LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

USP

IG Instituto Geológico

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

Aquíferos Sedimentares

**e**

# Modelação quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista

Doutora Malva Andrea Mancuso

Apoio da APRH Associação Portuguesa dos Recursos Hídricos e da IAH Grupo Português

**LNEC, Julho 2008**

CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares


**Coordenação Geral**
Gerôncio Rocha – DAEE

**Coordenação Temática**

**Amélia João Fernandes – IG**
(Aqüíferos Fraturados)

**Malva Andrea Mancuso – IPT**
(Aqüíferos Sedimentares)

**Equipe Técnica**

Amélia João Fernandes – IG
Antonio Gimenez Filho - IPT
Armando Teruo Takahashi – CPRM
Elizete Domingos Salvador – CPRM
Fausto Luis Stefani – IPT
Geraldo Hideo Oda – IG
Gerôncio Rocha - DAEE
José Eduardo Campos – DAEE
José Luiz Albuquerque Filho – IPT
Lauro Gracindo Pizzatto – CPRM
Malva Andrea Mancuso – IPT
Marcelo Denser Monteiro, estag. -IPT
Marcos Dutra da Silva – CPRM
Mônica Mazzini Perrotta – CPRM
Nivaldo Paulon – IPT
Sérgio Gouveia de Azevedo - IPT

**Colaboração Especial**
**Capítulo 4**
Ricardo Hirata – IGc/USP
Alexandra Vieira Suhogusoff – IGc/USP



**LNEC, Julho 2008**

DAEE CPRM USP IG Instituto Geológico IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

O Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (1:1.000.000) é uma síntese de informações hidrogeológicas com a finalidade de oferecer um panorama da localização, distribuição e potencialidades dos aquíferos no território.

## O mapa é constituído por quatro bases temáticas

- **Base topográfica**: compreendendo relevo, hidrografia, cidades e rodovias;
- **Base Aquíferos**: Os limites dos aquíferos correspondem às unidades geológicas maiores. Os aquíferos foram classificados em duas categorias: ***aquíferos granulares ou sedimentares***, onde a água circula entre os poros da rocha; e os ***aquíferos fracturados***;
- **Base poços**. A base de dados de poços utilizados no estudo compreende poços seleccionados e poços representativos, todos pertencentes ao cadastro de poços do DAEE. A base de poços seleccionados abrange ***3.730 poços*** com informação hidrogeológica confiável, e **193** poços com as informações mais completas e com testes de bombeamento;
- **Base potenciométrica**. Abrange as equipotenciais da água subterrânea e direcções de fluxo nos aquíferos sedimentares.

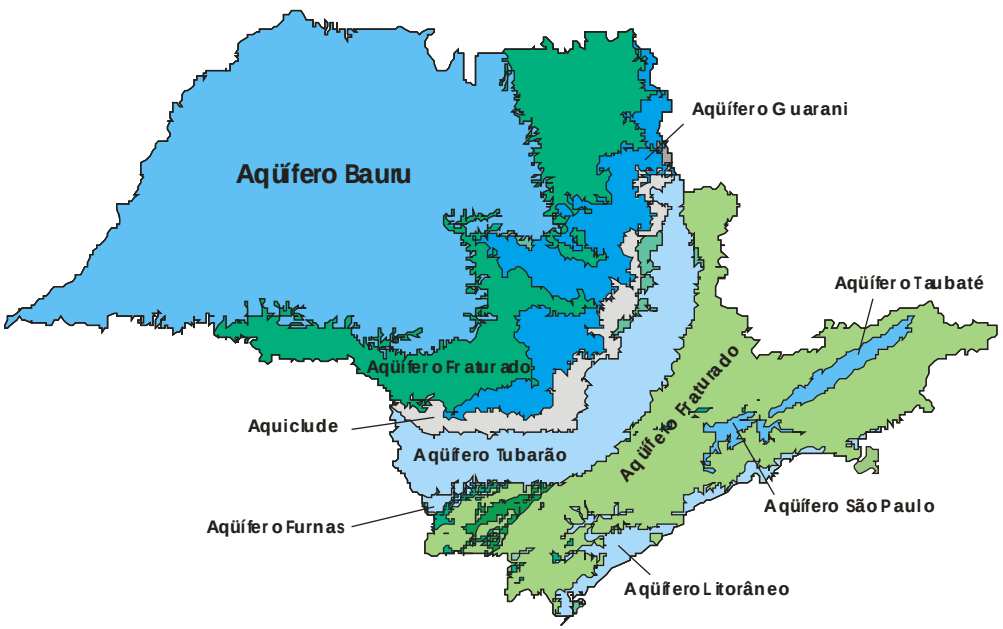
CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

A potencialidade de água subterrânea dos aquíferos no Estado de São Paulo está representada por faixas de vazão estimada para poços individuais, em $m^3/h$.

MAPA ÍNDICE DE AQÜÍFEROS




Potencialidade calculada com base na equação de THEIS (1935), para o cálculo de rebaixamento, considerando um tempo de 20  de bombeamento contínuo e rebaixamento máximo definido individualmente de acordo com as características de cada aquífero.

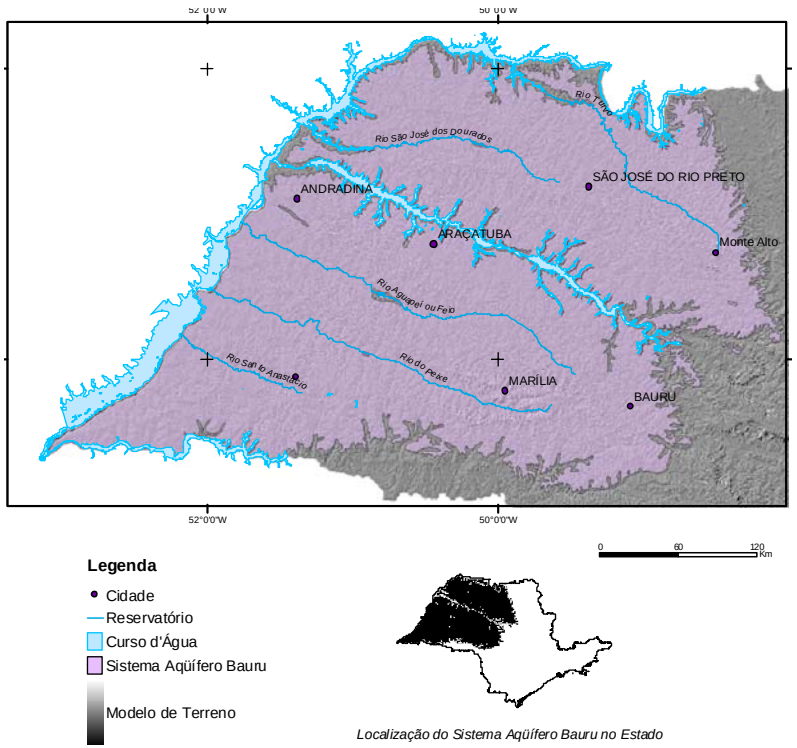
CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

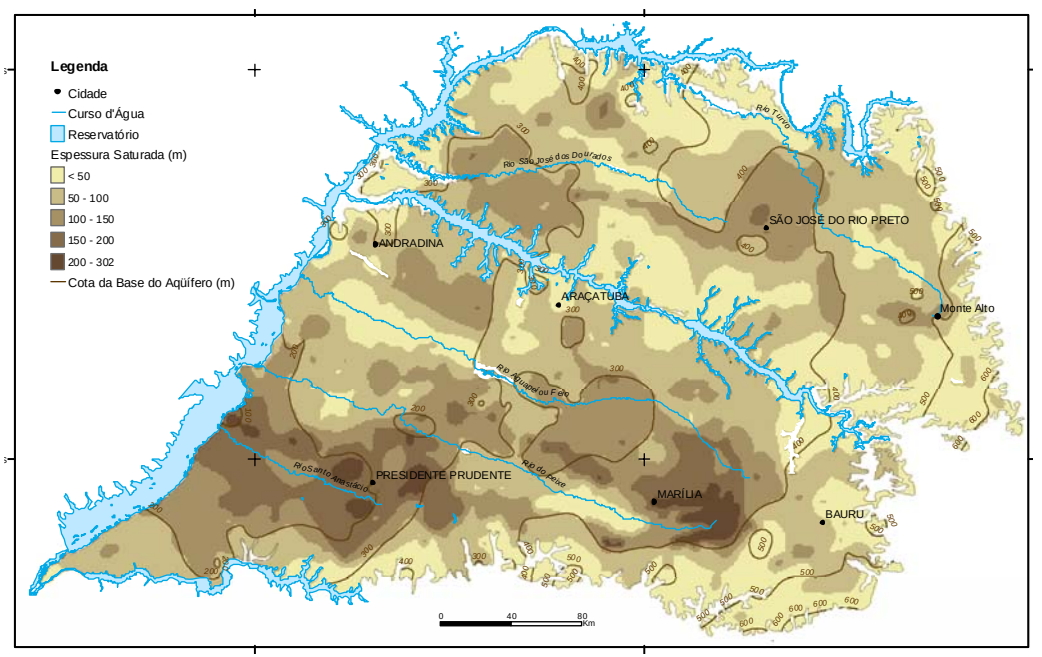
## Espessura saturada do Aquífero Bauru

Área de 96.000km$^2$






*Localização do Sistema Aqüífero Bauru no Estado*



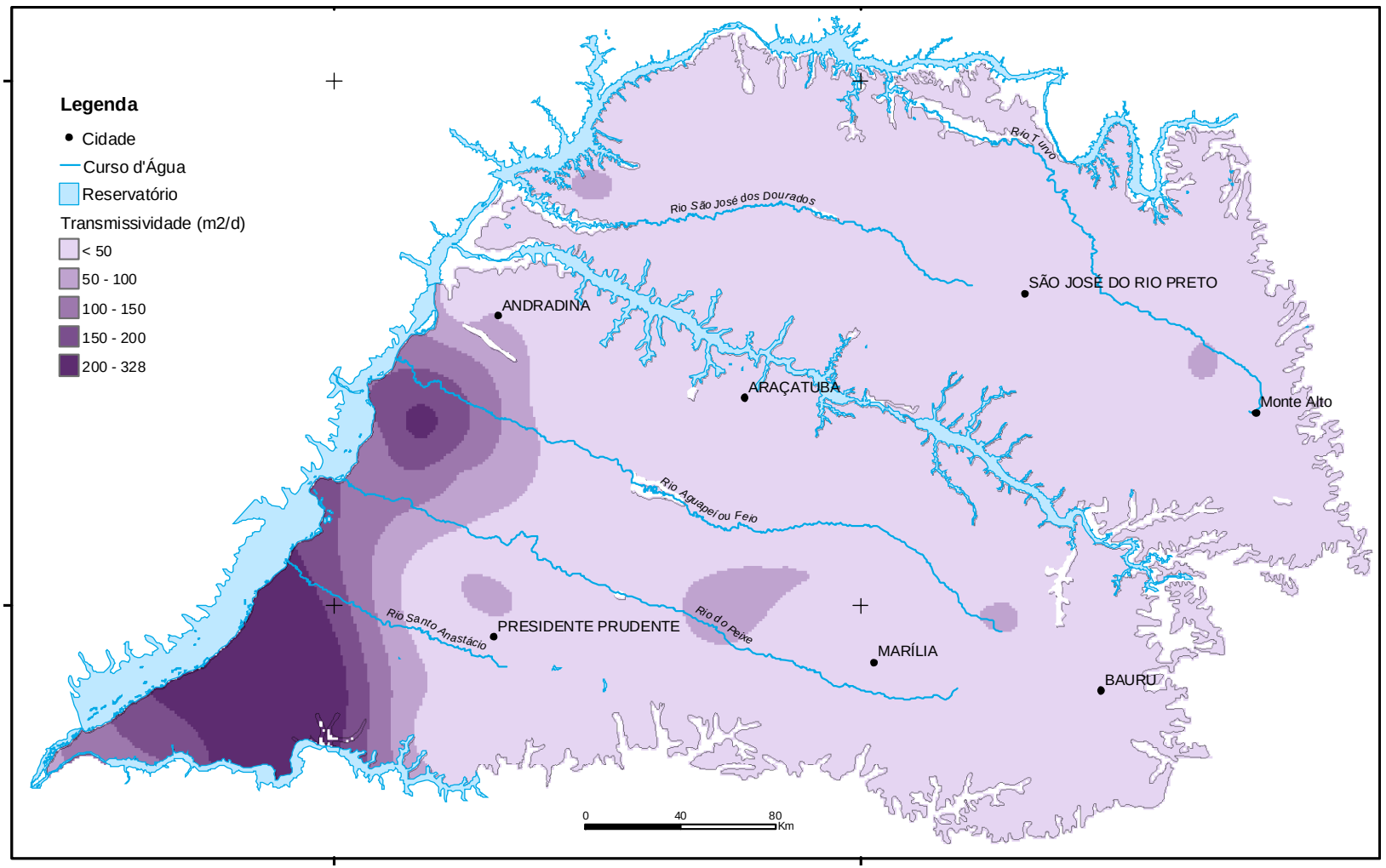

O estudo compreendeu a selecção de 1099 poços, dos quais 69 foram considerados como representativos das características do aquífero.

CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

## Transmissividade do Aquífero Bauru




Mancuso, M.A. & Campos, J.E

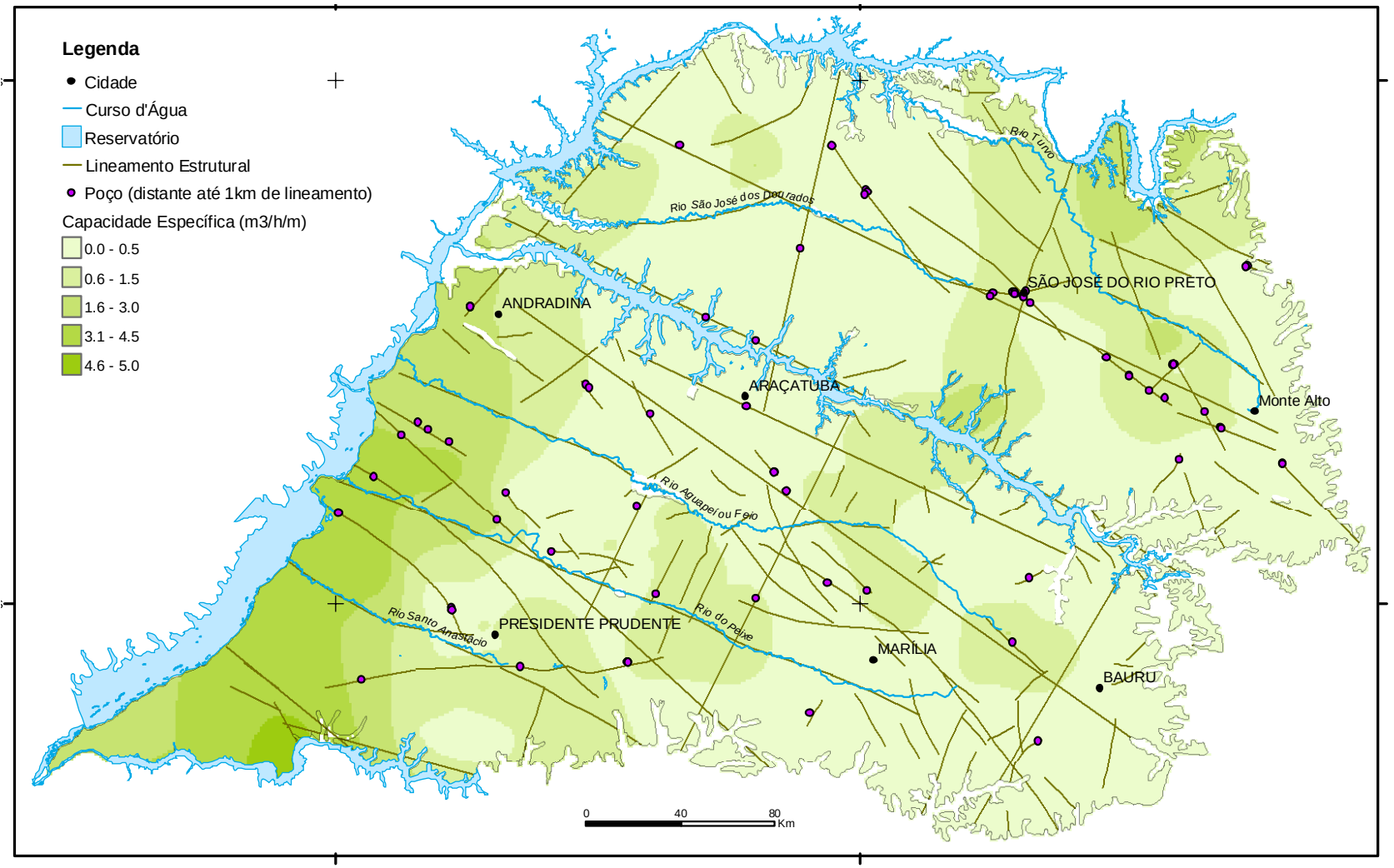
**LNEC, Julho 2008**

CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

## Capacidade específica do Aquífero Bauru




Mancuso, M.A. & Campos, J.E

**LNEC, Julho 2008**

DAEE CPRM USP IG Instituto Geológico IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

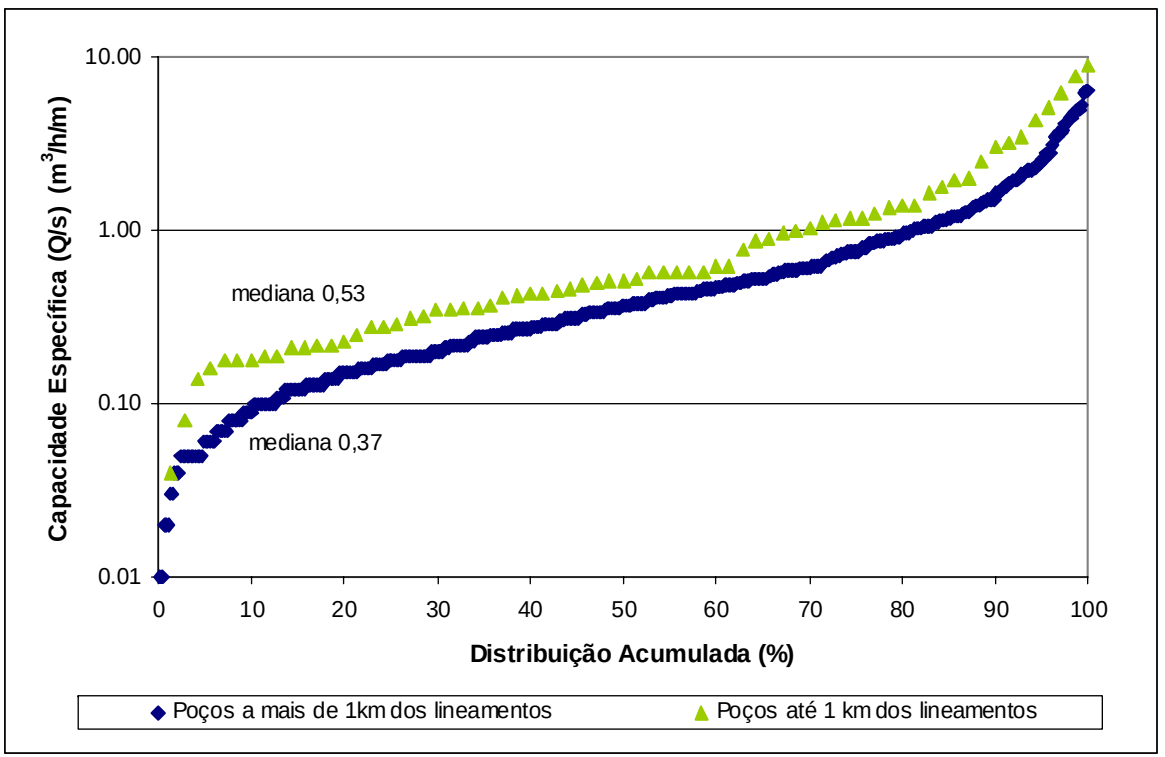
# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

## Potencialidade das águas subterrâneas do Aquífero Bauru

Elaboradas considerando os poços localizados a uma distância inferior a 1.000 m dos lineamentos estruturais (70 poços) e aqueles que distavam mais de 1.000 m dos lineamentos (452 poços). A **Figura** mostra a que a curva dos poços mais próximos a lineamentos, com mediana de 0,53 m3/h/m, situando-se acima daquela referente aos poços localizados a distâncias maiores, com mediana de 0,37 m3/h/m,

Evidencia-se a influência positiva das estruturas tectônicas sobre a potencialidade de produção do aqüífero




**Curvas de distribuição acumulada da capacidade específica de poços no Aquífero Bauru**

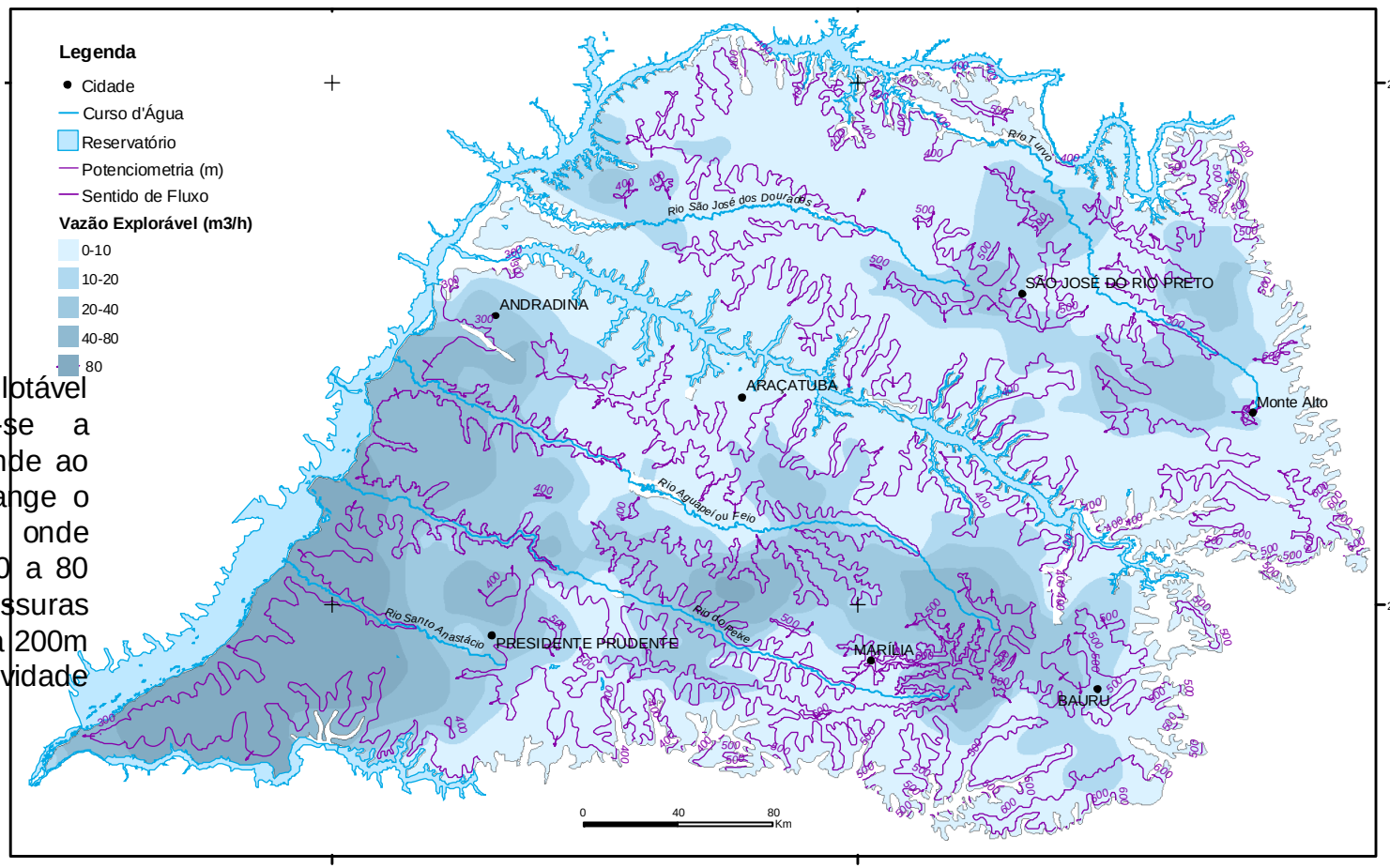
CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

## Potencialidade das águas subterrâneas do Aquífero Bauru (produção em $m^3/h$)

As zonas de potencial explotável mais elevado encontram-se a oeste, na faixa que se estende ao longo do rio Paraná, e abrange o Pontal do Parnapanema, onde predominam intervalos de 40 a 80 $m^3/h$, que apresentam espessuras saturadas da ordem de 100 a 200m e coeficiente de transmissividade de até 300 $m^2/d$.




Mancuso, M.A. & Campos, J.E

**LNEC, Julho 2008**

CPRM

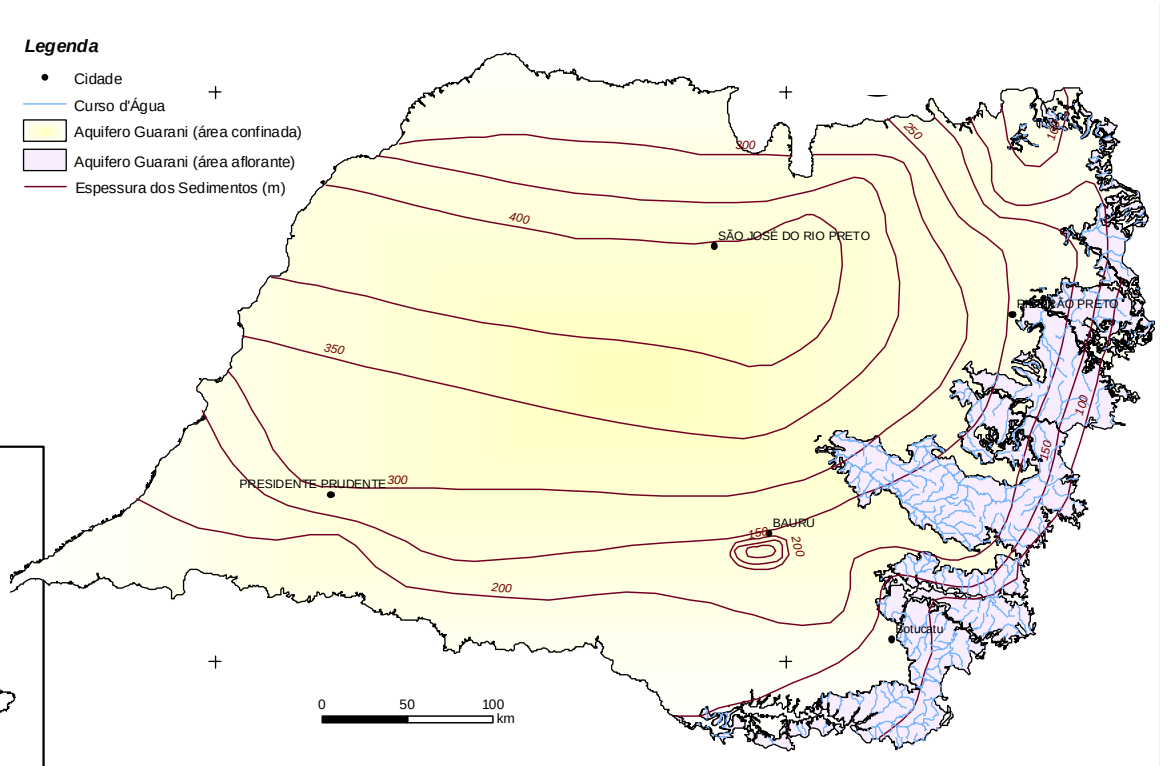
# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

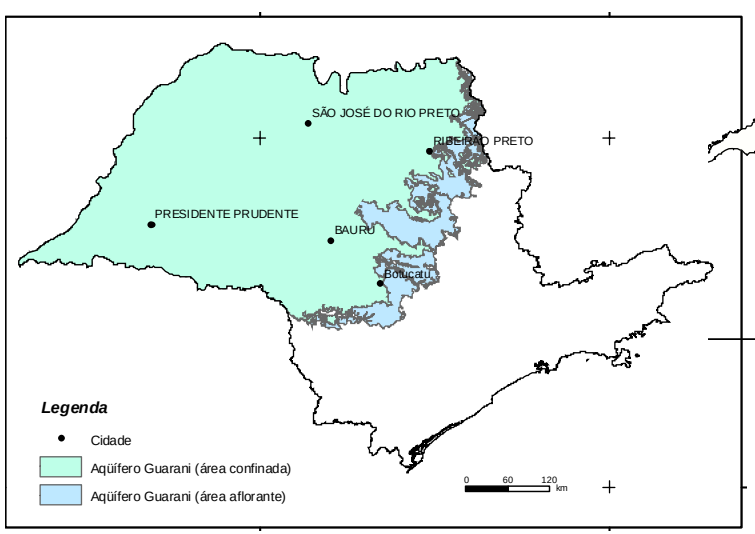
## Aquíferos Sedimentares

## Espessura dos sedimentos do Aquífero Guarani

76% do Estado de SP

- Confinado: área de 174.000km$^2$
- Livre: área de 16.000km$^2$



DAEE

CPRM

USP

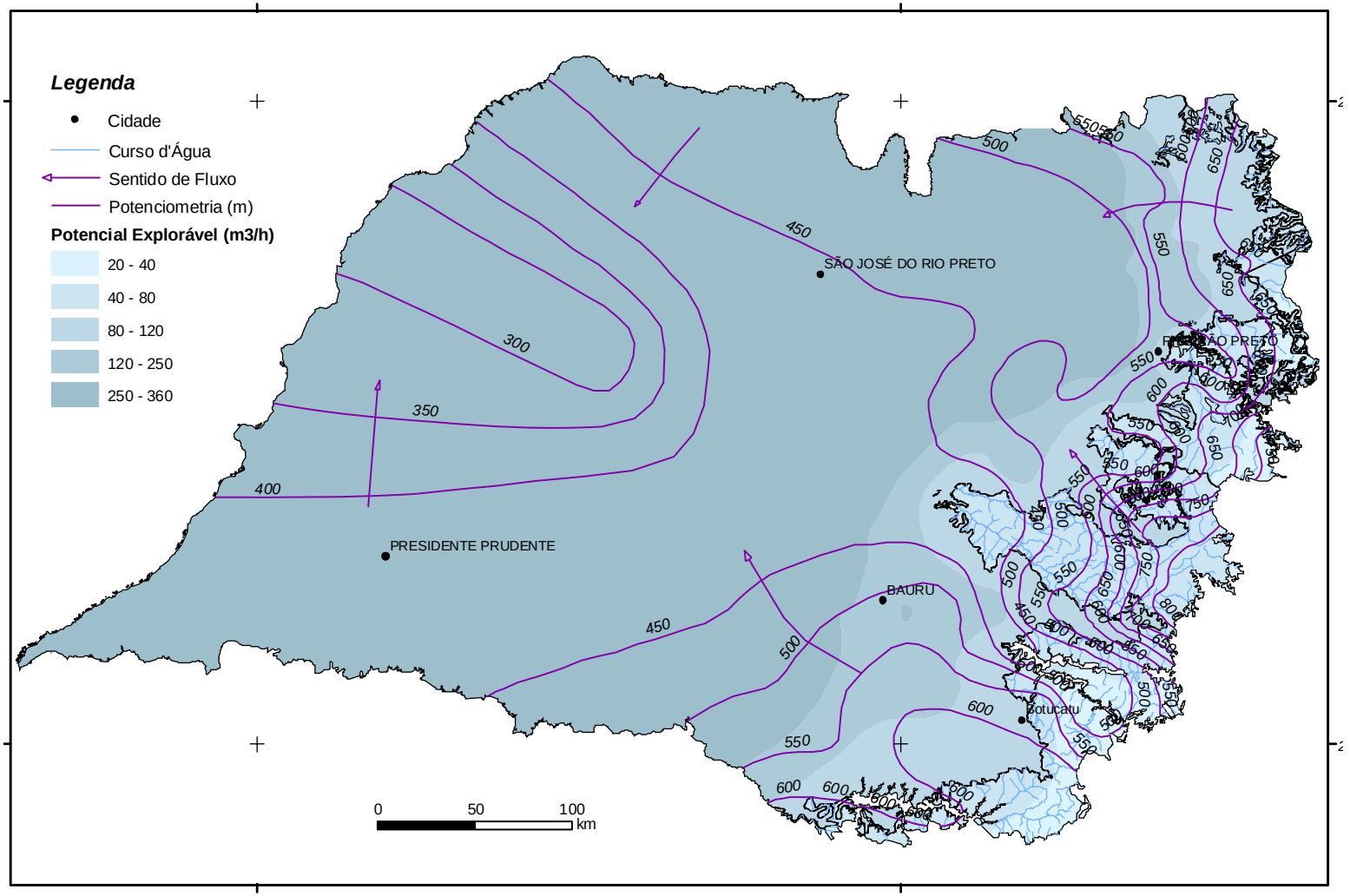
IG Instituto Geológico

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

## Potencialidade das águas subterrâneas do Aquífero Guarani (produção em $m^3/h$)




Takahashi, A.

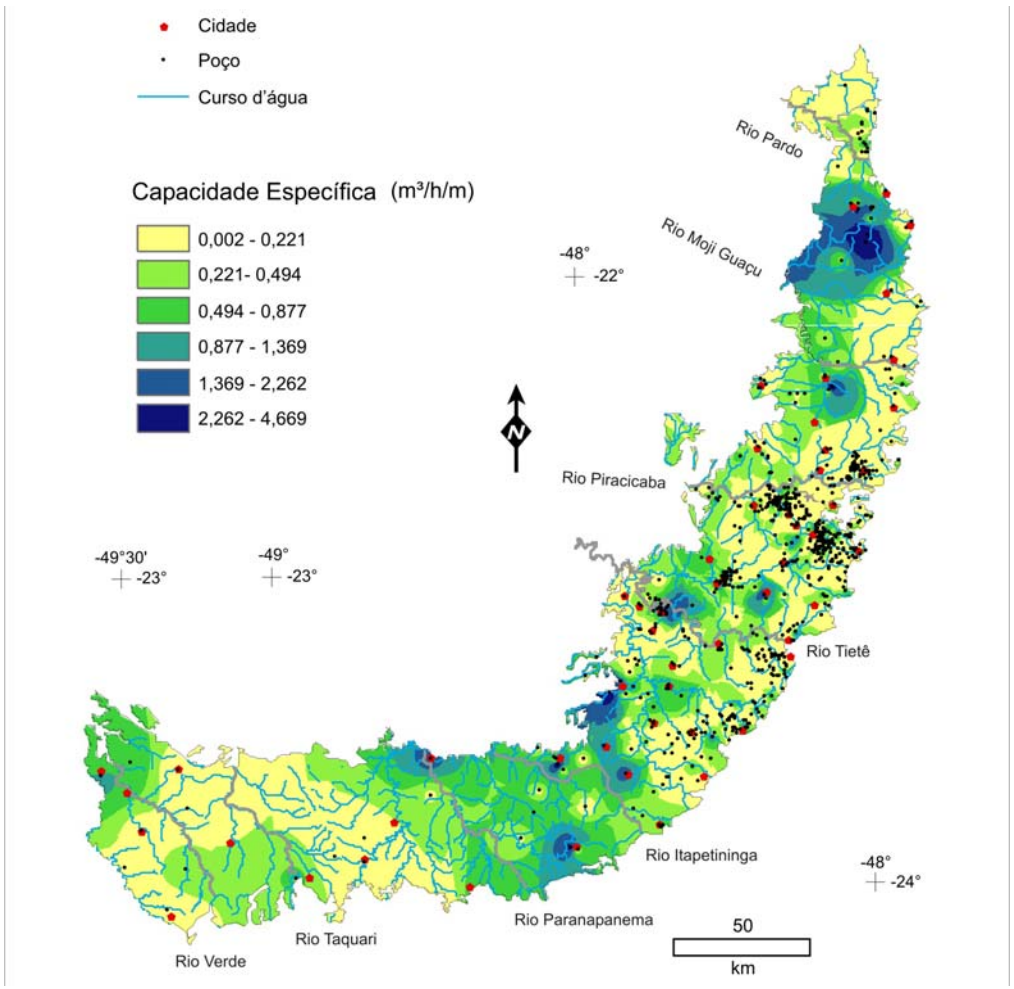
LNEC, Julho 2008

CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

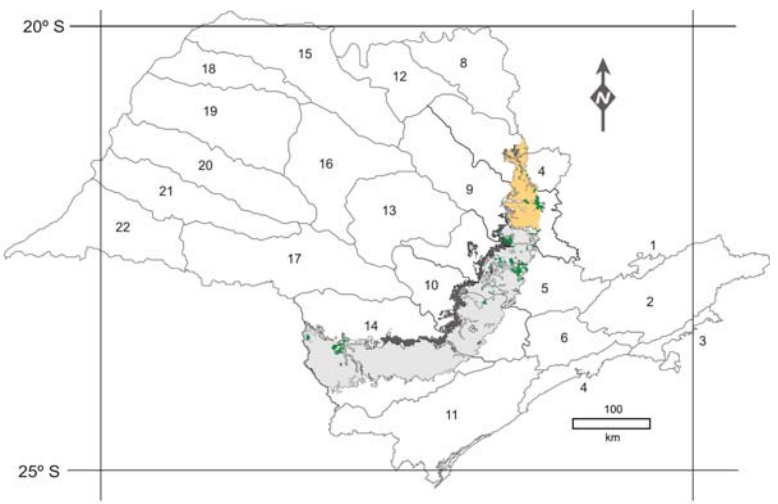
Aquíferos Sedimentares

Capacidade específica das águas subterrâneas do Aquífero Tubarão




## Potencialidade das águas subterrâneas

O aqüífero apresenta faixas de até 40 $m^3$/h, com predominância de até 10$m^3$/h




Para a avaliação da potencialidade do aqüífero foram utilizados 925 poços provenientes do SIDAS, do DAEE e do Banco de Dados do IG/SMA

DAEE

CPRM

USP

IG Instituto Geológico

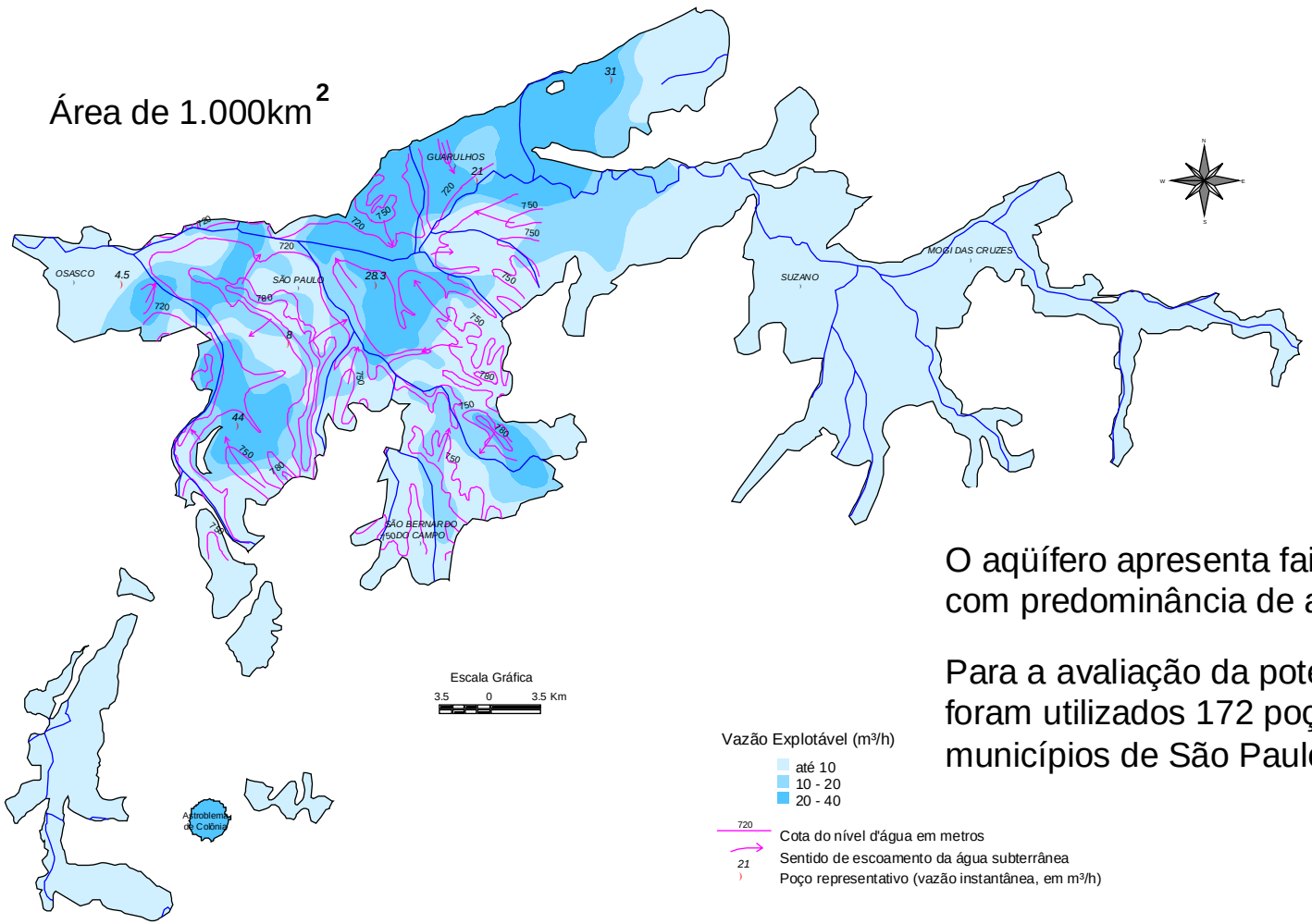
IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

## Potencialidade das águas subterrâneas do Aquífero São Paulo

Área de 1.000km$^2$



O aqüífero apresenta faixas de 10 a 40 m$^3$/h, com predominância de até 10m$^3$/h

Para a avaliação da potencialidade do aqüífero foram utilizados 172 poços provenientes dos municípios de São Paulo e de Guarulhos

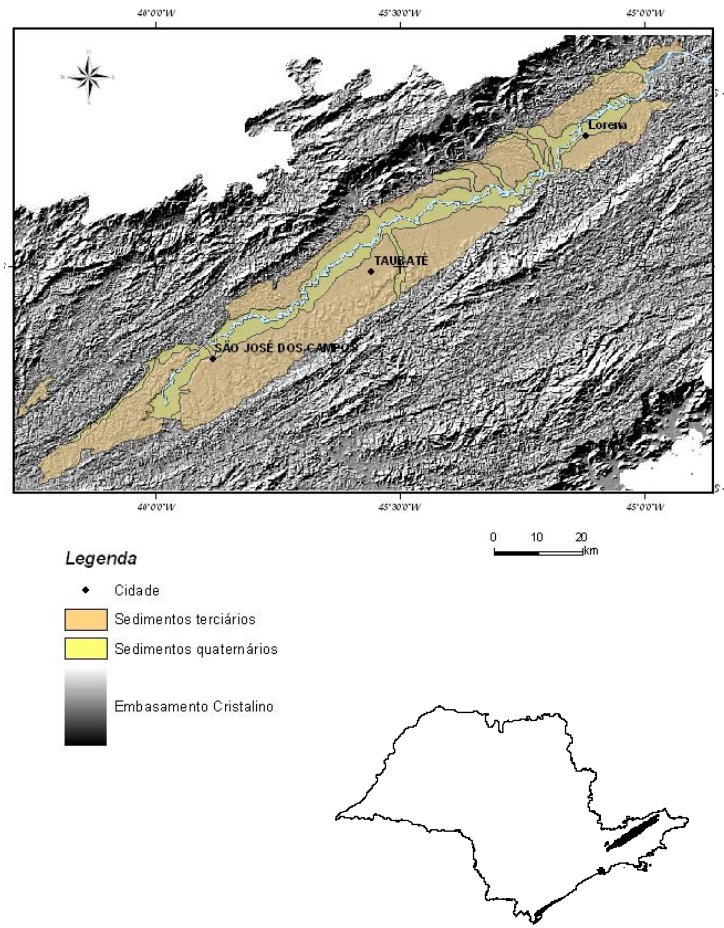
Campos, J.E. & Albuquerque Filho, J.L.

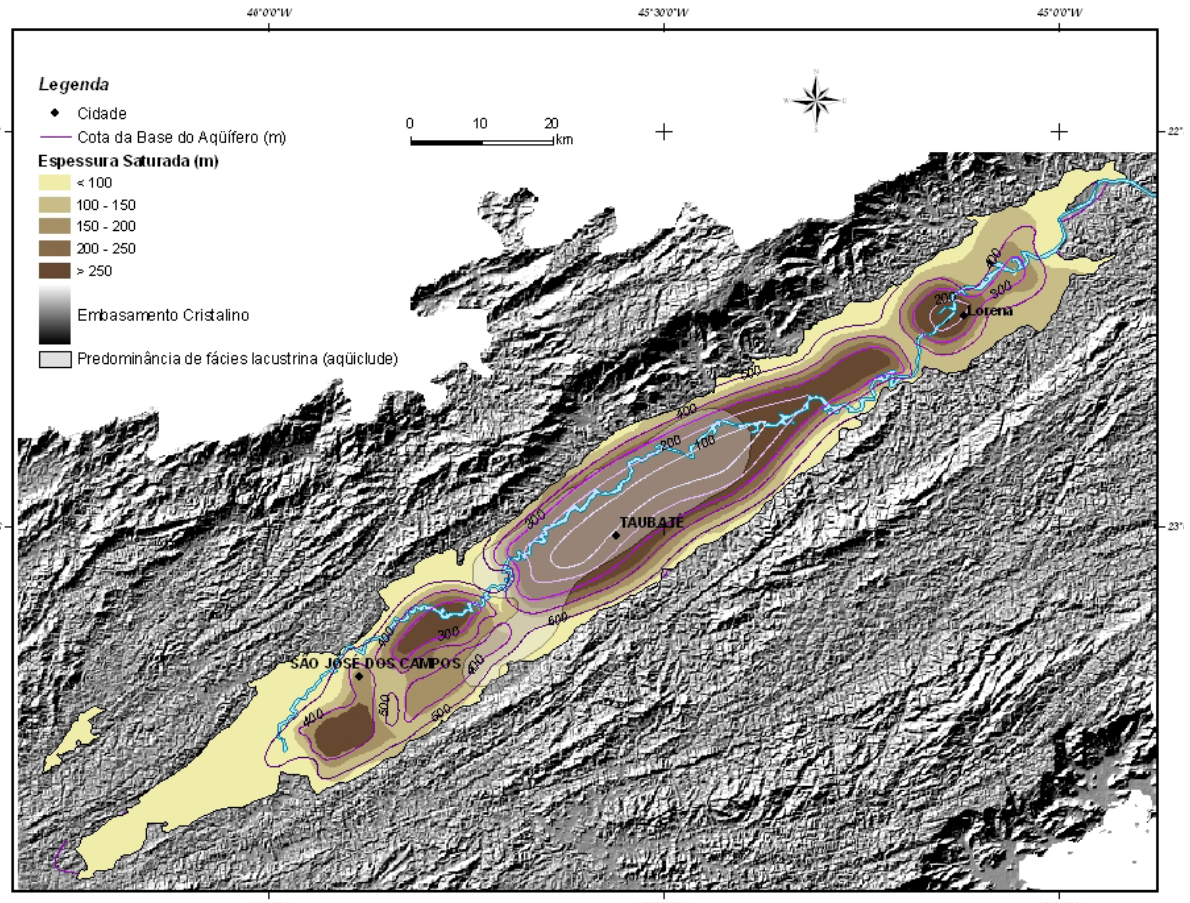
CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

## Aquíferos Sedimentares

## Espessura saturada do Aquífero Taubaté




Mancuso, M.A. & Monteiro, M.D.

DAEE CPRM USP IG Instituto Geológico IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

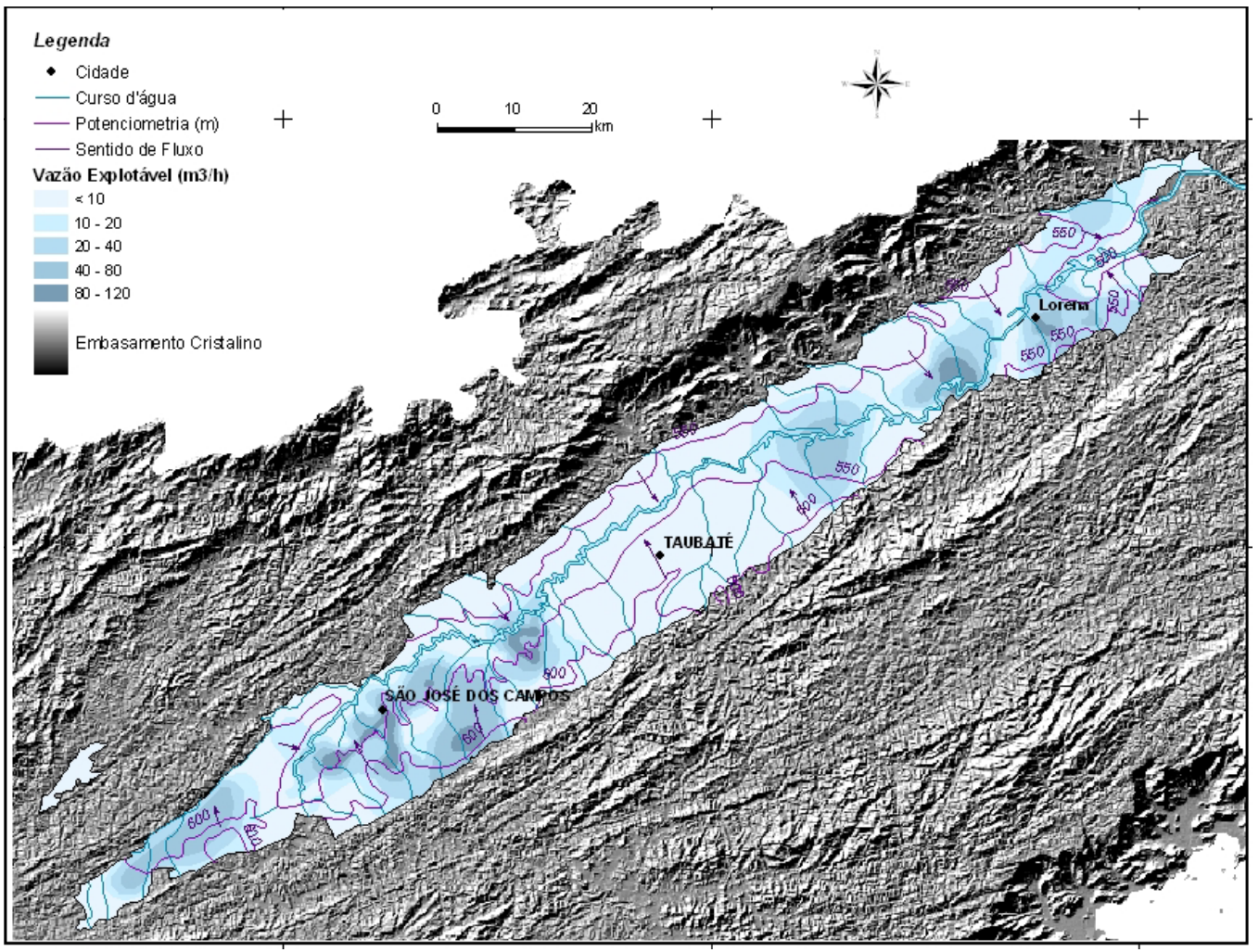
## Aquíferos Sedimentares

## Potencialidade das águas subterrâneas do Aquífero Taubaté (produção em $m^3/h$)

A partir da interpretação de ensaios de bombeamento, realizados em 28 poços, foi possível observar que a condutividade hidráulica (K)

A capacidade específica (*Q/s*) de poços no Sistema Aquífero Taubaté foi obtida a partir da selecção de 240 poços

São José dos Campos, trecho de Jacareí - São José dos Campos, Caçapava, Lorena e Guaratinguetá são consideradas as mais promissoras para exploração de água subterrânea, com vazões da ordem de 80 a 120 m3/h

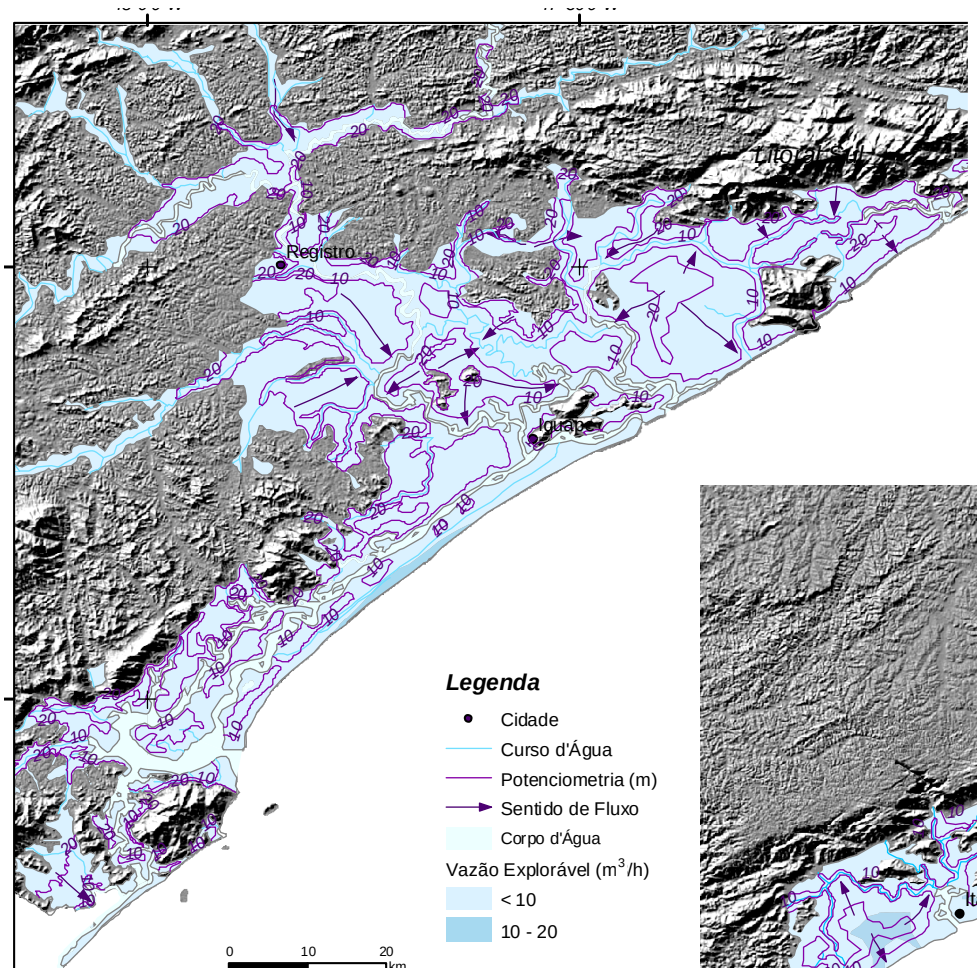


CPRM

# *Mapa de Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo (2005)*

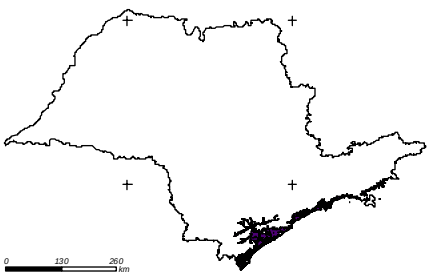
## Aquíferos Sedimentares

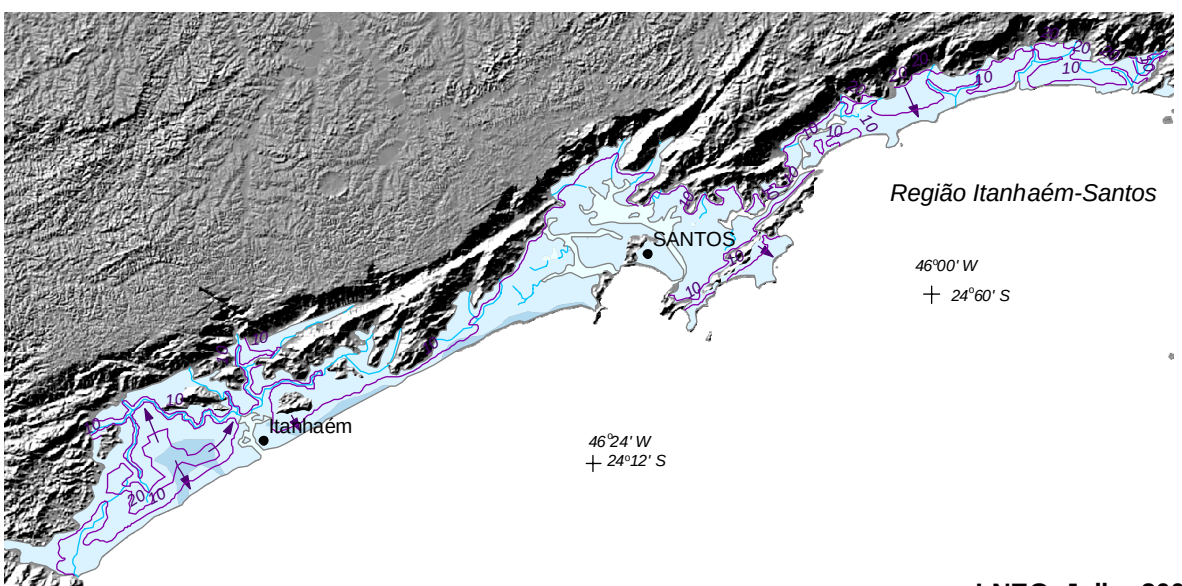
## Potencialidade das águas subterrâneas do Aquífero Litorâneo (produção em $m^3/h$)




O aqüífero apresenta faixas de 10 a 20 $m^3/h$

Para a avaliação da potencialidade do aqüífero foram utilizados 64 poços provenientes da base de dados do DAEE






Takahashi, A.

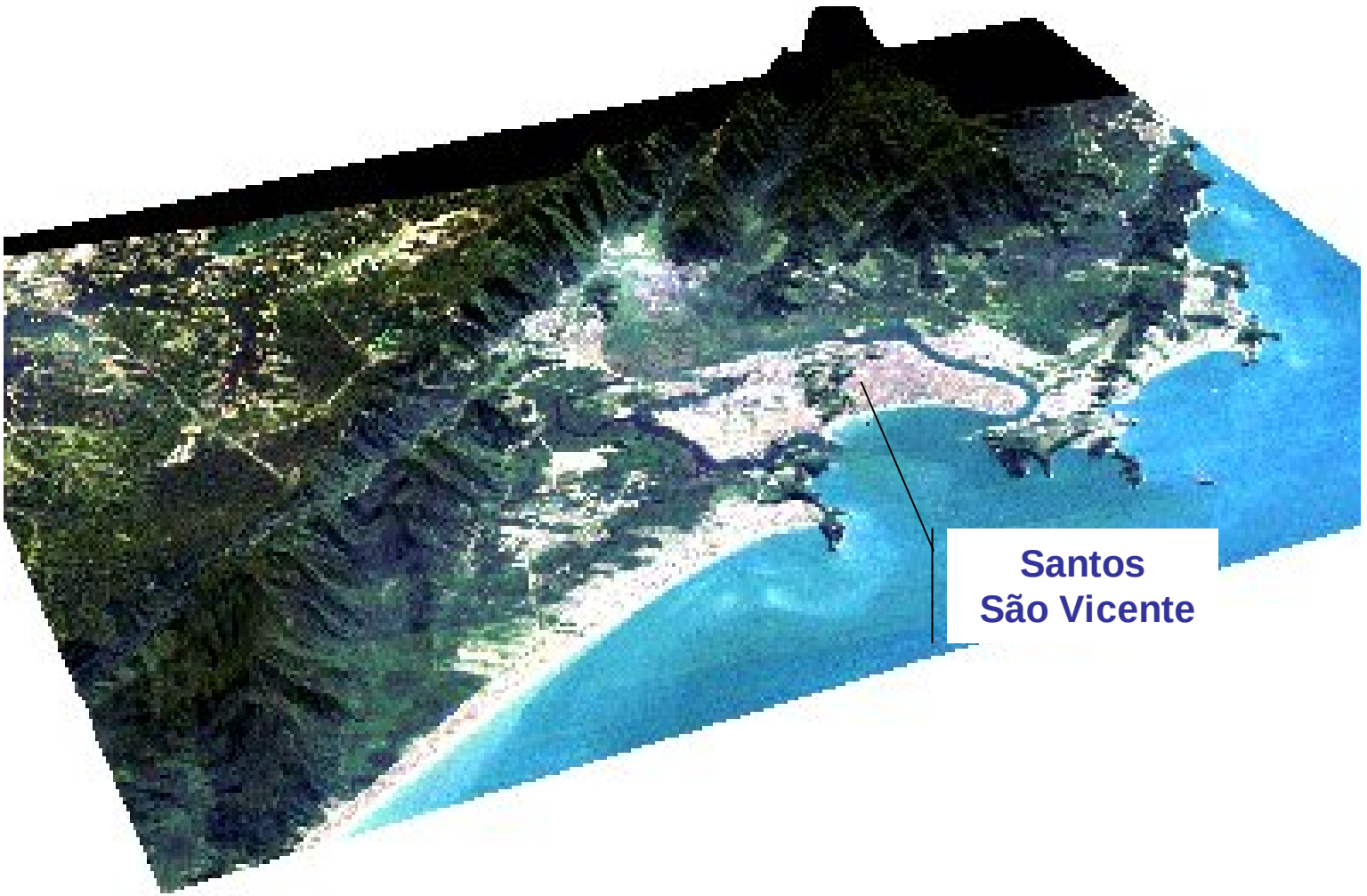
LNEC, Julho 2008

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ecomanage
INTEGRATED ECOLOGICAL COASTAL ZONE MANAGEMENT SYSTEM

# Modelação quantitativa e qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista




Mancuso, M.A. & Ferreira, J.P.L.

Leite, C.B.B. & Toporovski, C.Z. Colab. Mancuso, M.A., Ferreira, J.P.L.

**LNEC, Julho 2008**

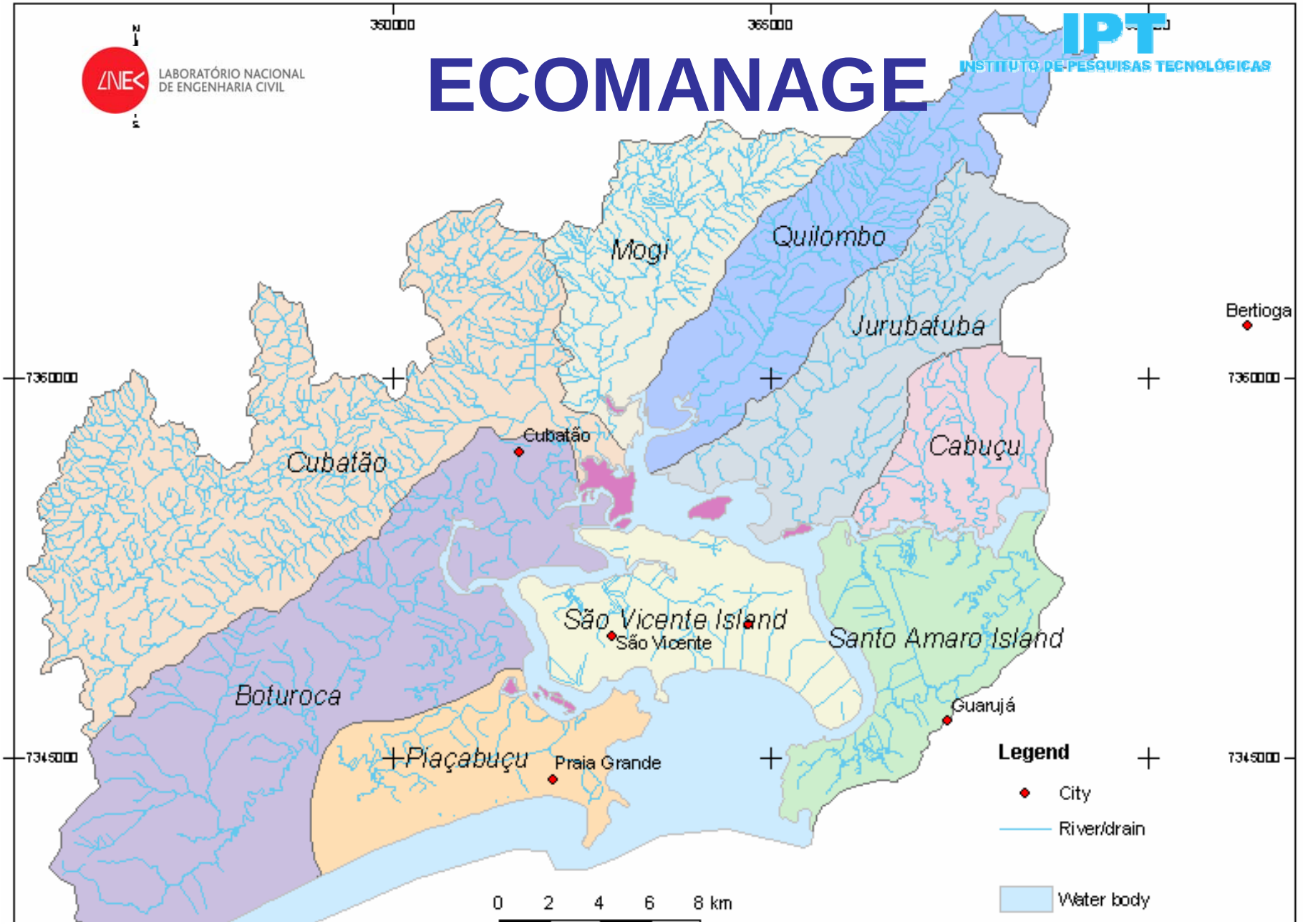
Parceria do **IPT** e o **LNEC** no Projeto **ECOMANAGE**

**Fase 1**: de desenvolvimento do modelo matemático de fluxo subterrâneo do aqüífero sedimentar

**Área de estudo**: Bacia de contribuição hídrica do Estuário de Santos

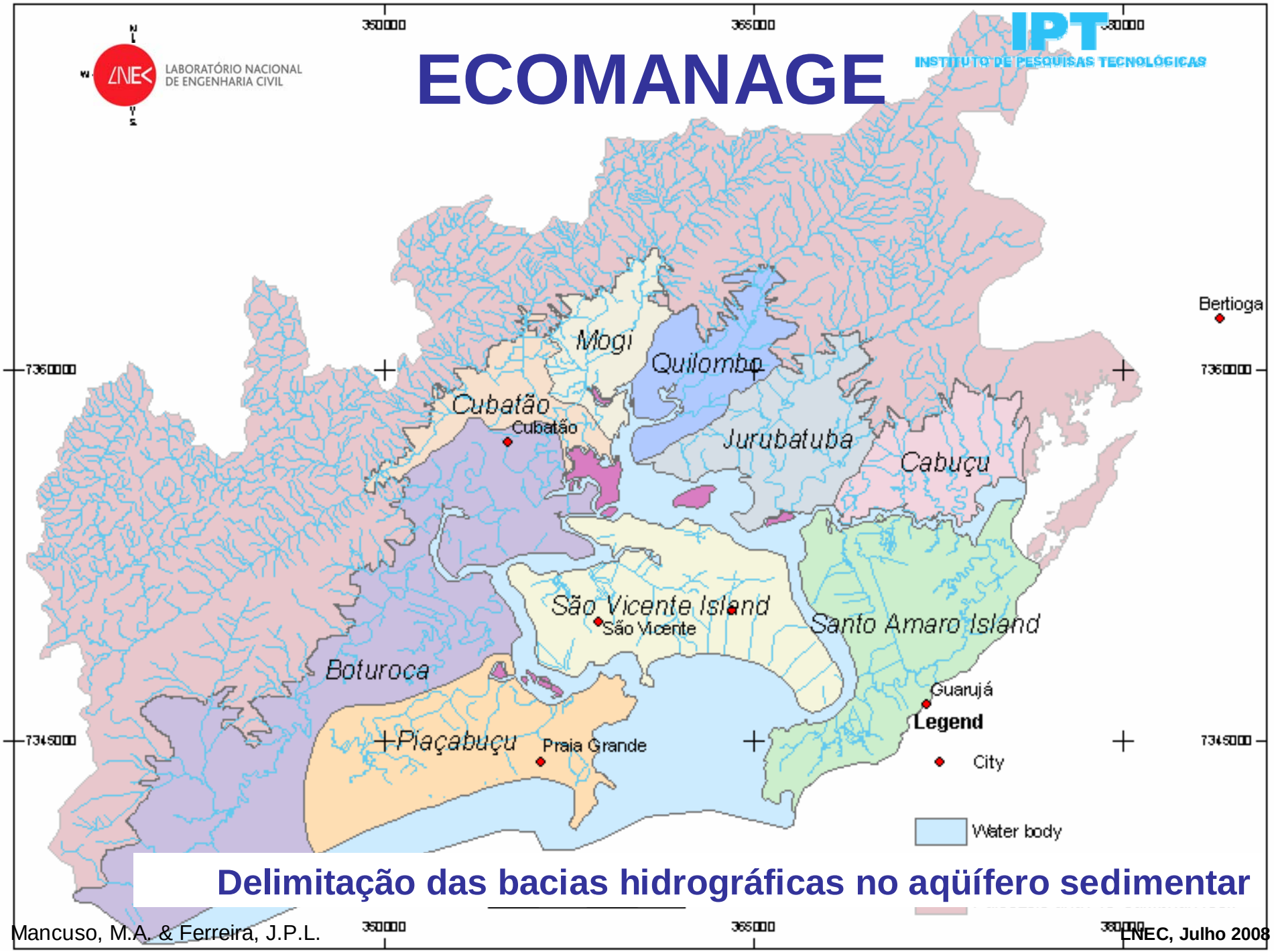
**Objetivo**: quantificar a contribuição hídrica do aqüífero sedimentar para o estuário, por bacia hidrográfica, incluindo a contribuição das ilhas

# ECOMANAGE




**Bacia de contribuição do Estuário de Santos (834.6 km2)**

# ECOMANAGE



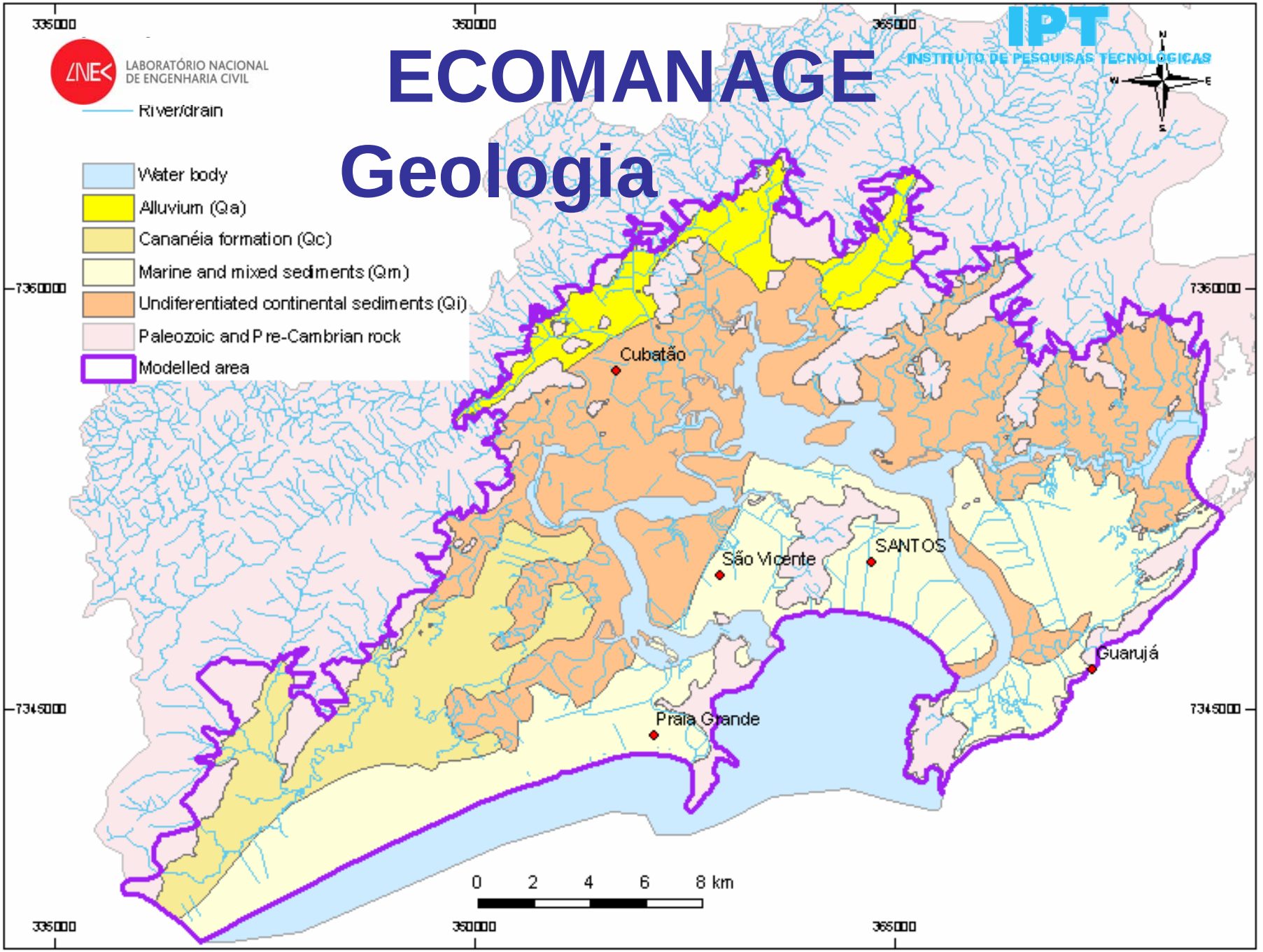

## Delimitação das bacias hidrográficas no aqüífero sedimentar

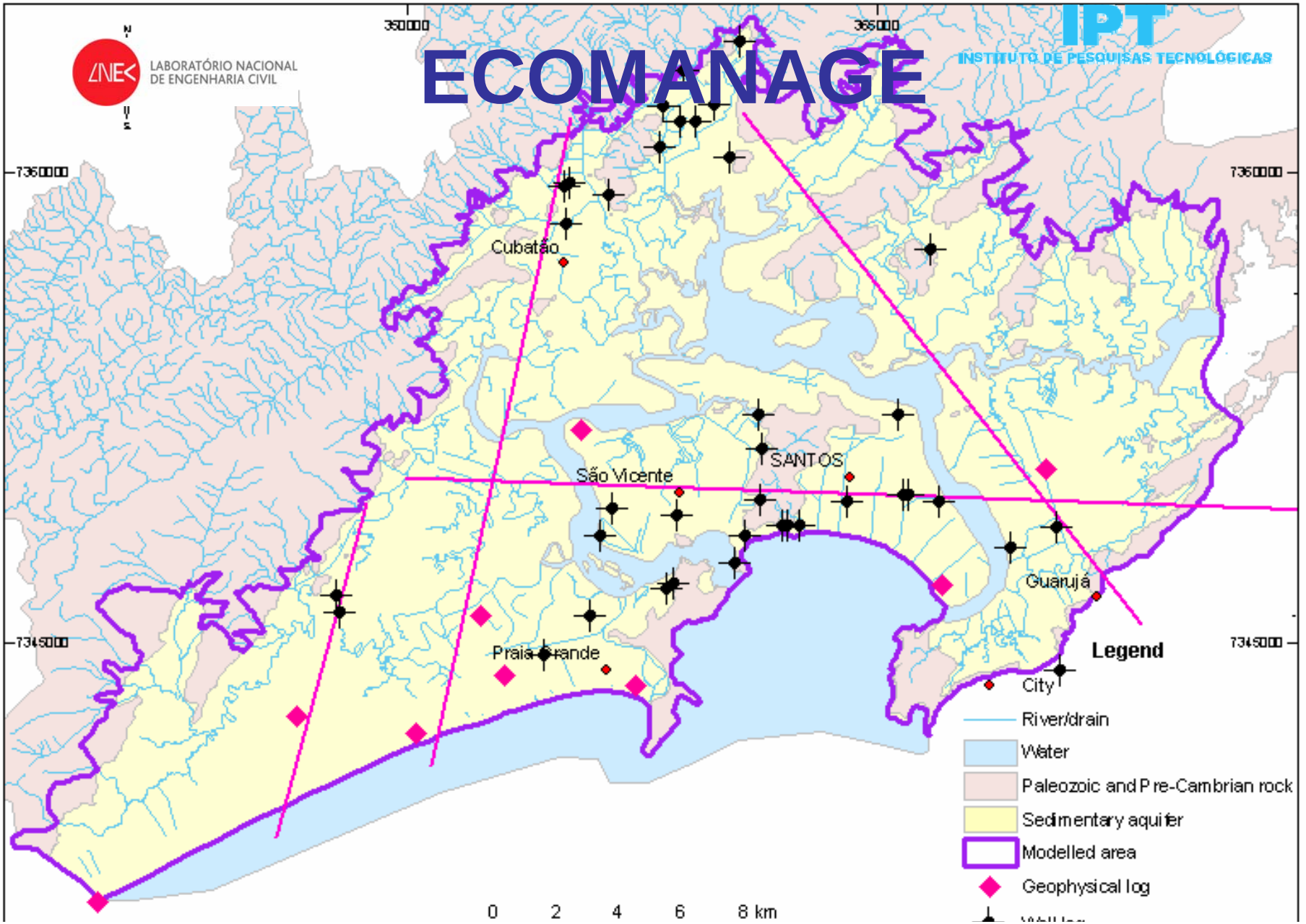
# ECOMANAGE

A caracterização da base do aqüífero sedimentar e estratificação dos sedimentos foi realizada com base em:

- Mapas geológicos: SUGUIO & MARTIN (1978), PERROTA et al. (2004), and IPT (1981);
- 4 perfis geológicos (DAEE, 1979);
- 42 sondagens (poços) e
- 10 sondagens geofísicas.

# ECOMANAGE
# Geologia

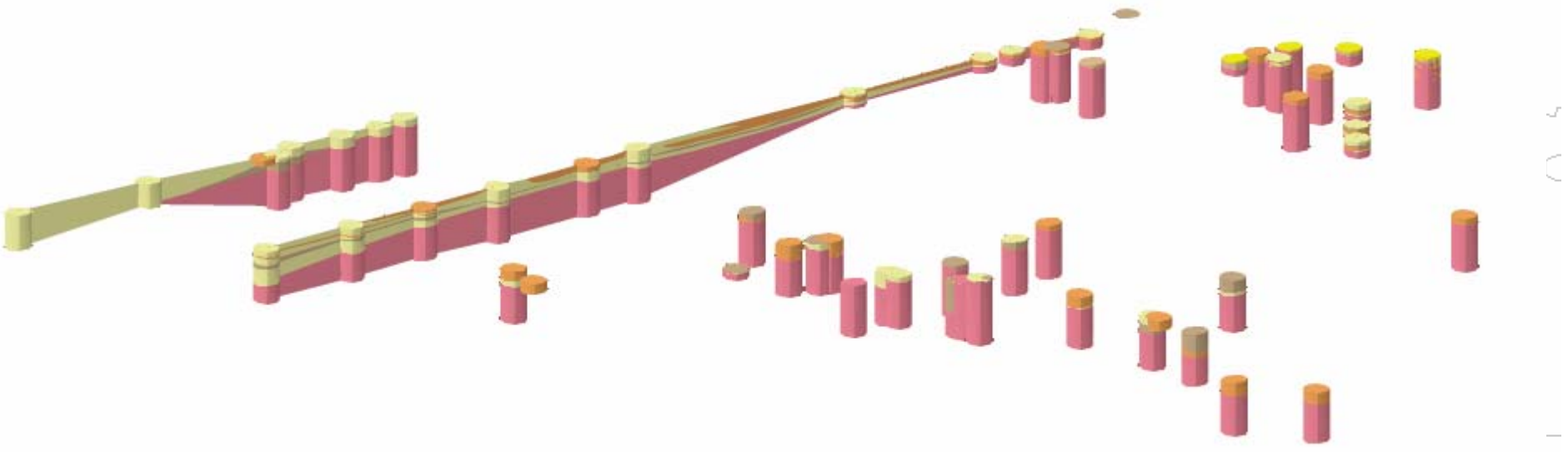





## Dados Geológicos/hidrogeológicos (Fonte DAEE, 1979)

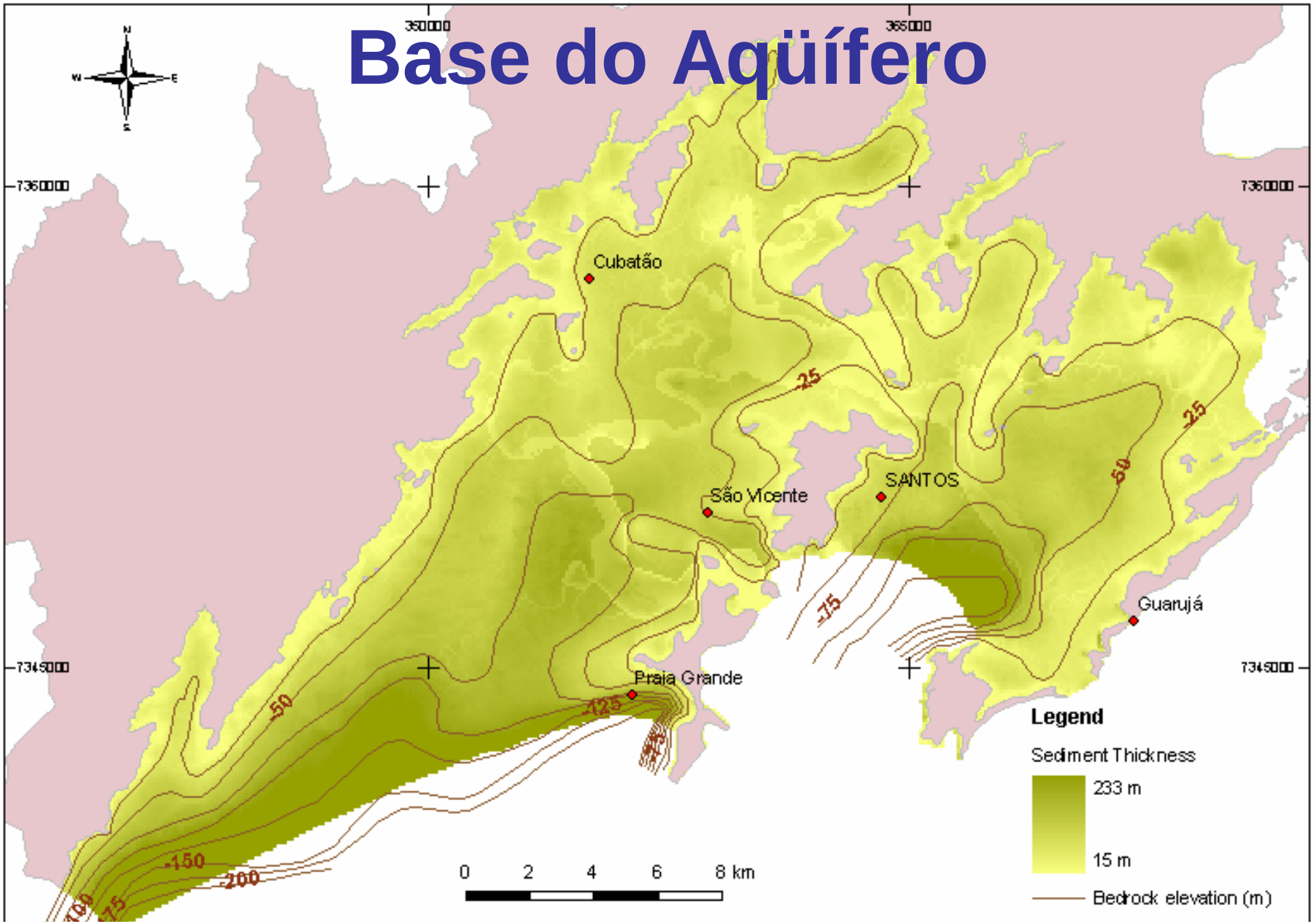
# ECOMANAGE

## Geologia



**Base de dados: sondagens e perfís (DAEE, 1979)**

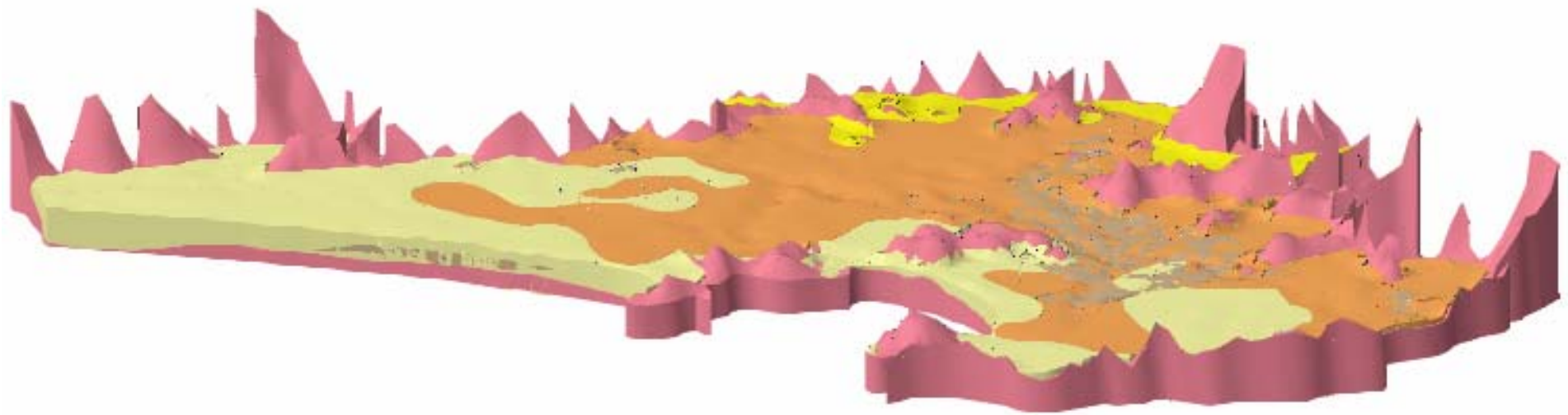
# Base do Aqüífero




**Base do aqüífero e espessura do sedimento (modificado de DAEE, 1979)**

# ECOMANAGE

## Geologia



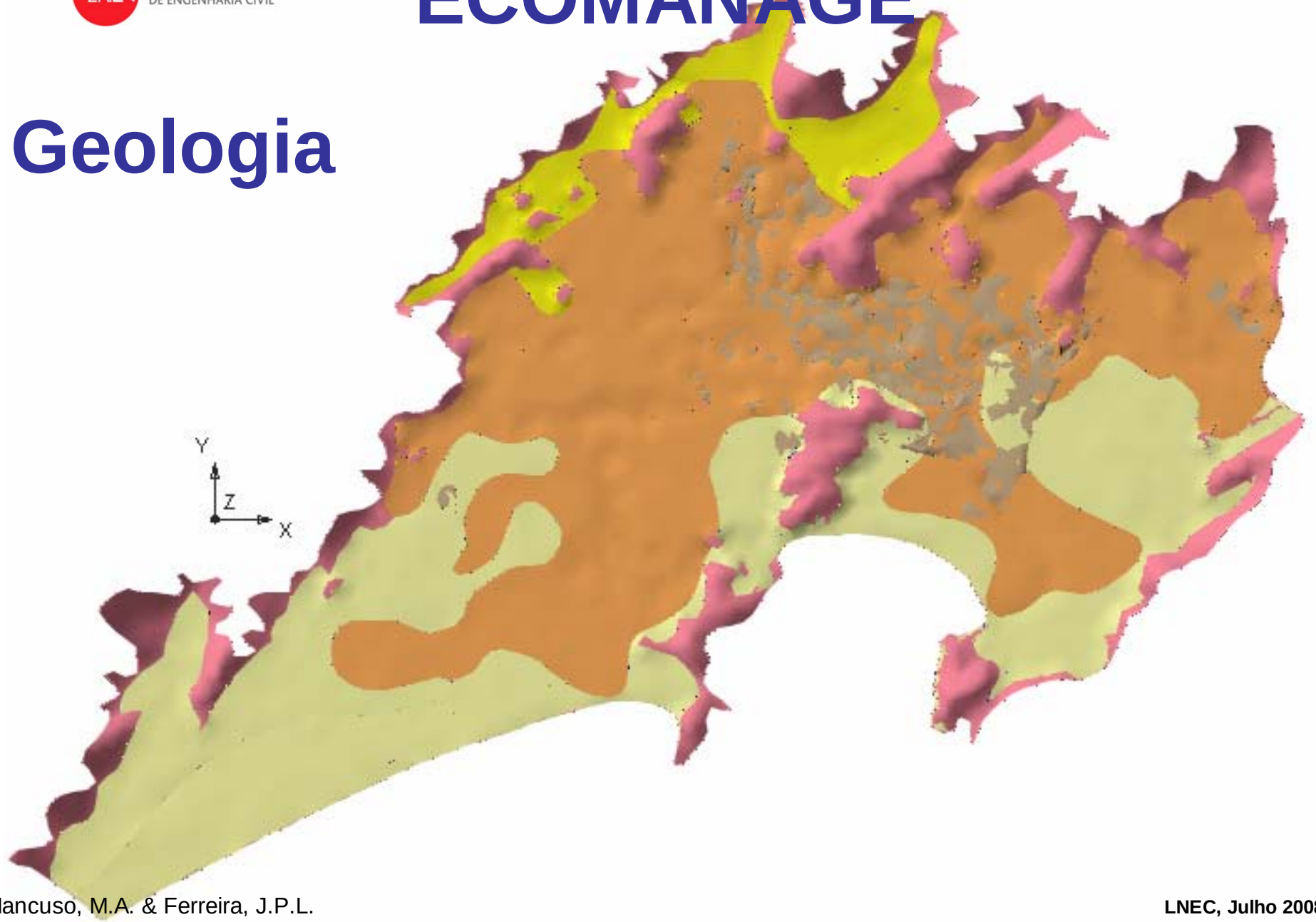
**Base do aqüífero (cristalino) - Form. Cananéia – Aluvião – material argilo siltoso – sedimentos continentais indiferenciados – sedimentos marinhos**

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

# ECOMANAGE

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

## Geologia




Mancuso, M.A. & Ferreira, J.P.L.

# Geologia/Hidrogeologia

## **Condutividade Hidráulica**:

**Aluvião** (Qa) (areias): kx and ky = 1 m/d (1.16 10-3 cm/s), kz = 0.01 m/d (1.16 10-5 cm/s);

**Formação Cananéia** (Qc) e **Sedimentos marinhos mixtos** (Qm) (areia marinha, mistura de areia-argila e silte com depósitos de mangue): kx and ky = 0.5 m/d (5.79 10-4 cm/s), kz = 0.005 m/d (5.79 10-6 cm/s);

**Sedimentos continentais indiferenciados** (Qi) (argila-arenosa e silte com depósitos de mangue): kx and ky = 0.5 m/d (5.79 10-4 cm/s), kz = 0.005 m/d (5.79 10-6 cm/s)

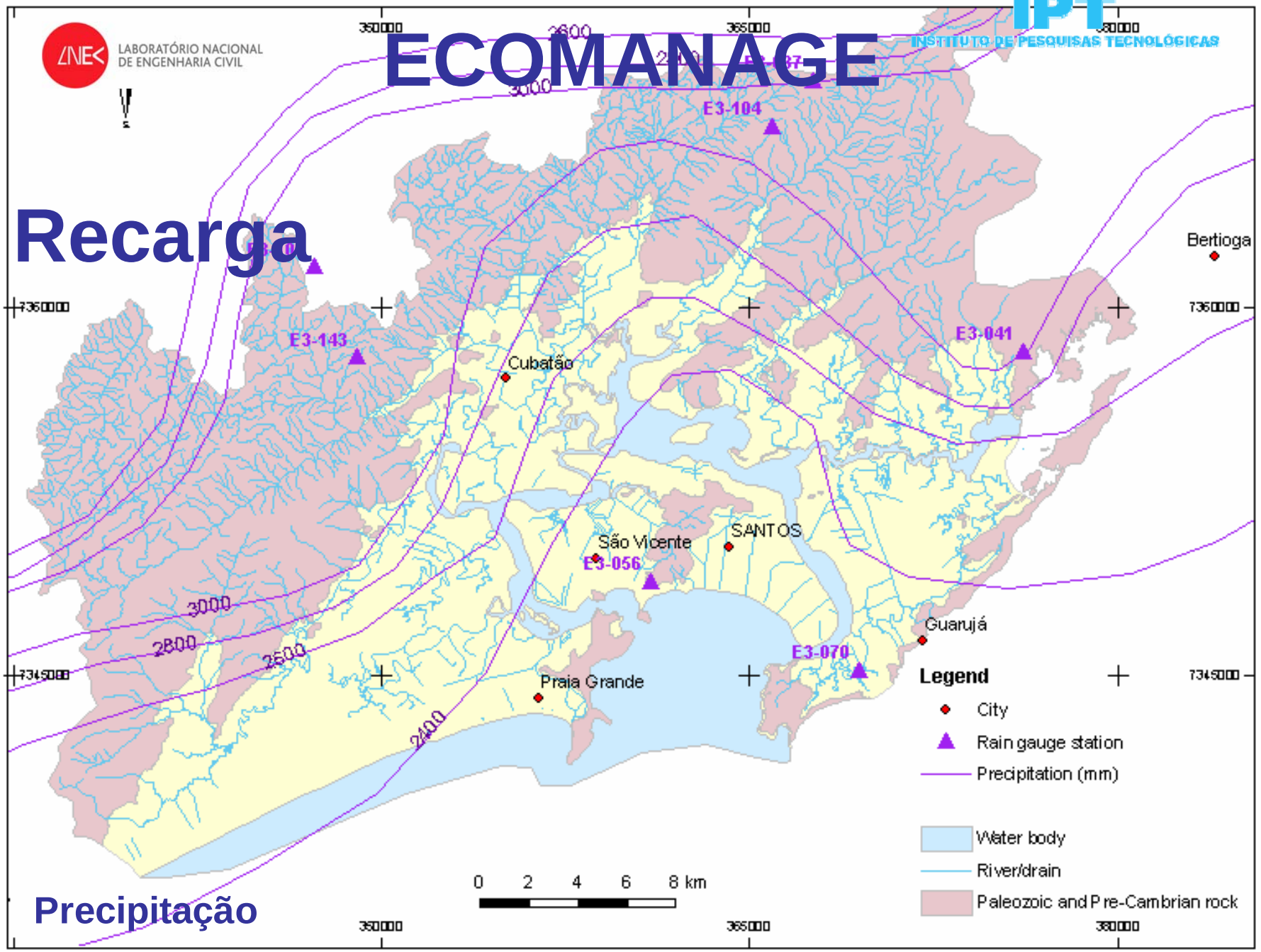
Rocha intemperizada do **Pre-Cambriano** / Paleozoico : kx and ky = 0.009 m/d (1.16 10-5 cm/s), kz = 0.0001 m/d (1.16 10-7 cm/s).

# Recarga

**Nesta proposta de modelação a recarga foi estimada em aproximadamente 28,2% da precipitação (DAEE, 1979), considerando as áreas urbanas e o mangue. A recarga no início da simulação foi de 0.0019 m/d.**

# ECOMANAGE

# Recarga



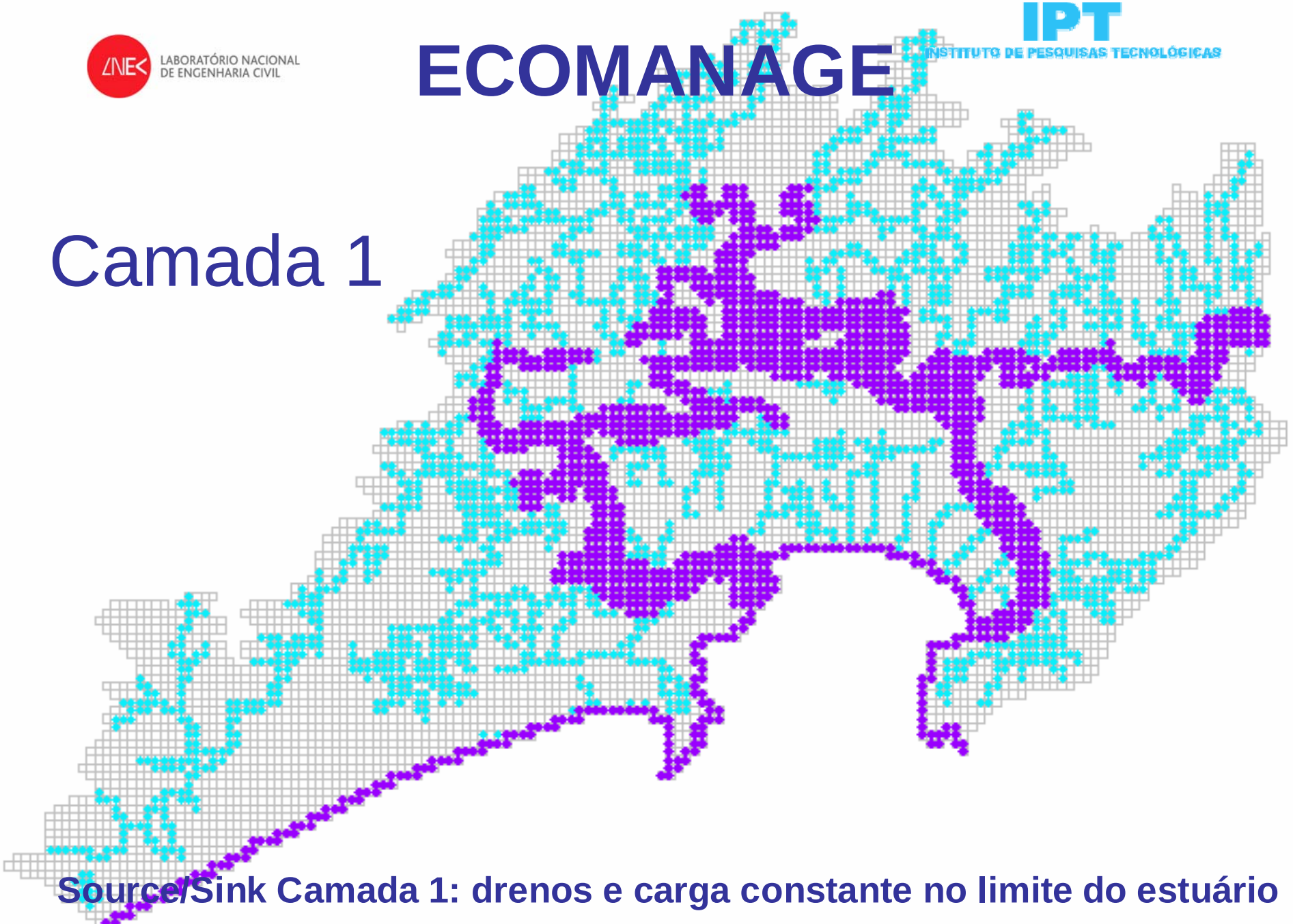

# Precipitação

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

# ECOMANAGE

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

## Camada 1



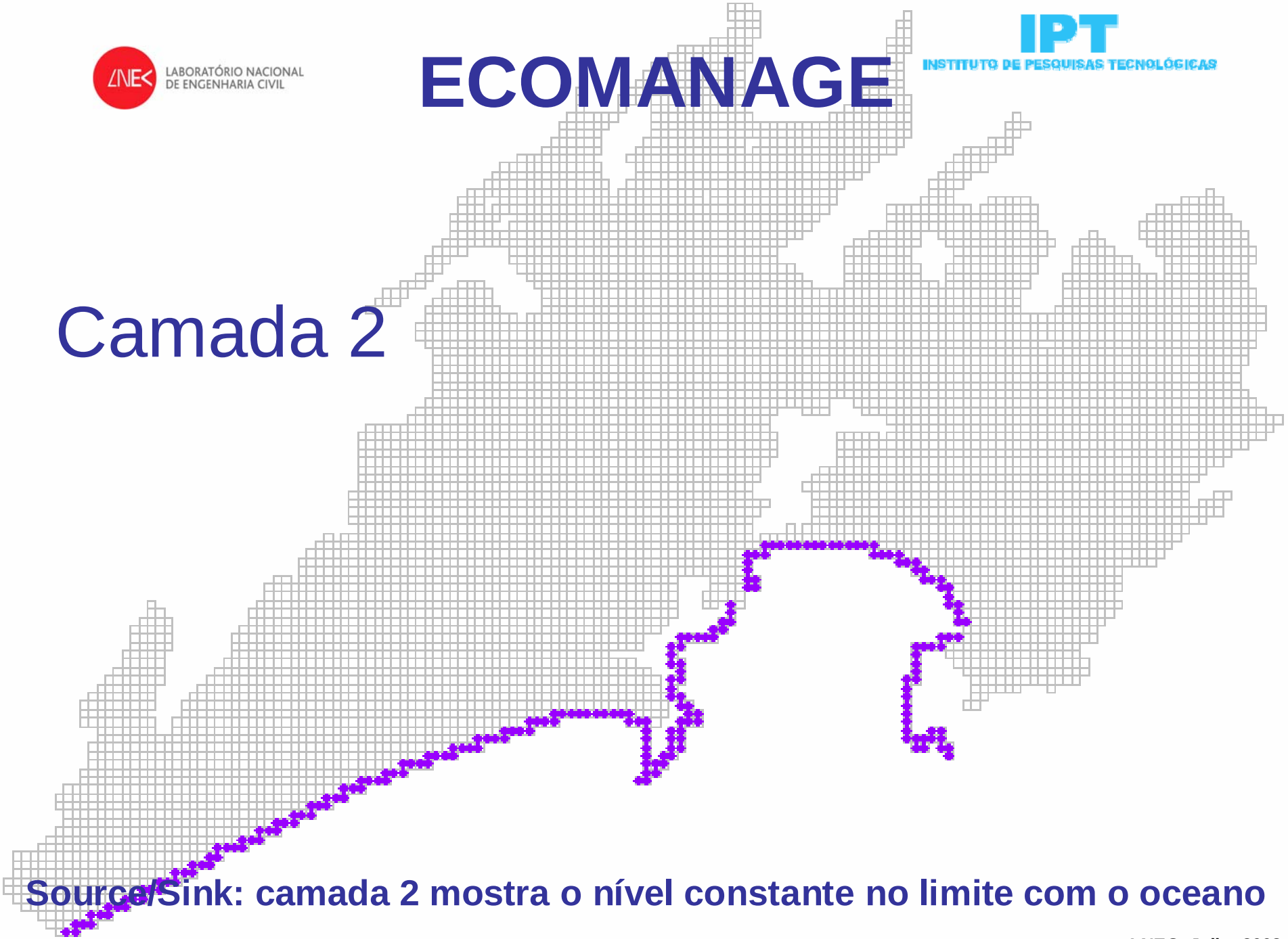
**Source/Sink Camada 1: drenos e carga constante no limite do estuário com o oceano**

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

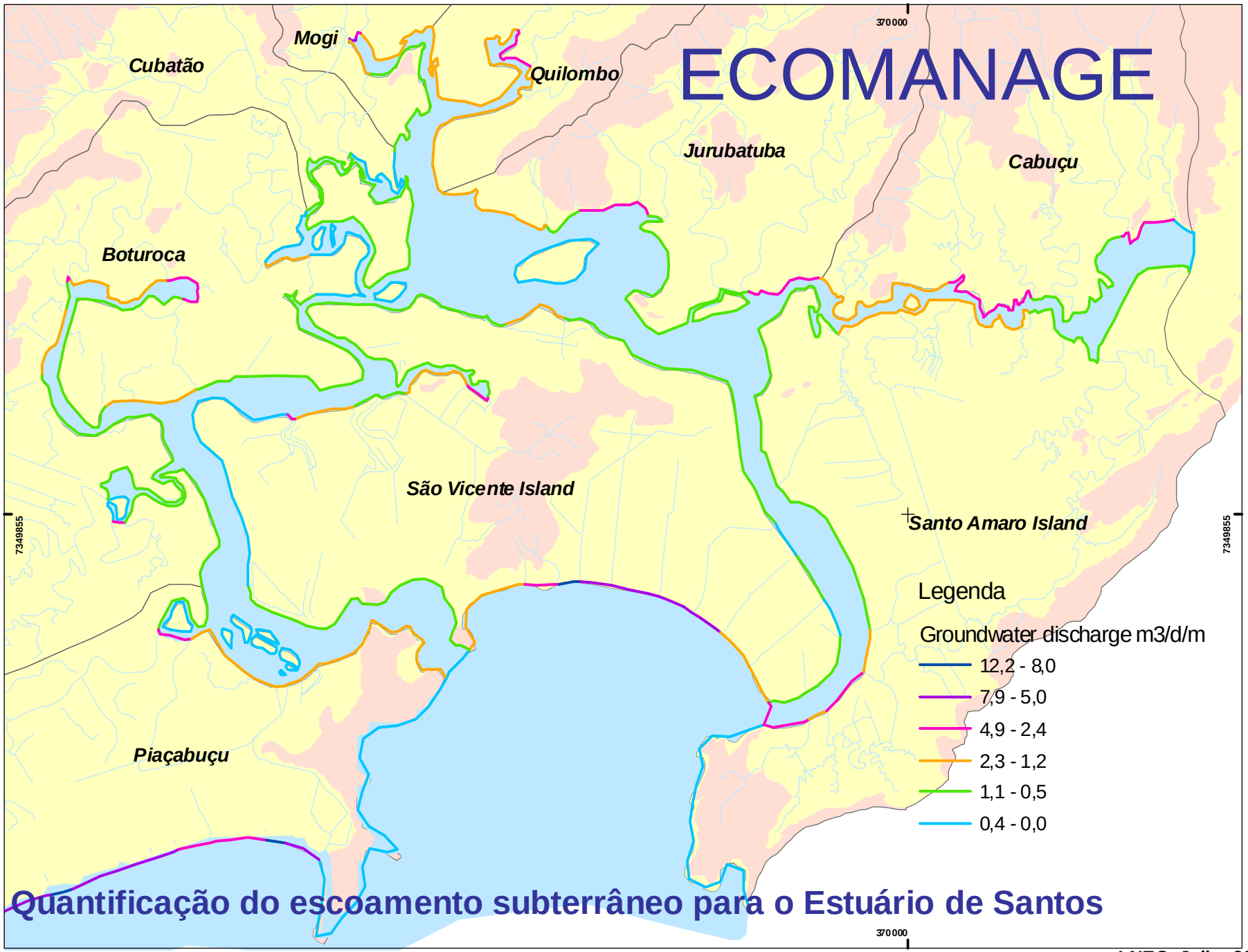
# ECOMANAGE

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

## Camada 2



**Source/Sink: camada 2 mostra o nível constante no limite com o oceano**




**Quantificação do escoamento subterrâneo para o Estuário de Santos**

**LNEC, Julho 2008**

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

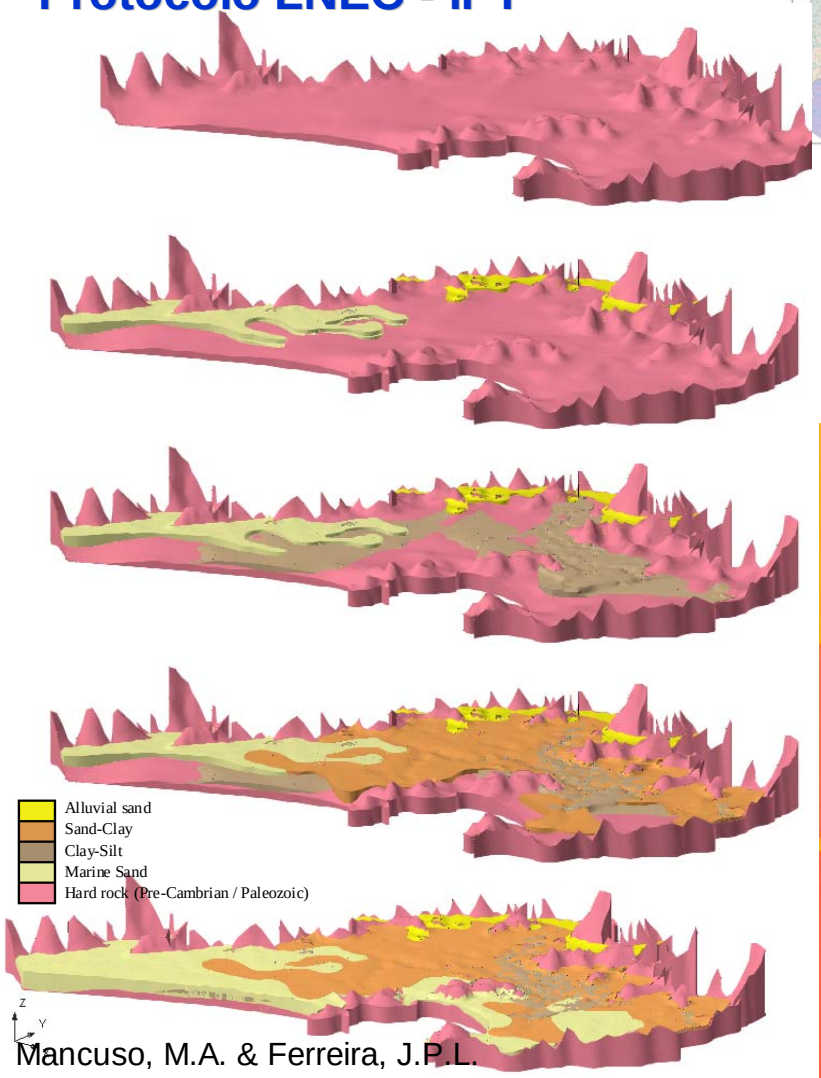
IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

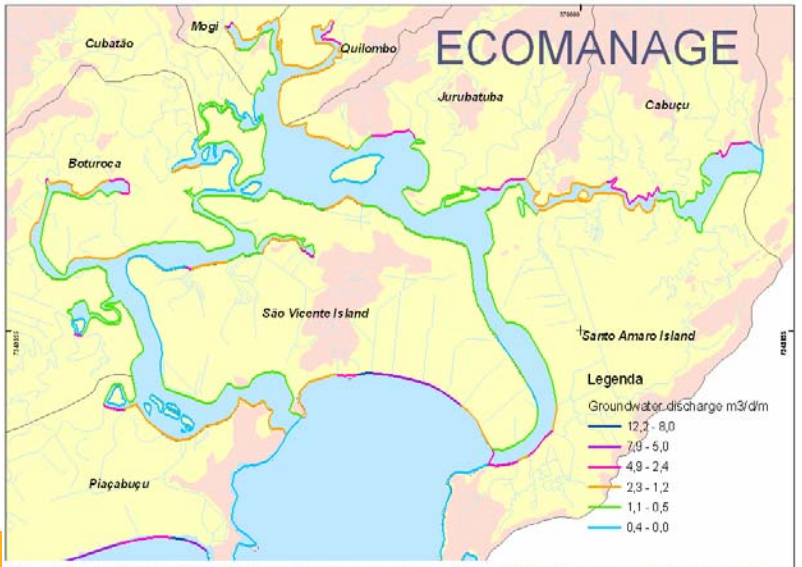
ecomanage

INTEGRATED ECOLOGICAL COASTAL ZONE MANAGEMENT SYSTEM

# SANTOS, BRASIL

## Protocolo LNEC - IPT






Resultado final: Quantificação do escoamento subterrâneo por km de costa para o Estuário de Santos

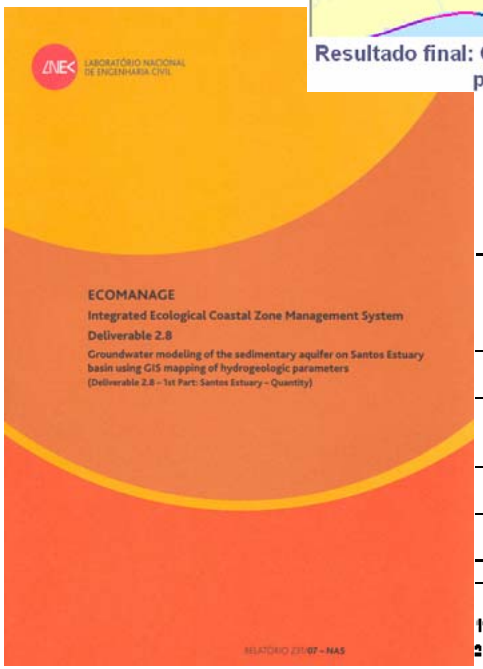



**Table 9 – Estimated groundwater discharge to the Estuary System**

| Watershed | Modelled Area (km²) | Estimated Recharge (m³/d)[2] | Numerical Model Result: Discharge to the Estuary (m³/d) Groundwater | Surface |
|---|---|---|---|---|
| Boturoca stream | 123.1 | 281,282 | -43,315.76 | -147,097.50 |
| Cubatão stream | 21.0 | 46,461 | -4,599.55 | -45,890.46 |
| Piaçabuçu stream | 57.1 | 106,093 | -13,910.20 | -56,002.28 |
| S. Vicente Island | 56.5 | 103,547 | -40,081.87[1] | -23,798.46 |
| Mogi stream | 20.6 | 42,827 | -3,580.49 | -30,282.50 |
| Santo Amaro Island (*) | 66.8 | 125,929 | -25,825.09 | -74,350.09 |
| Cabuçu stream (*) | 28.4 | 80,801 | -24,164.812 | -43,301.56 |
| Jurubatuba stream | 36.3 | 71,207 | -21,716.69 | -56,290.08 |
| Quilombo stream | 25.0 | 50,586 | -19,940.51 | -33,603.33 |
| Islands | 4.9 | | -5,035.99 | |
| Santos Estuary line | | | | |
| Total | 443.3 | | -207,580.74 | -492,588.97 |

[1] To the Estuary

[2] 28,2% from precipitation, considering urban areas and mangrove (CAEE, 1979)

Mancuso, M.A. & Ferreira, J.P.L.

LNEC, Julho 2008

# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista

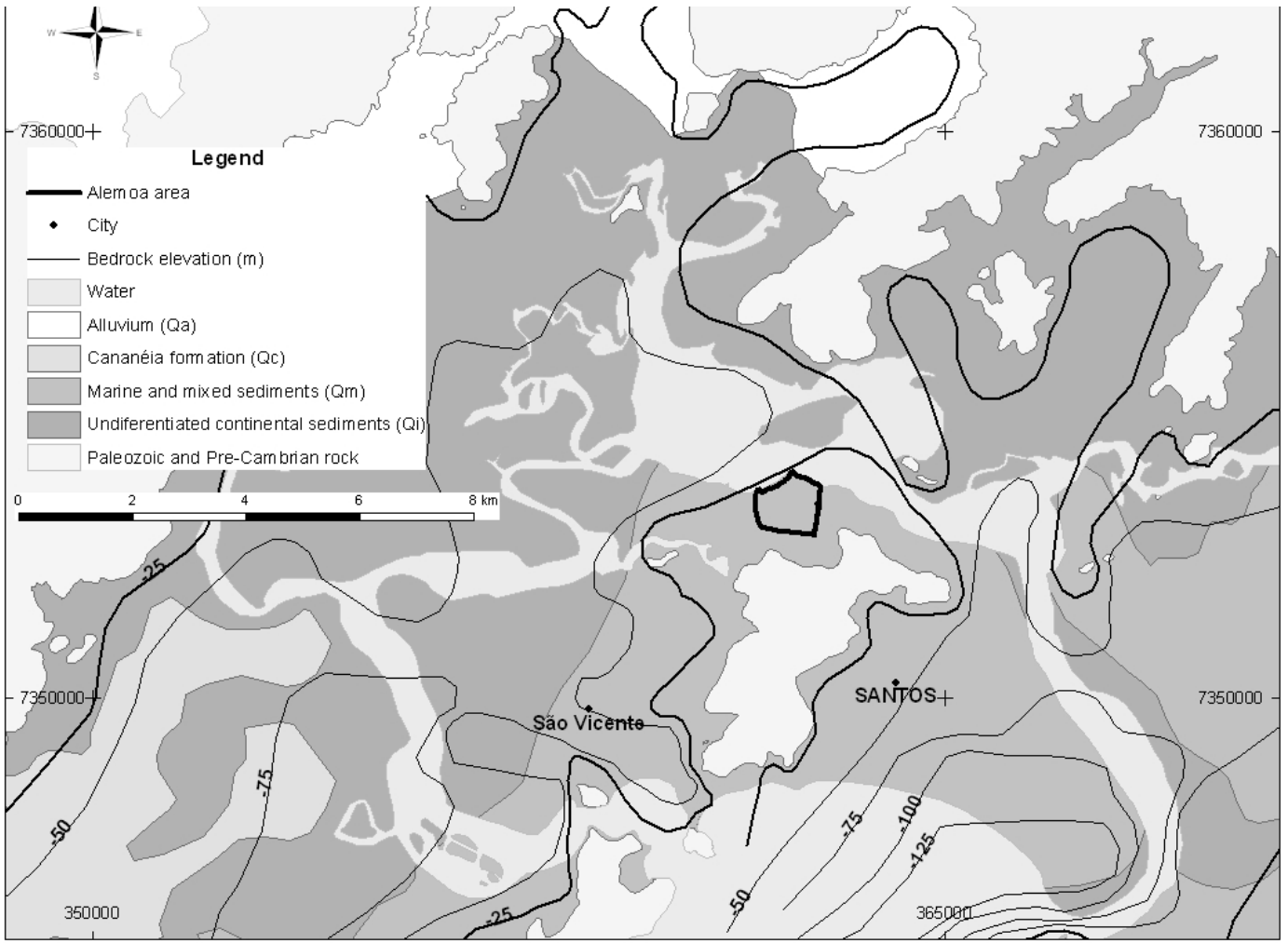
Parceria do **IPT** e o **LNEC** no Projeto **ECOMANAGE**

**Fase 2**: de desenvolvimento do modelo matemático de transporte do aqüífero sedimentar

**Área de estudo**: Lixão da Alemoa, Estuário de Santos

**Objetivo**: Avaliar a descarga de contaminantes do lixão ilegal da Alemoa para o Estuário de Santos (Brazil), com base em dados existentes.

# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista




Source: modified from Mancuso and Lobo Ferreira (2007)

# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista

Modelo matemático do aquífero sedimentar: foram consideradas duas camadas, e a base do aquífero na cota de -25m.

Os dados de entrada da condutividade hidráulica foram obtidos na bibliografia, em função da litologia. A calibração foi realizada utilizando o programa Modflow 2000 PEST Process. Os valores de k variam de 0.17 to 10.0 m/d na primeira camada e de 0.005 to 2.36 m/d na segunda camada

| Bacia | Área Modelada ($km^2$) | Precipitação (mm / ano) | Recarga (mm / ano) | Condutância ($m^2$/d) |
|---|---|---|---|---|
| Rio Piaçabuçu | 57.1 | 2,405 | 678 | 2.0 |

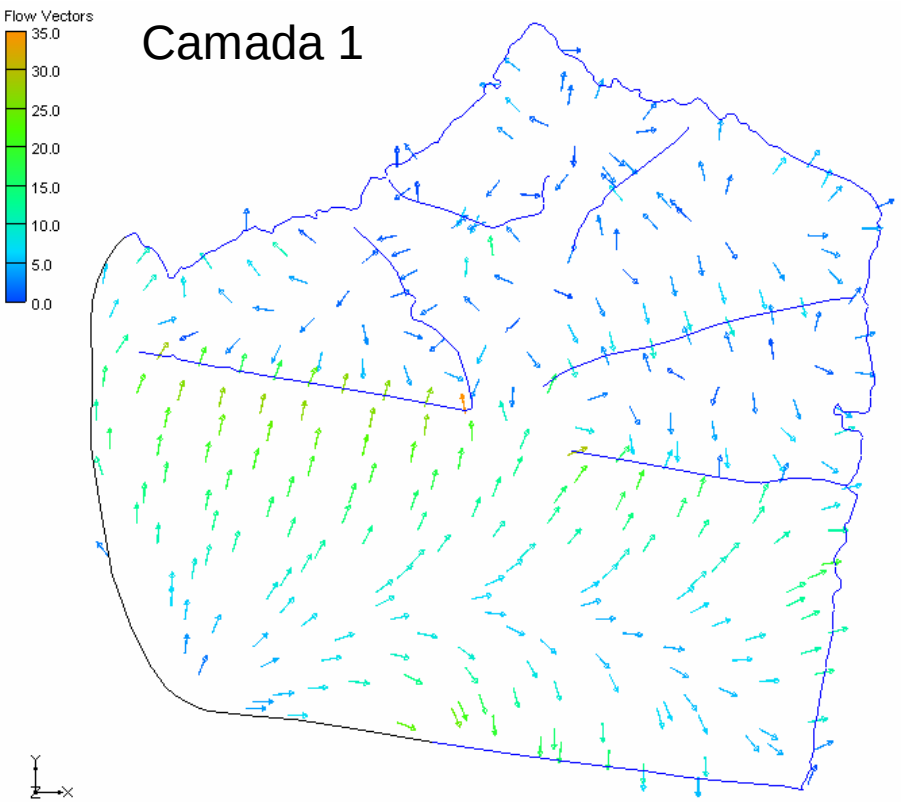
De acordo com os resultados, a descarga de água subterrânea é de 1 714 $m^3$/d, dos quais 542 $m^3$/d (24%) são descarregados diretamente para o estuário, 1106 $m^3$/d (56%) para os drenos e 66 $m^3$/d para o rio.

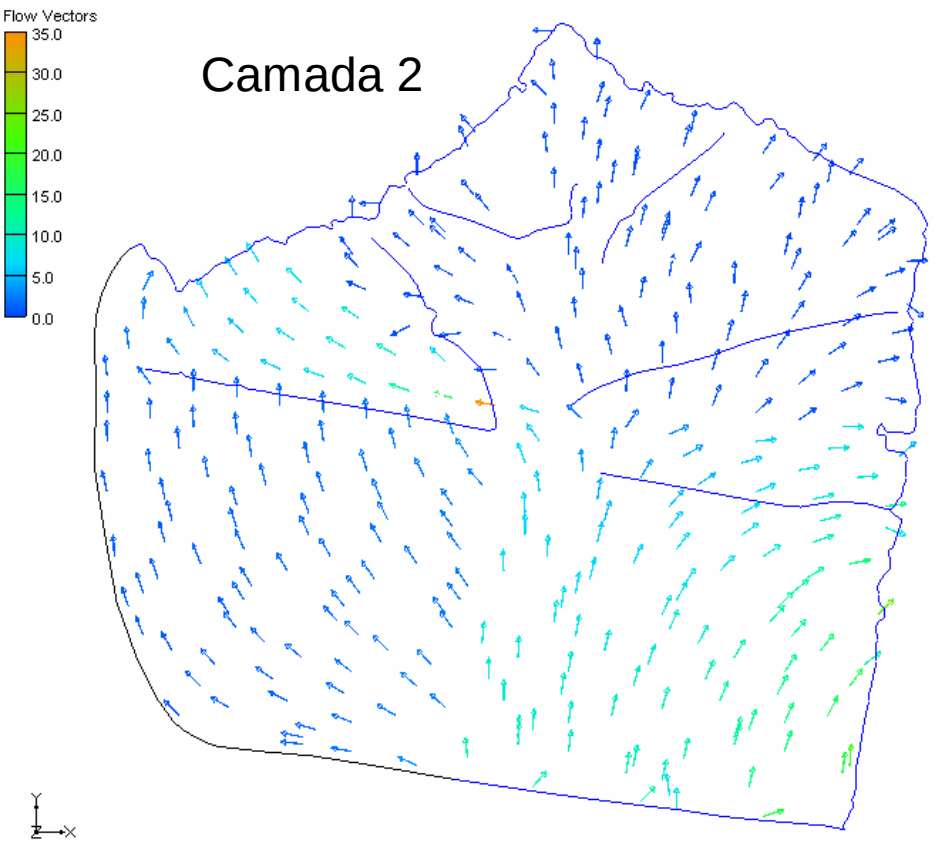
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ecomanage INTEGRATED ECOLOGICAL COASTAL ZONE MANAGEMENT SYSTEM

# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista



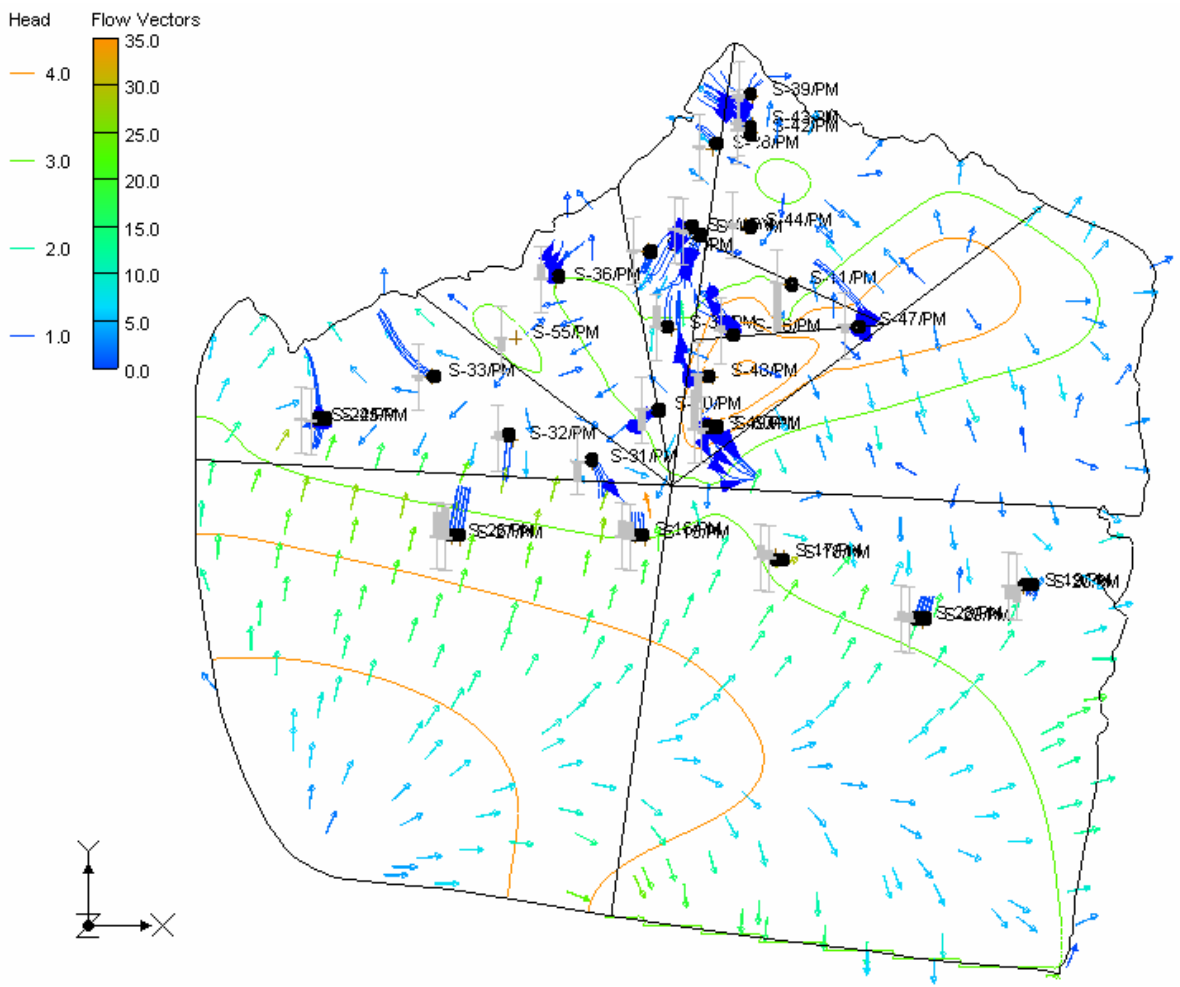

Leite, C.B.B. & Toporovski, C.Z. Colab. Mancuso, M.A., Ferreira, J.P.L.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ecomanage INTEGRATED ECOLOGICAL COASTAL ZONE MANAGEMENT SYSTEM

# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista




Camada 1

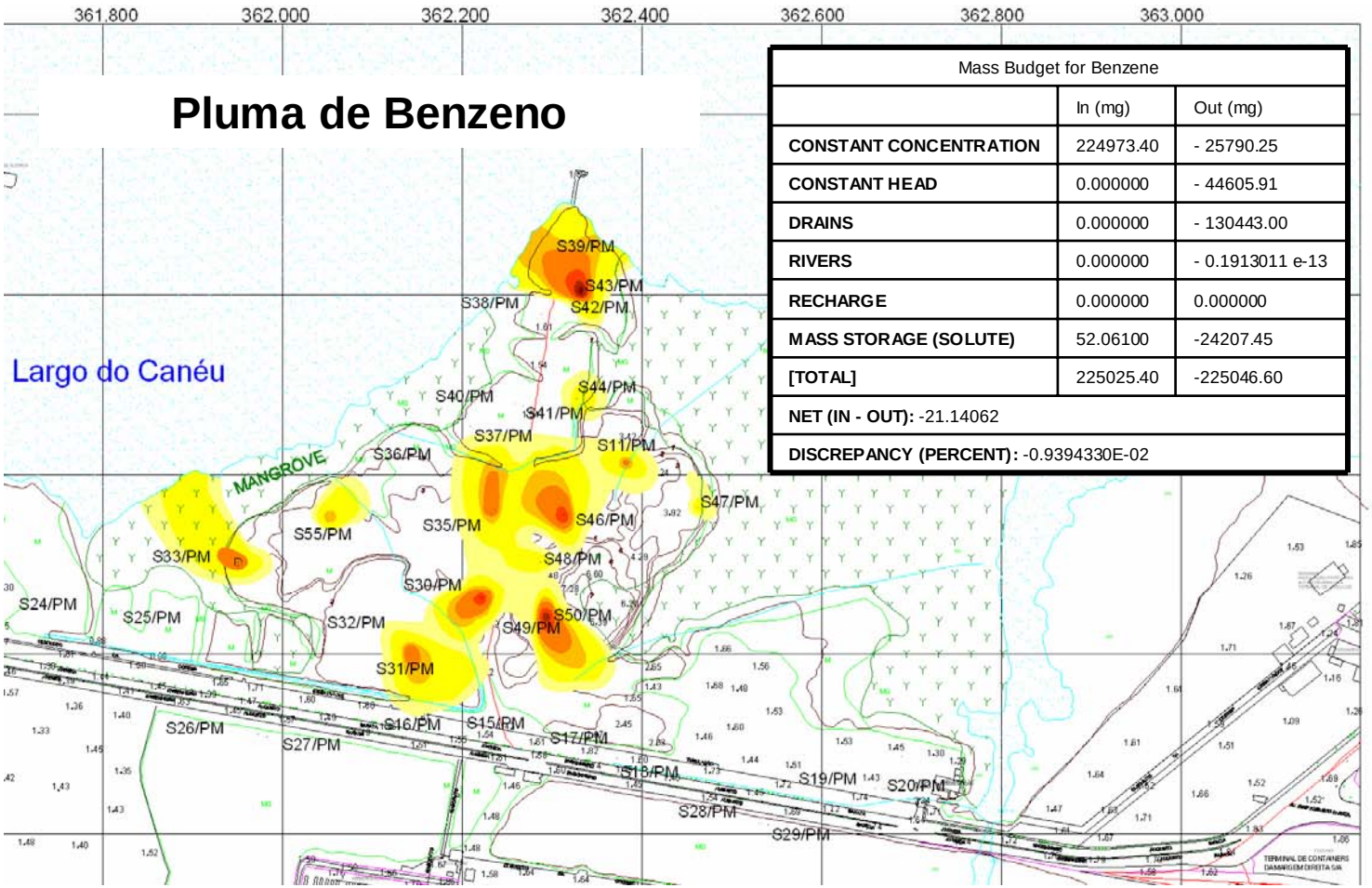
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ecomanage INTEGRATED ECOLOGICAL COASTAL ZONE MANAGEMENT SYSTEM

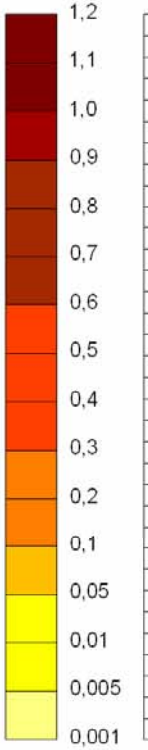
# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista

## Pluma de Benzeno




| Mass Budget for Benzene | | |
|---|---|---|
| | In (mg) | Out (mg) |
| **CONSTANT CONCENTRATION** | 224973.40 | - 25790.25 |
| **CONSTANT HEAD** | 0.000000 | - 44605.91 |
| **DRAINS** | 0.000000 | - 130443.00 |
| **RIVERS** | 0.000000 | - 0.1913011 e-13 |
| **RECHARGE** | 0.000000 | 0.000000 |
| **MASS STORAGE (SOLUTE)** | 52.06100 | -24207.45 |
| **[TOTAL]** | 225025.40 | -225046.60 |
| **NET (IN - OUT):** -21.14062 | | |
| **DISCREPANCY (PERCENT):** -0.9394330E-02 | | |

Benzene concentration in groundwater (mg/L)




| Well | Benzene |
|---|---|
| S11/PM | 0.267 |
| S15/PM | ND |
| S16/PM | ND |
| S17/PM | ND |
| S18/PM | ND |
| S19/PM | ND |
| S20/PM | ND |
| S24/PM | ND |
| S25/PM | ND |
| S26/PM | ND |
| S27/PM | ND |
| S28/PM | ND |
| S29/PM | ND |
| S30/PM | 0.548 |
| S31/PM | 0.213 |
| S32/PM | ND |
| S33/PM | 0.145 |
| S35/PM | 0.30 |
| S36/PM | ND |
| S37/PM | ND |
| S38/PM | ND |
| S39/PM | ND |
| S40/PM | ND |
| S41/PM | ND |
| S42/PM | 0.0781 |
| S43/PM | 1.198 |
| S44/PM | 0.0382 |
| S46/PM | 0.597 |
| S47/PM | 0.0129 |
| S48/PM | 0.0371 |
| S49/PM | 0.0063 |
| S50/PM | 0.895 |
| S55/PM | 0.0081 |

Graphic Scale

0 50 100 150 200 250 m

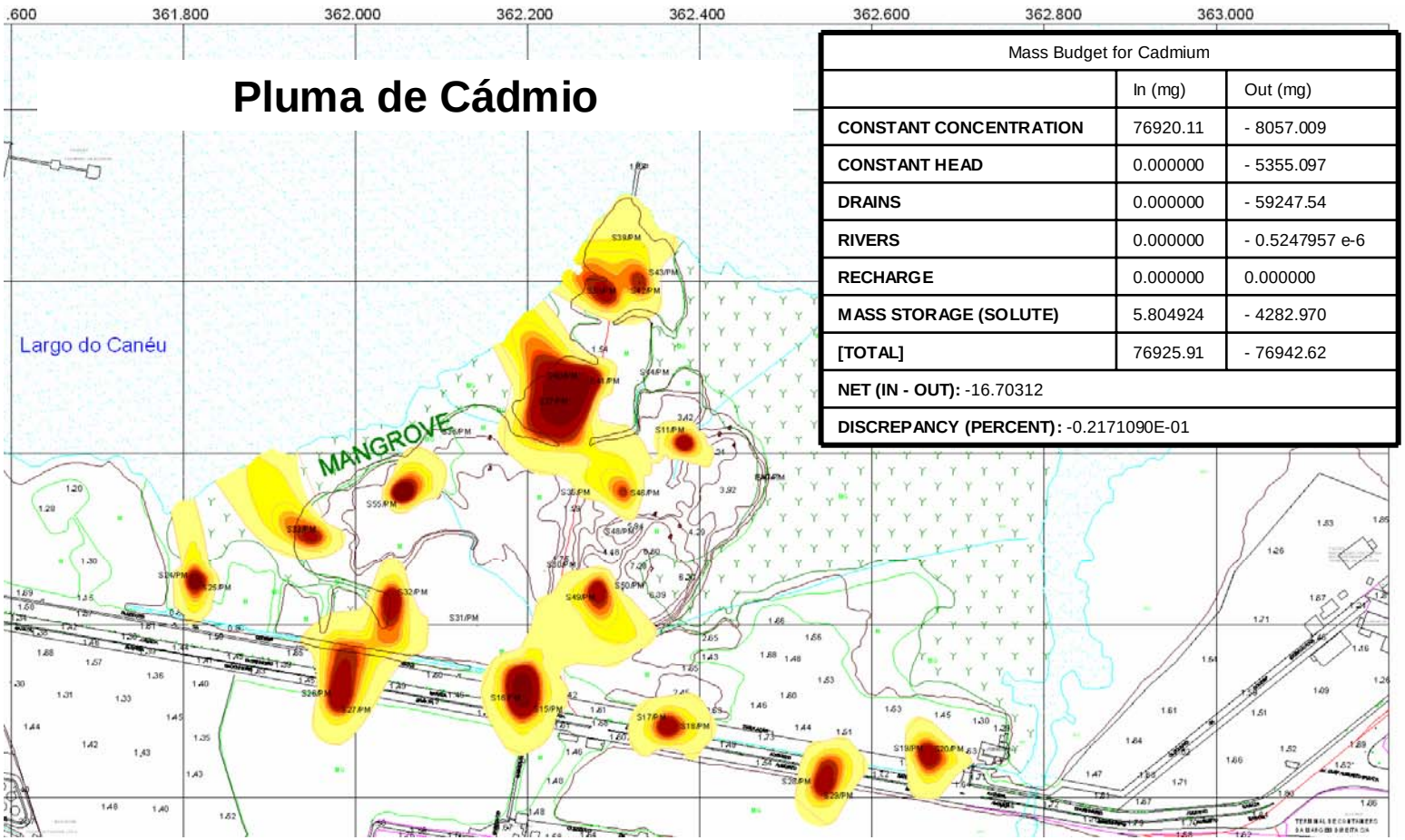
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ecomanage
INTEGRATED ECOLOGICAL COASTAL ZONE MANAGEMENT SYSTEM

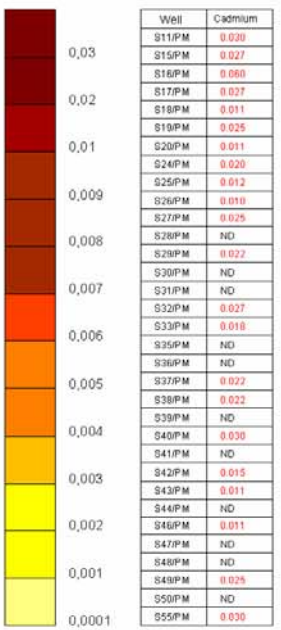
# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista

## Pluma de Cádmio




| Mass Budget for Cadmium | | |
|---|---|---|
| | In (mg) | Out (mg) |
| **CONSTANT CONCENTRATION** | 76920.11 | - 8057.009 |
| **CONSTANT HEAD** | 0.000000 | - 5355.097 |
| **DRAINS** | 0.000000 | - 59247.54 |
| **RIVERS** | 0.000000 | - 0.5247957 e-6 |
| **RECHARGE** | 0.000000 | 0.000000 |
| **MASS STORAGE (SOLUTE)** | 5.804924 | - 4282.970 |
| **[TOTAL]** | 76925.91 | - 76942.62 |
| **NET (IN - OUT):** -16.70312 | | |
| **DISCREPANCY (PERCENT):** -0.2171090E-01 | | |

Cadmium concentration in groundwater (mg/L)




| Well | Cadmium |
|---|---|
| S11/PM | 0.030 |
| S15/PM | 0.027 |
| S16/PM | 0.060 |
| S17/PM | 0.027 |
| S18/PM | 0.011 |
| S19/PM | 0.025 |
| S20/PM | 0.011 |
| S24/PM | 0.020 |
| S25/PM | 0.012 |
| S26/PM | 0.010 |
| S27/PM | 0.025 |
| S28/PM | ND |
| S29/PM | 0.022 |
| S30/PM | ND |
| S31/PM | ND |
| S32/PM | 0.027 |
| S33/PM | 0.010 |
| S35/PM | ND |
| S36/PM | ND |
| S37/PM | 0.022 |
| S38/PM | 0.022 |
| S39/PM | ND |
| S40/PM | 0.030 |
| S41/PM | ND |
| S42/PM | 0.015 |
| S43/PM | 0.011 |
| S44/PM | ND |
| S46/PM | 0.011 |
| S47/PM | ND |
| S48/PM | ND |
| S49/PM | 0.025 |
| S50/PM | ND |
| S55/PM | 0.030 |

Graphic Scale

0 50 100 150 200 250 m

Leite, C.B.B. & Toporovski, C.Z. Colab. Mancuso, M.A., Ferreira, J.P.L.

LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

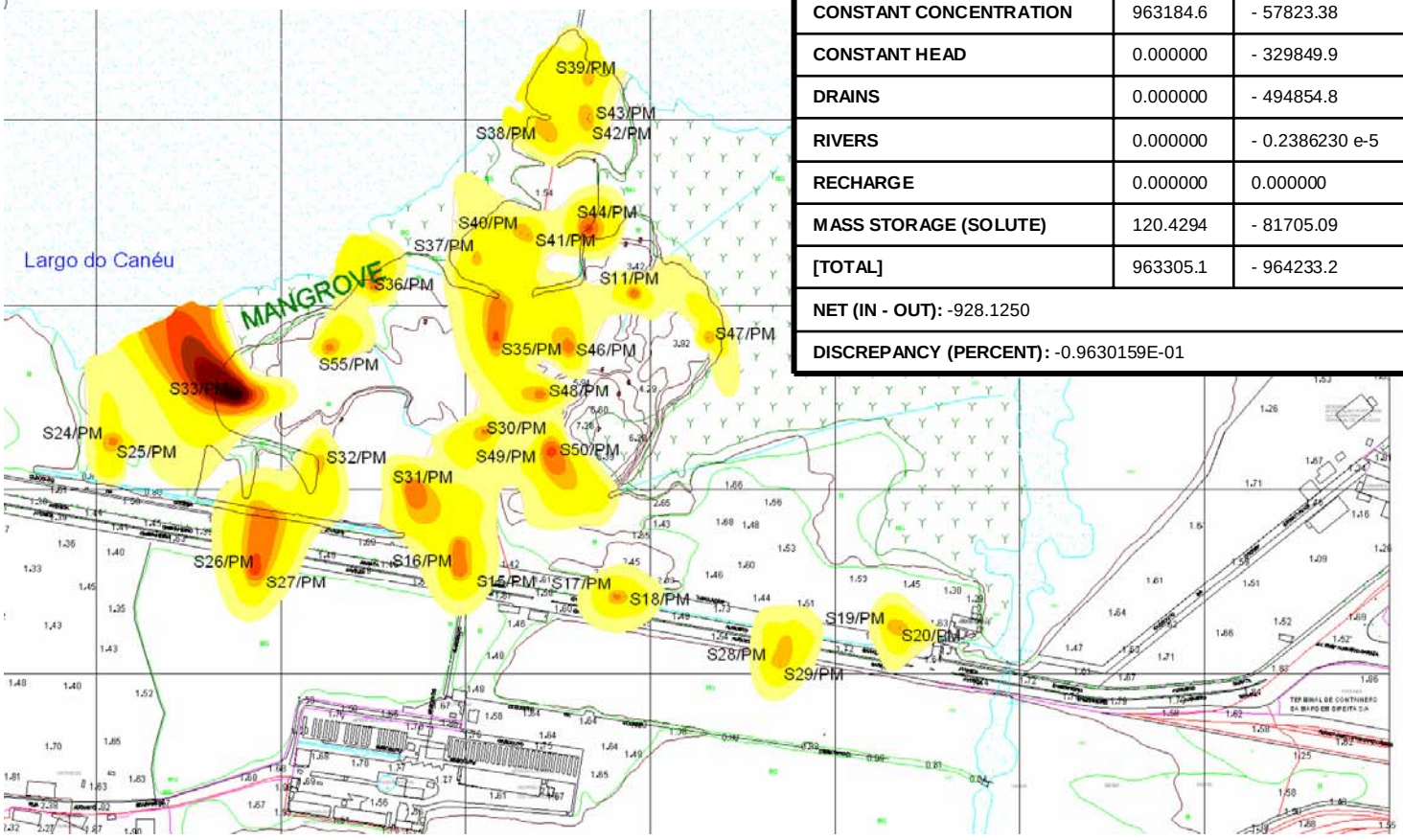
IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ecomanage
INTEGRATED ECOLOGICAL COASTAL ZONE MANAGEMENT SYSTEM

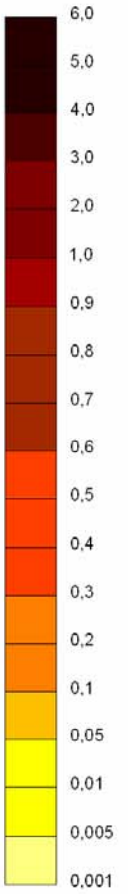
# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista

## Pluma de Chumbo

| Mass Budget for Lead | | |
|---|---|---|
| | In (mg) | Out (mg) |
| **CONSTANT CONCENTRATION** | 963184.6 | - 57823.38 |
| **CONSTANT HEAD** | 0.000000 | - 329849.9 |
| **DRAINS** | 0.000000 | - 494854.8 |
| **RIVERS** | 0.000000 | - 0.2386230 e-5 |
| **RECHARGE** | 0.000000 | 0.000000 |
| **MASS STORAGE (SOLUTE)** | 120.4294 | - 81705.09 |
| **[TOTAL]** | 963305.1 | - 964233.2 |
| **NET (IN - OUT):** -928.1250 | | |
| **DISCREPANCY (PERCENT):** -0.9630159E-01 | | |




in groundwater (mg/L)




| Well | Lead |
|---|---|
| S11/PM | 0.198 |
| S15/PM | 0.092 |
| S16/PM | 0.216 |
| S17/PM | 0.140 |
| S18/PM | 0.073 |
| S19/PM | 0.098 |
| S20/PM | 0.070 |
| S24/PM | 0.097 |
| S25/PM | 0.127 |
| S26/PM | 0.481 |
| S27/PM | 0.144 |
| S28/PM | 0.062 |
| S29/PM | 0.101 |
| S30/PM | 0.118 |
| S31/PM | 0.298 |
| S32/PM | 0.089 |
| S33/PM | 5.350 |
| S35/PM | 0.383 |
| S36/PM | 0.209 |
| S37/PM | 0.082 |
| S38/PM | 0.120 |
| S39/PM | 0.084 |
| S40/PM | 0.096 |
| S41/PM | 0.060 |
| S42/PM | 0.089 |
| S43/PM | 0.105 |
| S44/PM | 0.437 |
| S46/PM | 0.181 |
| S47/PM | 0.104 |
| S48/PM | 0.155 |
| S49/PM | 0.096 |
| S50/PM | 0.430 |
| S55/PM | 0.139 |

Graphic Scale
0 50 100 150 200 250 m

Leite, C.B.B. & Toporovski, C.Z. Colab. Mancuso, M.A., Ferreira, J.P.L.

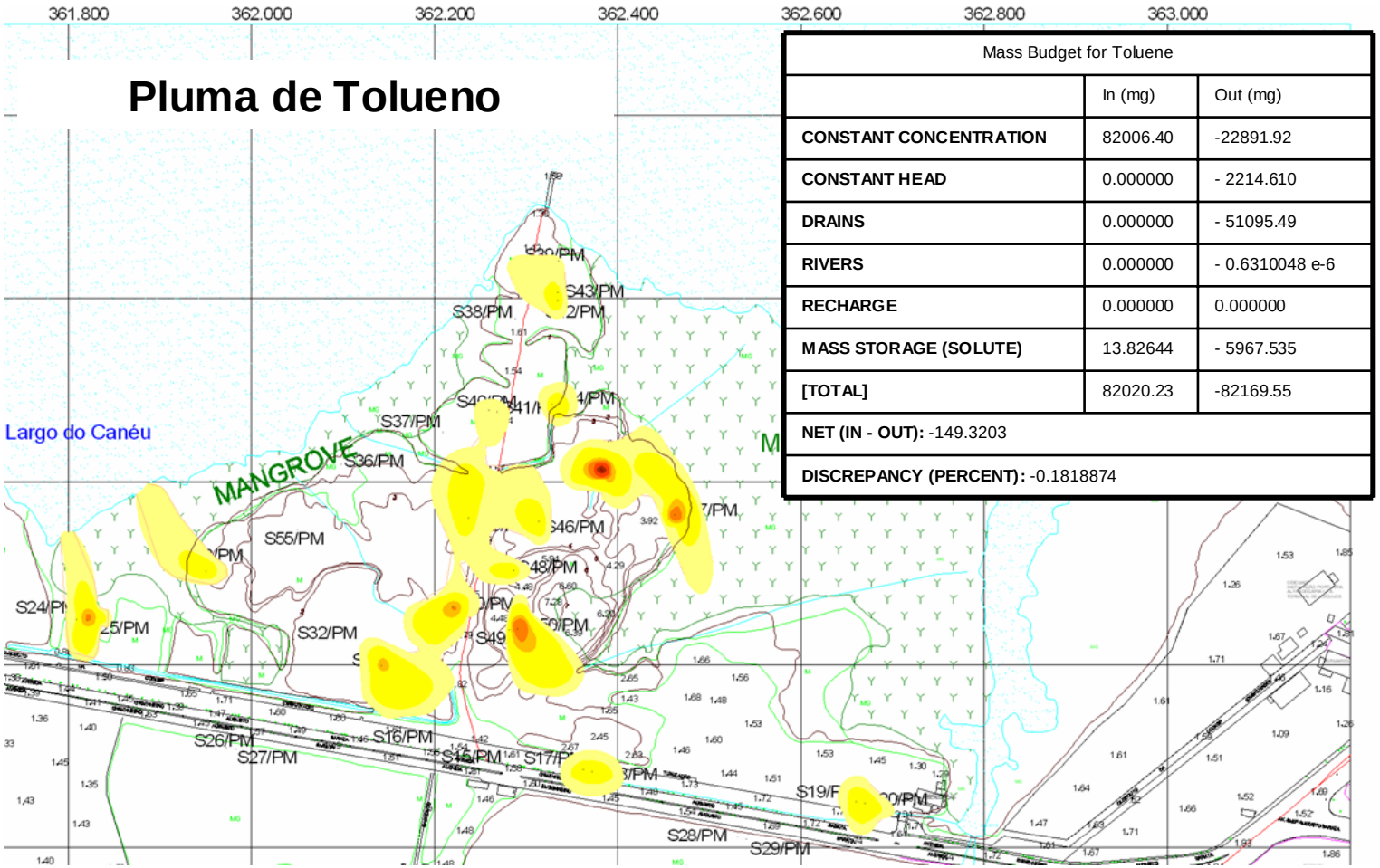
LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL

IPT INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ecomanage INTEGRATED ECOLOGICAL COASTAL ZONE MANAGEMENT SYSTEM

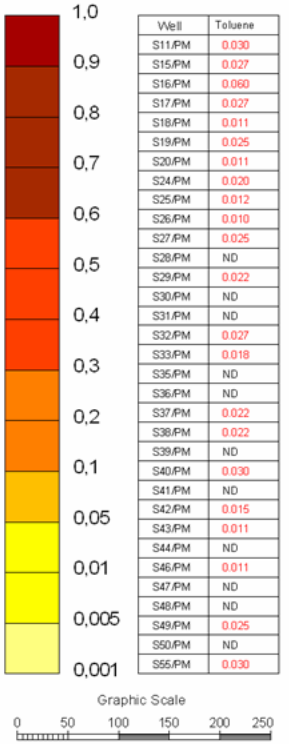
# Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista

## Pluma de Tolueno




| Mass Budget for Toluene | | |
|---|---|---|
| | In (mg) | Out (mg) |
| **CONSTANT CONCENTRATION** | 82006.40 | -22891.92 |
| **CONSTANT HEAD** | 0.000000 | - 2214.610 |
| **DRAINS** | 0.000000 | - 51095.49 |
| **RIVERS** | 0.000000 | - 0.6310048 e-6 |
| **RECHARGE** | 0.000000 | 0.000000 |
| **MASS STORAGE (SOLUTE)** | 13.82644 | - 5967.535 |
| **[TOTAL]** | 82020.23 | -82169.55 |
| **NET (IN - OUT):** -149.3203 | | |
| **DISCREPANCY (PERCENT):** -0.1818874 | | |

Toluene concentration in groundwater (mg/L)




| Well | Toluene |
|---|---|
| S11/PM | 0.030 |
| S15/PM | 0.027 |
| S16/PM | 0.060 |
| S17/PM | 0.027 |
| S18/PM | 0.011 |
| S19/PM | 0.025 |
| S20/PM | 0.011 |
| S24/PM | 0.020 |
| S25/PM | 0.012 |
| S26/PM | 0.010 |
| S27/PM | 0.025 |
| S28/PM | ND |
| S29/PM | 0.022 |
| S30/PM | ND |
| S31/PM | ND |
| S32/PM | 0.027 |
| S33/PM | 0.018 |
| S35/PM | ND |
| S36/PM | ND |
| S37/PM | 0.022 |
| S38/PM | 0.022 |
| S39/PM | ND |
| S40/PM | 0.030 |
| S41/PM | ND |
| S42/PM | 0.015 |
| S43/PM | 0.011 |
| S44/PM | ND |
| S46/PM | 0.011 |
| S47/PM | ND |
| S48/PM | ND |
| S49/PM | 0.025 |
| S50/PM | ND |
| S55/PM | 0.030 |

## Modelação qualitativa das águas subterrâneas da Baixada Santista

Considerando os dados existentes no que se refere aos processos de advecçao e dispersão, e a simulação permitiu quantificar a poluição difusa do lixão da Alemoa para o Estuário de Santos.

Parte do poluente é descarregado diretamente nos drenos e rios que deságuam no estuário, reduzindo as descargas diretas das águas subterrâneas à linha de costa.

Estas descargas foram calculadas em 1750.49 mg/ano de Benzeno, 533.10 mg/ano de Tolueno, 8247.04 mg/ano de Chumbo and 646.03 mg/ano de Cádmio.