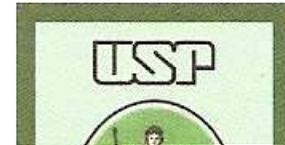


MODELAGEM NUMÉRICA

MODELAGEM NUMÉRICA DE TERRENO (MNT)



Prof. Dr. Peterson Ricardo Fiorio

Dep. Eng. de Biosistemas – ESALQ/USP



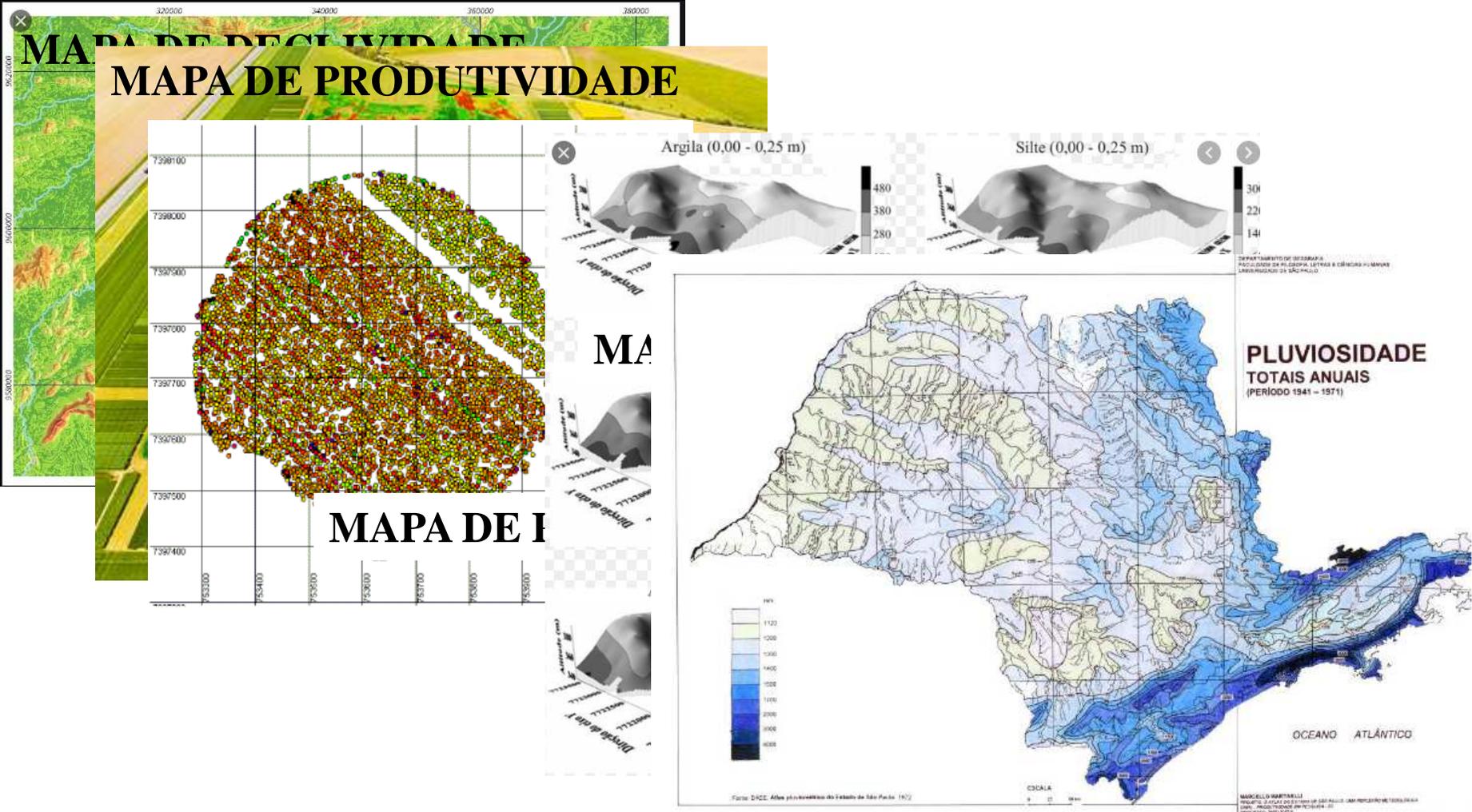
1. Definição de MNT

DTM - DIGITAL TERRAIN MODEL: Termo introduzido em 1958, por Miller e La Flame (M.I.T.) e assim definido:

“O modelo digital do terreno (MDT) é simplesmente uma representação estatística da superfície contínua do terreno, por meio de um grande número de pontos selecionados, com coordenadas X, Y, Z conhecidas, em um sistema de coordenadas arbitrário”.

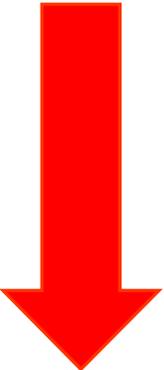
1. Definição de MNT

É a representação matemática da distribuição espacial de um fenômeno dentro de uma região da superfície terrestre.

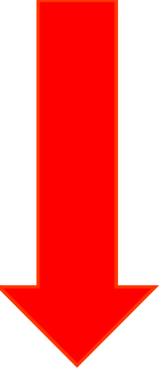


1. Definição de MNT

“A superfície é em geral contínua e o fenômeno que representa pode ser variado”.



Topografia
Coord. Retangulares
(X,Y)



Topografia/Cartografia
Cota ou Altitude
(Z)

Cartografia
(Longitude X, Latitude Y)

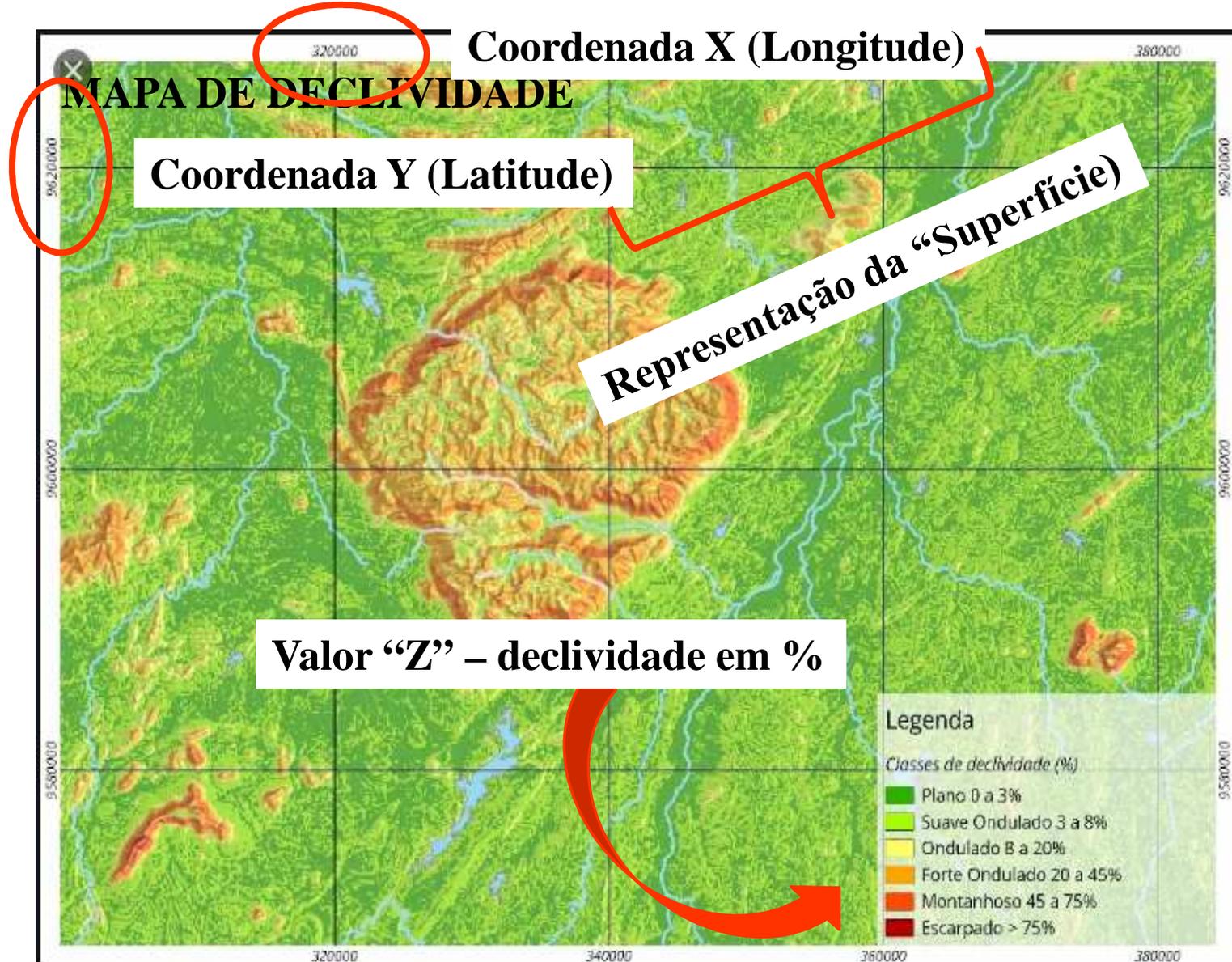
Atributos Físicos/Químicos/Biológicos
(Z)

-
-
-



Dependência Espacial

1. Definição de MNT



1. Definição de MNT

A nomenclatura **MDT** ou **MNT** são aceitas, porém como a fonte dos dados são numéricos vamos nos referir a “MNT”

Outros termos também utilizados:

DEM (Digital elevation model)

DHM (Digital leight model)

DGM (Digital Ground Model)

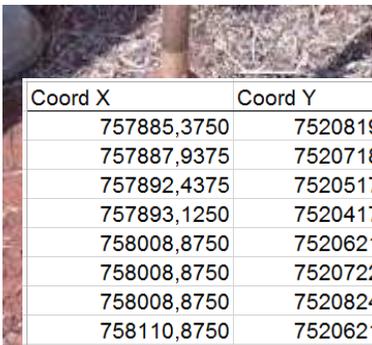
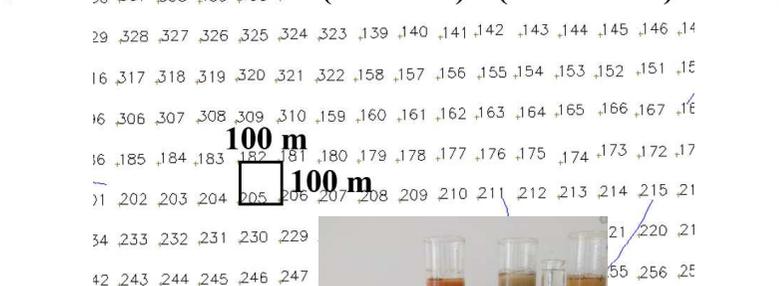
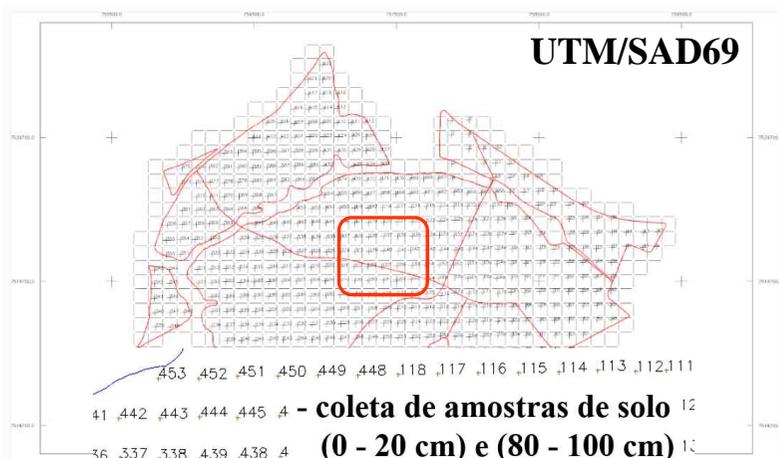
NTM (Numerical terrain Model)

Independente do termo temos que:

$$**z = f(x, y)**$$

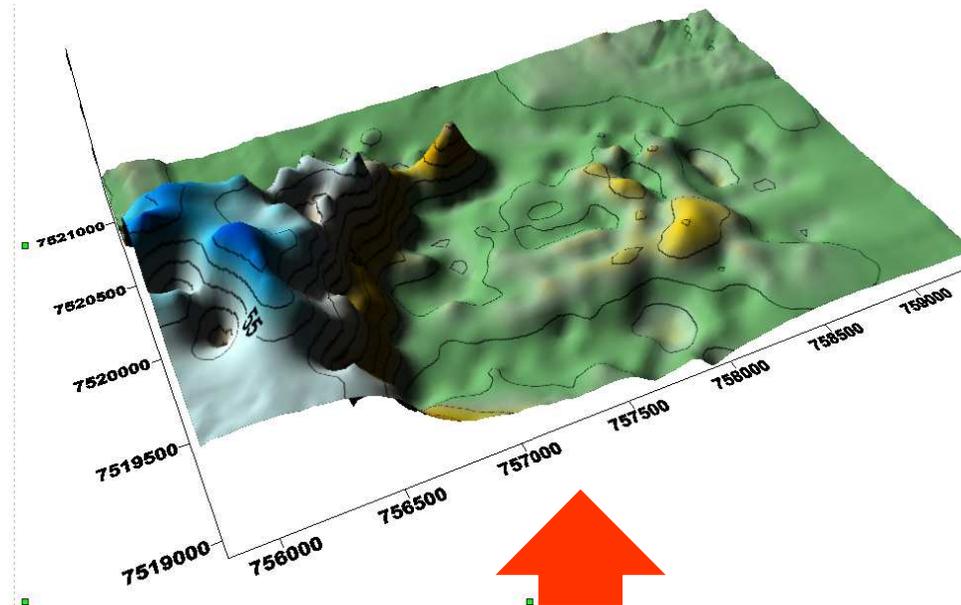
2. Procedimentos para Geração do MNT

AMOSTRAGEM



Coord X	Coord Y	NOME	phh2o	phkcl	phcacl	MO	P	K	Ca	Mg	Al	H	SB	V	m	AR	SIL	ARG	
757885,3750	7520819,0000	LVd	5,0	4,7	5,1	6	11	0,1	18	9	2	23	2,1	50,1	54	7	86	2	12
757887,9375	7520718,5000	PVd	4,9	4,6	4,6	4	3	1,4	9	4	1	10	14,4	24,4	59	6	88	2	10
757892,4375	7520517,5000	Pad	4,6	4,3	4,4	12	2	1,1	7	3	3	10	11,1	21,1	53	21	86	2	12
757893,1250	7520417,5000	PVAe	4,3	3,9	4,0	6	3	2,4	5	3	5	31	10,4	41,4	25	32	84	2	14
758008,8750	7520621,0000	PVAd	4,9	4,3	4,4	12	4	1,1	12	5	5	10	18,1	23,6	66	0	84	4	12
758008,8750	7520722,5000	LVd	5,1	4,9	5,0	12	3	1,4	7	4	3	10	12,4	22,4	55	19	86	2	12
758008,8750	7520824,5000	LVd	5,2	5,0	4,9	12	3	1,4	7	4	3	10	12,4	22,4	55	19	86	2	12
758110,8750	7520621,0000	LVd	5,2	4,6	4,8	12	3	1,4	7	4	3	10	12,4	22,4	55	19	86	2	12
758113,6875	7520518,5000	PVd	4,7	4,3	4,4	12	3	1,4	7	4	3	10	12,4	22,4	55	19	86	2	12
758190,0625	7520426,0000	LVAd	5,4	5,0	5,1	12	44	2,5	15	7	0	4	24,5	28,5	86	0	80	4	16
758193,8125	7520522,0000	PVd	5,0	4,5	4,5	6	5	0,6	15	7	3	28	22,6	50,6	45	12	88	2	10

GERAÇÃO DO MODELO (krigagem)



INTERPOLADORES

Determinísticos

Probabilísticos

2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem



UTM/SAD69

Coord X	Coord Y	NOME	phh2o	phkcl	phcacl	f
757885,3750	7520819,0000	LVd	5,0	4,7	5,1	
757887,3750	7520718,5000	PVd	4,9	4,7	4,6	
757889,3750	7520518,0000	Pad	4,6	4,7	4,4	
757891,3750	7520417,5000	PVAe	4,3	4,7	4,0	
757893,3750	7520317,0000	PVAd	4,9	4,7	4,4	
757895,3750	7520216,5000	LVd	5,0	4,7	5,0	
757897,3750	7520116,0000	LVd	5,0	4,7	4,9	
757899,3750	7520015,5000	LVd	5,0	4,7	4,8	
757901,3750	7519915,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757903,3750	7519814,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757905,3750	7519714,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757907,3750	7519613,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757909,3750	7519513,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757911,3750	7519412,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757913,3750	7519312,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757915,3750	7519211,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757917,3750	7519111,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757919,3750	7519010,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757921,3750	7518910,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757923,3750	7518809,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757925,3750	7518709,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757927,3750	7518608,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757929,3750	7518508,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757931,3750	7518407,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757933,3750	7518307,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757935,3750	7518206,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757937,3750	7518106,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757939,3750	7518005,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757941,3750	7517905,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757943,3750	7517804,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757945,3750	7517704,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757947,3750	7517603,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757949,3750	7517503,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757951,3750	7517402,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757953,3750	7517302,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757955,3750	7517201,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757957,3750	7517101,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757959,3750	7517000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757961,3750	7516900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757963,3750	7516800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757965,3750	7516700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757967,3750	7516600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757969,3750	7516500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757971,3750	7516400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757973,3750	7516300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757975,3750	7516200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757977,3750	7516100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757979,3750	7516000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757981,3750	7515900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757983,3750	7515800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757985,3750	7515700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757987,3750	7515600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757989,3750	7515500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757991,3750	7515400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757993,3750	7515300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757995,3750	7515200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757997,3750	7515100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
757999,3750	7515000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758001,3750	7514900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758003,3750	7514800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758005,3750	7514700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758007,3750	7514600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758009,3750	7514500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758011,3750	7514400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758013,3750	7514300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758015,3750	7514200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758017,3750	7514100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758019,3750	7514000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758021,3750	7513900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758023,3750	7513800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758025,3750	7513700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758027,3750	7513600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758029,3750	7513500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758031,3750	7513400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758033,3750	7513300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758035,3750	7513200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758037,3750	7513100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758039,3750	7513000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758041,3750	7512900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758043,3750	7512800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758045,3750	7512700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758047,3750	7512600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758049,3750	7512500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758051,3750	7512400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758053,3750	7512300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758055,3750	7512200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758057,3750	7512100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758059,3750	7512000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758061,3750	7511900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758063,3750	7511800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758065,3750	7511700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758067,3750	7511600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758069,3750	7511500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758071,3750	7511400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758073,3750	7511300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758075,3750	7511200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758077,3750	7511100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758079,3750	7511000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758081,3750	7510900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758083,3750	7510800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758085,3750	7510700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758087,3750	7510600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758089,3750	7510500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758091,3750	7510400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758093,3750	7510300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758095,3750	7510200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758097,3750	7510100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758099,3750	7510000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758101,3750	7509900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758103,3750	7509800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758105,3750	7509700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758107,3750	7509600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758109,3750	7509500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758111,3750	7509400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758113,3750	7509300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758115,3750	7509200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758117,3750	7509100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758119,3750	7509000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758121,3750	7508900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758123,3750	7508800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758125,3750	7508700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758127,3750	7508600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758129,3750	7508500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758131,3750	7508400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758133,3750	7508300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758135,3750	7508200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758137,3750	7508100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758139,3750	7508000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758141,3750	7507900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758143,3750	7507800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758145,3750	7507700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758147,3750	7507600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758149,3750	7507500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758151,3750	7507400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758153,3750	7507300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758155,3750	7507200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758157,3750	7507100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758159,3750	7507000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758161,3750	7506900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758163,3750	7506800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758165,3750	7506700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758167,3750	7506600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758169,3750	7506500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758171,3750	7506400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758173,3750	7506300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758175,3750	7506200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758177,3750	7506100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758179,3750	7506000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758181,3750	7505900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758183,3750	7505800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758185,3750	7505700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758187,3750	7505600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758189,3750	7505500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758191,3750	7505400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758193,3750	7505300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758195,3750	7505200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758197,3750	7505100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758199,3750	7505000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758201,3750	7504900,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758203,3750	7504800,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758205,3750	7504700,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758207,3750	7504600,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758209,3750	7504500,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758211,3750	7504400,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758213,3750	7504300,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758215,3750	7504200,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758217,3750	7504100,0000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758219,3750	7504000,5000	PVd	5,0	4,7	4,4	
758221,3750	7503900,0000	PVd	5,0	4,7		

2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem

A amostragem compreende a aquisição de um conjunto de amostras, com coordenada, (X,Y) , representativas do fenômeno de interesse (valor Z) naquele ponto.

É a tarefa mais importante da MNT, pois a coleta dos dados tem que representar a variação espacial de fenômeno de interesse. Assim uma amostragem não pode ser insuficiente (subamostragem), nem tão pouco redundante (superamostragem).

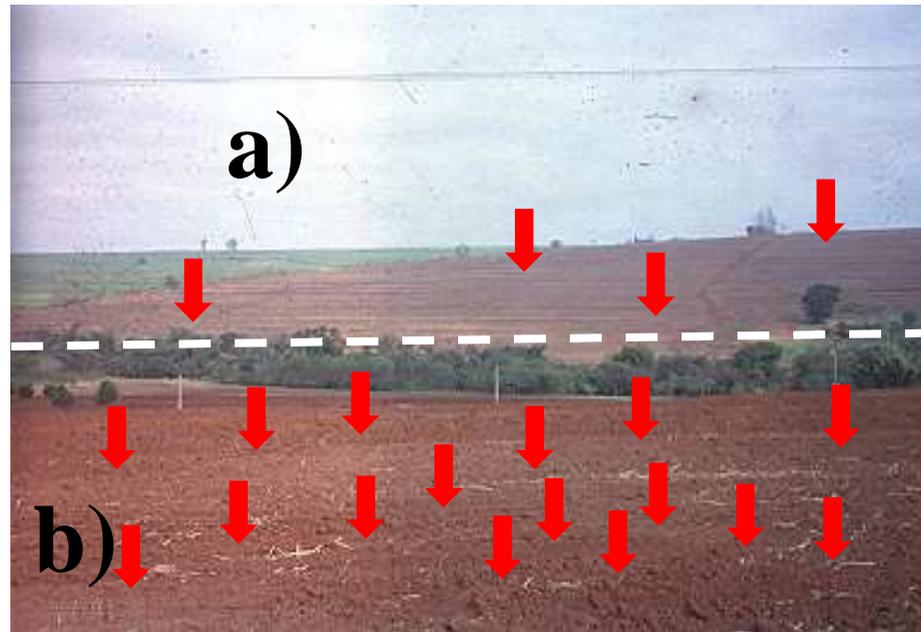
2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem

a) Subamostragem

b) Superamostragem

Relevo

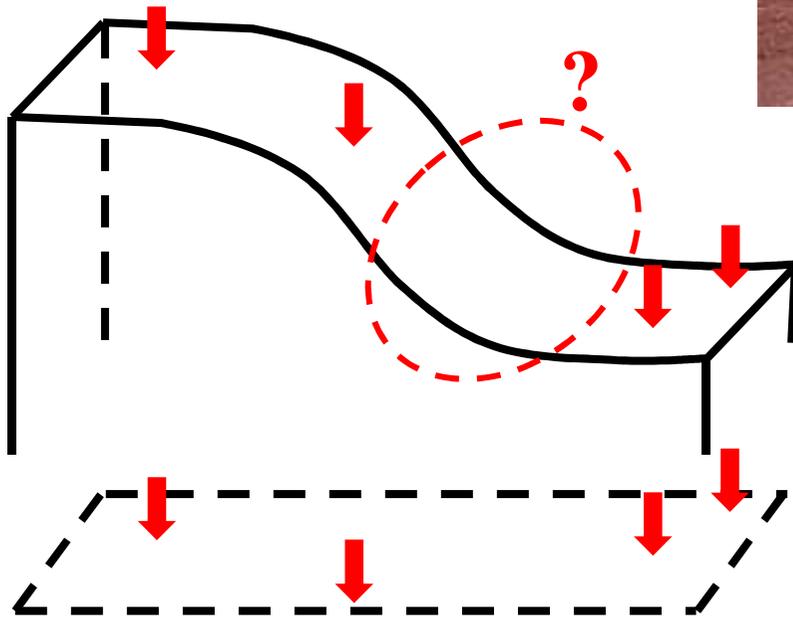
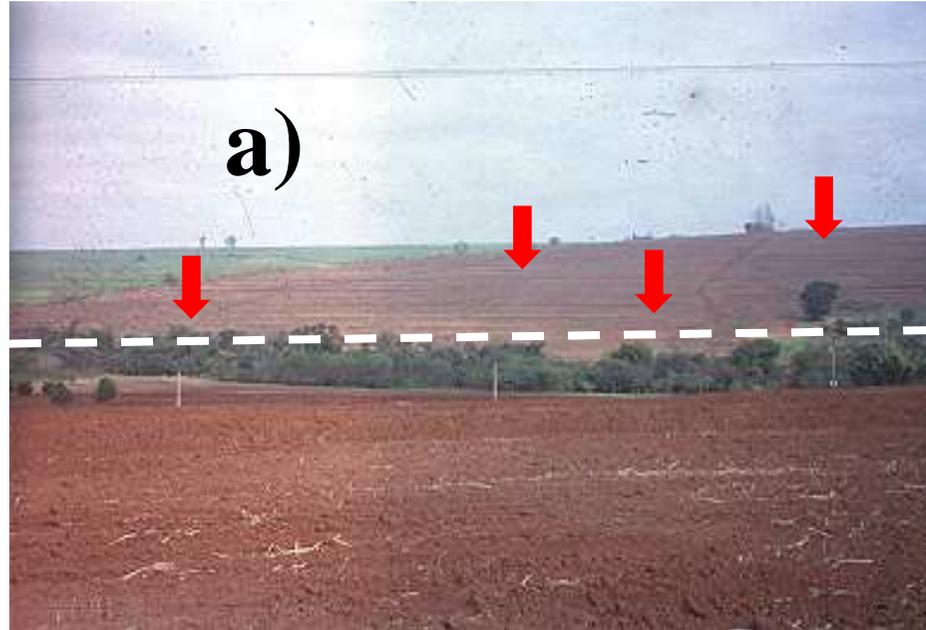


2. Procedimentos para Geração do MNT

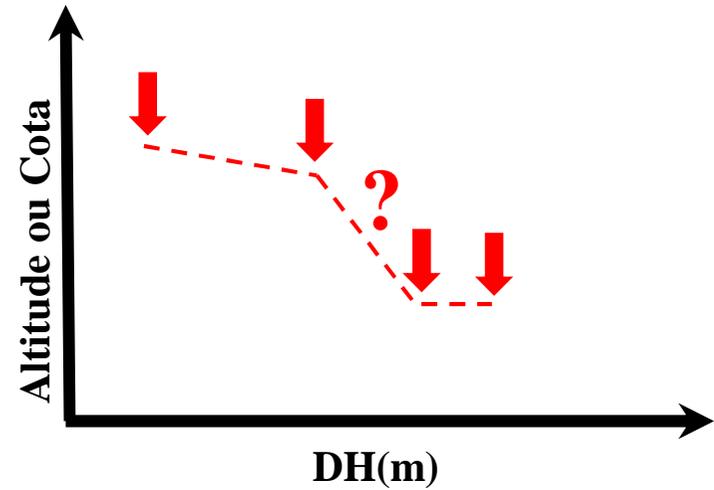
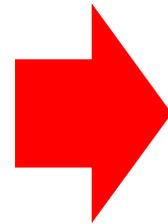
2.1 Amostragem

a) Subamostragem

Relevo



(X;Y;Z)

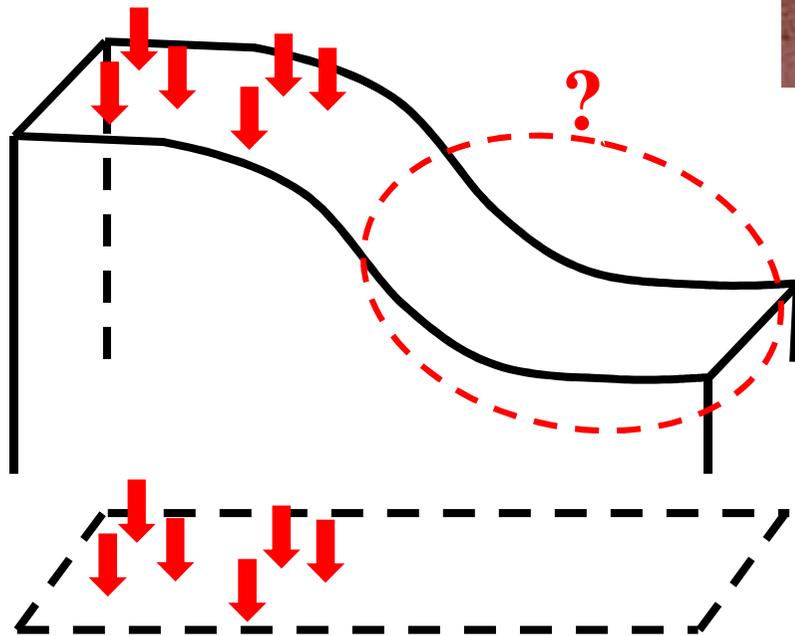
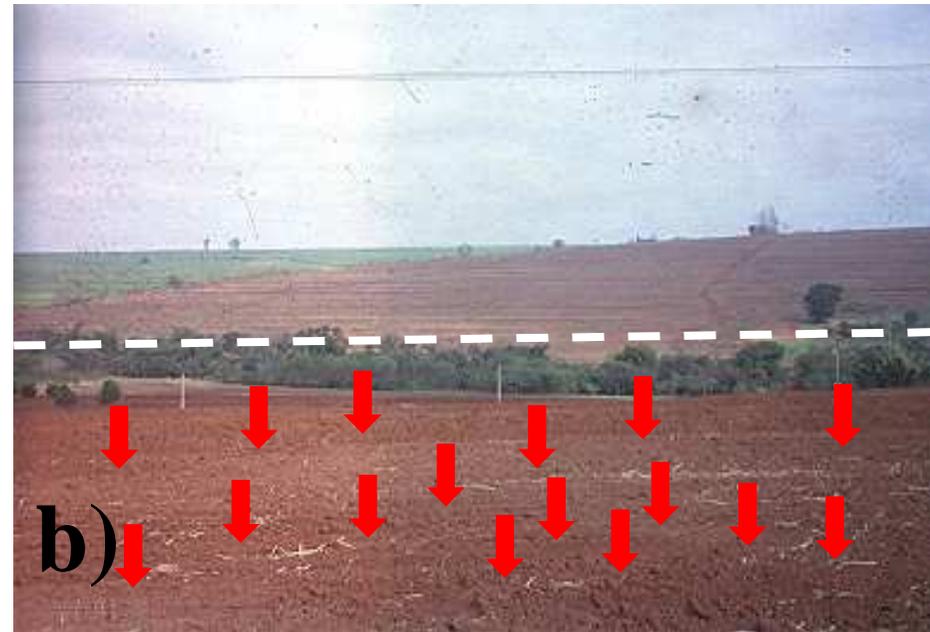


2. Procedimentos para Geração do MNT

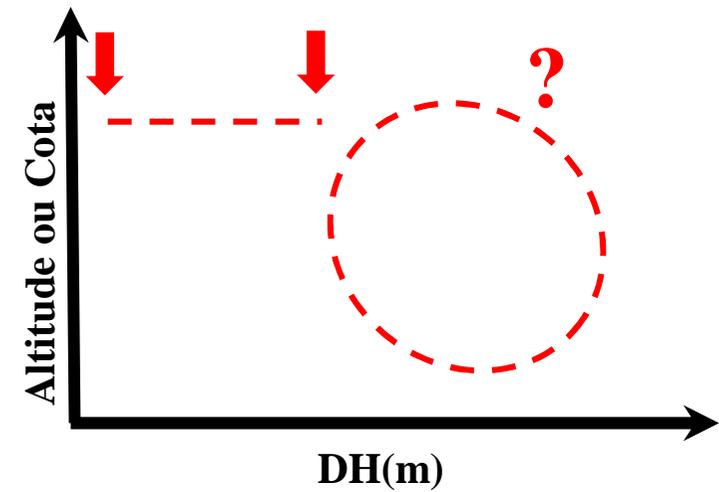
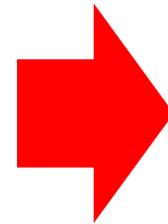
2.1 Amostragem

a) Subamostragem

Relevo



(X;Y;Z)

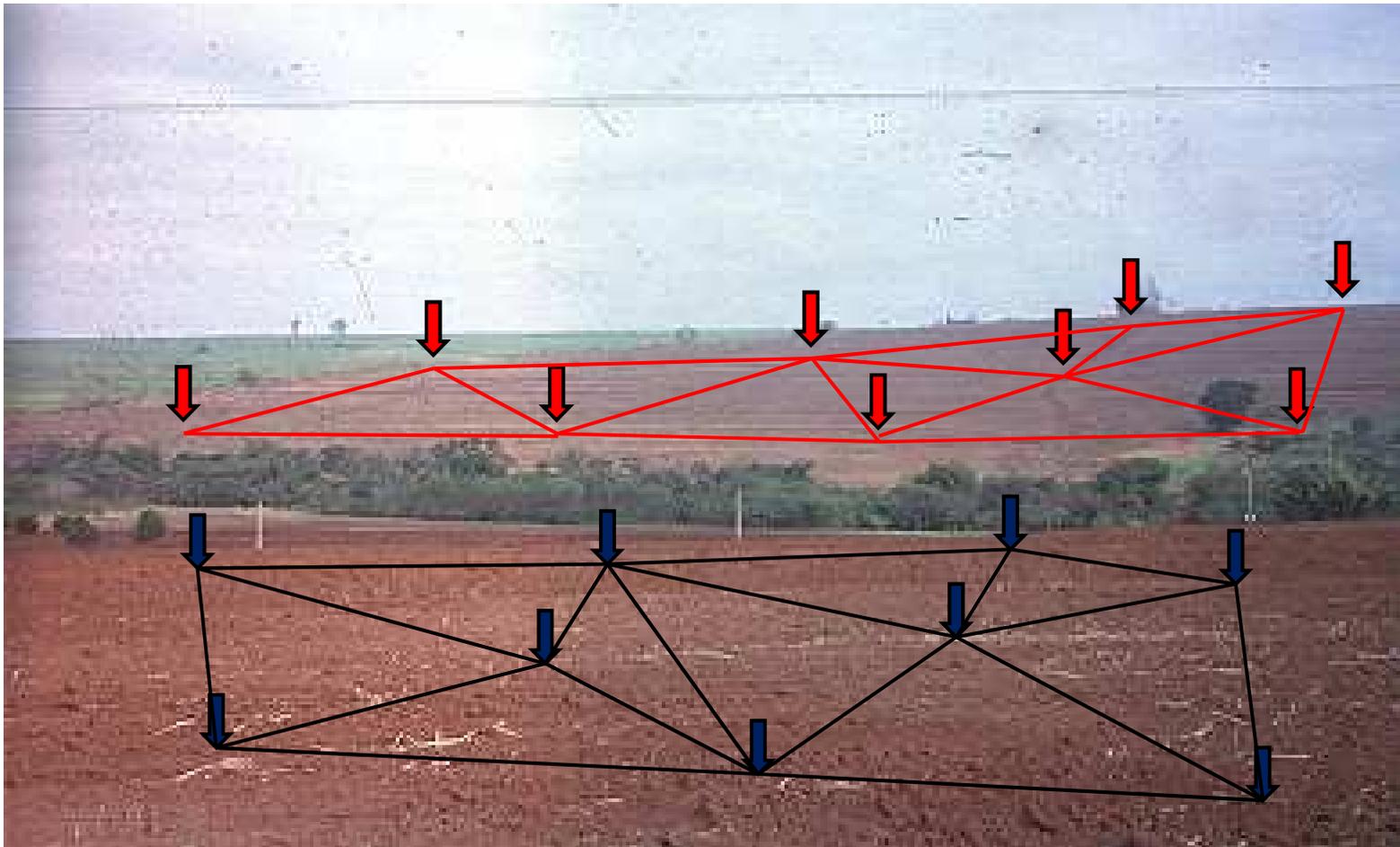


2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem

c) Amostragem Representativa

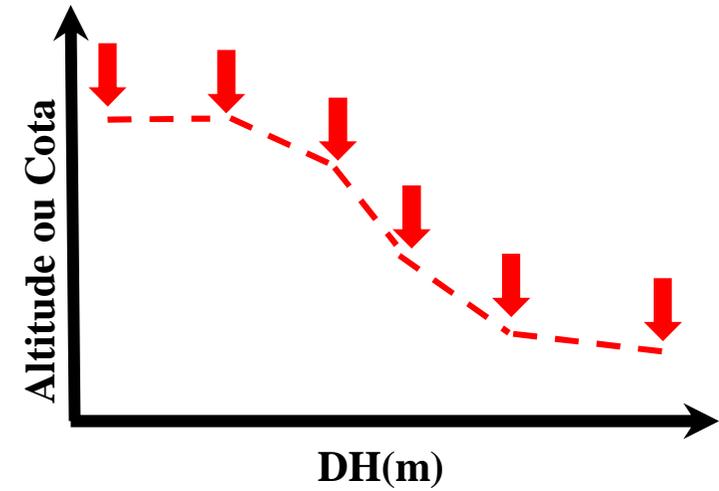
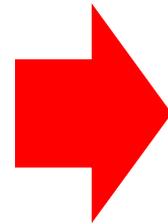
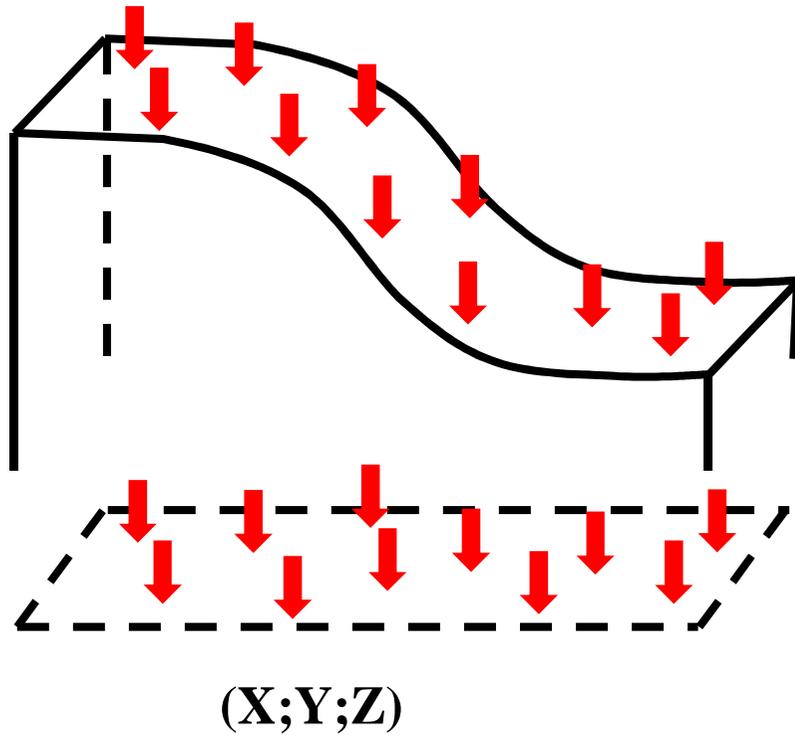
Relevo



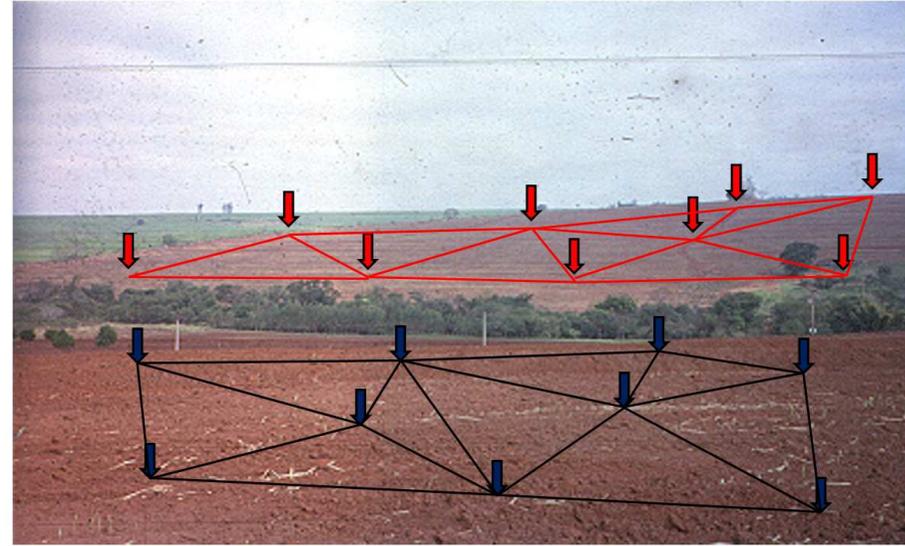
2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem

c) Amostragem Representativa



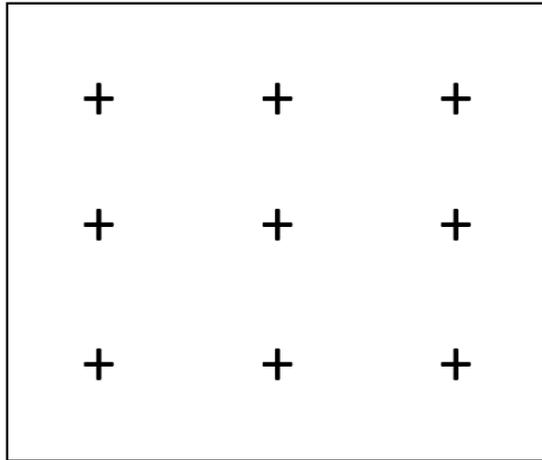
Relevo



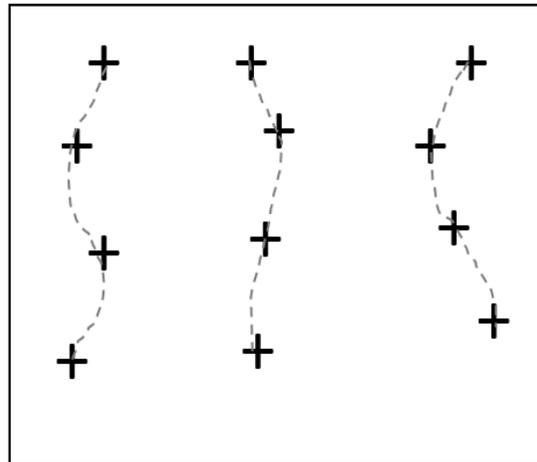
2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem

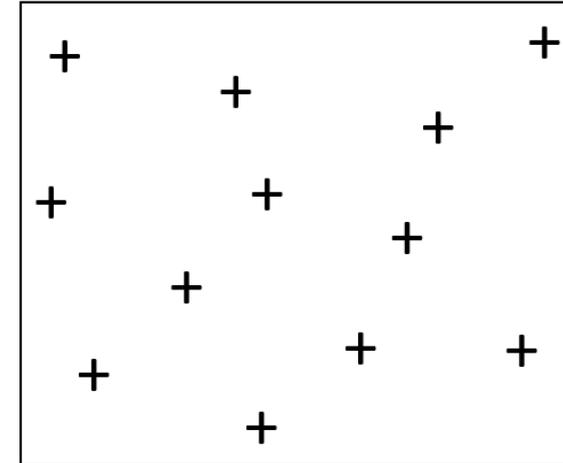
2.1.1 Tipos de amostragens



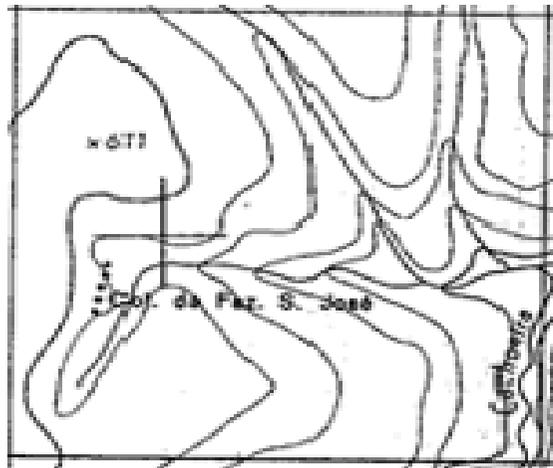
Amostragem Regular:
As amostras mantem regularidade entre X;Y



Amostragem Semi-regular:
As amostras mantem regularidade em uma das direções X ou Y



Amostragem Irregular:
As amostras não mantem regularidade entre X;Y



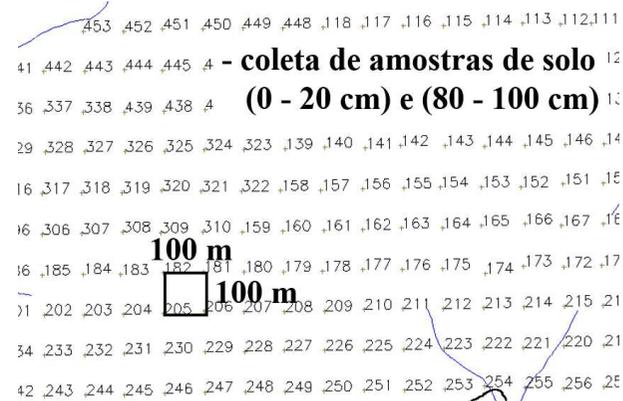
Amostragem por isolinhas:
Mapa Planialtimétrico
Curvas em nível

2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem

2.1.1 Tipos de amostragens

Amostragem regular



- Agricultura de Precisão

- Topografia (Corte e Aterro)

Vantagens x Desvantagens

- Qual é o espaçamento da amostragem? “grade”

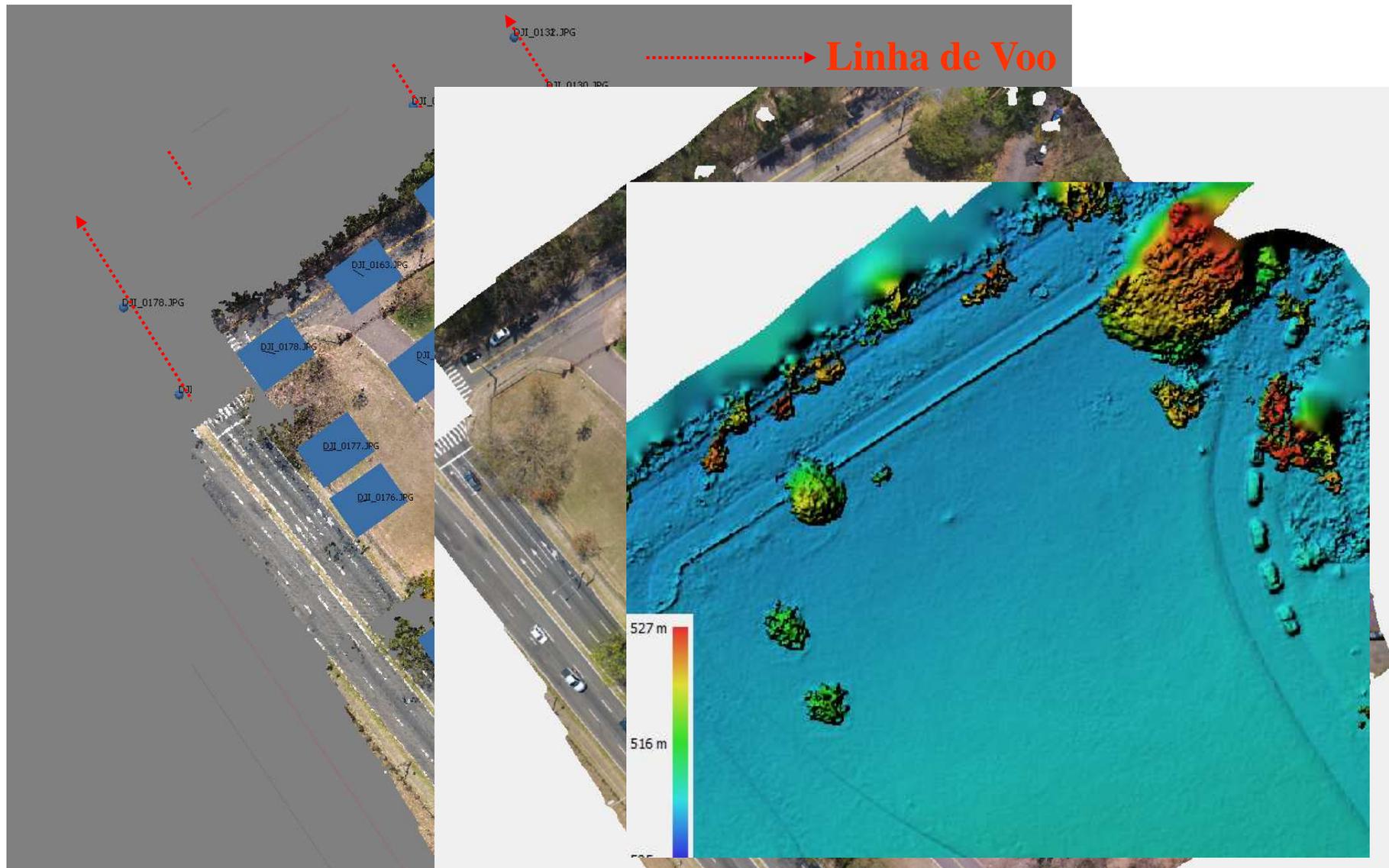
- Numero de pontos (superamostragem/ subamostragem)

2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem

2.1.1 Tipos de amostragens

Amostragem semi-regular (Aerofotogrametria)

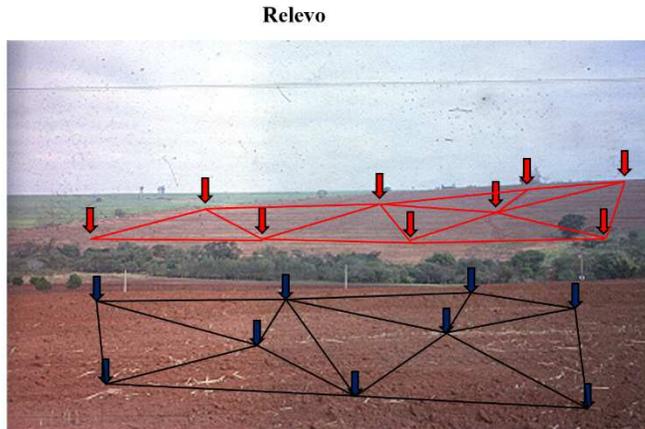


2. Procedimentos para Geração do MNT

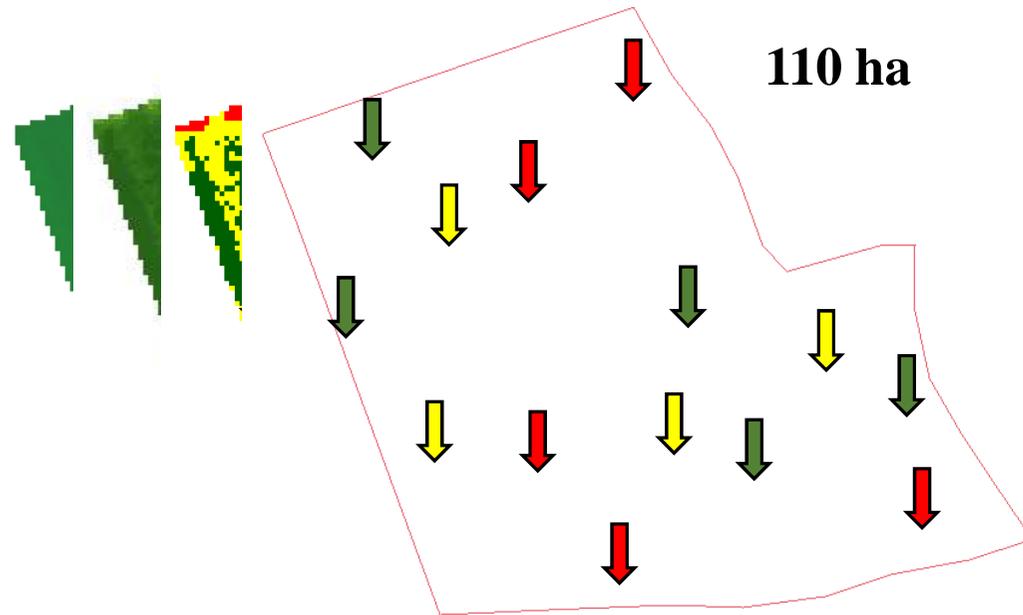
2.1 Amostragem

2.1.1 Tipos de amostragens

Amostragem irregular



Levantamentos Topográficos
Pontos Notáveis



Talhão (Milho)

“Na quase totalidade dos casos as amostras mais representativas do fenômeno não estão regularmente distribuídas.”

Vantagens x Desvantagens

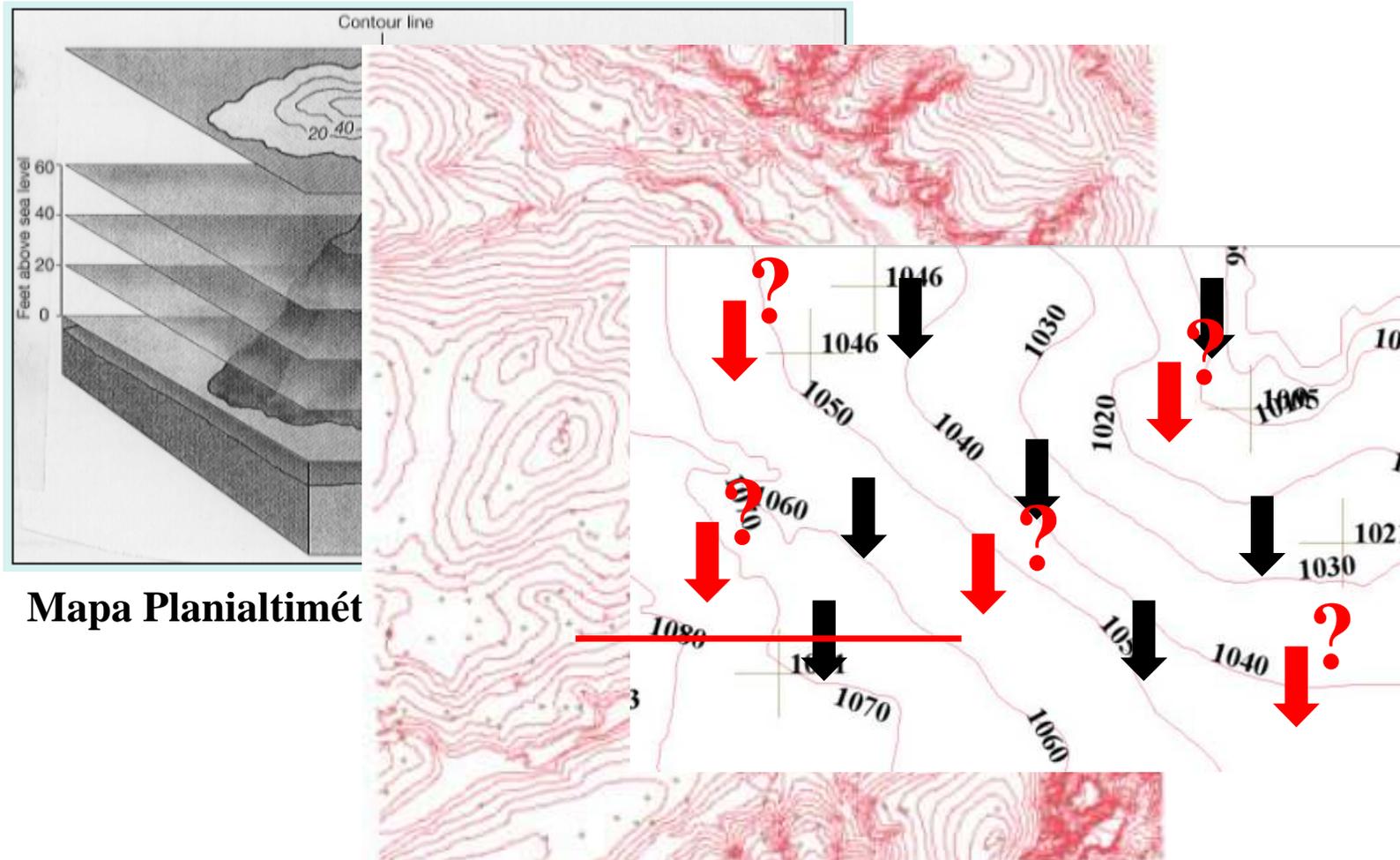
- Numero de pontos (superamostragem/ subamostragem)

2. Procedimentos para Geração do MNT

2.1 Amostragem

2.1.1 Tipos de amostragens

Amostragem por isolinhas

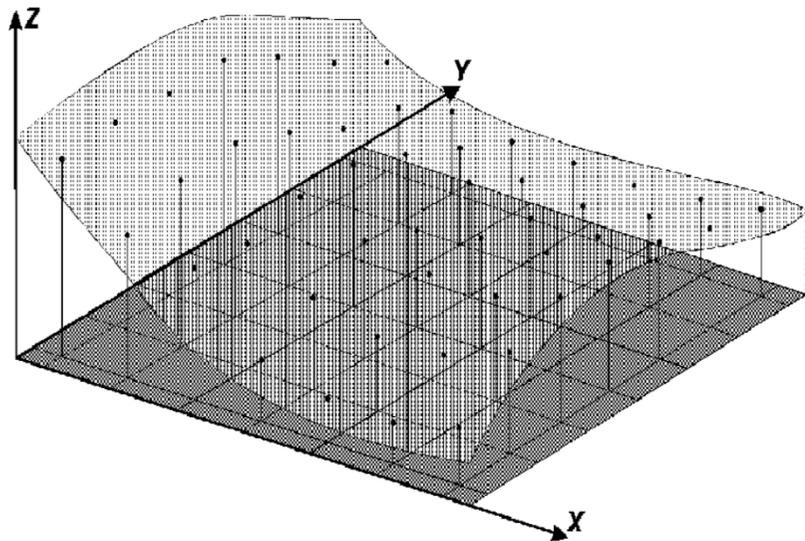


Mapa Planialtimétrico

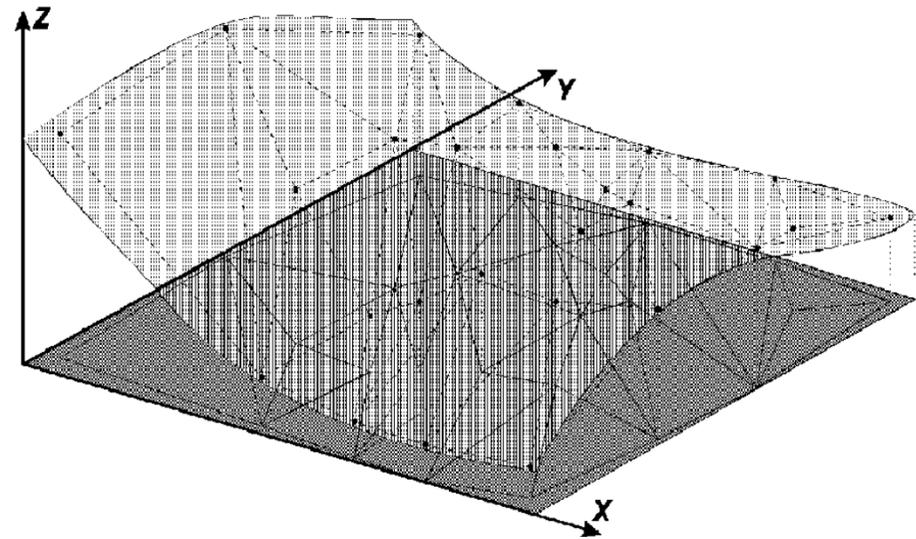
2. Procedimentos para Geração do MNT

2.2 Geração do modelo (interpolação)

A interpolação envolve a criação de uma estrutura de dados e a definição de superfícies de ajuste com objetivo de se obter uma representação contínua de fenômeno a partir das amostras.



2.2.1 Estrutura de Dados
Grade Regular

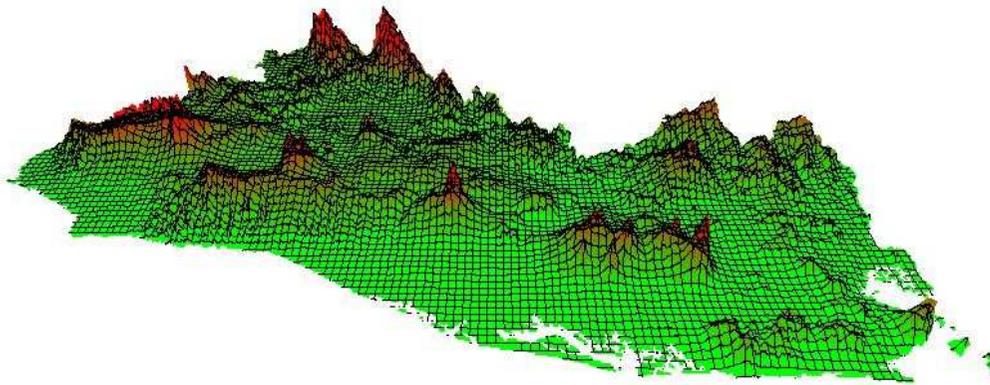


2.2.2 Estrutura de Dados
Malha Triangular

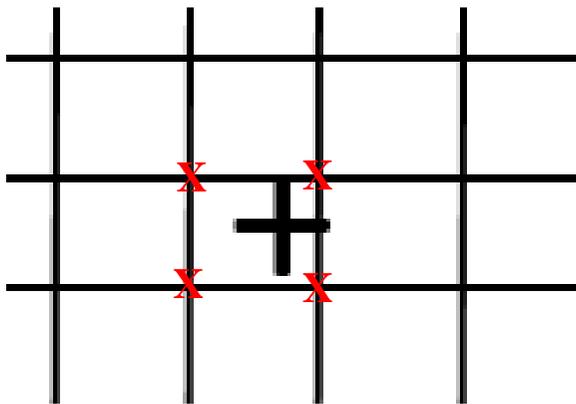
2. Procedimentos para Geração do MNT

2.2 Geração do modelo (interpolação)

2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**



É um modelo digital que aproxima a superfície através de um poliedro de faces regulares. Os vértices desse polígono podem ser os próprios pontos amostrados (caso tenham as mesmas localizações X,Y da grade desejada) ou não.



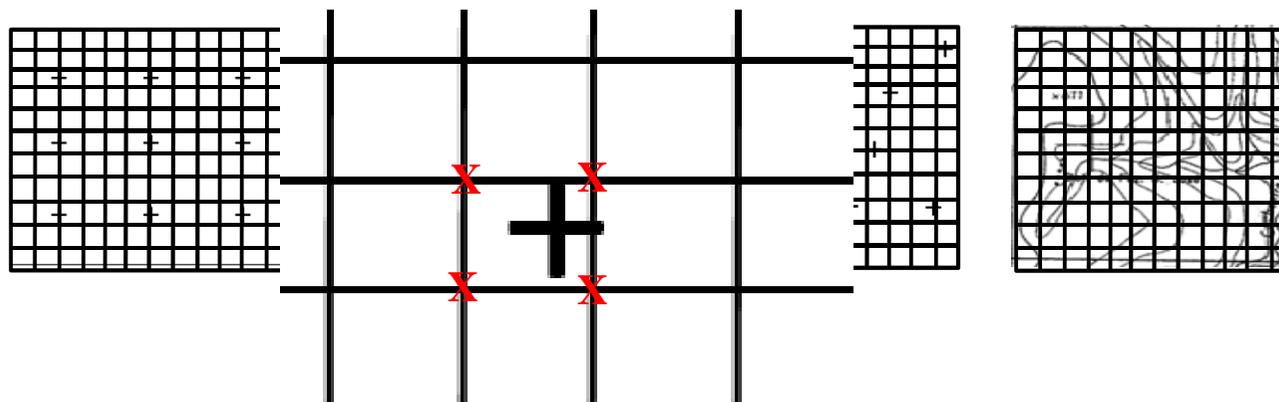
O refinamento da grade regular ocorre quando se gera uma nova grade regular a partir de outra grade regular (geralmente obtida em campo)

Refinamento da Grade

2. Procedimentos para Geração do MNT
2.2 Geração do modelo (interpolação)

2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**

“Estimar os valores (Z) para cada ponto da grade, partindo-se do conjunto de amostras (X, Y) do fenômeno”



INTERPOLADORES

a) **Determinísticos**

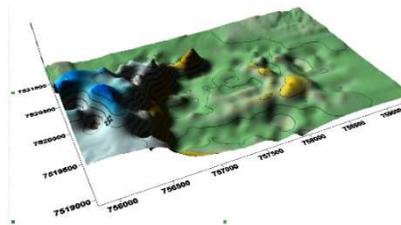
b) **Probabilísticos**

Interpoladores Globais/Locais

Geoestatística



GERAÇÃO DO MODELO



2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**

a) Determinísticos – Interpoladores Locais

“Ponto na grade determinado por interpolação das amostras mais próximas”

“Suposição do método: efeitos do fenômeno são locais”

Média Móvel

$$Z_i = \frac{\sum_{j=1}^n W_{ij} \cdot Z_j}{\sum_{j=1}^n W_{ij}}$$

Z_i : Valor a ser estimado
 Z_j : Valor amostrado
 W_{ij} : fator de ponderação

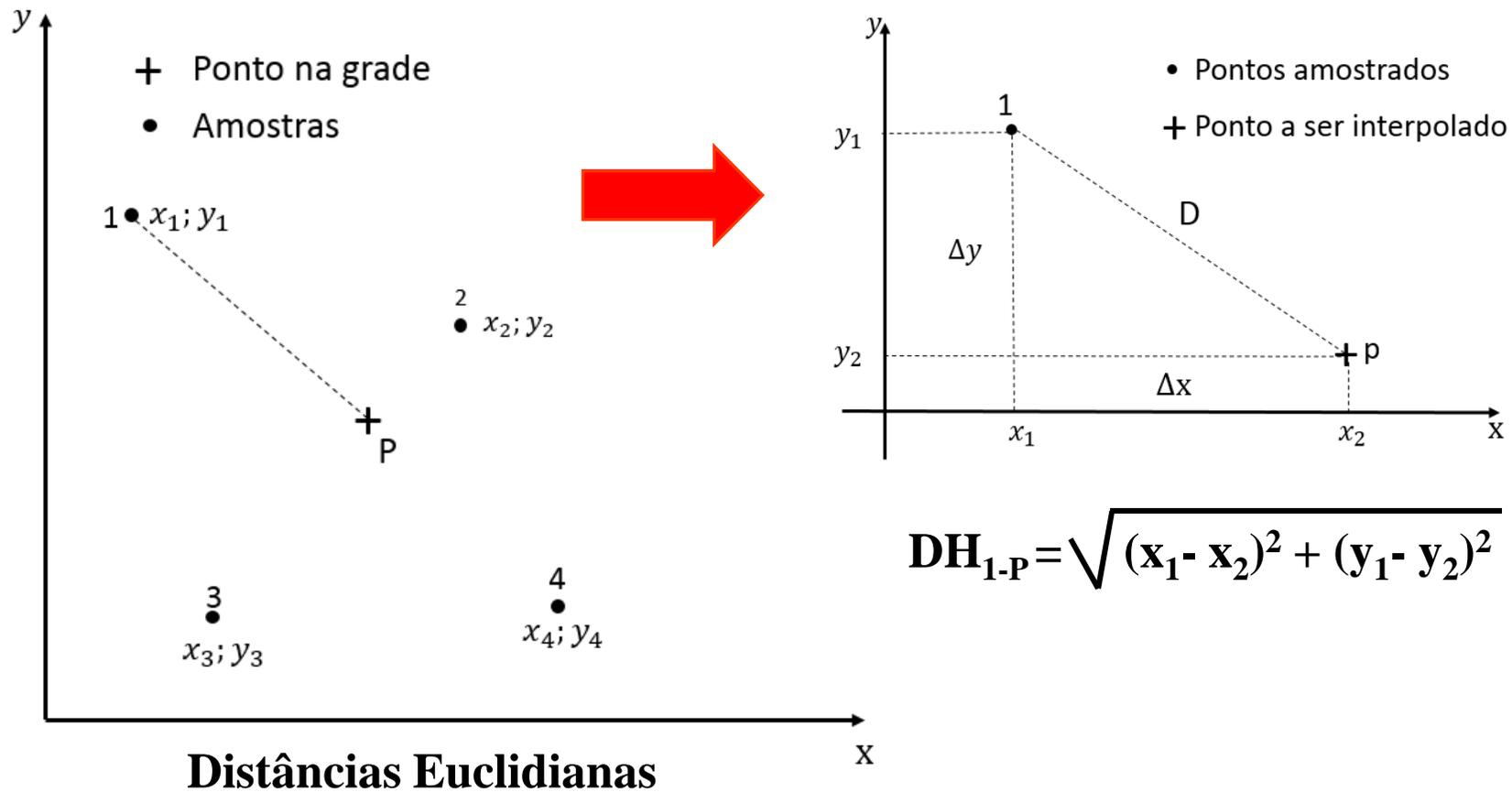
- Interpolador por vizinho mais próximo
- Interpolador por média simples
- Interpolador por média ponderada
- Interpolador por média ponderada e quadrante
- Interpolador por média ponderada por quadrante e por cota

Como é possível calcular o vizinho mais próximo?

2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**

a) Determinísticos – Interpoladores Locais

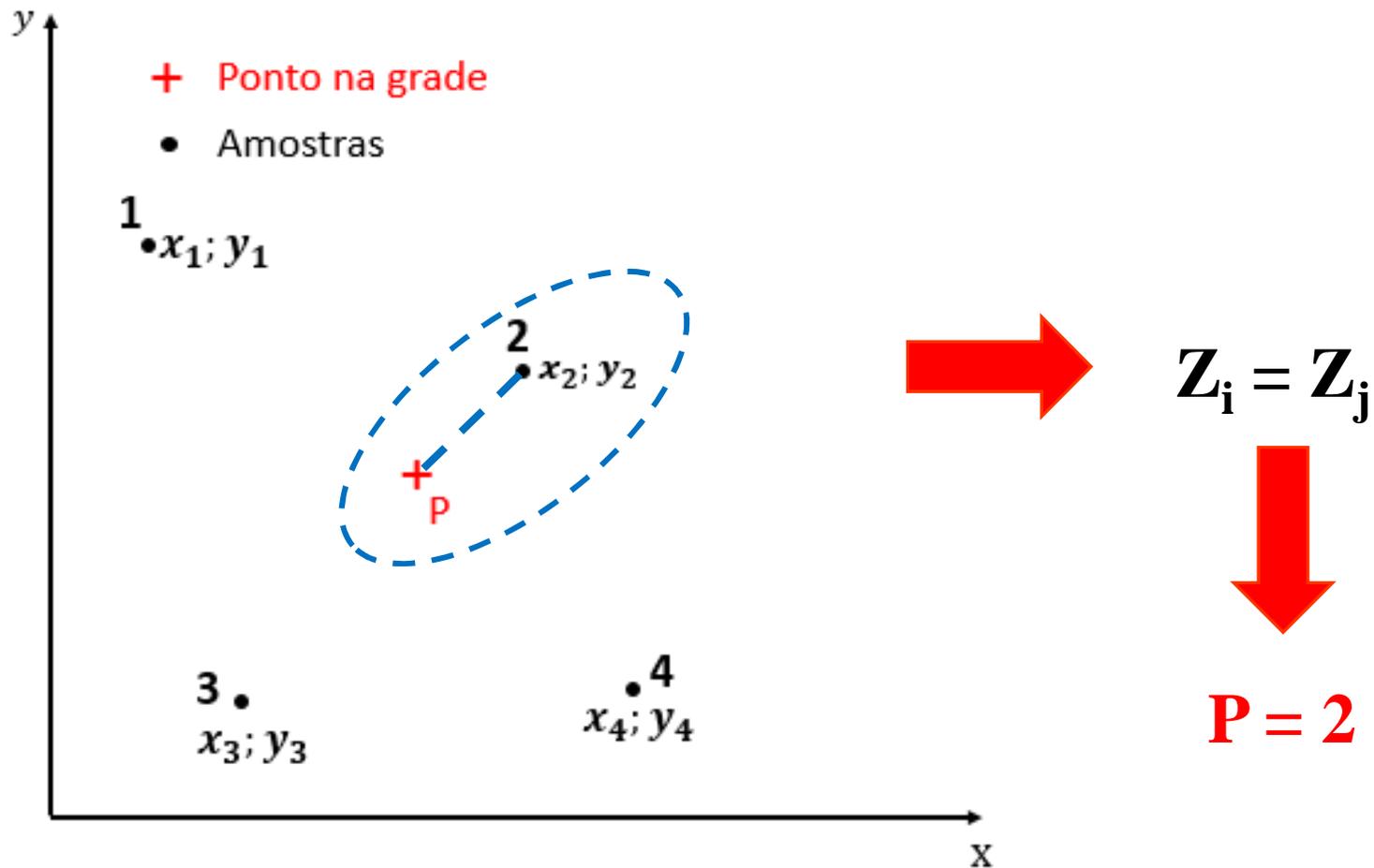
Como é possível calcular o vizinho mais próximo?



2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**

a) Determinísticos – Interpoladores Locais

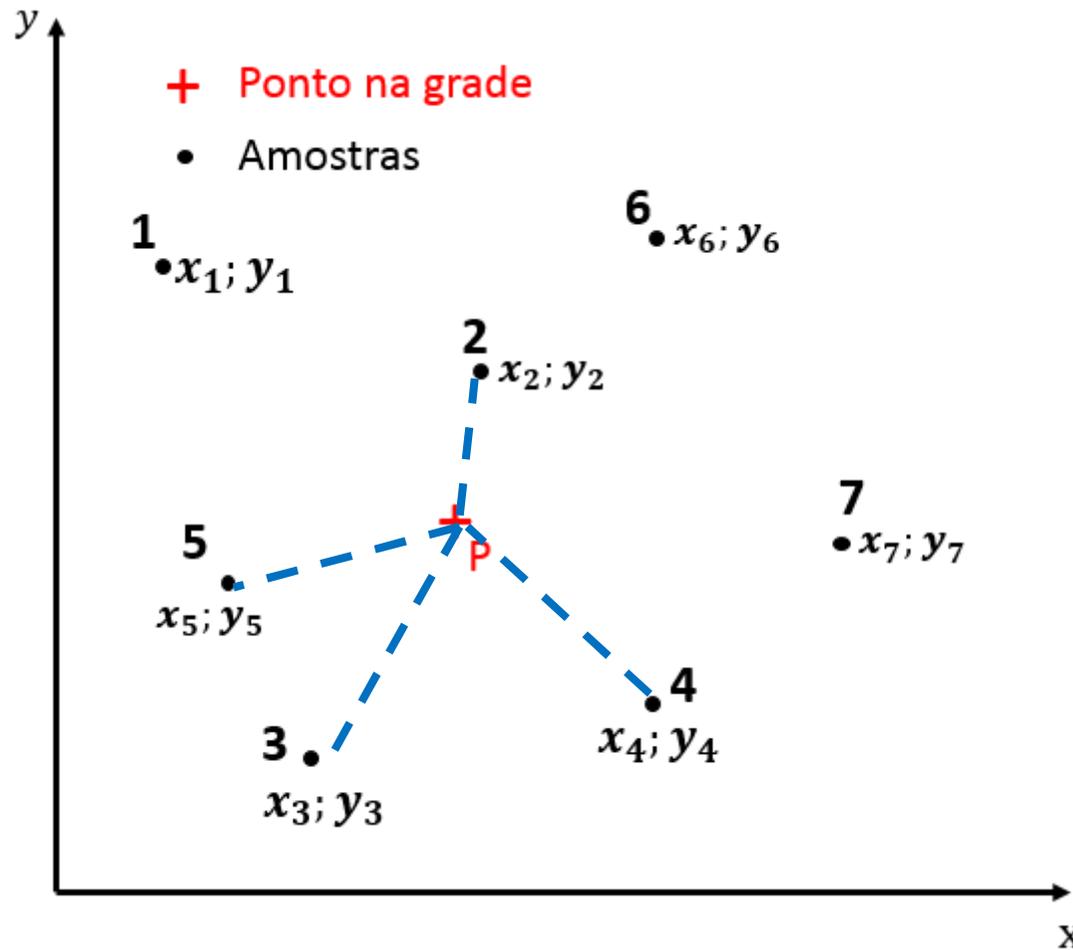
- **Interpolador por vizinho mais próximo ($j = 1$)**



2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**

a) Determinísticos – Interpoladores Locais

- **Interpolador por média simples ($Z_i =$ média de n valores de Z_j)**



$$n = 4$$

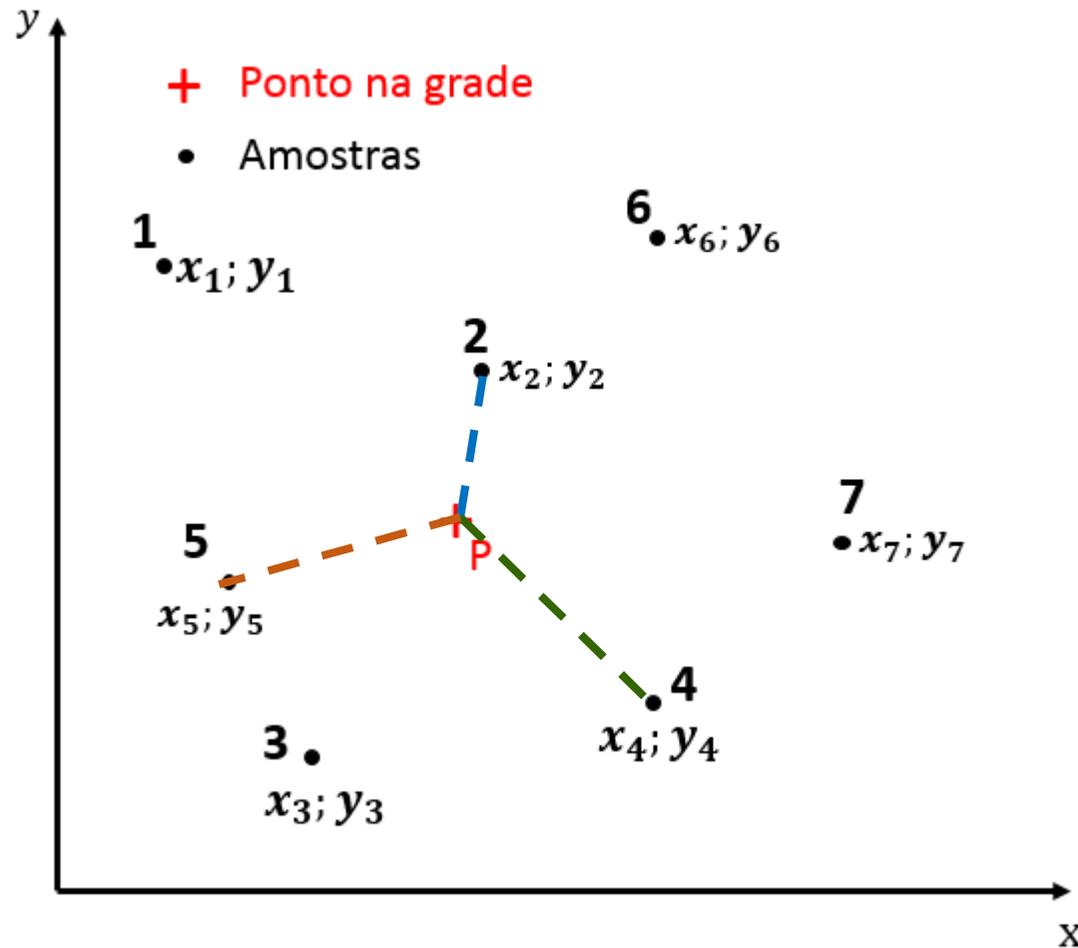
$$Z_i = \sum Z_j / n$$

$$W_{ij} = 1$$

2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**

a) Determinísticos – Interpoladores Locais

- **Interpolador por média ponderada ($Z_i =$ média ponderada de n valores de Z_j)**



Fator de Ponderação

$$W_{ij} = 1 / (d_{ij}^k)$$

Inverso da Distância

$$d_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2}$$

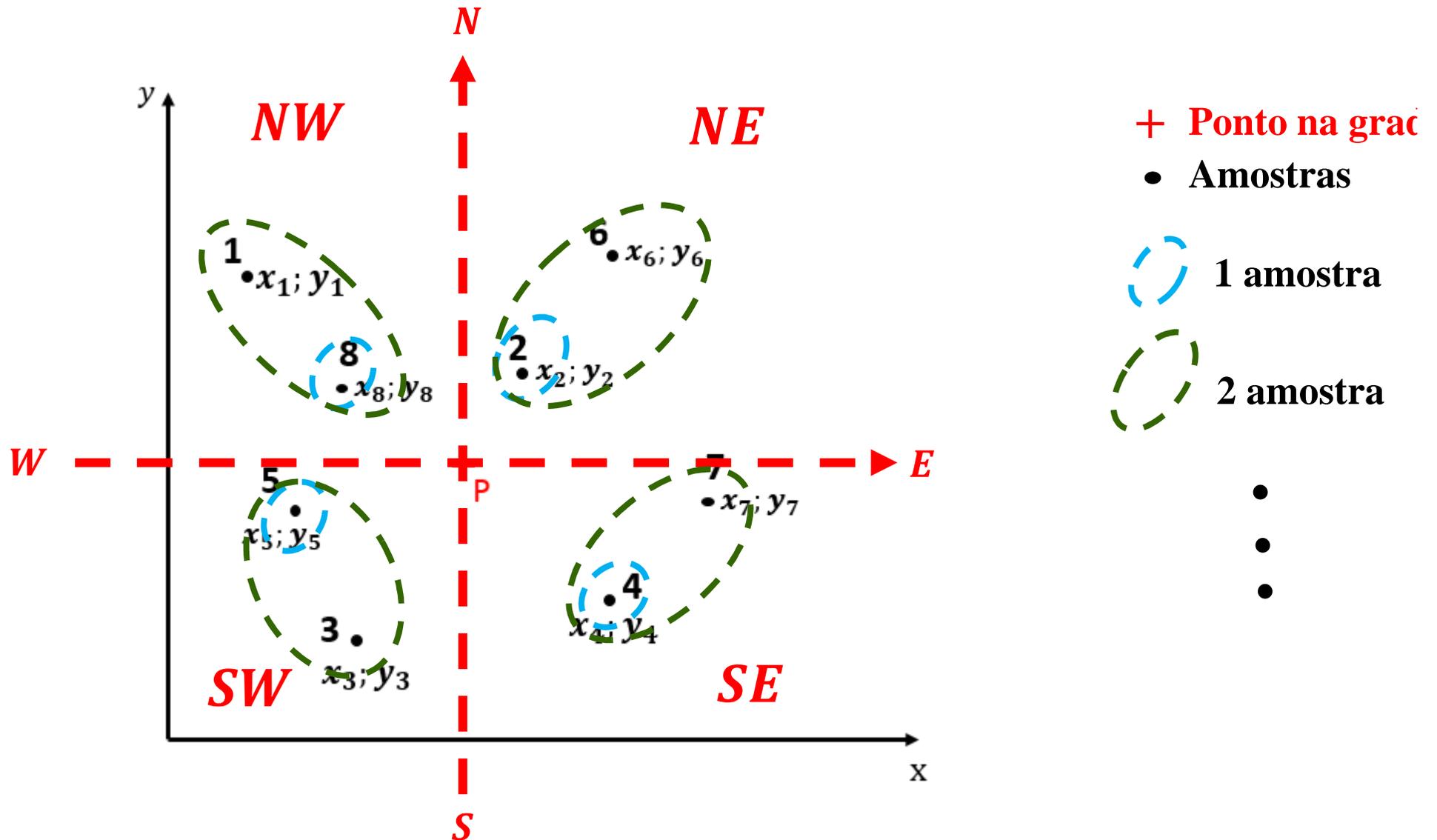
*Inverso da Distância
ao quadrado*

k = 1 ou 2

2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**

a) Determinísticos – Interpoladores Locais

- **Interpolador por média ponderada por quadrante**

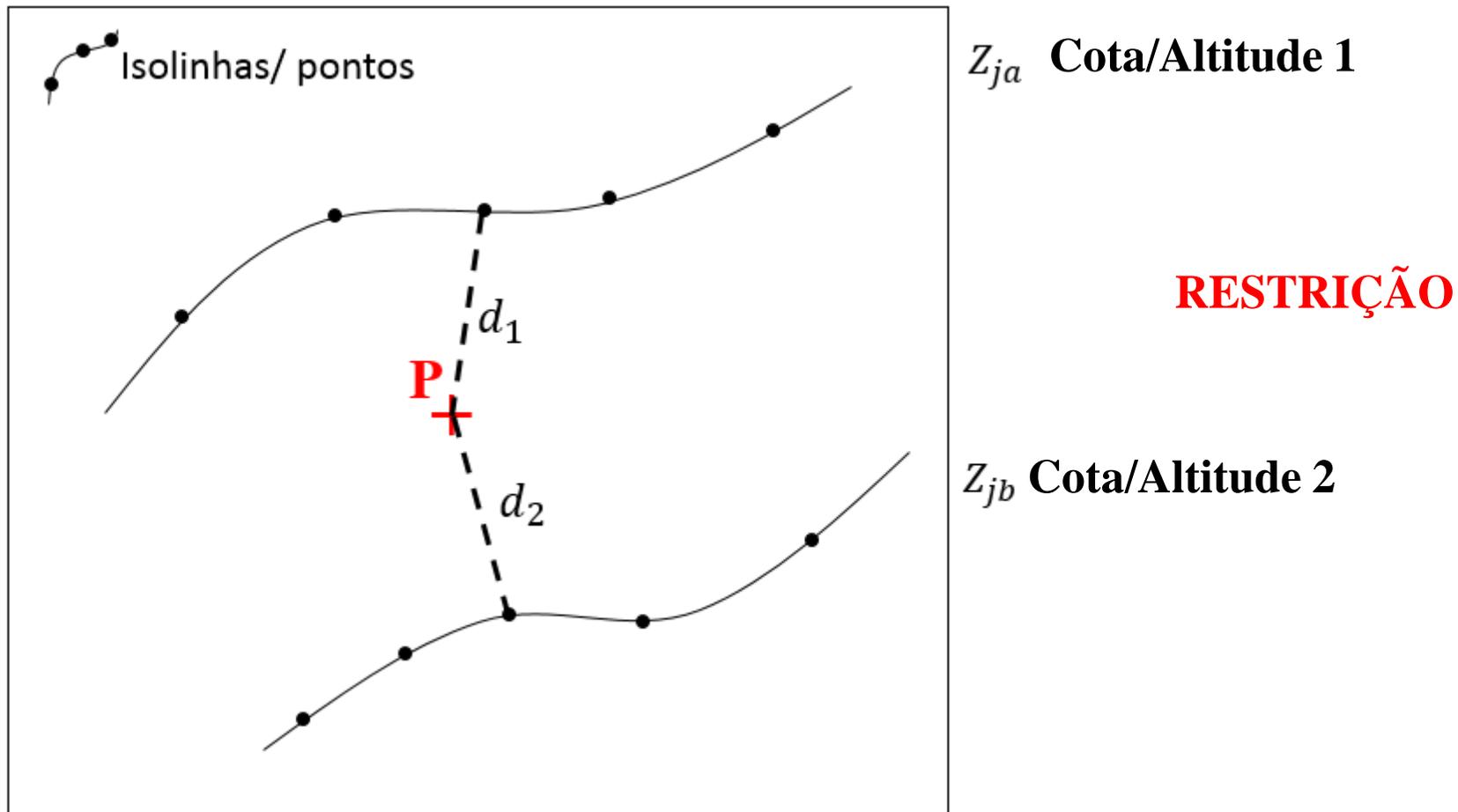


2.2.1 Estrutura de Dados: **Grade Regular**

a) Determinísticos – Interpoladores Locais

- **Interpolador por média ponderada por quadrante e por cota**

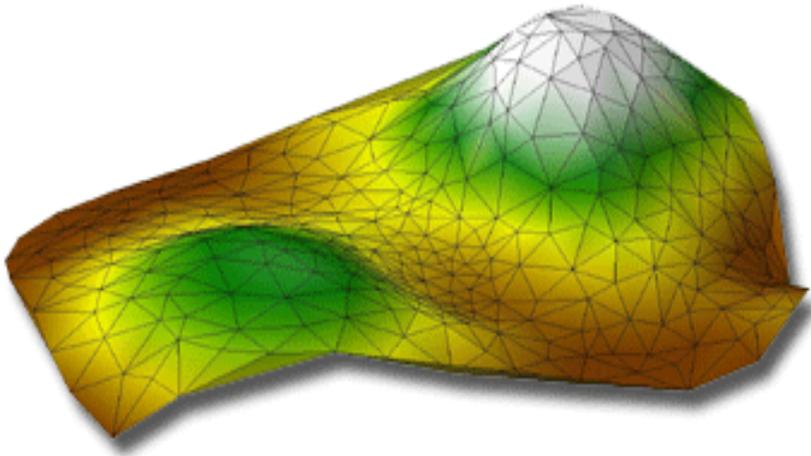
“Caso específico de isolinhas”



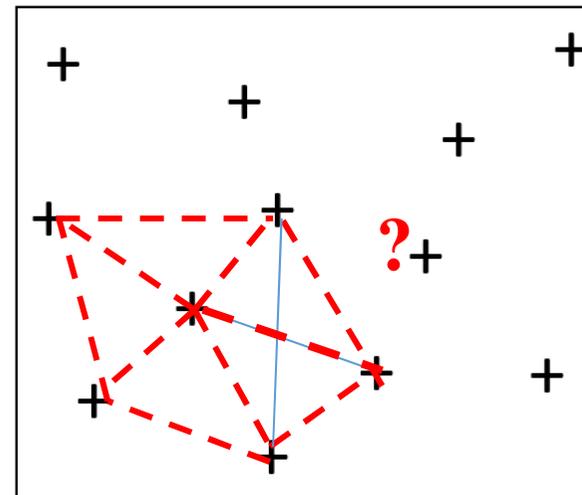
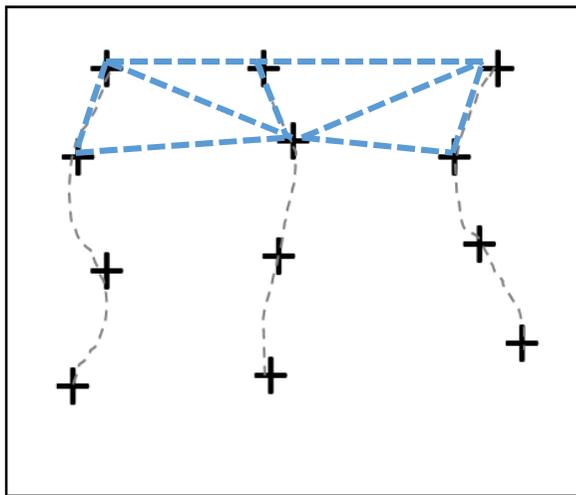
2. Procedimentos para Geração do MNT

2.2 Geração do modelo (interpolação)

2.2.2 Estrutura de Dados: **Malha Triangular**



- É um poliedro de faces triangulares
- Diferente da grade regular, os valores das amostras participam da triangulação.
- Critérios específicos geram malhas triangulares únicas (mesmo conjunto de amostras).



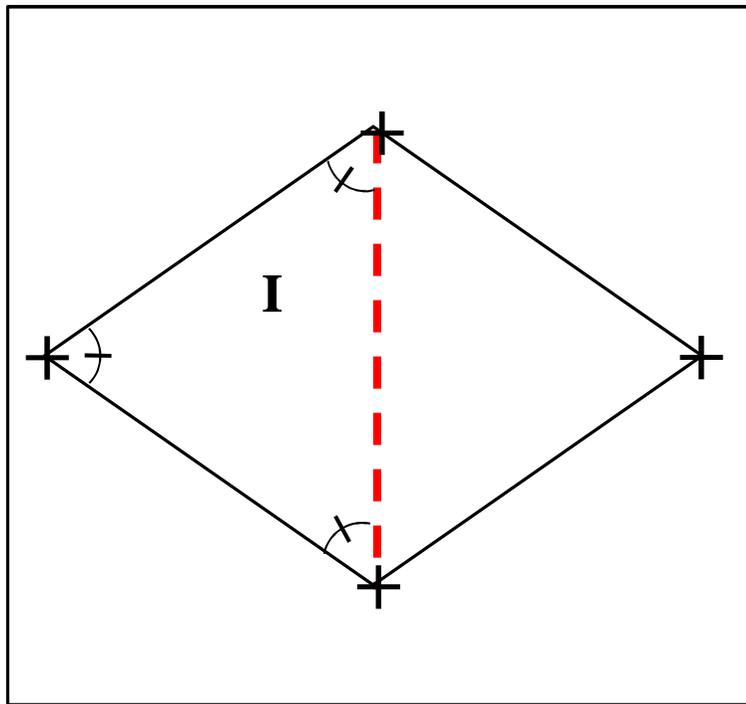
Triangulação de Delaunay

2. Procedimentos para Geração do MNT

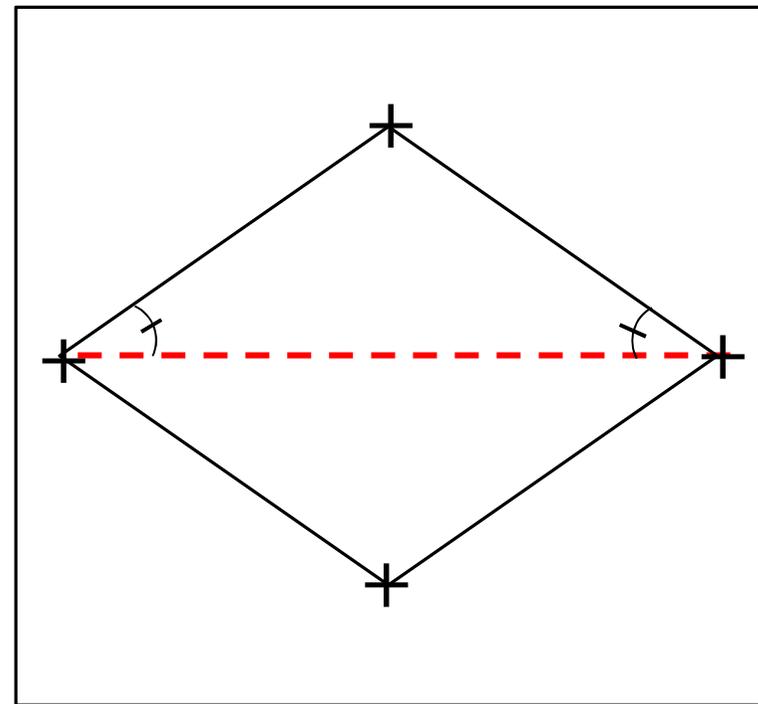
2.2 Geração do modelo (interpolação)

2.2.2 Estrutura de Dados: **Malha Triangular**

Triangulação de Delaunay



Delaunay



Não Delaunay

Onde temos uma aplicação direta?

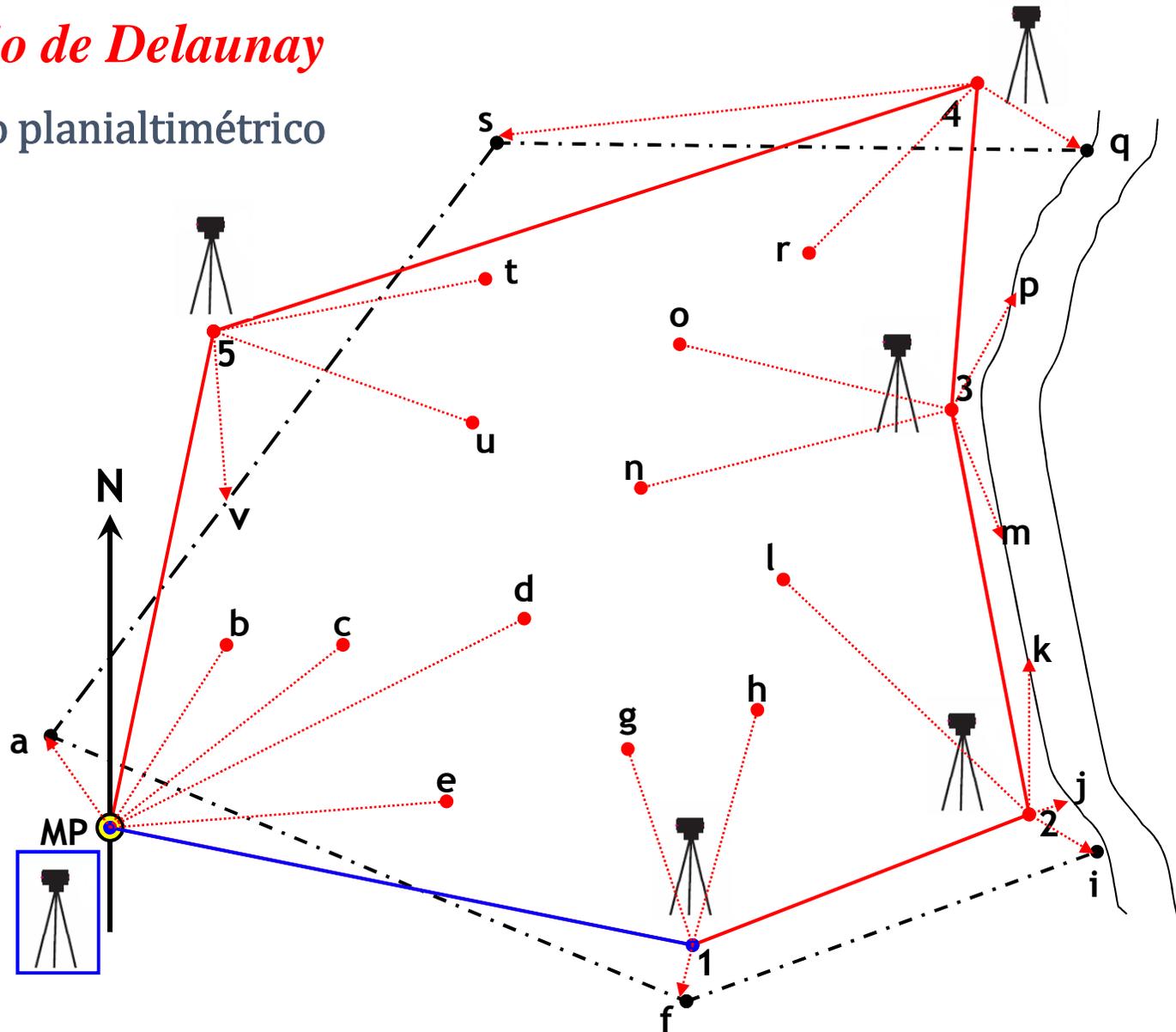
2. Procedimentos para Geração do MNT

2.2 Geração do modelo (interpolação)

2.2.2 Estrutura de Dados: **Malha Triangular**

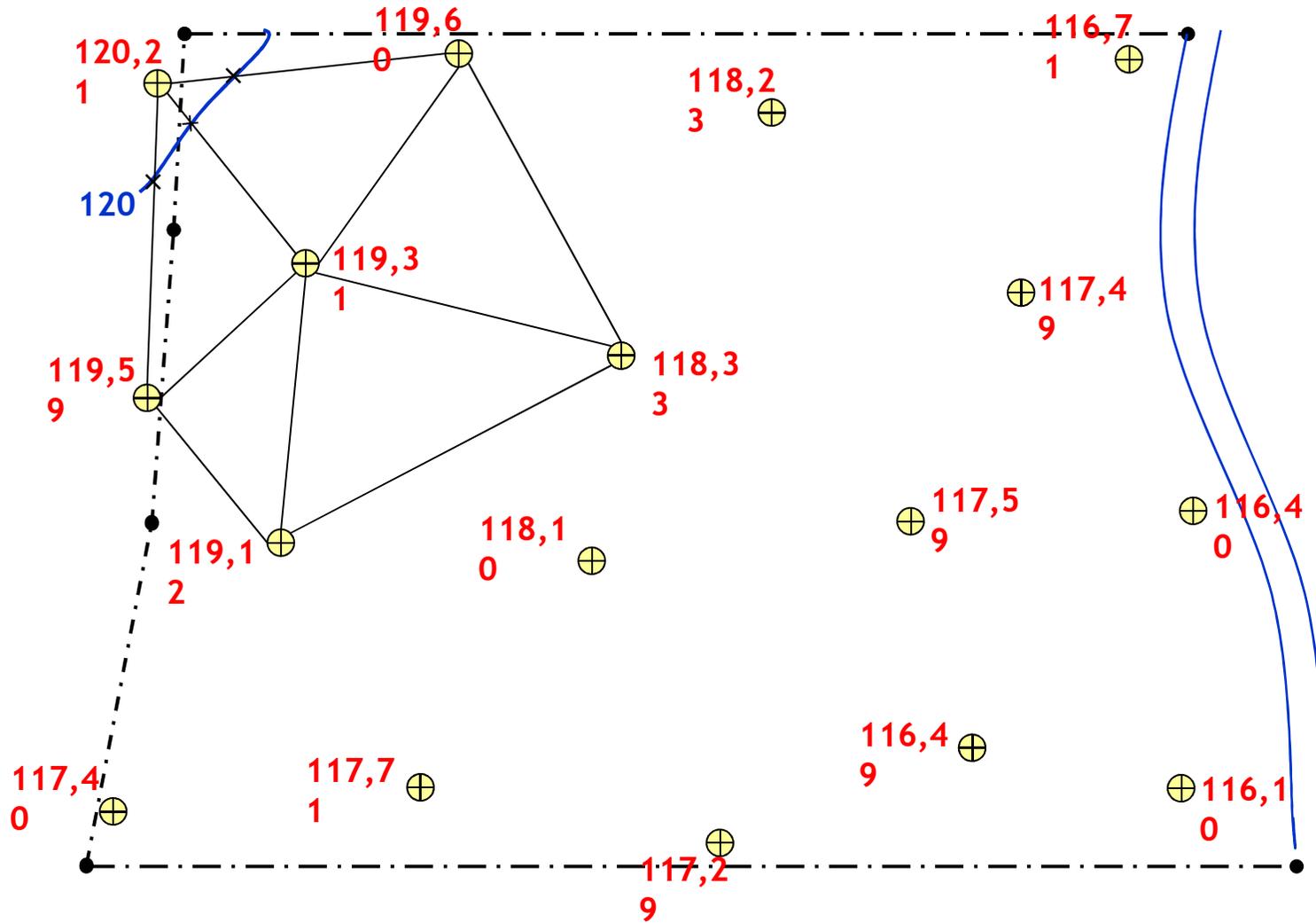
Triangulação de Delaunay

Levantamento planialtimétrico

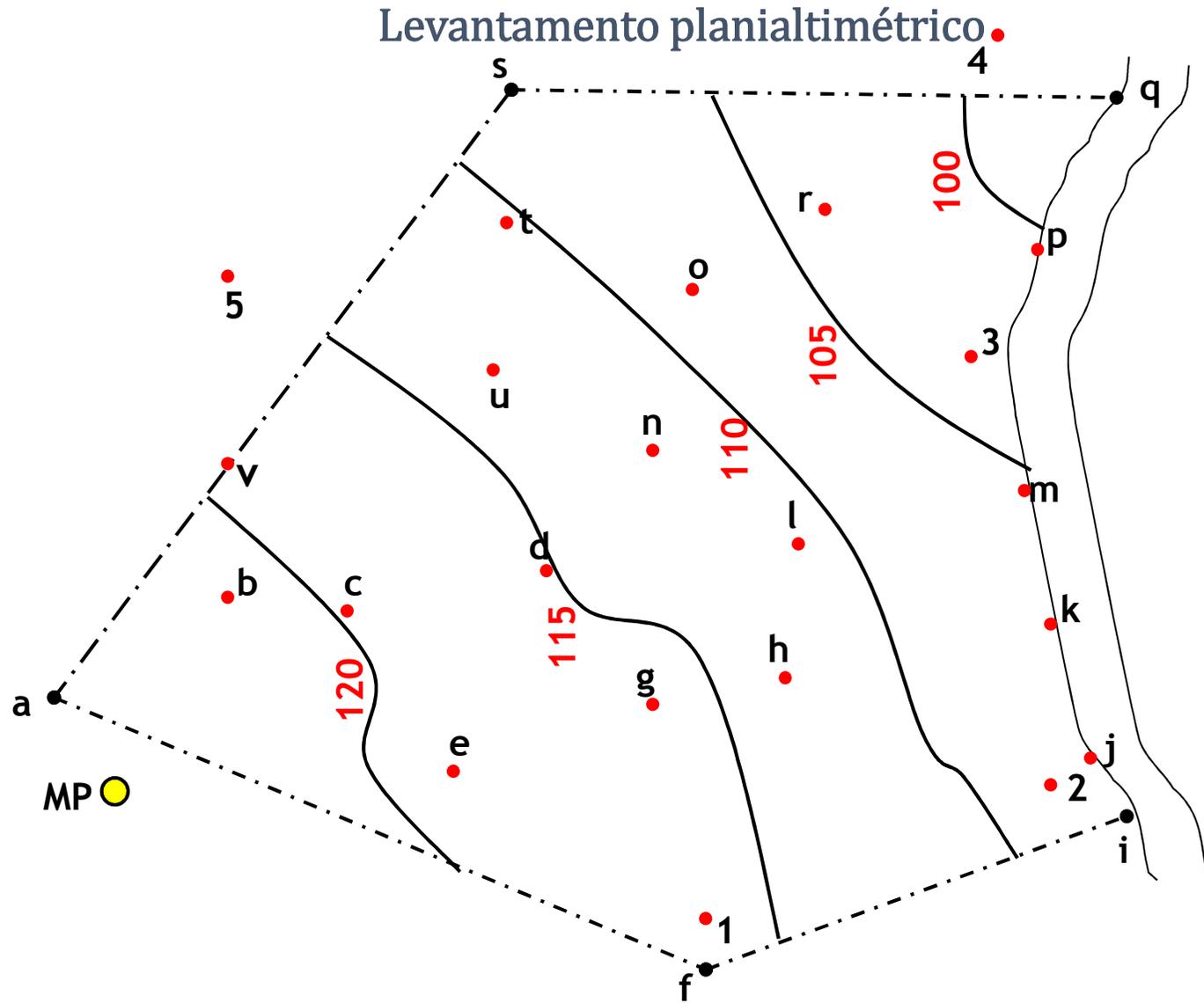


Triangulação de Delaunay

Levantamento planialtimétrico



Triangulação de Delaunay



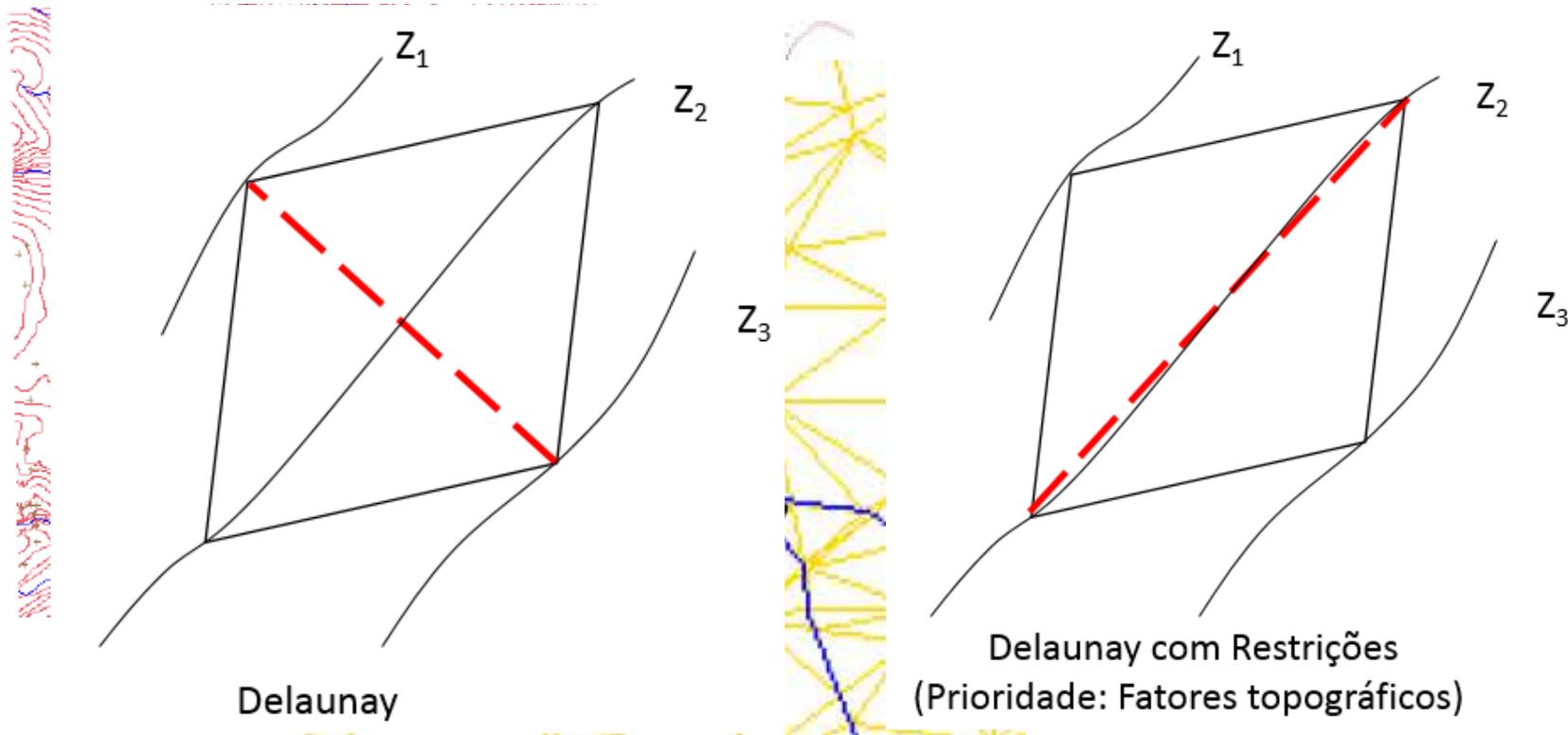
2. Procedimentos para Geração do MNT

2.2 Geração do modelo (interpolação)

2.2.2 Estrutura de Dados: **Malha Triangular**

“Inclusões de restrições na triangulação de Delaunay”

- Linhas de divisores de águas (valores máximos)
- Linhas de drenagens (valores mínimos)

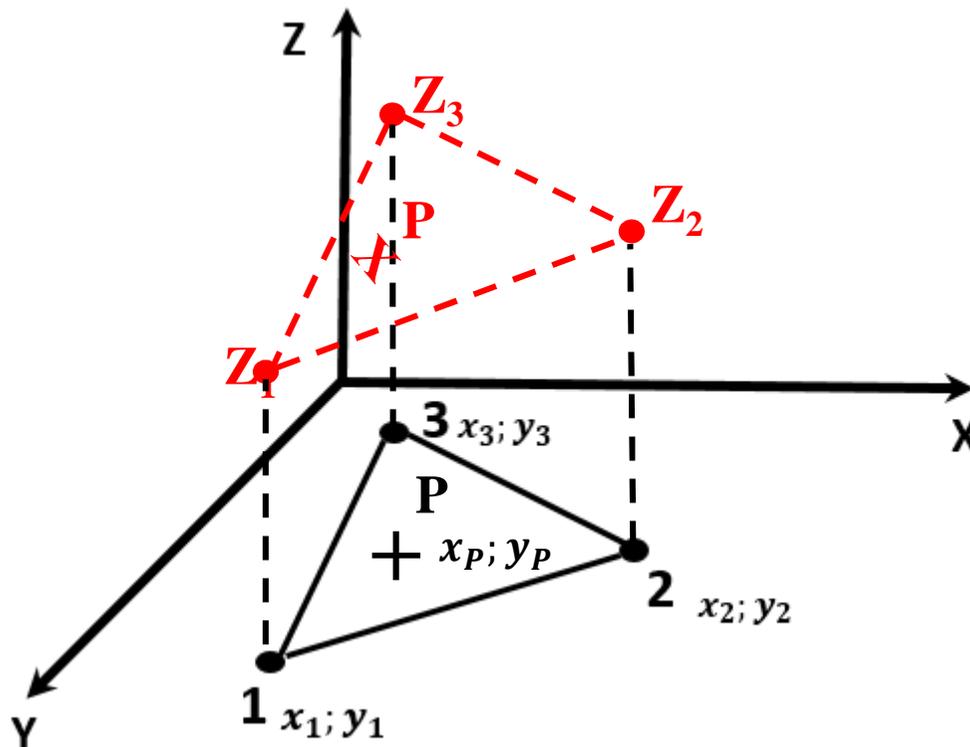


2. Procedimentos para Geração do MNT

2.2 Geração do modelo (interpolação)

2.2.2 Estrutura de Dados: **Malha Triangular**

“Superfícies de ajustes para grade irregular (gerando grade regular)”



$$z = ax + by + c$$

$$z_1 = a \cdot x_1 + b \cdot x_1 + c$$

$$z_2 = a \cdot x_2 + b \cdot x_2 + c$$

$$z_3 = a \cdot x_3 + b \cdot x_3 + c$$

Determinar: (a, b, c)



$$z_p = a \cdot x_p + b \cdot x_p + c$$

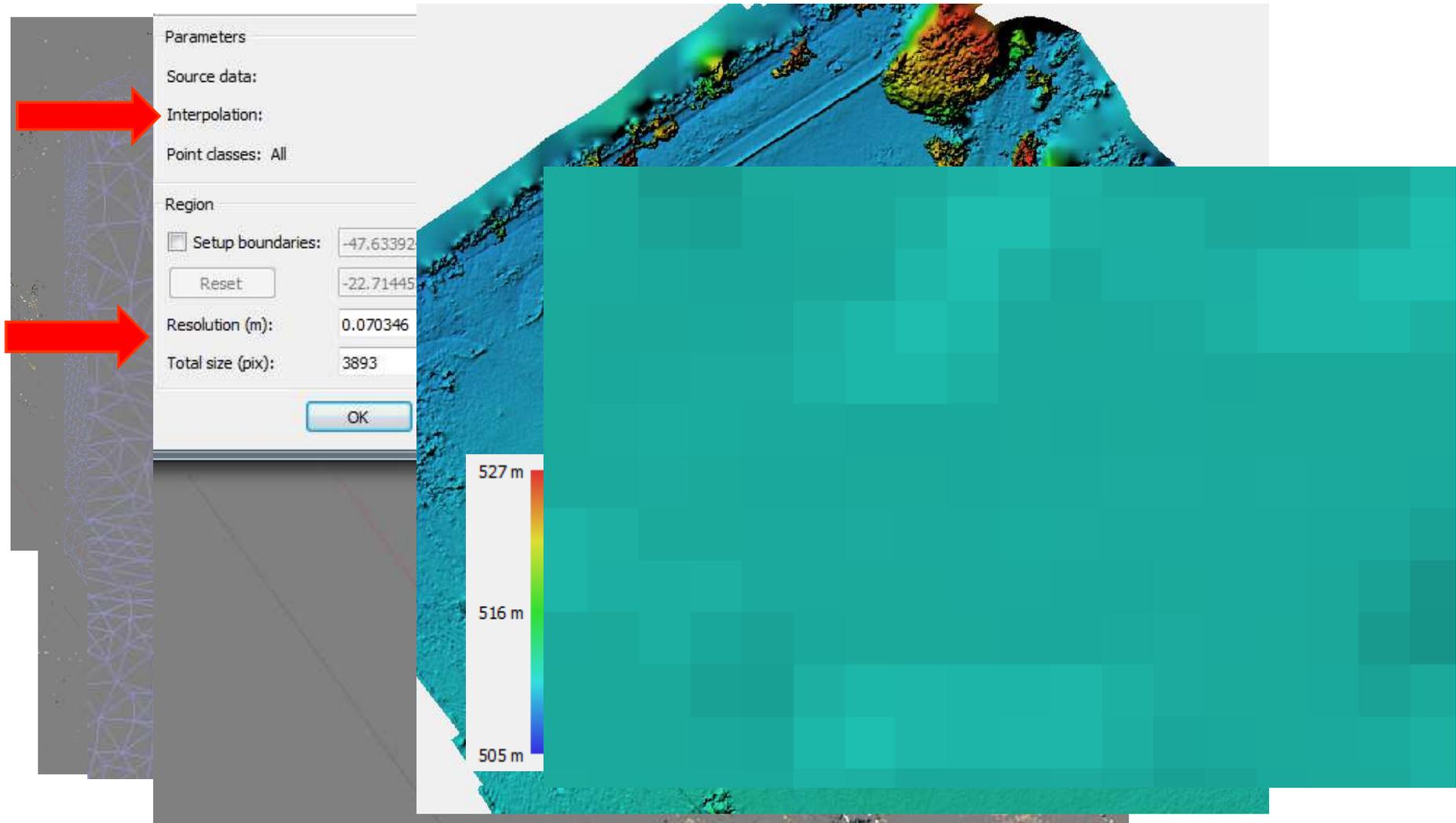
“ qualquer valor de Z_p no triângulo ”

3. Grade Retangular X Malha Triangular

TRIANGULAR



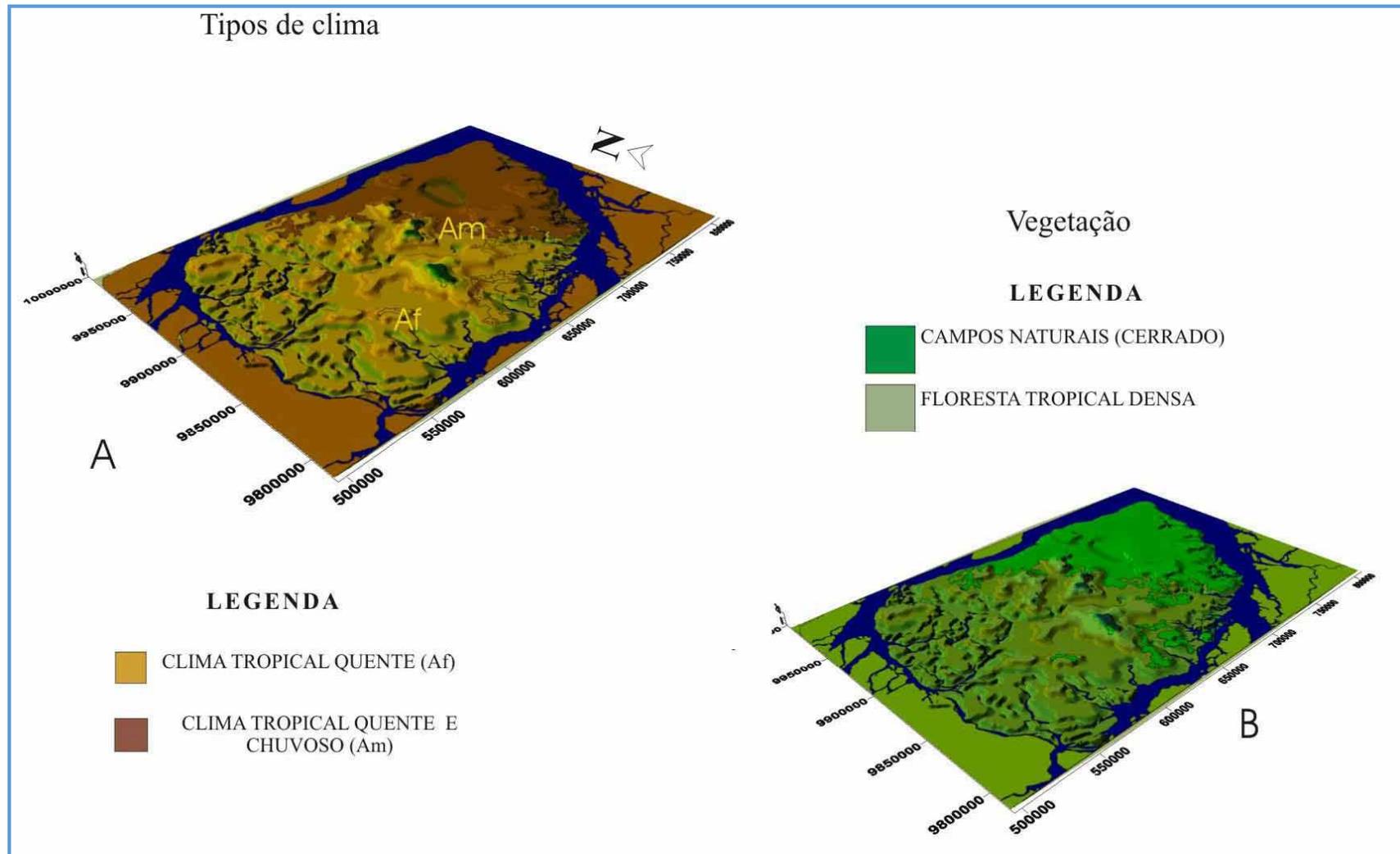
RETANGULAR



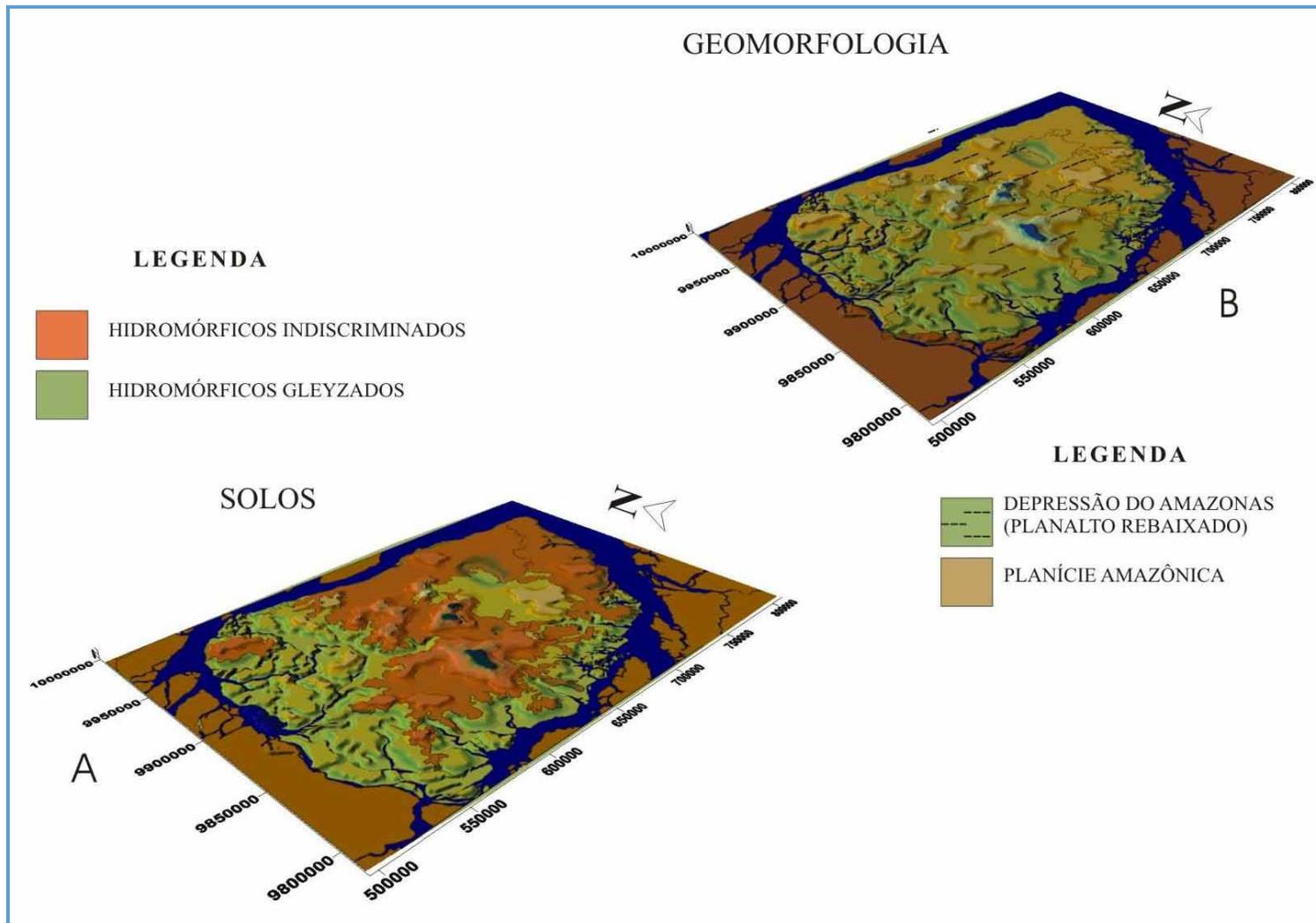
3. Grade Retangular X Malha Triangular

Grade Regular Retangular	Grade Irregular Triangular
1. Apresenta regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modelo	1. Não apresenta regularidade na distribuição espacial dos vértices das células do modelo
2. Os vértices dos retângulos são estimados a partir das amostras	2. Os vértices dos triângulos pertencem ao conjunto amostra
3. Apresenta problemas para representar superfícies com variações locais acentuadas	3. Representa melhor superfícies não homogêneas com variações locais acentuadas
4. Estrutura de dados mais simples	4. Estrutura de dados mais complexa
6. Mais utilizado em aplicações qualitativas e para análises <u>multiníveis</u> no formato <u>“raster”</u>	6. Mais utilizado em aplicações quantitativas.

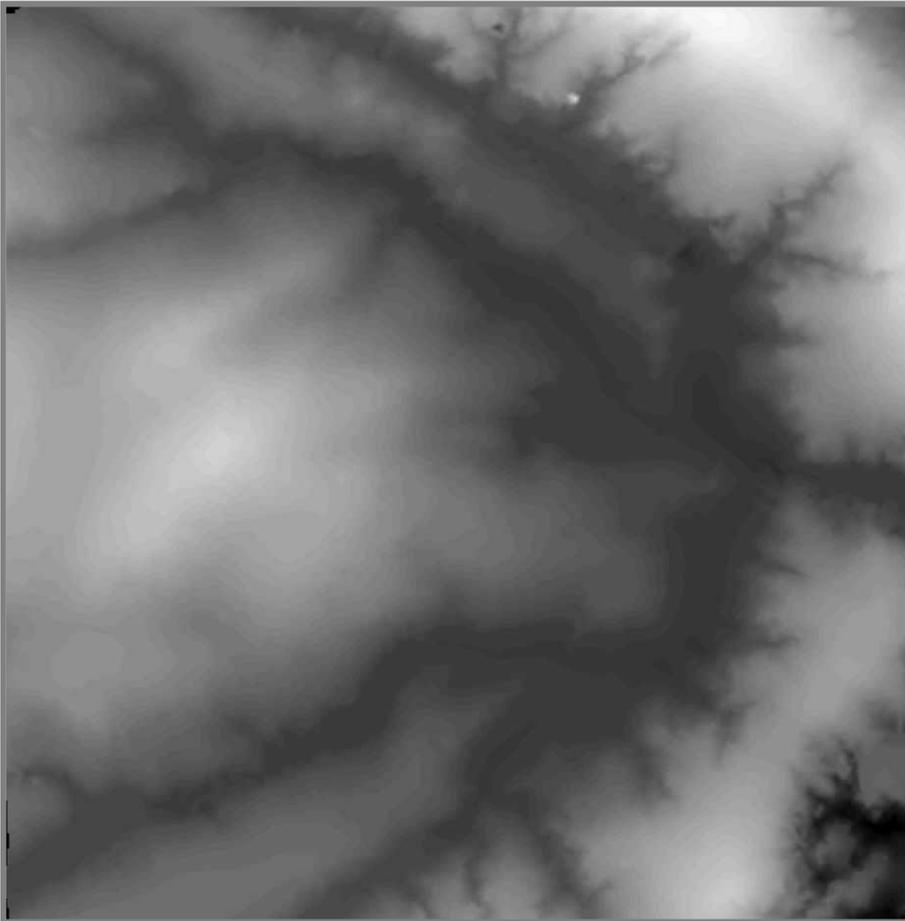
4. Usos dos MNT



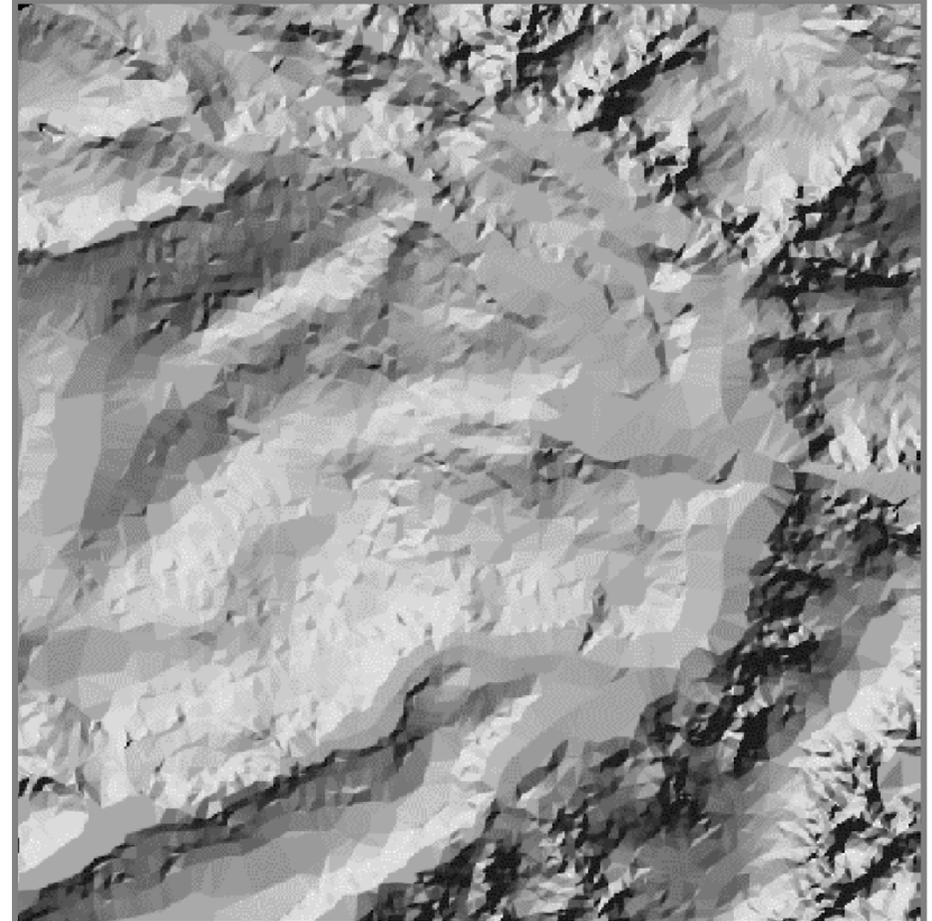
4. Usos dos MNT



4. Usos dos MNT

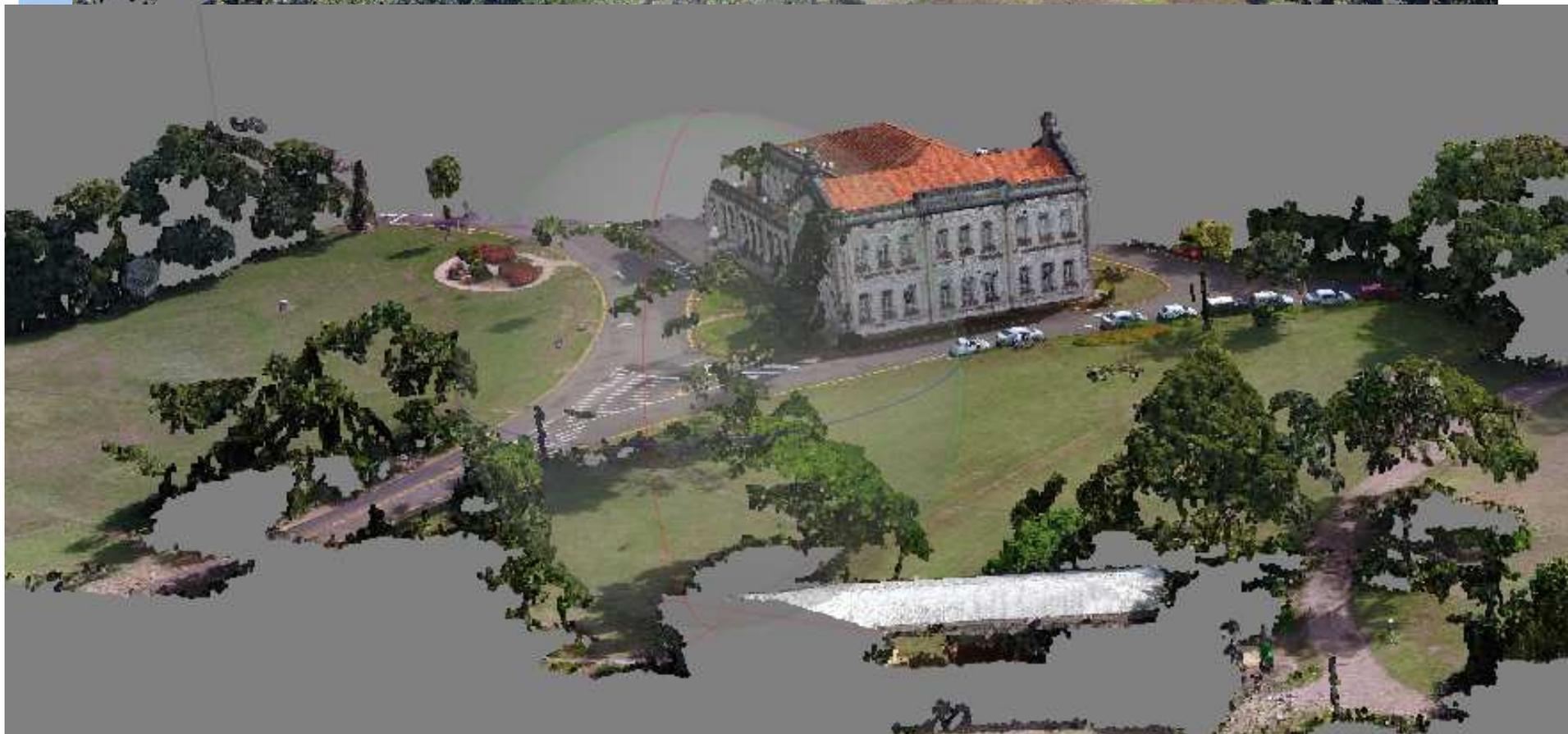


**Modelo de grade regular:
Imagem NC**

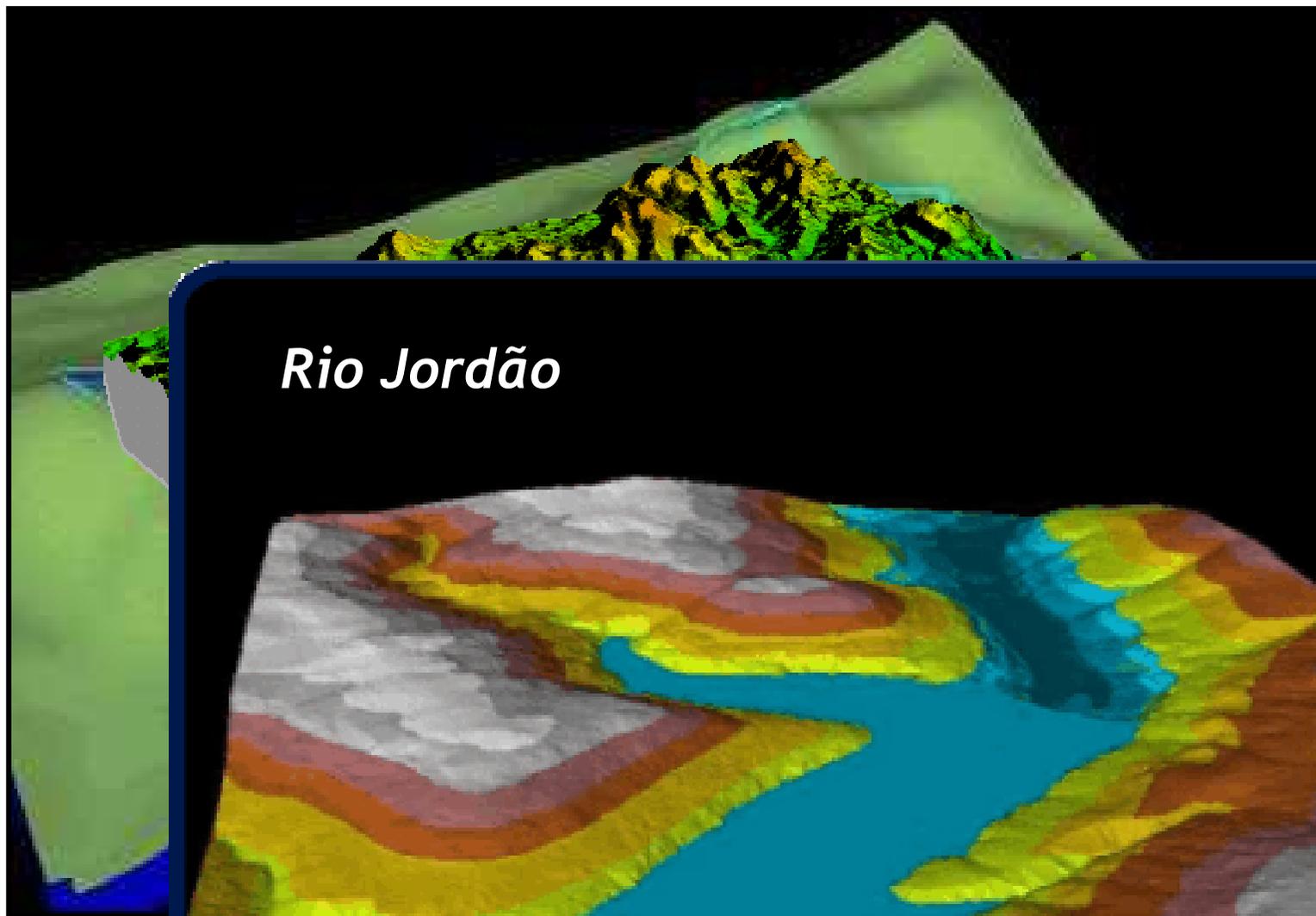


**Modelo de grade regular:
Imagem Sombreada**

4. Usos dos MNT



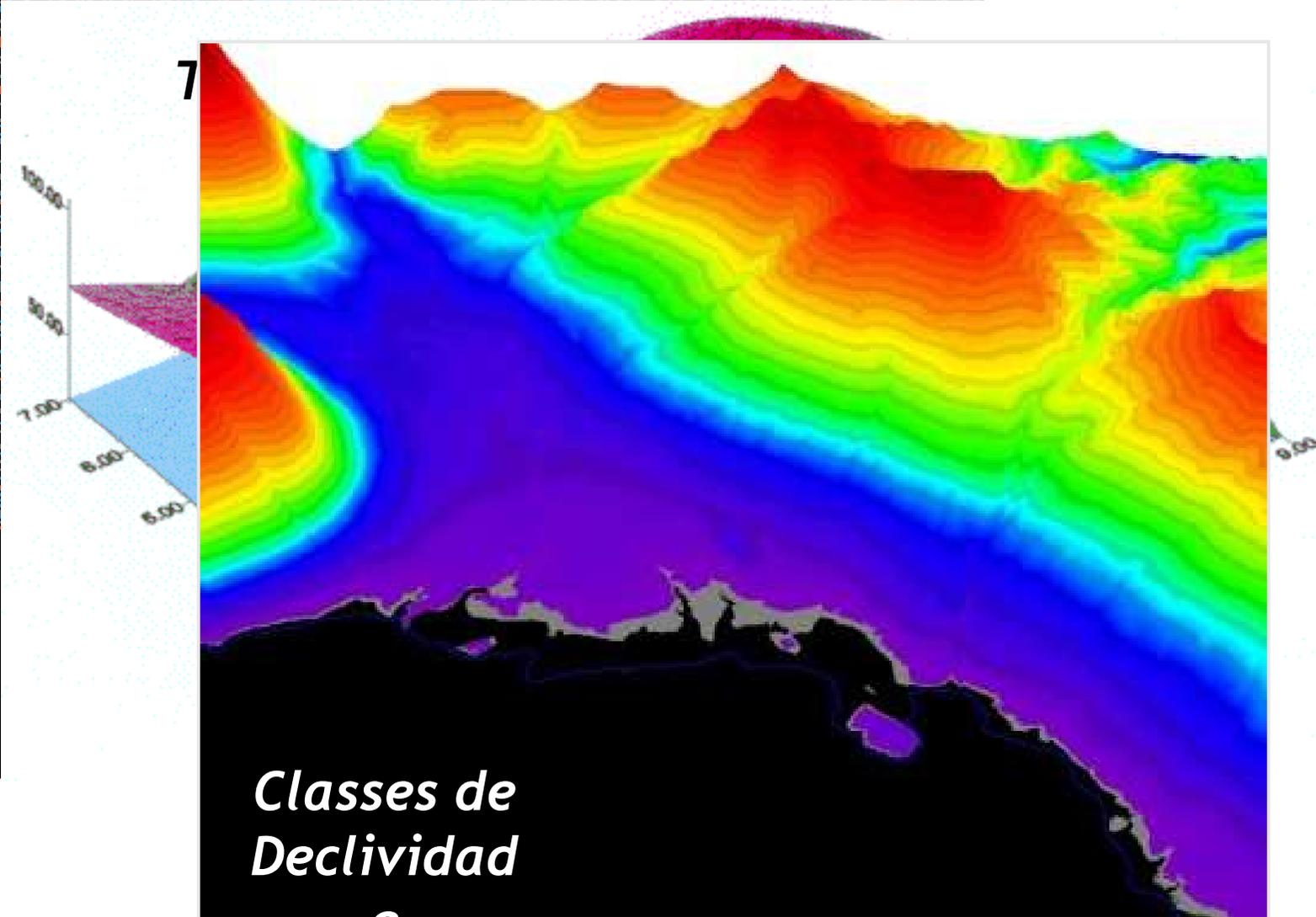
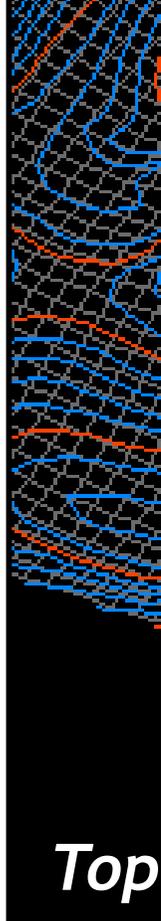
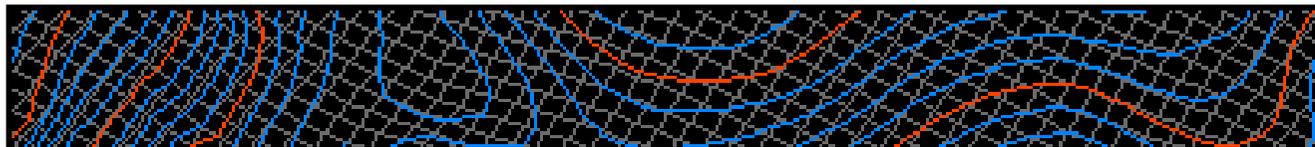
4. Usos dos MNT



Rio Jordão

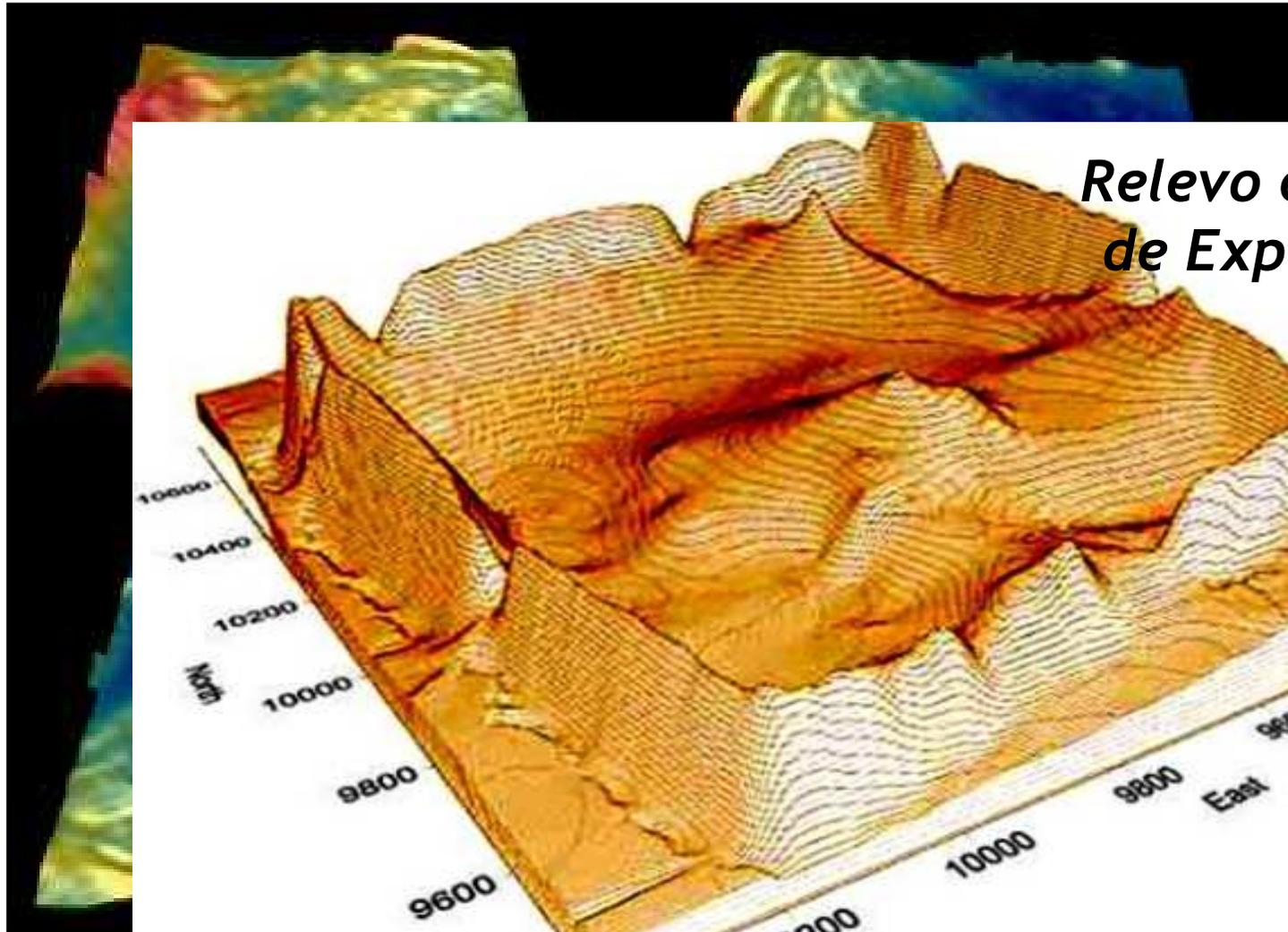
LACTEC - 2003

4. Usos dos MNT



*Classes de
Declividade*

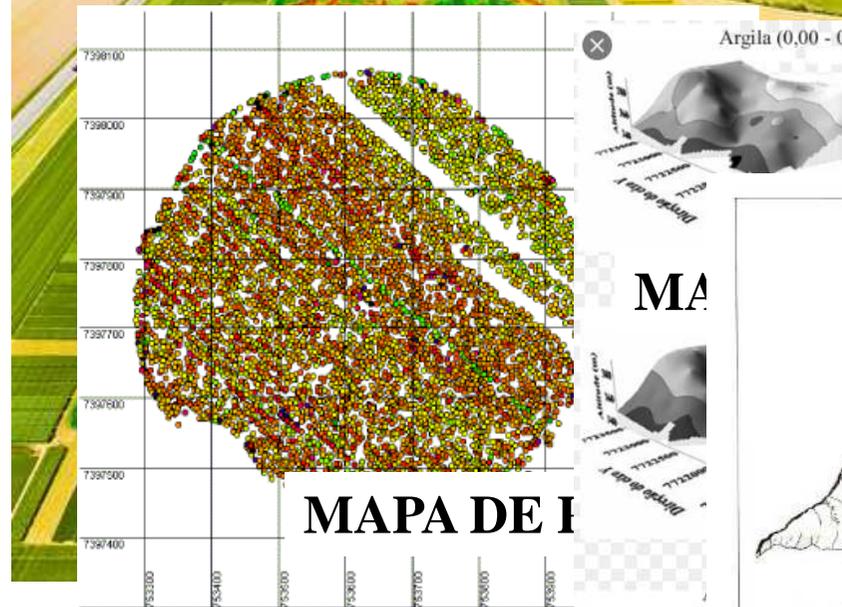
4. Usos dos MNT



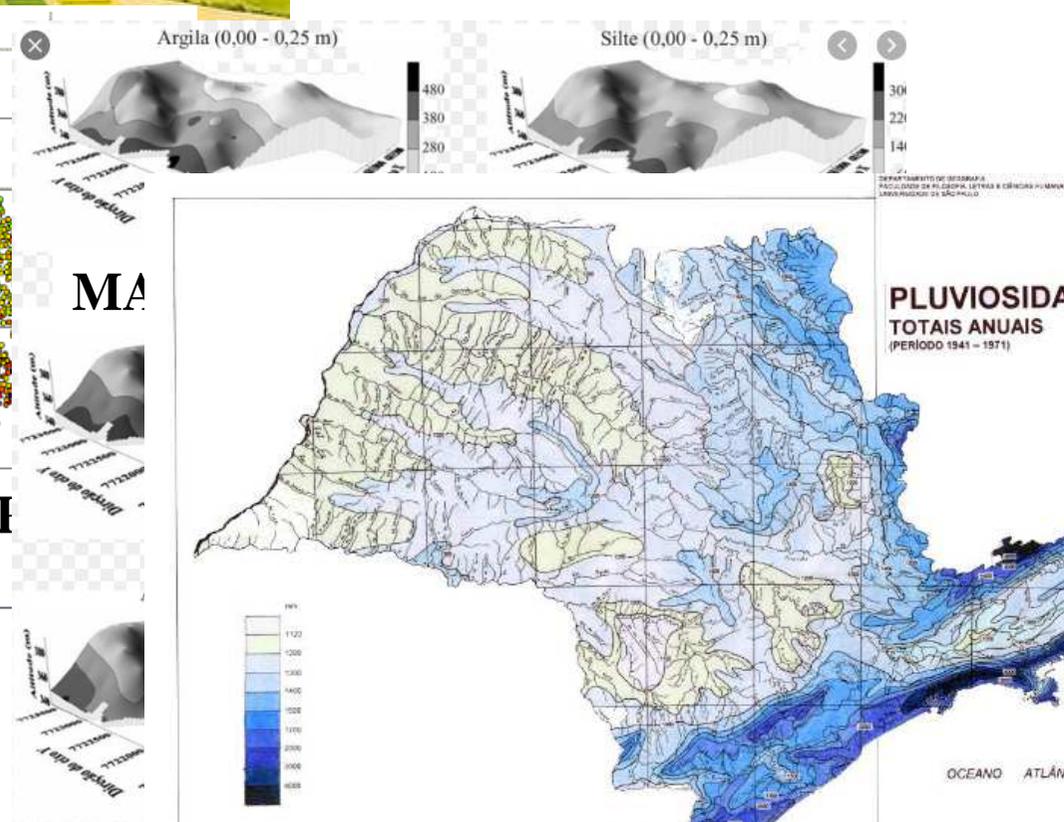
*Relevo e Faces
de Exposição*

4. Usos dos MNT

MAPA DE PRODUTIVIDADE



MAPA DE I



PLUVIOSIDADE TOTAIS ANUAIS (PERÍODO 1941 - 1971)

OCEANO ATLÂNTICO

Fuente: DICE, Atlas pluviométrico do Estado de São Paulo (1972)

ESCALA

MARCELO RAMPAELLI
PROFESSOR DA FCA/USP, Diretor de 1980-1982. Atualmente é Professor Titular de
Sistemas de Informação Geográfica (SIG) na FCA/USP.