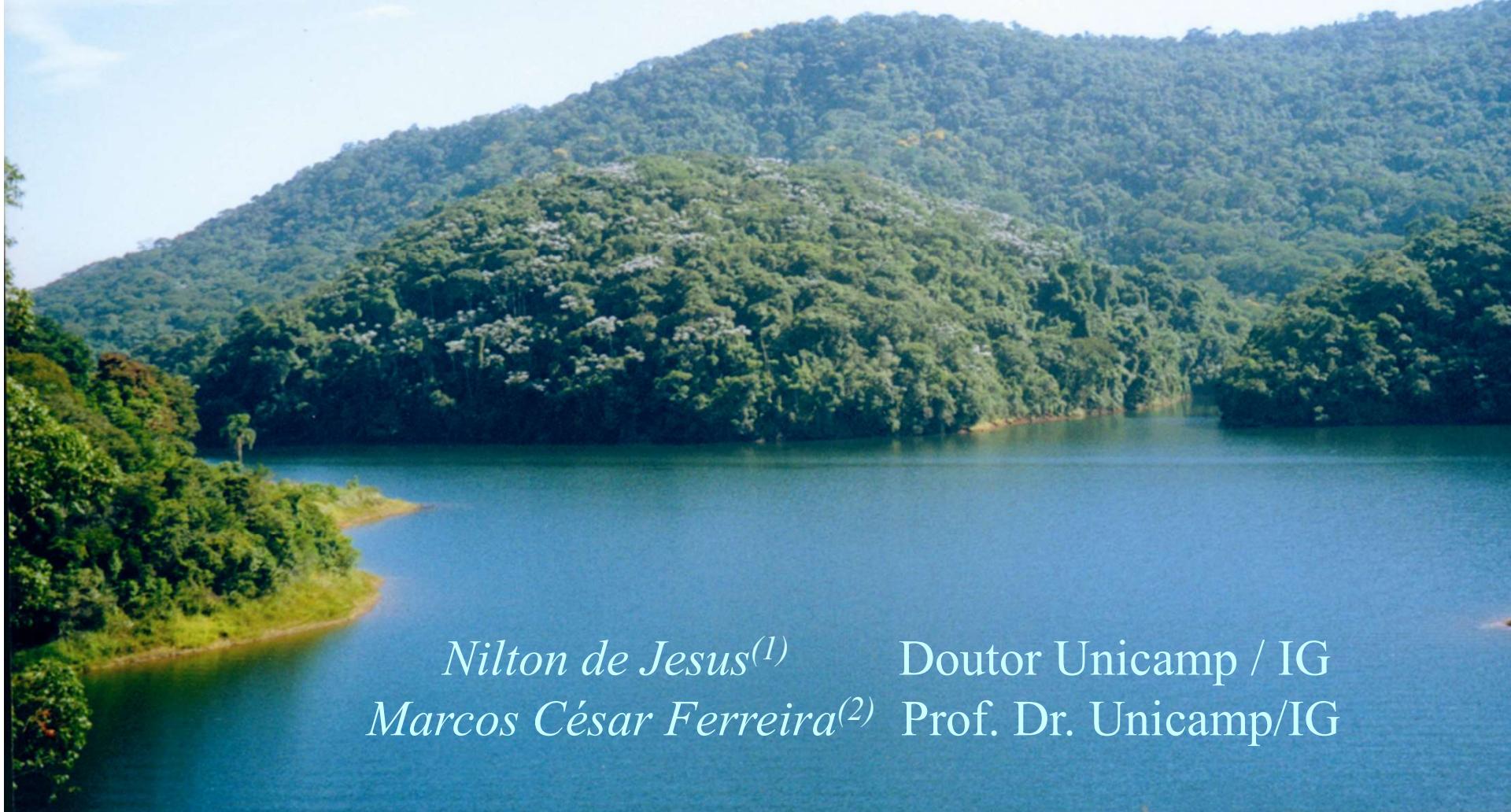


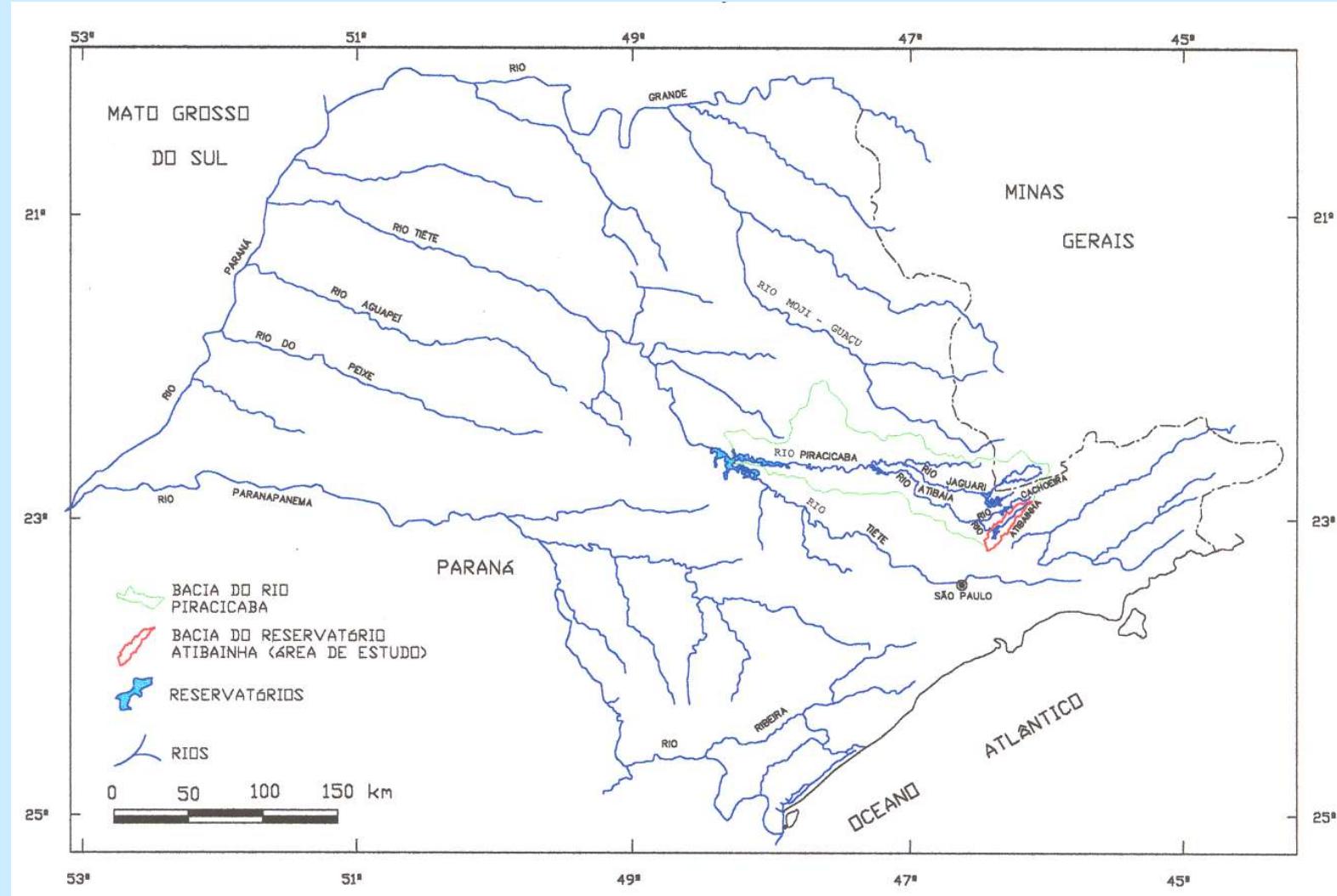
ZONEAMENTO AMBIENTAL DE BACIAS HIDROGRÁFICAS



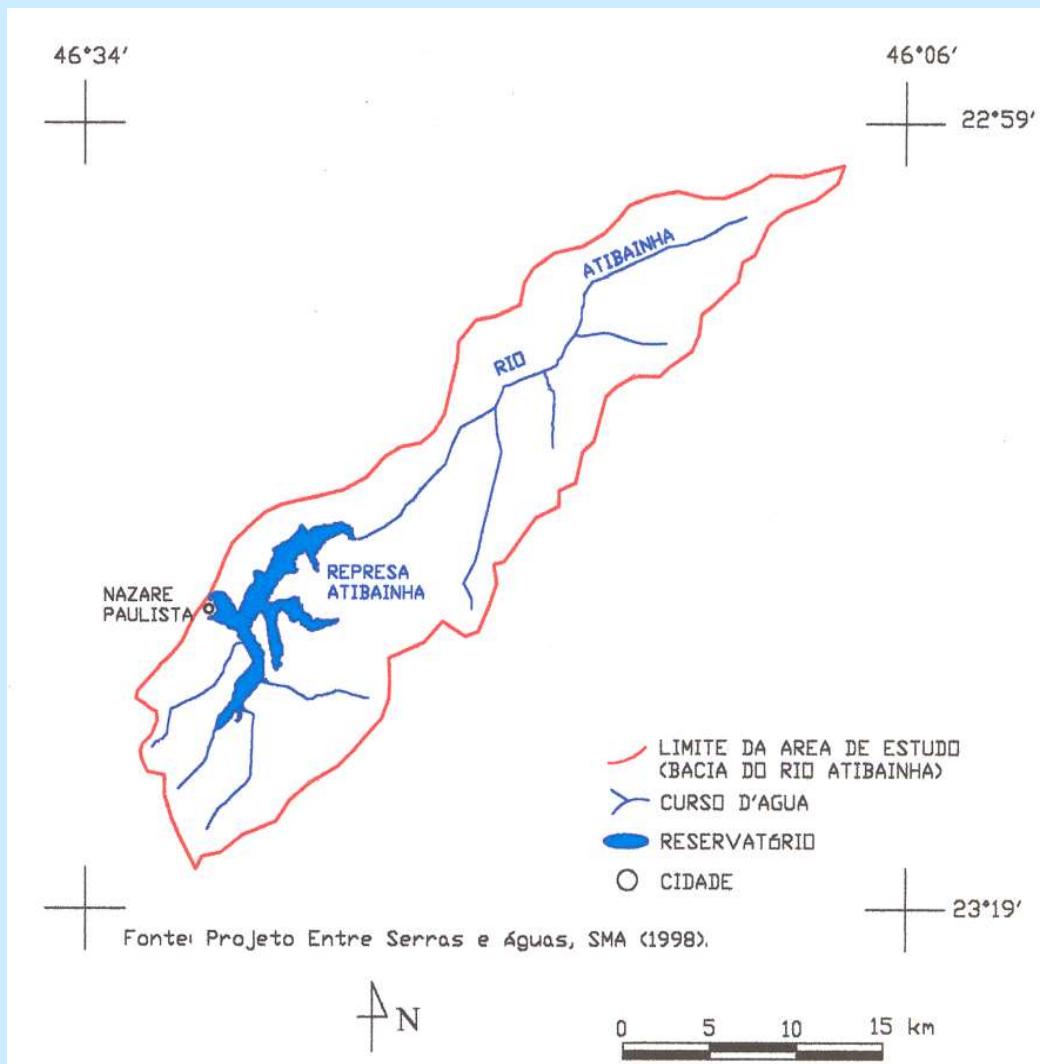
Nilton de Jesus⁽¹⁾ Doutor Unicamp / IG
Marcos César Ferreira⁽²⁾ Prof. Dr. Unicamp/IG

CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

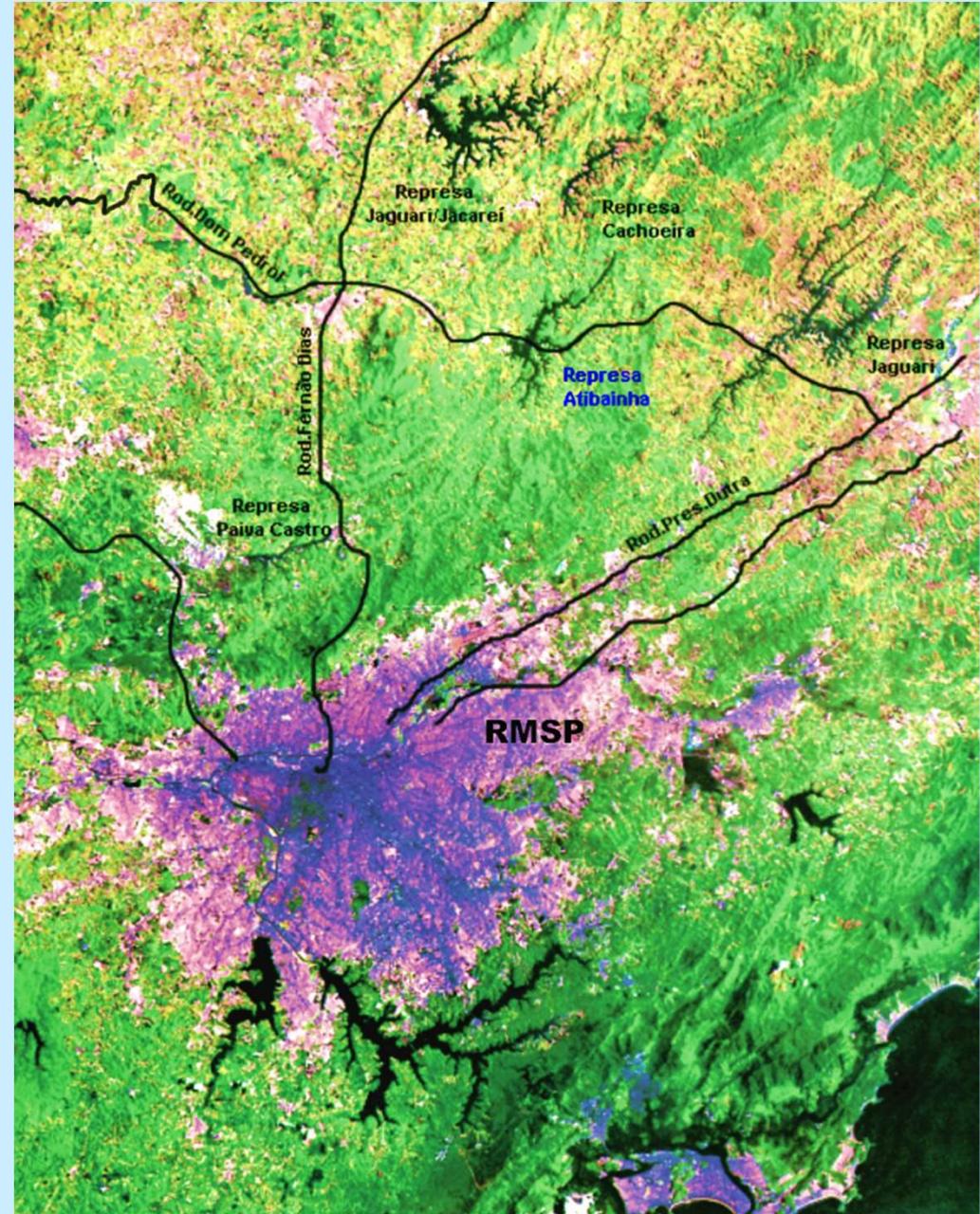
Mapa de localização da área de estudo



Bacia do reservatório Atibainha

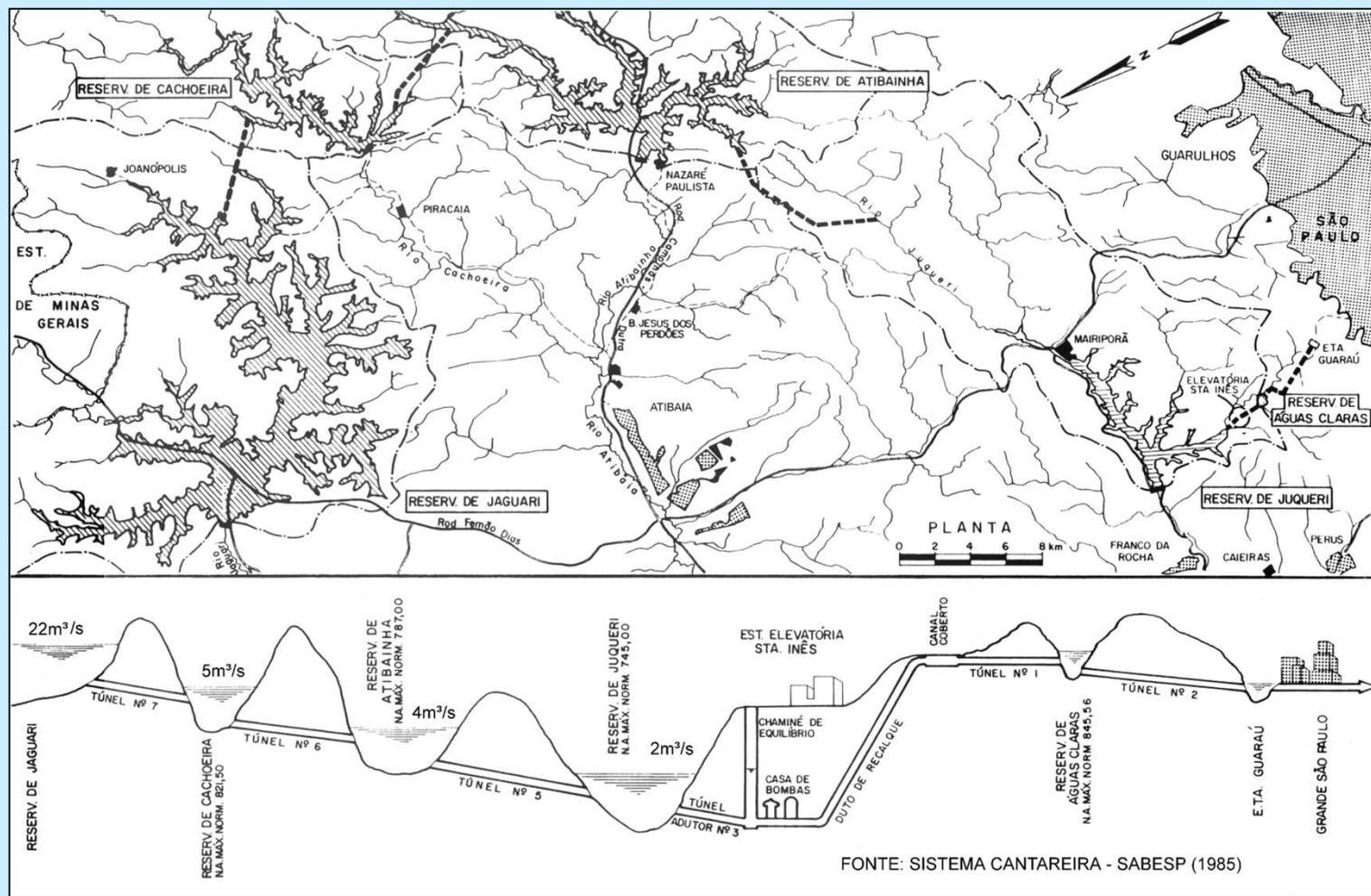


**IMAGEM LANDAST
DO ENTORNO DA
BACIA DO
RESERVATÓRIO
ATIBAINHA**



Fonte: Ecossistema São Paulo –
SAPESP (1997) – (falso raster)

SISTEMA CANTAREIRA



- Abastece a Região Metropolitana de São Paulo ($33\text{m}^3/\text{s}$) além de municípios vizinhos.

JUSTIFICATIVAS

- Uma das bacias do Sistema Cantareira que abastece de água a RMSP e vários municípios vizinhos (SABESP, 1997).
- O bom estado de conservação da mata Atlântica dos mananciais da bacia do reservatório Atibainha, nos permite trabalhar inseridos no conceito de desenvolvimento sustentável assegurando a conservação ambiental da área (HOEFEL e VIANA, 1996).
- Com a duplicação da rodovia Fernão Dias e asfaltamento de estradas locais ocorreram alterações no uso e ocupação das terras (HOEFEL e VIANA, 1996).
- Fornecer suporte técnico-científico através de análise ambiental em ambiente SIG para instituições preocupadas com o desenvolvimento sustentável da região.

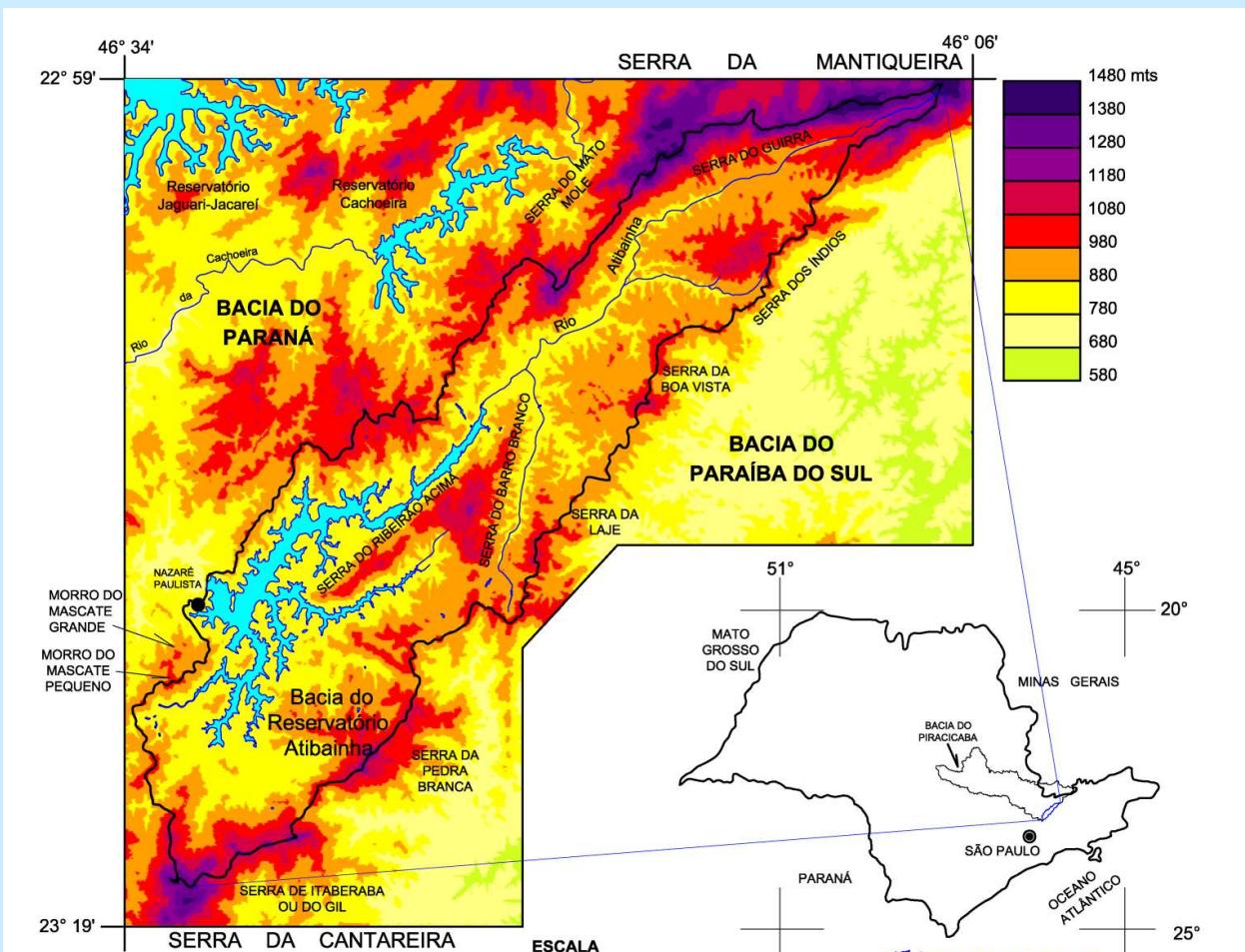
OBJETIVO GERAL

ZONEAMENTO DAS SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DO SISTEMA CANTAREIRA UTILIZANDO SIG E IMAGENS ORBITAIS: O CASO DA BACIA DO RESERVATÓRIO ATIBAINHA.



CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

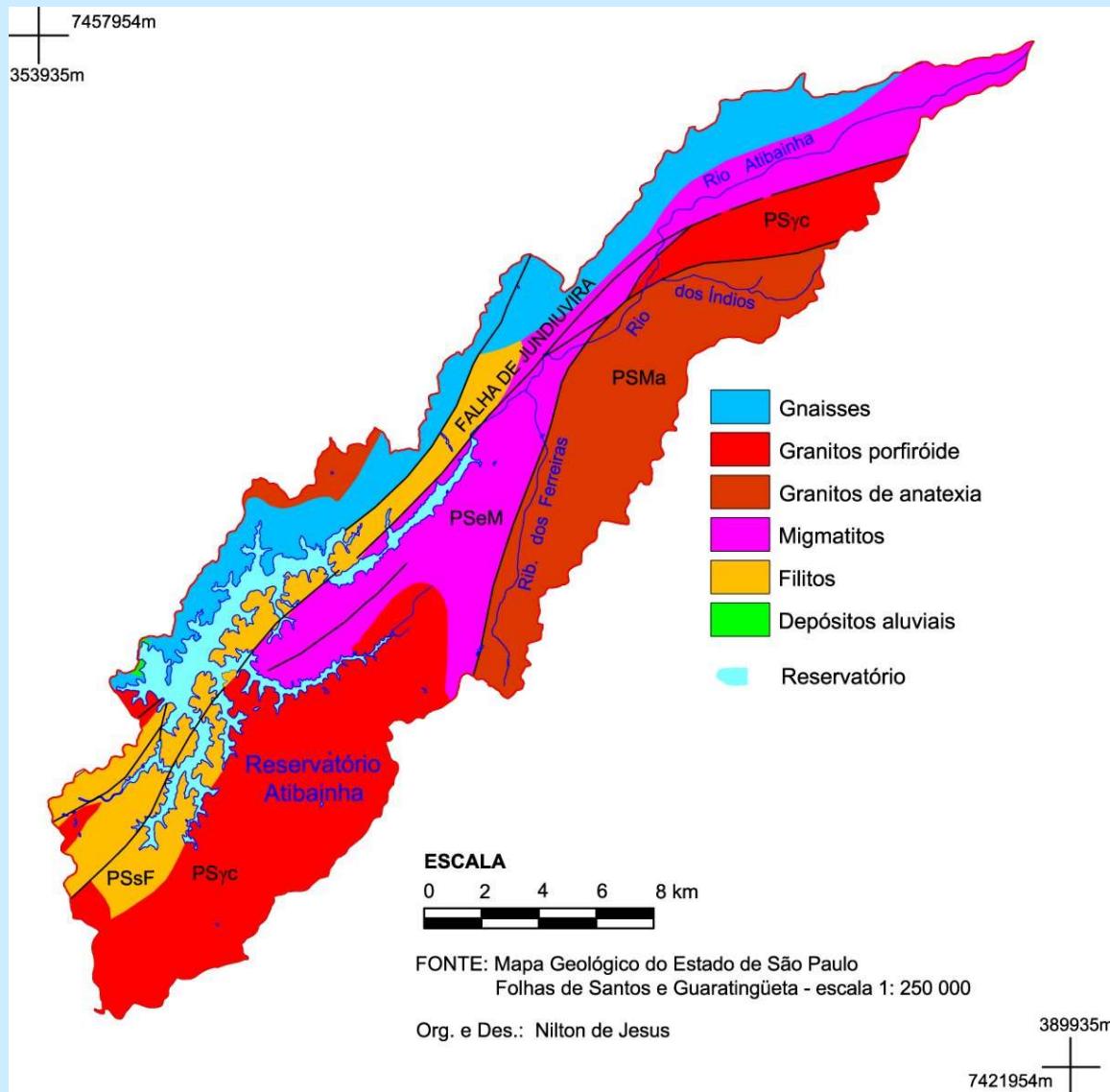
Mapa Físico



FONTE: Cartas Topográficas de Piracaia, Extrema, Itaquaquecetuba, Igaratá, Sta.Isabel e Camanducaia
escala 1: 50 000 (Arquivos digitais - IBGE) Org. e Des. : Nilton de Jesus

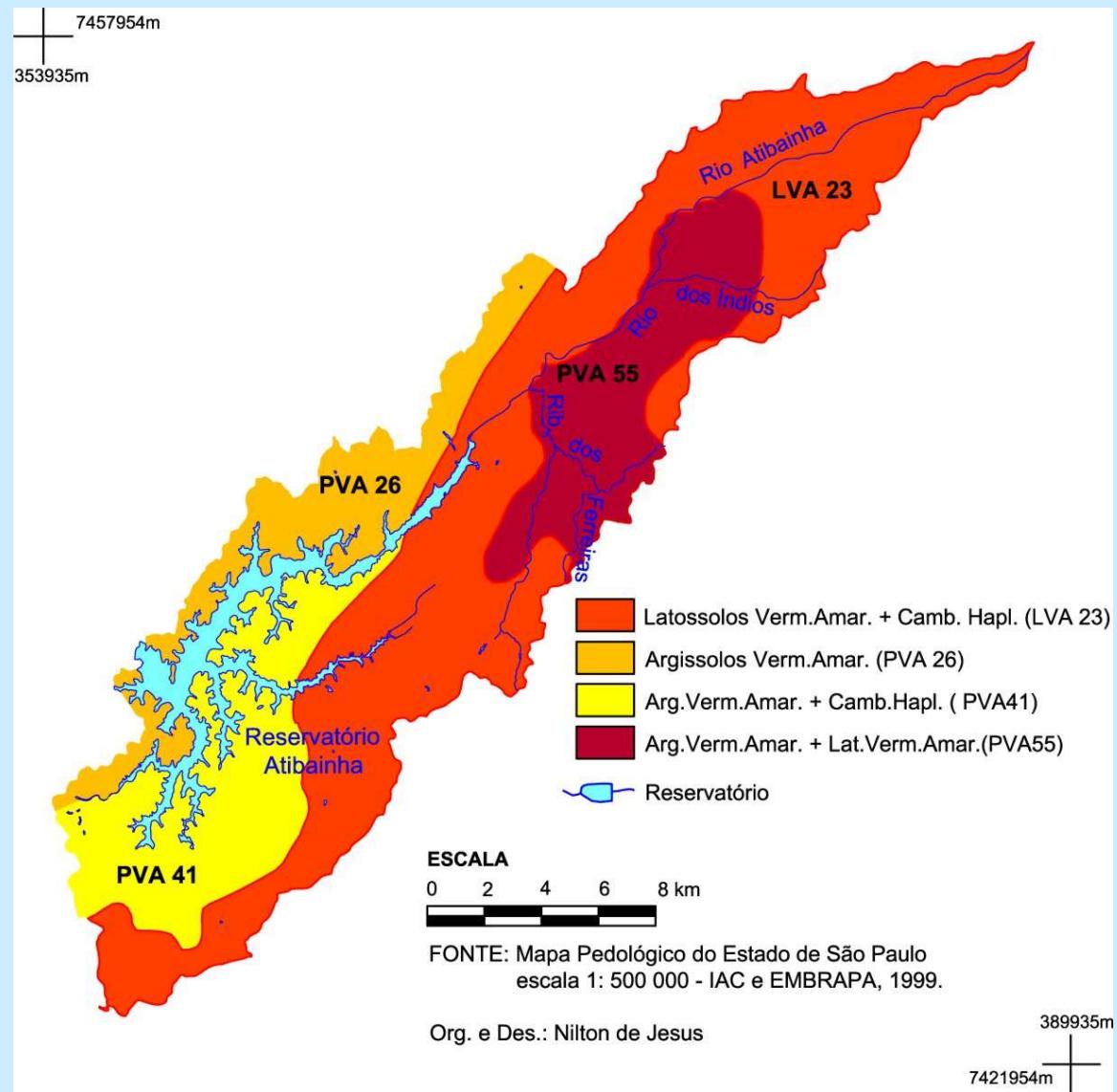
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Mapa Geológico



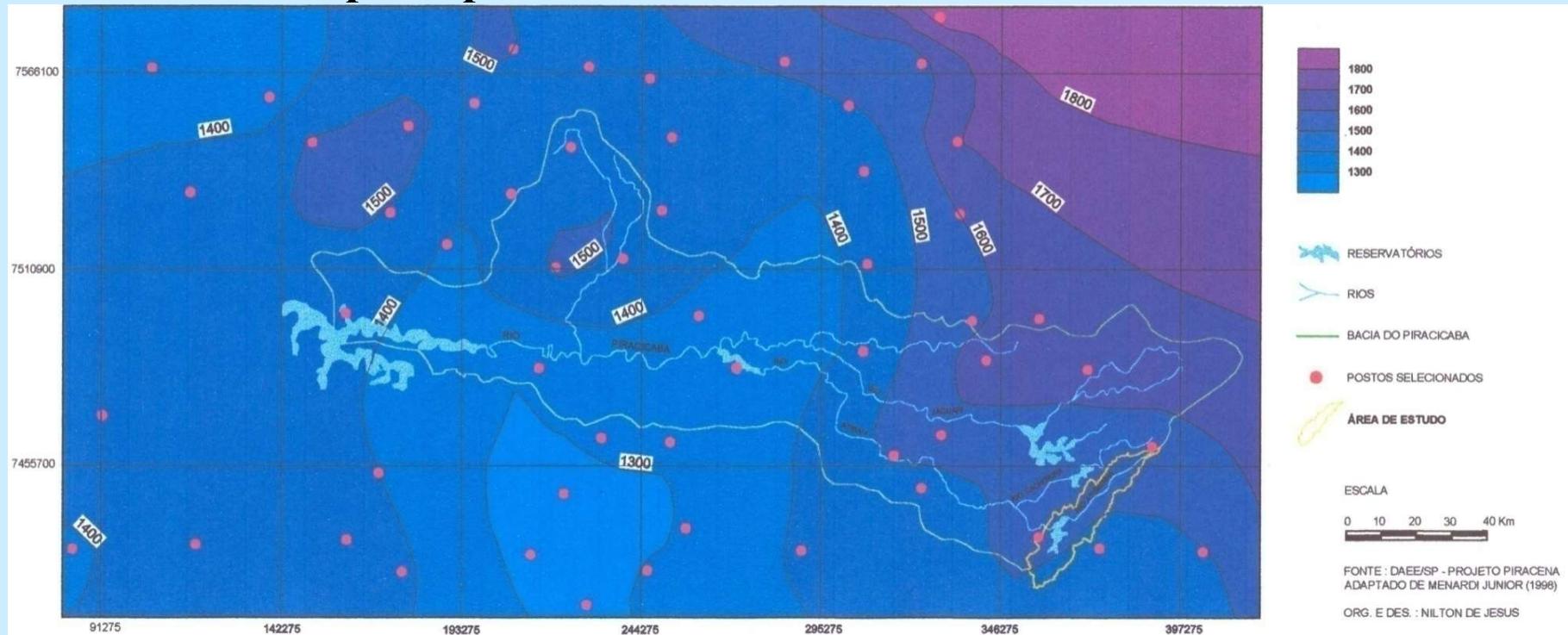
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Mapa Pedológico

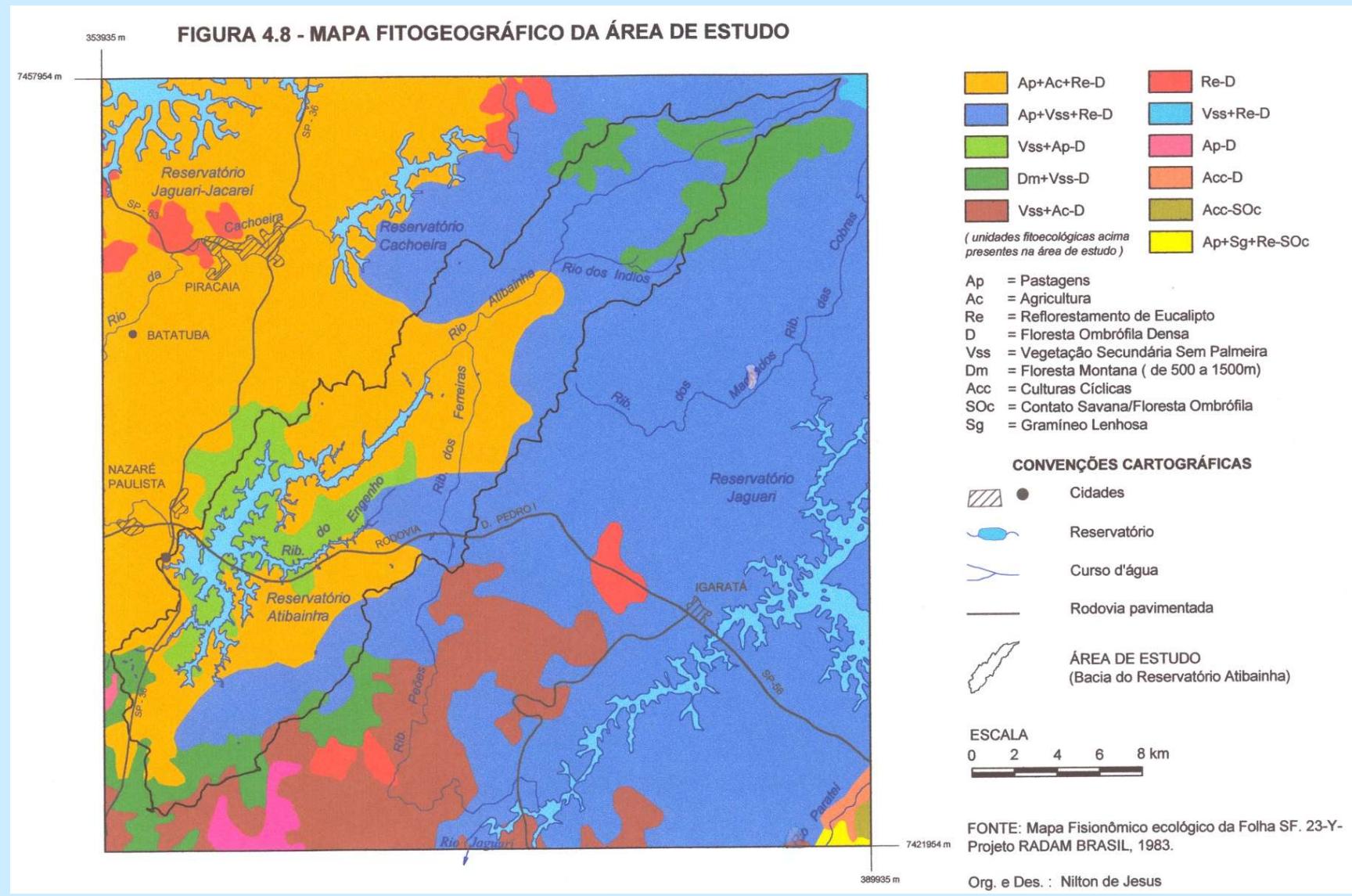


CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Mapa de pluviosidade média anual de 1967 a 1996



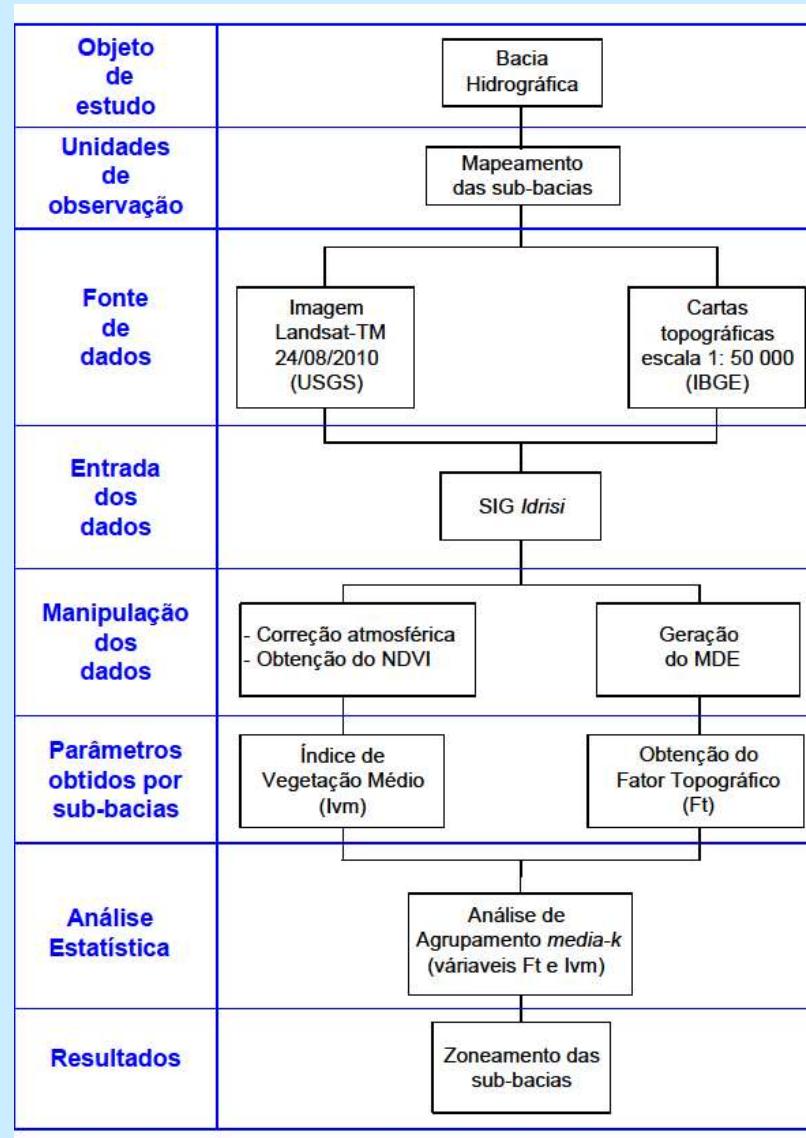
CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO



MATERIAIS E MÉTODOS

- Adota a bacia hidrográfica como objeto de estudo e as suas sub-bacias como unidades de observação.
- Este espaço pode ser compreendido como um sistema espacial aberto com seus fatores naturais e antrópicos atuantes.
- Em uma abordagem física vários fatores do comportamento de uma bacia podem ser quantificados e espacializados (FERREIRA, 1991; JESUS, 2001).

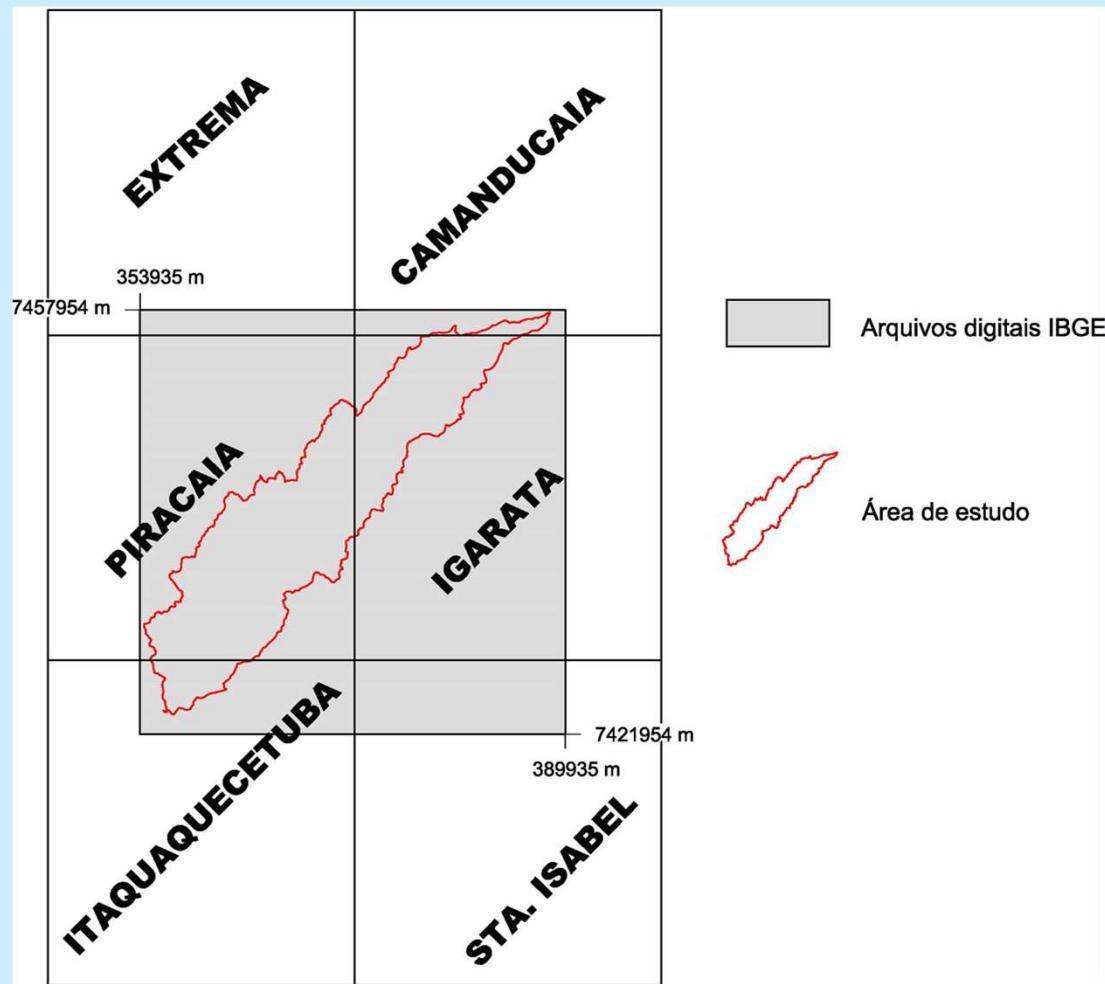
MATERIAIS E MÉTODOS



Fonte: Ferreira (1991) e Jesus (2001)

MATERIAIS E MÉTODOS

Fonte de dados: articulação das Cartas Topográficas
escala 1:50.000 (IBGE) – arquivos vetoriais



MATERIAIS E MÉTODOS

Fonte de dados: obtenção das Cartas Topográficas escala 1:50.000 (IBGE) – arquivos vetoriais

The screenshot shows the IBGE Downloads website interface. At the top, there is a green header bar with the IBGE logo and a search bar. Below the header, a banner reads "Canal que reúne os arquivos para download de todas as áreas do IBGE. Você também pode acessar os downloads mais frequentes da última semana." A large yellow and orange graphic with geometric shapes serves as the background for the main content area. The main content area has a title "geociências" and displays a hierarchical file structure under the "topograficos" folder:

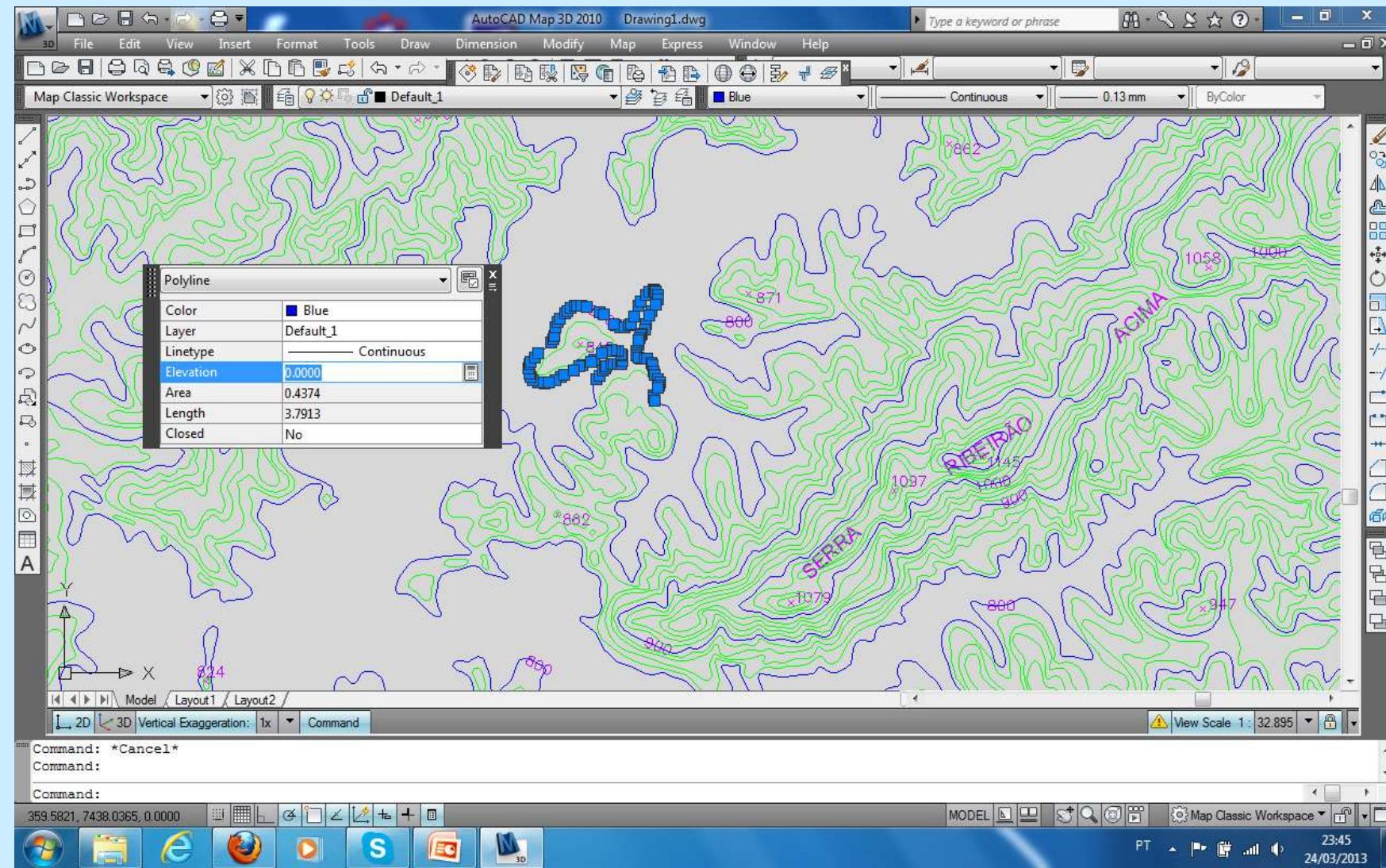
- topograficos
 - escala_100mil
 - escala_100mil
 - escala_250mil
 - escala_25mil
 - escala_50mil
 - pdf
 - tif
 - vetor
 - acuru25732
 - adamantina26652
 - afonso_claudio25782
 - aguai27081
 - aguas_brancas29074

© 2013 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

Fonte: Arquivos digitais do IBGE
http://downloads.ibge.gov.br/downloads_geociencias.htm

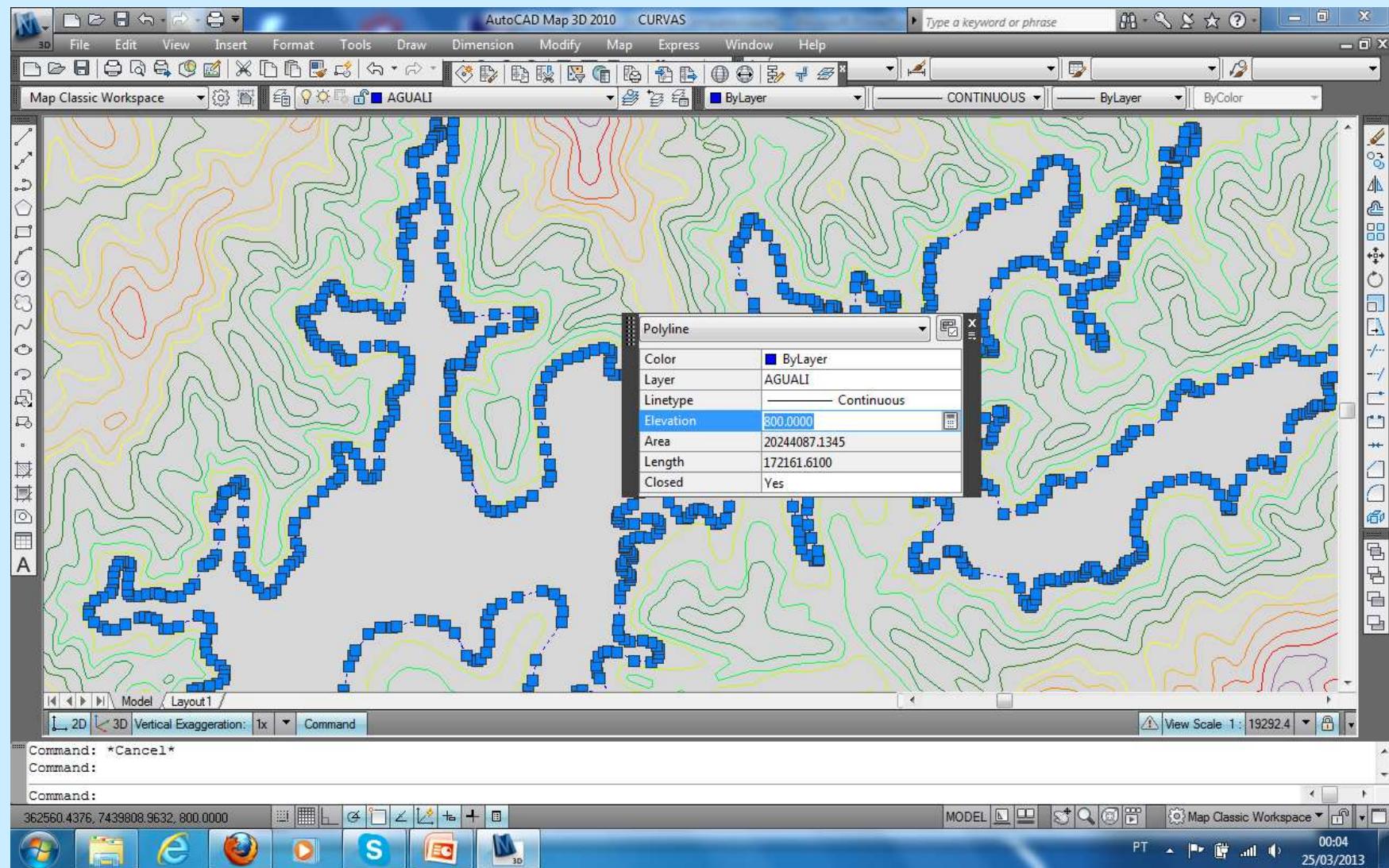
MATERIAIS E MÉTODOS

Definição das altitudes (valor z) no Programa *AutoCAD Map 3D 2010*



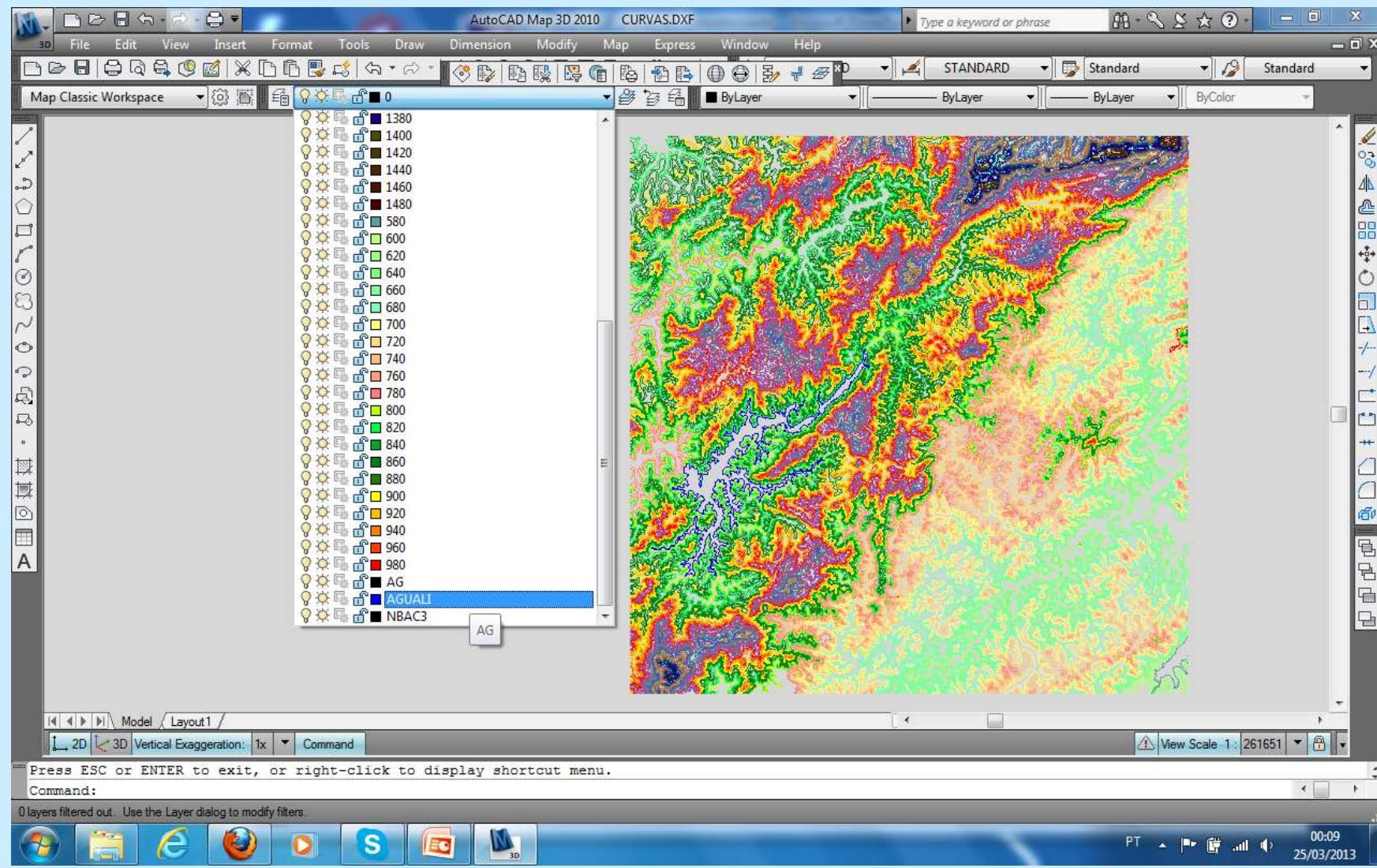
MATERIAIS E MÉTODOS

Definição das Altitudes (valor z) no Programa *AutoCAD Map 3D 2010*



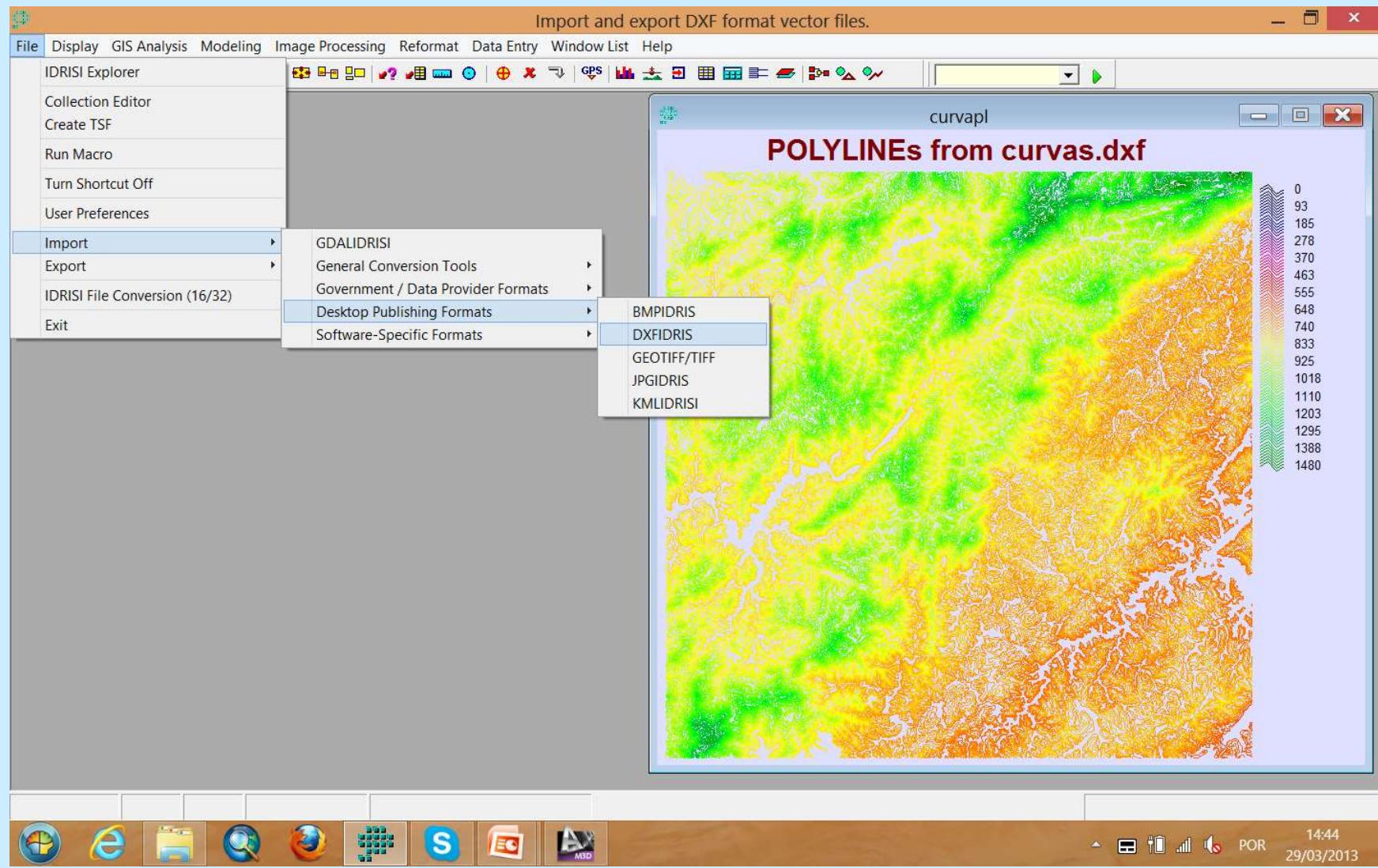
MATERIAIS E MÉTODOS

Organização da Base de Dados vetorial no Programa *AutoCAD Map 3D 2010* para entrada em SIG



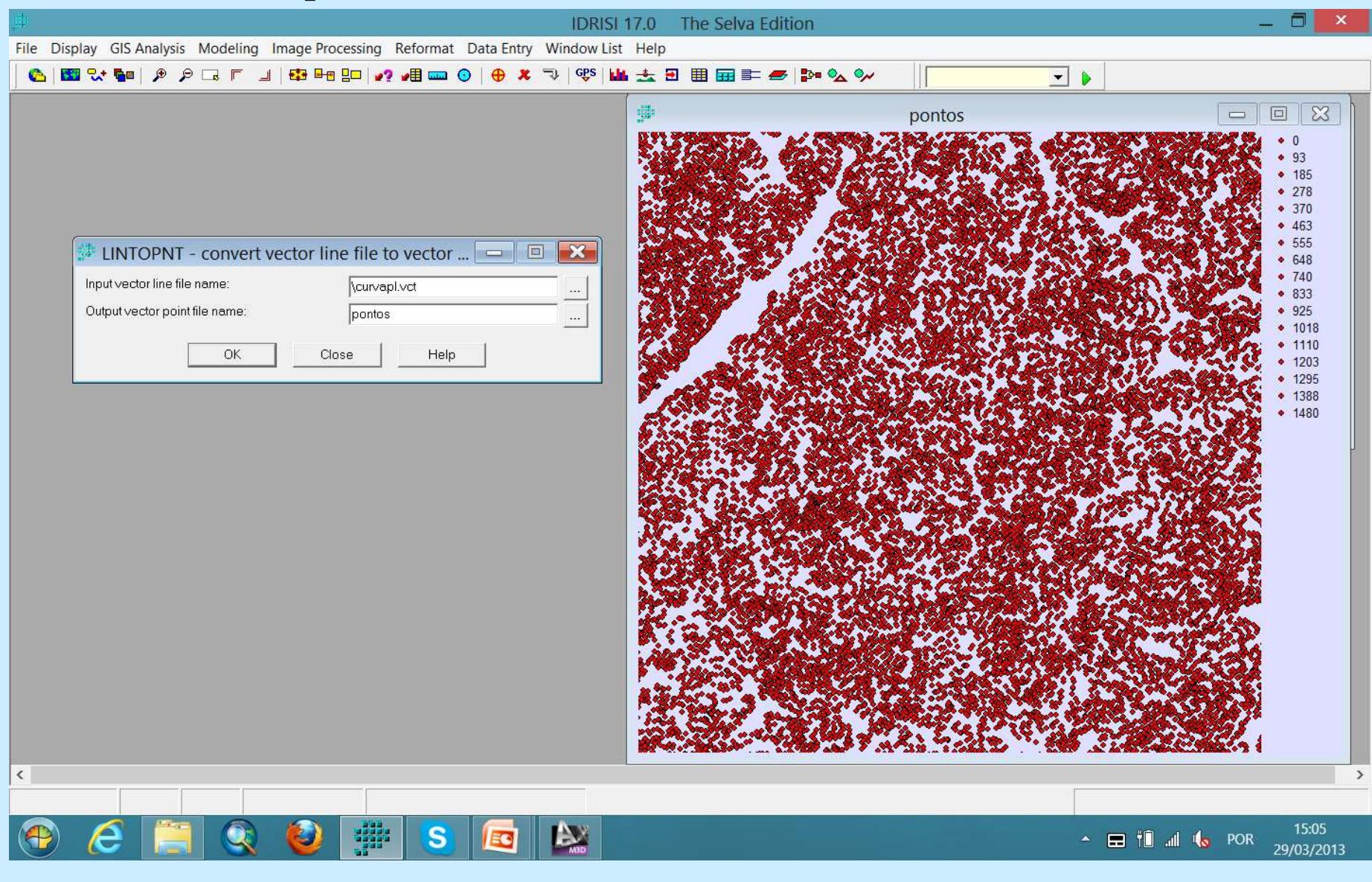
MATERIAIS E MÉTODOS

Entrada de Dados: Importação dos arquivos vetoriais das Cartas Topográficas no SIG Idrisi



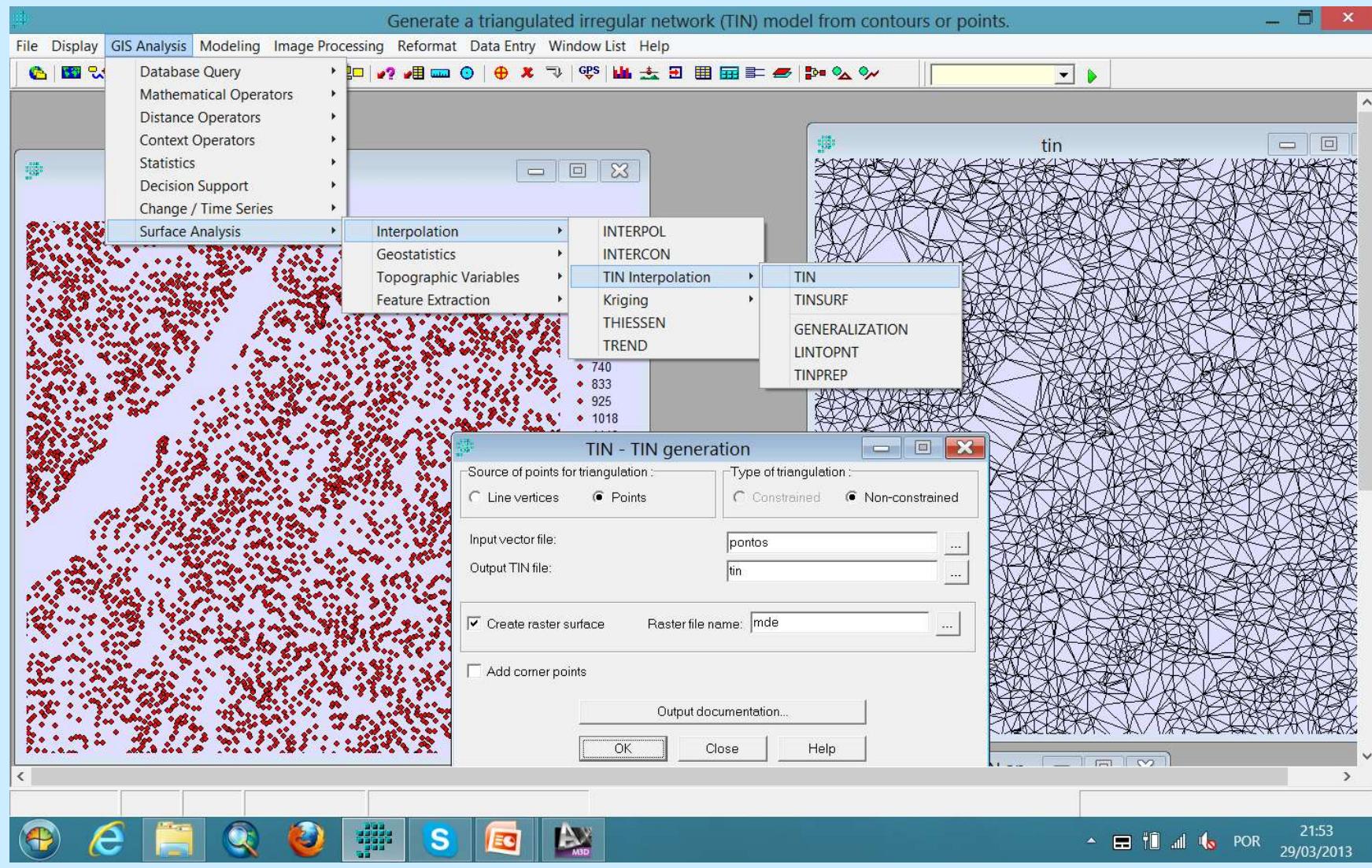
MATERIAIS E MÉTODOS

Conversão Linha para Ponto no SIG *Idrisi*



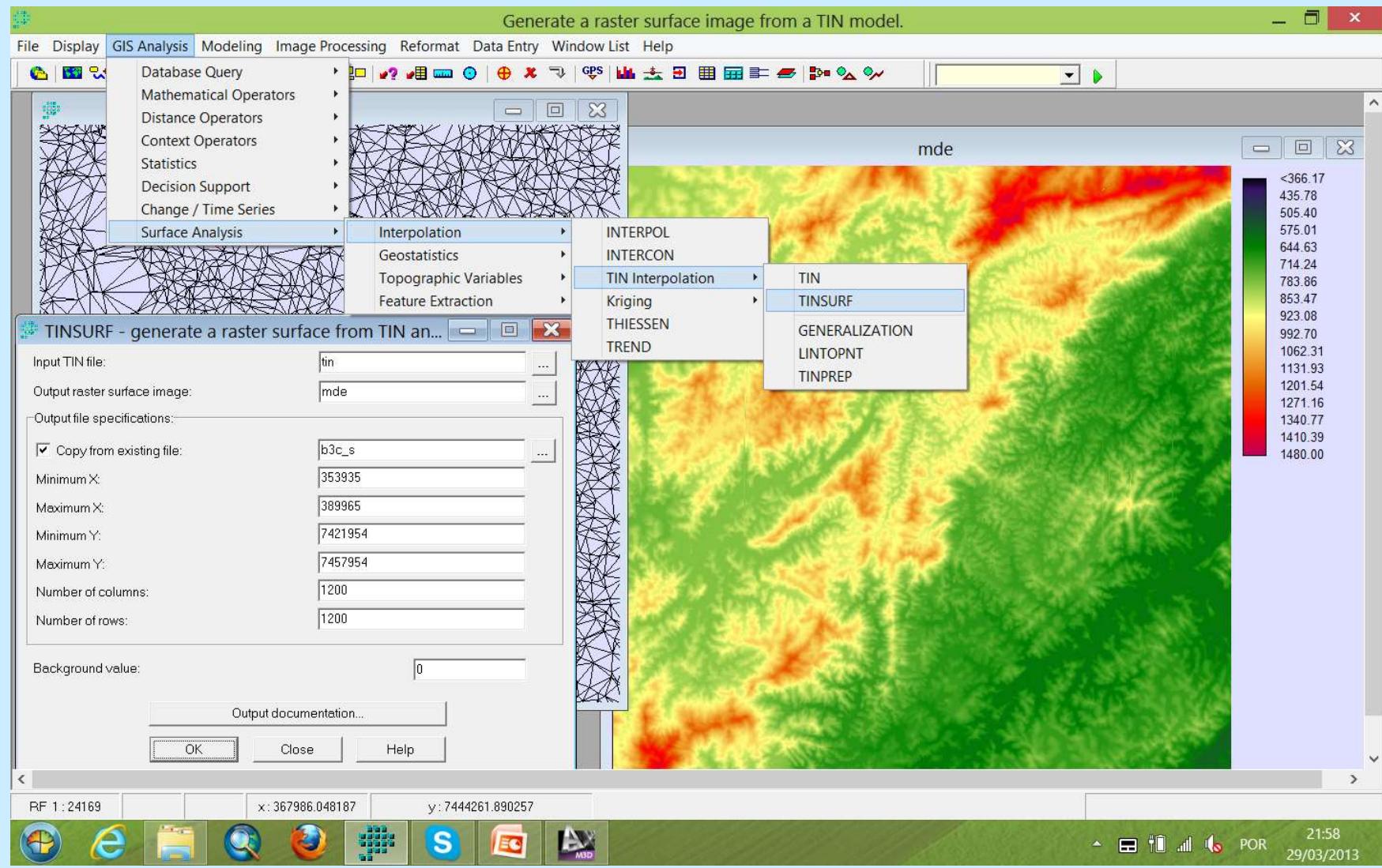
MATERIAIS E MÉTODOS

Geração da Rede Irregular Triangular no SIG *Idrisi* TIN (*Triangular Irregular Network*) (Peucker et al., 1978)



MATERIAIS E MÉTODOS

Geração de uma grade *raster* a partir da TIN no SIG *Idrisi*: Modelo Digital de Elevação



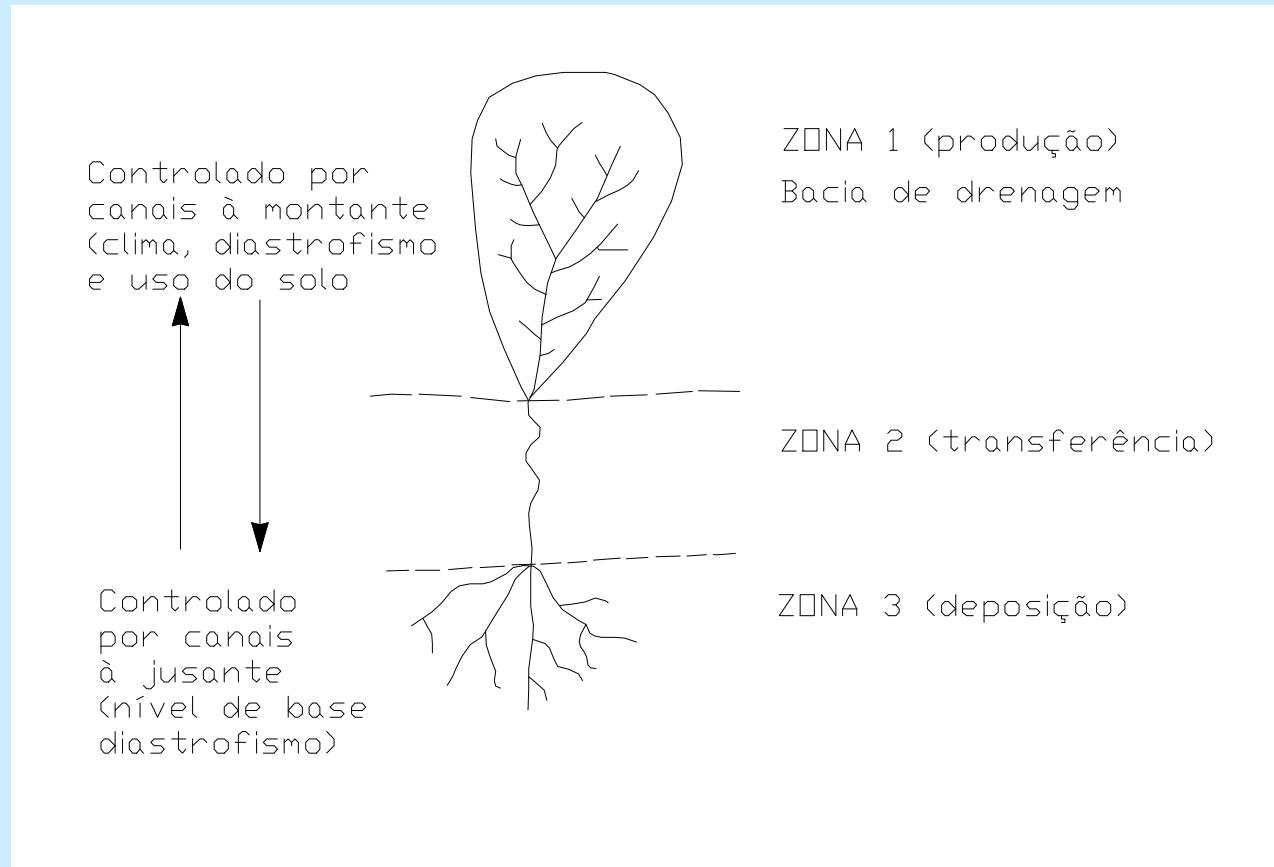
MATERIAIS E MÉTODOS

**MDE com sobreposição composição colorida 5R4G3B –
Landsat TM (24/08/2010) no SIG *Idrisi***



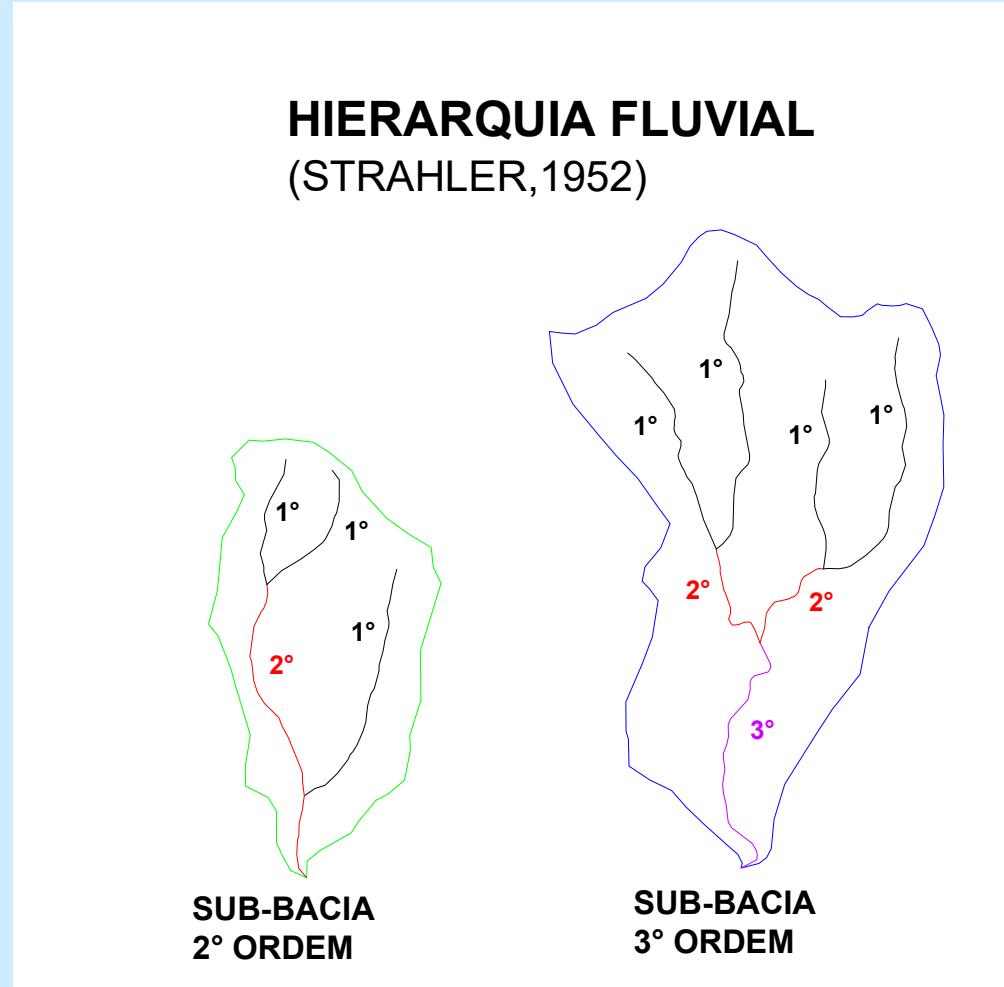
MATERIAIS E MÉTODOS

Critério para a seleção de sub-bacias Conservação de áreas de mananciais



SCHUMM (1977)

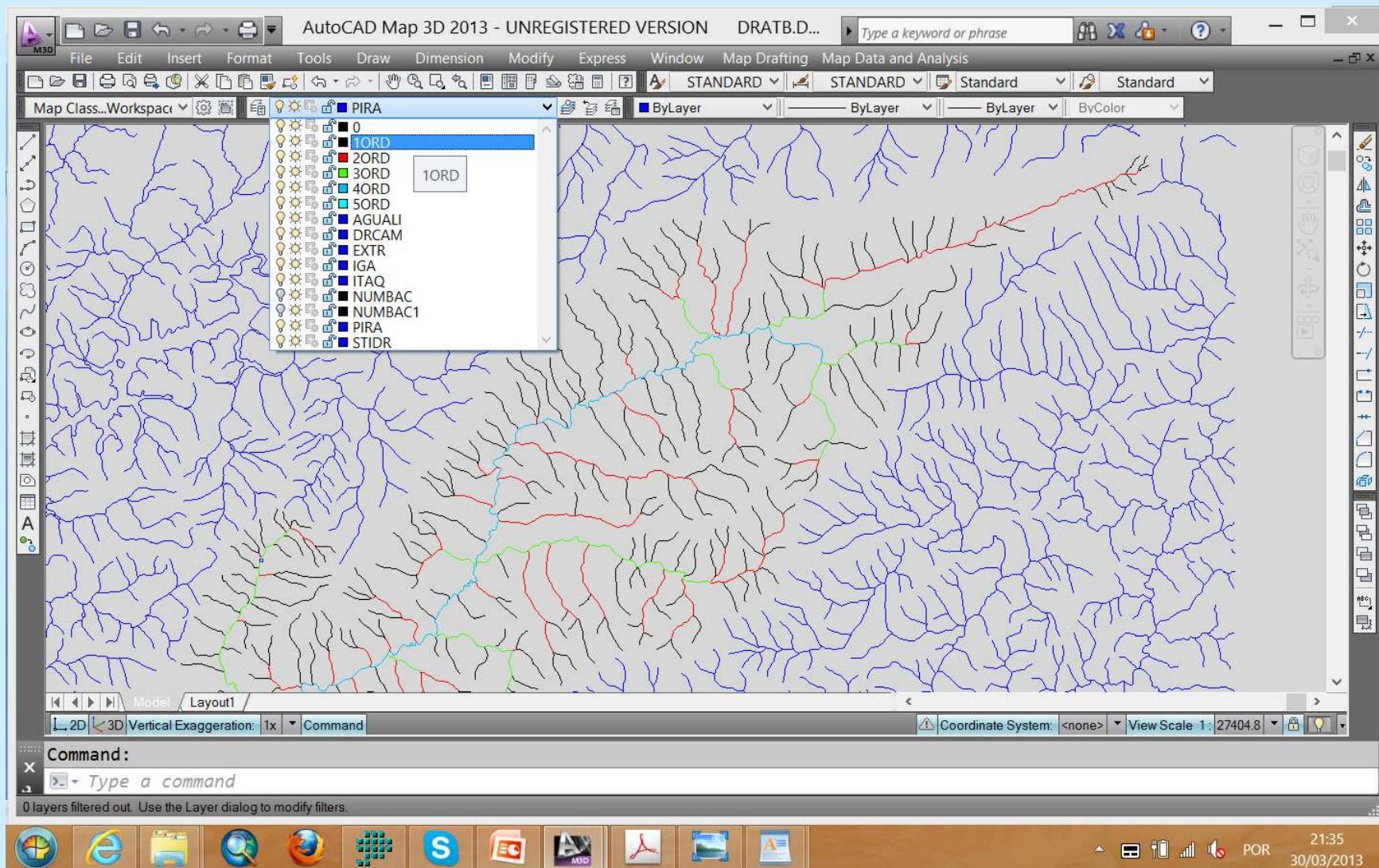
MATERIAIS E MÉTODOS



MATERIAIS E MÉTODOS

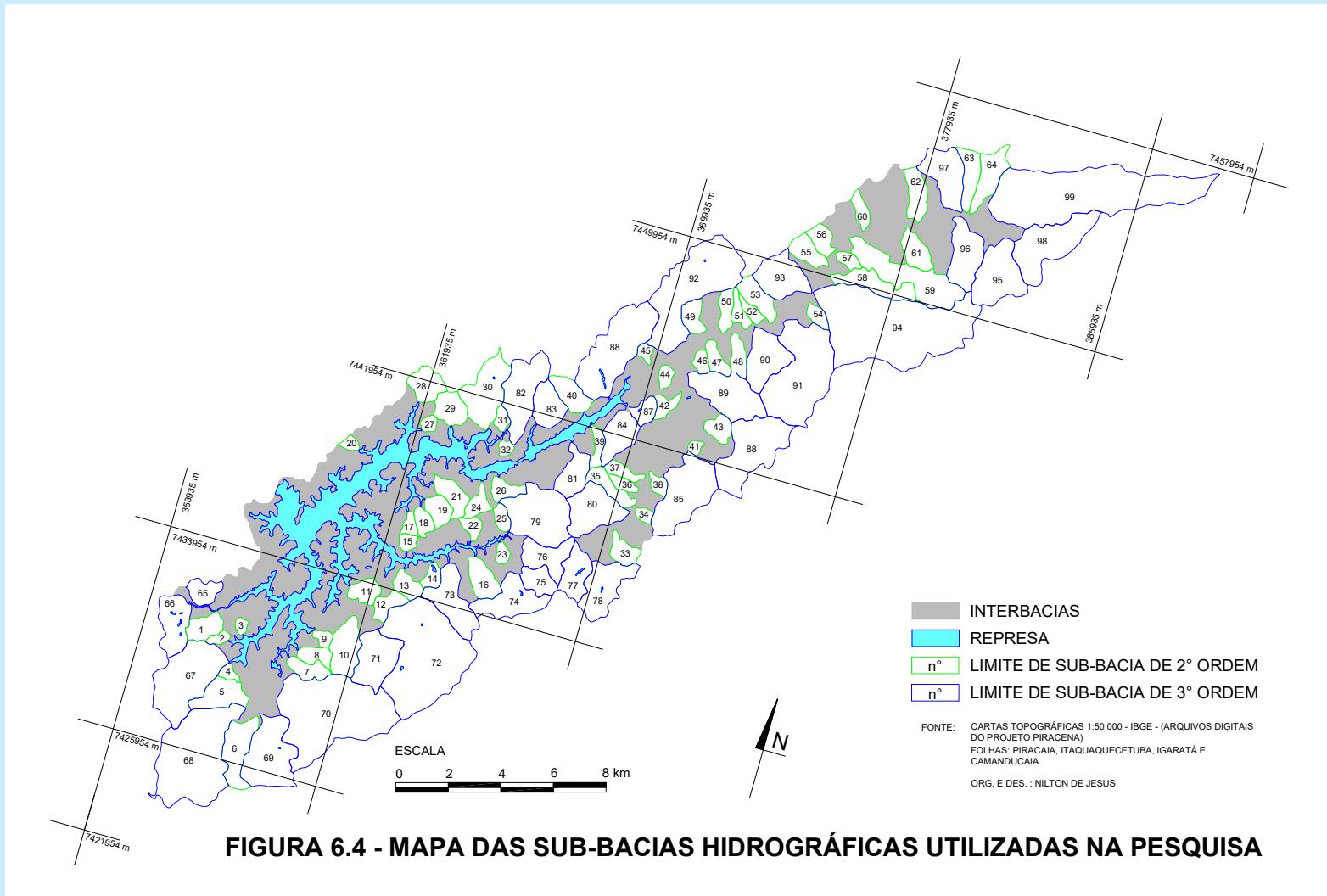
Rede hidrográfica vetorial escala 1:50.000 (IBGE)

Definição dos exutórios das sub-bacias 2º e 3º ordens no AutoCAD



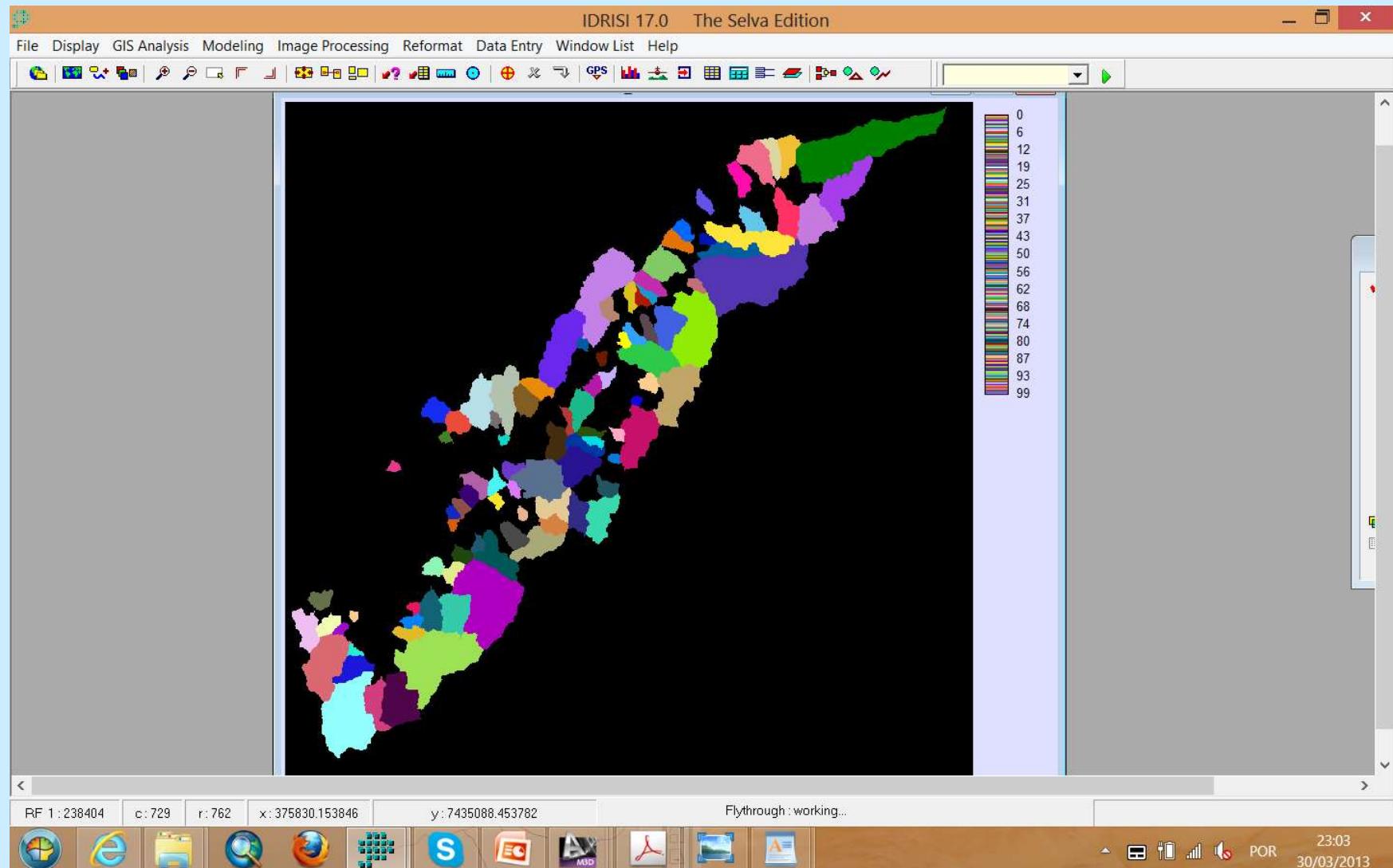
RESULTADO

MAPA DAS 99 SUB-BACIAS UTILIZADAS NA PESQUISA



MATERIAIS E MÉTODOS

Limite definido das 99 sub-bacias de 2º e 3º ordens no SIG Idrisi



MATERIAIS E MÉTODOS

ANÁLISE MORFOMÉTRICA DAS SUB-BACIAS

MORISAWA (1962) definiu, através da correlação de fatores morfométricos e hidrológicos, o Fator Topográfico (Ft), como índice altamente correlacionado ao potencial hidrológico de uma bacia hidrográfica obtido através da seguinte equação:

$$F_t = F_1 \cdot I_c \cdot R_h \text{ onde:}$$

F_1 = Frequência de canais de 1º ordem

I_c = Índice de circularidade

R_h = Taxa de relevo = Declividade

MATERIAIS E MÉTODOS

Fator Topográfico (Ft) um indicador ambiental físico

O Ft representa a composição da rede de canais, a forma e a declividade das sub-bacias. Com isso, além de informar sobre o potencial hidrológico de cada sub-bacia é capaz de inferir sobre características geomorfológicas decisivas em uma análise ambiental que contemple a conservação de áreas de mananciais (FERREIRA,1996; JESUS,2001).

MATERIAIS E MÉTODOS

FREQUÊNCIA DE CANAIS (F_1) (HORTON,1945)

Aplicando-se o método de hierarquia fluvial de STRAHLER (1952) temos a seguinte equação:

$$F_1 = \sum n_1 / A$$

onde:

$\sum n_1$ = somatória dos canais de 1º ordem

(contabilizado a partir da rede hidrográfica do IBGE)

A = Área da bacia

(retirado do arquivo vetorial das sub-bacias)

MATERIAIS E MÉTODOS

ÍNDICE DE CIRCULARIDADE (Ic) (MILLER, 1953)

$$I_c = A / A_c$$

onde:

A = Área da bacia

A_c = Área do círculo de mesmo perímetro ao da bacia considerada

(a área e o perímetro foram retirados do arquivo vetorial das sub-bacias)

O valor máximo obtido é igual a 1,0 correspondendo a uma bacia de forma próxima ao círculo.

MATERIAIS E MÉTODOS

TAXA DE RELEVO (SCHUMM, 1956)

$$Rh = Hm / L$$

onde:

Rh = Taxa de relevo

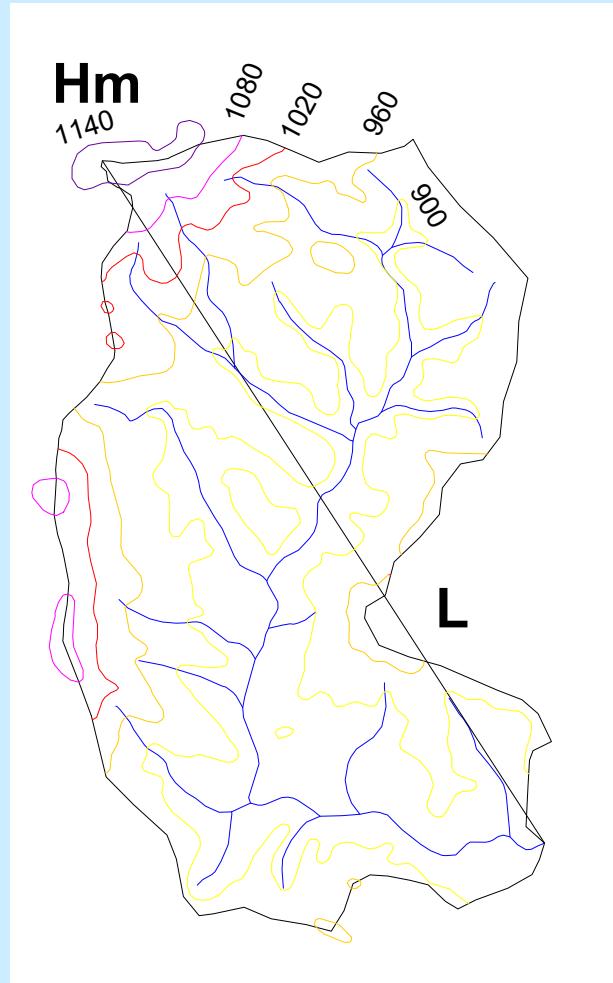
Hm = amplitude altimétrica máxima de uma bacia

L = comprimento do canal principal

A taxa de relevo (Rh) estabelece a declividade do canal principal.

MATERIAIS E MÉTODOS

Inconsistências da Taxa de Relevo (Rh) para medir a declividade da bacia

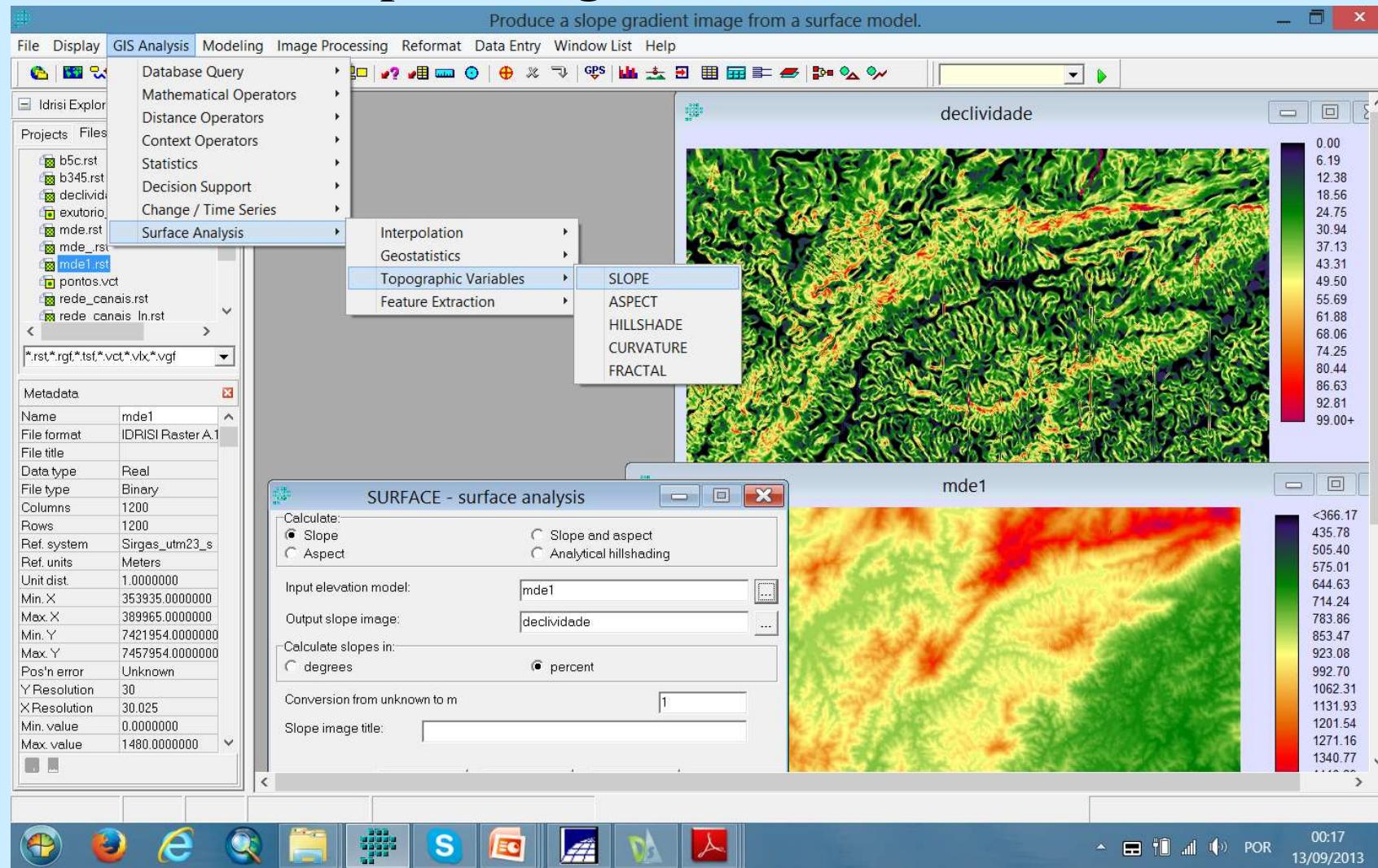


Conforme antevisto por HADLEY e SCHUMM (1956); CHRISTOFOLETTI (1969) a amplitude altimétrica máxima pode representar um ponto isolado da bacia não representando a real movimentação topográfica da mesma.

CHRISTOFOLETTI (1975) observou que o comprimento da bacia L também apresenta problemas, pois acarreta diversas decisões subjetivas quando o rio é irregular ou tortuoso ou quando a bacia possui forma incomum.

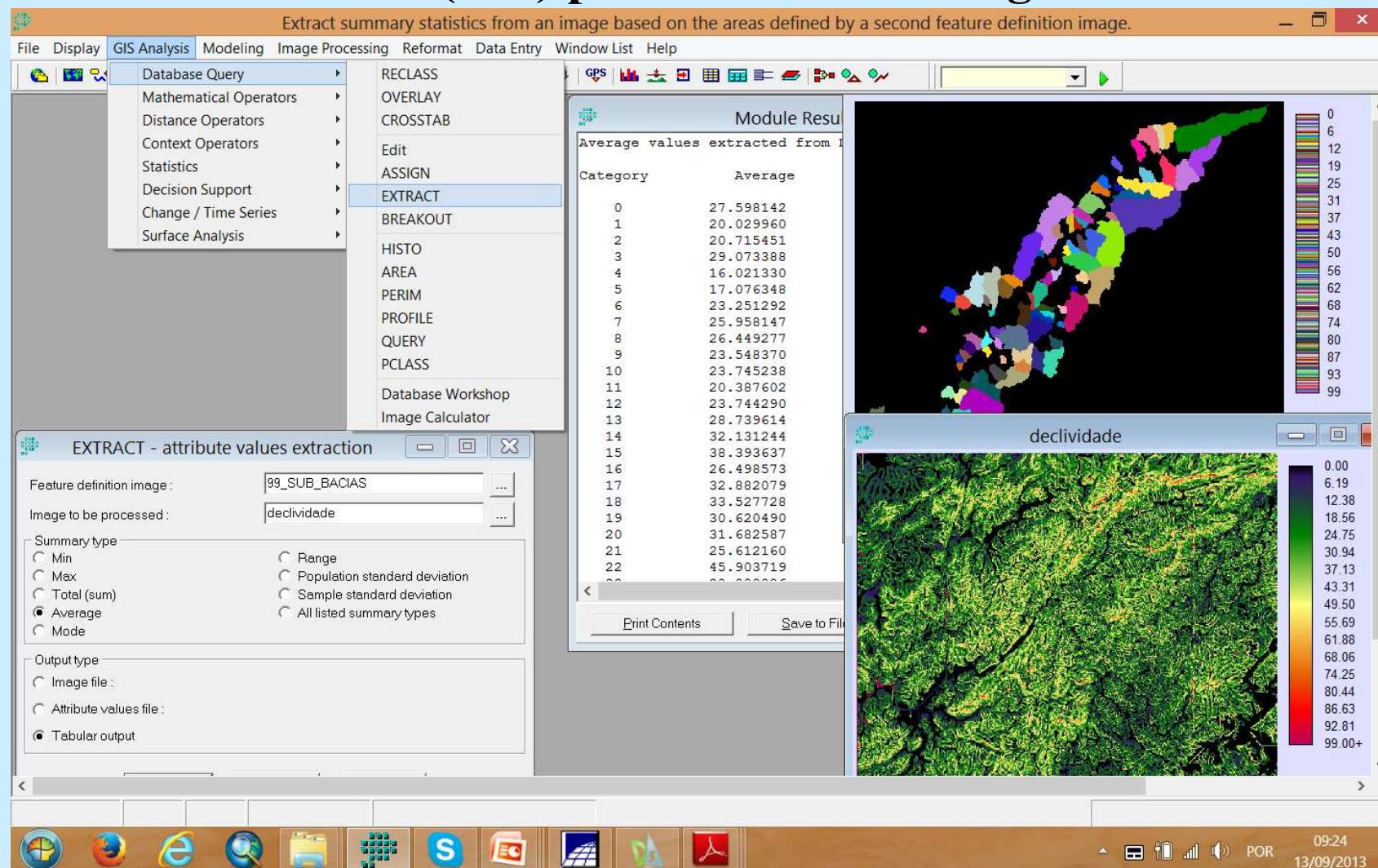
MATERIAIS E MÉTODOS

Declividade em porcentagem extraída do MDE



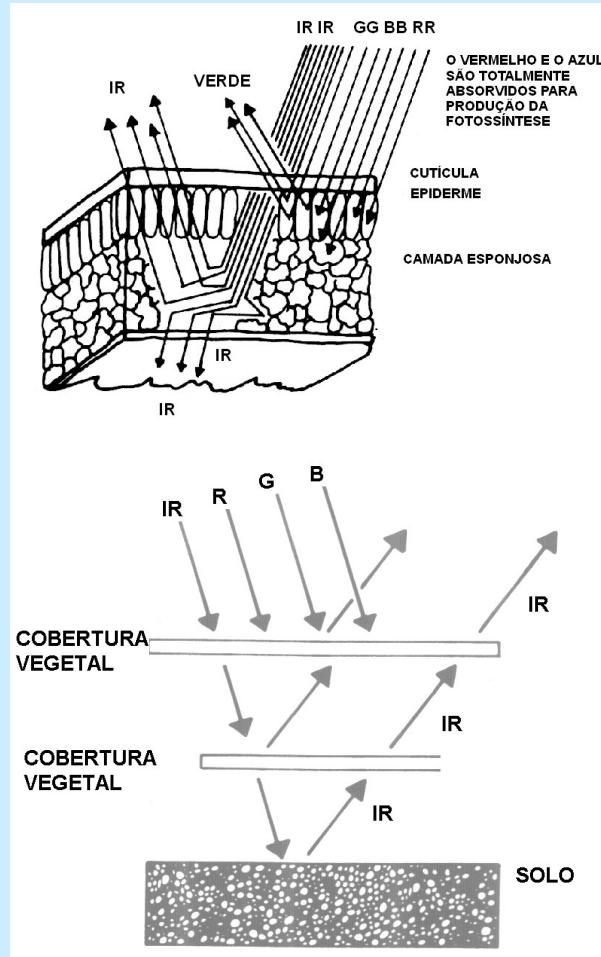
MATERIAIS E MÉTODOS

Declividade média (Dm) por sub-bacia hidrográfica

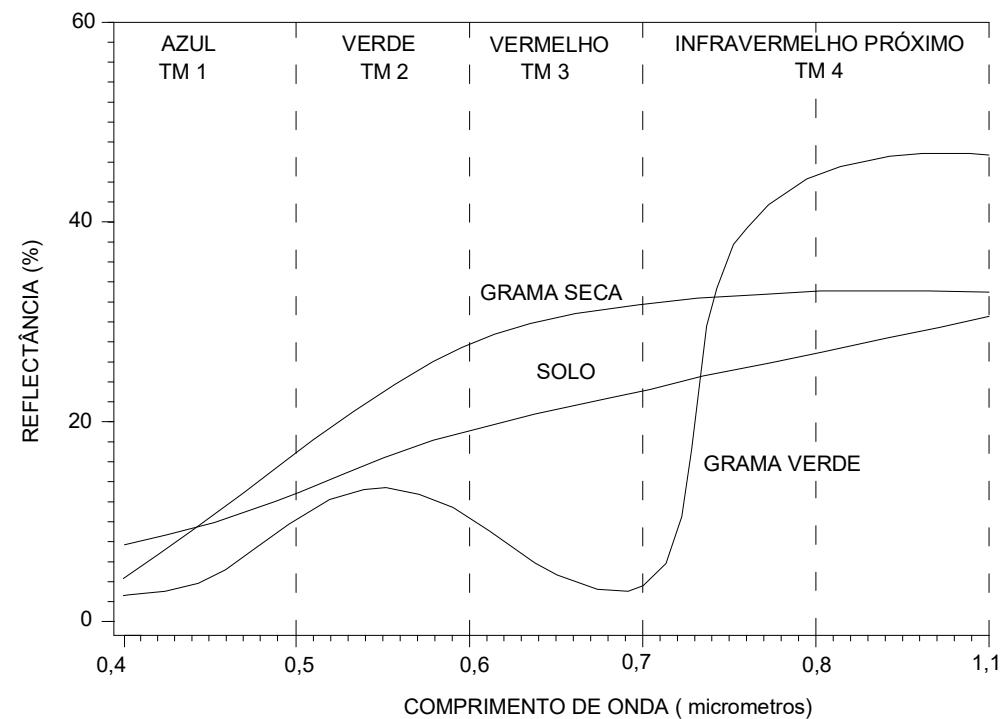


MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção do NDVI (ROUSE et al., 1974) Índice da Diferença de Vegetação Normalizado



COMPORTAMENTO ESPECTRAL DO SOLO, GRAMA SECA E GRAMA VERDE.



MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção do NDVI (ROUSE et al., 1974) Índice da Diferença de Vegetação Normalizado

expresso pela razão entre a diferença e a soma das bandas normalizadas do infravermelho próximo e vermelho.

$$\text{NDVI} = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

onde:

NIR = banda do infravermelho (TM4)

RED = banda do vermelho (TM 3)

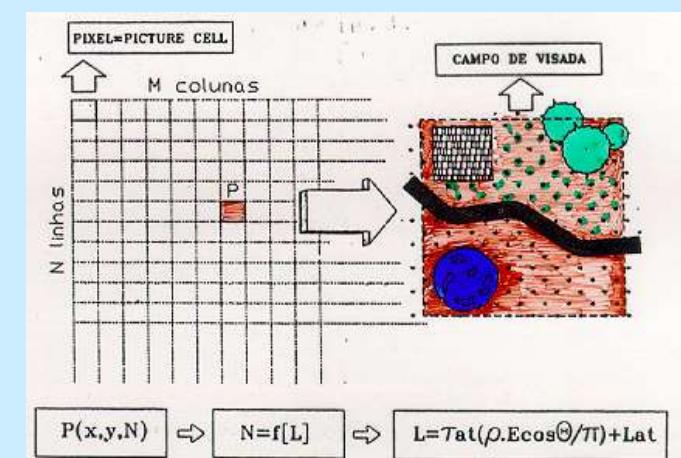
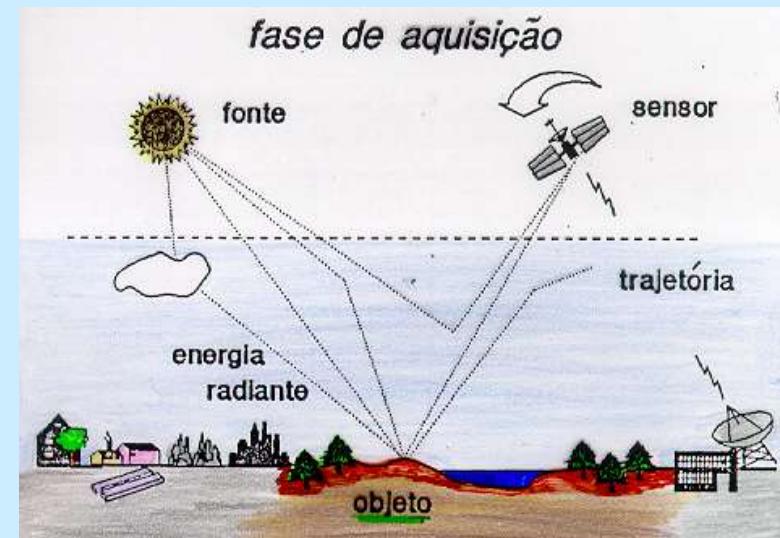
MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção do NDVI (ROUSE et al., 1974)

Correção Atmosférica das Imagens Landsat TM

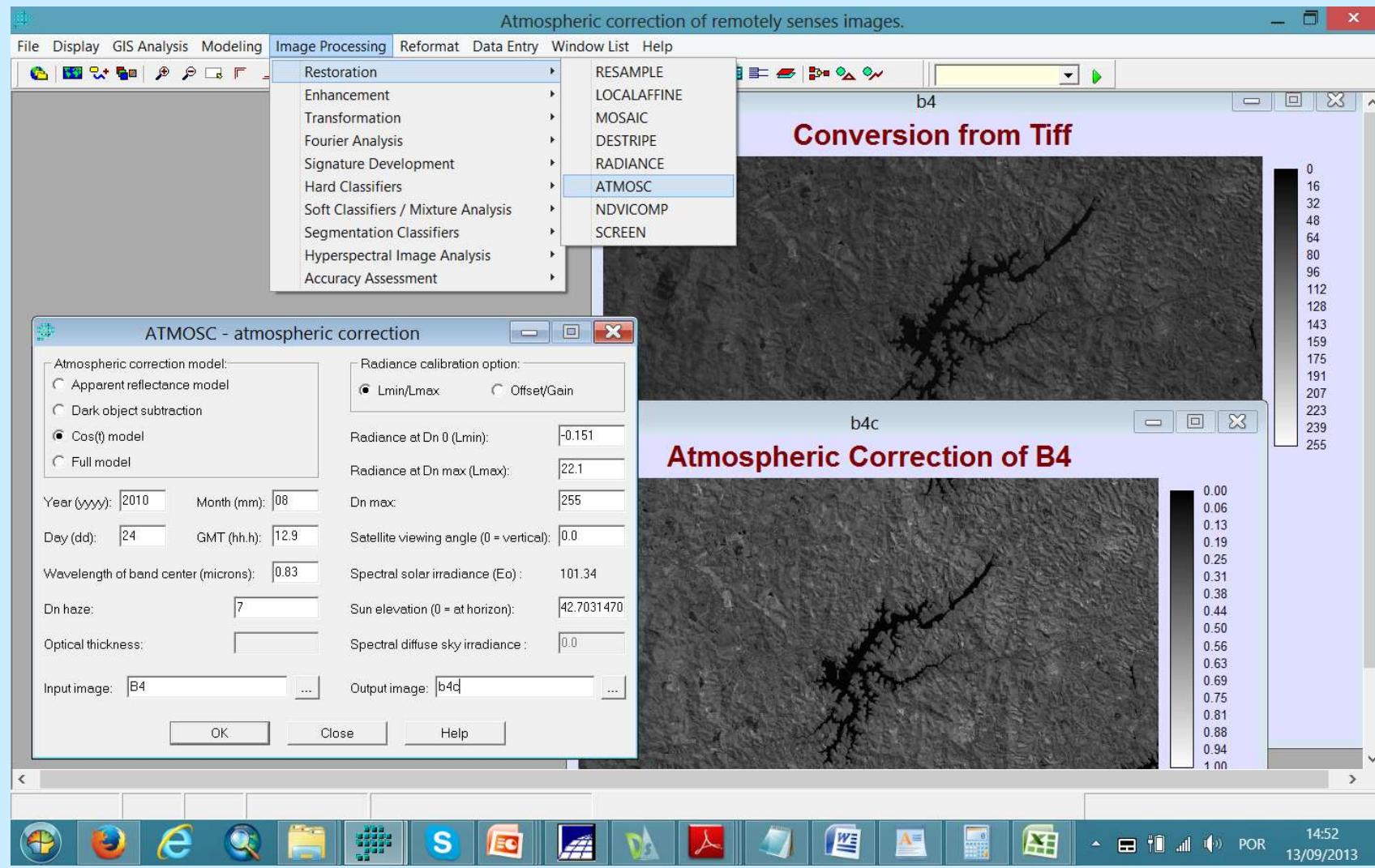
Bandas 3 e 4

- r Atualmente é comum a retirada do efeito atmosférico do alvo imageado.
- r Para tanto se converte os números digitais da imagem para valores de refletância, ao nível do solo.
- r Um dos métodos mais empregados é o da correção por subtração do objeto escuro ou método DOS (*Dark Object Subtraction*), pelo qual a interferência atmosférica é estimada diretamente a partir da imagem (CHAVES, 1986; 1996).



MATERIAIS E MÉTODOS

Correção Atmosférica Landsat (TM) banda 4
Método Cos(t) model (CHAVES ,1996).



MATERIAIS E MÉTODOS

Informações necessárias para a Correção Atmosférica das Imagens Landsat TM das bandas 3 e 4

L5219076_07620100824_MTL - Microsoft Word

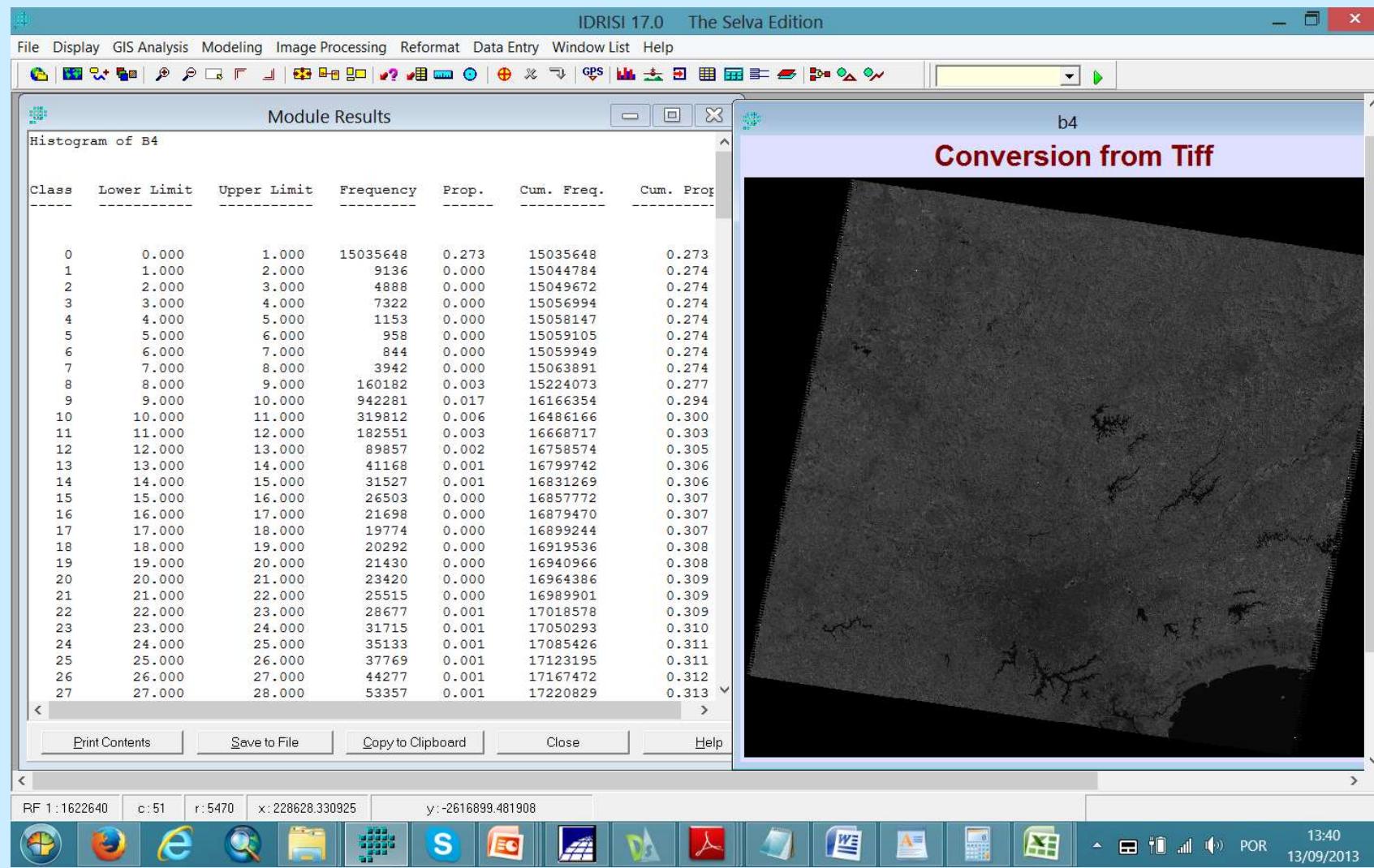
```
GROUP = L1_METADATA_FILE
GROUP = METADATA_FILE_INFO
ORIGIN = "Image courtesy of the U.S. Geological Survey"
REQUEST_ID = "990809110001_04723"
PRODUCT_CREATION_TIME = 2011-08-10T17:18:07Z
STATION_ID = "EDC"
LANDSAT_XBAND = "1"
GROUND_STATION = "CUB"
LPS_PROCESSOR_NUMBER = 0
DATEHOUR_CONTACT_PERIOD = "1023612"
SUBINTERVAL_NUMBER = "01"
END_GROUP = METADATA_FILE_INFO
GROUP = PRODUCT_METADATA
PRODUCT_TYPE = "L1T"
ELEVATION_SOURCE = "GLS2000"
PROCESSING_SOFTWARE = "LPGS_11.5.0"
EPOCHERIS_TYPE = "DEFINITIVE"
SPACECRAFT_ID = "Landsat"
SENSOR_ID = "TM"
SENSOR_MODE = "BUMPER"
ACQUISITION_DATE = 2010-08-24
SCENE_CENTER_SCAN_TIME = 12:54:38.77608102
WRS_PATH = 219
STARTING_ROW = 76
ENDING_ROW = 76
BAND_COMBINATION = "1234567"
PRODUCT_UL_CORNER_LAT = -22.1589617
PRODUCT_UL_CORNER_LON = -47.6461279
PRODUCT_UR_CORNER_LAT = -22.180799
PRODUCT_UR_CORNER_LON = -45.3453278
PRODUCT_LL_CORNER_LAT = -24.0403646
PRODUCT_LL_CORNER_LON = -47.6832681
PRODUCT_IR_CORNER_LAT = -24.0634886
PRODUCT_IR_CORNER_LON = -45.3501816
PRODUCT_UL_CORNER_MAPX = 227100.000
PRODUCT_UL_CORNER_MAPY = -2452800.000
PRODUCT_UR_CORNER_MAPX = 464400.000
PRODUCT_UR_CORNER_MAPY = -2452800.000
PRODUCT_LL_CORNER_MAPX = 227100.000
PRODUCT_LL_CORNER_MAPY = -2661300.000
PRODUCT_IR_CORNER_MAPX = 464400.000
PRODUCT_IR_CORNER_MAPY = -2661300.000
PRODUCT_SAMPLES_REF = 7911
PRODUCT_LINES_REF = 6951
PRODUCT_SAMPLES_THM = 7911
PRODUCT_LINES_THM = 6951
BAND1_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_B10.TIF"
BAND2_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_B20.TIF"
BAND3_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_B30.TIF"
BAND4_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_B40.TIF"
BAND5_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_B50.TIF"
BAND6_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_B60.TIF"
BAND7_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_B70.TIF"
GCP_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_GCP.txt"
VER_REPORT_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_VER.txt"
VER_BROWSER_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_VER.jpg"
METADATA_L1_FILE_NAME = "L5219076_07620100824_MTL.txt"
CDF_FILE_NAME = "L5CPP20100701_20100930_10"
END_GROUP = PRODUCT_METADATA
GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
LMAX_BAND1 = 193.000
LMIN_BAND1 = -1.520
LMAX_BAND2 = 365.000
LMIN_BAND2 = -2.840
LMAX_BAND3 = 264.000
LMIN_BAND3 = -1.170
LMAX_BAND4 = 221.000
LMIN_BAND4 = -1.510
LMAX_BAND5 = 30.200
LMIN_BAND5 = -0.370
LMAX_BAND6 = 15.303
LMIN_BAND6 = 1.238
LMAX_BAND7 = 16.500
LMIN_BAND7 = -0.150
END_GROUP = MIN_MAX_RADIANCE
GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
QCALMAX_BAND1 = 255.0
QCALMIN_BAND1 = 1.0
QCALMAX_BAND2 = 255.0
QCALMIN_BAND2 = 1.0
QCALMAX_BAND3 = 255.0
QCALMIN_BAND3 = 1.0
QCALMAX_BAND4 = 255.0
QCALMIN_BAND4 = 1.0
QCALMAX_BAND5 = 255.0
QCALMIN_BAND5 = 1.0
QCALMAX_BAND6 = 255.0
QCALMIN_BAND6 = 1.0
QCALMAX_BAND7 = 255.0
QCALMIN_BAND7 = 1.0
END_GROUP = MIN_MAX_PIXEL_VALUE
GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND1 = "CDF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND2 = "CDF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND3 = "CDF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND4 = "CDF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND5 = "CDF"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND6 = "IC"
CORRECTION_METHOD_GAIN_BAND7 = "CDF"
CORRECTION_METHOD_BIAS = "IC"
SUN_AZIMUTH = 47.4049078
SUN_ELEVATION = 42.7031470
OUTPUT_FORMAT = "GEOTIFF"
END_GROUP = PRODUCT_PARAMETERS
```

Página: 2 de 20 Palavras: 425 Português (Brasil) 60% 15:15 13/09/2013



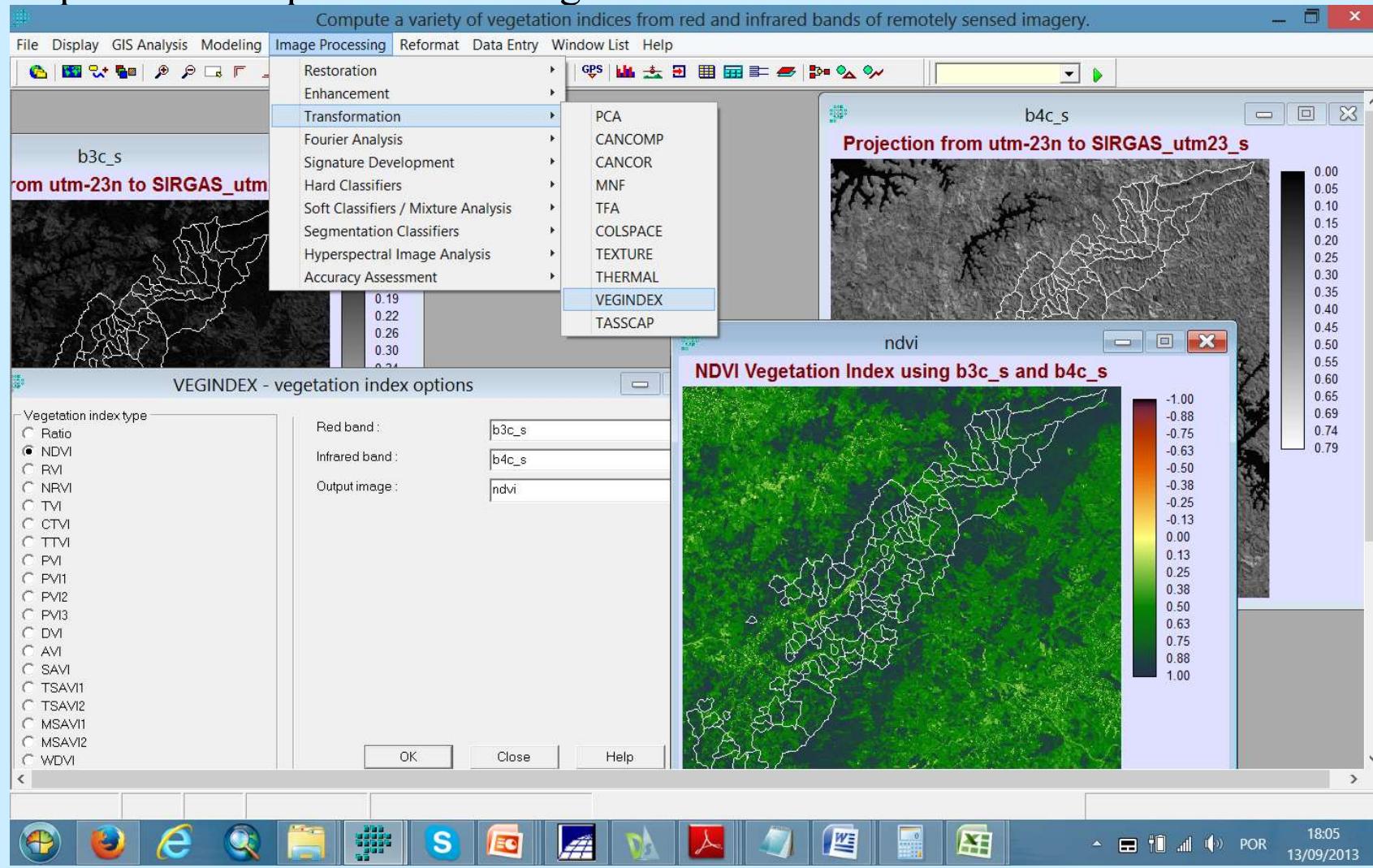
MATERIAIS E MÉTODOS

Correção Atmosférica das Imagens Landsat TM Bandas 3 e 4 – Definição do pixel escuro na imagem



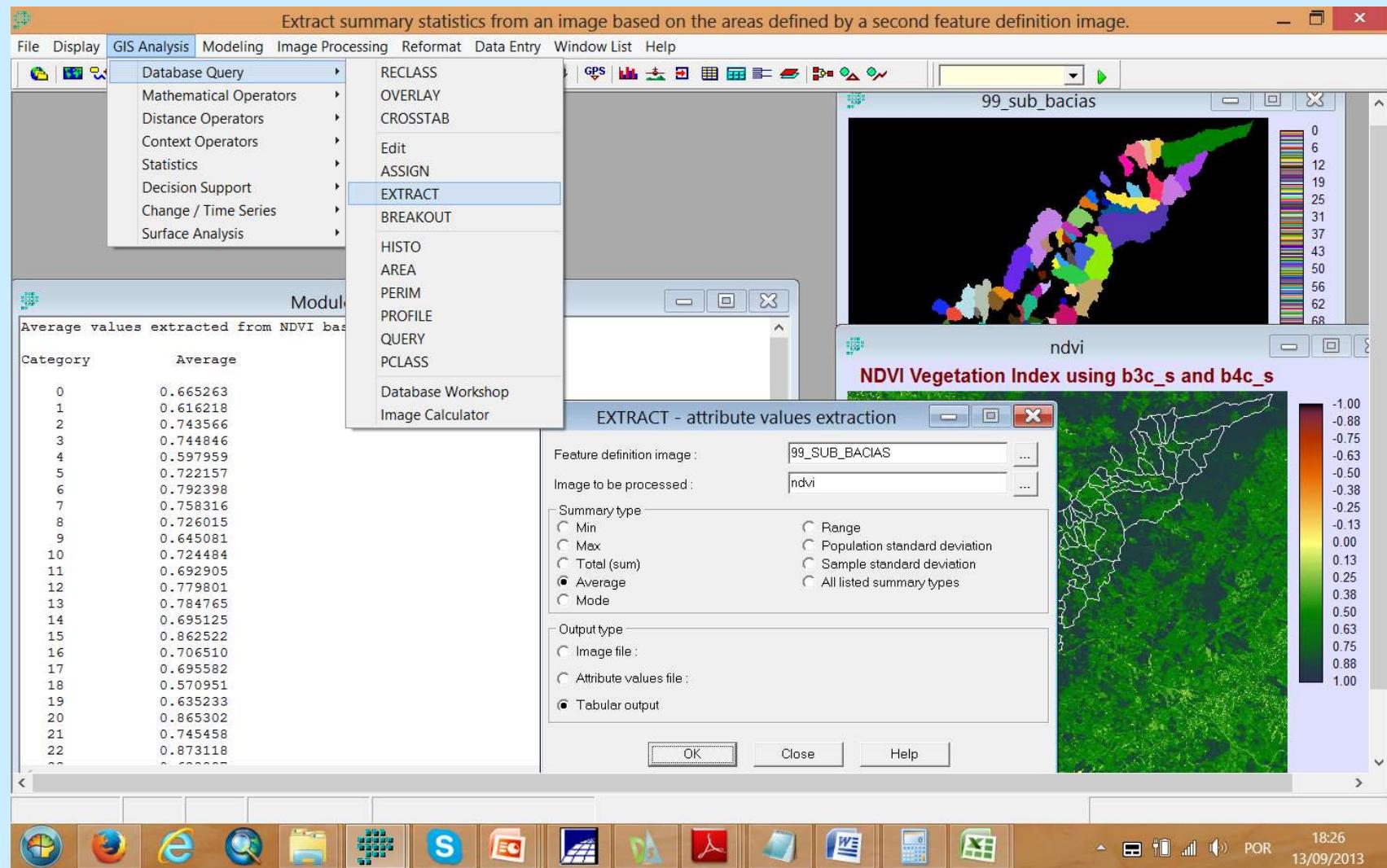
MATERIAIS E MÉTODOS

Obtenção do NDVI - o índice varia de -1 a $+1$ e os valores próximos a zero representam superfícies não vegetadas.



MATERIAIS E MÉTODOS

Média do NDVI por sub-bacia Índice de vegetação médio (Ivm)



MATERIAIS E MÉTODOS

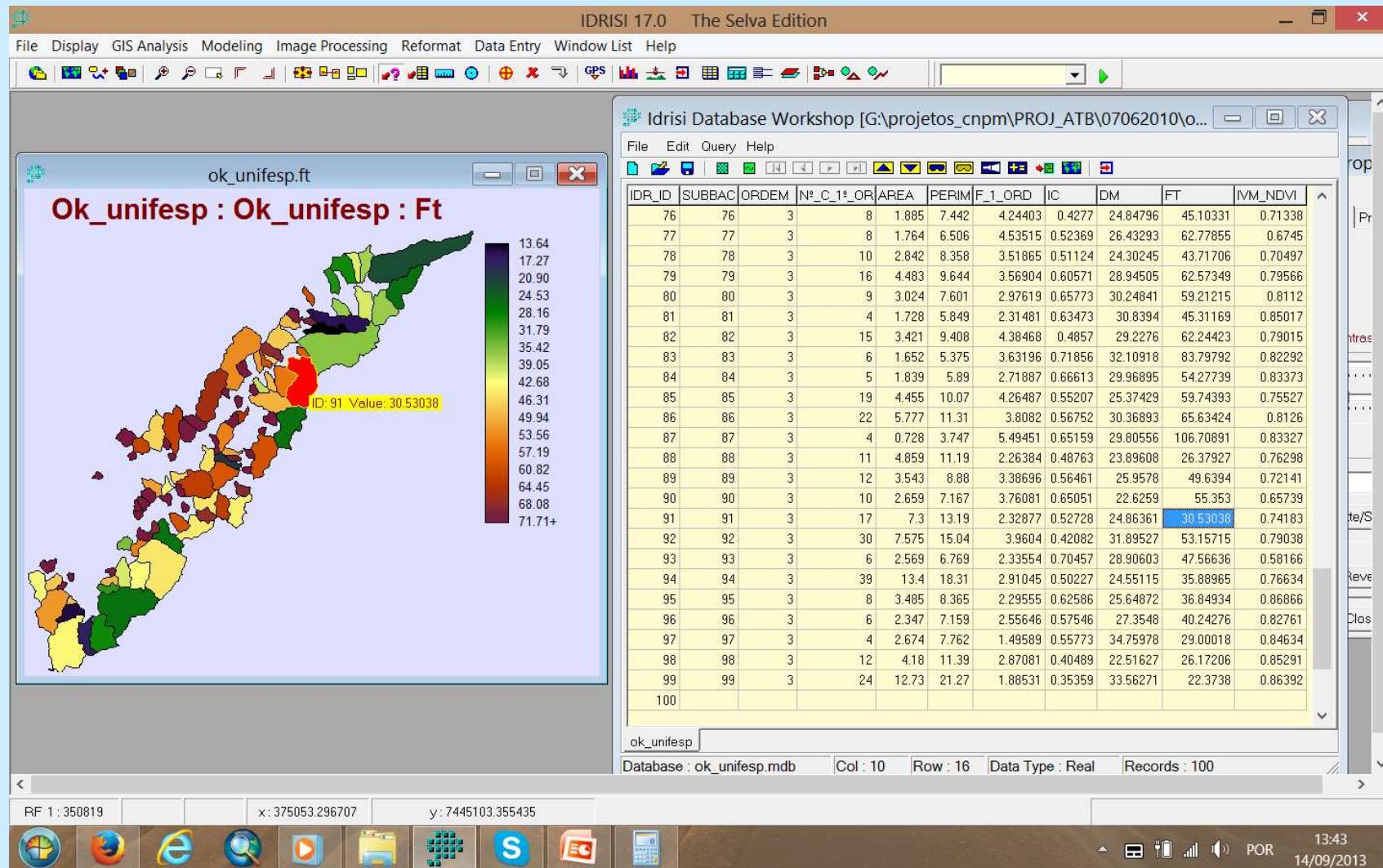
Inserção e cálculo dos parâmetros morfométricos no Banco de Dados do SIG Idrisi

The screenshot shows the IDRISI 17.0 The Selva Edition software interface. A 'Calculate Field Value' dialog box is open in the foreground, displaying a mathematical expression: $= [F_1_ord]^*[IC]^*[DM]$. The background shows a table with 28 rows and 11 columns, representing data from 'final.mdb'. The columns are labeled: SUBBAC, ORDEM, N°_C_1º_OR, AREA, PERIM, F_1_ord, IC, DM, FT, and VM_(NDVI). The 'FT' column is highlighted in blue. The bottom status bar indicates: Plan1, SBTD2011, Database : final.mdb, Col : 9, Row : 1, Data Type : Real, Records : 100. The system tray at the bottom right shows the date and time as 22:11 13/09/2013.

SUBBAC	ORDEM	N°_C_1º_OR	AREA	PERIM	F_1_ord	IC	DM	FT	VM_(NDVI)
1	2	4	0.992	4.566	4.03226	0.59793	19.6969318	0.6075128	
2	2	2	0.346	2.513	5.78035	0.68849	20.4248524	0.749804	
3	2	2	0.227	1.834	8.81057	0.84808	28.8733368		0.736964
4	2	2	0.336	2.864	5.95238	0.51475	15.7085543		0.5811087
5	2	3	1.784	6.519	1.68161	0.52752	17.104866		0.7193378
6	2	4	2.082	8.132	1.92123	0.39563	23.1002254		0.7905087
7	2	2	0.964	4.588	2.07469	0.57549	25.5012512		0.7670487
8	2	2	0.638	3.673	3.1348	0.59427	26.3221035		0.7261403
9	2	2	0.345	2.431	5.7971	0.7336	23.2461605		0.6543946
10	2	6	2.043	6.633	2.93686	0.58352	23.5220604		0.7197757
11	2	2	0.876	3.787	2.28311	0.76758	20.0355015		0.6890373
12	2	3	0.825	4.066	3.63636				
13	2	3	0.782	3.649	3.83632				
14	2	2	0.473	3.375	4.22833				
15	2	2	0.302	2.471	6.62252				
16	2	4	1.367	4.727	2.92612				
17	2	2	0.401	2.769	4.98753				
18	2	2	0.594	3.353	3.367				
19	2	3	0.88	3.801	3.40909				
20	2	2	0.29	2.175	6.89655				
21	2	4	1.146	4.993	3.4904				
22	2	2	0.425	2.785	4.70588				
23	2	2	0.331	2.281	6.0423				
24	2	2	0.759	4.138	2.63505	0.55702	29.8141632		0.7515036
25	2	3	0.471	3.022	6.36943	0.6481	29.3178406		0.7490771
26	2	2	0.7	3.893	2.85714	0.58041	27.8827801		0.7582113
27	2	3	0.322	2.306	9.31677	0.76093	28.6713028		0.8509221
28	2	6	1.393	4.979	4.30725	0.70611	29.6972332		0.83253

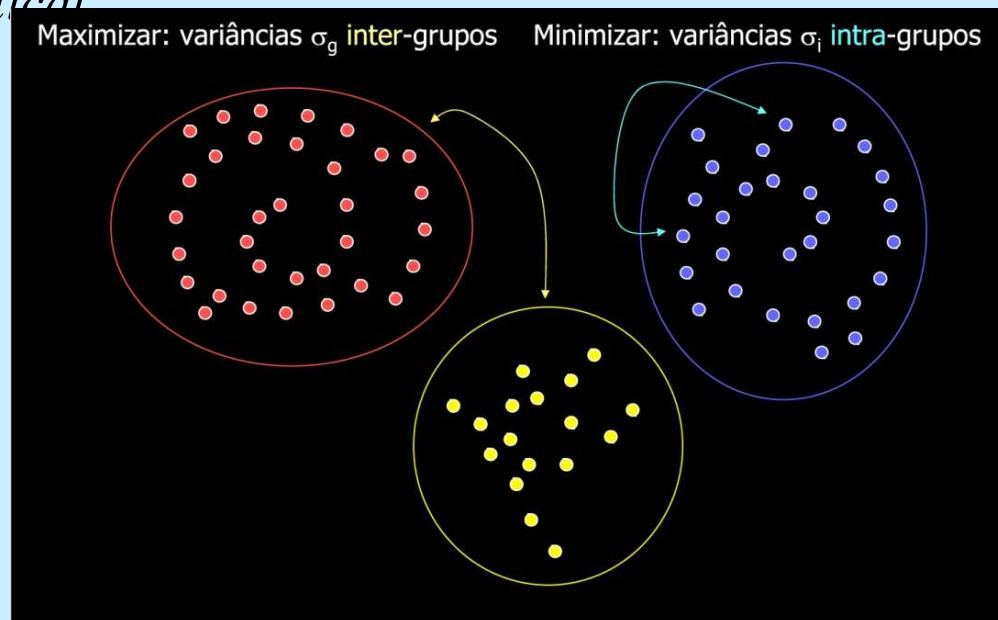
MATERIAIS E MÉTODOS

Visualização e geração dos mapas do Banco de Dados do SIG *Idrisi*



MATERIAIS E MÉTODOS

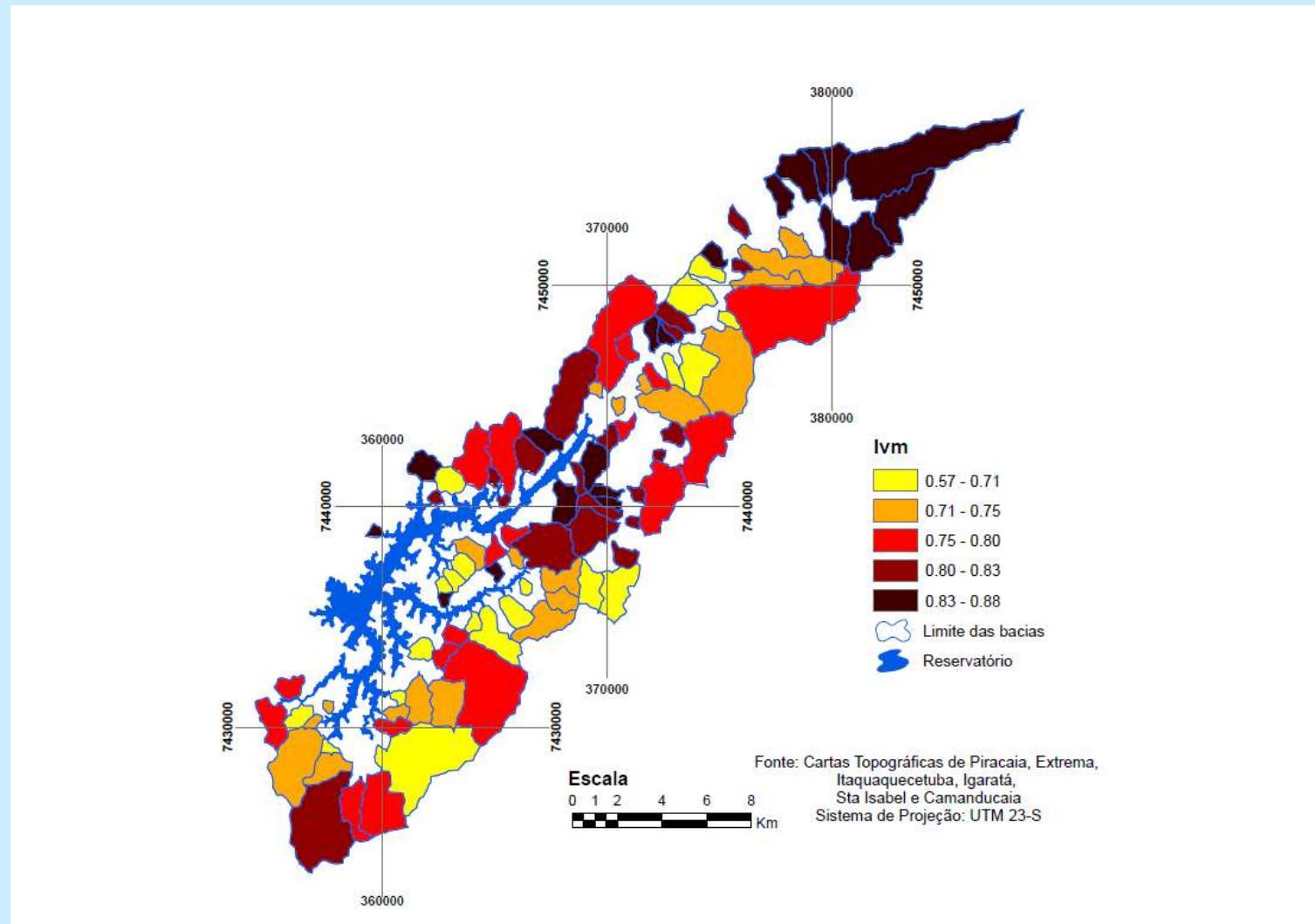
Para a definição do **Zoneamento das sub-bacias** adotou-se a técnica classificatória de **Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*)** (HARTIGAN, 1975) para as variáveis **Ft e Ivm** empregando o algoritmo *k*-médias do programa *NCSS Statistical*.



Deste modo, os elementos do mesmo grupo deverão ser os mais similares possíveis com diferenças significativas entre os grupos formados.

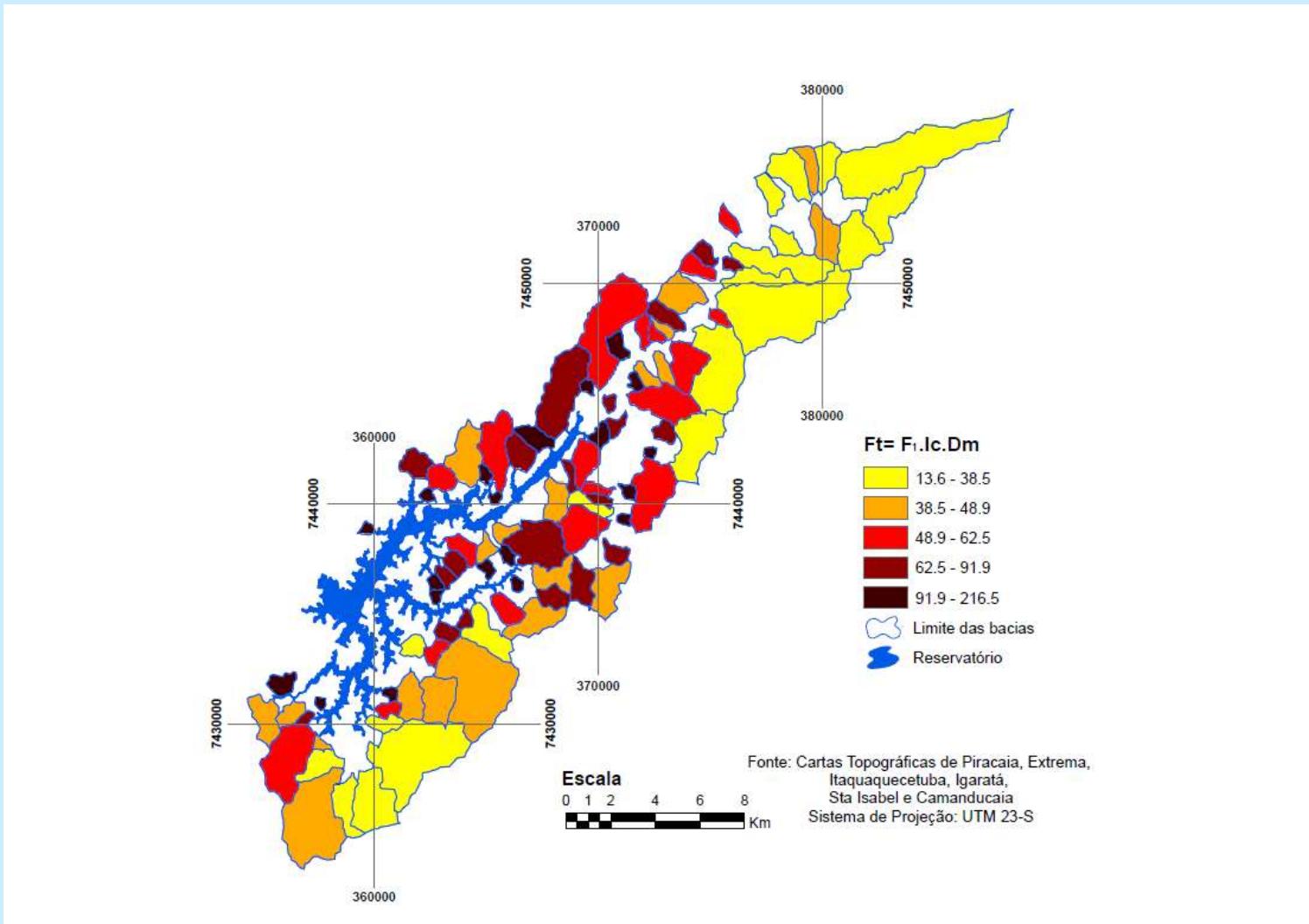
RESULTADOS

Mapa do Índice de vegetação médio (Ivm)



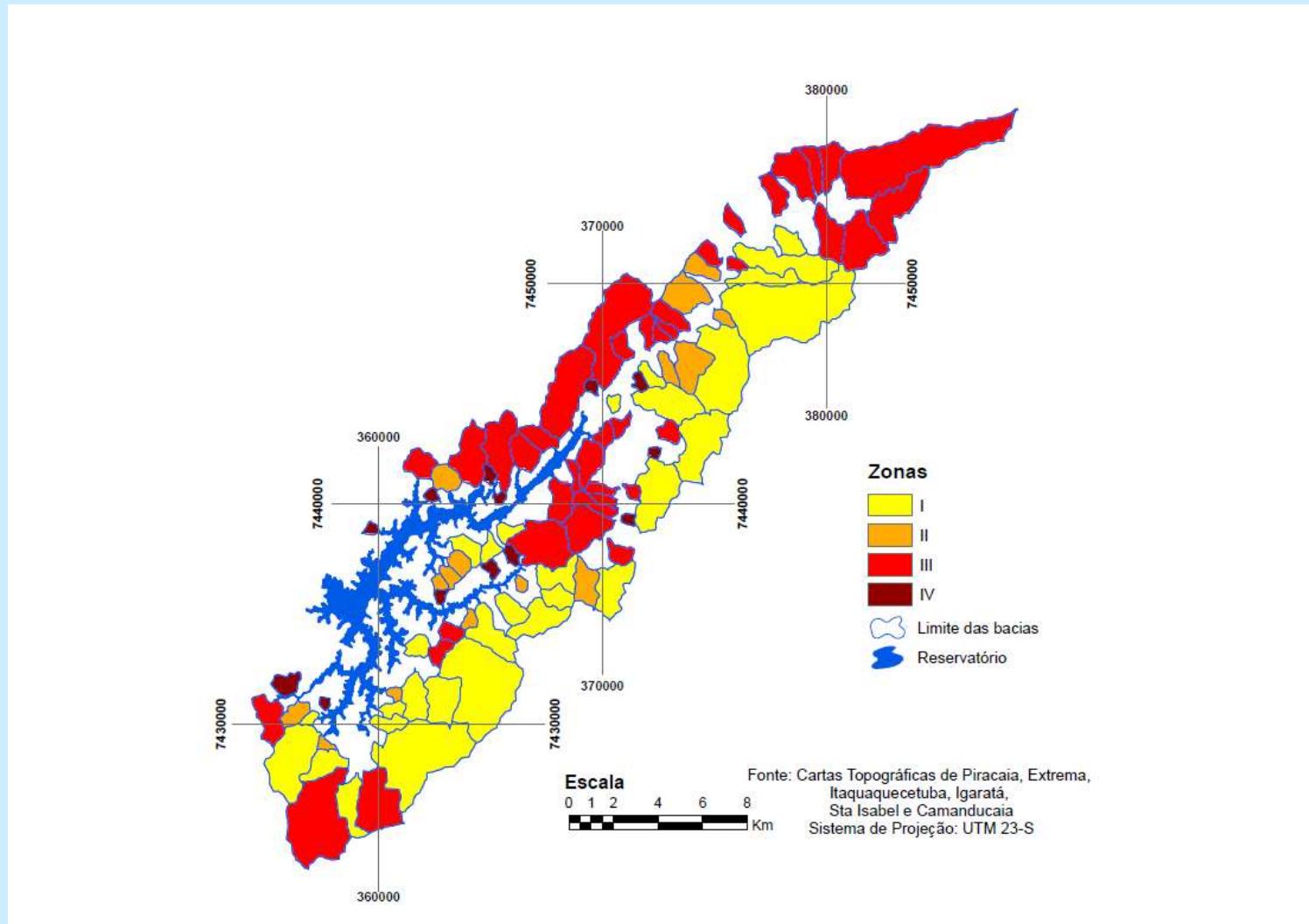
RESULTADOS

Mapa do Fator topográfico (Ft)



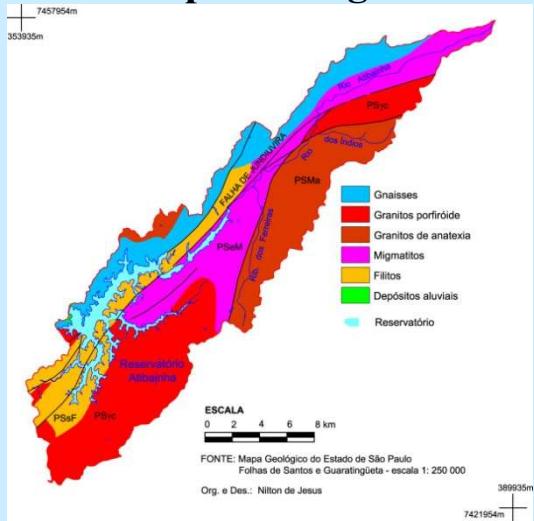
RESULTADOS

Mapa do Zoneamento das sub-bacias (Ivm)

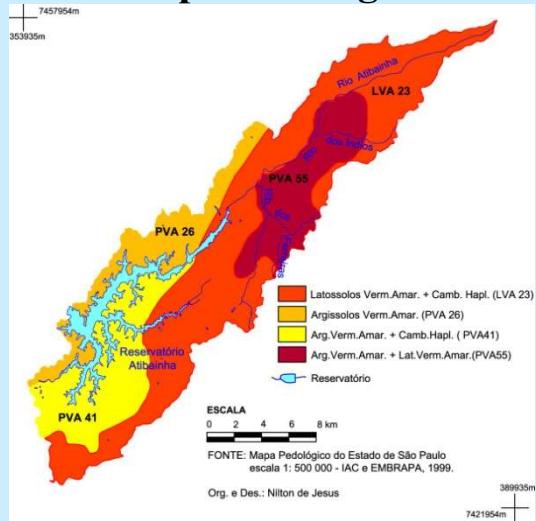


RESULTADOS

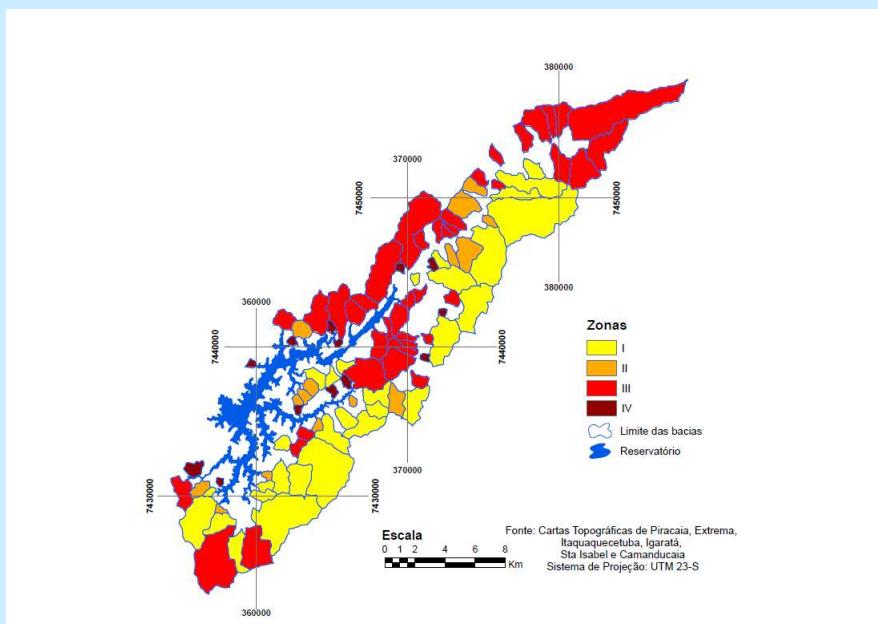
Mapa Geológico



Mapa Pedológico



Mapa do Zoneamento das sub-bacias (Ivm)



ZONA I



ZONA II



ZONA III



ZONA IV



ZONA IV



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARLSTON, C.W. The effect of climate on drainage density and streamflow. **Int.Ass.Scientists Hydrol.Bull.**, 11 (1): 62-69, 1963.
- CHRISTOFOLETTI, A. A variabilidade espacial e temporal da densidade de drenagem. **Notícia Geomorfológica**, Campinas, v. 21, n. 41, p.1-127.dez 1981.
- Blücher, 1999. 236p.
- CHRISTOFOLETTI, A.; PEREZ FILHO, A. Estudos sobre a forma de bacias hidrográficas. **Boletim Geografia Teorética**, 5 (9-10): 83-92,1975.
- EASTMAN, J.R. **Idrisi for windows : user's guide**. Worcester : Clark University, 1999.
- CHAVEZ JÚNIOR, P. S. Image-based atmospheric corrections - revisited and improved. **Photogrammetric Engineering and Remote Sensing**, Bethesda, v. 62, p. 1025-1036, 1996.
- FELTRAN FILHO, A. **Contribuição à análise fluviométrica da bacia do rio Piracicaba**. Dissertação de Mestrado – IGCE/UNESP, Rio Claro,1982.
- FERREIRA, F.R.B. & FERREIRA, M.C. – Modelagem de parâmetros morfométricos de bacias hidrográficas em sistemas de informação geográfica. In: L.H. O.Gerardi: **Ambientes: Estudos de Geografia**, pp. 120-134. Programa de Pós-Graduação em Geografia, IGCE-UNESP/AGETEO, Rio Claro, 2003.
- FERREIRA, M. C. Regionalização de pequenas bacias hidrográficas a partir de imagens orbitais e sistema de informação geográfica, **Geociências**, 15(1) :163-184,1996.
- FERREIRA, M.C. **Dados de sensoriamento remoto e parâmetros do meio físico aplicados à regionalização de bacias hidrográficas**. São José dos Campos, 1991. 134p. Dissertação de Mestrado, INPE.
- HADLEY,R.F., SCHUMM , S.A. Studies of erosion and drainage basin characteristics in the Cheyenne River Basin: **U.S. Geol Survey Water-Supply Paper**.
- HARTIGAN, J. **Clustering Algorithms**. New York: John Wiley & Sons, 1975.
- HASUI, Y., CARNEIRO, C.D.R.; BRISTICHI, C.A. -1981 – O embasamento pré-cambriano e eo-paleozóico em São Paulo. In: **Mapa Geológico do Estado de São Paulo – escala 1: 500.000** – monografia 6, v.1, IPT/DMGA, p. 12-45.1981.
- HOEFEL, J.L.; VIANA,R.M. Impactos de barragens e transformação regional: considerações sobre implantação do Sistema Cantareira na região Bragantina. In: Gestão e desenvolvimento. Bragança Pta.: Revista da Universidade de São Francisco, 1996. v.1, n.1, p.87-102.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: hydrophysical approach to quantitave morphology. **Geological Society of America Bulletin**, 56:275-370, 1945.
- JANASI, V. A. **Geologia e petrologia do maciço monzodiorítico-monzonítico de Piracaia**. 1986. 281p. Dissertação de mestrado – IG/USP, São Paulo, 1986.
- JESUS, N. **Aplicação de metodologia para regionalização de bacias hidrográficas, visando conservação ambiental de áreas de mananciais: um exemplo na bacia do reservatório Atibainha**. 2001. 128p. Dissertação de mestrado – IGCE/UNESP, Rio Claro, 2001.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- MENARDI Jr. A. **Regime e ritmo das chuvas na bacia do rio Piracicaba:variações e impactos.** Tese de Doutorado – IGCE/UNESP, Rio Claro. 2000.
- MILLER, V. C. **A quantitative geomorphic study of drainage basins characteristic in the Clinch Mountain area.** Technical Report, 3, Dept. Geology, Columbia University, 1953.
- MORISAWA, M. E. Quantitative geomorphology of some watersheds in the Appalachian Plateau. **Geological Society of America Bulletin**, 73(9):1025-1046, 1962.
- OLIVEIRA, J.B. [et al.]; **Mapa pedológico do Estado de São Paulo:** legenda expandida. Campinas: Instituto Agronômico; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 1999.64p.
- OLIVEIRA, J.B. **Solos do Estado de São Paulo: descrição das classes registradas no mapa pedológico.** Campinas: Instituto Agronômico, 1999. 112p.
- PATTON, P. C.; BAKER, V. R. Morphometry and floods in small drainage basins subject to diverse hydrogeomorphic controls. **Water resources research**, 12(5):941-952, 1976.
- PEUCKER, T. K.; DOUGLAS, D. H., Detection of surface-specific points by local parallel processing of discrete terrain elevation data, *Comput. Graphics Image Process.* 4, 1975, 375-387.
- PIRES NETO, A.G. **Estudo morfotectônico das bacias hidrográficas dos rios Piracicaba, Capivari, Jundiaí e áreas adjacentes no Planalto Atlântico e Depressão Periférica.** IGCE-UNESP- Rio Claro,1996.
- PROJETO PIRACENA - <http://www.cena.usp.br/piracena/>
- ROUSE, J.W.; HAAS,R.H.; DEERING, D.W.; SCHELL, J.A.; HARLAN, J.C. **Monitoring the vernal advancement and retrogradation (green wave effect) of natural vegetation.** NASA/GSFC Type III Final Report, Greenbelt, MD, 371p.,1974.
- SABESP; Abastecimento de água na região metropolitana, *ecossistema*. São Paulo, 2ed, 1997. 20p.
- SCHUMM, S. A. Evolution of drainage system and slopes in badlands of Perth Amboy, **Geological Society of America Bulletin** 67(3):597-646,1956.
- SCHUMM, S.A. *The fluvial system.* New York: John Wiley & Sons, Inc. 1977.338p.
- SINGH, A. Digital change detection techniques using remotely sensed data, **International Journal of Remote Sensing**, 10:989-1003, 1989.
- STRAHLER, A.N. Hypsometric analysis of erosional topography. **Geological Society of America Bulletin**, v.63, p.1117-1142, 1952.
- STRAHLER, A.N. Quantitative geomorphology of drainage basins and channel networks. In: **Handbook of Applied Hydrology**, Chow, V.T. (ed). New York, Mc Graw Hill,. p.4.39-4.76. 1964
- VALENTE, J.M.G.P. **Geomatemática - Lições de geoestatística.** 2ed. Ed. Fundação Gorceix, Ouro Preto (MG)1989
- ZAVOIANU, I. **Morphometry of drainage basins.** Editura Academiei, Bucharest & Elsevier Science Publishers, Amsterdam, 1985. 238p.