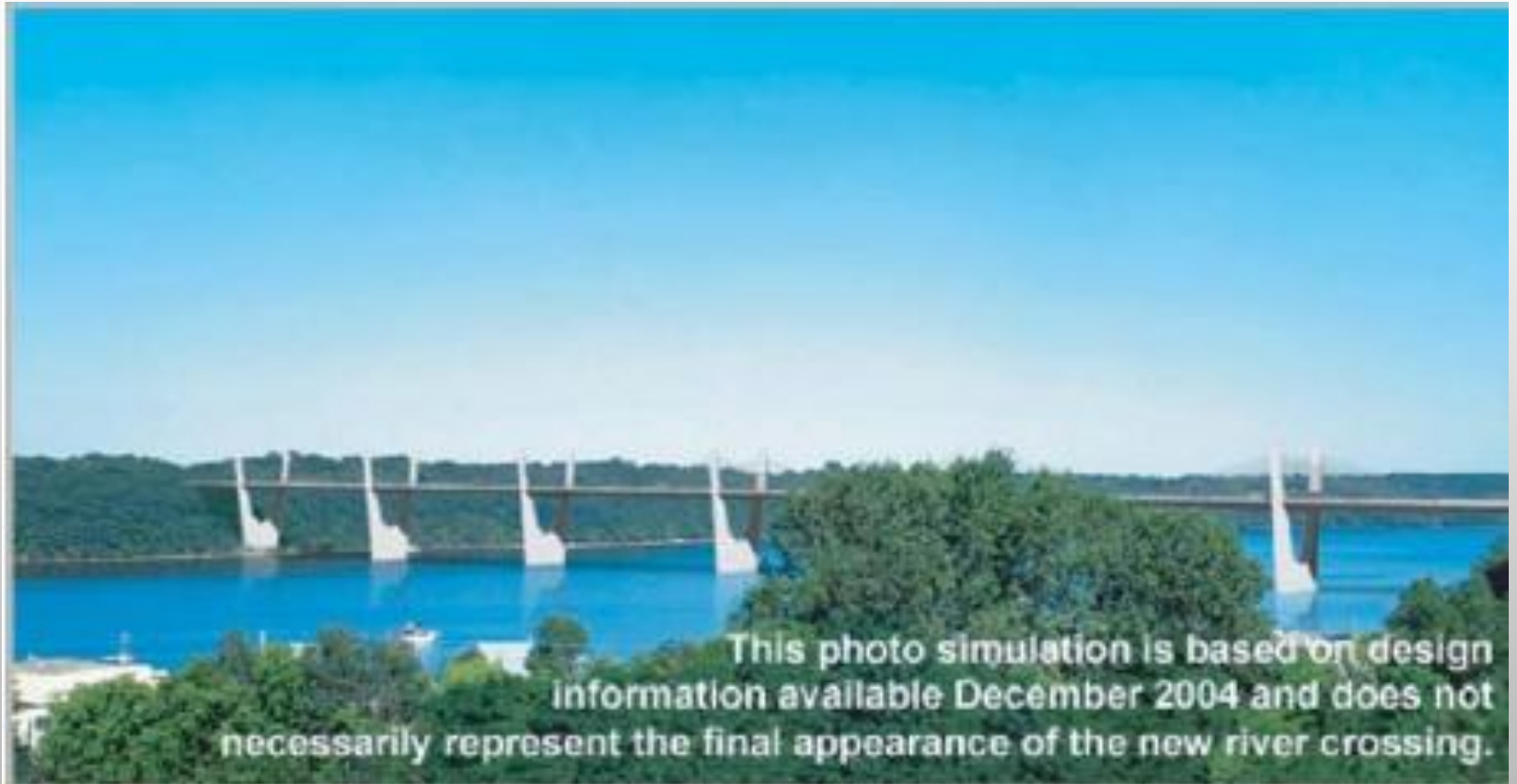
Modelo 3D – Belo Horizonte

Aplicações do MDT na Engenharia



Arquitetura

Aplicações do MDT na Engenharia



Aplicações do MDT na Engenharia



Cena produzida a partir de vídeo, modelagem digital 3D e animação

Aplicações do MDT na Engenharia



Foto simulação



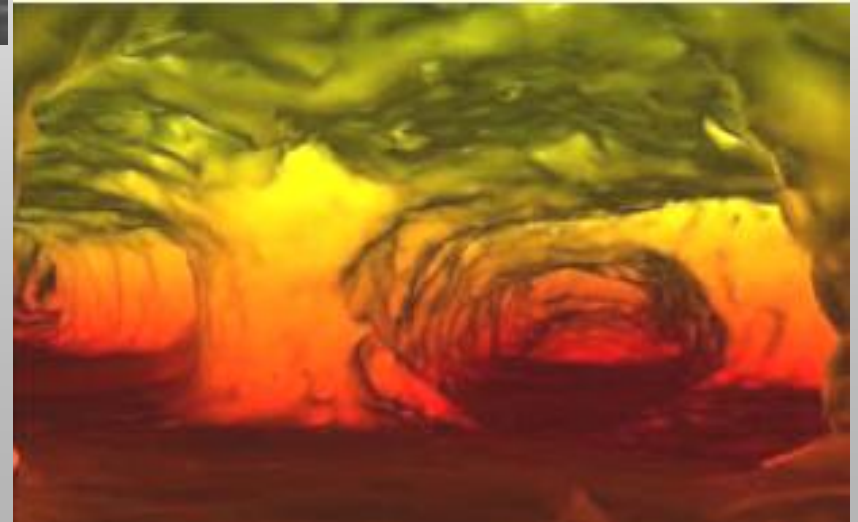
Aplicações do MDT na Engenharia



Aplicações do MDT na Engenharia



Túnel de acesso a
mina



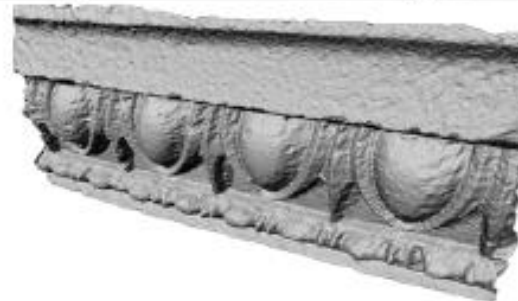
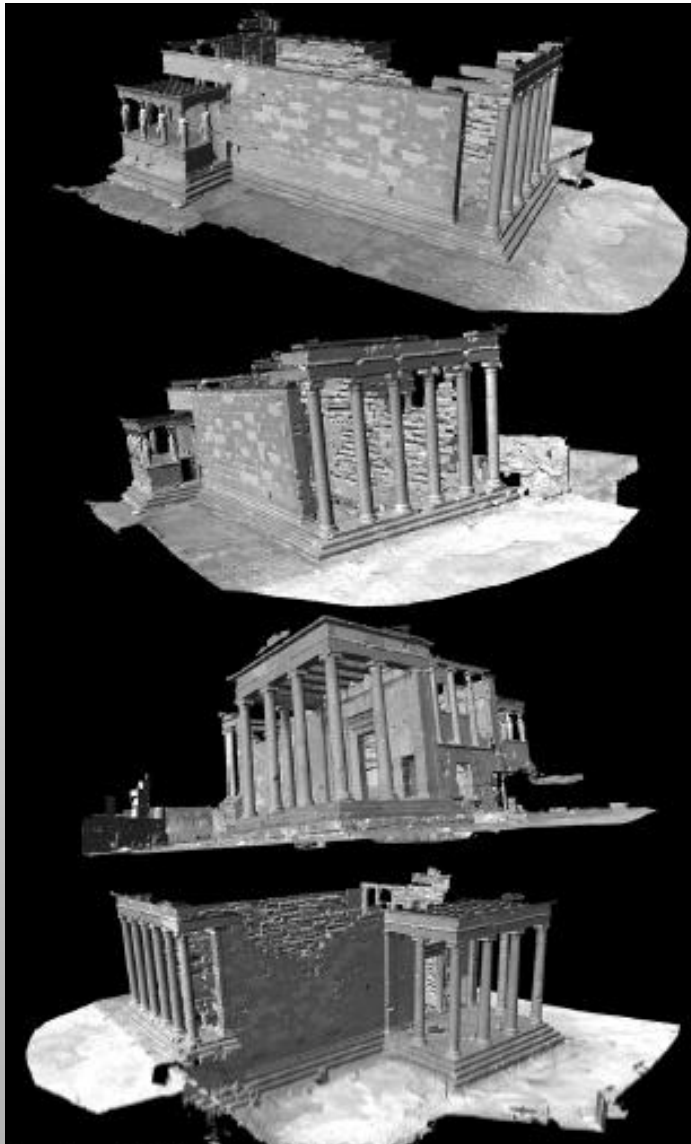
Aplicações do MDT na Engenharia



Construções complexas

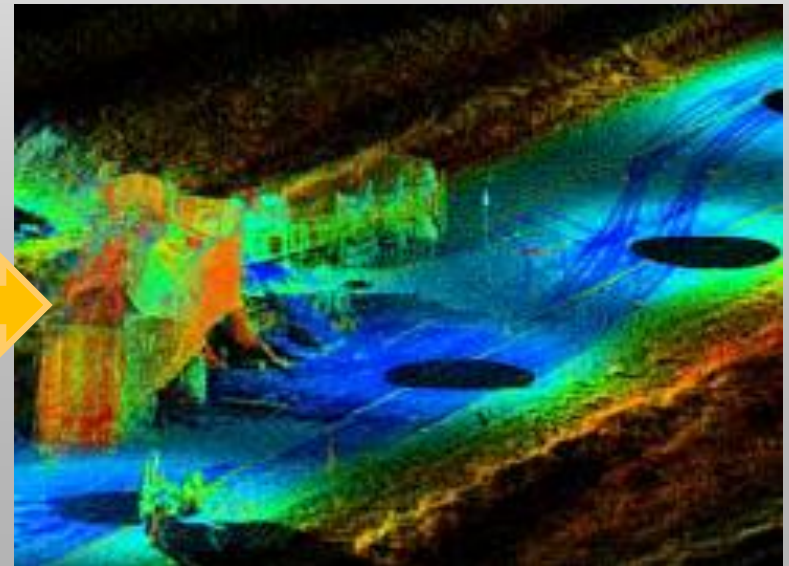
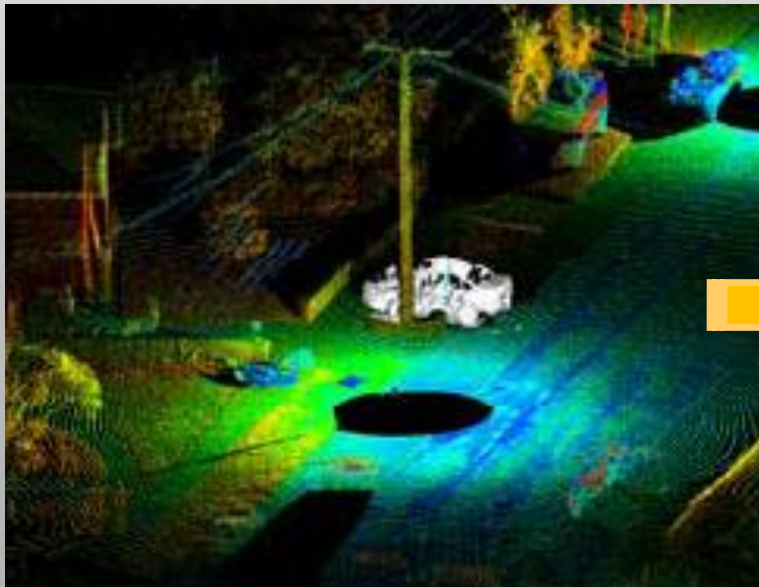


Aplicações do MDT na Engenharia



Aplicações do MDT na Engenharia

Técnicas Forense

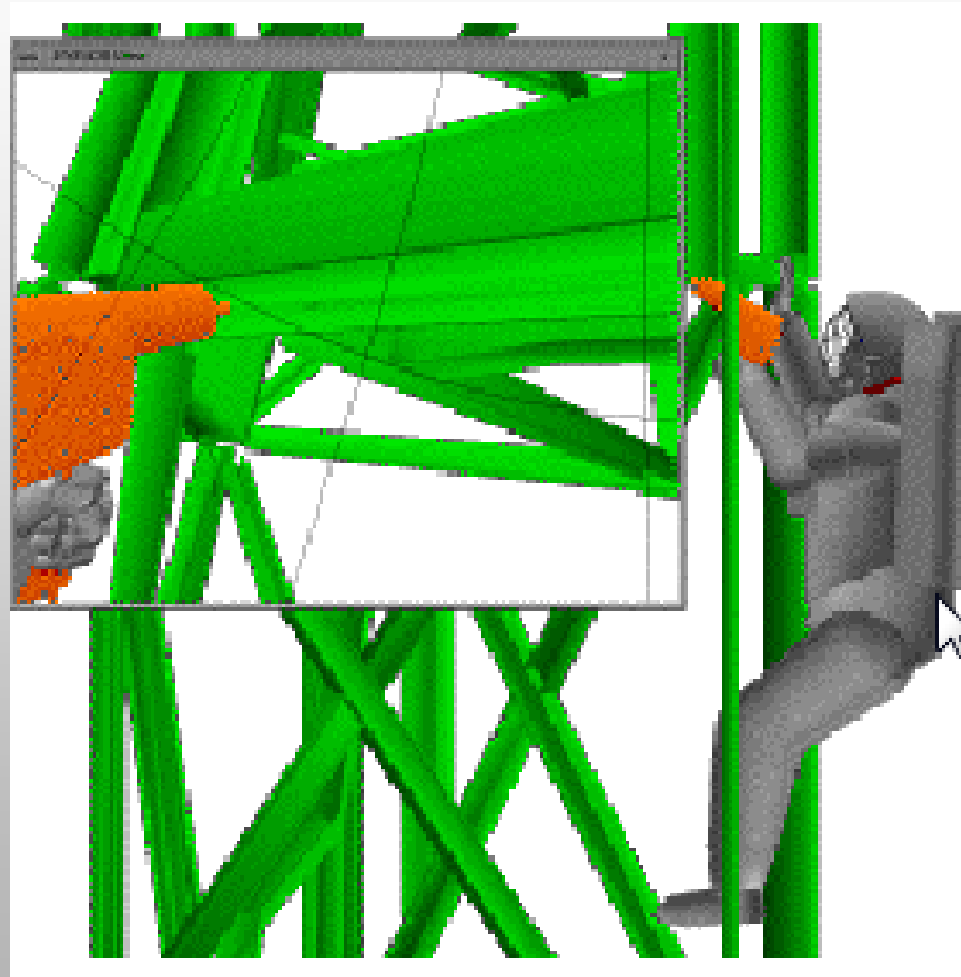


Aplicações do MDT na Engenharia

Investigação - Acidentes



Aplicações do MDT na Engenharia



Aplicações do MDT na Engenharia

Fim