

PERFILAMENTO LASER - Para Detecção de Construções Clandestinas



*Eng. Denise Rodbard Falat
Eng. Amarildo Bonatto*



PERFILAMENTO LASER

Sistema que adquire **dados digitais de elevação do terreno** com precisão equivalente ao GPS cinemático, mas de forma muito mais eficaz.

Tecnologia relativamente nova no meio cartográfico, com usos diversos, permitindo, além da obtenção do MDT (Modelo Digital do Terreno) a obtenção do MDS (Modelo Digital da Superfície) de maneira mais rápida e direta.



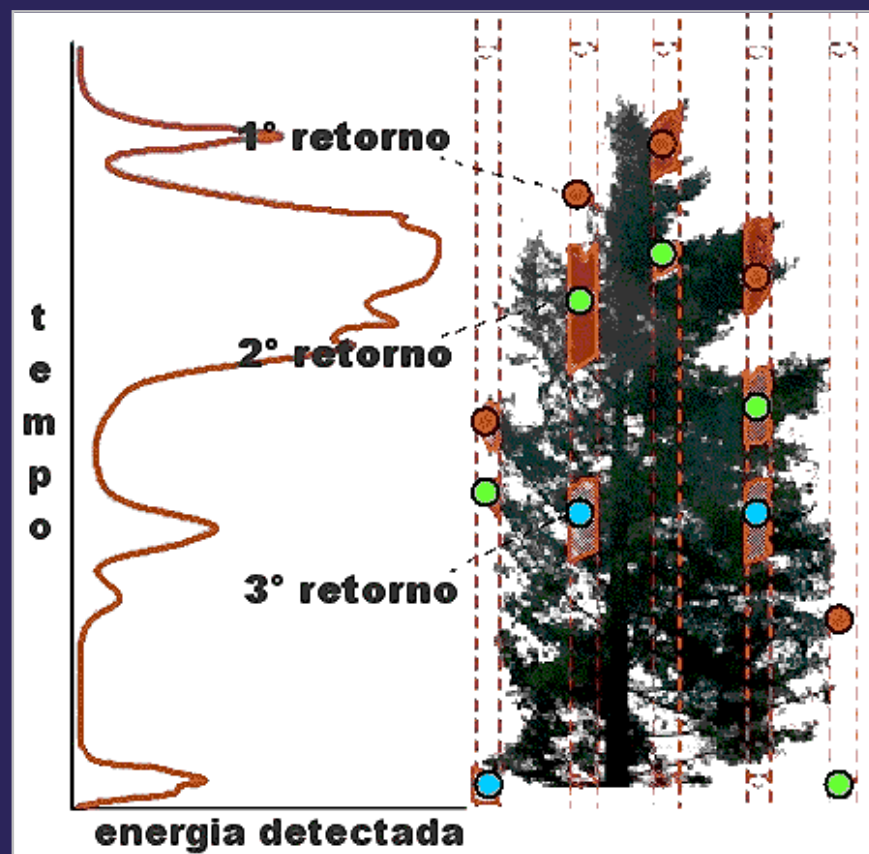
PRINCIPAL CARACTERÍSTICA: PRIMEIRO E ÚLTIMO RETORNO

O sistema mede a primeira e a última reflexão de cada pulsação, o que permite a distinção de objetos acima do solo - vegetação, volume urbano, cabos suspensos ...

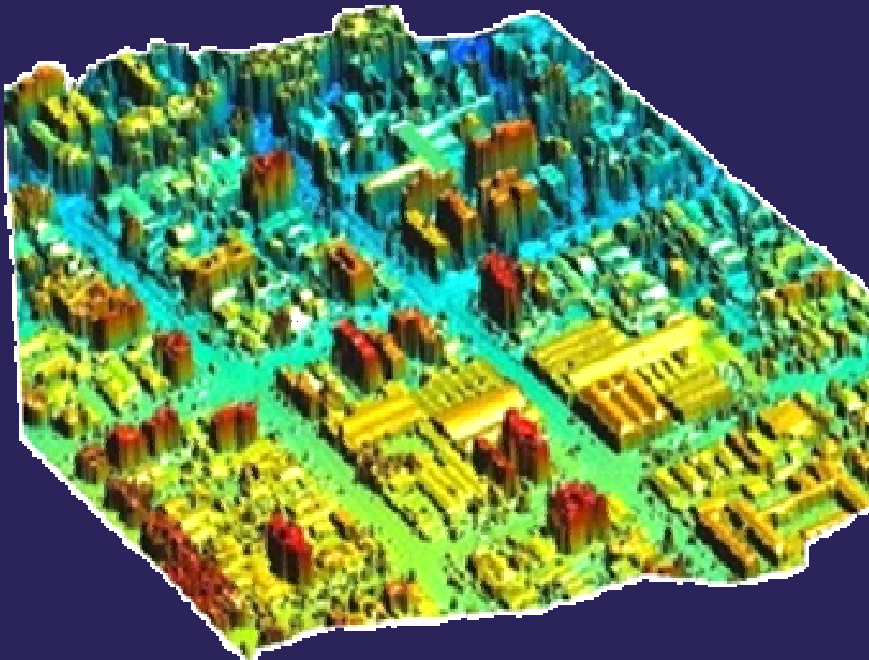
Resulta em dois produtos distintos:

◆ **MDS:** caracterizado pelo primeiro retorno

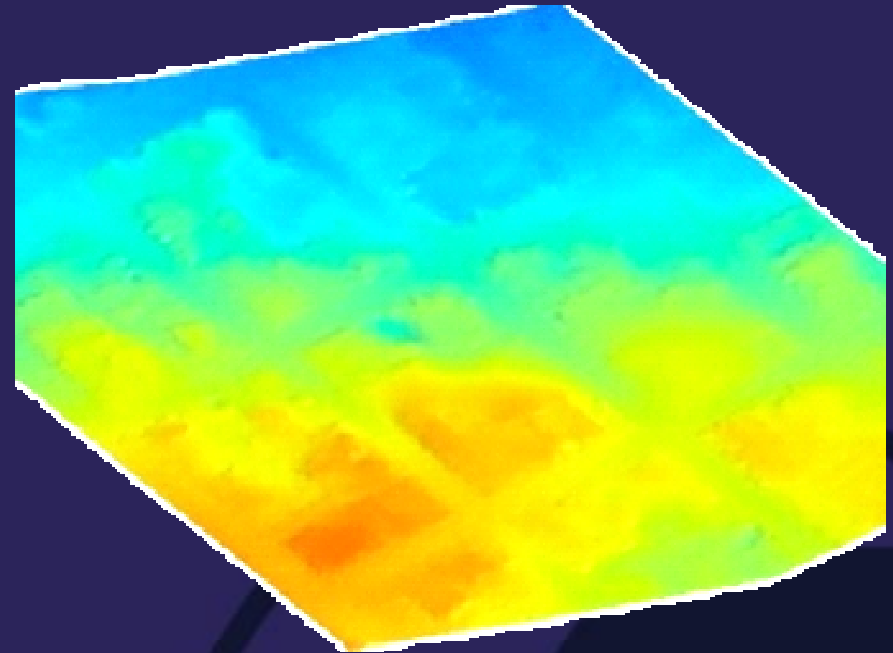
◆ **MDT:** caracterizado pelo último retorno **classificado**



MODELO DIGITAL DO TERRENO E DA SUPERFÍCIE



MDS - Modelo Digital de Superfície



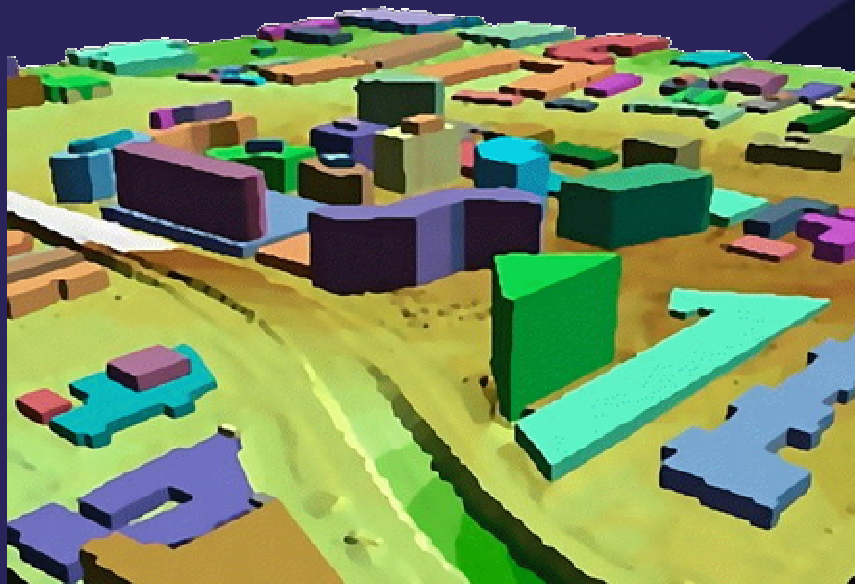
MDT - Modelo Digital de Terreno

- ◆ **Obtenção do MDS e do MDT por classificação dos pontos.**
- ◆ **MDS - dados disponíveis em qualquer levantamento LASER.**
- ◆ **Remoção das feições - algoritmos específicos (análise geomorfológica).**

APLICAÇÃO: DEFINIÇÃO DE VOLUMES URBANOS

Objetivo Geral no Âmbito Municipal:

- ❖ Suporte às tarefas de **planejamento**;
- ❖ Manutenção do cadastro imobiliário para fins de **regularização e tributação**;
- ❖ Direcionamento das investigações em campo.



3D - Volume Urbano

PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ

Necessidade: Detecção de ampliações **verticais** clandestinas e conseqüente **direcionamento** das investigações em campo.

Dados Disponíveis:

◆ **Perfilamento Laser:**

- MDT
- MDS

◆ **Documentos Cartográficos:**

- Restituição Digital (1:2.000)
- Ortofotocarta Digital (1:2.000)

◆ **Informações Cadastrais:**

- Banco de Dados Cadastral
- Plantas Cadastrais



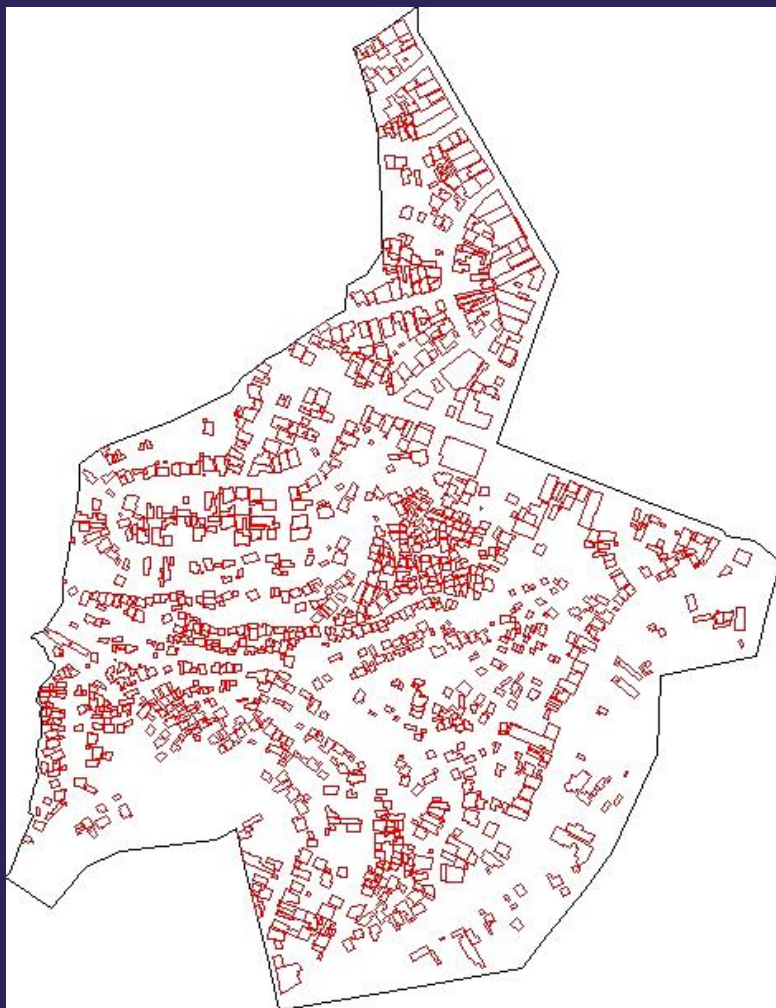
PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ

Etapas desenvolvidas para obtenção das alturas das edificações:

- ◆ Seleção do *Layer* **EDIFICAÇÃO**;
- ◆ Geração de **grid regular** (2m) para uniformização do MDT;
- ◆ Determinação da **altitude** do **MDS** (análise estatística dos dados);
- ◆ Seleção dos pontos do **MDS internos** às edificações;
- ◆ Determinação da **altitude** do **MDT** (análise estatística dos dados);
- ◆ Determinação da **altura da edificação** ($h = H \text{ MDS} - H \text{ MDT}$);
- ◆ Determinação do **número de pavimentos**;
- ◆ **Espacialização** dos resultados utilizando SIG.



PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ

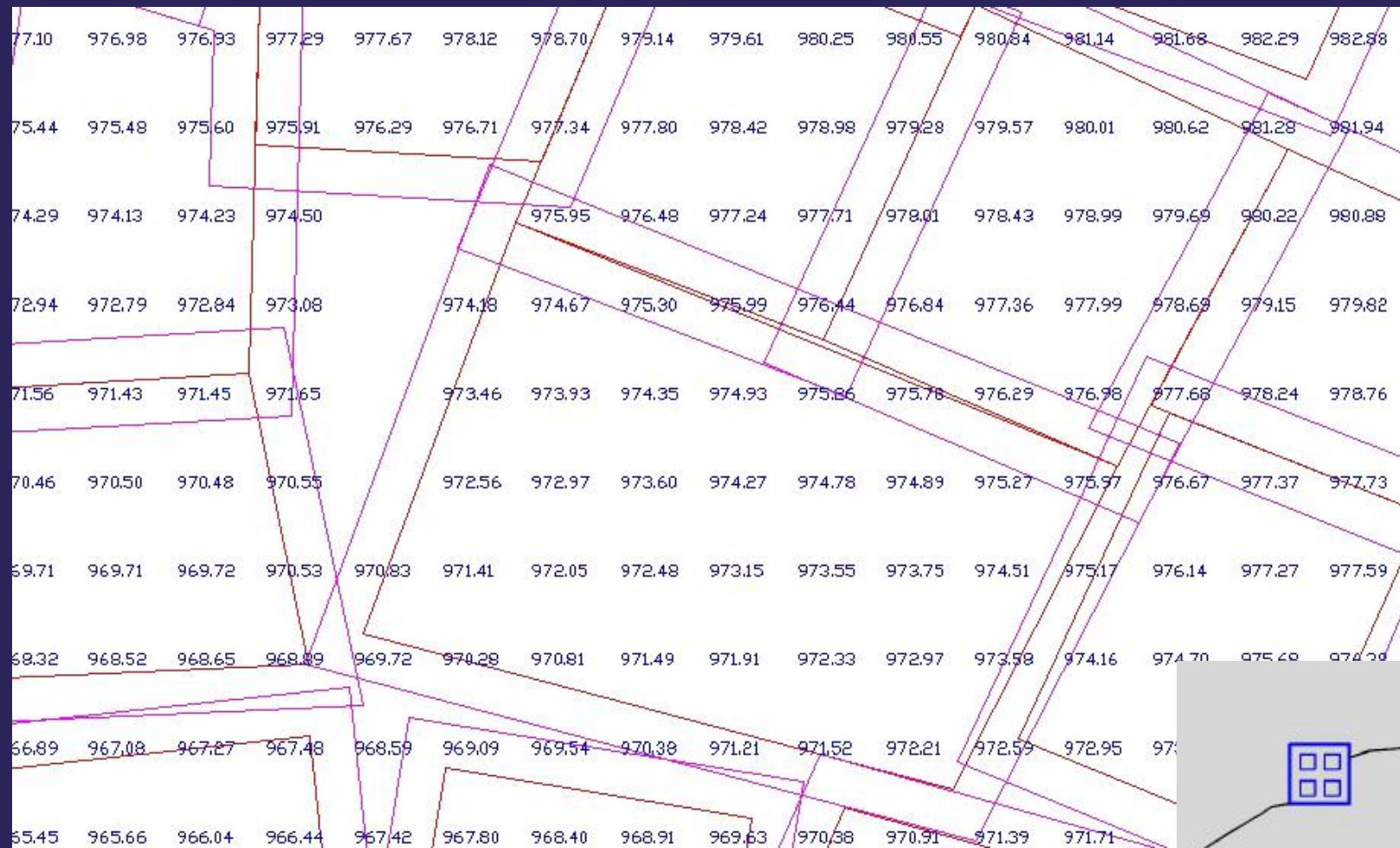


Layer **EDIFICAÇÃO**



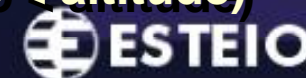
Bairro Piratininga

PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ



◆ **Grid Regular** – uniformização do MDT

◆ **Offset externo ao polígono da edificação (relevo acidentado < altitude)**



PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ



◆ Pontos do **MDS** internos ao polígono da edificação



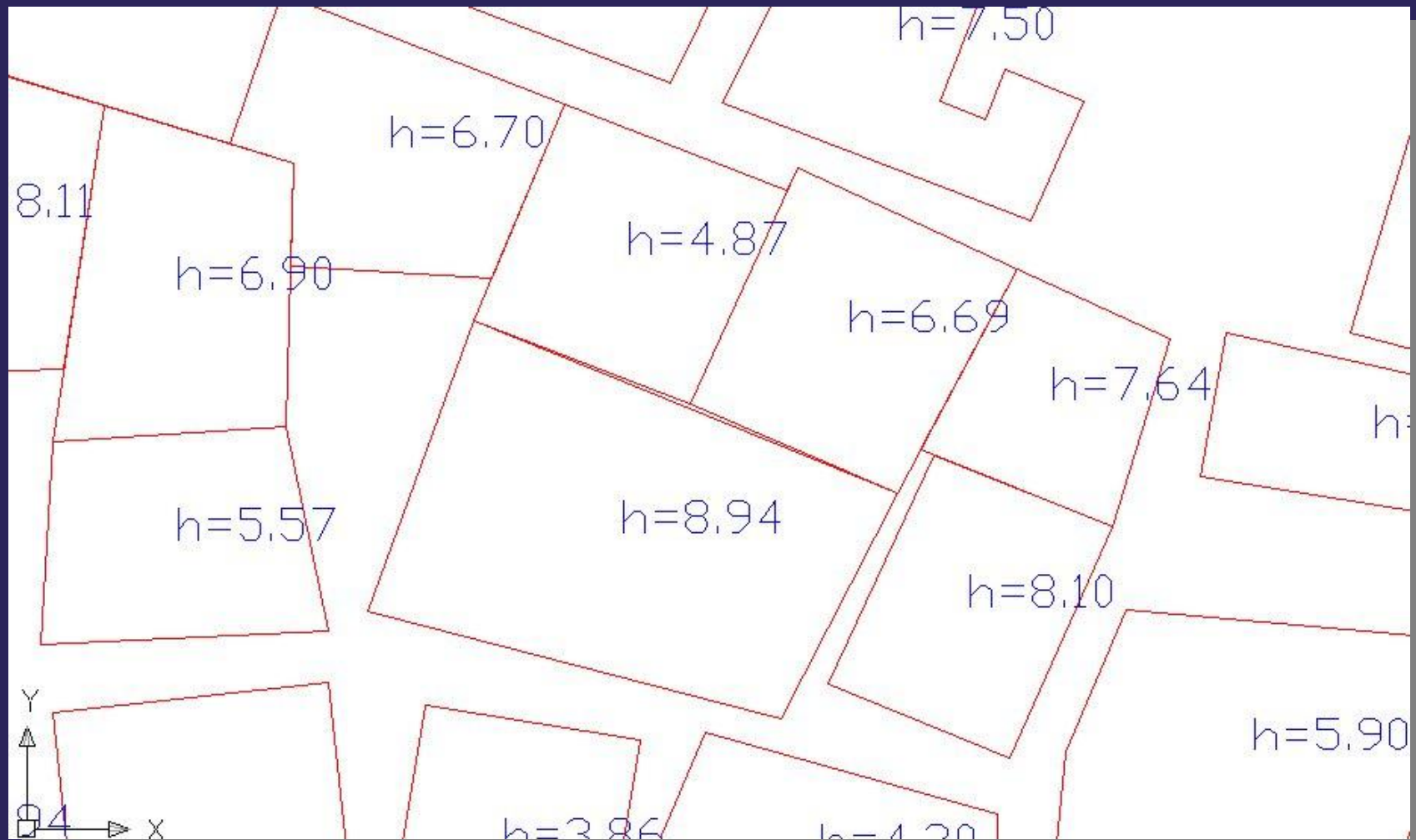
PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ



✦ **Offset interno ao polígono da edificação (Beiral)**



PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ



♦ **Alturas Laser - Calculadas**



PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ

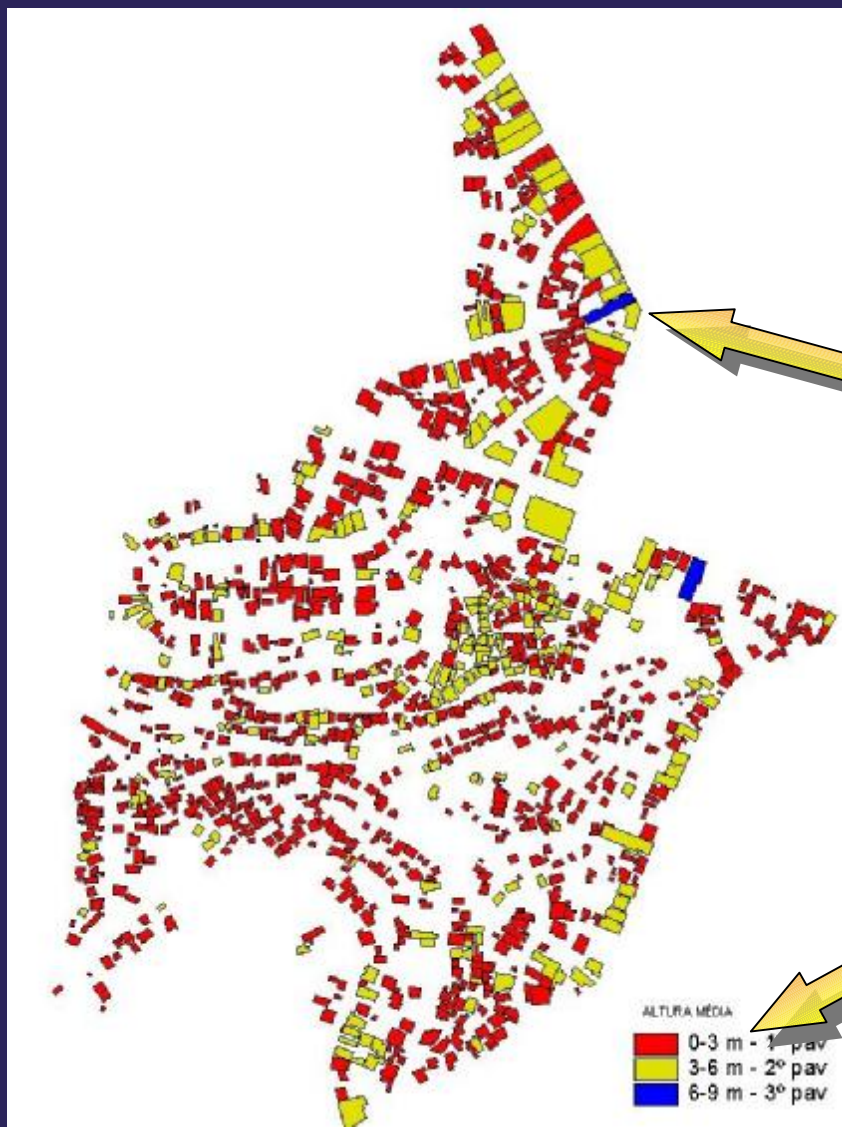
	A	B	C	D
1	Coordenada X Central	Coordenada Y Central	Altura Máxima	Altura Mediana
2	598821,99	7788941,91	3,37	3,20
3	599108,35	7788555,31	3,37	3,21
4	598567,75	7788665,49	3,31	3,21
5	598523,40	7788531,23	4,05	3,22
6	598498,44	7788507,21	3,35	3,23
7	598395,15	7788323,39	5,26	3,24
8	598778,31	7788450,18	3,31	3,26
9	598471,48	7788567,38	5,42	3,26
10	598904,08	7788907,51	3,47	3,27
11	598820,44	7788450,49	3,60	3,28
12	599094,92	7788556,98	3,42	3,28
13	598782,63	7788522,11	3,44	3,28
14	598689,26	7788328,32	3,49	3,28
15	598692,71	7788570,68	5,61	3,29
16	598551,15	7788468,34	3,32	3,30
17	598727,59	7788413,21	3,43	3,30
18	598487,46	7788725,22	3,51	3,30
19	598979,24	7788565,50	3,58	3,30
20	598706,22	7788493,50	3,36	3,31

✦ **Alturas Laser - Calculadas**



PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ

◆ Número de Pavimentos das Edificações – **Bairro Piratininga**



ALTURA MÉDIA

Red	0-3 m - 1º pav
Yellow	3-6 m - 2º pav
Blue	6-9 m - 3º pav

PREFEITURA MUNICIPAL DE IBIRITÉ

Particularidades:

- ◆ **Utilização de *Offset* de 1m externo à edificação, para o MDT (relevo acidentado);**
- ◆ **Utilização de *Offset* de 1m interno à edificação, para o MDS (beiral, inclinação do feixe Laser);**
- ◆ **Valor da altura do pavimento variável;**
- ◆ **Polígonos com área inferior a 4m² foram desconsiderados.**



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA LUZIA

Necessidade: Determinação das alturas das **edificações** para futura utilização em SIG.

Dados Disponíveis:

✦ **Perfilamento Laser:**

- MDT
- MDS

✦ **Documentos Cartográficos:**

- Restituição Digital (1:2.000)
- Ortofotocarta Digital (1:2.000)



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA LUZIA

Etapas Desenvolvidas:

- ◆ Seleção do *Layer* **EDIFICAÇÃO**;
- ◆ Geração de **grid regular** (2m) para uniformização do MDT;
- ◆ Seleção dos pontos do **MDE internos** às edificações;
- ◆ Determinação da **altitude** média do **MDS** (análise estatística dos dados);
- ◆ Determinação da **altitude** média do **MDT** (análise estatística dos dados);
- ◆ Determinação da **altura da edificação** ($h = H \text{ MDS} - H \text{ MDT}$)

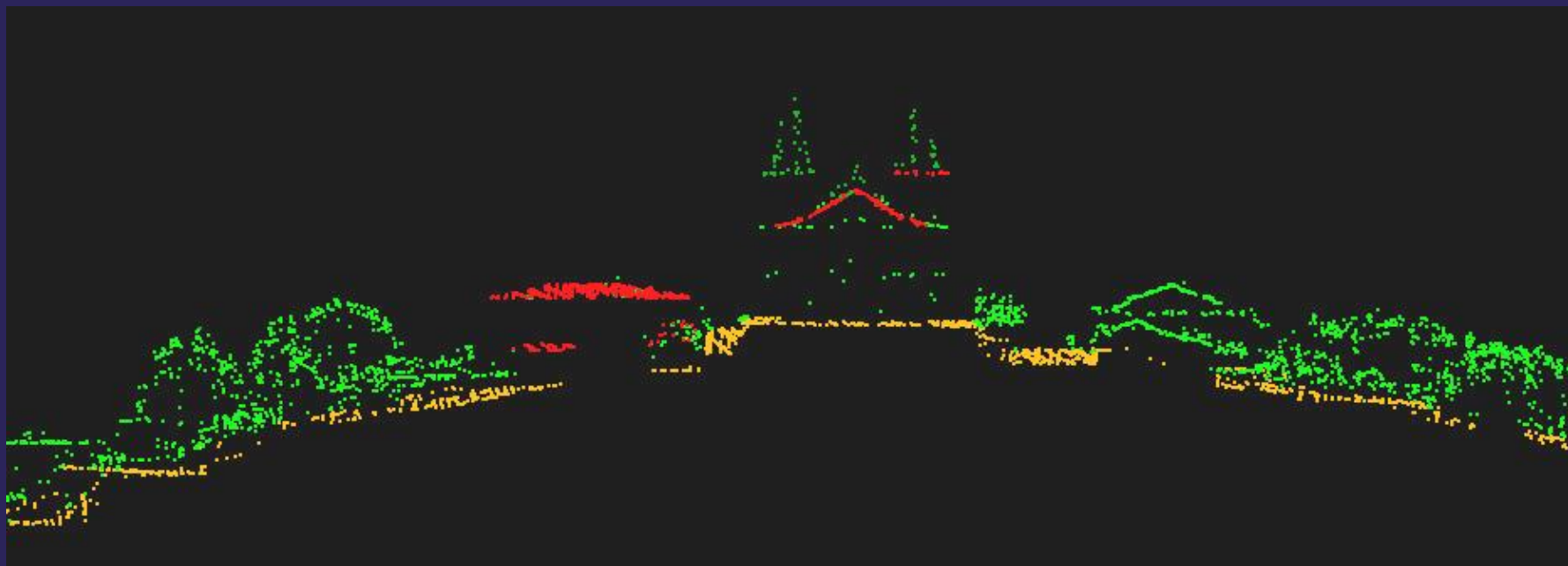


PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA LUZIA



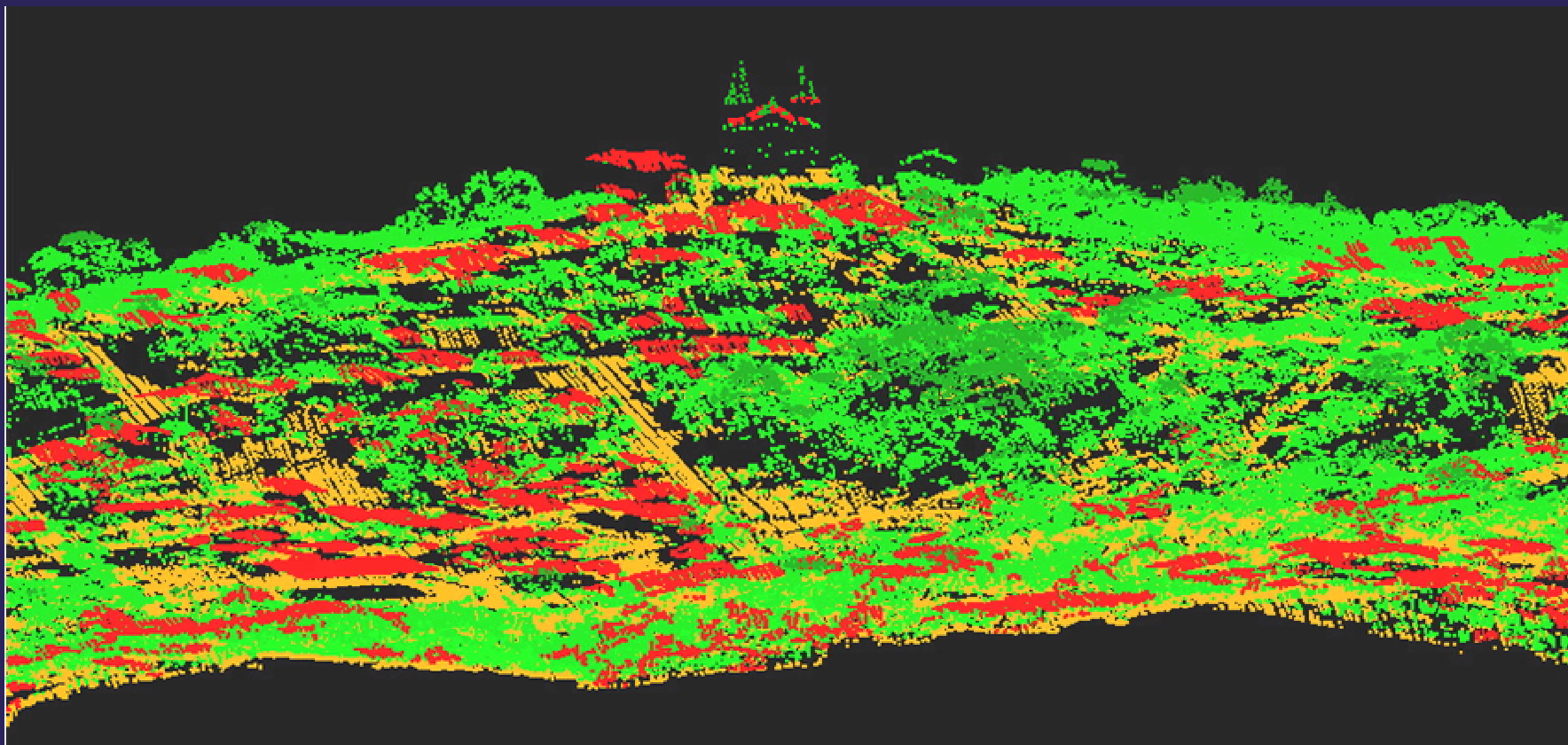
Perfil Pontos MDS - Classificação Automática de Pontos

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA LUZIA



Perfil Pontos MDS - Classificação Automática de Pontos

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA LUZIA



3D Pontos MDS - Classificação Automática



PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTA LUZIA



3D Pontos MDS - Classificação Automática



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

Necessidade: Detecção de **edificações clandestinas** a partir da classificação cadastral do lote (Predial / Territorial) para **otimização das investigações** e conseqüente **acréscimo de arrecadação.**



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

Dados Disponíveis:

❖ **Perfilamento Laser:**

- MDT
- MDS

❖ **Documentos Cartográficos:**

- Restituição Digital (1:2.000) **simplificada** em 95% da área (1:2.000)
- Ortofotocarta Digital (1:2.000)

❖ **Informações Cadastrais:**

- Banco de Dados Cadastral
- Plantas Cadastrais



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

RELATÓRIO DO LOTE

Lote Código 0002020216150009

DISTRITO	QUADRANTE	QUADRÍCULA	SETOR	QUADRA	LOTE
00	02	0202	16	15	000

LOGRADOURO	NÚMERO	BAIRRO
RUA VIENA	90013	TIBERY

NÚMERO DA QUADRA ESCRITURADA
112

NÚMERO DO LOTE ESCRITURADO
009

CÓDIGO DO IMÓVEL REDUZIDO
101745

LOTE ISENTO
Não

SERVIÇOS URBANOS
<input checked="" type="checkbox"/> REDE DE ÁGUA
<input checked="" type="checkbox"/> REDE DE ESGOTO
<input type="checkbox"/> REDE TELEFÔNICA
<input checked="" type="checkbox"/> REDE ELÉTRICA
<input checked="" type="checkbox"/> IMPOSTO TERRITORIAL
<input checked="" type="checkbox"/> LIMPEZA PÚBLICA
<input type="checkbox"/> SITUAÇÃO DO TERRENO
<input type="checkbox"/> COLETA DE LIXO

DESTINO DO IMÓVEL

TIPO DE OCUPAÇÃO DO IMÓVEL
N/Eo Construido

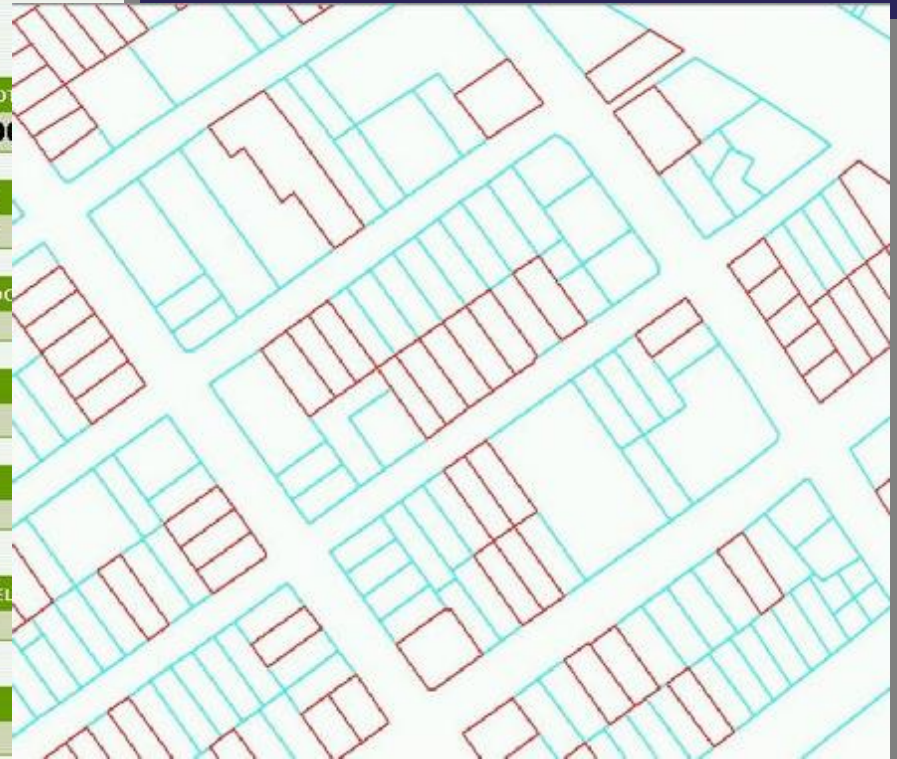
TESTADA
10


ÁREA TERRITORIAL DO LOTE
CADASTRAL: 330 m ²
CALCULADO: 343.74 m ²

ÁREA PREDIAL DO LOTE
CADASTRAL: 0 m ²
CALCULADO: Sem edificações

QUANTIDADE DE UNIDADES DO LOTE
UNIDADES: 1

ÁREA PREDIAL DO LOTE
CADASTRAL: 0 m ²
CALCULADO: Sem edificações



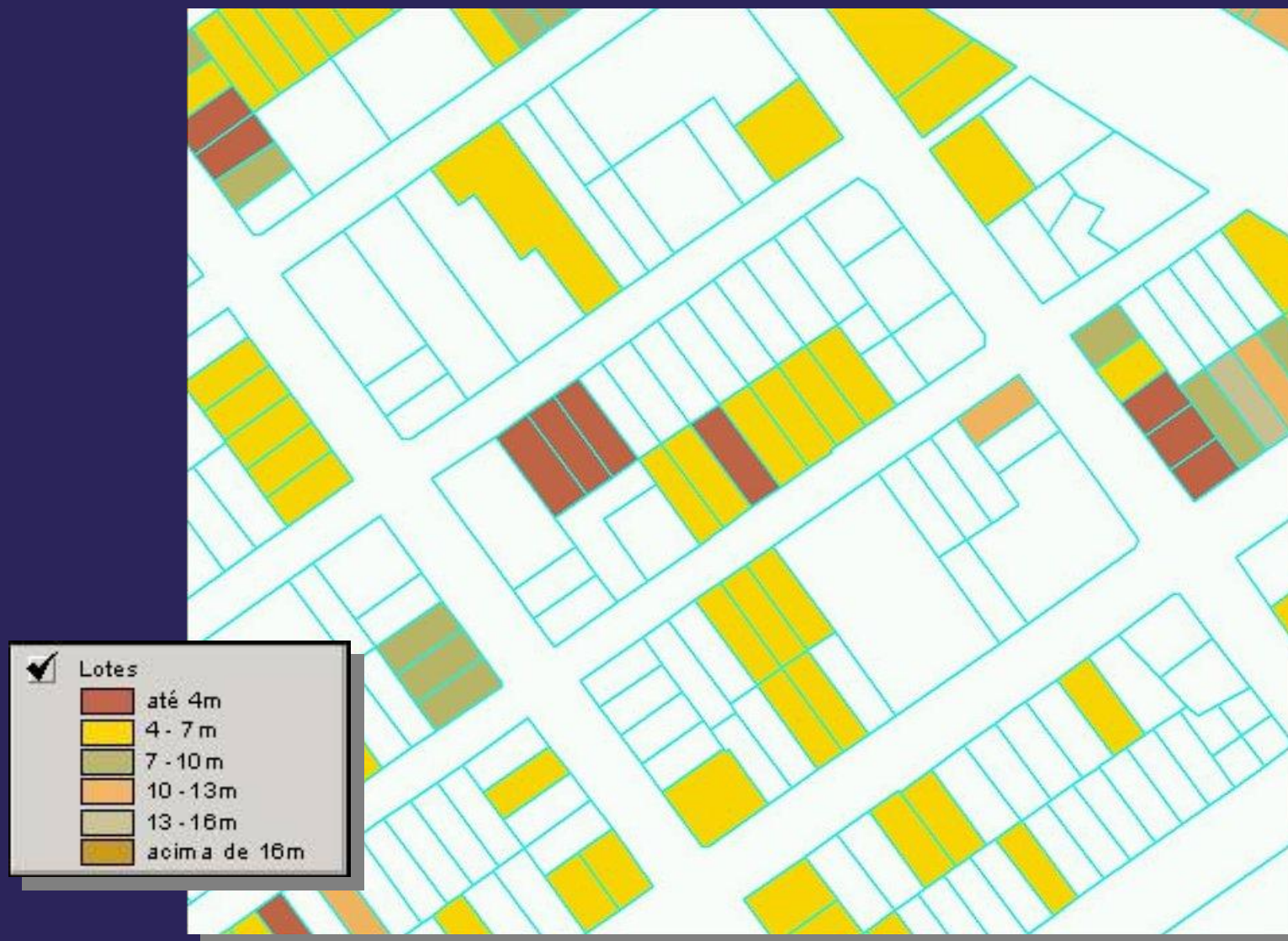
 Área Predial do Lote = 0 (territorial)

 Área Predial do Lote > 0

Relatório do Lote - Banco de Dados



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA



Lote Territorial - Cadastro X Laser



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

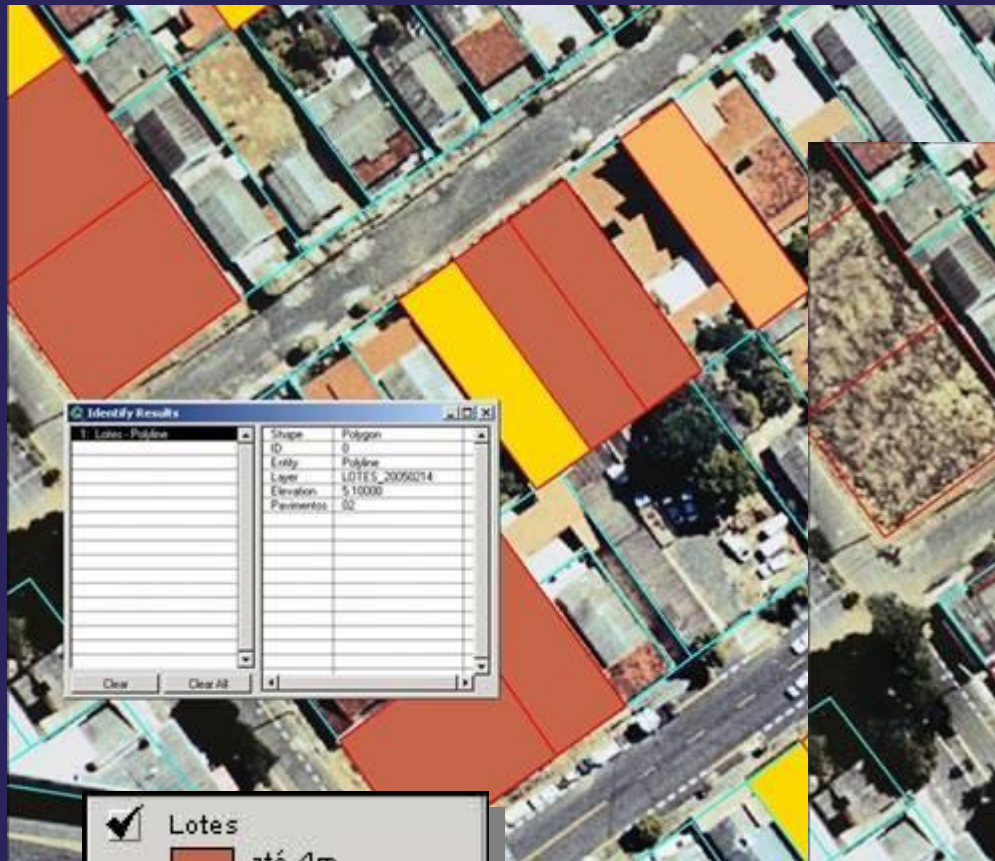


Lote Territorial - Cadastro X Laser



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

Ortofoto 1:2000



Lote Territorial
Cadastro X Laser



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

Ortofoto 1:2000



<input checked="" type="checkbox"/>	Lotes
<input type="checkbox"/>	até 4m
<input type="checkbox"/>	4 - 7 m
<input type="checkbox"/>	7 - 10 m
<input type="checkbox"/>	10 - 13m
<input type="checkbox"/>	13 - 16m
<input type="checkbox"/>	acima de 16m

Lote Territorial
Cadastro X Laser



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA



Lote X Laser



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

Outra Aplicação: Esclarecimento de dúvida quanto a área cadastral e a área restituída (projeção) da edificação (5% do perímetro urbano)

Dados Utilizados:

◆ Documentos cartográficos:

- Restituição digital - Layer EDIFICAÇÃO

◆ Informações cadastrais:

- Banco de Dados cadastral

◆ Perfilamento Laser:

- MDT
- MDS



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

RELATORIO DO LOTE

Lote Código 0003010102200019

DISTRITO	QUADRANTE	QUADRÍCULA	SETOR	QUADRA	LOTE
00	03	0101	02	20	0019

LOGRADOURO	NÚMERO	BAIRRO
RUA JOHEN CARNEIRO	854	Lidice

NÚMERO DA QUADRA ESCRITURADA	NÚMERO DO LOTE ESCRITURADO
0007	0003

CÓDIGO DO IMÓVEL REDUZIDO	LOTE ISENTO
122666	Não

SERVIÇOS URBANOS	DESTINO DO IMÓVEL
<input checked="" type="checkbox"/> REDE DE ÁGUA	Telheiro
<input checked="" type="checkbox"/> REDE DE ESGOTO	
<input checked="" type="checkbox"/> REDE TELEFÔNICA	
<input checked="" type="checkbox"/> REDE ELÉTRICA	
<input checked="" type="checkbox"/> IMPOSTO TERRITORIAL	
<input checked="" type="checkbox"/> LIMPEZA PÚBLICA	
<input type="checkbox"/> SITUAÇÃO DO TERRENO	
<input checked="" type="checkbox"/> COLETA DE LIXO	

TIPO DE OCUPAÇÃO DO IMÓVEL	TESTADA
Construído	13,6

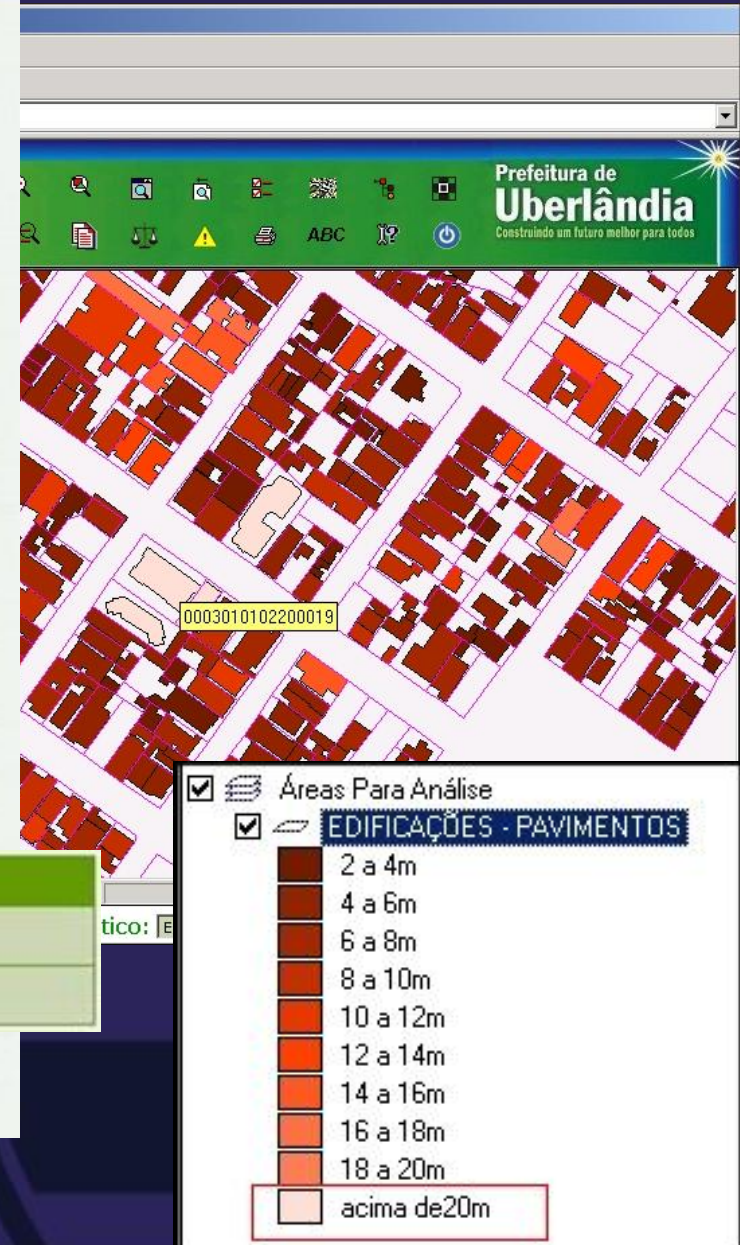
ÁREA TERRITORIAL DO LOTE	ÁREA PREDIAL DO LOTE
CADASTRAL: 571,2 m ²	CADASTRAL: 1881,62 m ²
CALCULADO: 613,2 m ²	CALCULADO: 290,64 m ²

QUANTIDADE DE UNIDADES DO LOTE

UNIDADES: 12

VISUALIZAR TODAS AS UNIDADES

FECHAR



Relatório do Lote - Banco de Dados

PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

SUB PRODUTOS DERIVADOS DOS DADOS LASER

◆ **MDS Intensidade**

◆ **MDS Hipsométrico**

◆ **MDS Composição**



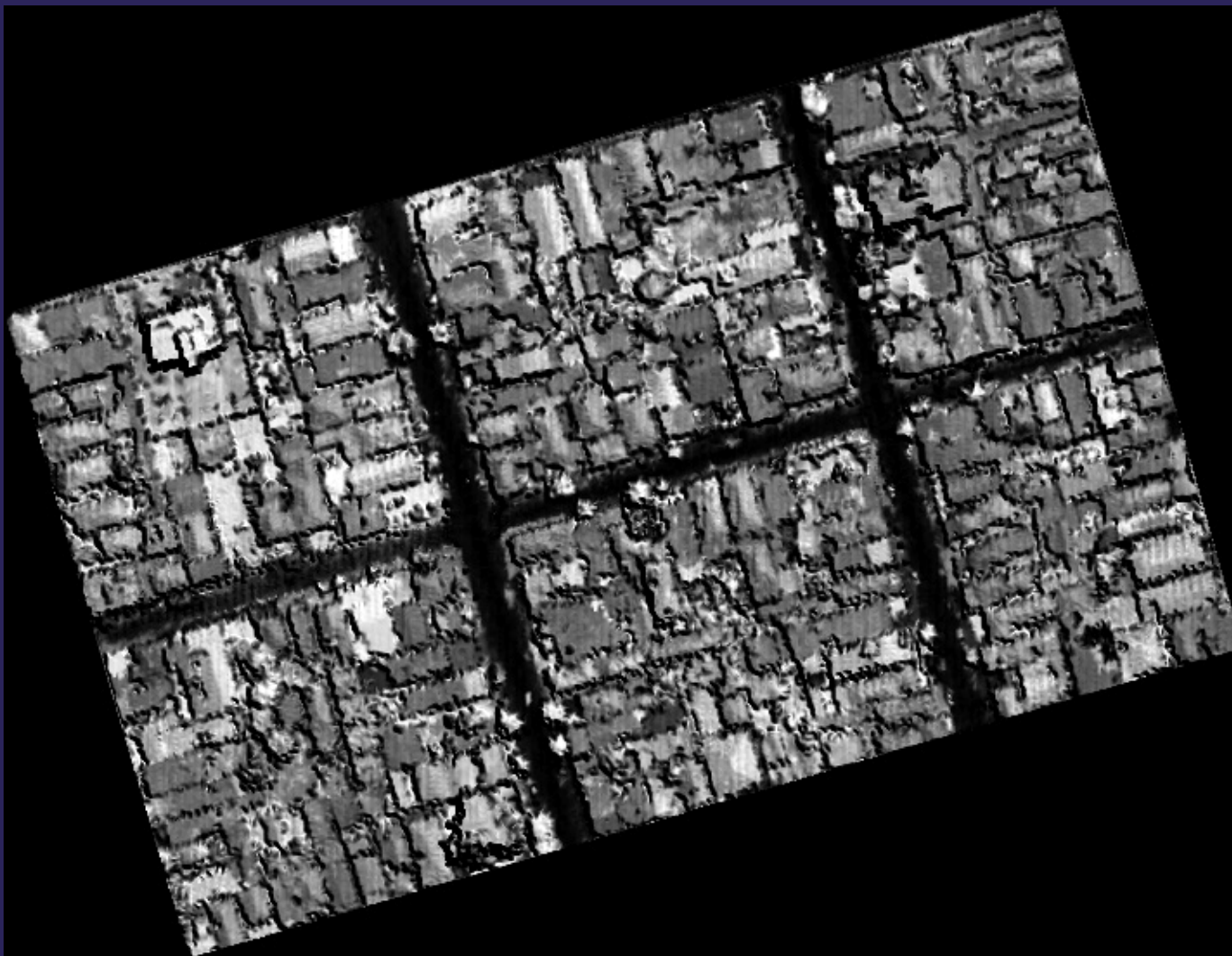
PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA



Restituição Digital (área de demonstração -Vila Osvaldo)



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA



- ♦ **Imagem de Intensidade de retorno do sinal laser**
- ♦ **Auxiliar na interpretação de feições**



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

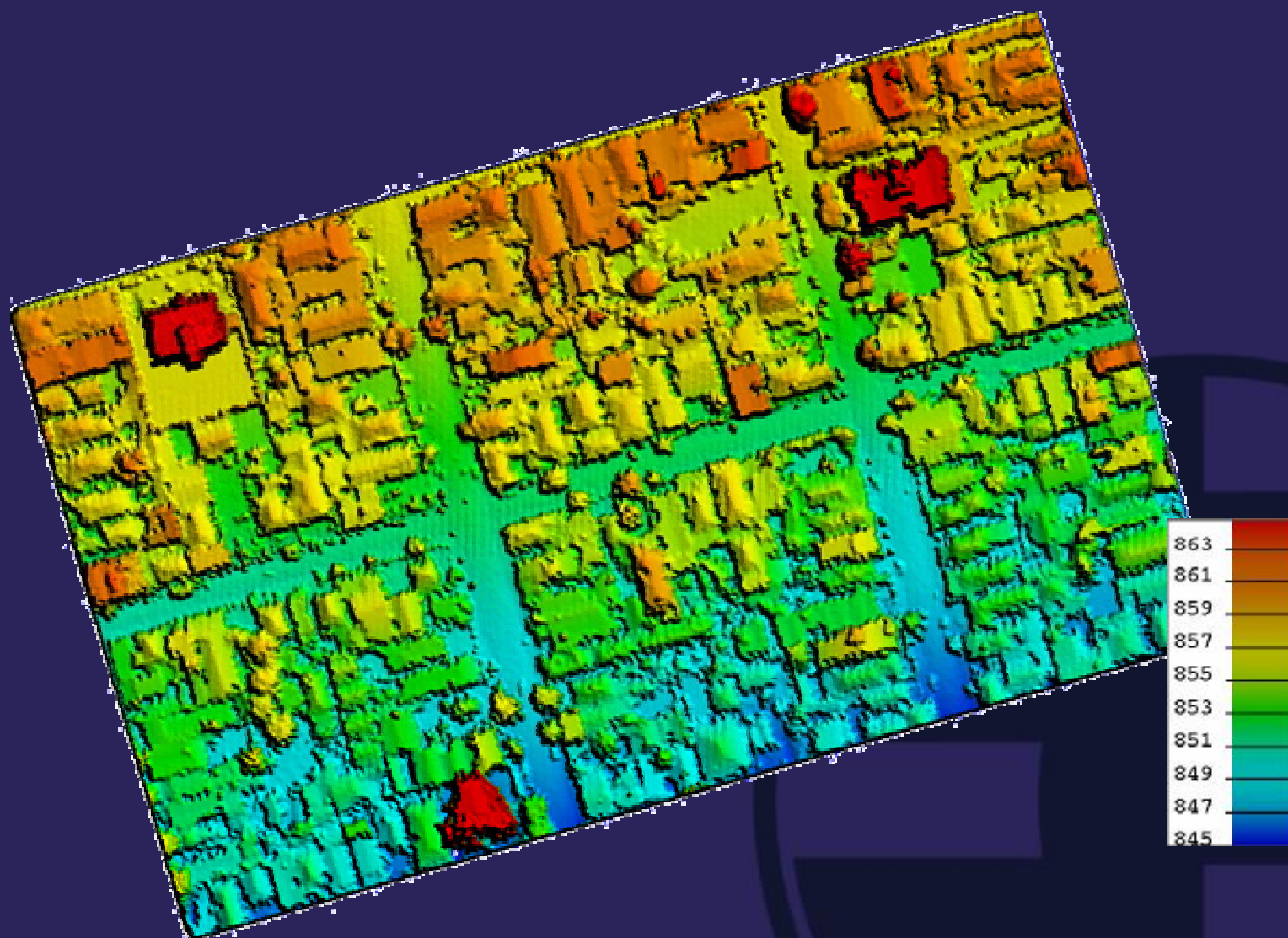


Imagem Hipsométrica - MDS



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

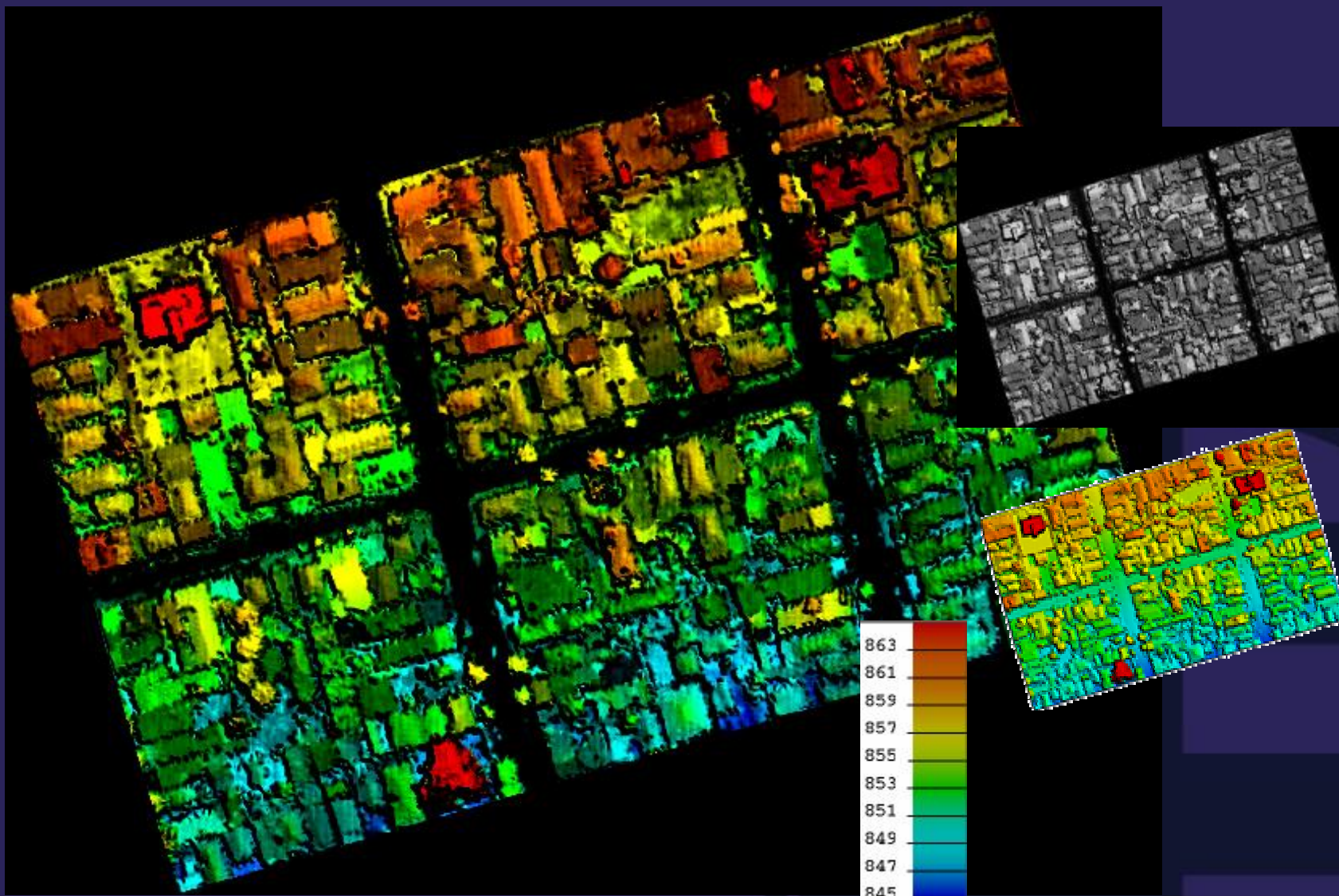


Imagem de Composição (hypsométrico + intensidade) MDS



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

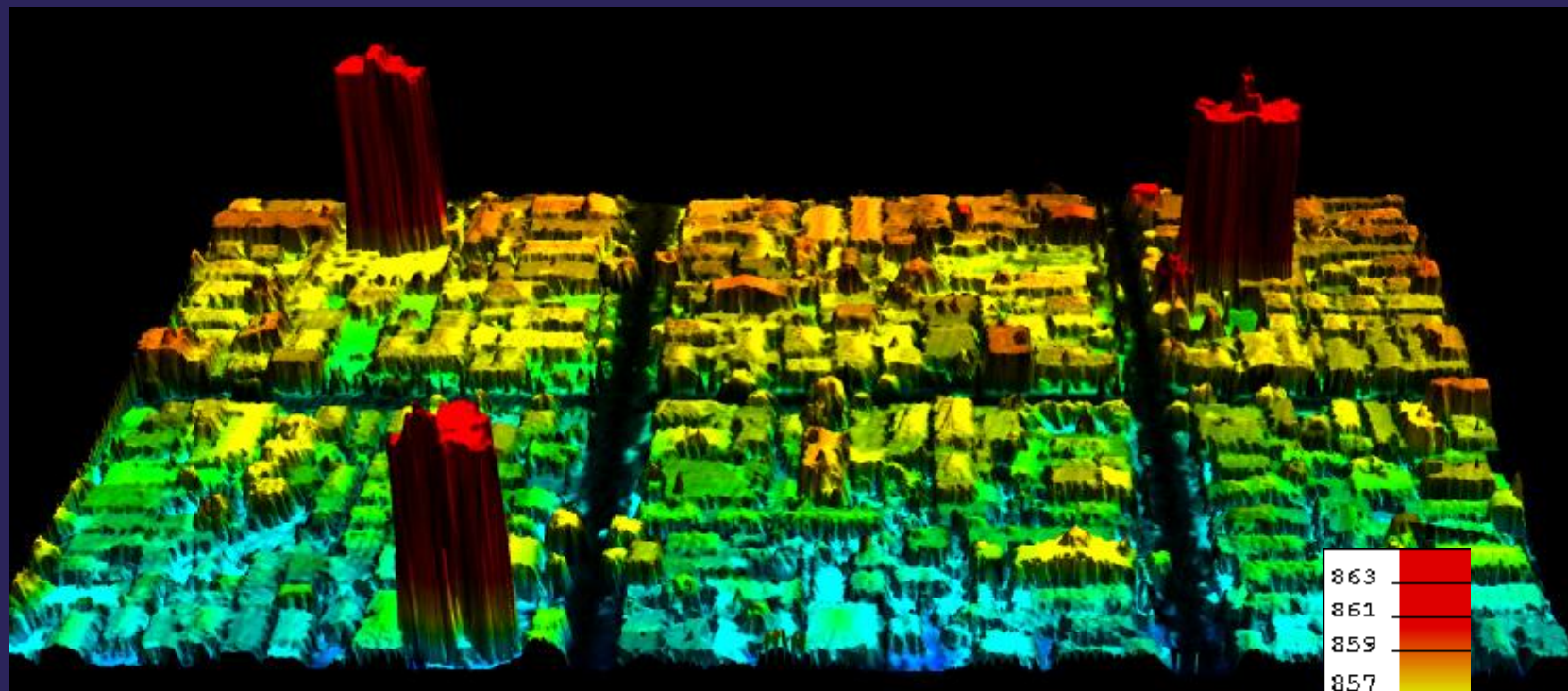
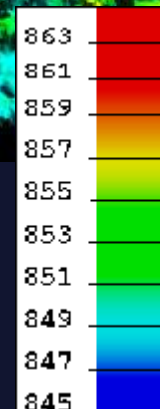
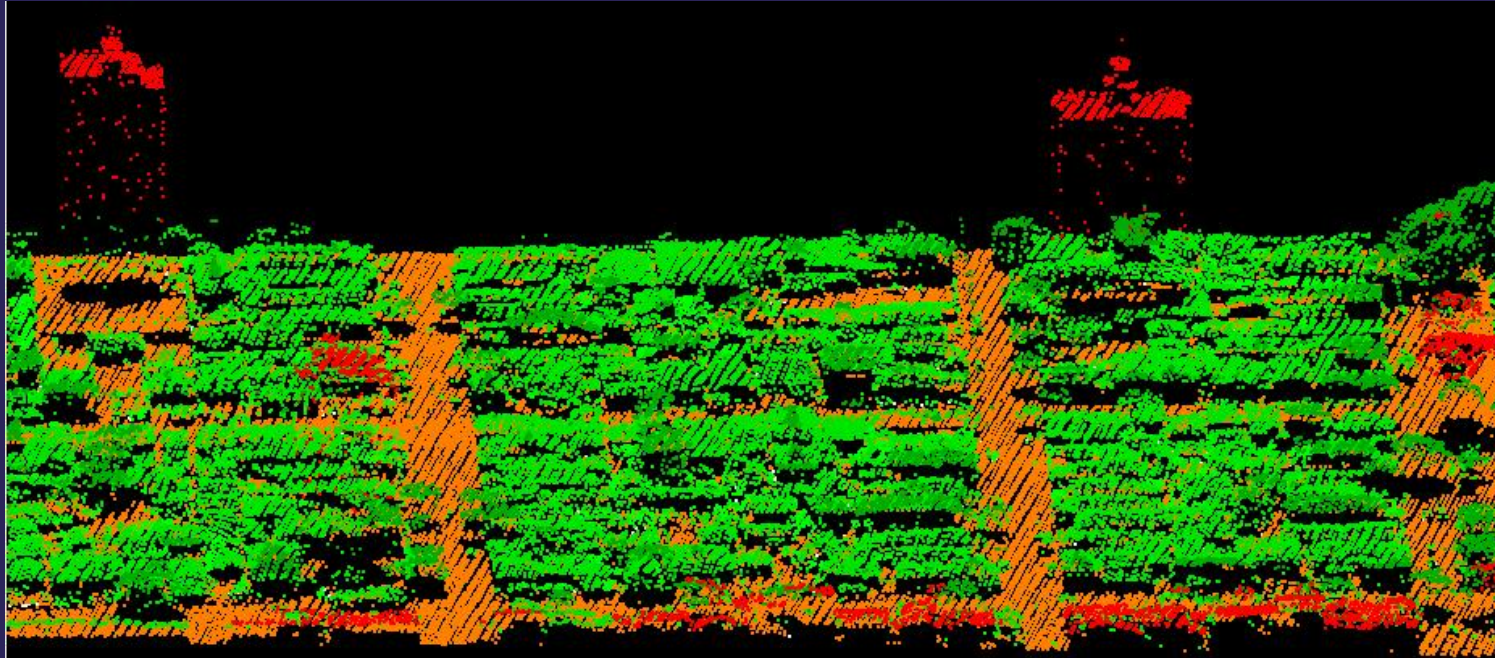


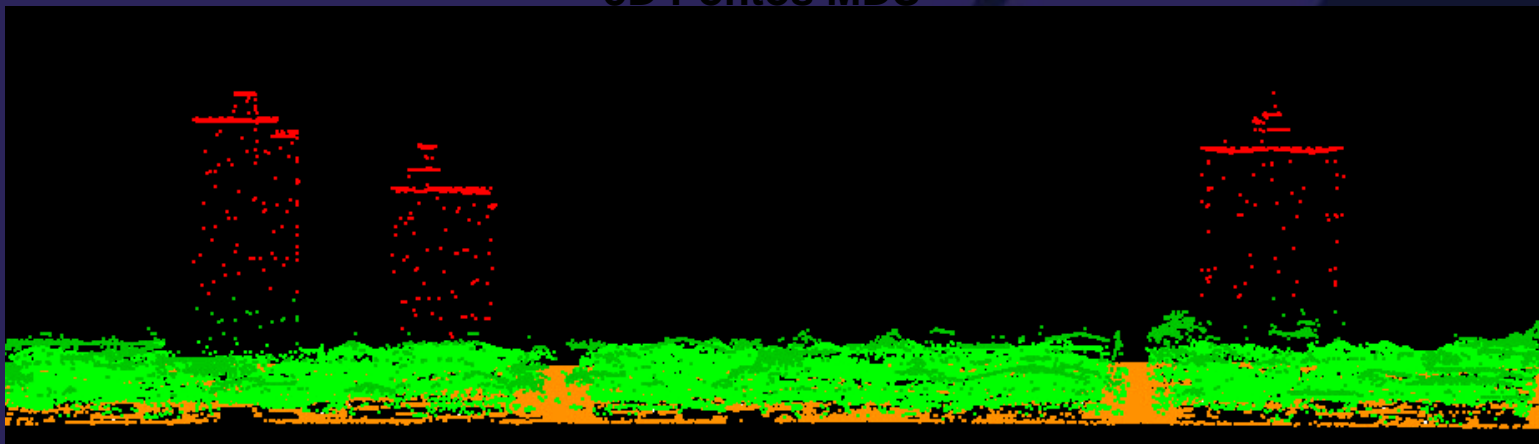
Imagem de Composição 3D - MDS



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA



3D Pontos MDS



Perfil Pontos MDS



PREFEITURA MUNICIPAL DE UBERLÂNDIA

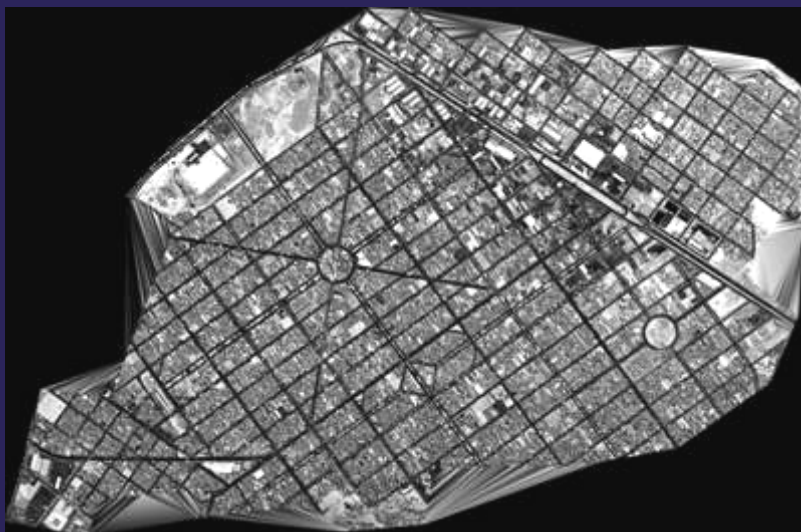


Imagem de Intensidade MDS

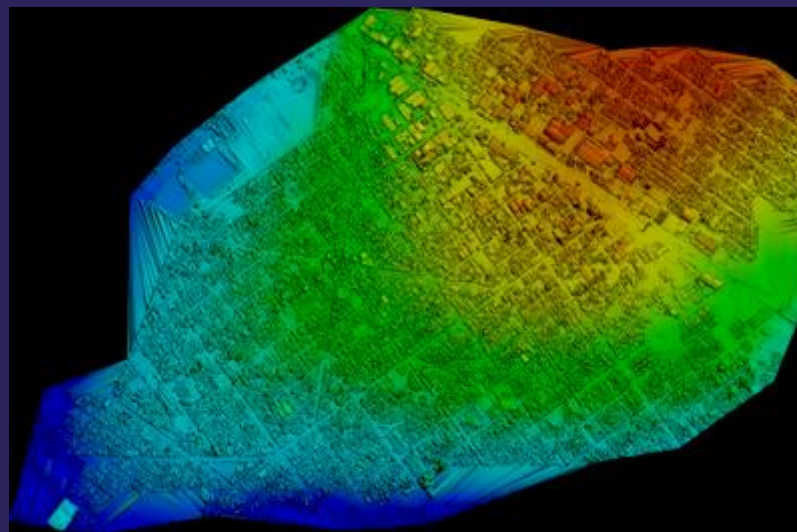


Imagem Hipsométrica MDS

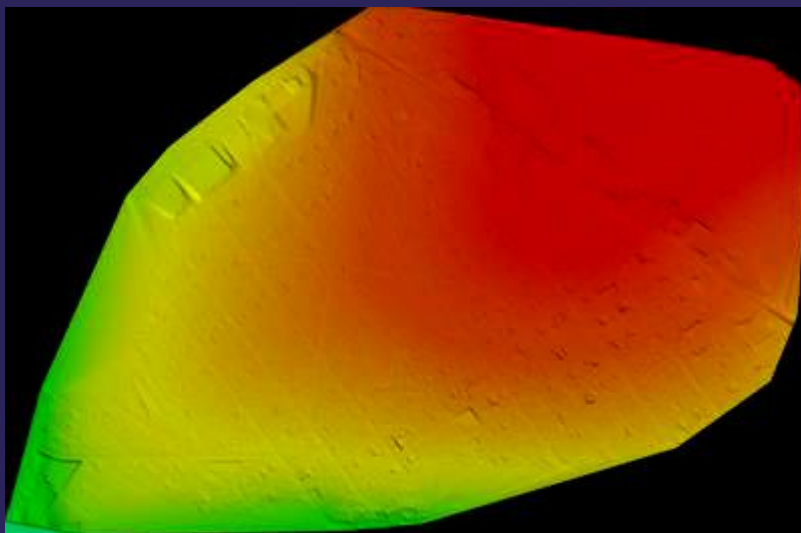


Imagem Hipsométrica MDT

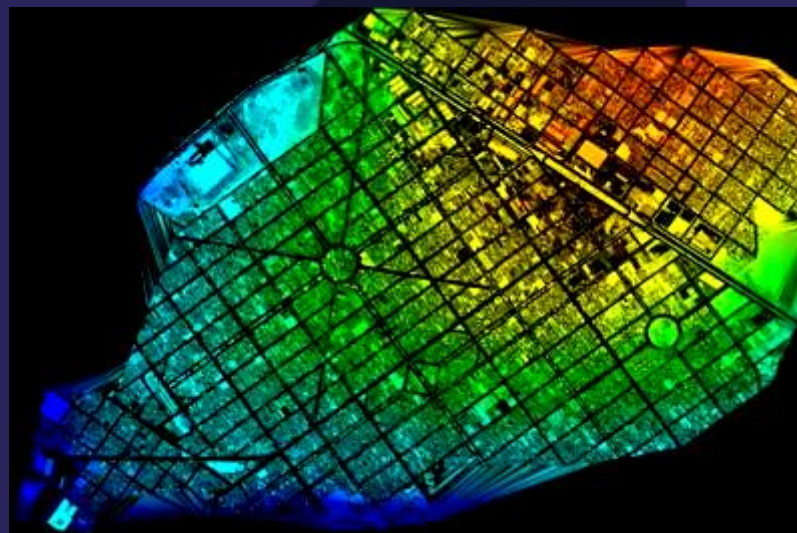
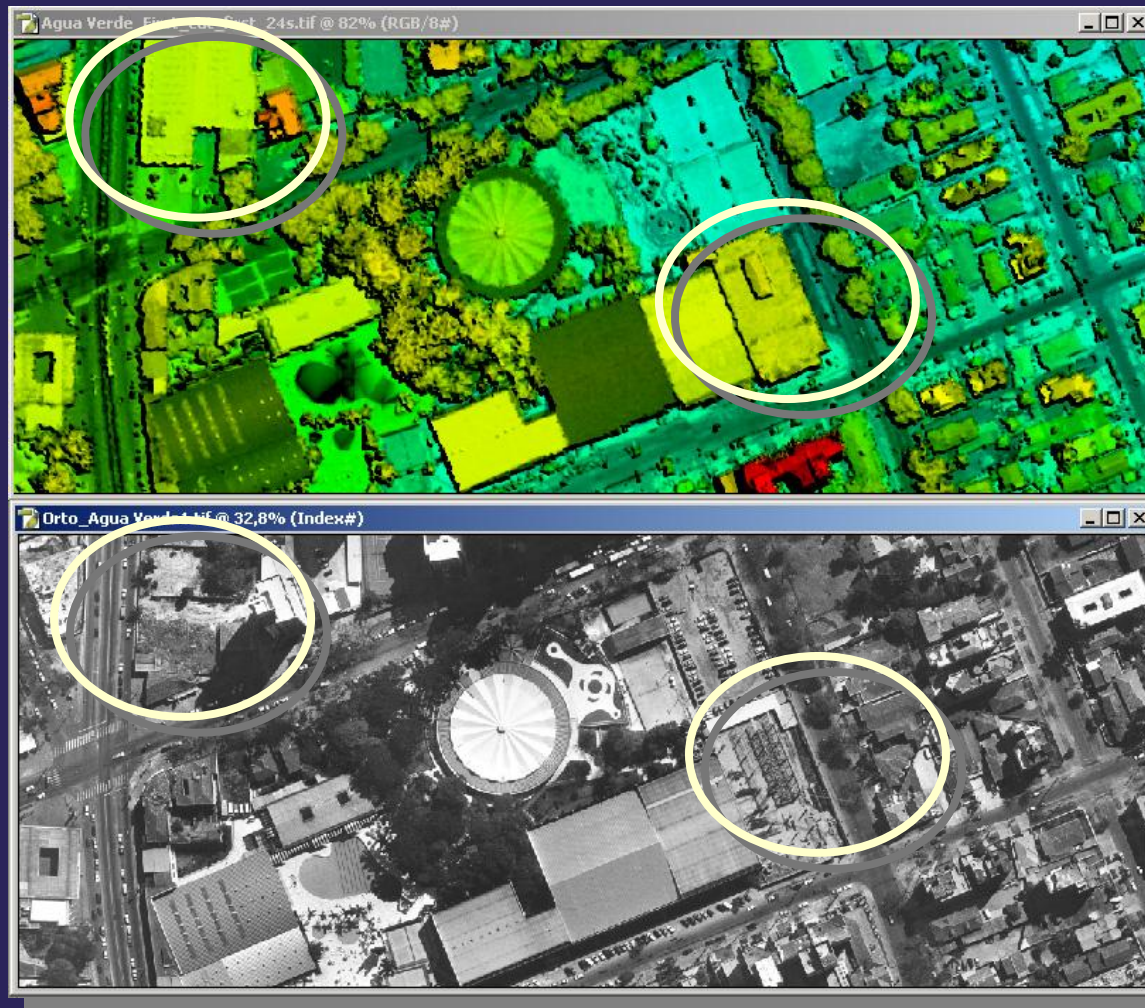


Imagem de Composição MDS

OUTRAS APLICAÇÕES: ATUALIZAÇÃO DE PLANTAS

CURITIBA

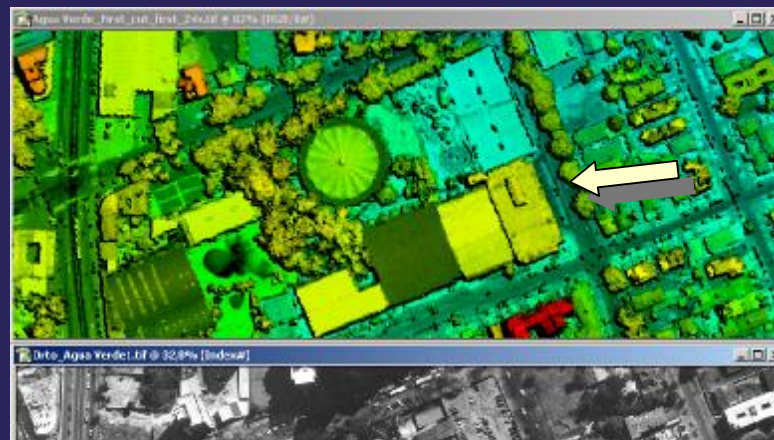
Laser 2003



**Ortofotocarta
1999**



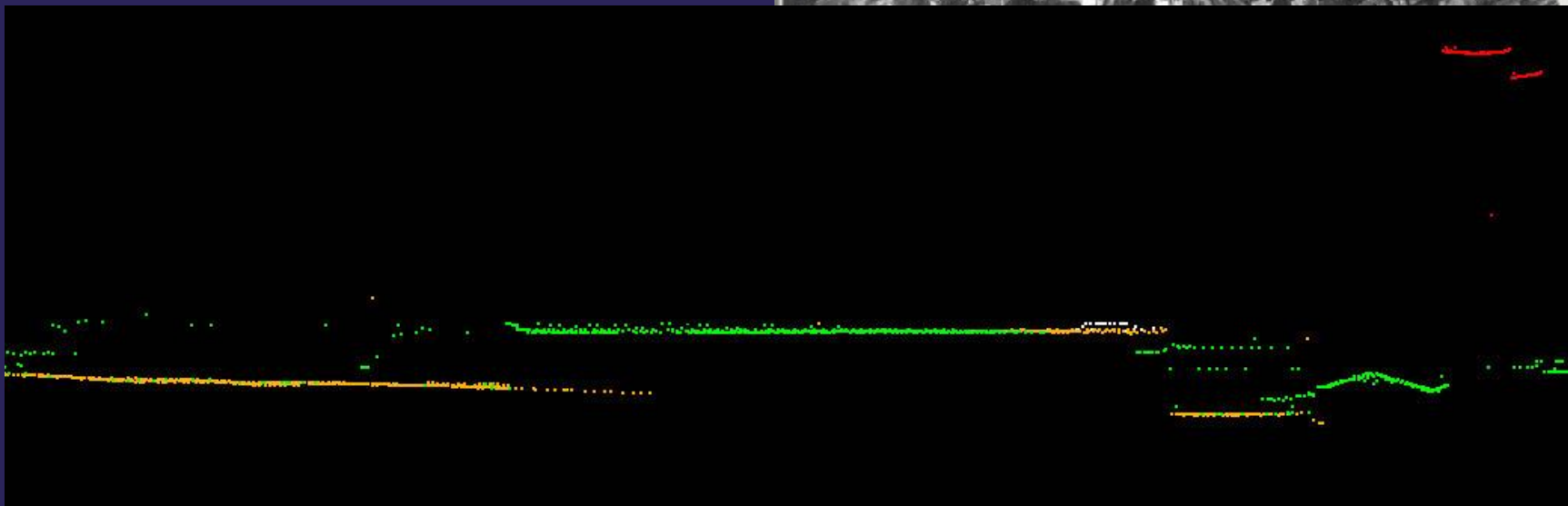
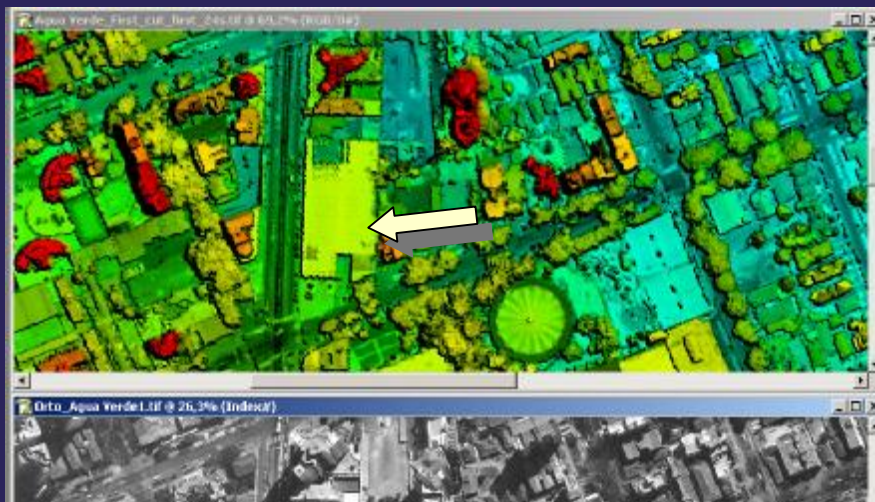
OUTRAS APLICAÇÕES: ATUALIZAÇÃO DE PLANTAS



Perfil Pontos MDS



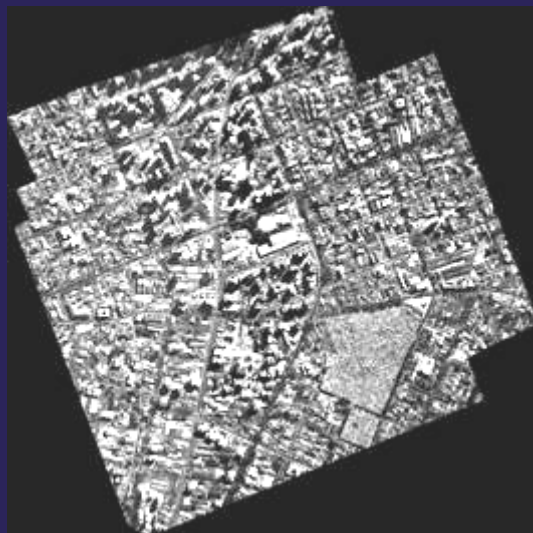
OUTRAS APLICAÇÕES: ATUALIZAÇÃO DE PLANTAS



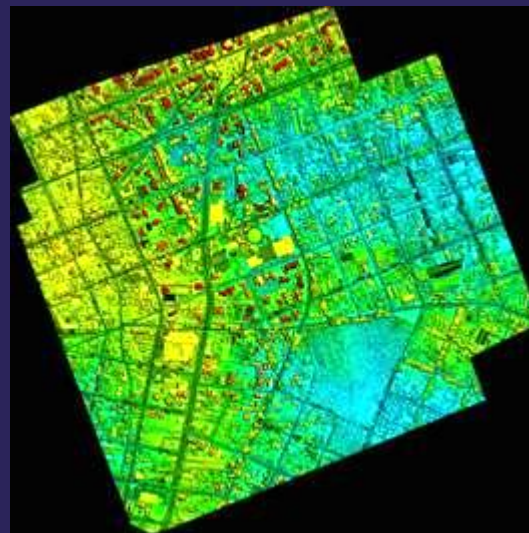
Perfil Pontos MDS



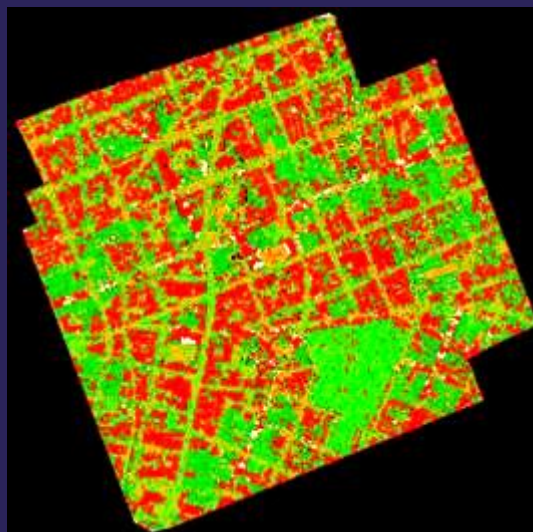
OUTRAS APLICAÇÕES: ATUALIZAÇÃO DE PLANTAS



Ortofotocarta



Composição



MDS - Pontos



MDS- Pontos 3D

VANTAGENS DO MÉTODO

Comparação com outros métodos de detecção de ampliações clandestinas:

- ◆ **Rapidez na obtenção dos resultados altimétricos** (menor restrição meteorológica e sem restrição de horário para voo Laser)
- ◆ **Resultados altimétricos mais completos** (abundância de pontos)
- ◆ **Menor intervenção humana** (aquiescência visual, erros de interpretação, tempo de execução)
- ◆ **Esclarecimento de dúvidas facilitado** (permite análise pontual ou do perfil)
- ◆ **Detecção dos volumes urbanos parcialmente automatizada** (comparação com outros métodos de atualização cadastral)
- ◆ **Redução de custos do cadastro** (pessoal, veículos, equipamentos, etc)



LIMITAÇÕES

DETERMINAÇÃO DA ALTURA DAS EDIFICAÇÕES

Áreas encobertas por vegetação alta e densa:

- ♦ **Maior intervenção humana na remoção manual de pontos discrepantes:**
 - **Utilização do modelo estereoscópico** (na existência de fotos)
 - **Análise da configuração do conjunto de pontos para distinguir a vegetação** (morfológica).



RECOMENDAÇÕES

VARREDURA LASER:

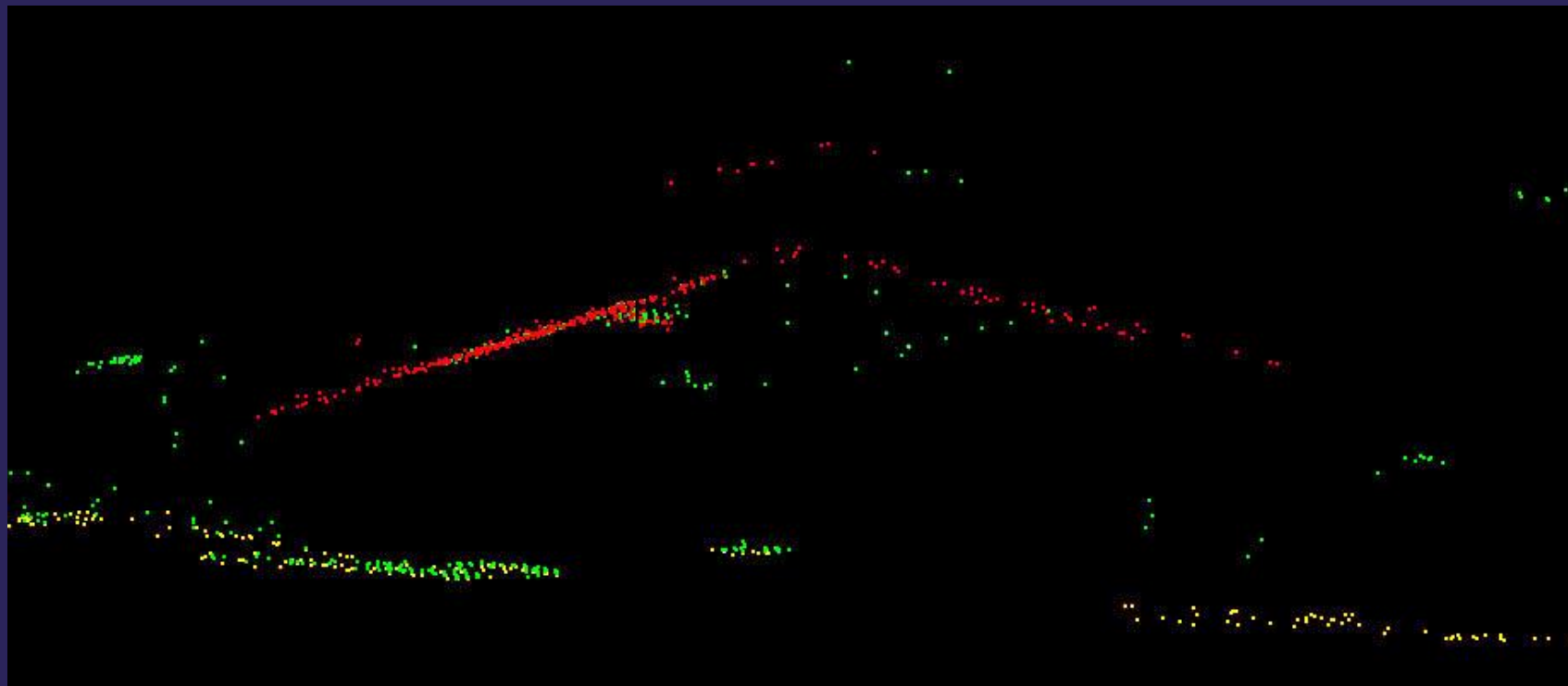
- ✦ Variáveis a serem consideradas na definição de parâmetros de varredura:
 - Tipo de Relevo
 - Densidade e Tipo da Cobertura Vegetal
 - Densidade e Tipo das Edificações
 - **Altura / ângulo de abertura:**
 - Tratamento 1:2.000: altura máxima até 1000m / 10°
 - Tratamento 1:1.000: altura até 700m / 10°
 - **Recobrimento das Faixas:** 40%

DETERMINAÇÃO DA ALTURA DAS EDIFICAÇÕES:

- Análise estatística dos pontos: a consideração do valor máximo do MDS na determinação da altura das edificações pode resultar em erros (antenas, chaminés...)



RECOMENDAÇÕES



Perfil Pontos MDS
Altura máxima: antena

QUALIDADE DOS PRODUTOS LASER

ESPECIFICAÇÃO DO FABRICANTE ALTM 2025

Altura m	Planimetria	Altimetria m
	H / 2.000 m	
750	0,38	0,12
1.200	0,60	0,18

- ◆ Valores válidos para 68% dos pontos testados;
- ◆ Para 90% dos pontos a precisão vertical < 30 cm à 1000m altura.



SITE

Site nacional para divulgação da tecnologia
Teoria, Exemplos, *Papers*, Glossário, Notícias

www.lidar.com.br



ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A.

ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S.A.

Rua Reinaldo Machado, 1151 - Prado Velho

Curitiba - Paraná - Brasil

80215-010

fone : +55 41 3271-6000

fax : +55 41 3332-3273

e-mail : info@esteio.com.br

homepage : www.esteio.com.br

Eng. Amauri Brandalize

Diretor Técnico

amauri@esteio.com.br

Eng. Valther Xavier Aguiar

Diretor Técnico

valther@esteio.com.br



