



○ Terreno Fala: Como Ler o Relevo com Olhos de Engenheiro

Augusto Uchôa



Trilha

1. Provocação/exemplo real

2. Pontos cotados

3. Curvas de nível

4. Perfil e seção

5. MDT/MDS

6. Declividade

7. Volumetria

8. Feições topológicas

9. Produtos Altimétricos (prática)

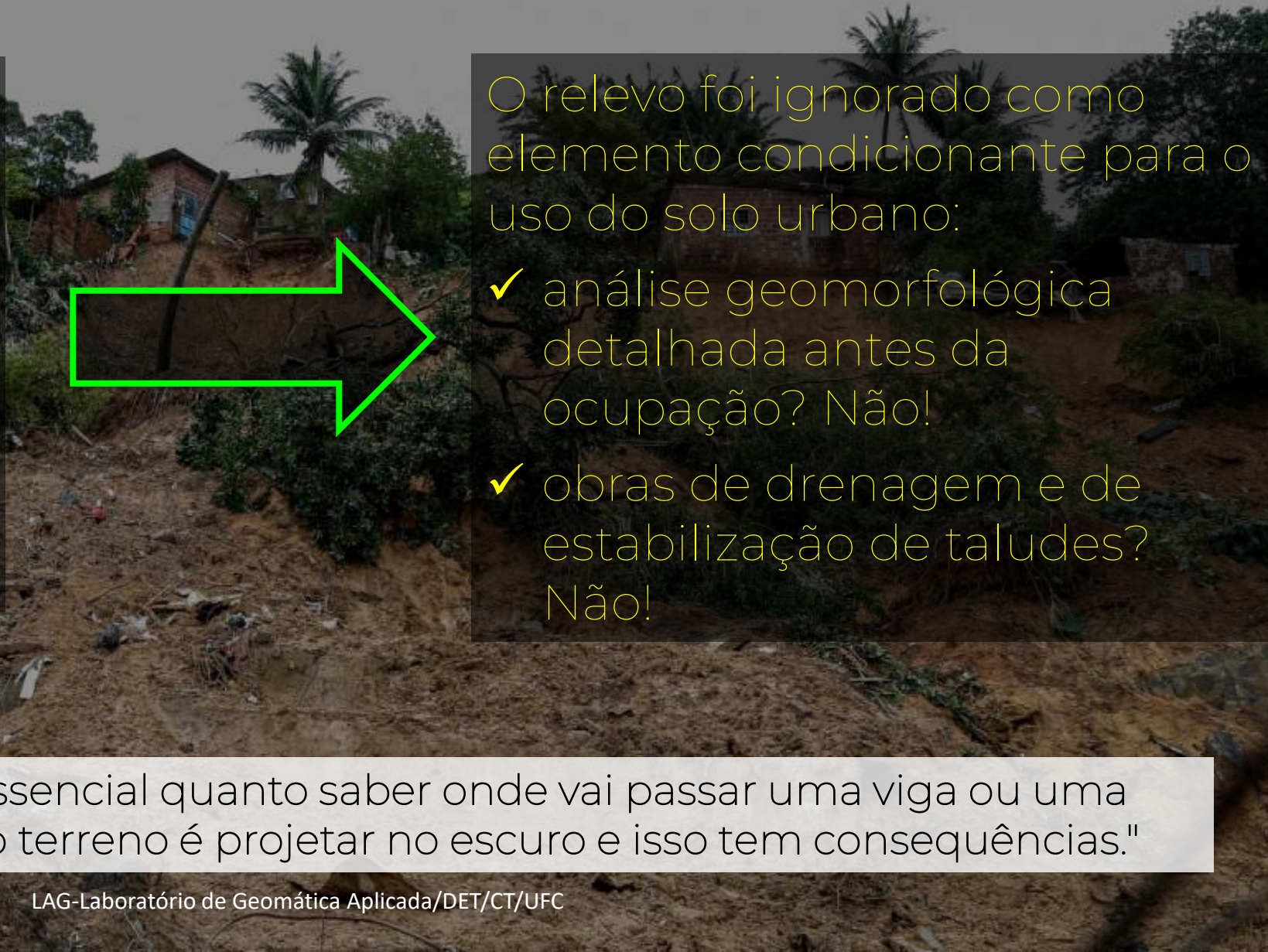


Provocação

Se tu precisasses construir uma casa, um edifício, uma Estrada, uma ponte, uma represa, uma cidade ou qualquer outra obra de engenharia, por onde começaria: pelo projeto ou pelo terreno?

Jardim Monte Verde – Recife, em maio de 2022:

Ocupação desordenada, área de encosta, forte declividade, solo instável e ausência de contenções. Chuvas intensas provocaram deslizamentos de terra que soterraram casas e mataram 48 de pessoas.

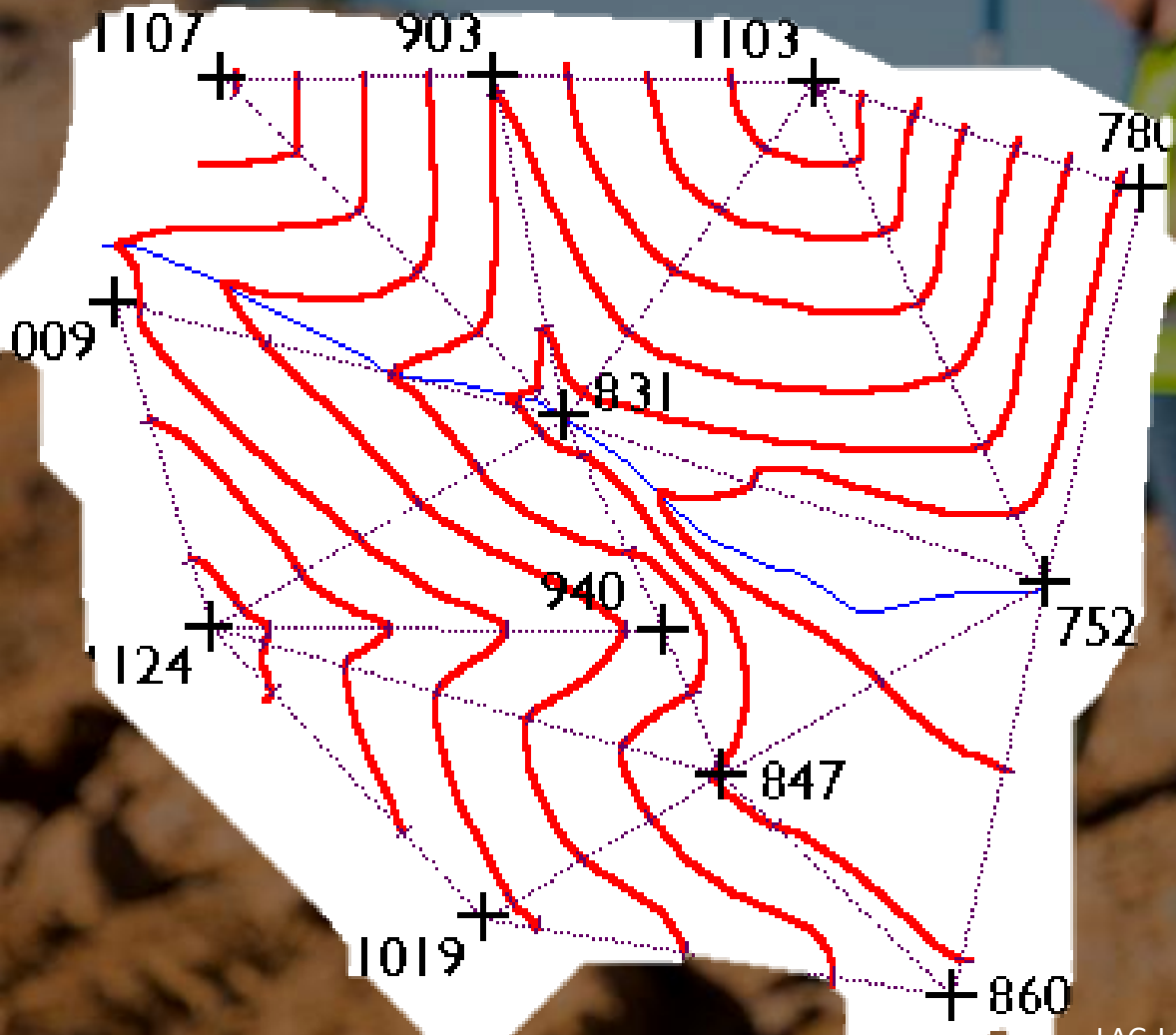


O relevo foi ignorado como elemento condicionante para o uso do solo urbano:

- ✓ análise geomorfológica detalhada antes da ocupação? Não!
- ✓ obras de drenagem e de estabilização de taludes? Não!

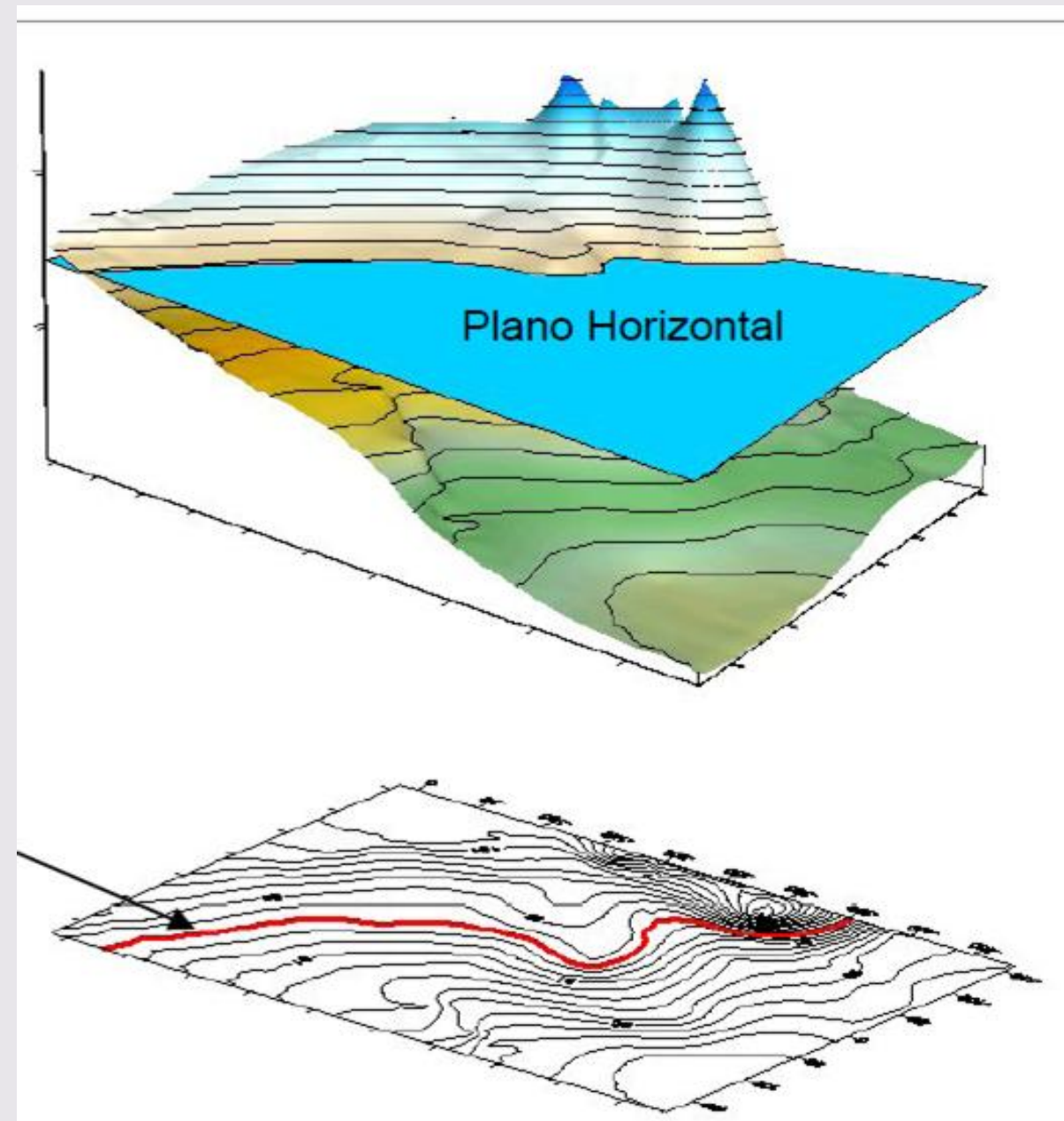
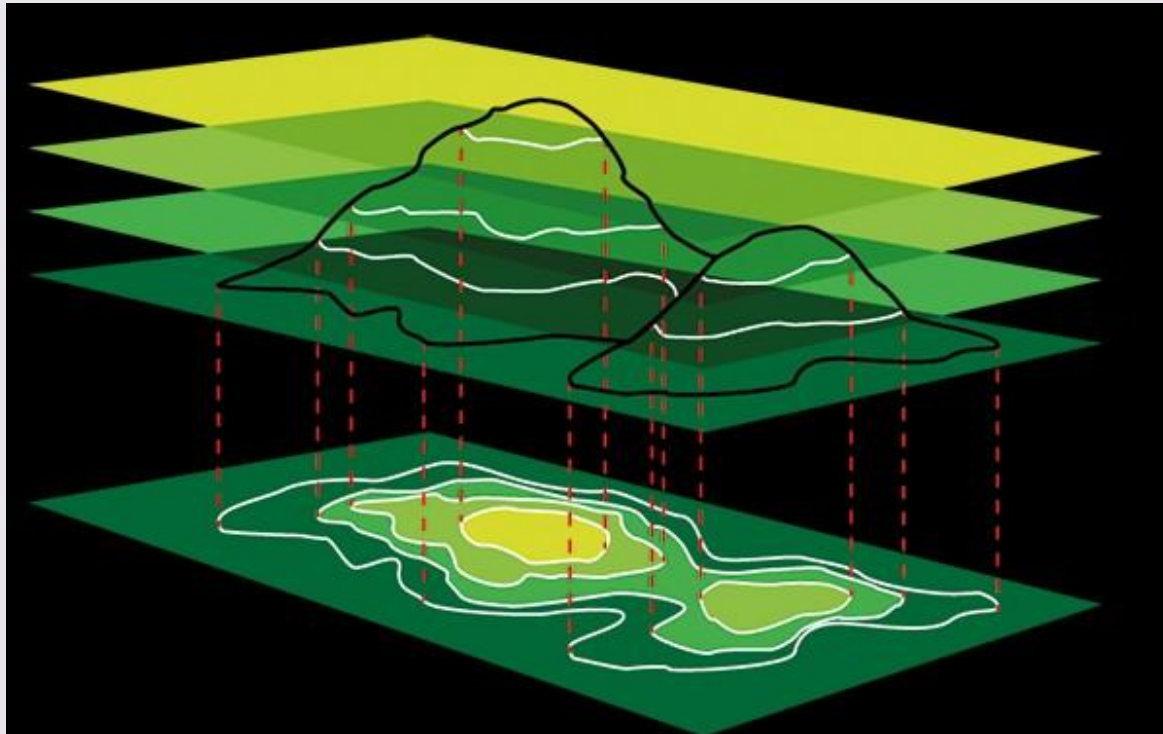
"Entender o relevo é tão essencial quanto saber onde vai passar uma viga ou uma tubulação. Desconsiderar o terreno é projetar no escuro e isso tem consequências."

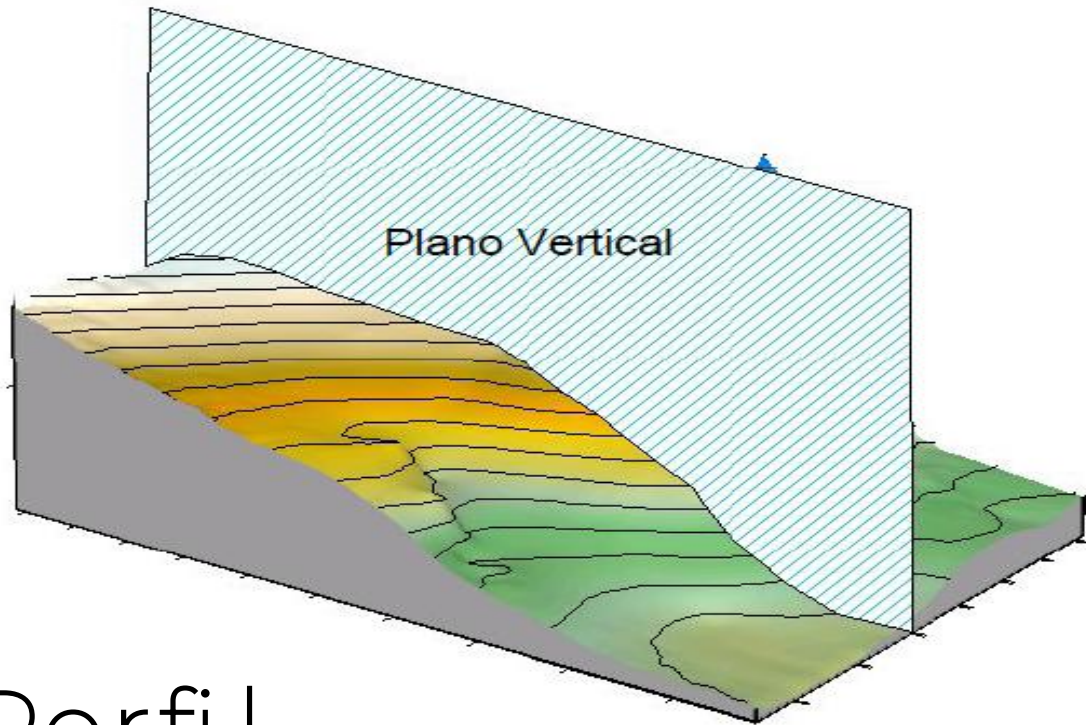
Representação altimétrica em Pontos Cotados



Use nivelamento
geométrico,
trigonométrico e
se possível,
implante pontos
'GNSS' no terreno
(máximos,
mínimos e
apoios)

Curvas de nível

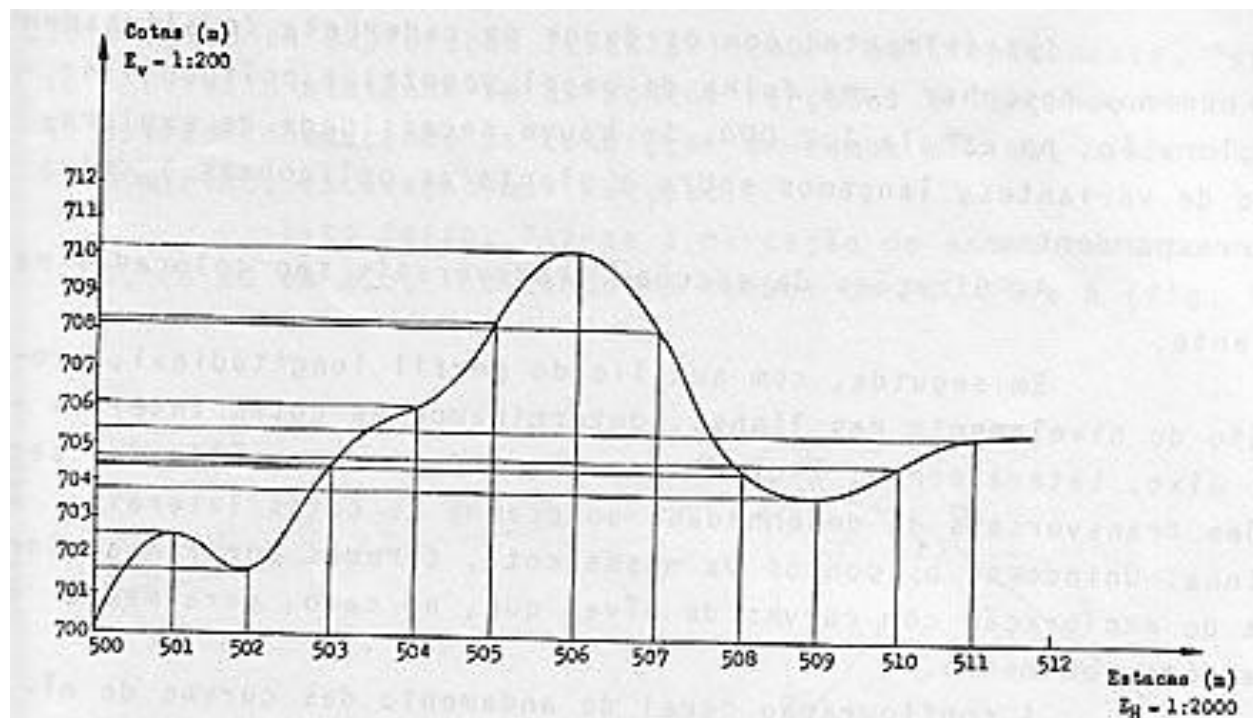




Perfil Longitudinal

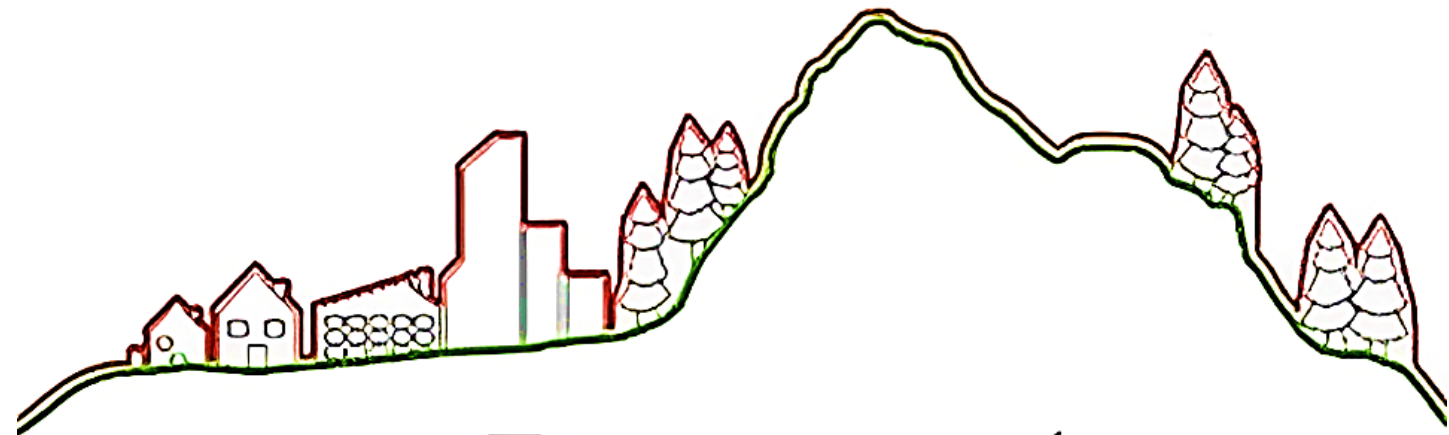
É uma representação gráfica que mostra, em corte lateral, como o terreno sobe e desce ao longo de uma linha reta ou curva no solo.

- revela a **variação da altitude** ao longo de um caminho, como uma estrada, um canal ou uma tubulação, ajudando o engenheiro a entender os desníveis e planejar rampas, cortes, aterros ou drenagens
- Exagero vertical escalas

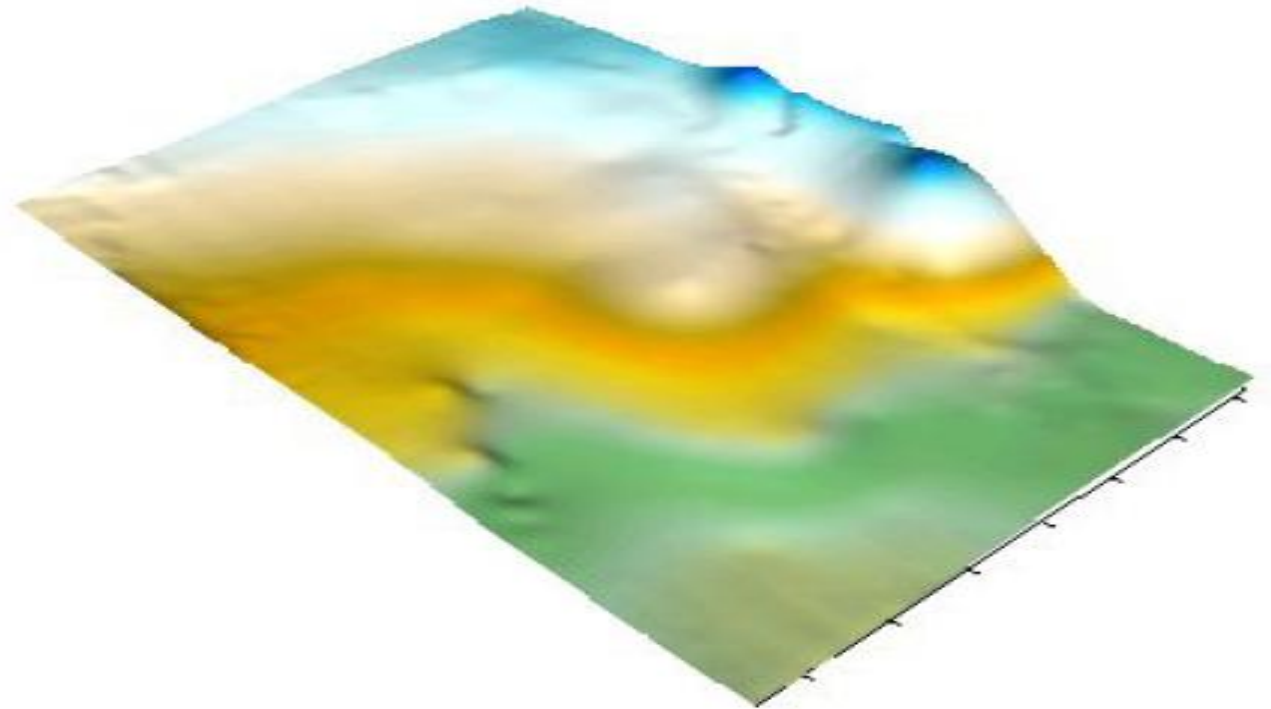


MDT / MDS

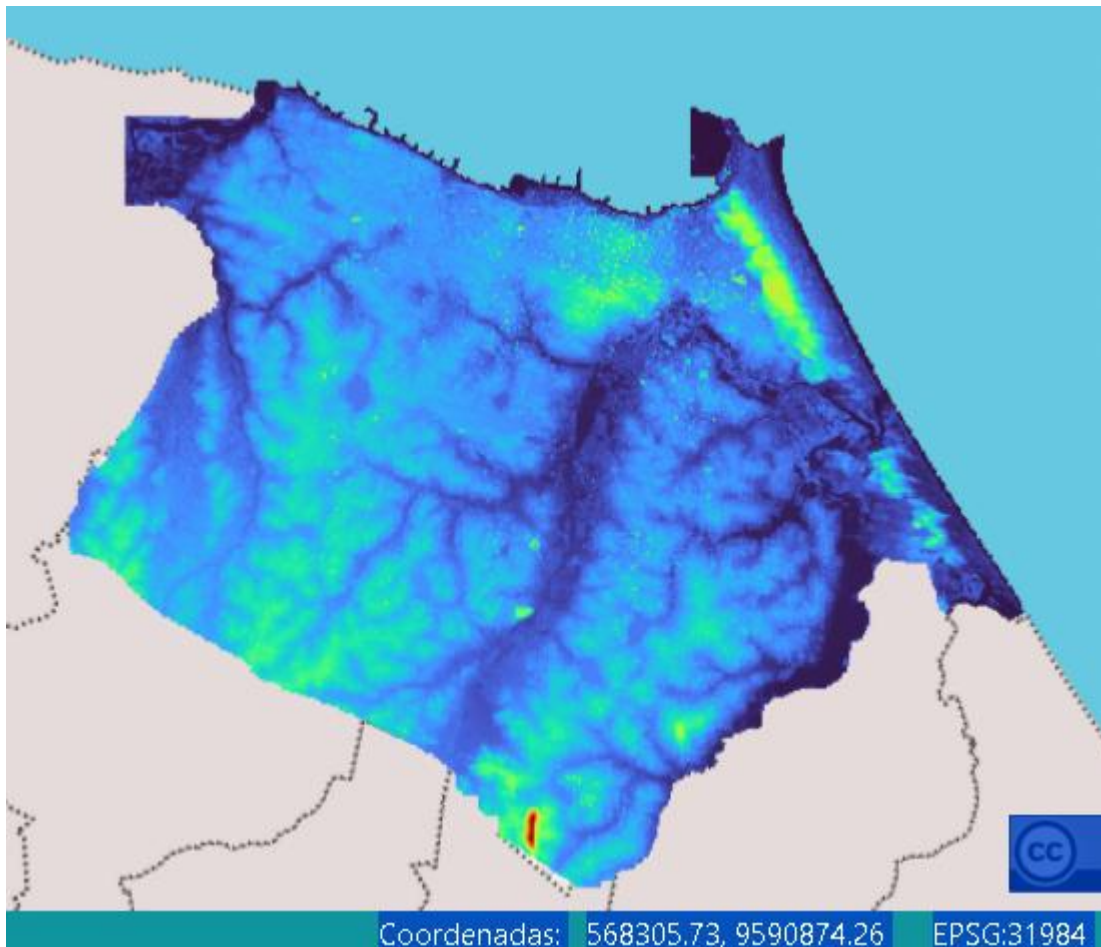
- Modelo Digital de Superfície – MDS: mede a altura da superfície considerando as estruturas acima do solo
- Modelo Digital do Terreno – MDT: considera apenas o nível do solo, excluindo os demais elementos que compõem a paisagem



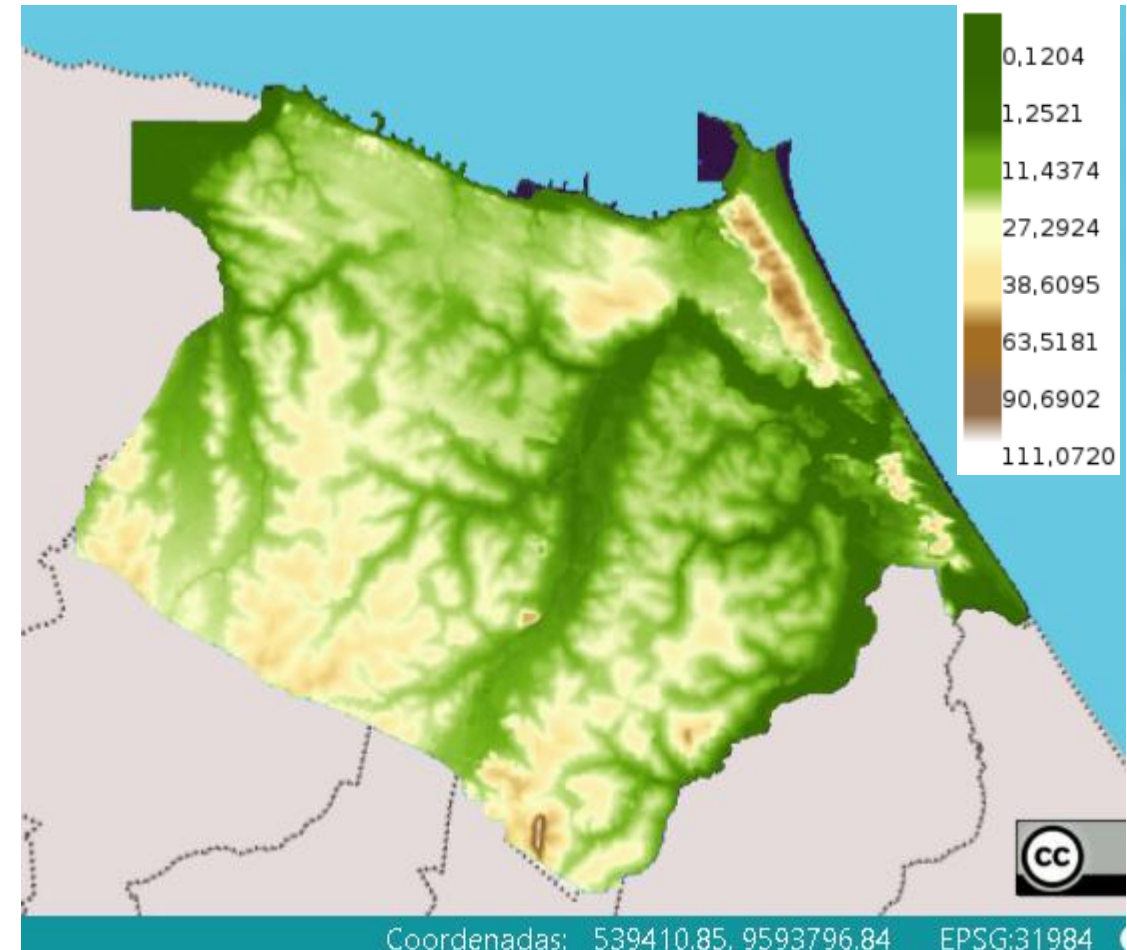
 **MODELO DIGITAL DE SUPERFÍCIE - MDS**
 **MODELO DIGITAL DE TERRENO - MDT**



MDS- Fortaleza 2016



MDT- Fortaleza 2016



Declividade

Indicador de Inclinação do terreno:

- Aclive (subida → +)
- Declive (descida → -)

$$d(\%) = \frac{DN}{DH} \cdot 100$$

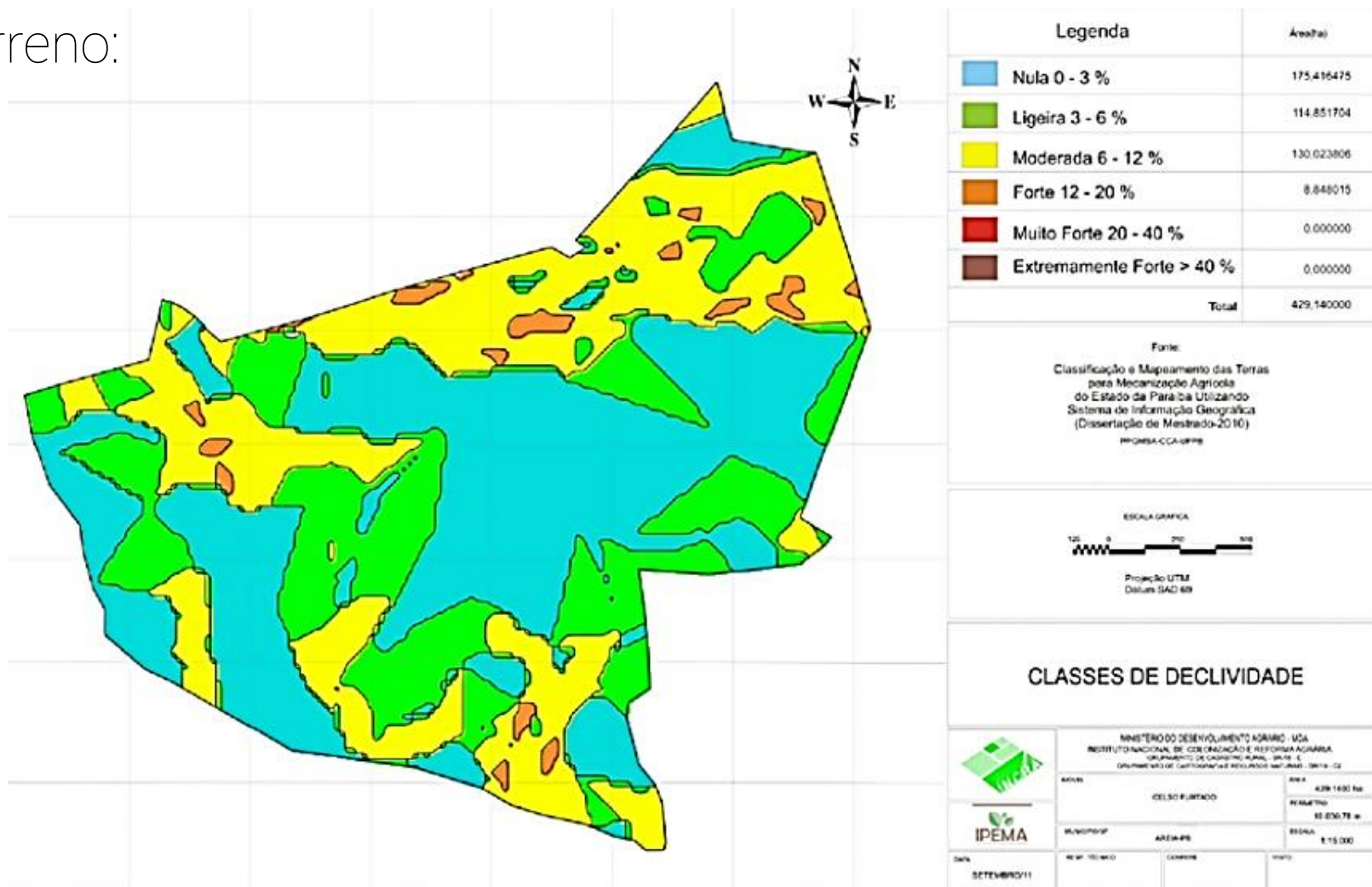
$$d^\circ = \text{arc.tg}\left(\frac{DN}{DH}\right)$$

Onde:

DN= Diferença de nível

DH= Distância horizontal

Assentamento Celso Furtado
município de Quedas do Iguaçu/PR.



Classificação Geral de Declividades

Embrapa, IBAMA, instituições ambientais, e técnicos estaduais adotam amplamente a seguinte classificação:

Classe	Declividade (%)	Declividade (°)	Interpretação
A	0–3	0–1,7°	Terrenos planos a suaves; ideais para construção e agricultura mecanizada
B	3–6	1,7–3,4°	Suaves ondulações; pouca restrição para urbanização e agricultura
C	6–12	3,4–6,8°	Ondulados; restrições moderadas; cuidados de drenagem e controle de erosão
D	12–20	6,8–11,3°	Forte ondulação; limitações significativas para construção e agricultura mecanizada
E	20–40	11,3–21,8°	Muito forte ondulação; elevado risco erosivo, adequado apenas com obras especiais
F	> 40	> 21,8°	Extremamente íngreme; não recomendada ocupação urbana ou agrícola, exceto com técnicas especiais

Para fins de projetos de Estradas:

Região	Critério Adotado
Plana	declividades até 8%
Ondulada	declividades entre 8 e 20%
Montanhosa	declividades maiores do que 20%
Escarpada	declividades bem superiores a 20%

Norma para o Projeto das Estradas de Rodagem- DENIT, 1973

Exemplo:

Estaca PI1=20+15,80m; cota PI1 = 24,50 m

Estaca PI2=41+12,55m; cota PI2 = 75,90 m

Calcule a declividade do terreno natural e classifique a região topográfica.

Volume de Terraplenagem

Processo vital em engenharia civil, visa estimar o volume de solo necessário para preencher ou escavar uma determinada área de terreno

Equação Prismoidal Simples (para seções transversais regulares):

$$\text{Volume de Terraplenagem} = (A1 + 4M + A2) * L/6$$

Método da área final (para seções irregulares):

$$\text{Volume de Terraplenagem} = (A1 + A2) * L/2,$$

onde:

A1 = área da primeira seção

A2 = área da última seção

M = a soma das áreas das seções intermédias (excluindo a primeira e a última)

L = distância entre a primeira e a última seções transversais.

O cálculo baseia-se nos princípios de [Prismoidal](#) e equações do Método da Área Final. Esses métodos são usados para aproximar o volume de terraplenagem quando as seções transversais são regulares ou irregulares.



Exemplo prático

Considere um exemplo onde a área da primeira seção (A1) é de 10 m², a área da última seção (A2) é de 20 m², a soma das áreas intermediárias (M) é de 50 m²., e a distância entre a primeira e a última seção (L) é de 30m.

$$\text{Volume final de Terraplenagem} = (A1 + A2) * L/2$$

$$\text{Volume final de Terraplenagem} = (10 + 20) * 30/2 = 450 \text{ m}^3$$

Contudo, tenha em mente que:

- 1. Uma coisa é escavar, outra é transportar**
(Planejamento de transporte e depósito de solo escavado ("Bota fora"))
- 2. Impacta diretamente no orçamento da obra**
(movimentação de terra, custo de transporte e outros).

Taxa de Empolamento

Quando o solo está **compactado no terreno**, seus grãos estão organizados e ocupam **menos espaço**. Ao ser **escavado** (por exemplo, com uma pá, escavadeira ou retroescavadeira), ele se **expande**, porque o ar preenche os espaços entre os grãos, resultando em **maior volume**.

E nós com isso?

Ora, no exemplo anterior, embora o volume a ser escavado tenha resultado em **450m³**, e considerando por exemplo, uma taxa de empolamento do solo local = **15%**, o volume a ser transportado será de fato = **517,5 m³**

$$\text{Taxa de Empolamento (\%)} = \left(\frac{V_{\text{solto}} - V_{\text{natural}}}{V_{\text{natural}}} \right) \times 100$$

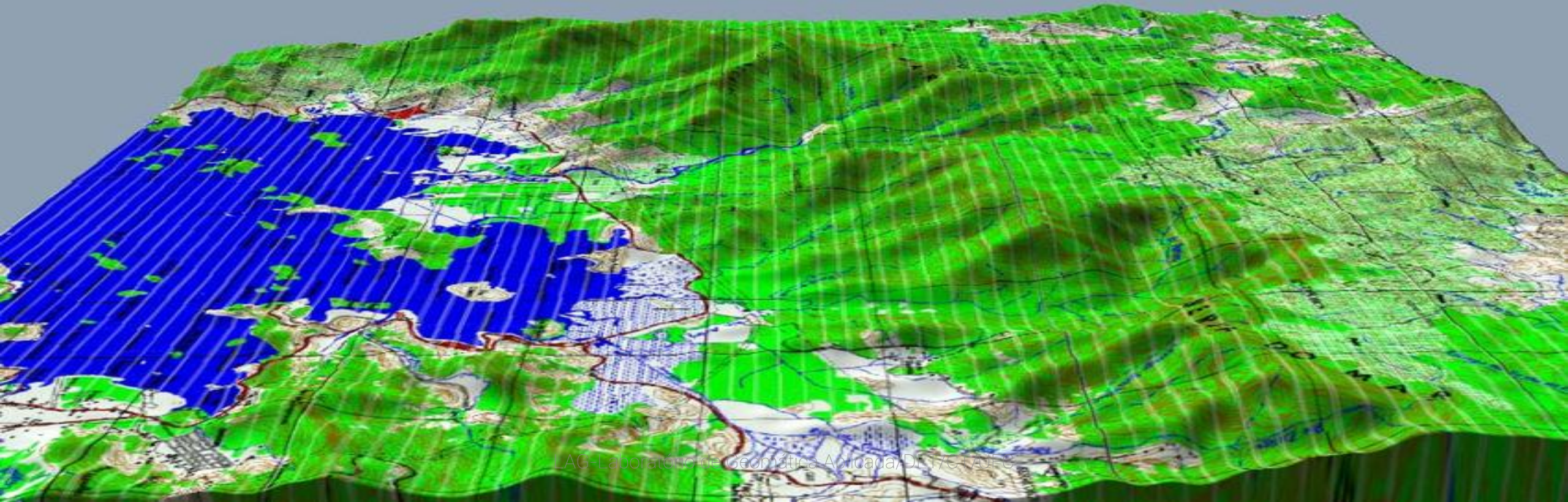
- V_{natural} = volume do solo no estado natural (antes da escavação)
- V_{solto} = volume do solo após a escavação (estado solto)

Tipo de solo	Taxa de empolamento (%)
Areia seca	10% a 30%
Argila	25% a 50%
Silte	15% a 40%
Solo muito compacto	até 60% ou mais
Rochas (fragmentadas)	65% a 75%

É o estudo das relações espaciais e de conectividade entre os elementos do terreno, independentemente de medidas exatas de distância ou ângulos.

Topologia

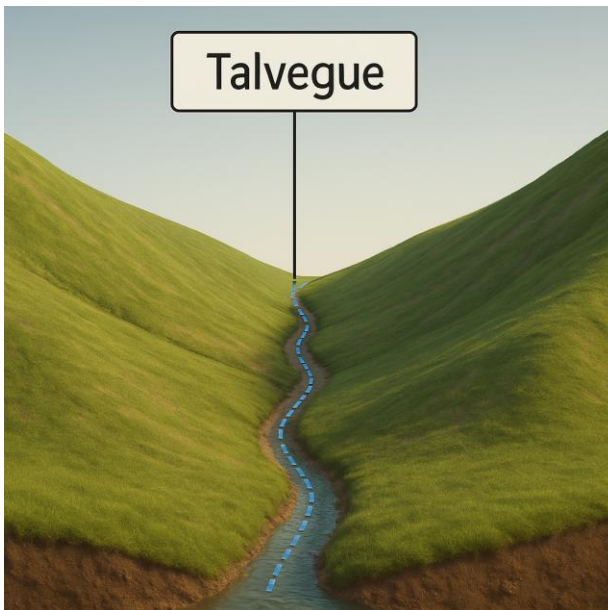
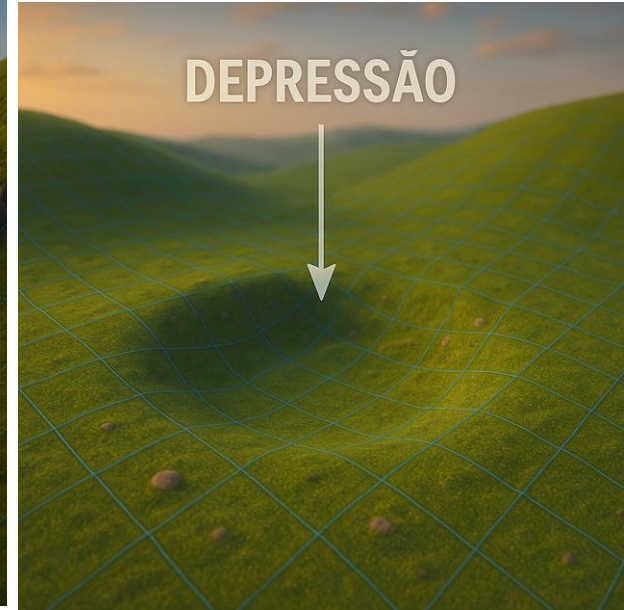
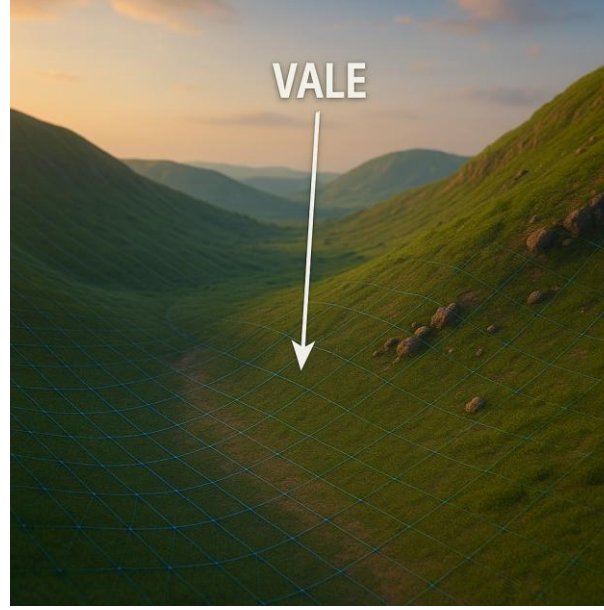
Na topografia, topologia **não trata da geometria (formas ou tamanhos exatos)**, mas da **estrutura relacional** das feições geográficas e do relevo.



Feições Topológicas “Naturais” NBR 13133/21

Feição	Descrição Técnica / Função segundo a norma
Talvegue	Linha que une os pontos de menor cota dentro de um vale. Indicada graficamente por curvas de nível em "V" voltadas para montante.
Divisor de águas	Linha que separa duas bacias de drenagem; corresponde ao ponto mais alto entre talvegues. Representado por curvas de nível em "V" voltadas para jusante.
Vale	Depressão alongada associada ao escoamento superficial; indicada pela configuração das curvas de nível próximas e fechadas apontando para montante.
Cume	Ponto mais alto de uma elevação local, identificado por curvas de nível concêntricas fechadas.
Encosta (Vertente)	Superfície inclinada entre topo e fundo de vale; indicada pela densidade e orientação das curvas de nível.
Depressão	Área de cota mais baixa em relação ao entorno; representada por curvas de nível fechadas com cotas decrescentes para o centro.

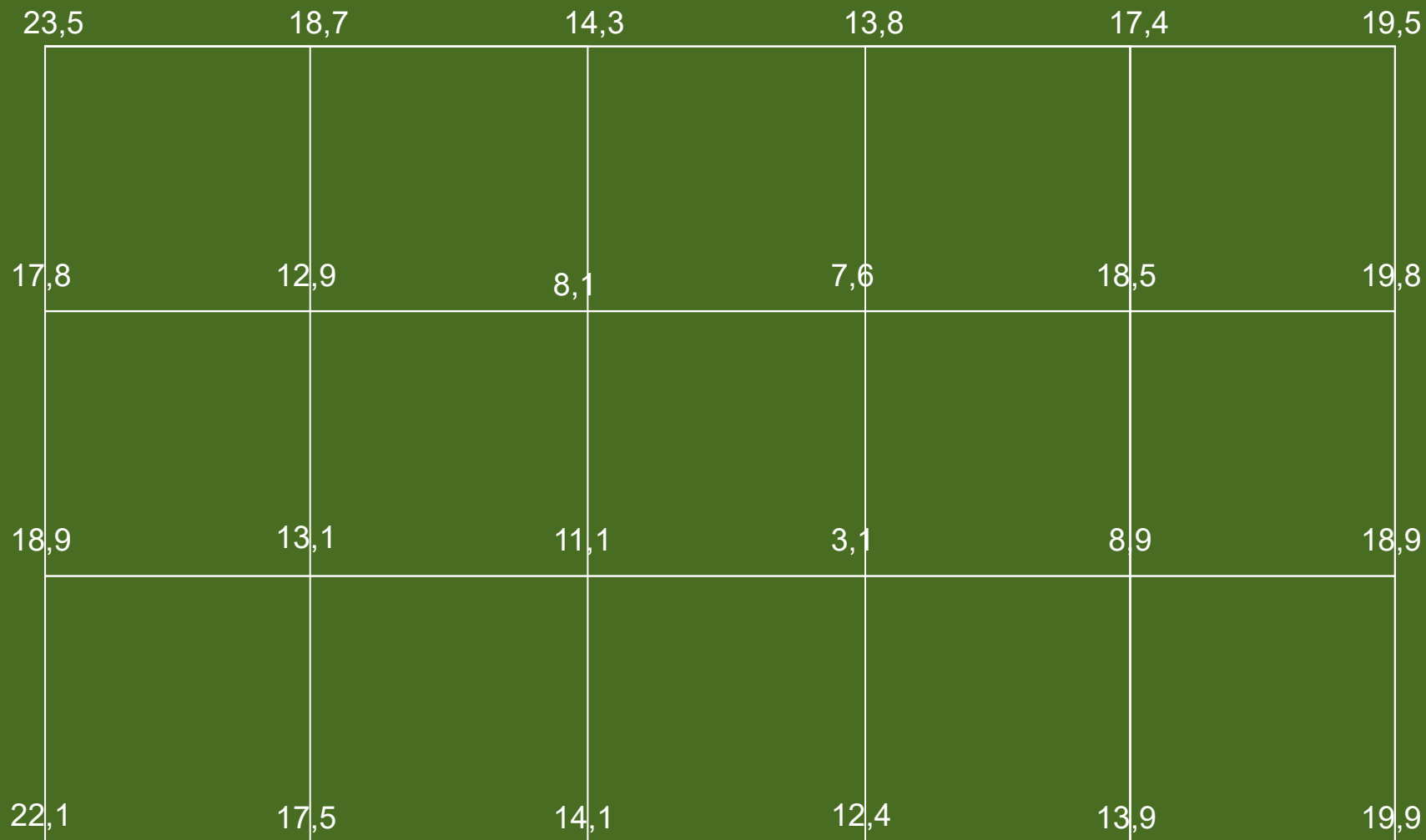
Identificação das feições na Paisagem



- Todo espigão pode ser um divisor de águas, mas nem todo divisor de águas é um espigão.
- Divisor de águas é uma função hidrográfica.
- Espigão é uma forma geomorfológica.

Exercício Manual

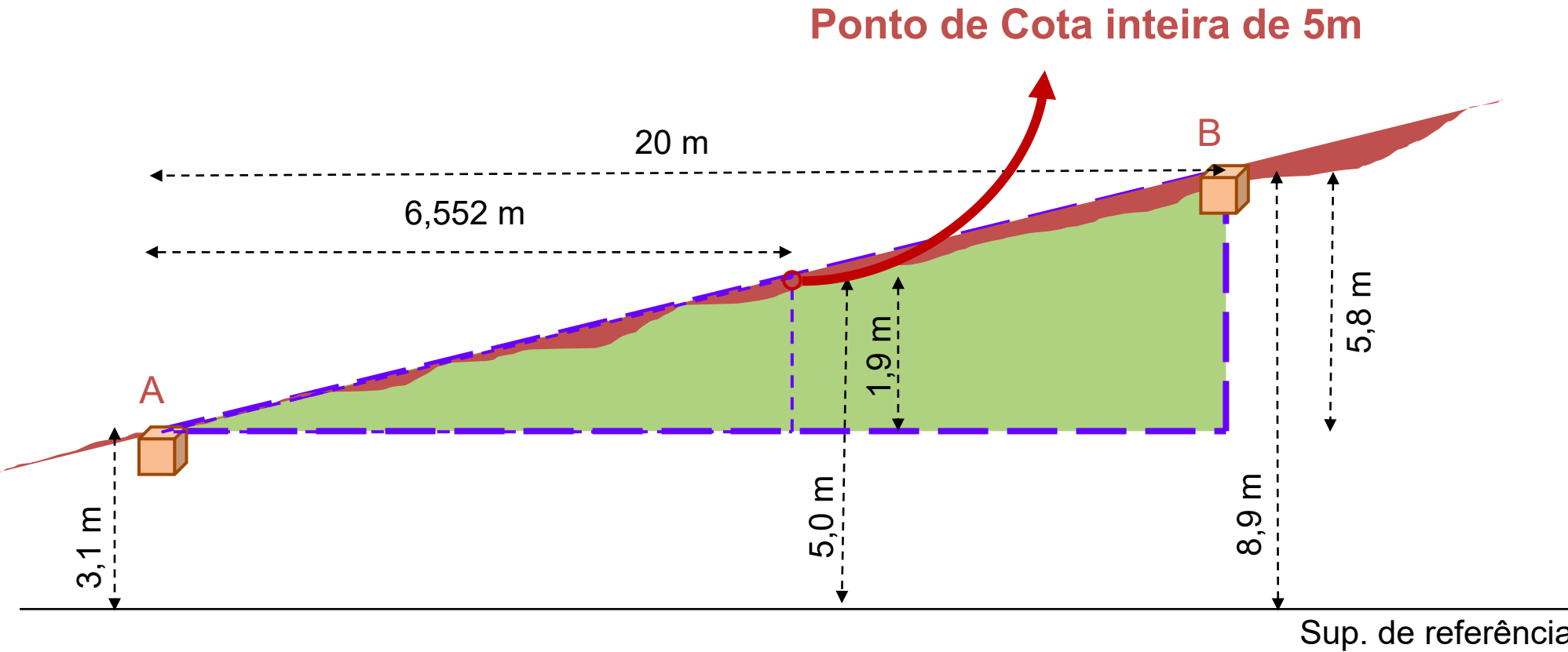
Realizou-se um levantamento topográfico em um lote urbano, quadriculou-se o terreno e o resultado encontra-se na planta de pontos cotados abaixo, pede-se desenhar as curvas de nível no referido lote com planos de equidistância de 5 metros e escala 1/400 em um papel milimetrado em formato A4



Interpolação

Consiste em determinar, entre dois pontos de cotas fracionárias, o ponto de cota cheia ou inteira e múltiplo da equidistância vertical.

Ex.: seja $c(A) = 3,1\text{m}$, $c(B) = 8,9\text{m}$ e $DHAB = 20,0\text{m}$.
Determine o ponto de cota inteira entre A e B e sua localização.



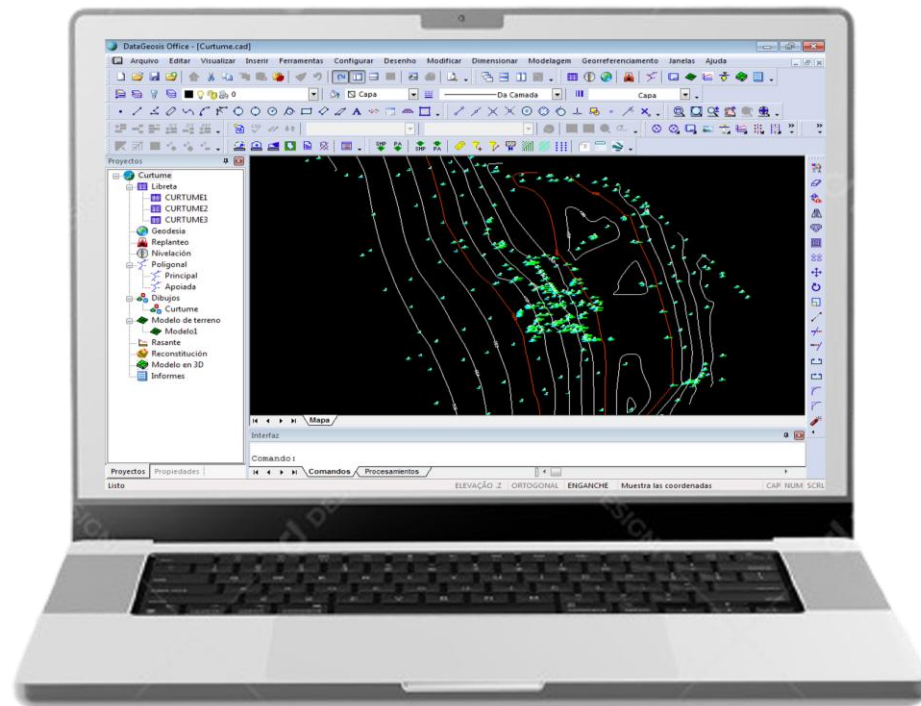
$$\frac{5,8}{20} = \frac{1,9}{x}$$

$$x = 6,552\text{m}$$

OBS:
Essa
quadriculação
tem 36 arestas,
faça 36
interpolações e
descubra onde
passam todas
as cotas
inteiras. Mas
note que em
algumas
arestas não
passa
nenhuma cota
inteira e em
outras passa
mais de uma.

23,5	18,7	14,3	13,8	17,4	19,5
17,8	12,9	8,1	7,6	18,5	19,8
18,9	13,1	11,1	3,1	8,9	18,9
22,1	17,5	14,1	12,4	13,9	19,9

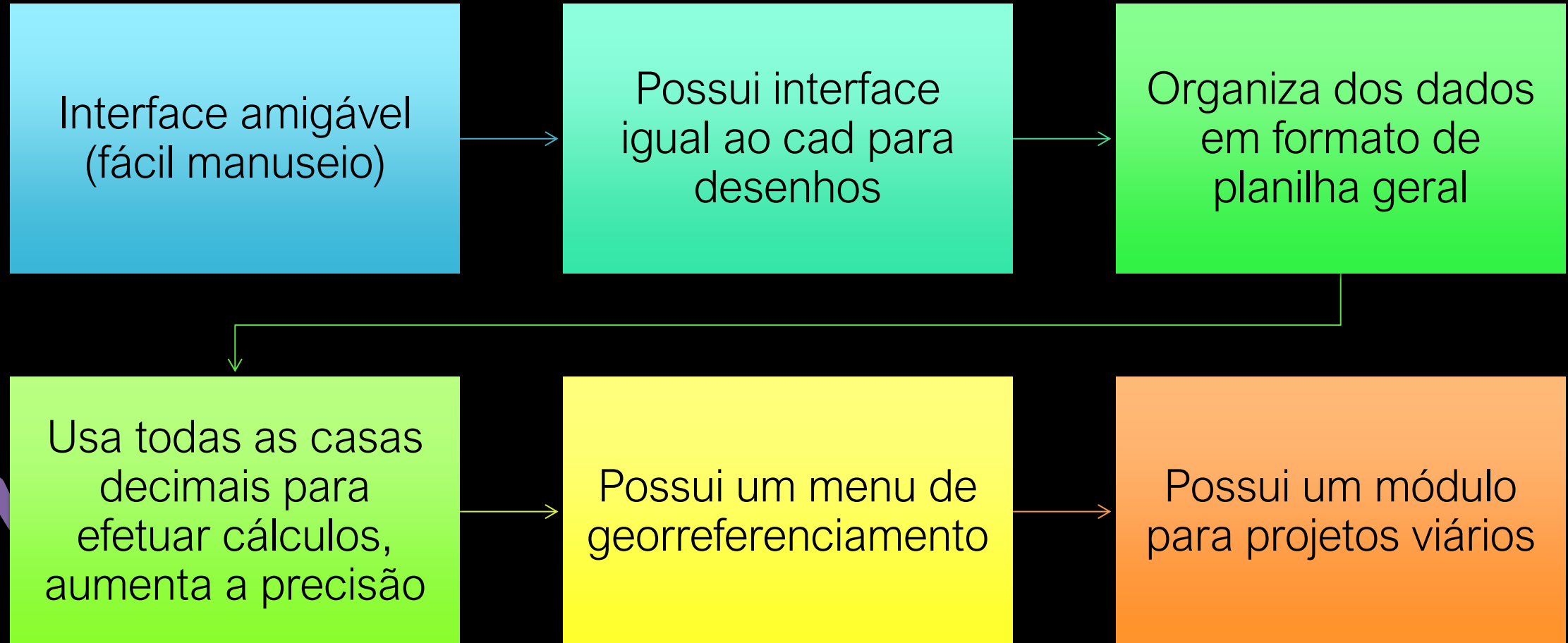
Representação computacional do relevo



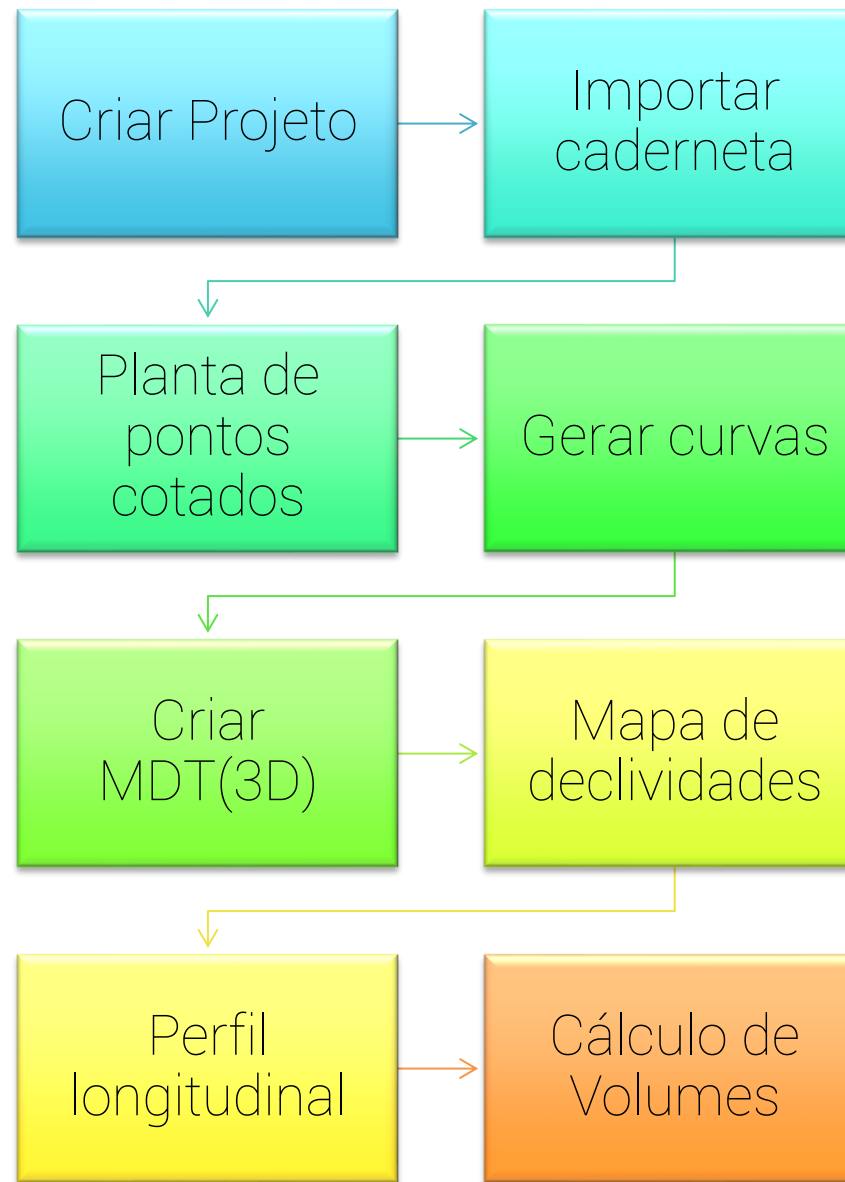
- Como transformar cotas e altitudes ortométricas em plantas, mapas e com eles criar projetos e tomar em decisões?

Software	Vantagens	Desvantagens	Custo Aproximado (R\$)
QGIS	Código aberto, grande comunidade, plugins para topografia e geoprocessamento	Menos intuitivo para iniciantes, exige configuração de plugins	Gratuito
DataGeosis	Bom para georreferenciamento de imóveis rurais, compatível com estação total e GNSS	Atende pequenos e médios projetos, limitado para os grandes, possui versão demonstração gratuita	3.000 a 7.000
Topograph 98	Foco em topografia, geração de MDT, curvas de nível e perfis topográficos	Interface desatualizada, recursos limitados para integração com BIM	5.000 (licença perpétua)
AutoCAD Civil 3D	Integração com projetos de engenharia civil, modelagem de terrenos, perfis e seções transversais	Custo elevado, curva de aprendizado moderada	12.000/ano (licença comercial)
Trimble Business Center (TBC)	Alta precisão, compatível com equipamentos Trimble, modelagem 3D	Custo elevado, voltado a usuários experientes	Acima de 15.000

Características do DataGeosis



Produtos Altimétricos no Datageosis office



Atividade Prática

Com base em dados fornecidos (pontos aula), oriundos de um levantamento planialtimétrico do campus UFC, pede-se :

1. Crie um projeto no datageosis
2. Importe a caderneta de coordenadas
3. Crie uma planta de pontos cotados
4. Crie uma planta de curvas de nível com planos de equidistância de 1m, cotada
5. Crie um modelo digital do Terreno, colorido por altura e com exagero vertical de 2x
6. Crie um mapa de declividades do terreno com intervalos de declividade de 0-3%, 3-6%, 6-12%, 12-20%, 20-40% e >40%
7. Imagine que você precisa realizar uma terraplenagem no campus do pici, fazendo para planifica-lo em uma cota de 18 m, calcule os volumes de corte e aterro e gere um mapa de volumetria

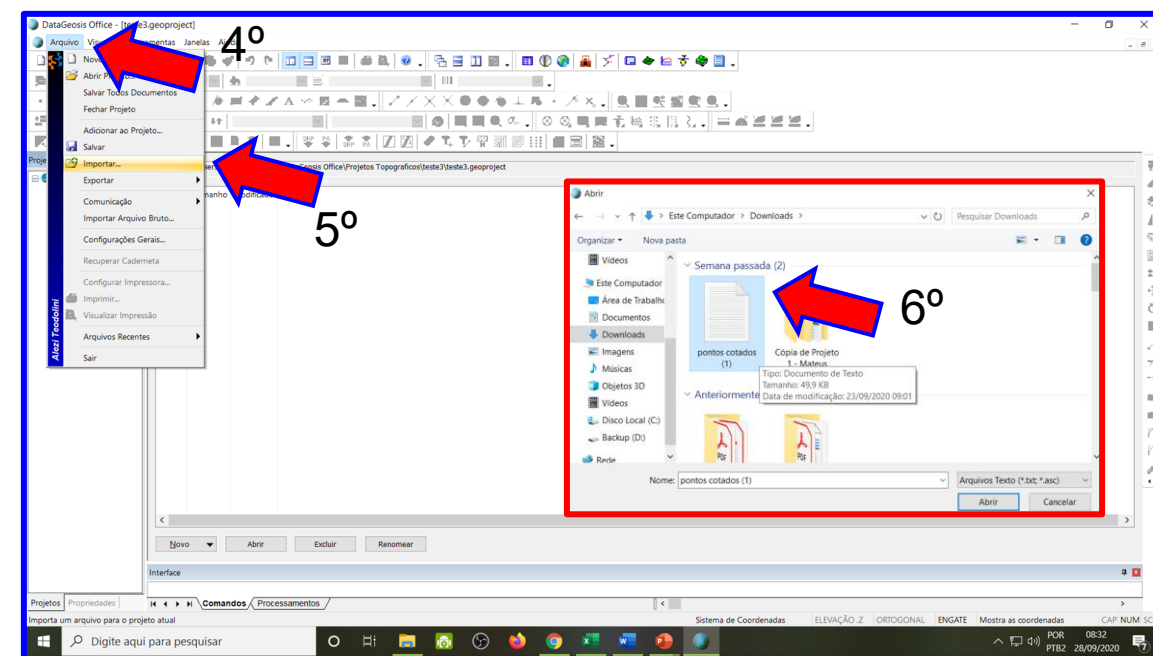
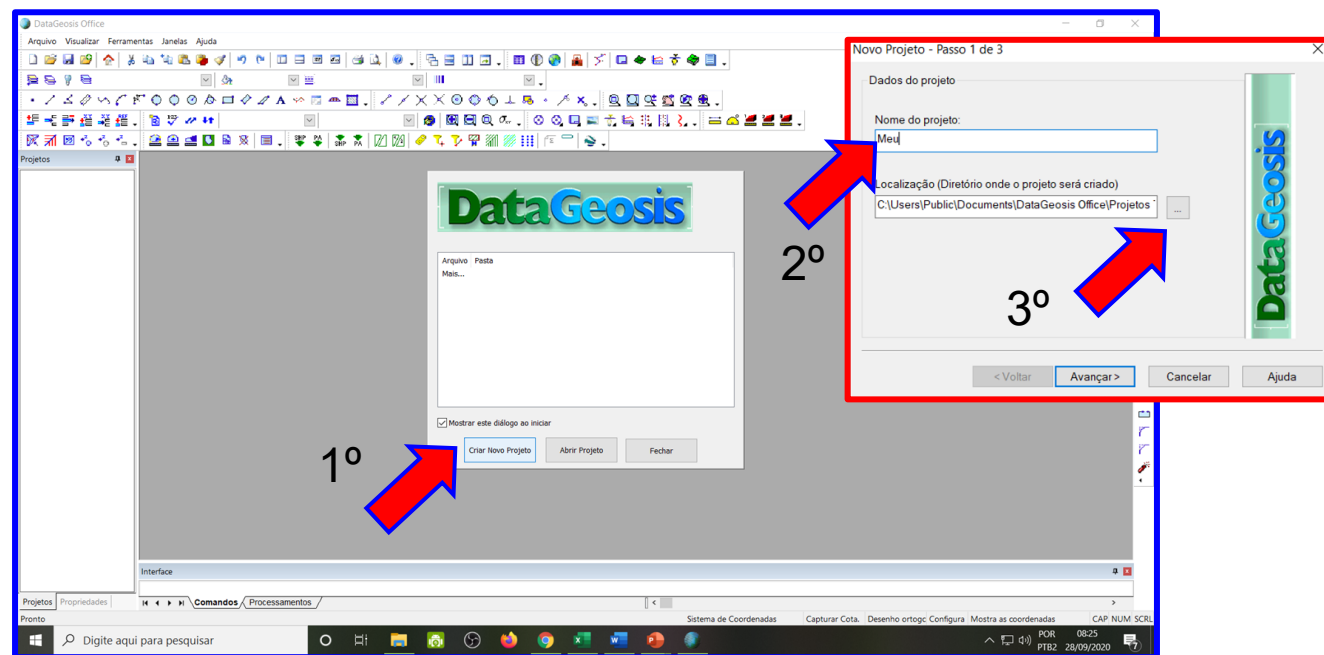
Pontos Aula Altimetria.txt

1	0	0	22,1
2	20	0	17,5
3	40	0	14,1
4	60	0	12,4
5	80	0	13,9
6	100	0	19,9
7	0	20	18,9
8	20	20	13,1
9	40	20	11,1
10	60	20	3,1
11	80	20	8,9
12	100	20	18,9
13	0	40	17,8
14	20	40	12,9
15	40	40	8,1
16	60	40	7,6
17	80	40	18,5
18	100	40	19,8
19	0	60	23,5
20	20	60	18,7
21	40	60	14,3
22	60	60	13,8
23	80	60	17,4
24	100	60	19,5

Primeiros Passos

Abra o programa e crie um novo projeto, escolha um nome e a pasta onde será gravado

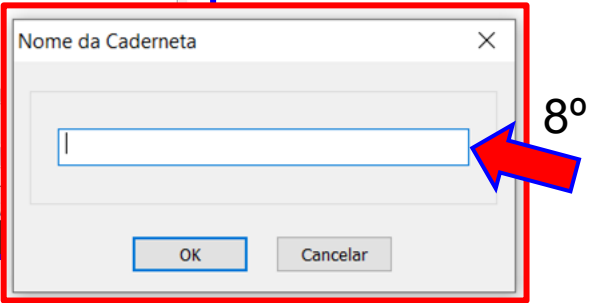
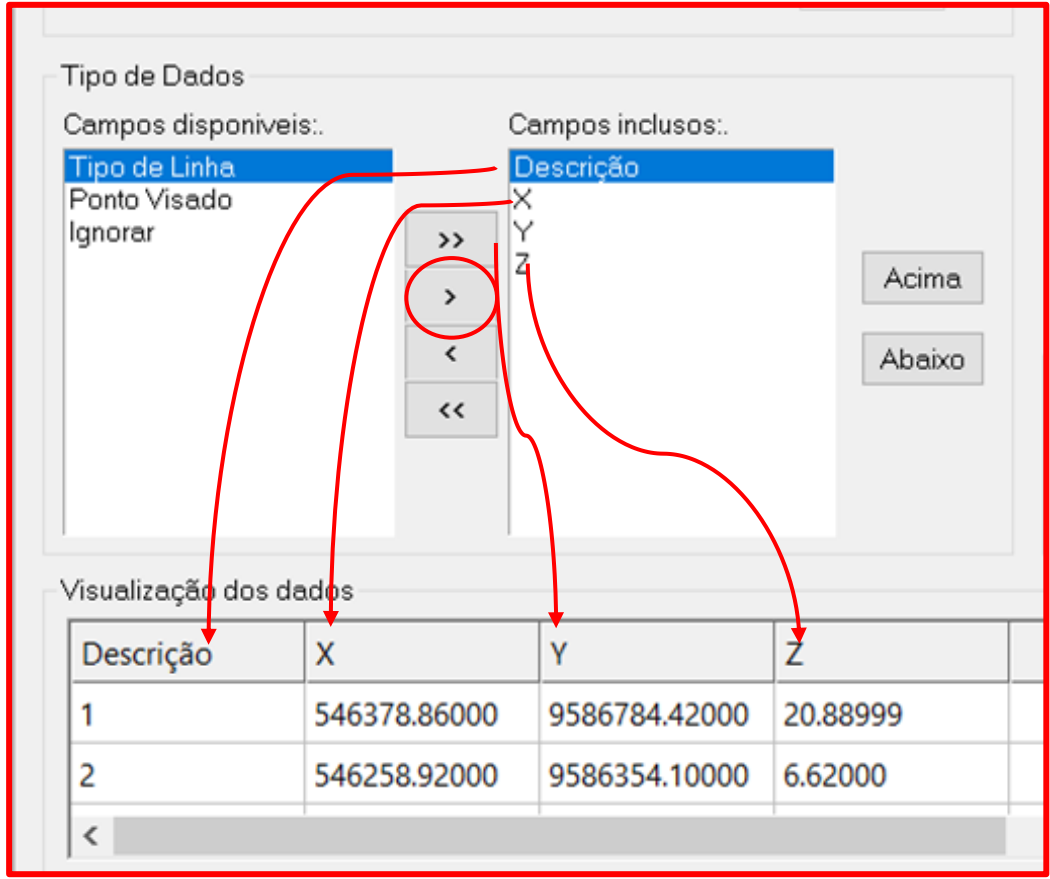
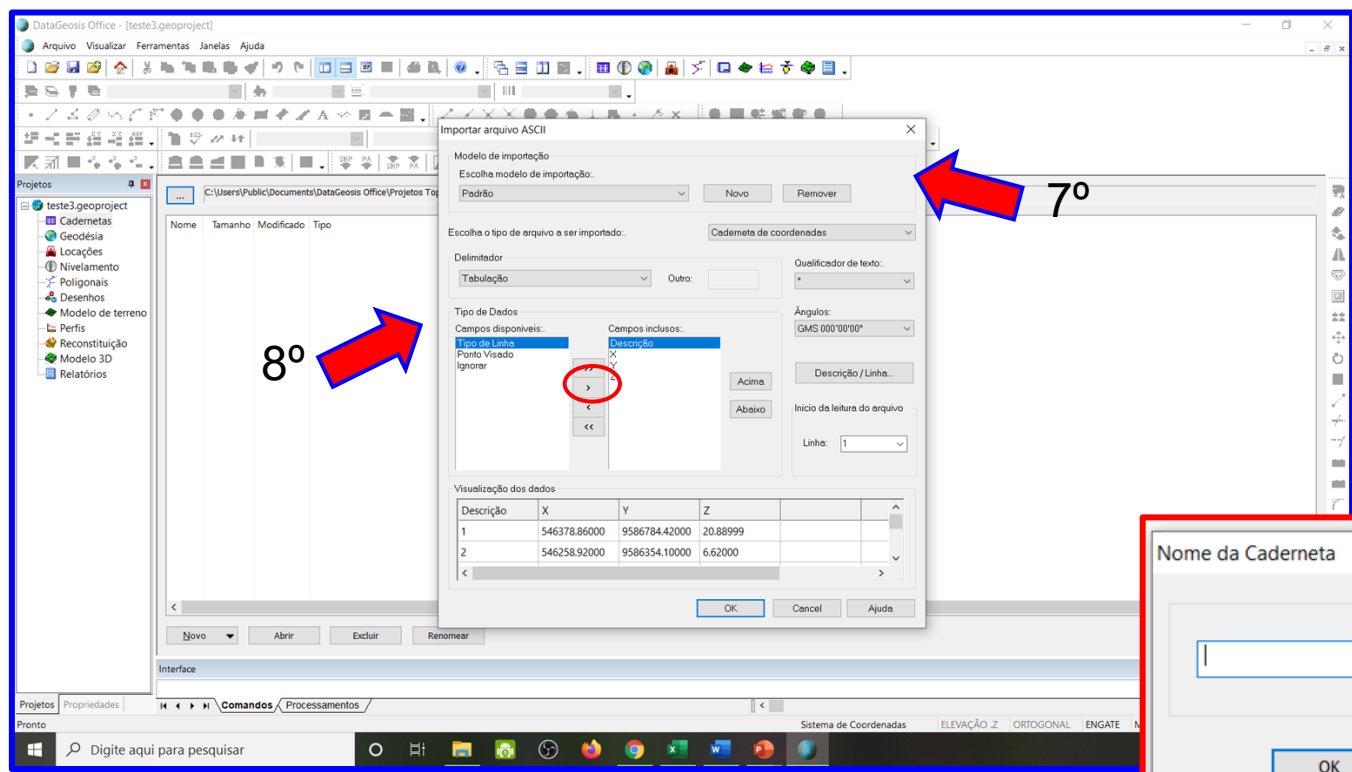
No menu superior, na aba “Arquivo”, clique na opção “importar” e importe o arquivo “pontos cotados.txt”

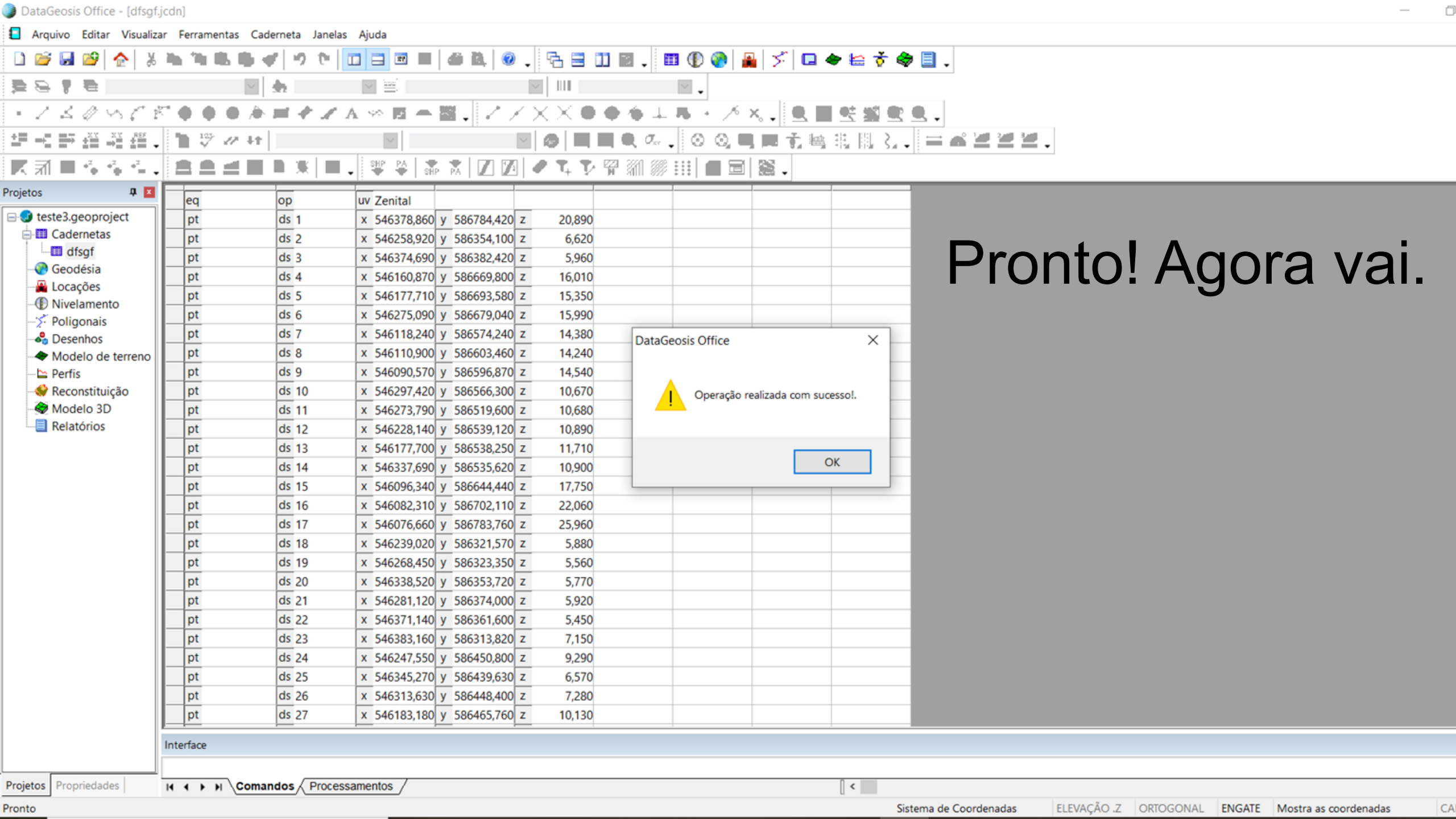


Primeiros Passos

Depois clique na setinha para atribuir o título de cada coluna importada, Descrição, X, Y e Z e dê um nome à caderneta

No tipo de arquivo a ser importado, escolha a opção “caderneta de coordenadas”





Pronto! Agora vai.

DataGeosis Office - [caderneta de coordenadas jcdn]

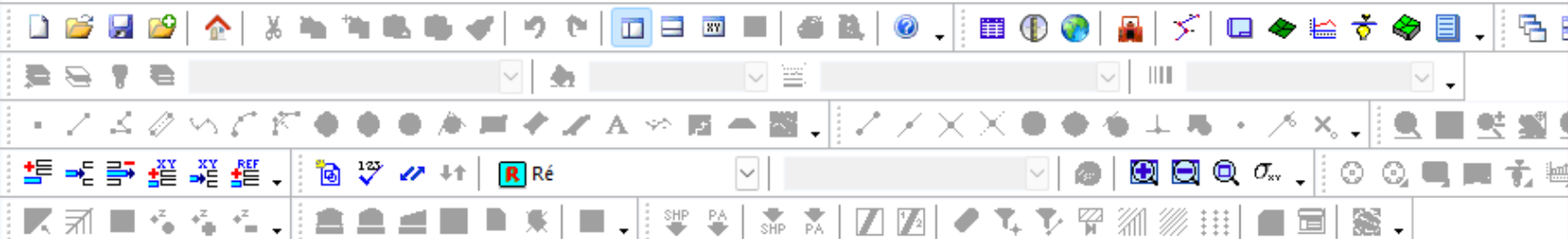
Arquivo Editar Visualizar Ferramentas Caderneta Janelas Ajuda

Novo Projeto...
Abrir Projeto...
Salvar Todos Documentos
Fechar Projeto
Adicionar ao Projeto...
Salvar
Salvar Cópia Como...
Importar...
Exportar
Comunicação
Importar Arquivo Bruto...
Configurações Gerais...
Recuperar Caderneta
Configurar Impressora...
Imprimir...
Visualizar Impressão
Arquivos Recentes
Sair

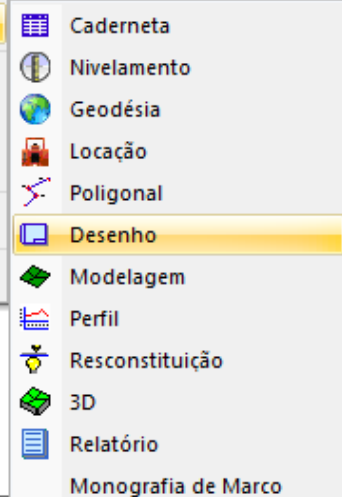
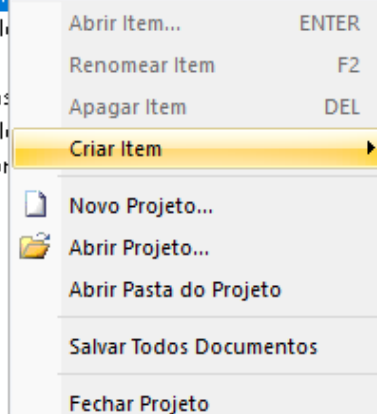
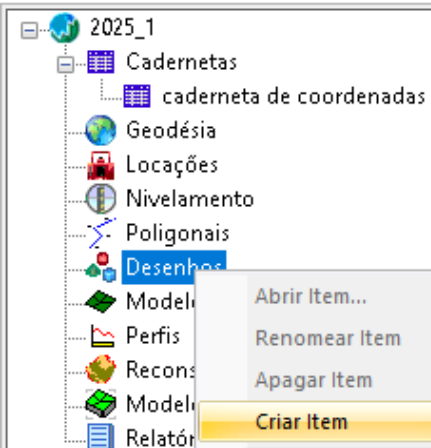
Alezi Teodolimi

eq	op	uv	Zenital				
Pr pt 1	ds	x	0,000	y	0,000	z	22,100
Pr pt 2	ds	x	20,000	y	0,000	z	17,500
Pr pt 3	ds	x	40,000	y	0,000	z	14,100
Pr pt 4	ds	x	60,000	y	0,000	z	12,400
Pr pt 5	ds	x	80,000	y	0,000	z	13,900
Pr pt 6	ds	x	100,000	y	0,000	z	19,900
Pr pt 7	ds	x	0,000	y	20,000	z	18,900
Pr pt 8	ds	x	20,000	y	20,000	z	13,100
Pr pt 9	ds	x	40,000	y	20,000	z	11,100
Pr pt 10	ds	x	60,000	y	20,000	z	3,100
Pr pt 11	ds	x	80,000	y	20,000	z	8,900
Pr pt 12	ds	x	100,000	y	20,000	z	18,900
Pr pt 13	ds	x	0,000	y	40,000	z	17,800
Pr pt 14	ds	x	20,000	y	40,000	z	12,900
Pr pt 15	ds	x	40,000	y	40,000	z	8,100
Pr pt 16	ds	x	60,000	y	40,000	z	7,600
Pr pt 17	ds	x	80,000	y	40,000	z	18,500
Pr pt 18	ds	x	100,000	y	40,000	z	19,800
Pr pt 19	ds	x	0,000	y	60,000	z	23,500
Pr pt 20	ds	x	20,000	y	60,000	z	18,700

Projetos Propriedades



Projetos



eq	op	uv	Zenital				
Pr	pt 1	ds	x	0,000	y	0,000	z 22,100
Pr	pt 2	ds	x	20,000	y	0,000	z 17,500
Pr	pt 3	ds	x	40,000	y	0,000	z 14,100
Pr	pt 4	ds	x	60,000	y	0,000	z 12,400
Pr	pt 5	ds	x	80,000	y	0,000	z 13,900
Pr	pt 6	ds	x	100,000	y	0,000	z 19,900
Pr	pt 7	ds	x	0,000	y	20,000	z 18,900
Pr	pt 8	ds	x	20,000	y	20,000	z 13,100
			x	40,000	y	20,000	z 11,100
			x	60,000	y	20,000	z 3,100
			x	80,000	y	20,000	z 8,900
			x	100,000	y	20,000	z 18,900
			x	0,000	y	40,000	z 17,800
			x	20,000	y	40,000	z 12,900
			x	40,000	y	40,000	z 8,100
			x	60,000	y	40,000	z 7,600
			x	80,000	y	40,000	z 18,500
			x	100,000	y	40,000	z 19,800
			x	0,000	y	60,000	z 23,500

Documento...

Nome do Arquivo:

planta de pontos cotados

OK

Cancel

Novo Desenho - Passo 1 de 2

Nome do novo desenho a ser criado:

DataGeosis Office\Projetos Topograficos\2025_1\hkhkj.cad

Selecionar cadermetas com pontos desejados

cadermeta de coordenadas

Todas

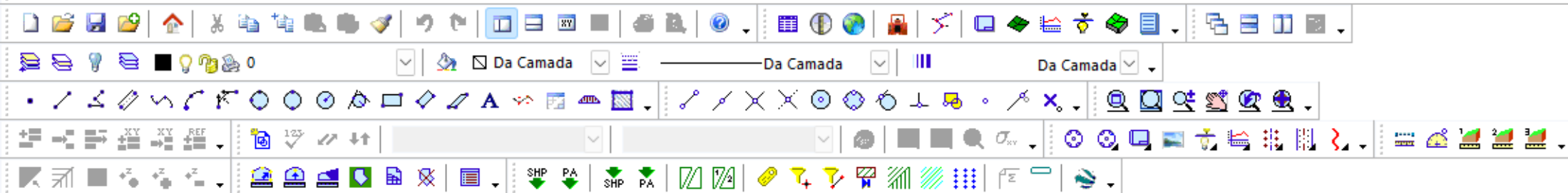
Limpar

< Voltar

Avançar >

Cancelar

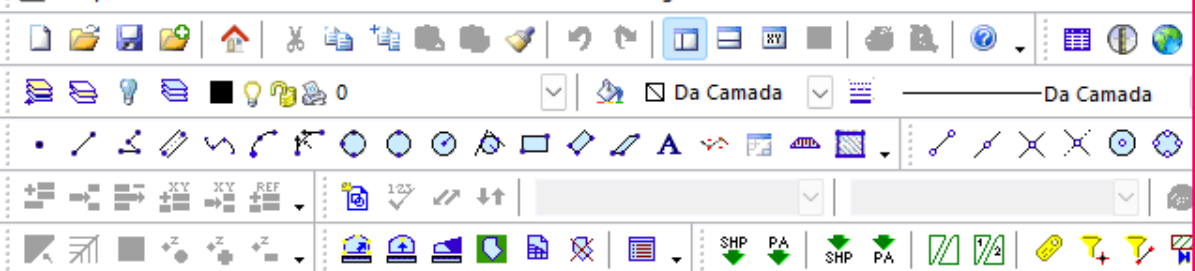
Ajuda



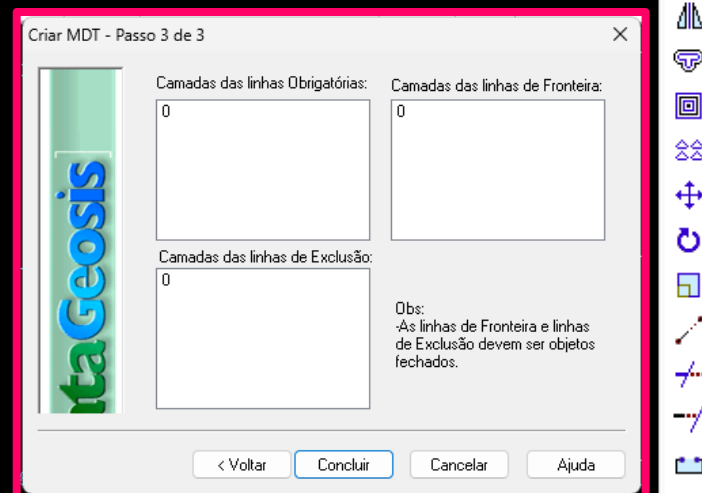
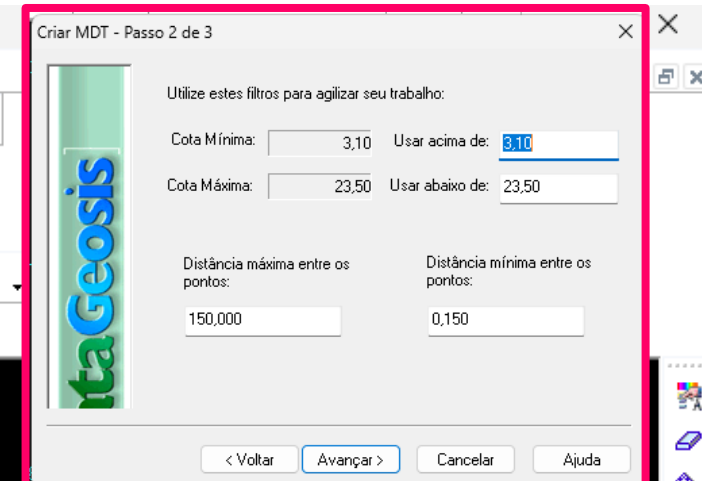
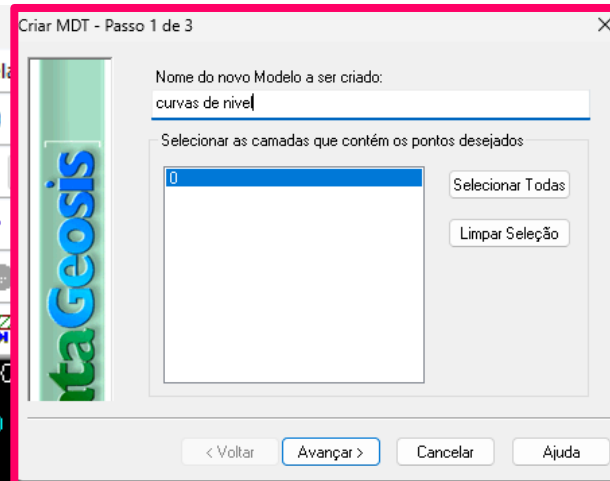
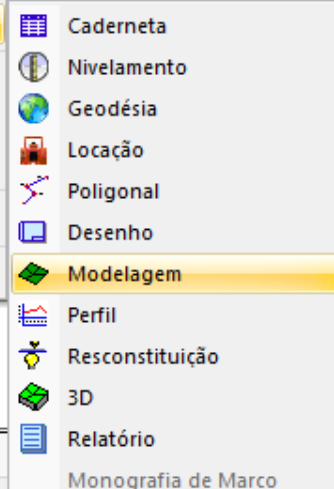
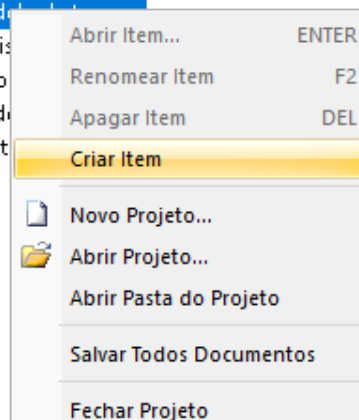
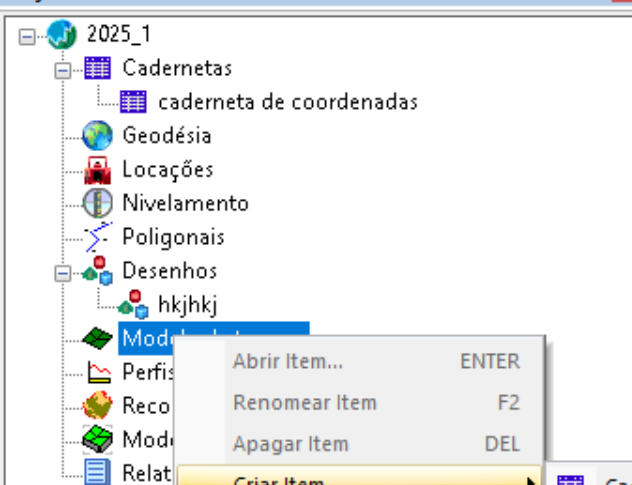
Projetos

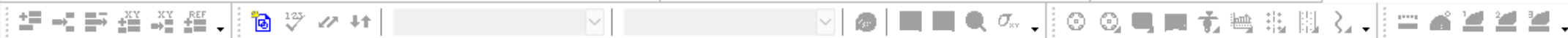
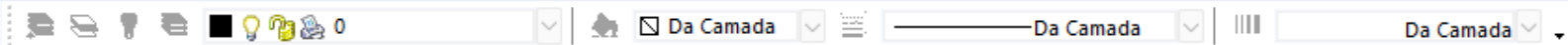
- 2025_1
 - Cadernetas
 - caderneta de coordenadas
 - Geodésia
 - Locações
 - Nivelamento
 - Poligonais
 - Desenhos
 - hkjhkj
 - Modelo de terreno
 - Perfis
 - Reconstituição
 - Modelo 3D
 - Relatórios

	19	20	21	22	23	24
	+ 23,50	+ 18,70	+ 14,30	+ 13,80	+ 17,40	+ 19,50
	13	14	15	16	17	18
	+ 17,80	+ 12,90	+ 8,10	+ 7,60	+ 18,50	+ 19,80
	7	8	9	10	11	12
	+ 18,90	+ 13,10	+ 11,10	+ 3,10	+ 8,90	+ 18,90
	1	2	3	4	5	6
	+ 22,10	+ 17,50	+ 14,10	+ 12,40	+ 13,90	+ 19,90



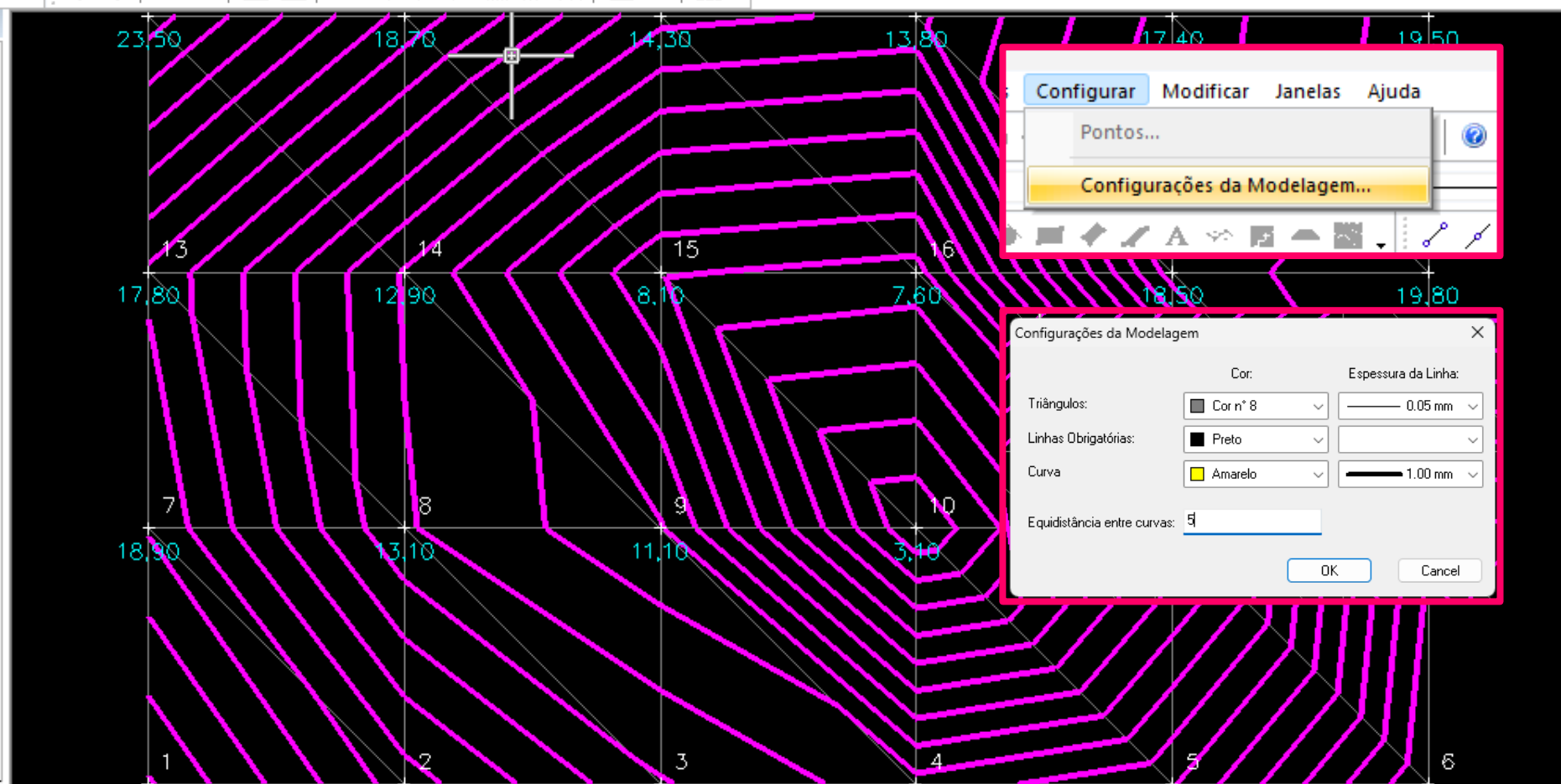
Projetos

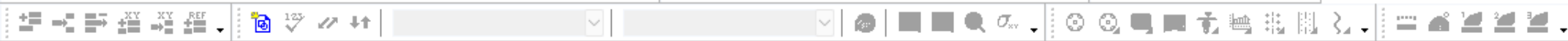
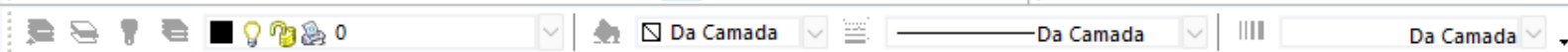




Projetos

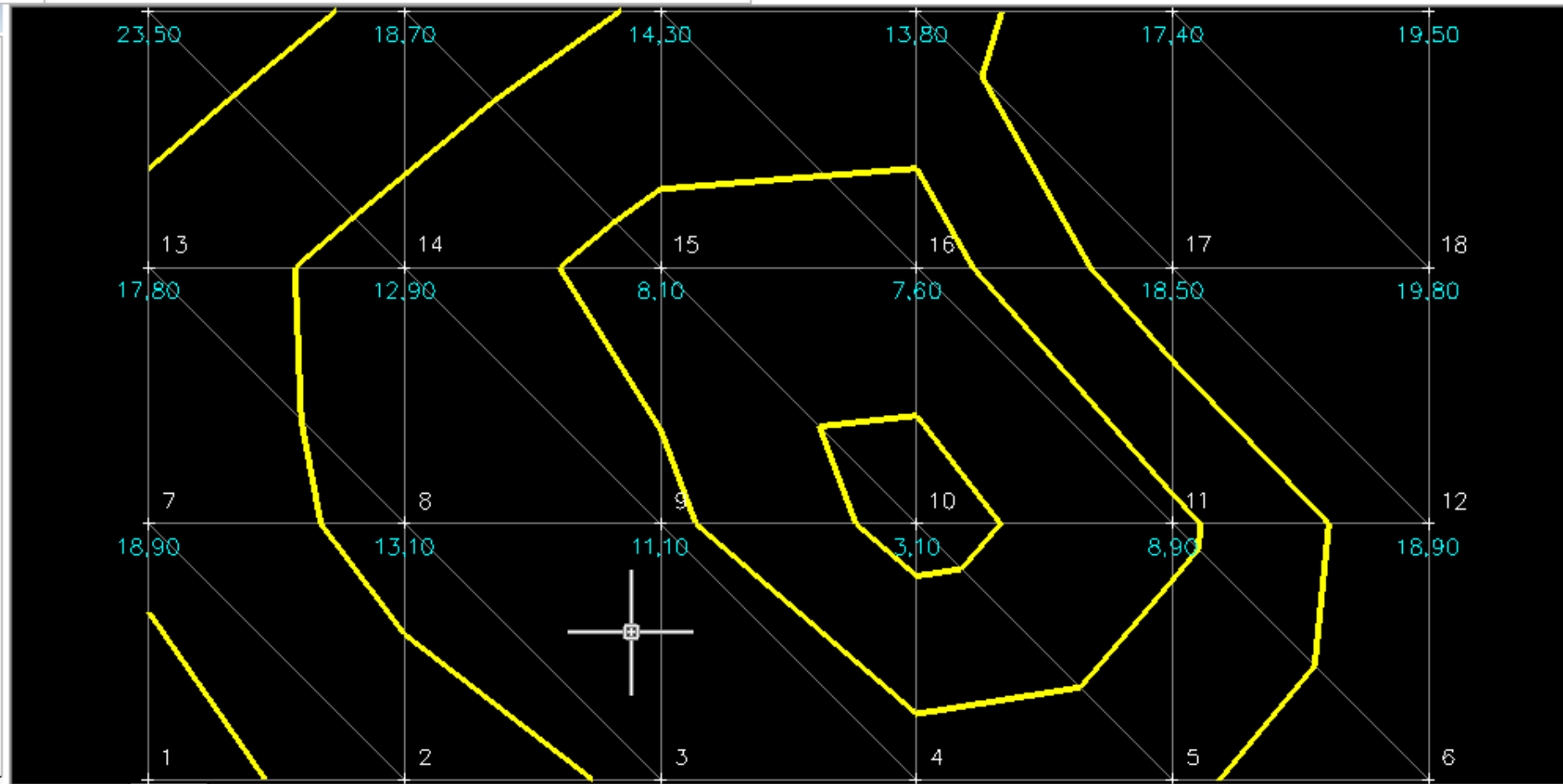
- 2025_1
 - Cadernetas
 - caderneta de coordenadas
 - Geodésia
 - Locações
 - Nivelamento
 - Poligonais
 - Desenhos
 - hkhkj
 - Modelo de terreno
 - curvas de nível
 - Perfis
 - Reconstituição
 - Modelo 3D
 - Relatórios





Projetos

- 2025_1
 - Cadernetas
 - caderneta de coordenadas
 - Geodésia
 - Locações
 - Nivelamento
 - Poligonais
 - Desenhos
 - hkhkj
 - Modelo de terreno
 - curvas de nivel
 - Perfis
 - Reconstituição
 - Modelo 3D
 - Relatórios



SOFTWARE DATAGEOSIS

O DataGeosis Office é considerado um dos melhores softwares do Mercado, por ter uma combinação única de custo-benefício e facilidade de manuseio se comparado às demais opções do Mercado.

A Versão DEMO do Software DataGeosis, corresponde a versão completa do Software, permite a interface de dados de todos equipamentos de topografia sendo: Teodolito, Estação Total, GPS de Navegação e Geodésico, é possível a visualização de todos os dados e cálculos, mostrando relatórios de cálculos, funções de desenho, essa versão só não vai fazer impressão e exportação de dados.

[Tenha Acesso gratuito à versão de demonstração... Baixe Aqui!](#)

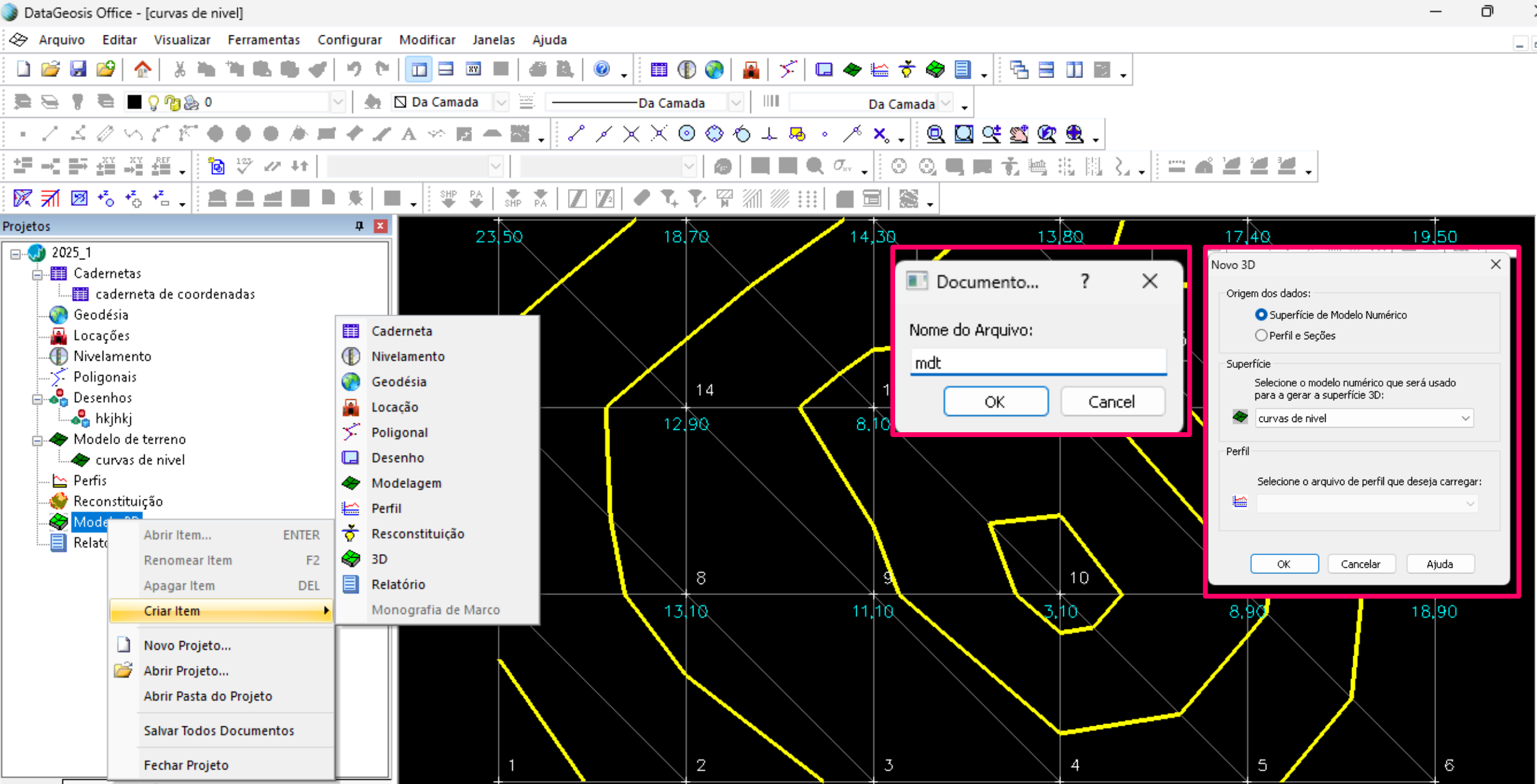
[Tutorial do DataGeosis - Baixe Aqui!](#)

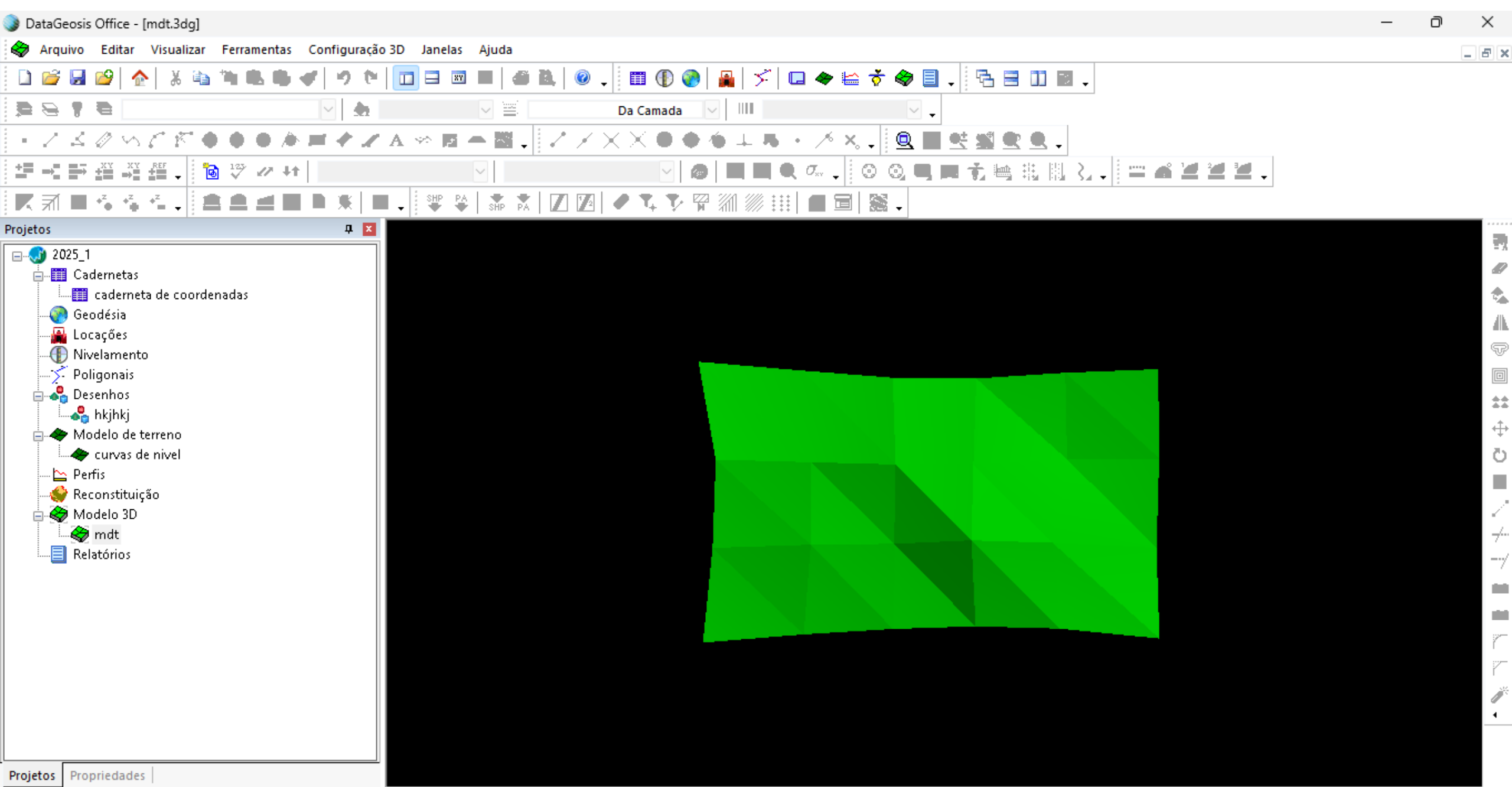
Os desenvolvedores do DataGeosis facilitaram seu uso criando tutoriais em vídeo para diversas tarefas dentro do aplicativo. Caso deseje aprender assistindo aos vídeos, basta clicar sobre a tarefa desejada abaixo.

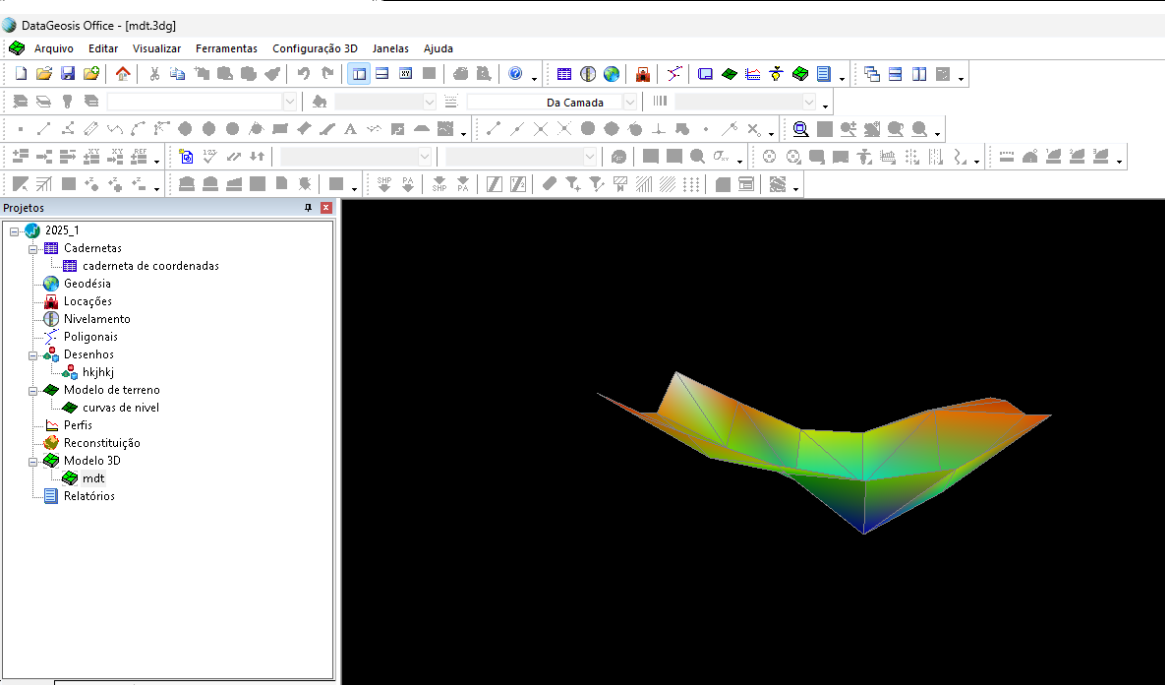
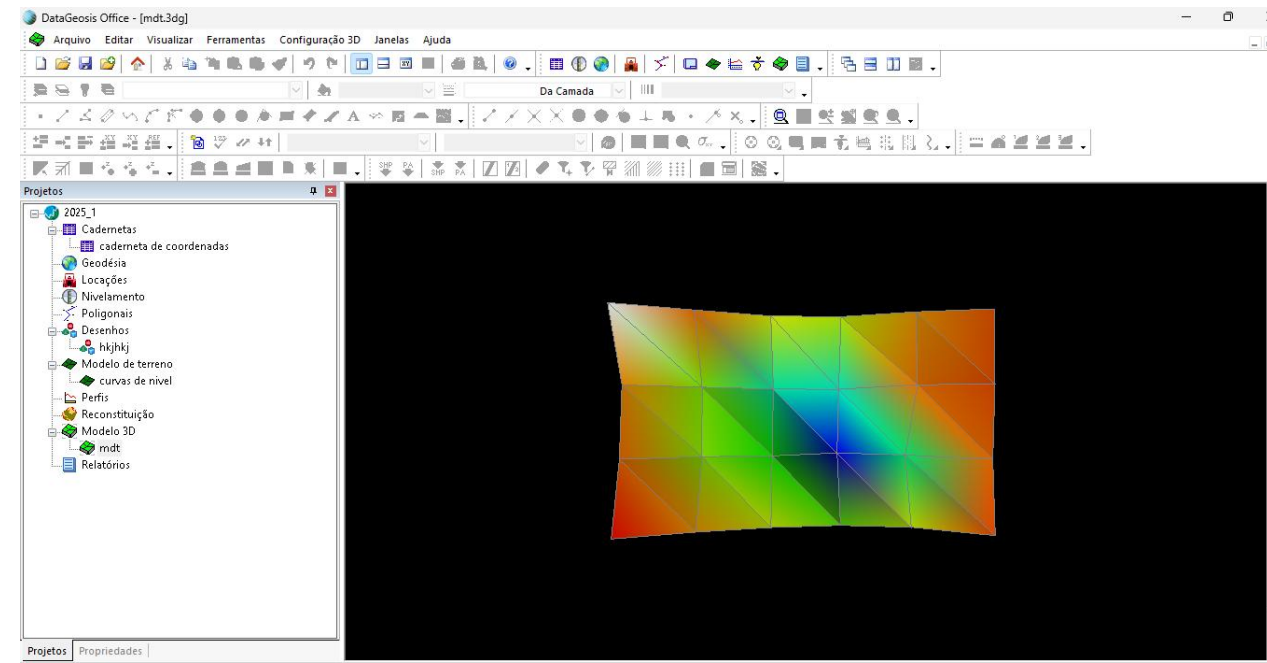
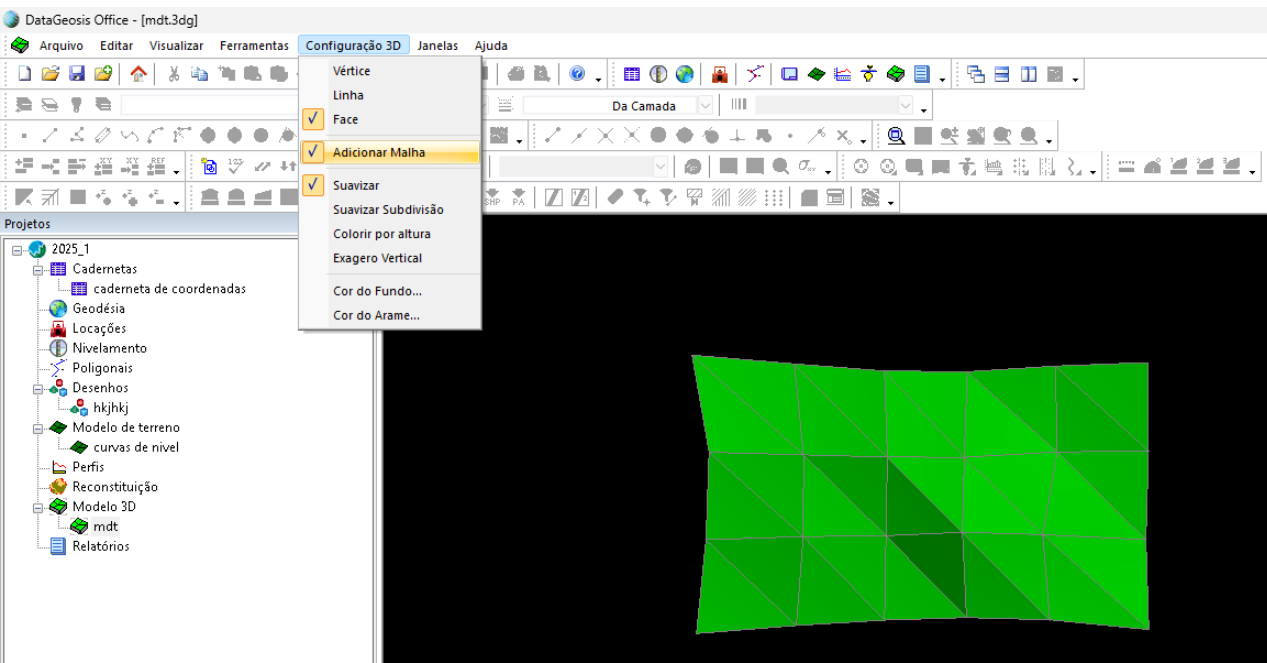
Configuração/Poligonização:	Poligonização/Irradiações:	Desenho Assistido Computador:
Criando Projetos	Importando Irradiações (btd)	Criando Desenho
Propriedades	Criando Poligonal	Ligando Pontos
Importando dados Coletora	Digitando Dados Poligonal	Inserindo Pontos (coordenadas)
Criando Memoriais	Calculando Poligonal	Inserindo Legendas
Modelagem de Superfícies:	Cálculo Volumes/Declividades:	Projeto Geométrico Vias:
Curvas de Nível-Modelagem:	Calculando Volumes-Parte 1	Projeto Viário -Parte 1
Curvas de Nível-Modelagem 2	Calculando Volumes-Parte 2	Projeto Viário -Parte 2
Criando MDT-Parte 1	Criando Mapa de Declividades	Projetando Curvas Horizontais
Criando MDT- Parte 2	Calculando Área de Inundação	Calculando Platôs-Terraplenagem
Criando MDT 3D	Calculando Nivelamento	Medição de Áreas

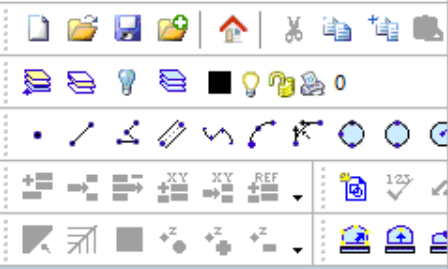
Aprenda a cotar as curvas de nível

<http://det.ufc.br/materialdeapoiolag>

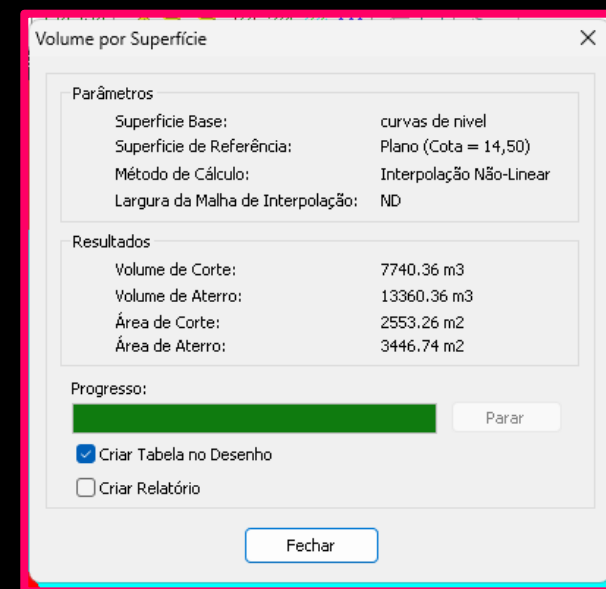
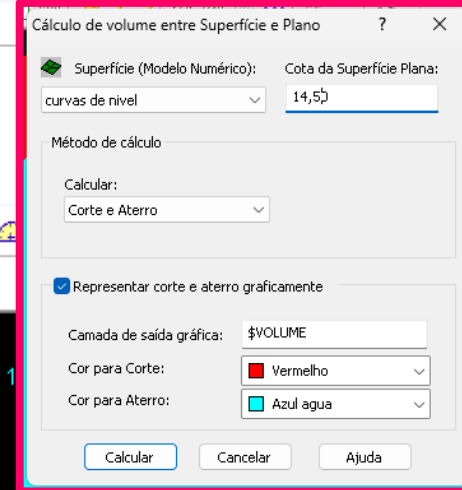
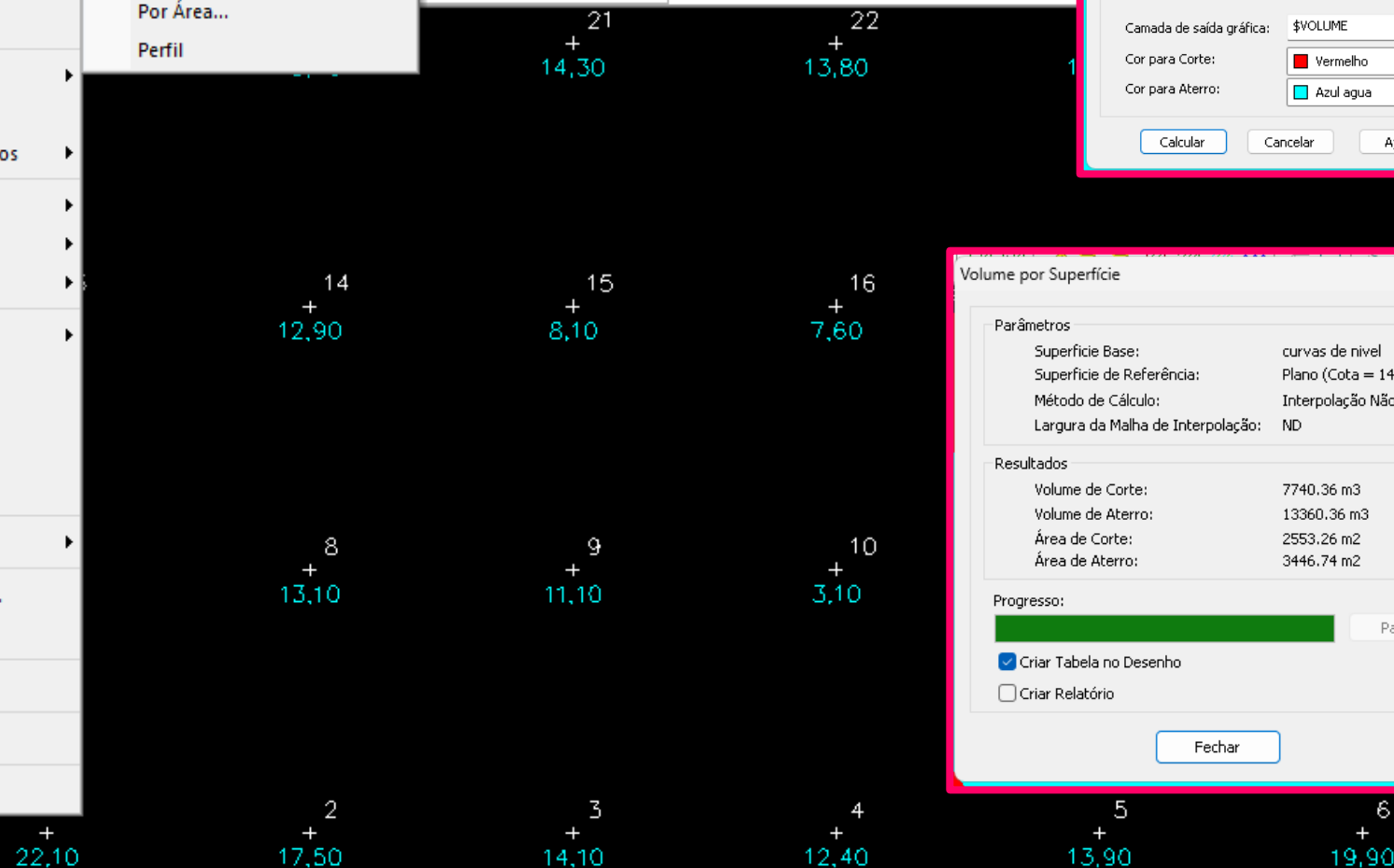
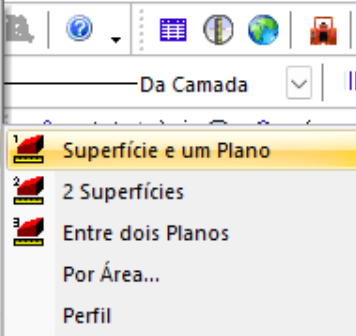
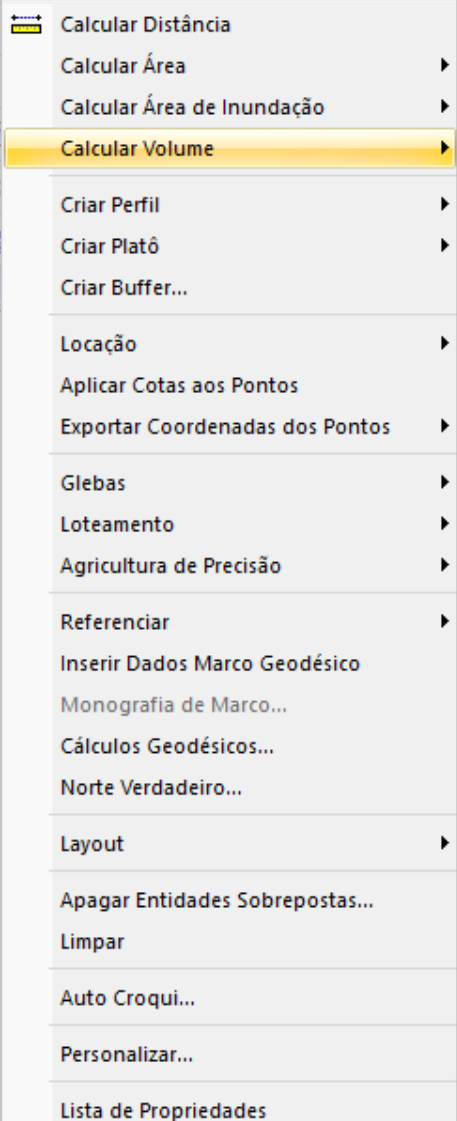
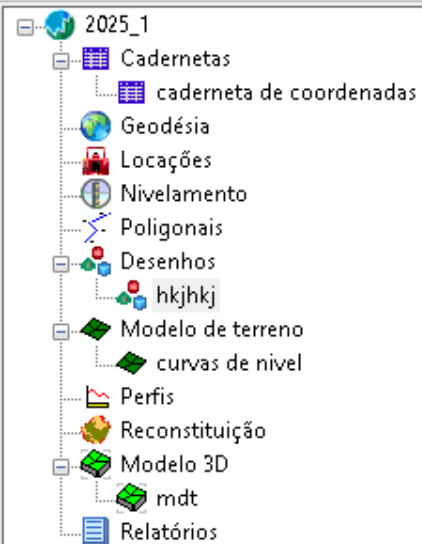


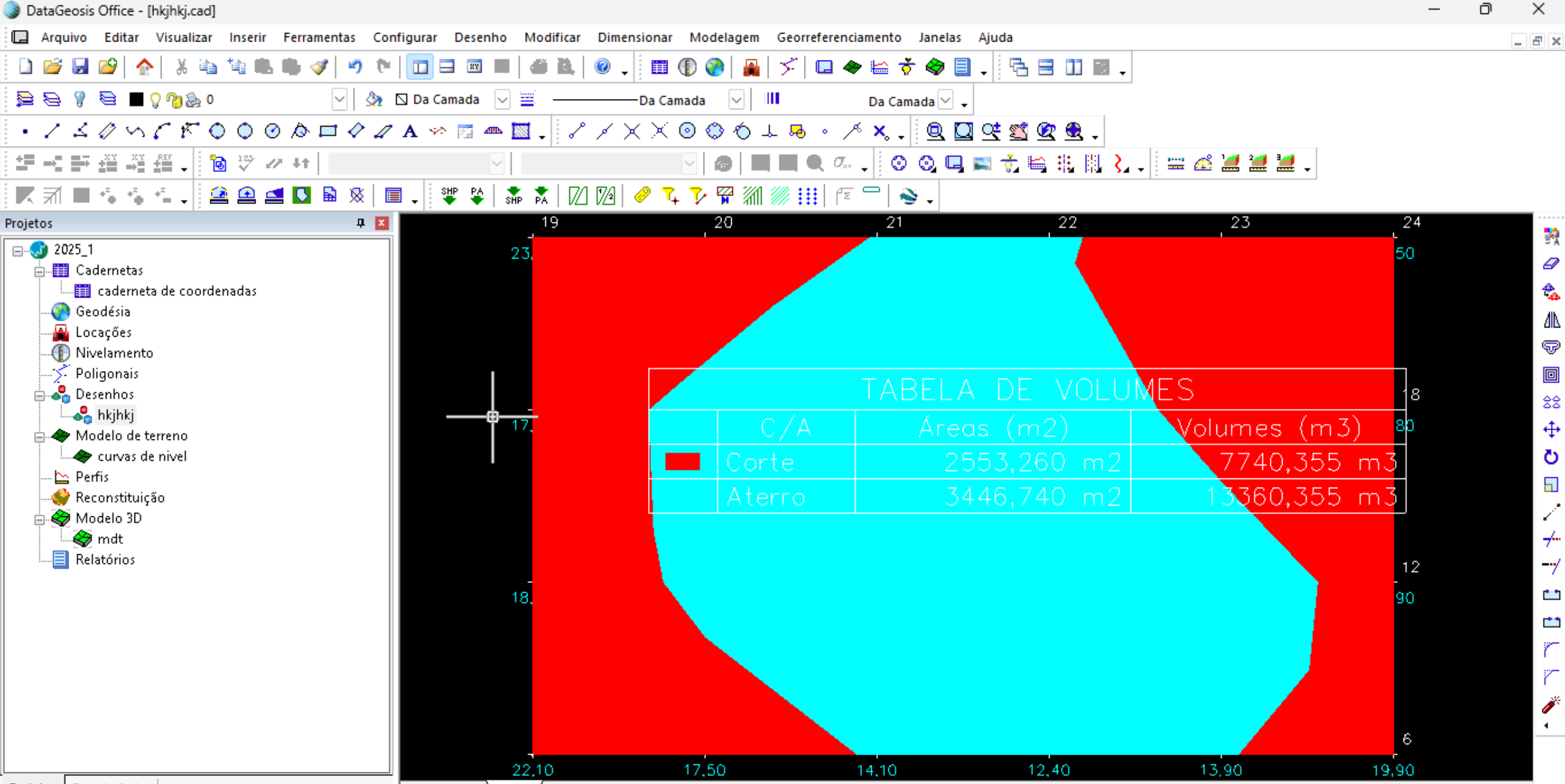


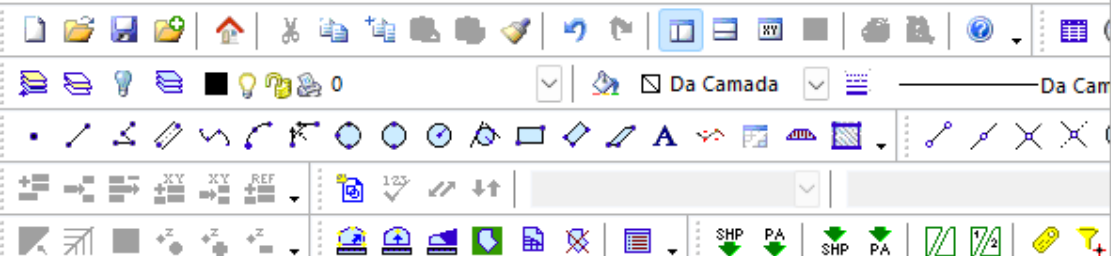




Projetos







Projetos

- 2025_1
 - Cadernetas
 - caderneta de coordenadas
 - Geodésia
 - Locações
 - Nivelamento
 - Poligonais
 - Desenhos
 - hkjhkj
 - Modelo de terreno
 - curvas de nivel
 - Perfis
 - Reconstituição
 - Modelo 3D
 - mdt
 - Relatórios

- Nova Modelagem...
 - Criar Modelagem de uma Poli-Mesh
 - Criar uma Poli-Mesh de uma Modelagem
 - Criar Curvas de Nível...
 - Mapa de Declividades...
 - Cotar Curvas
 - Apagar Cotas das Curvas

TABELA DE VOLUM		
	C/A	Áreas (m2)
	Corte	2553,260 m2
	Aterro	3446,740 m2

Mapa de declividades

Selecione o modelo numérico que será usado para calcular o mapa de declividades:

 curvas de nivel

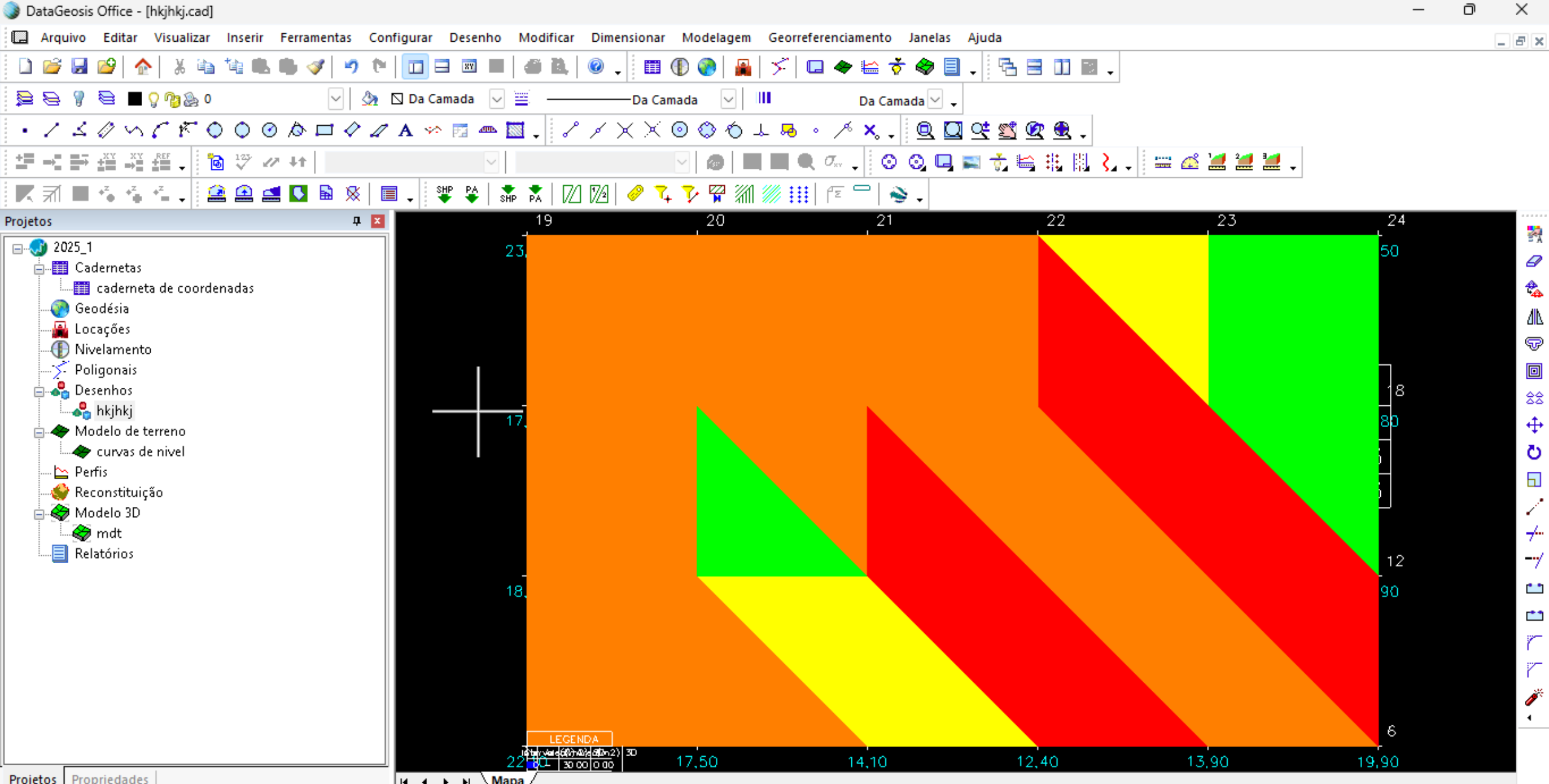
Equidistância (interpolação): 1

Limite de subdivisões: 100

☒ Criar legenda de declividades m2.

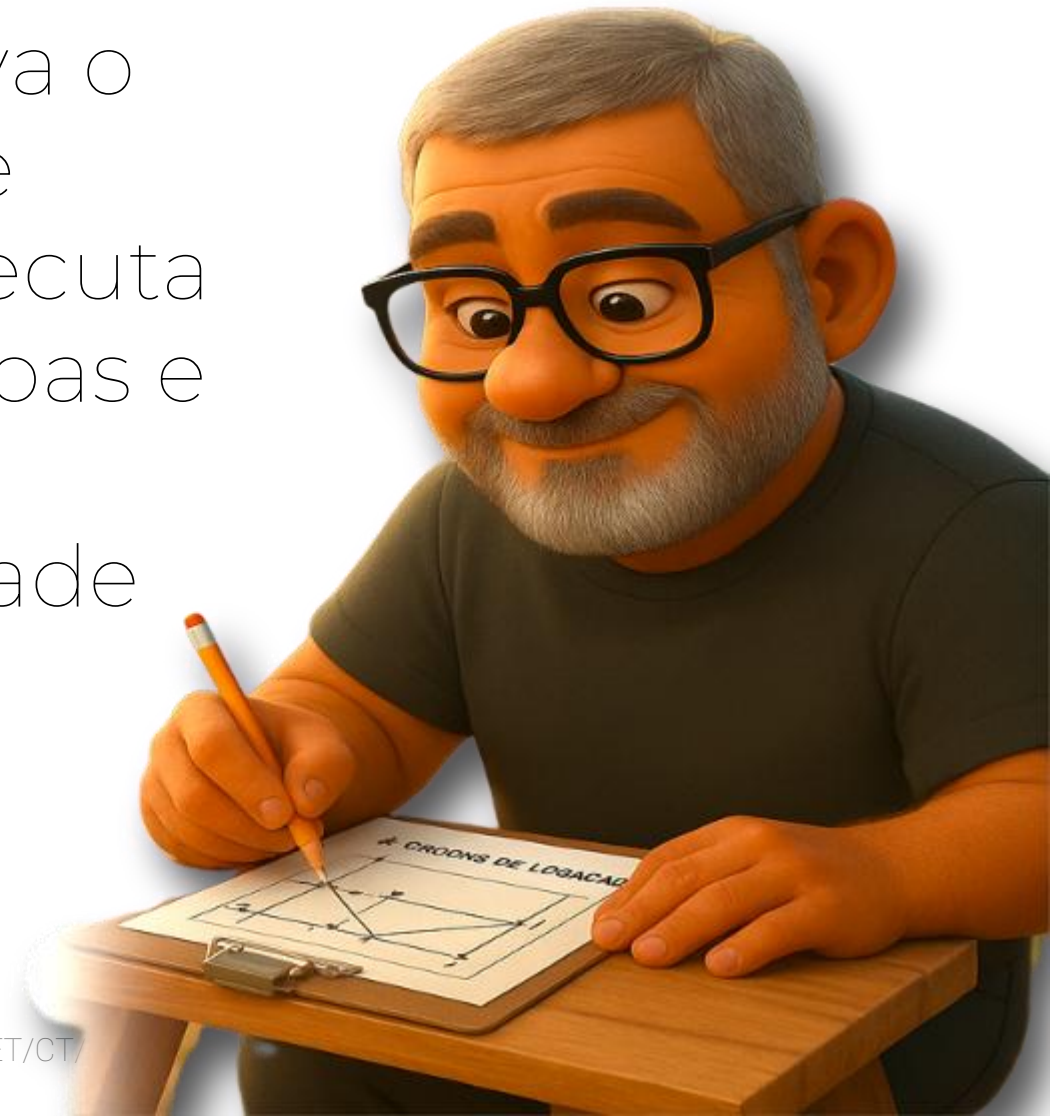
Quantidade de intervalos: 3

	(%)	Cores:
De 0 até 3		 Azul
até 6		 Azul agua
até 12		 Verde
até 20		 Amarelo
até 40		 Cor nº 30
maior que 40		 Vermelho



Topografia Crítica

Quem entende o relevo, observa o contexto e ouve as pessoas que ocupam os territórios, cria e executa projetos melhores para as pessoas e para o planeta, isso se chama Engenharia com responsabilidade sócio-ambiental, que tipo de engenheiro você será?



O Terreno Fala:

Como Ler o Relevo
com Olhos
de Engenheiro

Augusto Uchôa