

## MAPEAMENTO DIGITAL DO SISTEMA AQUÍFERO CÁRSTICO NO SÍTIO DE TRANQUEIRA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA, FASE ATUAL

Antônio J. Berutti Vieira<sup>1</sup>  
Henrique Firkowski<sup>1</sup>  
Marcelo C. dos Santos<sup>1</sup>  
Luciene S. Delazari<sup>1</sup>  
Roberto de A. Lotufo<sup>2</sup>  
Ernani Rosa Filho<sup>3</sup>  
Elaine A. Bonacim<sup>3</sup>

<sup>1</sup>UFPR- Departamento de Geociências,  
Curso de Pós-Graduação em Ciências Geodésicas,  
Centro Politécnico, Caixa Postal 19011  
Jardim das Américas, s/n, CEP 81531-970, Curitiba, PR, Brasil  
{berutti,firk,mcsantos,delazari}@geoc.ufpr.br

<sup>2</sup>UNICAMP-Departamento de Engenharia de Computação e Automação Industrial,  
Faculdade de Engenharia Elétrica, Caixa Postal 6101,  
Barão Geraldo, CEP 13081, Campinas, SP, Brasil  
lotufo@dca.fee.unicamp.br

<sup>3</sup>UFPR- Departamento de Geologia,  
Centro Politécnico, Jardim das Américas, s/n,  
CEP 81531-970, Curitiba, PR, Brasil  
{ernani,bonacim}@geol.ufpr.br

### RESUMO

Com este trabalho, apresenta-se o estágio atual do Projeto de Mapeamento Digital do Sistema Aquífero Cárstico - MAPSAC -, que se iniciou em 1996 com a participação de um Grupo Multidisciplinar. A finalidade principal com o MAPSAC é explorar as informações e os dados espacialmente referenciados para obter um entendimento do Sistema Aquífero localizado em Tranqueira, próximo a Curitiba.

## ABSTRACT

This paper describes the current stage of the project for digital mapping of the Karst aquifer system - MAPKAS. This project started in 1996 and is conducted by a interdisciplinary group. Its main objective is to explore spatially referenced data in order to understanding the structure of the aquifer system aiming at its future use without depleting it. The aquifer is located at Tranqueira site, near Curitiba. It is scrutiny and is expected to be used as one of the major sources of fresh water for the city.

## 1. INTRODUÇÃO

Em 1995, pela primeira vez, teve-se conhecimento de estudos que estavam sendo realizados por professores do Departamento de Geologia da UFPR e técnicos da SANEPAR sobre águas subterrâneas no Estado do Paraná.

Embora a água, como um elemento vital para a espécie humana, já apresente uma motivação natural para um trabalho de pesquisa, o que considerou-se como mais relevante foram as questões relacionadas com a utilização dos aquíferos como alternativa complementar ao abastecimento na região metropolitana de Curitiba.

Então em 1996, idealizou-se uma proposta para Mapeamento Digital do Sistema Aquífero Cárstico - MAPSAC, e submeteu-se ao Comitê Técnico do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, que iria realizar-se em Salvador,BA.

Naquela época, concebeu-se o MAPSAC, como constituído por quatro sub-projetos: Posicionamento por Satélite (POS); Processamento de Imagens Digitais (PID); Interpolação Volumétrica (IVO) e Visualização e Análise (VISA). A idéia básica com isso, é que o MAPSAC seja na realidade o ponto de convergência de interesses, onde se integram de forma crescente equipes de trabalho multidisciplinar na busca de soluções e desafios.

## 2. OBJETIVO

Passado quase um ano entre a idealização do MAPSAC e a sua implementação, pretende-se com o presente trabalho, apresentar o estágio atual deste projeto e os principais aspectos metodológicos que foram importantes para os trabalhos até agora desenvolvidos, destacando-se as atividades de reconhecimento e rastreamento de referências de nível e a extração automática de canais de drenagem a partir de um DEM (*Digital Elevation Model*), respectivamente nos sub-projetos POS e PID.

### 3. O PROJETO MAPSAC

Com o MAPSAC, pretende-se estabelecer uma base de dados digitais que possa servir para a exploração e um melhor entendimento sobre o Sistema Aquífero Cárstico - SAC. Para tanto, a idéia básica é utilizar tecnologia GIS (*Geographic Information Systems*) para a integração e análise de dados.

O primeiro passo nesse sentido foi referenciar, espacialmente, 19 poços tubulares para os quais se dispõe de perfis litológicos e análises químicas e que estão distribuídos sobre a área. Na figura 1, apresenta-se a distribuição dos poços.

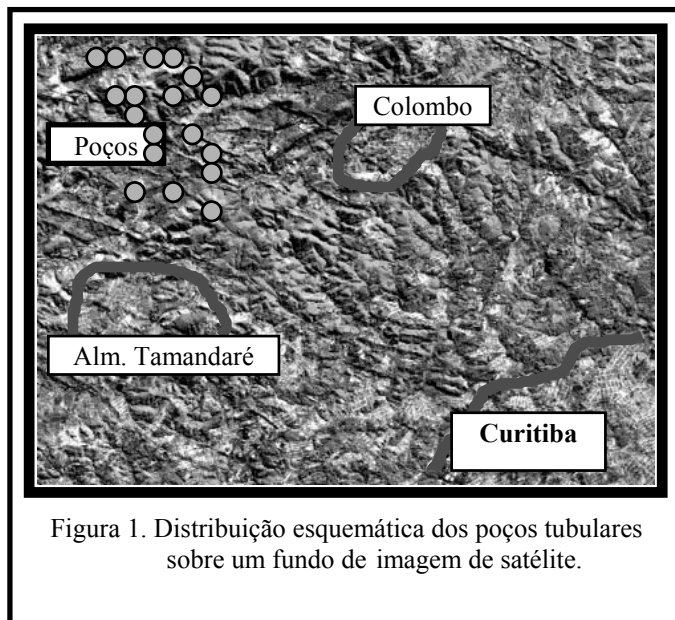


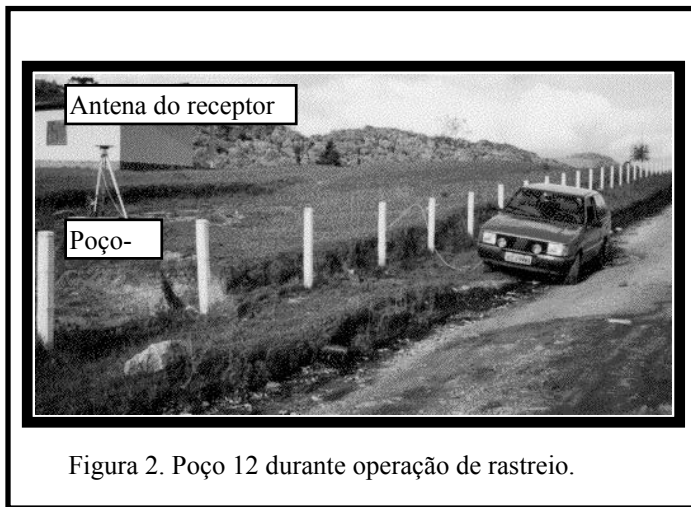
Figura 1. Distribuição esquemática dos poços tubulares sobre um fundo de imagem de satélite.

Para estabelecer as coordenadas X,Y,Z de cada poço foi utilizada tecnologia GPS (*Global Positioning System*) no modo estático relativo, com o rastreamento sendo feito com receptores do tipo geodésico (modelo 4000 SST- Trimble), durante um período de observação de cerca de duas horas. Na figura 2, apresenta-se uma tomada fotográfica do poço-12, durante a operação de rastreamento.

#### 3.1. Reconhecimento e rastreamento de RRNN

Embora alguns tipos de estudos hídricos não necessitem do conhecimento de altitudes ortométricas (desnível em relação ao nível médio dos mares), pressupõe-se que esta informação é fundamental para estudos subsequentes e,

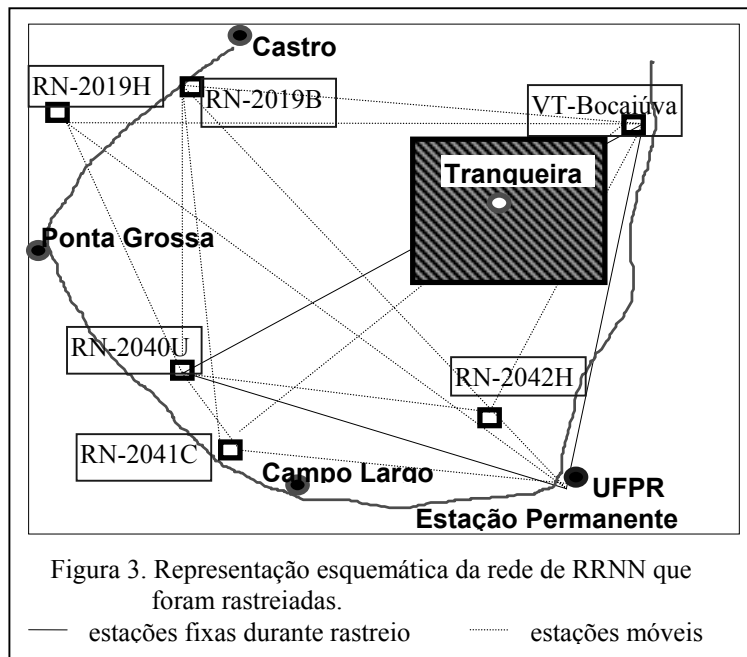
portanto, é desejável sua determinação. Mas como o GPS não fornece este tipo de altitude, ou seja, somente são determinadas altitudes geométricas, a alternativa adotada foi rastrear referências de nível (RRNN) que envolvessem a área do aquífero e a partir destas determinar um geóide local, para daí interpolar as altitudes para os poços.



Foram feitos reconhecimentos de quatro trechos de nivelamento geométrico do IBGE, embora só tenham sido encontradas RRNN relativas aos circuitos:

- a) Curitiba - Bocaiúva do Sul - Ribeira;
- b) Ponta Grossa - Campo Largo - Curitiba; e
- c) Ourinhos - Jaguariaíva - Castro - Ponta Grossa.

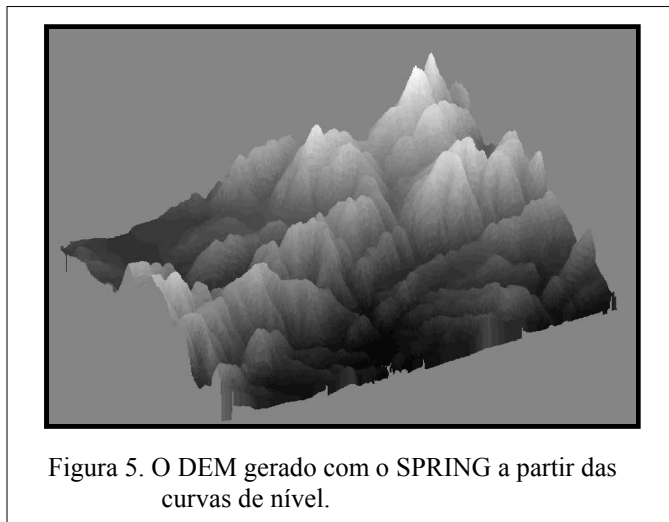
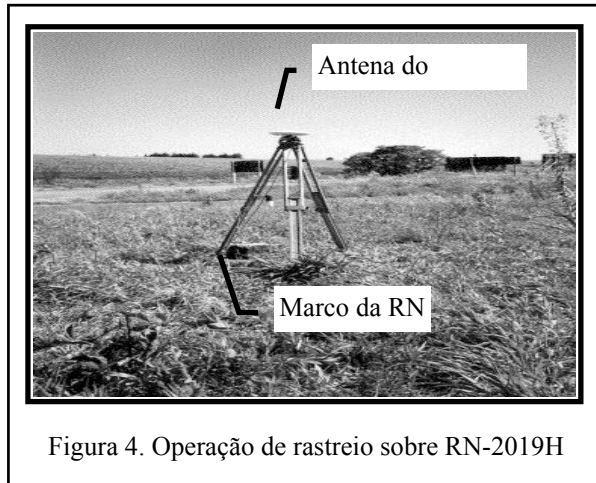
Para estes trechos foram encontradas oito, cinco e cinco RRNN, respectivamente nos circuitos (a), (b) e (c). Destas, selecionaram-se seis para formarem os pontos básicos para a determinação do geóide local. O critério utilizado foi selecionar RRNN que apresentassem um horizonte com um “mínimo” de obstáculos e que circundassem a área definida para estudo. Na figura 3, apresenta-se um esquema da rede de RRNN observada com GPS, onde para as posições VT-Bocaiúva, RN-2040U e Estação Permanente da UFPR, ficou-se em operação durante todo o período de rastreo (cerca de sete horas), para garantir uma simultaneidade de cerca de duas horas de rastreo com as RRNN: 2019B, 2019H, 2041C e 2042H.



Na figura 4, apresenta-se uma tomada fotográfica feita durante a operação de rastreio da RN-2019H. Nesta campanha foram utilizados quatro receptores modelo Z12 Astech.

### 3.2. O DEM da área e a rede de drenagem

Para o segundo subprojeto, o PID, o objetivo foi obter o sistema de canais superficiais de drenagem (que seriam também importantes em estudos hidrogeológicos posteriores) a partir de um DEM. Para tanto, foram digitalizadas com o sistema MaxiCAD curvas de nível de cartas topográficas 1/10.000. Destas, produziu-se o DEM com o sistema SPRING, que é apresentado na figura 5.



A partir desse DEM, usou-se um método automático de extração de canais de drenagem, com base no programa SKEL, desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Israel, ver Meisels-95. Na figura 6, apresenta-se um exemplo dos canais extraídos automaticamente do DEM (ver Delazari-96, para maiores detalhes).

B. Ci. Geodésicas, Curitiba, v. 3, p.34-40, 1998.

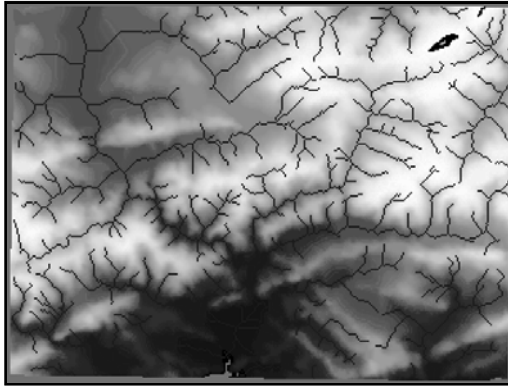


Figura 6. Canais de drenagem obtidos com o programa SKEL.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

No que se refere aos sub-projetos de Interpolação Volumétrica (IVO) e Visualização e Análise (VISA), pode-se dizer que somente foram realizadas simulações sem resultados definitivos.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer aos colegas do Departamento de Geociências e em particular, ao Prof. Pedro Faggion e aos alunos Marcelo José Pereira Cunha, Alexandre do Prado, Cristiano Brilhante de Souza e Ralph Von Lasperg, pela enorme colaboração.

#### REFERÊNCIAS

- Delazari, L. S. (1996) *Extração automática de redes de drenagem a partir de modelos digitais de altitude*. Curitiba, 125p. Dissertação, Mestrado. Universidade Federal do Paraná.
- Meisels, A.; Raizman, S. e Karnieli, A. (1995) *Skeletonizing a DEM into a drainage network*. Computers and Geosciences, v. 21, n. 1, p. 187-96, jan-1995.
- Vieira, A.J.B. *et al.* (1996) Mapeamento Digital do Sistema Aquífero Cárstico, no Sítio de Tranqueira, Região Metropolitana de Curitiba. In.: *Anais do VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*, Salvador, BA.