Instituto de Engenharia

Departamento de Engenharia de Agrimensura e Geomática

A IMPORTÂNCIA DA INFORMAÇÃO SOBRE TERRITÓRIO NOS PROJETOS DE ENGENHARIA

MÉTODOS DE OBTENÇÃO DAS INFORMAÇÕES

Me. Engª. Fatima Alves Tostes

2015

A identificação da realidade do território : rural e urbana

Como identificar essa realidade se não conhecemos o território

A IDENTIFICAÇÃO DA REALIDADE E A INFORMAÇÃO ATUALIZADA DO TERRITORIO

- O território é dinâmico.
- Existe informação do território?
- Que tipo de informação existe?
- Qual a origem desta informação?
- O corpo técnico está capacitado para o uso e atualização?

- A velocidade de modificação depende de:
  - Aptidão
  - Especulação
  - Evolução do espaço urbano
  - Conhecimento
  - Organização
  - Dentre outros fatores

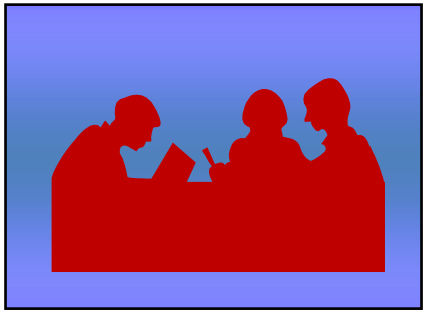
Qual a Meta?

- Quando falamos em CONHECIMENTO DO TERRITORIO devemos ter em mente:
  - ✓ Qual a meta que deverá ser atingida (O que eu preciso),
  - ✓ Como solicitar o produto adequado as necessidades técnicas e orçamentárias,
  - ✓ E ainda saber escolher a ciência e o método de gerar a informação do território que atenda nossas necessidades técnicas.

A META E A SOLUÇÃO

✓ PLANEJAMENTO?

✓ Funcional



✓ GESTÃO?

✓ Básico

✓ PROJETOS E CADASTRO

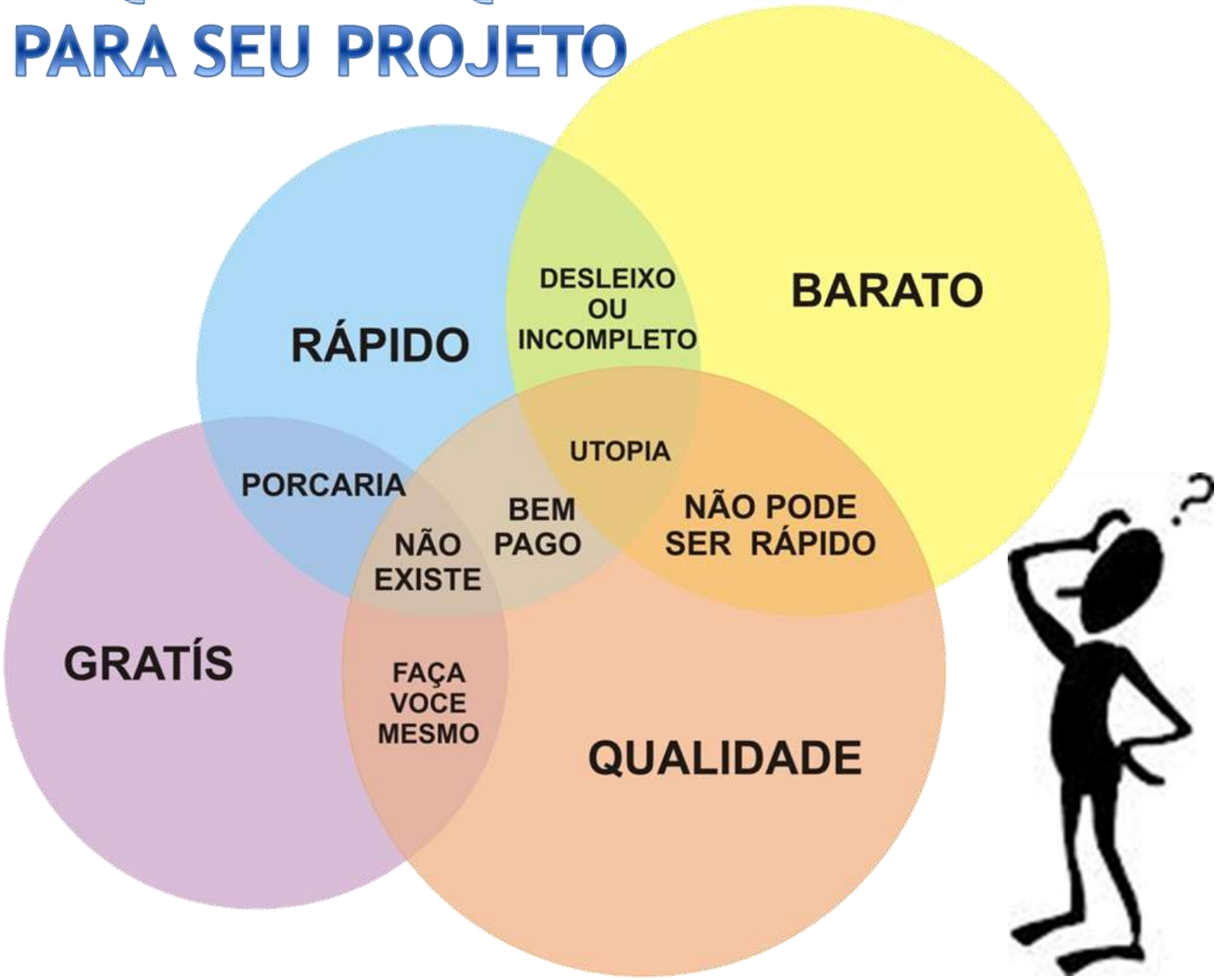
✓ Executivo

Concessões

Concessões

- Informações atualizadas sobre o território é ferramenta importantíssima para o planejamento de ações a serem tomadas
  - Registro do estado da rodovia quando a concessão é atribuída,
  - Registro ao longo do tempo da concessão das atitudes tomadas e concluídas,
  - Dados dos registros efetuados que servirão de base para os projetos de melhoria e conservação e Operações,
  - Dentre outras.

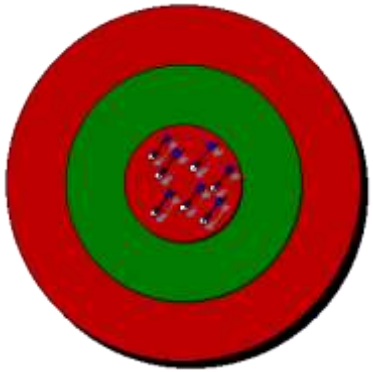
O QUE VOCE QUER PARA SEU PROJETO



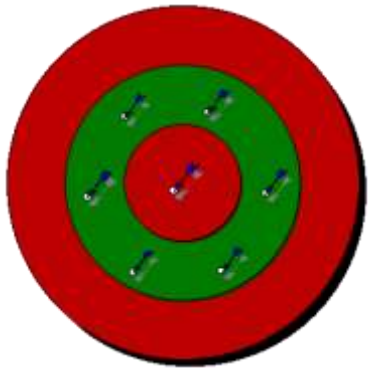
A informação do território

- O que é?
- Quanto custa?
- Que tipo de informação eu preciso?
- Quanto custa não ter a informação da forma que preciso?
- Como posicionar a informação?
  - Qual a Precisão do dado?
  - Qual a Exatidão do dado?

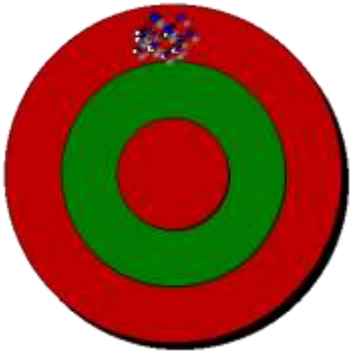
Precisão e Exatidão



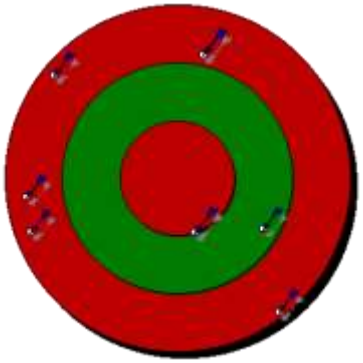
PRECISO E EXATO



IMPRECISO E EXATO



PRECISO E INEXATO



IMPRECISO E INEXATO

Acurácia: proximidade da medida relativamente ao verdadeiro valor da variável.

Precisão: proximidade entre os valores obtidos pela repetição do processo de mensuração.

Exatidão: correção, perfeição ou ausência de erro em uma medida ou cálculo.

O que é posicionar

- Saber onde está o objeto no universo.
  - Sistema Geodésico de referencia
    - Datum horizontal
    - Datum Vertical
  - Coordenadas Geodésicas e Geográfica
  - Coordenadas Planas
    - Universal Transversa de Mercator - UTM
    - Sistema Topográfico Local – NBR 14166
- Na engenharia devemos conhecer como olhar o mundo a nossa volta de um modo espacial para poder representá-lo no papel ou em um arquivo.

10

Como representar e o que representar

- Qual a escala de representação que preciso para meu projeto?

- Que tipo de representação o projeto necessita?

- Funcional e Básico: 1:10.000 a 1:5000
  - Viário
  - Hidrográfico
  - Altimetria
  - Ortoimagens

Projetos executivos de vias urbanas:
1:500 ou maiores

- Planialtimétrico cadastral completo
- Interferências

Projeto executivos: 1:1.000

- Viário até alinhamento predial
- Hidrográfico
- Altimetria
- Ortoimagens
- Recadastramento

QUE METODOLOGIA UTILIZAR PARA GERAR A INFORMAÇÃO SOBRE O TERRITÓRIO

Que atenda as necessidades do projeto
Técnicas e Financeiras

QUE METODOLOGIA UTILIZAR PARA GERAR A INFORMAÇÃO DO TERRITÓRIO

- ✓ **TOPOGRAFIA**
- ✓ ***Global Navigation Satellite System* - GNSS**
- ✓ ***SENSORIAMENTO REMOTO***
  - ✓ **ORBITAL**
    - Imagens de satélite
    - Radar
  - ✓ **SUB-ORBITAL**
    - Aerofotogrametria
    - LiDAR
    - Radar

TOPOGRAFIA

Topografia – O que é

- No princípio
  - a representação do espaço baseava-se na observação e descrição do meio.
- Com o tempo
  - surgiram técnicas e equipamentos de medição que facilitaram a obtenção de dados para posterior representação.
- A Topografia foi uma das ferramentas utilizadas para realizar estas medições.
- Etimologicamente a palavra TOPOS, em grego, significa lugar e GRAPHEN descrição, assim, de uma forma bastante simples, Topografia significa descrição do lugar.

Topografia - Objetivo

É efetuar o levantamento (executar medições de ângulos, distâncias e desníveis) que permita representar uma porção da superfície terrestre em uma escala adequada.

- As operações efetuadas em campo, com o objetivo de coletar dados para a posterior representação, denomina-se de levantamento topográfico.

- Na Topografia trabalha-se com medidas (lineares e angulares) realizadas sobre a superfície da Terra e a partir destas medidas são calculados áreas, volumes, coordenadas, etc.
  - estas grandezas poderão ser representadas de forma gráfica através de mapas ou plantas.
  - Para tanto é necessário um sólido conhecimento sobre instrumentação, técnicas de medição, métodos de cálculo e estimativa de precisão e conhecimentos de projeções e sistemas de referência.

Como garantir precisão nos levantamentos de dados topográficos?

- A precisão nos levantamentos de dados topográficos
  - depende dos métodos, técnicas e procedimentos utilizados nas medições; e,
  - processamento dos dados levantados em campo associados as características dos equipamentos utilizados.
- **Como garantir precisão na representação de dados topográficos?**
  - Equipamentos calibrados;
  - Equipes conscientes que conheçam fundamentos básicos de topografias;
  - Conhecimento do equipamento, e,
  - Aplicação de normas de procedimentos.

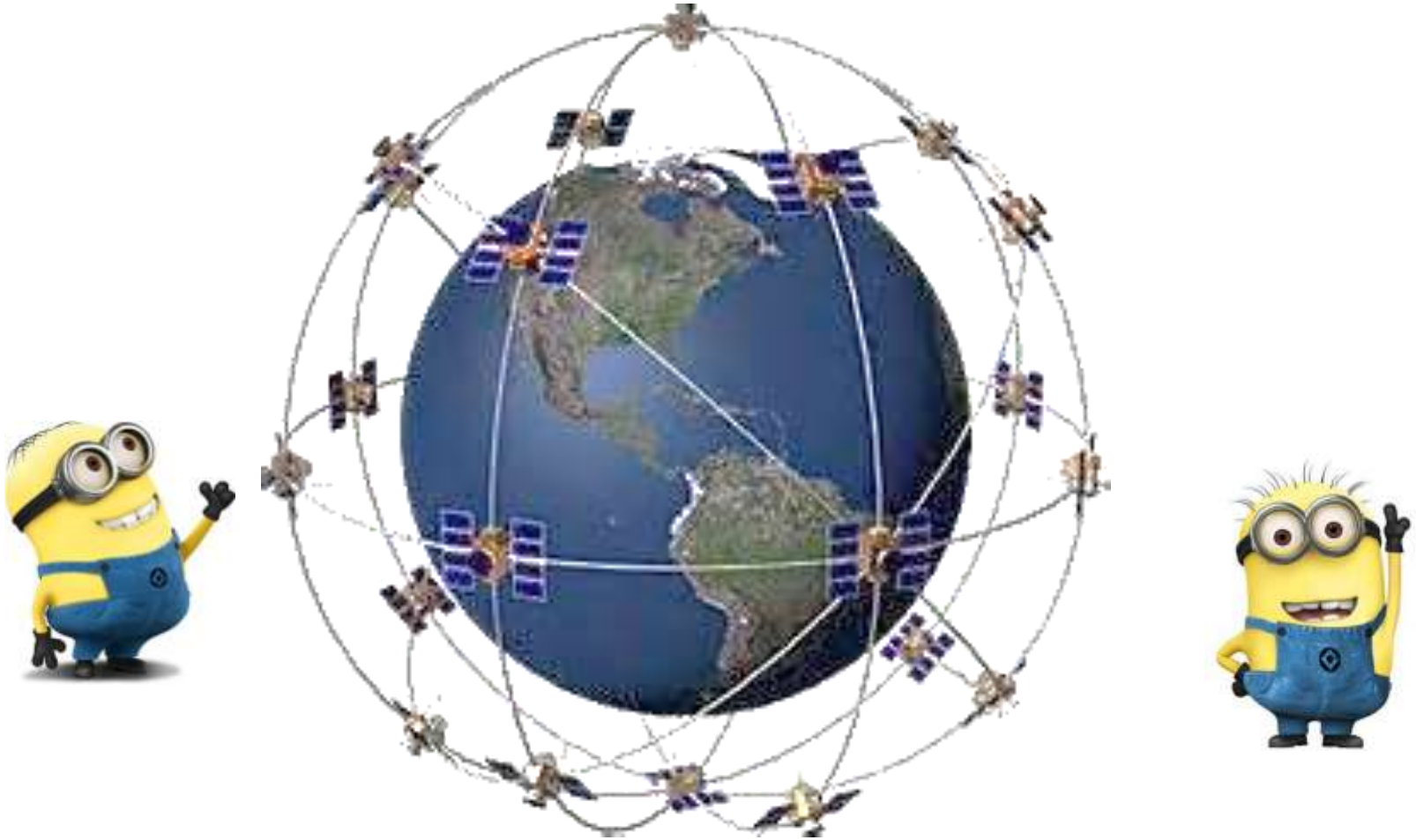
Escalas indicadas para o processo topográfico

- 1:2.000
- 1:1.000
- 1:500
- 1:250
- 1:200 a 1:50
- As áreas não devem ter uma extensão muito grande pois o tempo de execução é muito extenso,
- Nos dias atuais, o método topográfico é indicado quando se necessita de precisão e acurácia que outros métodos não atingem,
- O tempo de execução do levantamento não deve ser muito curto,
- A topografia tem grande aplicação na locação de projetos.

Problemas na topografia

- Não adianta usarmos equipamentos top de linha, da mais alta acurácia e precisão, se a peça que comanda o equipamentos não conhecer fundamentos de posicionamento e projeção.
  - O profissional de topografia deve ter conhecimento e saber distinguir o que é medir em campo e representar no papel ou em meio digital,
  - Como os dados levantados são projetados no plano,
  - Conhecer as Normas de orientação de Procedimento:
    - NBR-13133
    - NBR-14166

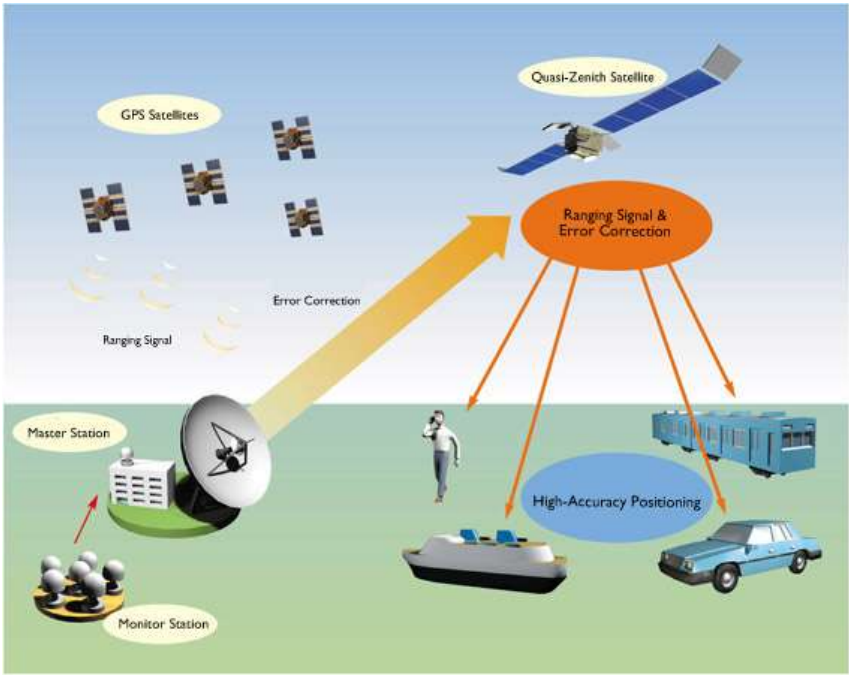
Instrumentação



Sistema de Navegação por Satélite

O que é

- São sistemas que estabelecem o posicionamento Geoespacial autônomo através do uso de satélites artificiais.
  - permitem que receptores sobre a superfície terrestre possam determinar a sua localização em comparação com os sinais dos satélites, adquirindo sua posição em um sistema de referência espacial conveniente.
  - A acurácia da localização será dada conforme o tipo de técnica de posicionamento utilizada.



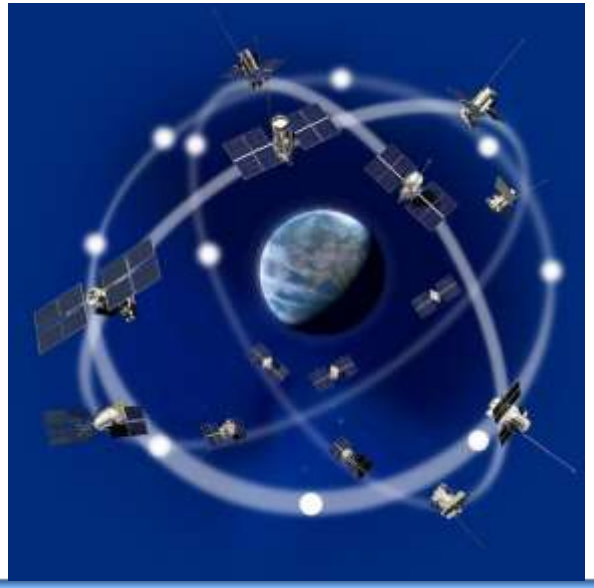
- **GPS** (EUA)
- **GLONASS** (Rússia)
- **Galileo** (União Europeia)
- **Compass** (China)

GNSS

- Global Navigation Satellite System
  - Um GNSS oferece uma cobertura global
  - Atualmente é constituído pelas constelações existentes do GPS e Glonass
  - Futuramente, o Galileo e Compass também serão parte componente do GNSS.

Constelação de satélites GPS

Constelação de satélites Glonass



Funcionalidades do GNSS

- A principal função do GNSS é a navegação.
- O aparelho GNSS disponibiliza várias informações, tais como:
  - Waypoints:
    - São coordenadas que representam lugares específicos, como cidades, praças, pontes, cruzamentos, etc.
  - Trilhas:
    - Sequência de coordenadas que registram um caminho percorrido pelo utilizador.
  - Rotas:
    - Sequência de waypoints que formam um percurso planejado de viagem.
  - Go to:
    - Indica um ponto de destino e ele fornece a direção a ser seguida para se chegar a esse ponto.
  - Track Back:
    - Voltar ao ponto de origem seguindo a trilha inicial ou pedindo ao GNSS para criar uma rota de retorno, que também levará ao ponto inicial mas economizará alguns contornos.
  - Distância entre dois pontos:
    - Esta função permite que o GNSS calcule a distância entre quaisquer waypoints que estejam gravados. Definindo assim seu posicionamento através de coordenadas
- A capacidade de cada antena GNSS, poder ou não executar uma ou outra função, depende da sua marca e modelo.

Vantagens do GNSS

- Extremamente preciso.
- Cobertura mundial por 24 h.
- Qualquer condição de tempo.
- “Sistema estável”
  - Devido à órbita elevada.
- Hora precisa
  - Receptor corrige constantemente baseado no relógio atômico dos satélites.
- “Serviço gratuito”

- **VANTAGENS DO USO GNSS**
  - Os satélites GLONASS complementam a constelação GPS em situações de baixa visibilidade (próximo de árvores, montanhas, etc.)
  - **Mais satélites significam:**
    - Melhor disponibilidade em ambientes cuja recepção de sinal é ruim
    - Menos paradas, mesmo com falhas individuais de satélites, mais precisão
    - Uso receptores GPS/GLONASS mais avançados

Desvantagens

- Requer equipamentos adicionais para maior precisão:
  - Antenas, DGPS, etc.
- 4 satélites no mínimo:
  - Necessita de perfeita visibilidade com os satélites acima do horizonte (sem ocultações).
- Interferências com o sinal (opera por radiofrequência).
- Dificuldades de funcionamento em zonas muito arborizadas e edificadas.

Condições para o posicionamento por satélite

- Condições mínimas:
  - Não estar em locais fechados.
  - Visibilidade de pelo menos 4 satélites (3 para determinação da posição e um para o problema do sincronismo dos relógios).
  - Inexistência de alta atividade ionosférica (tempestade solar).
- Condições ideais:
  - Local de céu aberto (ausência de obstruções prédios, árvores, etc).
  - Visibilidade do maior número de satélites.
  - Inexistência de alta atividade ionosférica (tempestade solar).

Aplicações

- Navegação
- Posicionamento
- Localização
- Levantamentos

Exemplos de aplicações dos sistemas GNSS

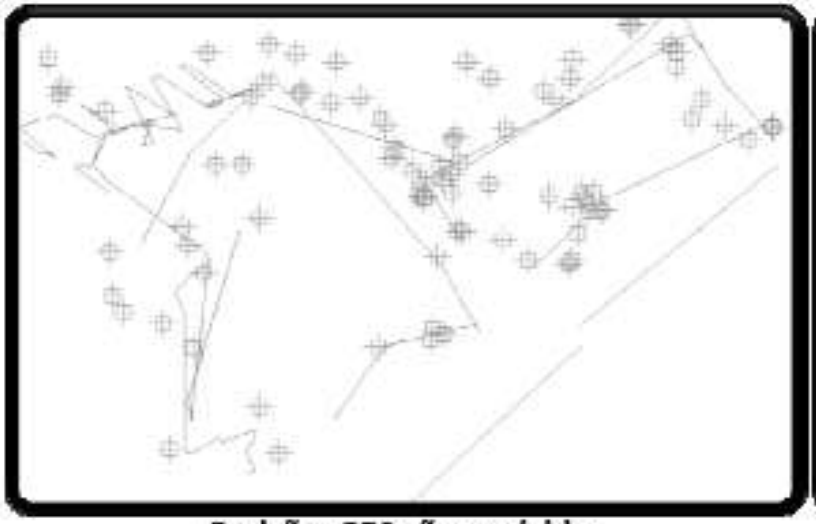
- Engenharia
  - Navegação
  - Mapeamento Cadastral
  - Monitoramento de estruturas
- Ambiental
  - Monitoramento de animais (TAMAR)
  - Reflorestamento
- Transportes/Logística
  - Controle de frotas (Autotrac)
  - Bombeiros/Polícia/Resgate
- Agricultura de Precisão
- Lazer
  - Caminhadas
  - Esportes

Devemos lembrar ao utilizarmos GNSS que:

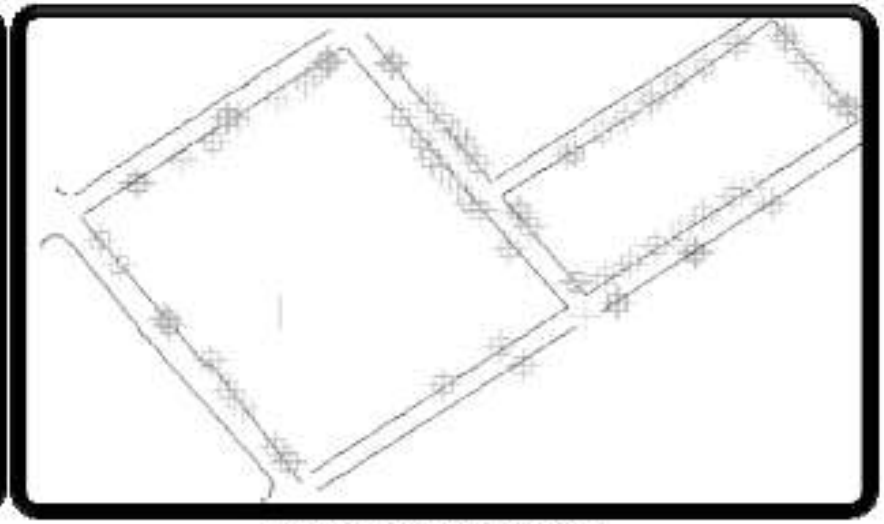
- O referencial é o sistema geocêntrico WGS-84.
  - Nossa navegação, a cartografia e os mapas, em geral, NÃO estão referenciados ao WGS84.
  - Datum mais usados no Brasil: SAD69, Córrego Alegre, SIRGAS 2000,4.
  - SAD69 e Córrego Alegre NÃO são coincidentes com WGS84 e também não são geocêntricos.
- A altitudes têm origem no elipsoide.
  - Exceção para o RTK

Processamento GNSS

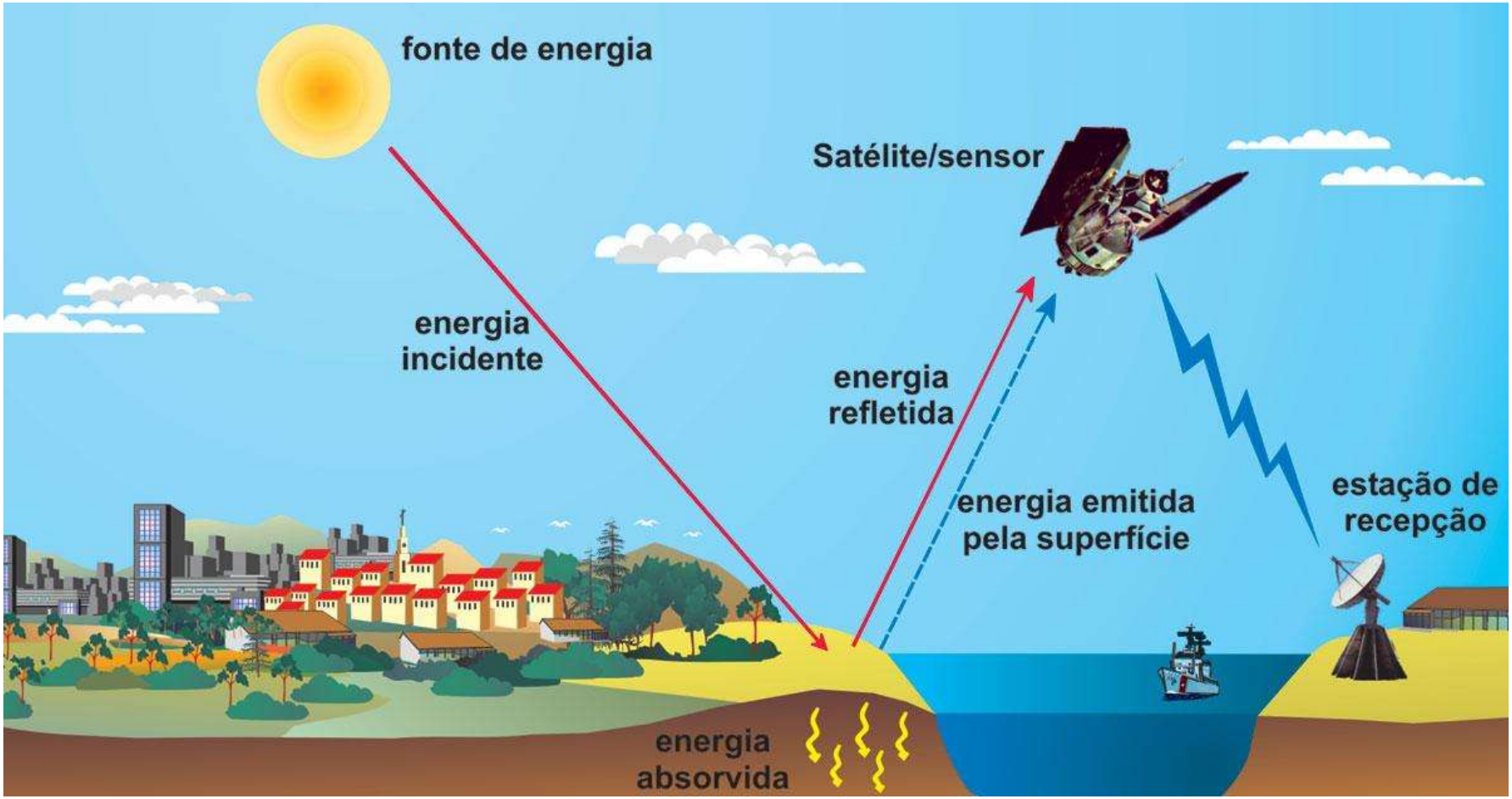
- Os sistemas GNSS possui uma série de fontes que causam erros nas medidas das distâncias entre o satélite e a antena do receptor.
- Para minimizar os erros é utilizado o posicionamento relativo, seja ele estático ou cinemático pós processado
  - para levantamento que exige maior precisão, é fundamental o processamento dos dados GNSS para corrigir as posições obtidas nos rastreios.



Posições GPS não corrigidas



Posições GPS corrigidas



Sensoriamento remoto

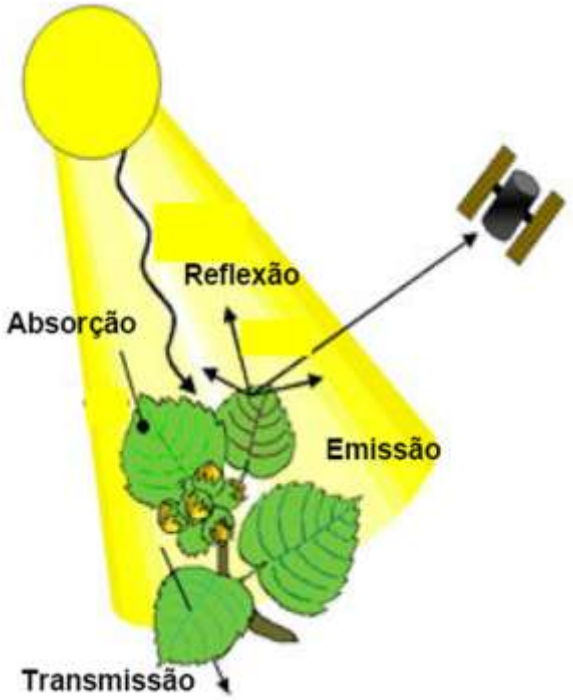
ORBITAL

SUBORBITAL

O que é

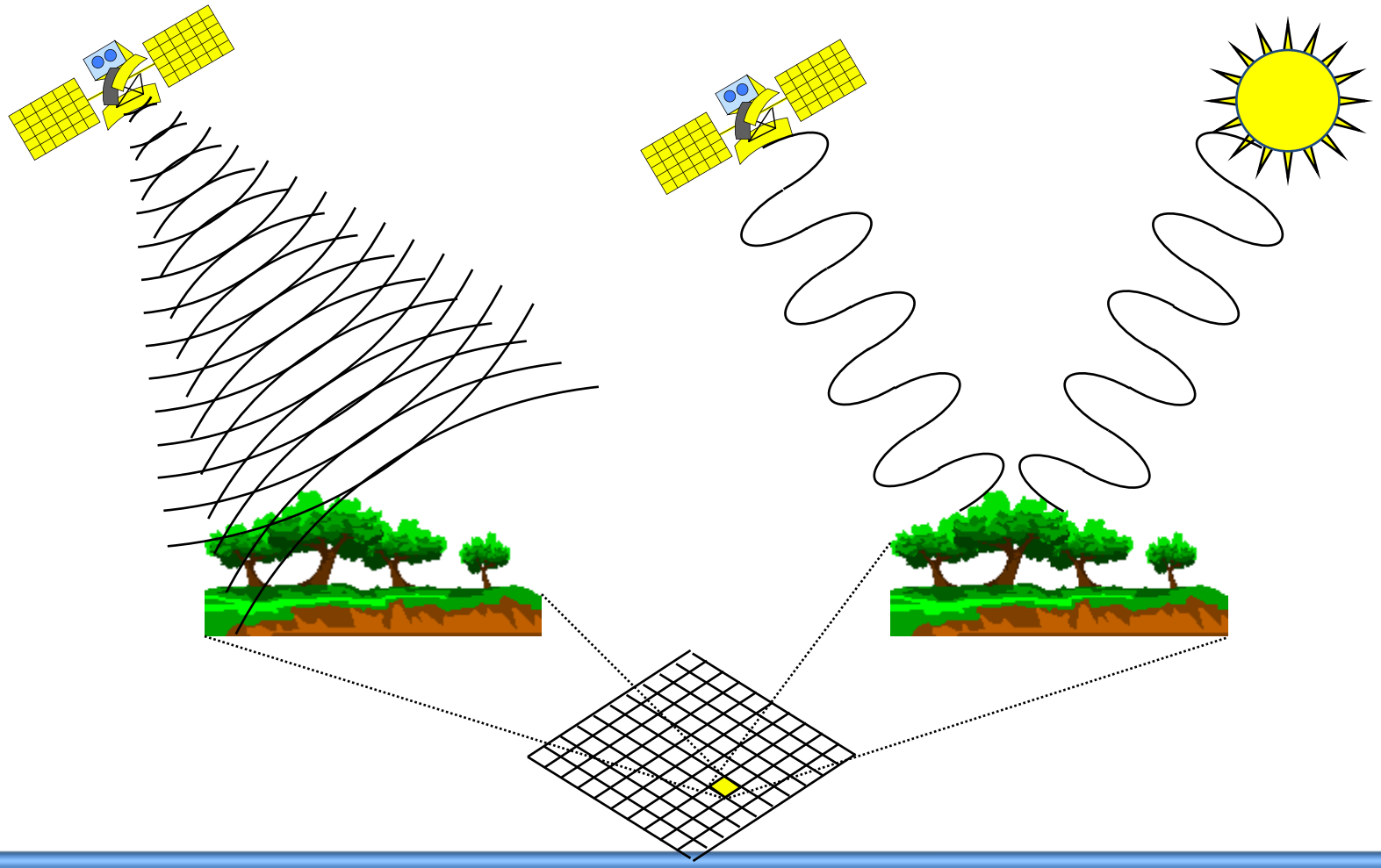
- O **sensoriamento remoto** é uma tecnologia de obtenção de imagens e dados da superfície terrestre através da captação e registro da energia refletida/emitida pela superfície sem que haja contato físico entre o sensor e a superfície estudada (por isso é chamado de remoto).

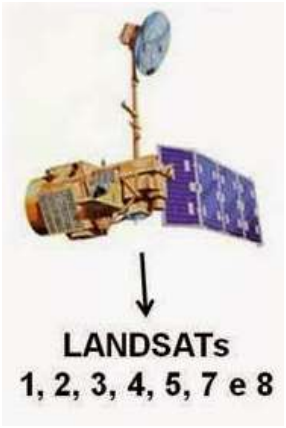
- Pode ser:
  - O Meio
    - Orbital
    - Suborbital
  - O Tipo de sensor
    - Ativo
    - Passivo
    - Imageadores
    - Não imageadores



SENSOR ATIVO

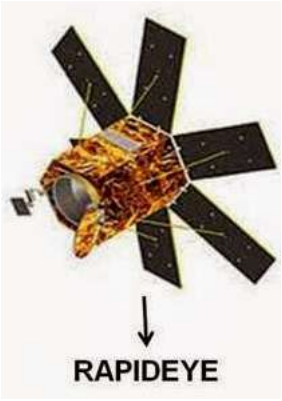
SENSOR PASSIVO



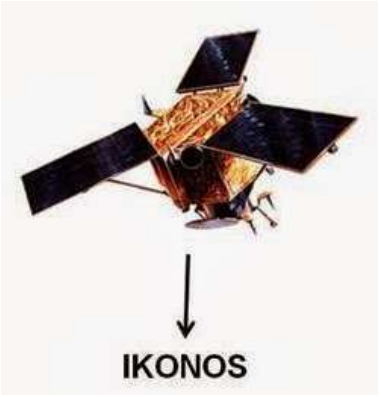


LANDSATs
1, 2, 3, 4, 5, 7 e 8

QUICKBIRD

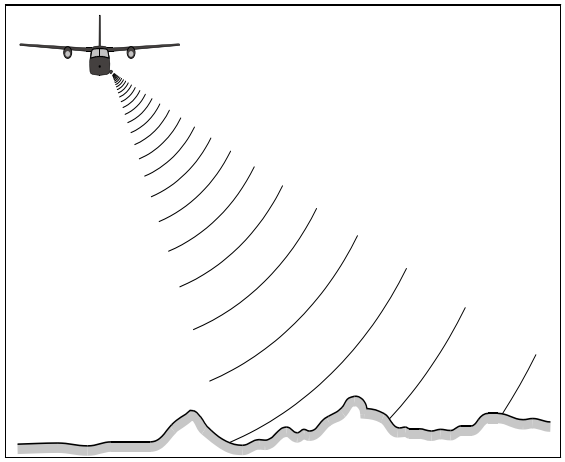


RAPIDEYE



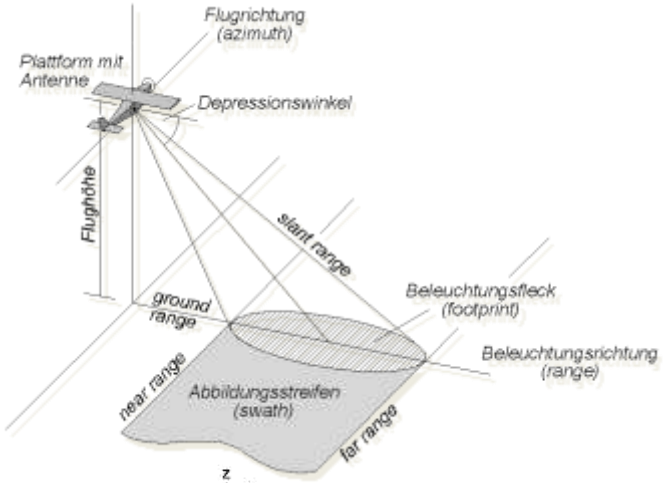
IKONOS

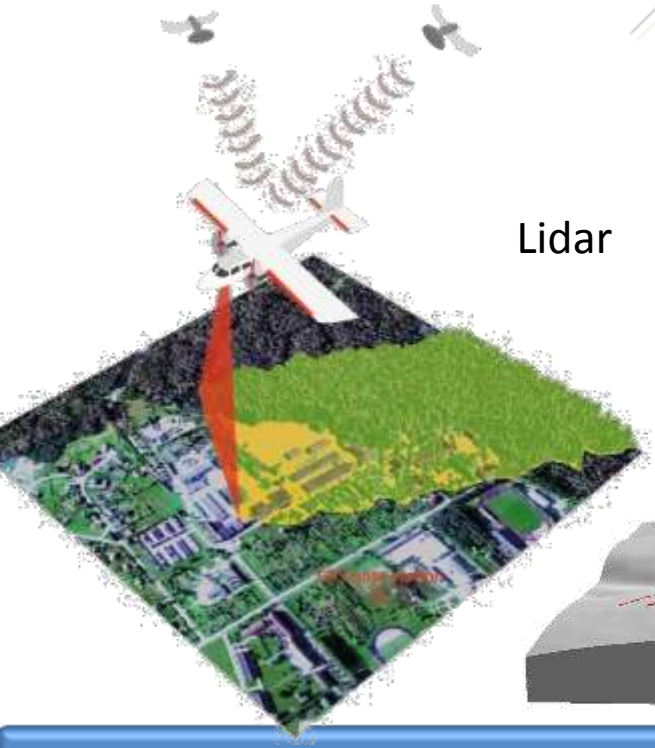
SENSORES PASSIVOS FOTOGRÁFICOS



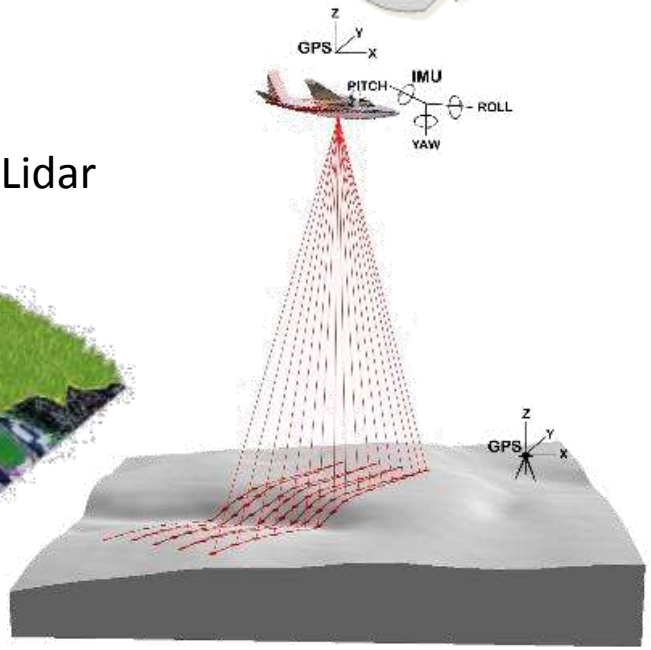
Sensores ativos

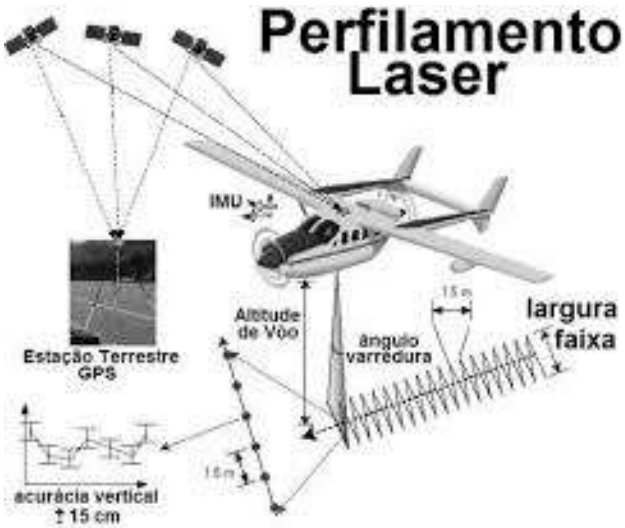
Radar



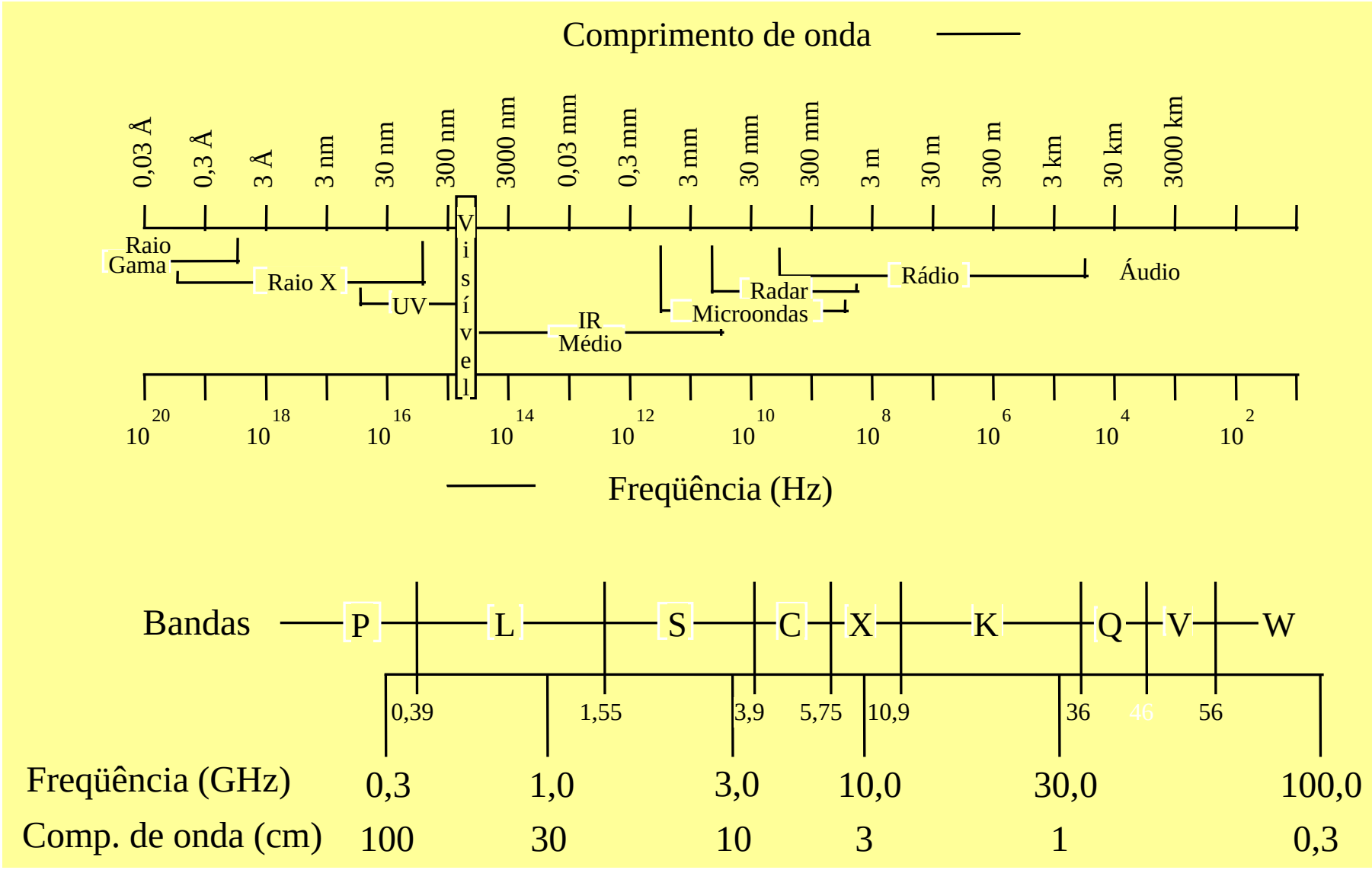


Lidar





Espectro eletromagnético



Sensores e resoluções

- A qualidade dos produtos oriundos do sensoriamento remoto depende do objetivo de seu emprego, e está diretamente relacionada a quatro domínios de resolução
  - Resolução especial ou geométrica.
    - Relacionada com o tamanho do pixel
      - Imagens, (5 cm, 10 cm, 16 cm, 30 cm, 60 cm, 1 m, 15 m, 30 m .....
      - LiDAR – relacionada com a quantidade de pontos por m^2 - erro proprio do ± 15 cm
      - Radar (SAR) comprimento do pulso e largura da faixa
  - Resolução espectral
    - Menor porção do Espectro Eletromagnético que um sistema sensor é capaz de segmentar.
      - Imagens multiespctrais – (bandas: verde, vermelhas, azul, IR, pancromática.....)
      - Radar - monoespectral
      - Lidar não tem resolução espectral
  - Resolução radiométrica.
    - Relacionada com o número de bits das imagens obtidas (tons de cinza)
    - Imagens 8 bits, 11 bits, 12 bits, ...
  - Resolução temporal.
    - Tempo estimado que o sensor retorna a mesma posição ou a área ser imageada em diversas datas.
- Os produtos de todos os sensores passam por orientação espacial e correção de projeção
  - Imagens – orientação e ortorretificação
  - Lidar – orientação e classificação
  - SAR – orientação e ortotorretificação

Exemplos de produtos de sensores

Imagens orbitais

Imagens aerotransportadas

SAR

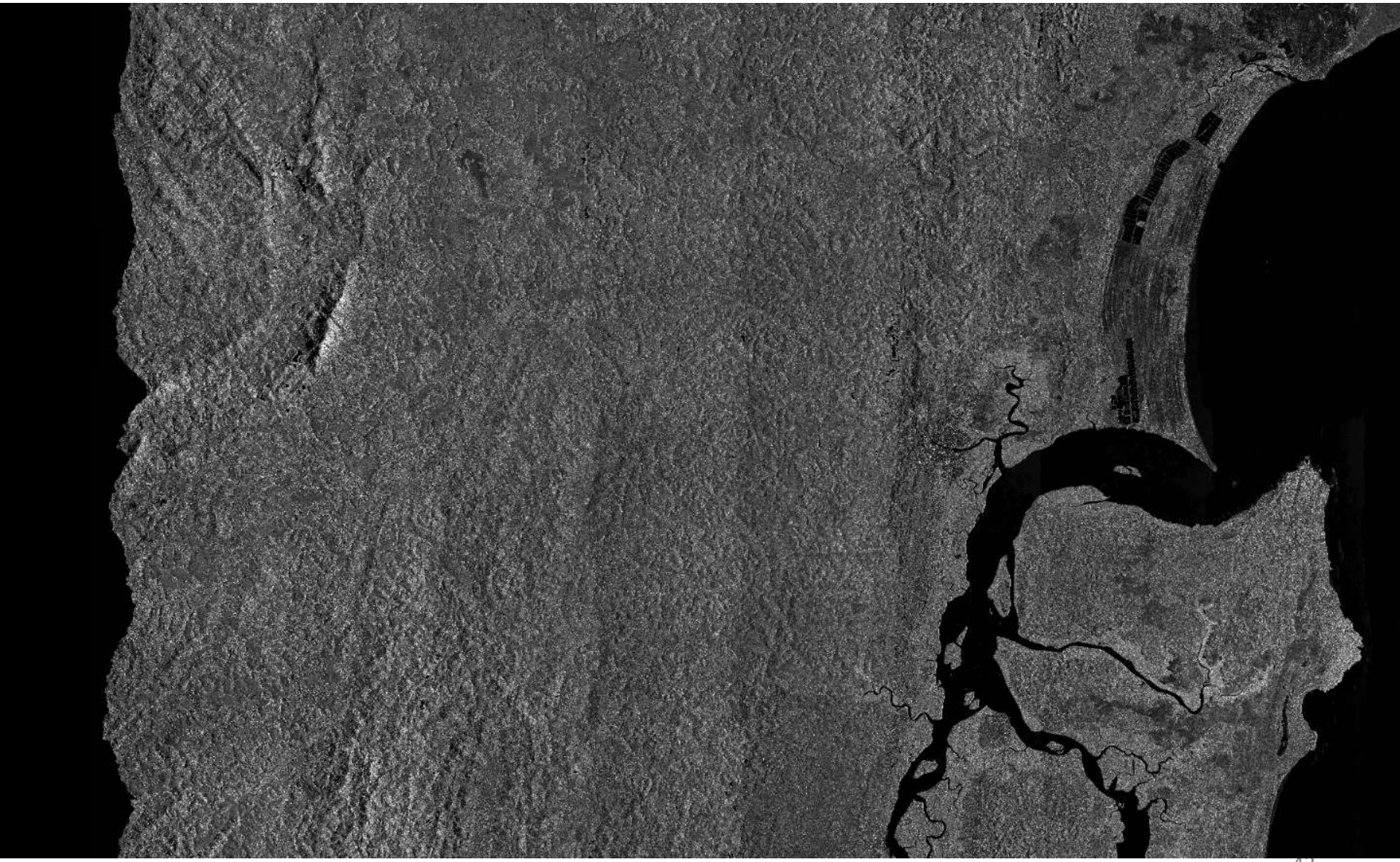
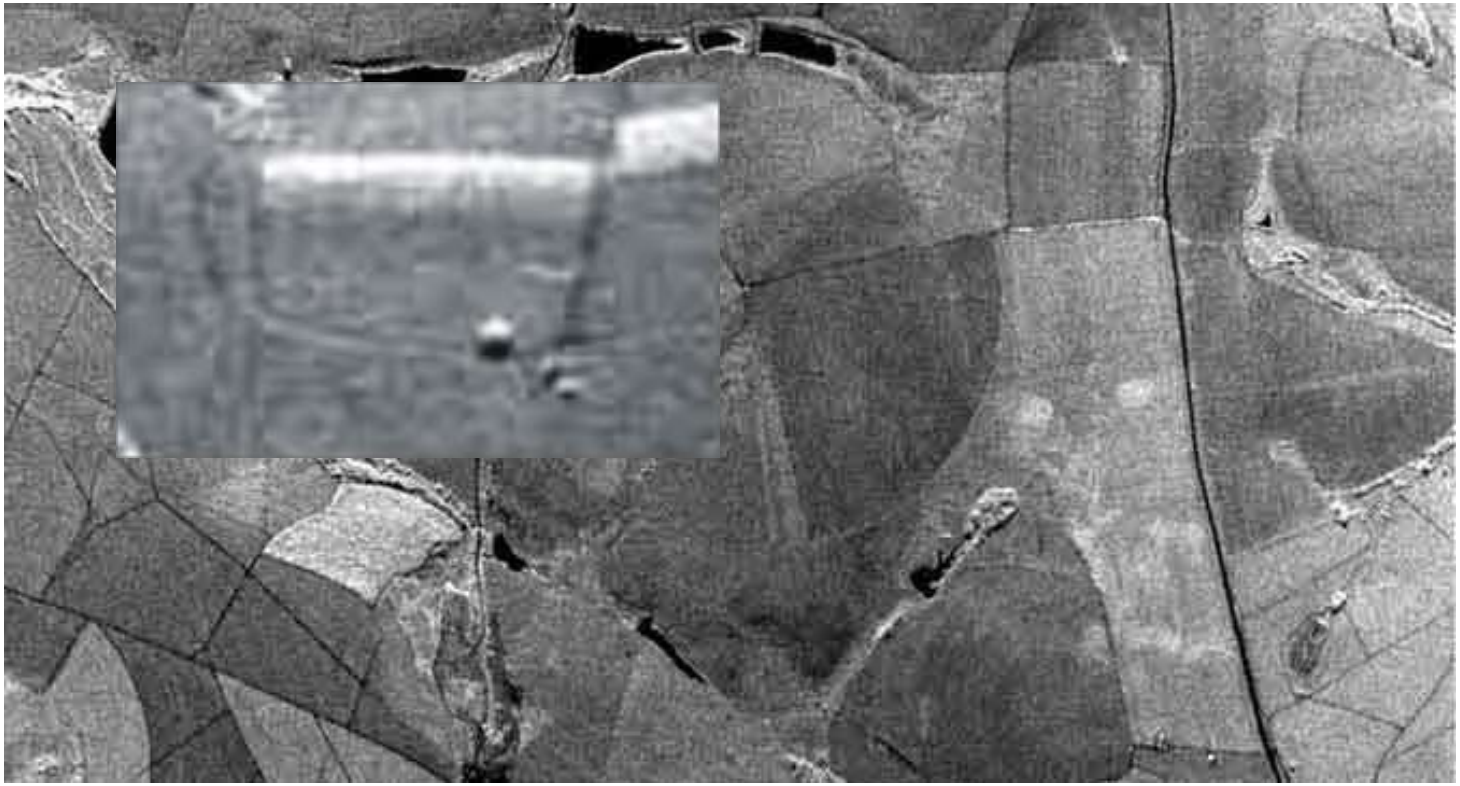
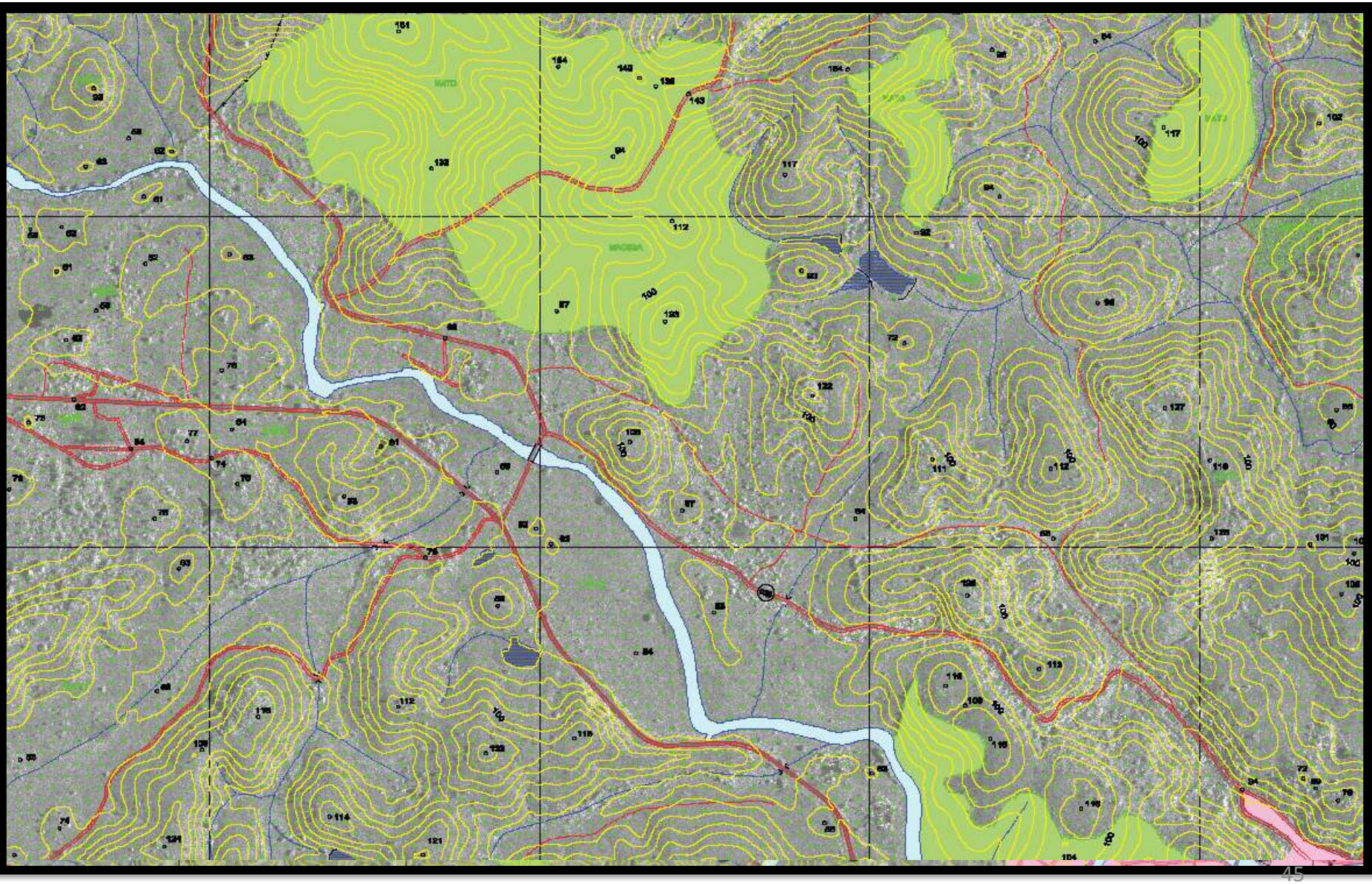


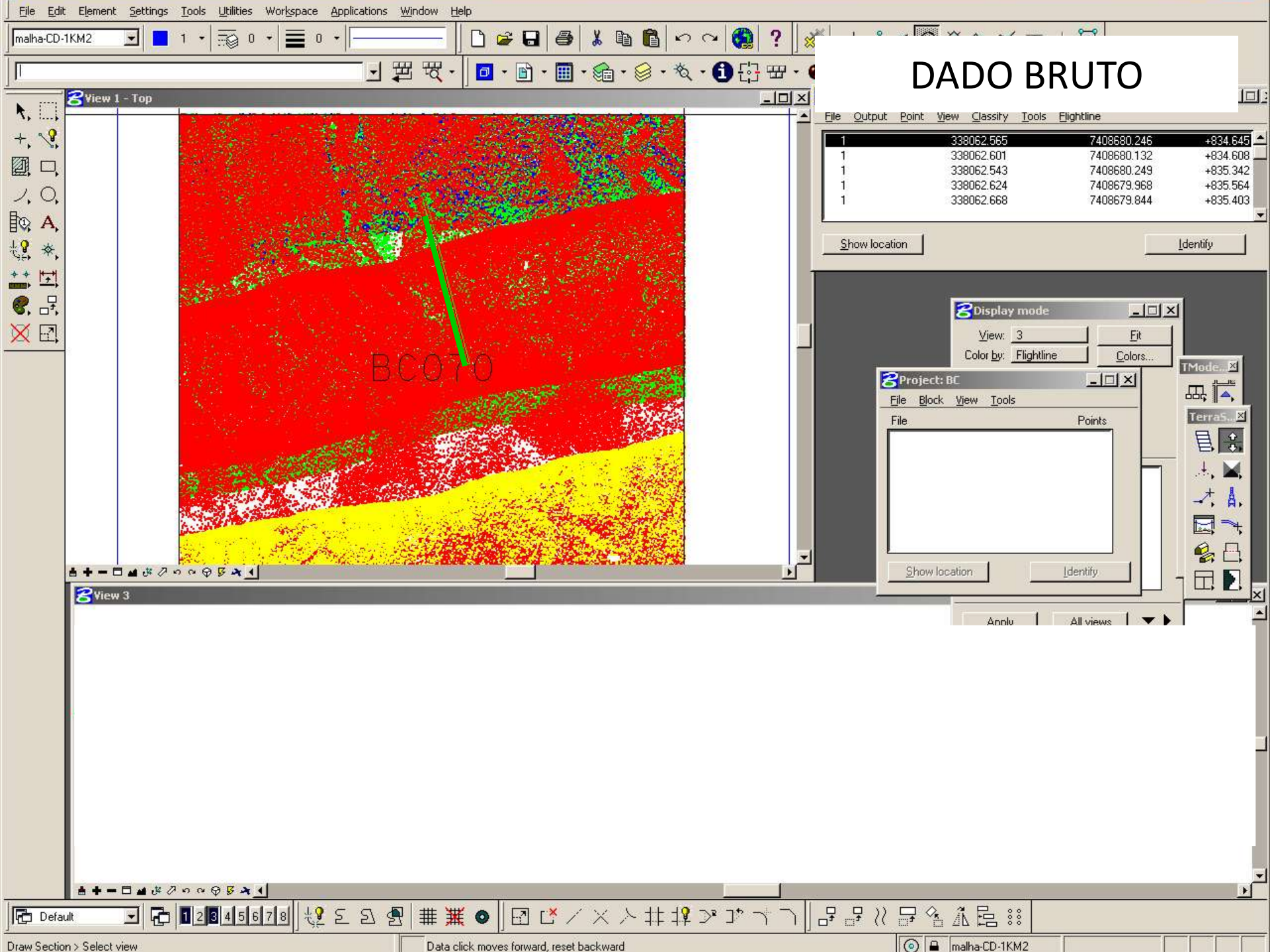
Imagem de SAR (radar)



SAR-X próximo a Campinas, Brasil.
Frequência: Banda X, resolução 2 x 2m.

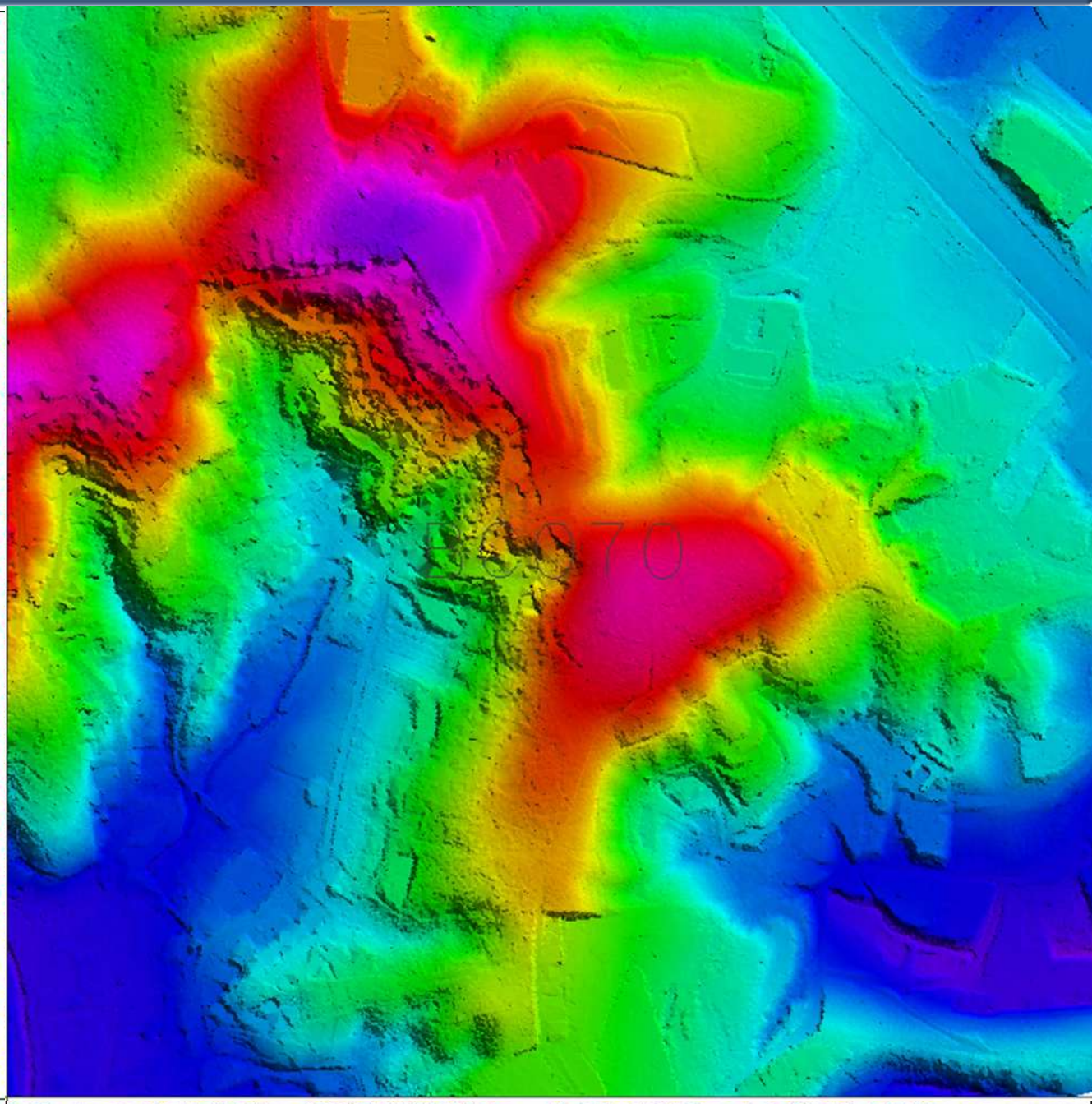
Mapas *Exemplo - SAR*

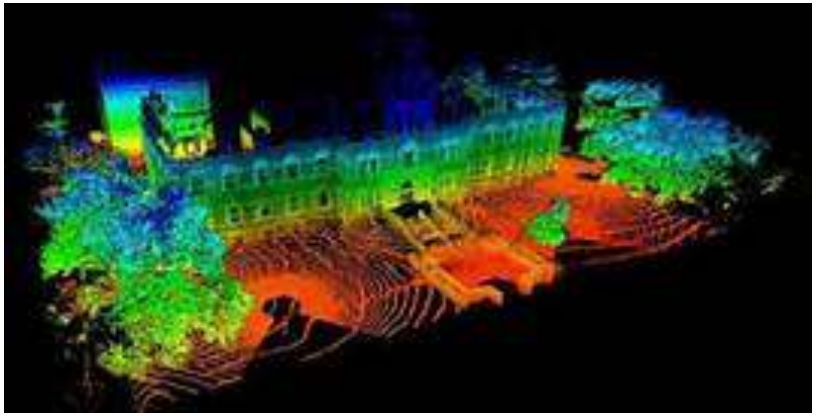



DADO BRUTO
File Edit Element Settings Tools Utilities Workspace Applications Window Help
malha-CD-1KM2
View 1 - Top
BCOTO
File Output Point View Classify Tools Flightline
1 338062.565 7408680.246 +834.645
1 338062.601 7408680.132 +834.608
1 338062.543 7408680.249 +835.342
1 338062.624 7408679.968 +835.564
1 338062.668 7408679.844 +835.403
Show location
Identify
Display mode
View: 3
Color by: Flightline
Fit
Colors...
Project: BC
File Block View Tools
File
Points
Show location
Identify
TMode..
TerraS..
Apply
All views
View 3
Default
Draw Section > Select view
Data click moves forward, reset backward
malha-CD-1KM2

LiDAR
keypoint

Modelo
Isométrico





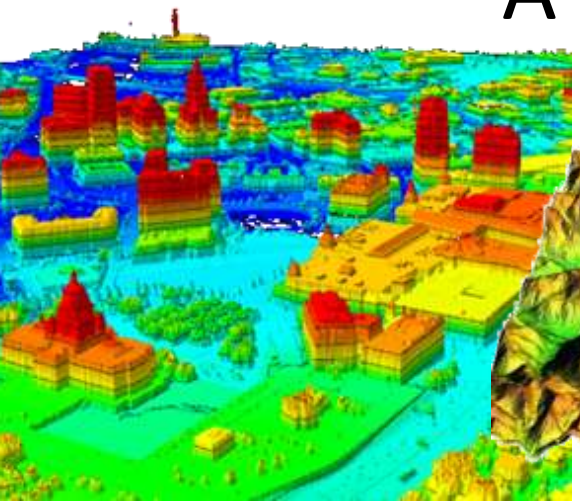
A imagem e o território

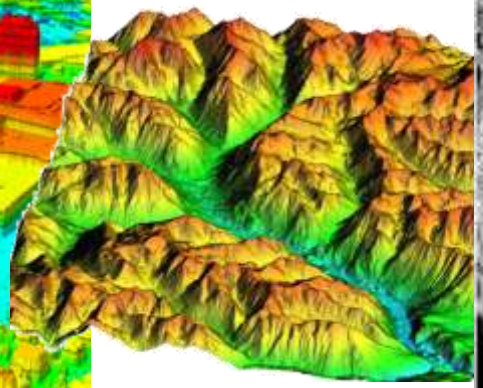
- A Imagem retrata o território
  - Registra na data da tomada como estava

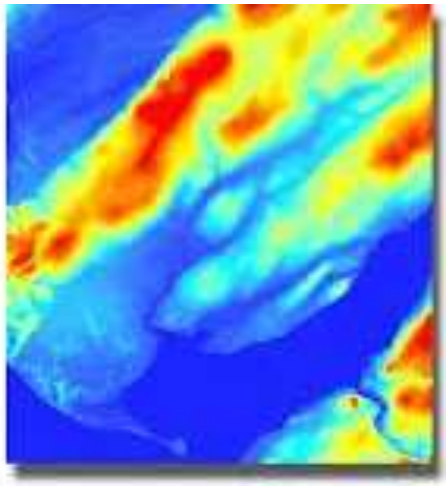
- **O que se quer analisar no “retrato” do território.**
  - **Grandes áreas?**
  - **Pequenas áreas?**
    - **Urbano**
    - **Rural**
  - **Que tipo de aplicação**
    - **Levantamento Planialtimetrico**
    - **Cartografia sistemática**
    - **Cadastro**
    - **IPTU**

- Tipo de sensor a ser utilizado

A imagem e o Território







FOTOGRAMETRIA
ORIGEM DO SENSORIAMENTO REMOTO

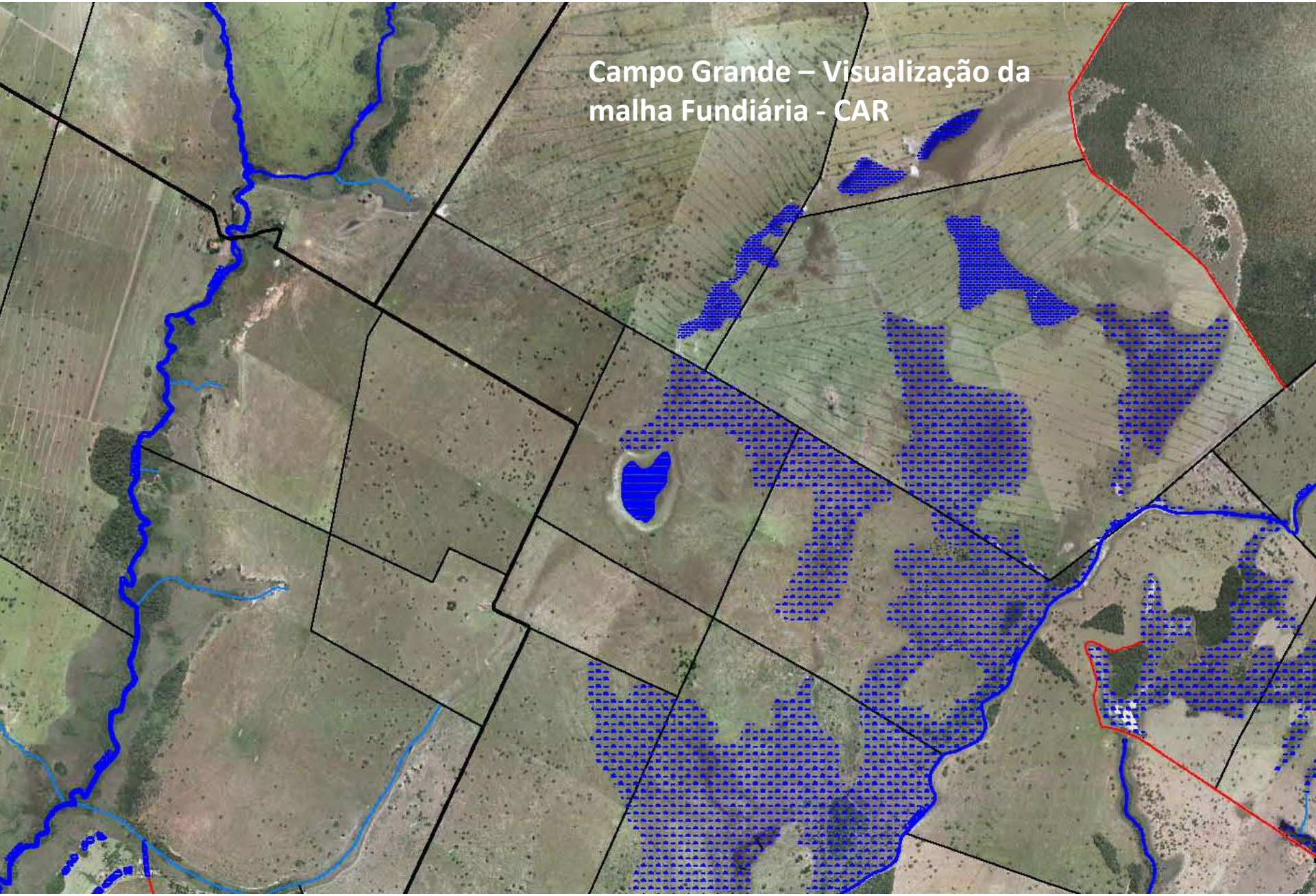
- “Fotogrametria é a ciência aplicada que se propõe a registrar, por meio de fotografias métricas, imagens de objetos que poderão ser medidos e interpretados” (FAGUNDES e TAVARES (1991).
- A fotogrametria deu origem ao sensoriamento remoto
- É uma ciência aplicada com mais de 100 anos que evoluiu muito nos últimos 20 anos.
  - Novos sensores
  - GNSS aplicado no apoio foto
  - Processo digitais
  - Aplicações diversas
    - Geração de bases cartográficas de melhor qualidade nas escalas 1:25.000 a 1:500.
    - Facilidade de atualização das informações espaciais
    - Imagens ortoretificadas que permitem
      - Apoio primordial em um cadastro técnico
      - Registro da ocupação na data do cadastro (Fé publica)
      - Registro da ocupação urbana e sua influencia no meio ambiente dentre outras

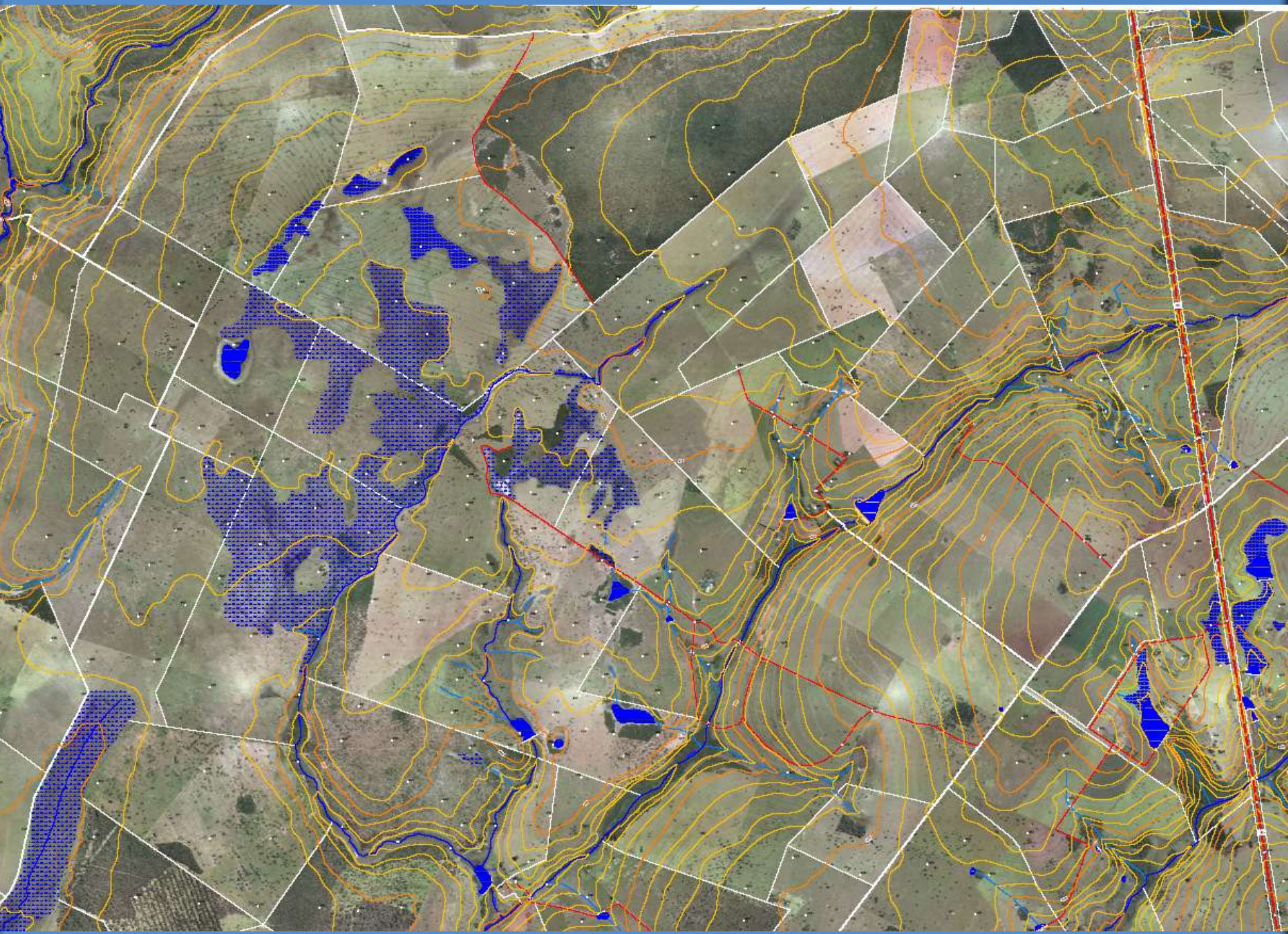
VETOR E IMAGEM PARA PLANEJAMENTO E PROJETOS BÁSICOS

Representação básica

- Cobertura aerofotogramétrica com GSD de 30 ou 40 cm
- Rede de referencia cadastral Geração de base cartográfica
  - Escala 1:10.000 ou 1:5000
    - (depende do tamanho do território)
  - Representação vetorial do:
    - Sistema viário
    - Sistema hidrográfico
    - Curvas de nível com equidistância de 5 m
  - Ortofotocarta
    - Altimetria
      - Geração de MDT 10 m / 5 m

Exemplos de aplicações


Campo Grande – Visualização da malha Fundiária - CAR



Uso do solo

Controle de aptidão agrícola

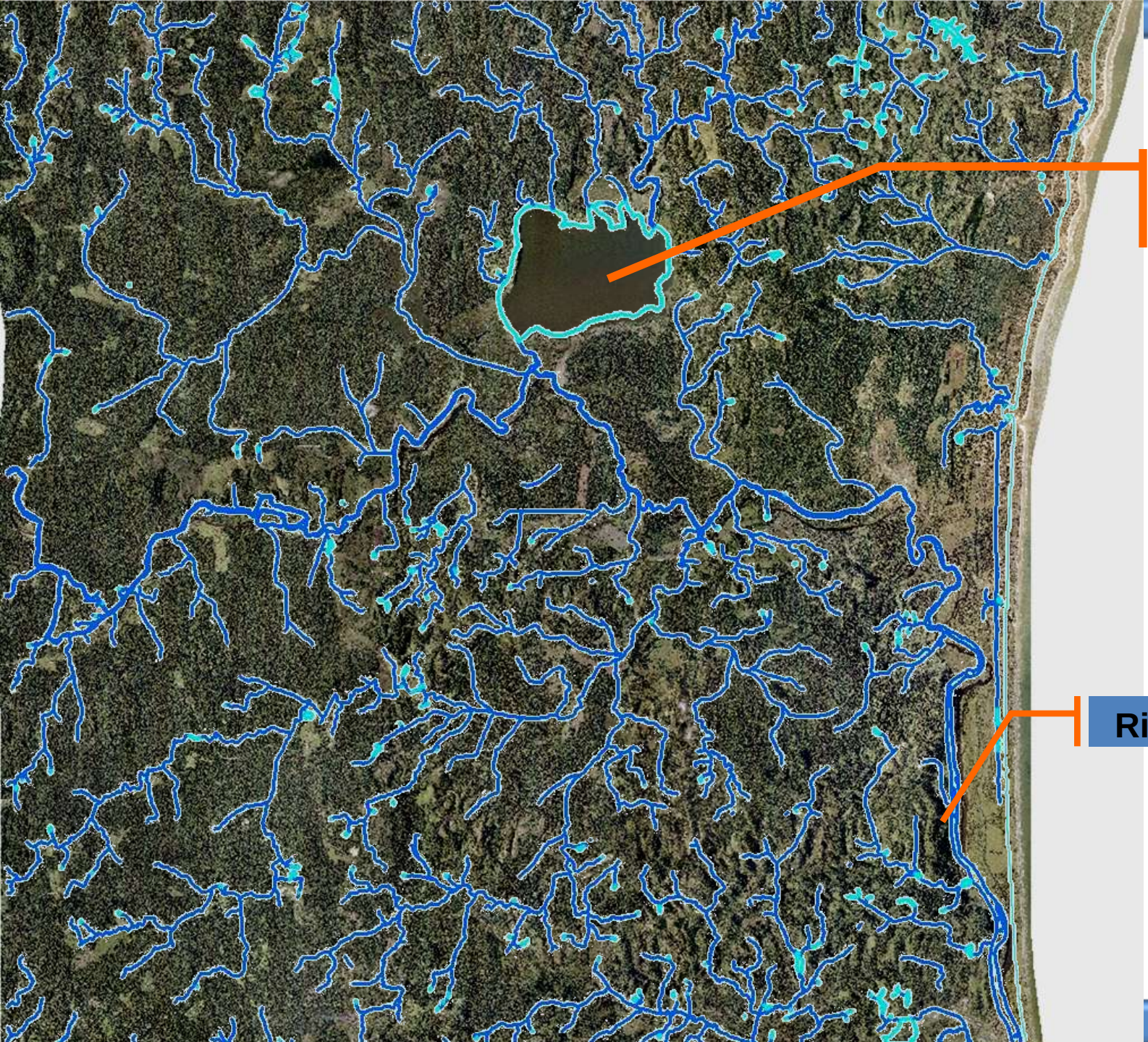
Meio Ambiente
Reflorestamento

Registros públicos de propriedades
Regularização fundiária
Categorias de solo e sua vocação
Avaliações e perícias

•sistema viário rural
•sistema educacional e de saúde rural
•eletrificação e telefonia rural
•reflorestamento de áreas degradadas,
•Projetos de irrigação etc.

áreas de proteção ambiental
proteção de mananciais
controle de uso de águas, etc.

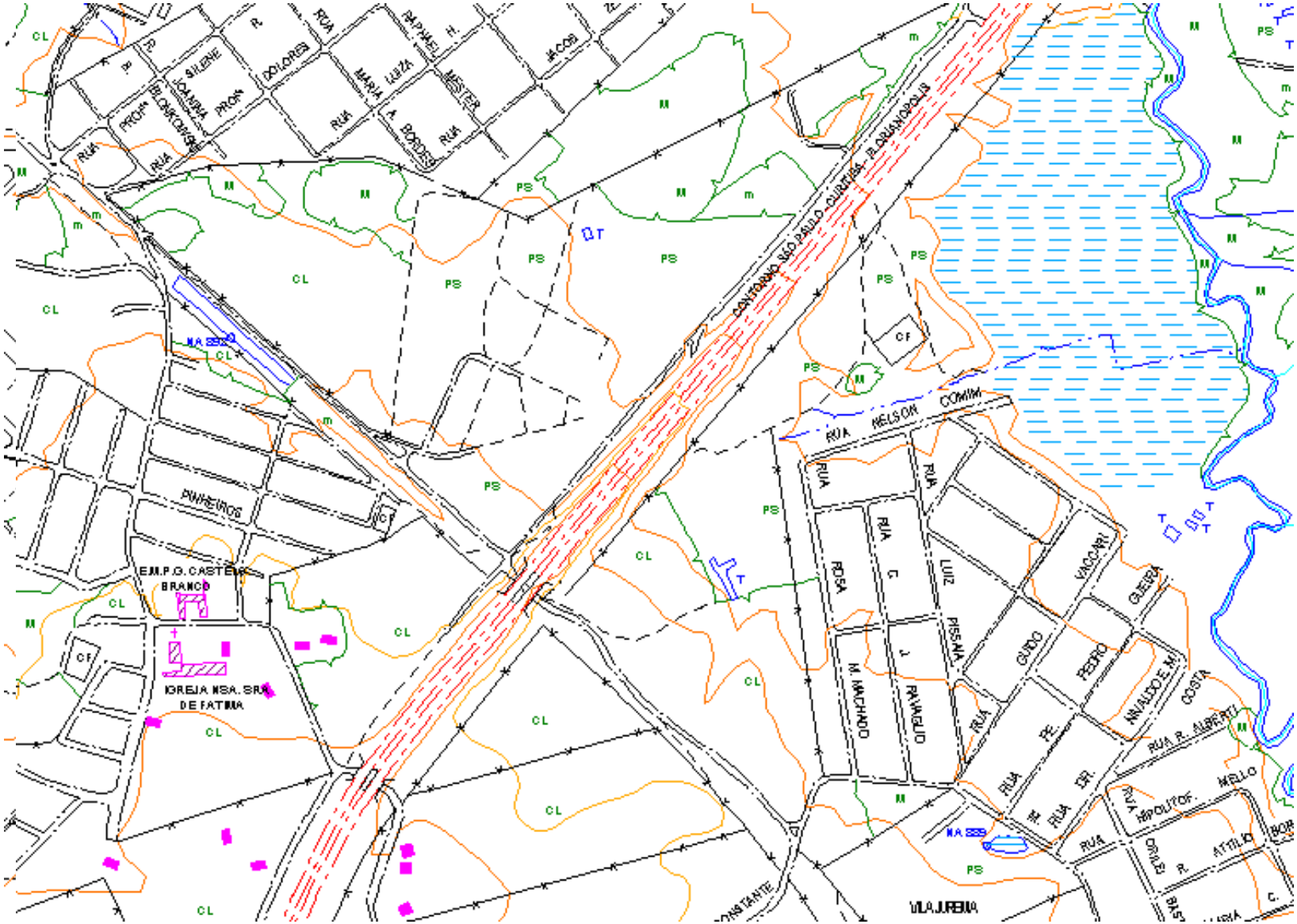
Elementos antrópicos relevantes



Análise ambiental

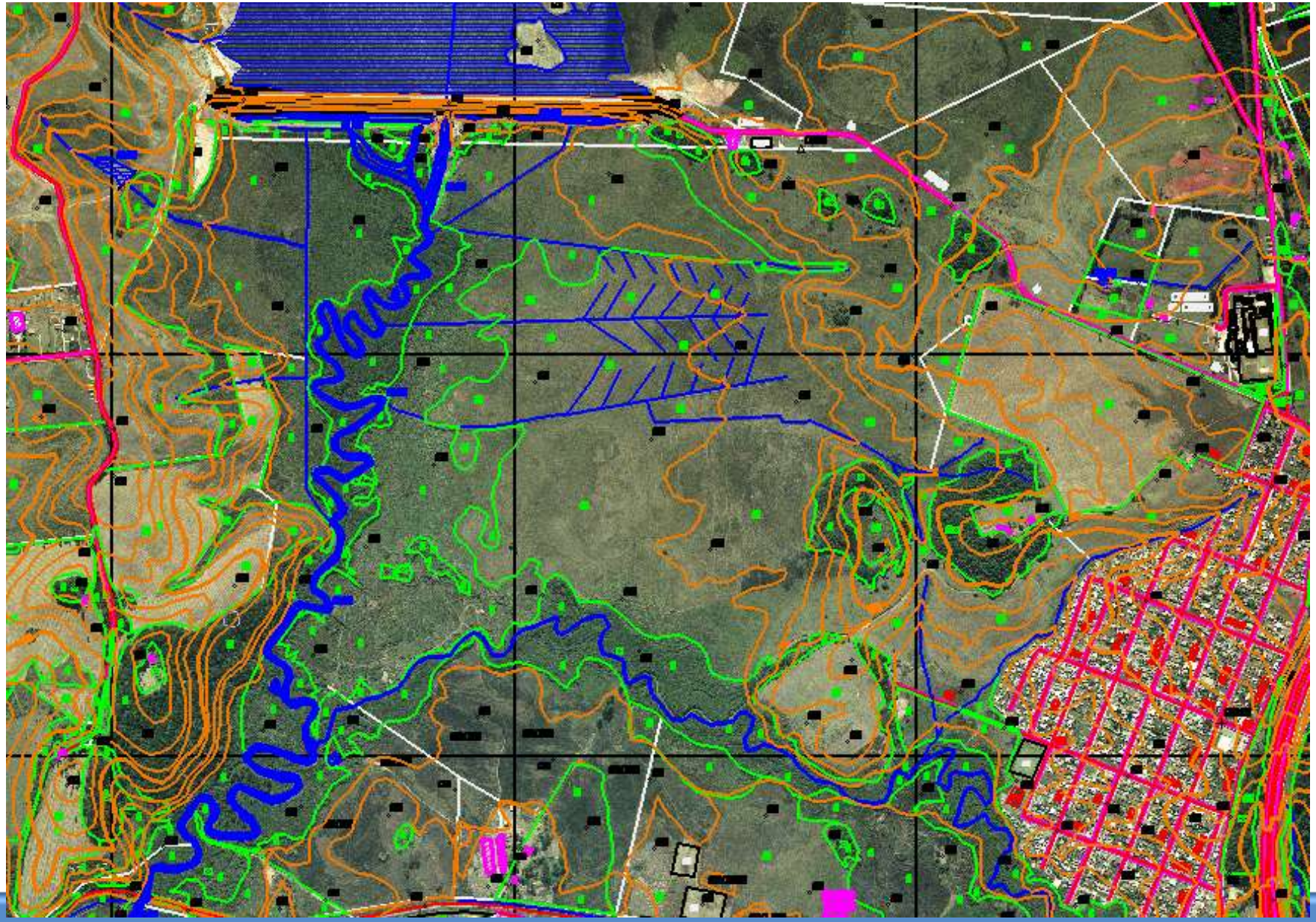
Controle e estudos de Hidrografia

BASE CARTOGRÁFICA VETORIAL



Controle e estudos de Hidrografia

Base Cartográfica vetorial+ Ortofoto

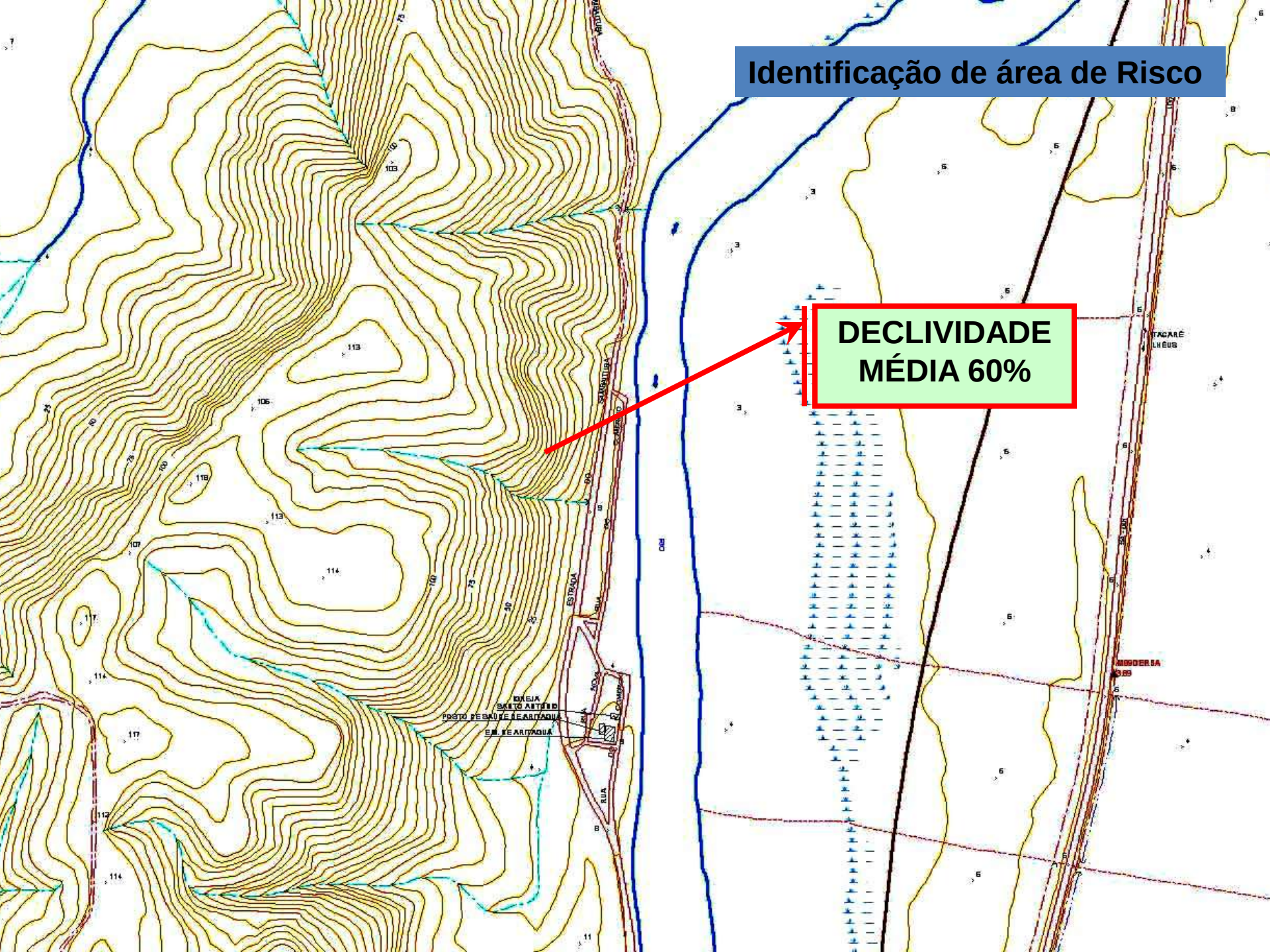


Controle e estudos de Hidrografia

Base Cartográfica vetorial+ Ortofoto

Identificação de
área de Risco

Identificação de área de Risco



Identificação de área de Risco
DECLIVIDADE
MÉDIA 60%

- Geologia

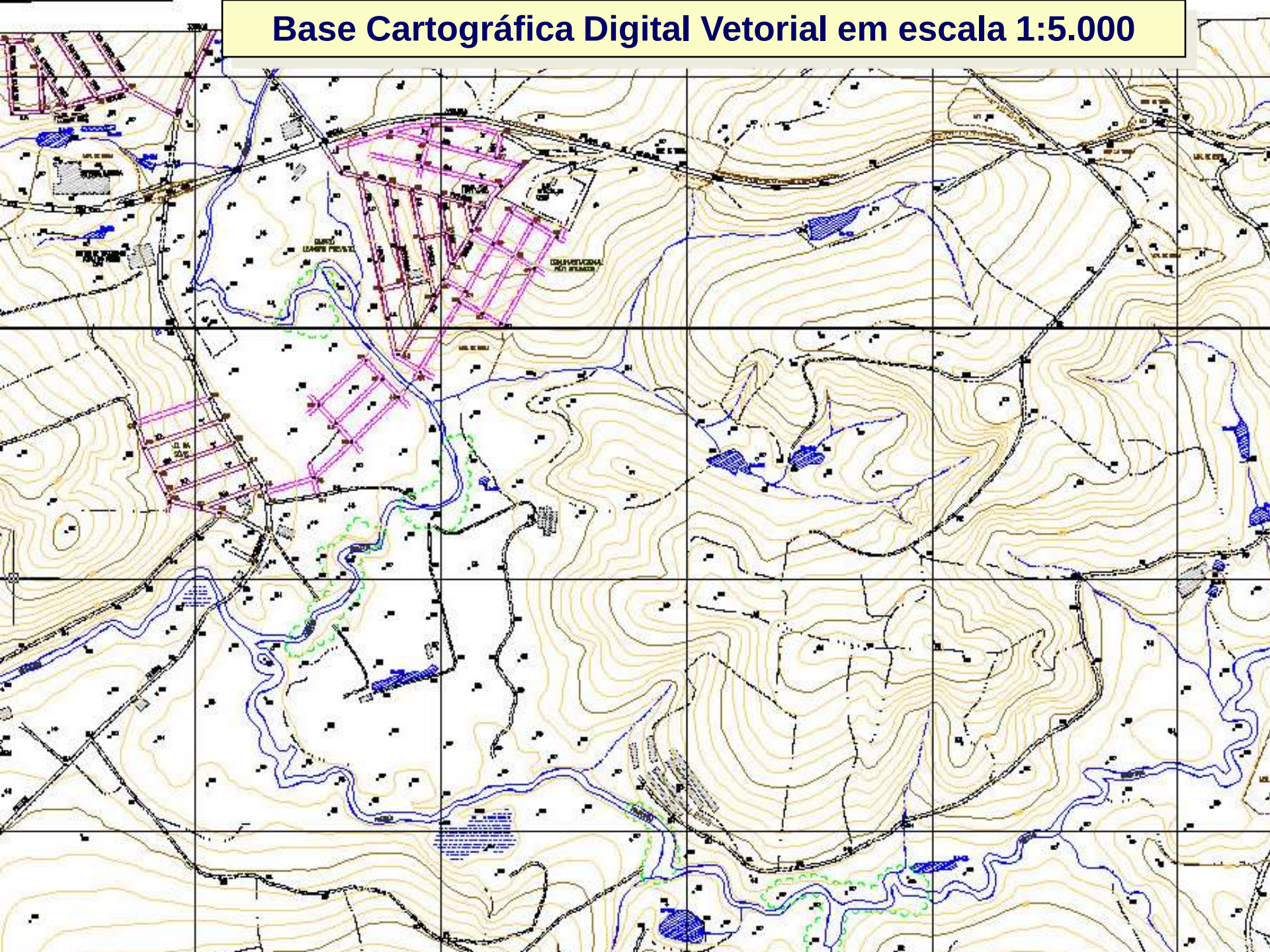
- Uso do Solo /
  Vegetação Natural
- Coberturas Inconsolidadas
- Declividade
- Zoneamento Geotécnico

Plano Diretor

Ortofotocarta utilizada para estudo e desenvolvimento do Plano diretor

Ortofoto em escala 1:5.000

Base Cartográfica Digital Vetorial em escala 1:5.000



- Todas as aplicações aqui apresentadas, no âmbito rural do município, nos permite elaborar Estudos do Zoneamento Econômico e Ecológico para aplicação na gestão de uma região ou projeto.
- Estas são algumas aplicações que sem o conhecimento sobre território não poderemos atingir objetivos de melhoramentos e modernização da gestão e projetos funcionais e básicos.

VETOR E IMAGEM PARA PROJETOS EXECUTIVOS E CADASTRO

Representação Básica

- Cobertura aerofotogramétrica com GSD de 10 ou 8 cm
- Rede de referencia cadastral Rural
- Geração de base cartográfica
  - Escala 1:1.000
  - Representação vetorial Básica:
    - Sistema viário até alinhamento predial
    - Sistema hidrográfico
    - Detalhes planimétricos em áreas urbanas
      - Postes
      - Arvores
      - Obras de arte
        - » Pontes, passarelas
      - Praças
    - Curvas de nível com equidistância de 1 m
  - Ortofotocarta
    - Altimetria
      - Geração de MDT 3 m

Aplicação desta informação do território

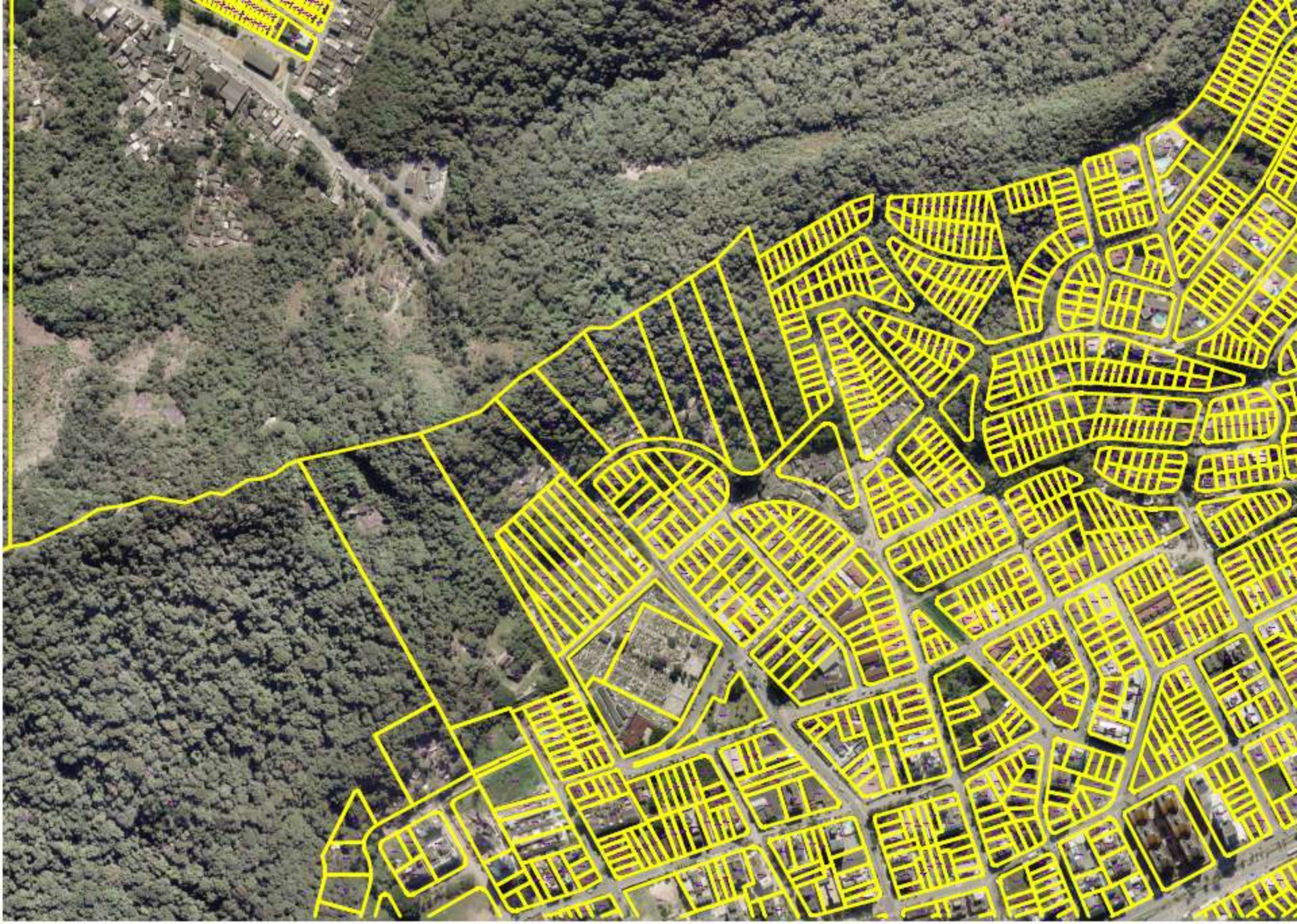
- **Base para projetos executivos.**
- **Base para registro de ocupação do território.**
- **Base para cadastro de redes subterrâneas de qualquer natureza.**

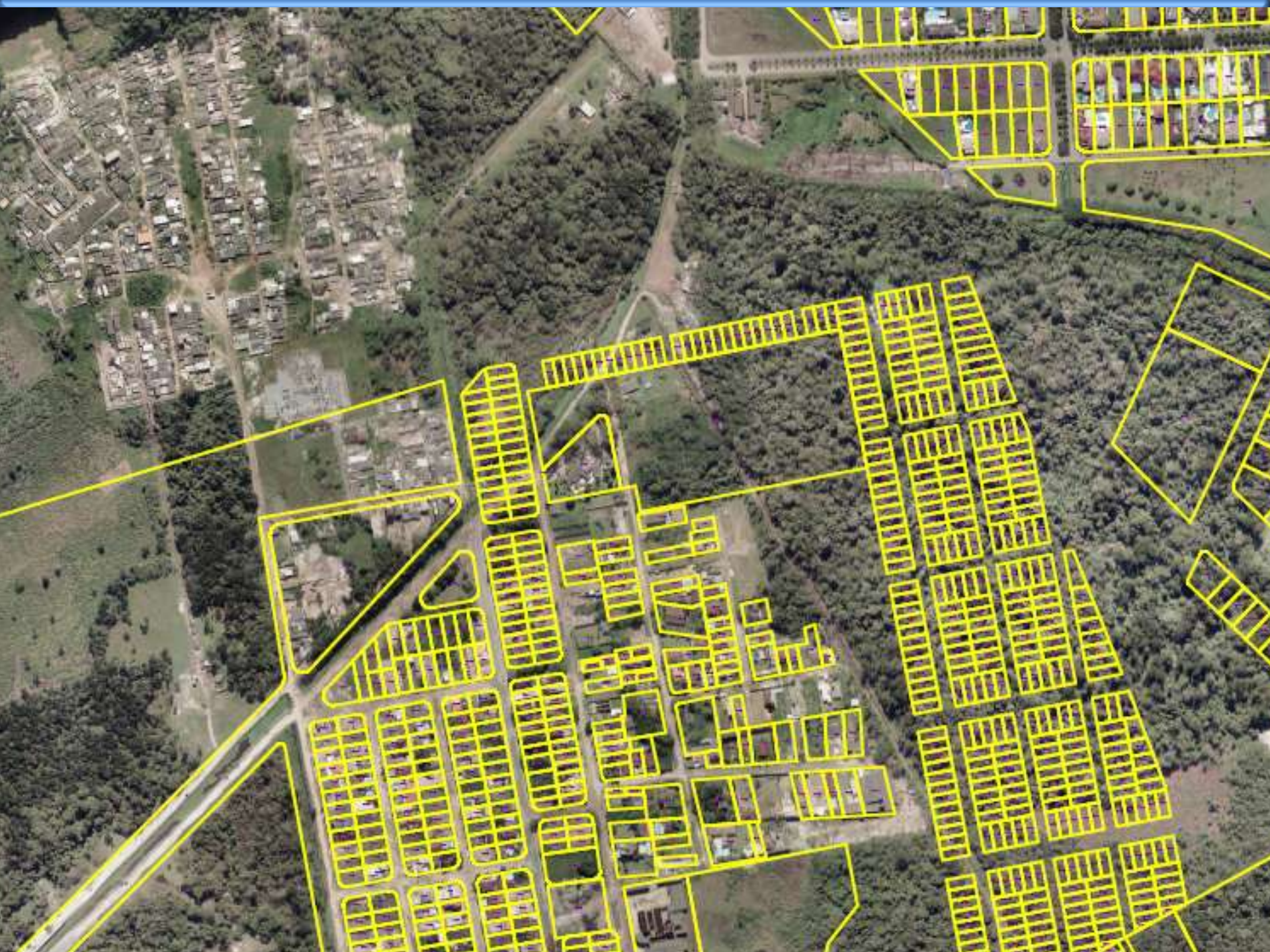
- **Cadastro urbano**
  - **Imobiliário e fiscal (IPTU)**
  - **prestadores de serviços (ISS)**
  - **anúncios e publicidades**
  - **planta de valores genéricos**

Controle ocupação de mananciais

Controle de áreas de ocupação irregular

Cidade Real X Cidade Legal





Ortofotocartas
na escala 1:1.000

BASE VETORIAL
E
ORTOFOTOCARTA

DETALHE

AVENIDA
TORQUATO
RUA
TRAVESSA
DONA
EUGÊNIA
511.5
RUA
DOUTOR
JOÃO
515.3
515.5
RUA
PADRE
LOPES
506.3
SÃO DIMAS

Ortofotocarta
Cadastro Técnico e Desapropriações

Ortofotocarta escala 1:1.000

- Imagem de 10 cm de GSD.
- Apoio Foto.
- Geração de DSM por correlação de imagens.

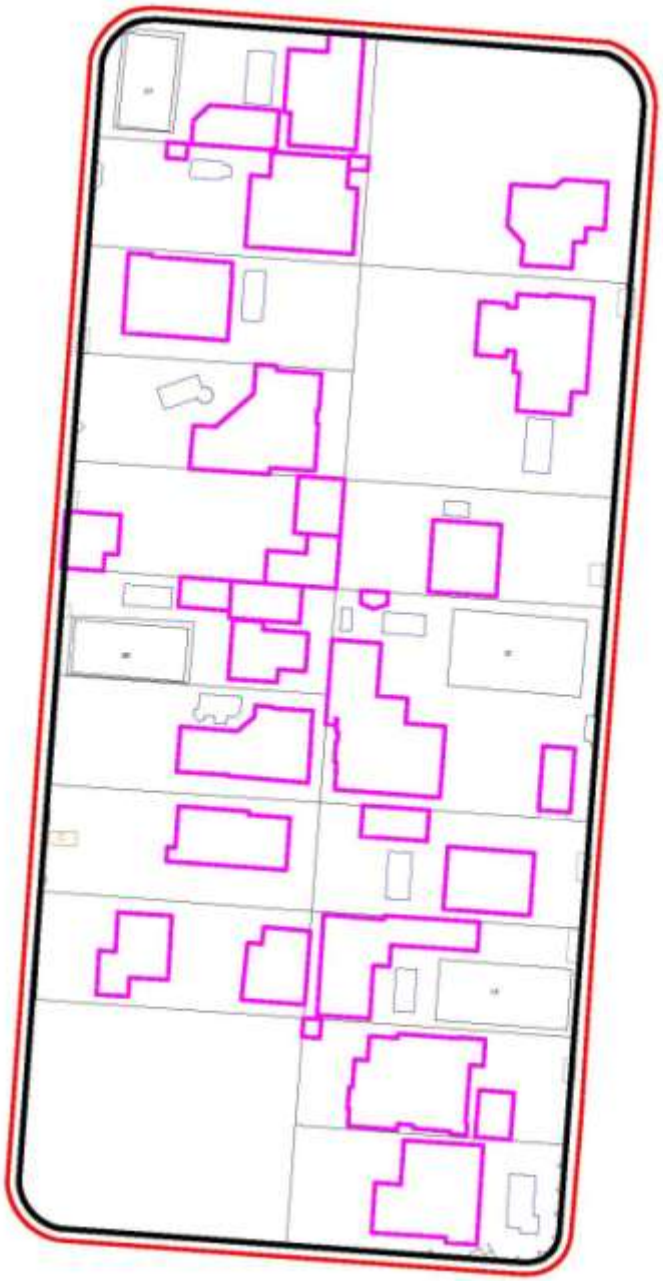
Ortofoto e a revisão cadastral

- Foto quadra espacializada

Planta quadra

Planta quadra sobre ortofoto

Planta quadra



Planta quadra sobre ortofoto

Ortofoto identificando invasores

Ilha Comprida – São Paulo

SENSORIAMENTO REMOTO EM ÁREAS ESPECIAIS

Loteamento irregulares

Invasões

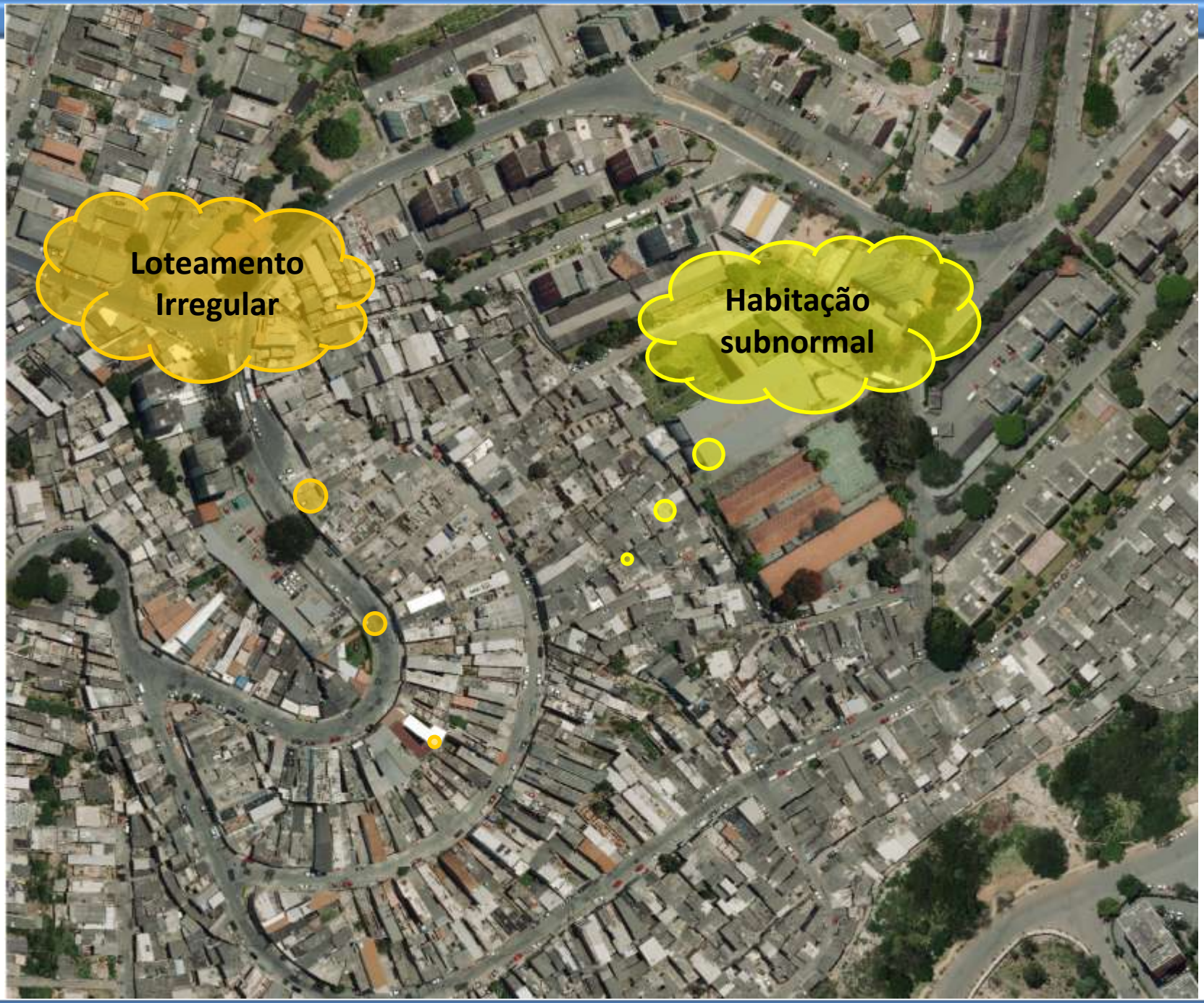
Habitações Subnormais (Favelas)

Escala 1:500 ou maiores

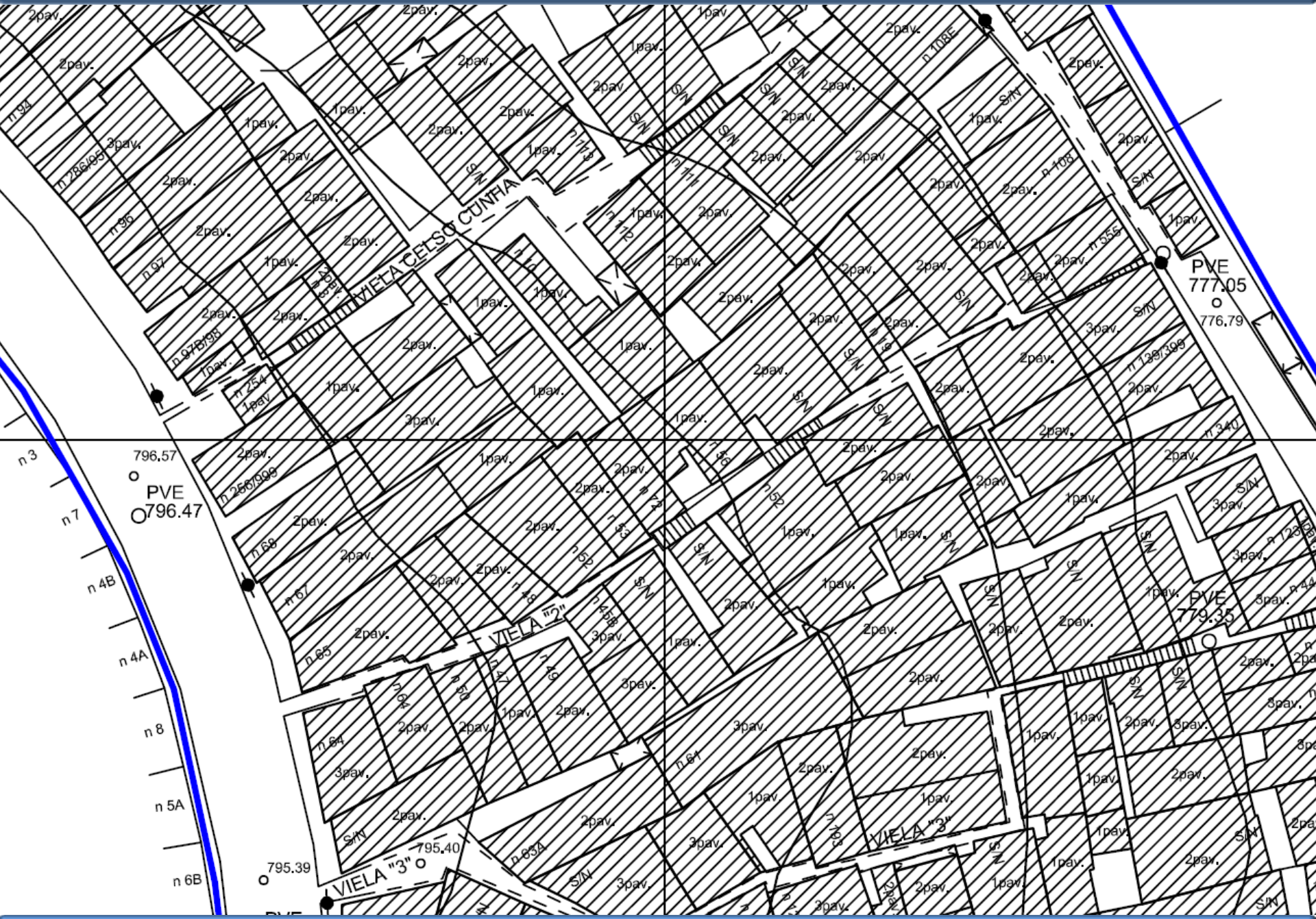
Planialtimetrico cadastral completo

Ortofotos digitais e bases cartográficas cadastral completa no cadastro de área de ocupação irregular

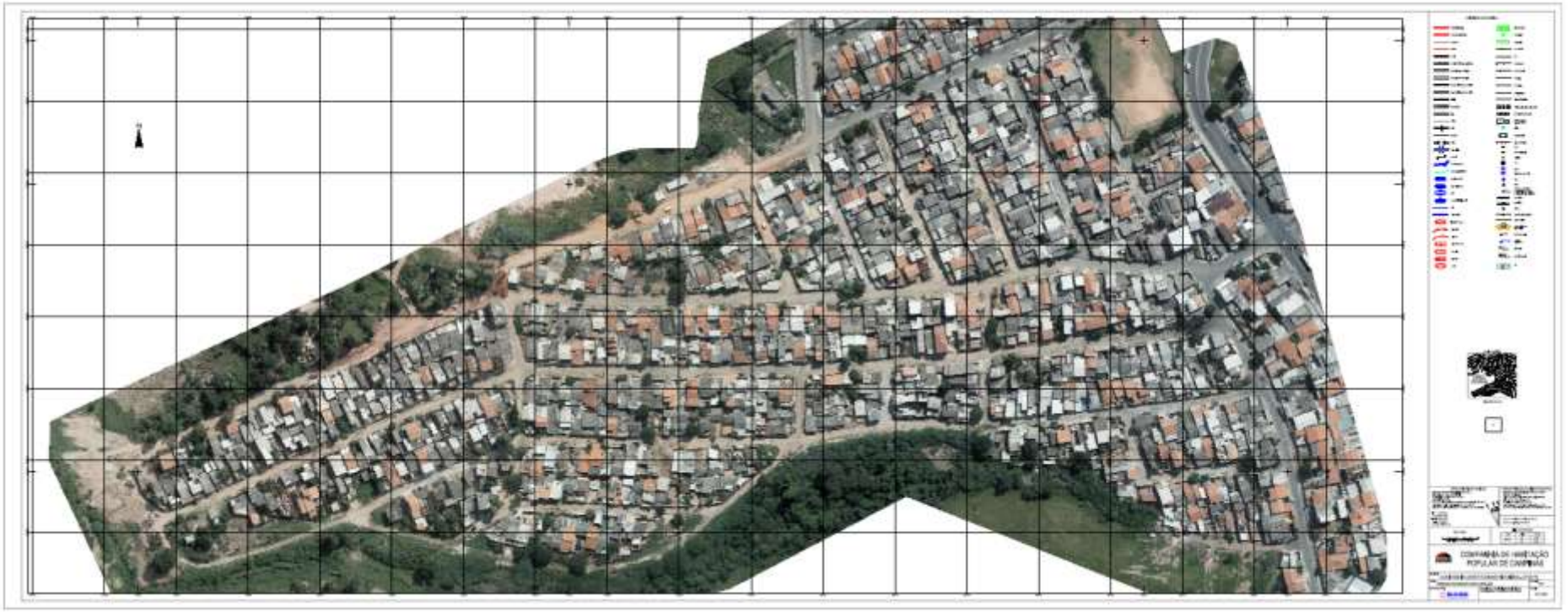
Registro da ocupação na data da tomada de imagens evitando novos invasores


Loteamento
Irregular
Habitação
subnormal

Reurbanização


VIELA CELSO CUNHA
VIELA "2"
VIELA "3"
PVE
777.05
776.79
PVE
779.35
PVE
796.47
796.57
795.39
795.40
n 3
n 7
n 4B
n 4A
n 8
n 5A
n 6B
n 94
n 286/95
n 96
n 97
n 97B/98
n 254
n 256/999
n 68
n 67
n 65
n 64
n 63A
n 61
n 52
n 53
n 48
n 49
n 47
n 50
n 108E
n 108
n 555
n 139/399
n 340
n 123
n 44
n 193
n 112
n 111
n 113
n 10
n 19
n 56
n 74
n 45B
n 46
S/N
1pav.
2pav.
3pav.

REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA



REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA

644.23
RUA OZIEL ALVES PEREIRA
PVE
651.53
647.20
644.37
RUA ERNESTO CHE GUEVARA
641.39
RUA LOURIVAL ROZANI ANA
TRAV. ABÍLIO ALVES RABELO
636.
637.53
PVE
637.77
RUA ANTÔNIO COSTA DIAS
633.92

Reflexão

Custo Benefício X Custo Malefício
Irineu Idoeta

- A informação atualizada do território, bem representada, é um investimento.
- Devemo-nos perguntar quanto custa não ter essa informação de forma correta, e, não quanto custa obtê-la.
- Essa informação do território bem representada é o alicerce para as atividades de engenharia do projeto funcional ao executivo até o Cadastro Técnico e implantação de um Sistema de Informação Geográfica (SIG)

Agradeço a Todos pela Atenção

Esse é um pedacinho do Universo da aplicação das técnicas de representação do território e sua aplicação na engenharia.

Espero ter conseguido transmitir a vocês um pouco deste Universo.

Fatima Alves Tostes
fatima@baseaerofoto.com.br
tostes.fatima@gmail.com

As imagens de alta resolução aqui utilizadas foram cedidas pela

BASE
aerofotogrametria e projetos s.a.