

GEOREFERENCIAMENTO DE PACIENTES POR ENDEREÇOS PARA VIGILANCIA EPIDEMIOLÓGICA

PERNA, Marco Antonio L.; MSc IME/RJ
MATOS, Haroldo J. de; MSc COPPE/UFRJ
FLORIANO, Daniel B;
CABRAL, Luciana F.;
GONÇALVES, Anderson Ferreira.

Universidade do Estado do Rio de Janeiro - UERJ
Projeto GIS - LAMPADA/FCM/UERJ
Boulevard 28 de Setembro 87, fds., 2º andar, Vila Isabel
20551-030 - Rio de Janeiro - RJ
<http://www.lampada.uerj.br>
e-mail : maperna@vmesa.uerj.br

RESUMO

Um sistema de georeferenciamento de endereços de pacientes por quadra e lado da rua, de modo que seja gerado um cadastro de pacientes georeferenciado que possa ser utilizado em qualquer software de GIS. O objetivo do projeto é fornecer uma base cartográfica e uma base de pacientes georeferenciada para fins de vigilância epidemiológica a nível local em postos de saúde do município do Rio de Janeiro. O projeto piloto está sendo feito no bairro de Vila Isabel, no Rio de Janeiro.

Palavras chave: GIS, georeferenciamento, endereços.

1. INTRODUÇÃO

O advento do computador, e o avanço da informática nos últimos anos, representam um novo marco no desenvolvimento da informação médica [1,2]. Em muitos países, sistemas de informação em saúde computadorizados vêm sendo desenvolvidos há mais de vinte anos, como na Suécia [3] e na Inglaterra [3]. Muitos desses sistemas estão ligados à atenção primária em saúde e à medicina preventiva. Em vários países, também, o desenvolvimento de sistemas computadorizados em saúde pública já ganha impulso [4,5,6].

No Brasil, tem-se observado uma valorização de sistemas locais, dentro da conceituação de atenção primária à saúde, que representa um dos principais objetivos do SISTEMA ÚNICO DE SAÚDE (SUS), que constitui a coluna vertebral da política nacional de saúde. Os sistemas locais de saúde são particularmente importantes, tanto para um diagnóstico de saúde da comunidade através da utilização de uma metodologia epidemiológica já bem estabelecida, quanto para implantação de novos modelos de Saúde Pública. Constituem exemplos a versão moderna do médico de família, como nos modelos inglês e cubano [6], os programas de visitas domiciliares, ou ainda controle e avaliação de riscos ambientais específicos da comunidade, bem como seus hábitos e carências alimentares e de infra-estrutura.

Nesse sentido, o programa de vigilância de tuberculose da SMS-RJ aponta para um maior controle dessa infecção que resurge nos dias de hoje.

Na área tecnológica, os anos 80 testemunharam uma expansão do uso de microcomputadores em praticamente toda atividade humana, inclusive a área médica [8]. Em particular, é no campo da atenção primária à saúde que se pode estabelecer uma das áreas mais propícias à aplicação imediata de tecnologias de informação, e em especial para a utilização de

microcomputadores, pela sua portabilidade, facilidade operacional, e potencialidade para comunicação rápida de dados [7].

Na atenção primária à saúde também numerosas iniciativas de utilização de microcomputadores têm surgido, trazendo alguma esperança de que sua aplicação aos problemas de medicina preventiva, representados pela carência de recursos econômicos nos países do terceiro mundo, possa tornar mais próximo o objetivo de "Saúde para Todos".

Sistemas de informação geográfica (GIS) vêm ganhando espaço como aplicação de microcomputadores. Tradicionalmente utilizados em Geociências, identifica-se nesta metodologia uma poderosa ferramenta para processamento de dados e imagens em Epidemiologia, Ecologia humana, e atenção primária à saúde.

A visualização gráfica da informação por uma equipe de planejamento de uma unidade de atenção primária pode significar um auxílio importante no planejamento de campanhas, ou na plena utilização de recursos humanos, tecnológicos ou econômicos.

Portanto, a proposta essencial do presente trabalho é contribuir para a modernização do sistema de atenção primária à saúde, com ênfase na melhoria da qualidade da informação, através de sistemas locais de saúde.

2. OBJETIVO

O objetivo específico deste trabalho é o desenvolvimento no LAMPADA, de um sistema de informações geográficas cuja população-alvo é o público usuário do programa de tuberculose, em Atenção Primária à Saúde da Secretaria Municipal de Saúde do Rio de Janeiro. O sistema deve contar com recursos gráficos, incluindo mapas da região determinada, no caso a área de abrangência da IX RA, que é basicamente coberta pelo Centro Municipal de Saúde Maria Estrela, localizado no bairro de Vila Isabel. Para possibilitar a localização geográfica de cada paciente, a partir de seu endereço. Este trabalho tem como base a dissertação de mestrado de Matos [9].

O desenvolvimento desse sistema inclui o planejamento e a implementação de um banco de dados de pacientes, contando ainda com informações geográficas como a localização dos endereços em função de coordenadas geográficas. O sistema deve incluir um algoritmo computacional capaz de, a partir dos arquivos de dados de pacientes e de logradouros, gerar o posicionamento geográfico de cada paciente, ou de cada variável relacionada a um conjunto de pacientes.

Será feito um estudo de diversos softwares de GIS, os comerciais e os acadêmicos, para que se possa utilizar os melhores recursos disponíveis, com o menor custo, e menor necessidade de implementação de rotinas, computacionais ou não, para interligação das fases do projeto (aquisição de dados, conversões de formatos, visualização, etc.).

3. POSICIONAMENTO

O mapeamento das doenças é fundamental quando se considera a necessidade de vigilância diante de uma epidemia, como a do cólera [10], ver Figura 1, pois o conhecimento do padrão geográfico de doenças pode fornecer informações sobre etiologia e fisiopatologia de determinados eventos mórbidos. De fato, muitas doenças possuem um padrão geográfico bem definido, e em certas situações as razões para tal não são difíceis de se entender. Algumas doenças representam a consequência de uma deficiência ou excesso de oligoelementos nutricionais, refletindo particularidades do ambiente geoquímico.

Na área de sistemas de informação em saúde alguns exemplos merecem citação. A nível internacional, por iniciativa da OMS (Organização Mundial de Saúde), e com recursos também

do CDC americano, foi desenvolvido o EPI-MAP [11], a partir da preocupação com a pandemia da AIDS. Recentemente, no Brasil, o Programa de Engenharia Biomédica (PEB) da COPPE-UFRJ desenvolveu o SIG-MALÁRIA [12], gerando mapas com informações selecionadas para o controle da malária.

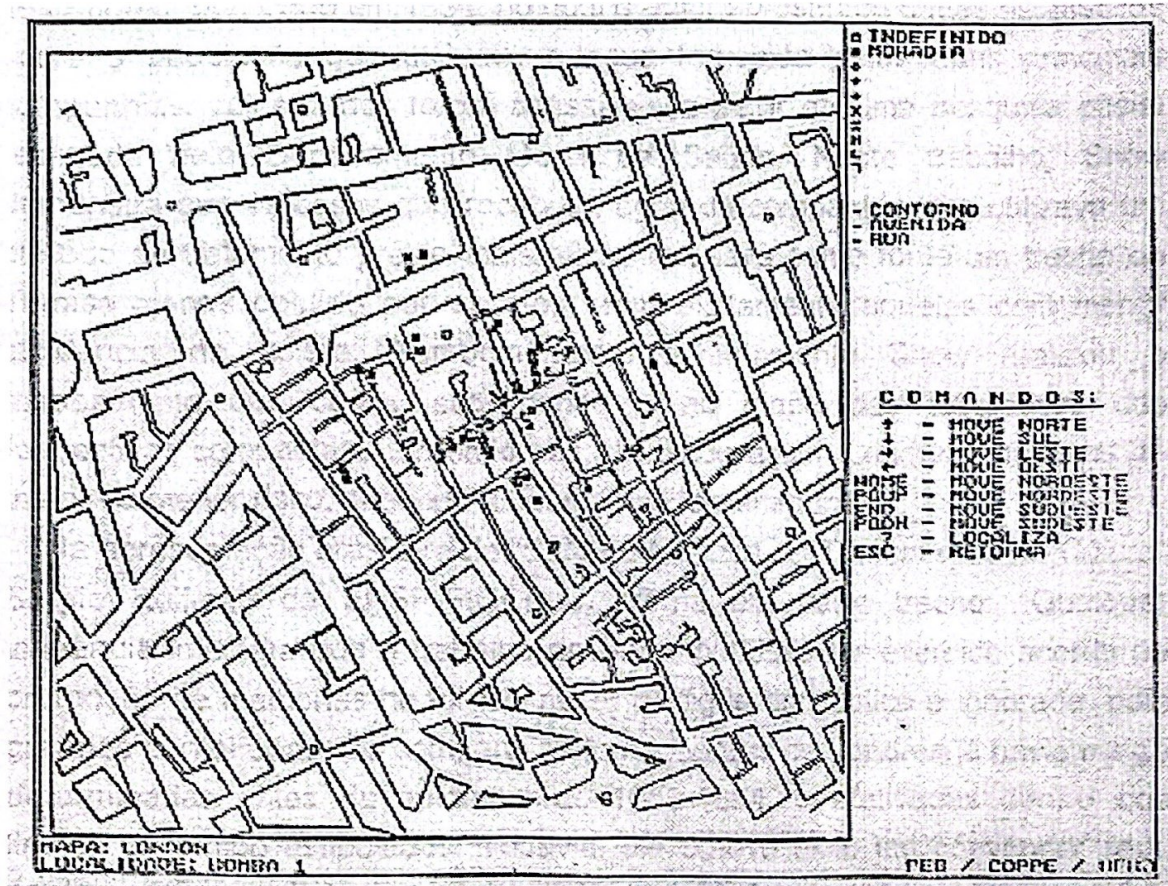


FIGURA 1 . Parte de Londres na época de Snow. No centro é apontada por uma seta a bomba de Broad Street. Os quadrados cheios indicam casos de cólera e os quadrados vazios as outras bombas d'água.

Dessa forma, pode-se verificar um interesse crescente nas aplicações de sistemas de informações geográficas em saúde, que efetivamente poderão constituir-se não só em instrumentos de apresentação elegante de dados ou de utilidade de pesquisa, veiculando informações vitais na área da atenção primária à saúde visando os objetivos de "saúde para todos".

4. DESENVOLVIMENTO

Projetos na área de GIS são multi-disciplinares por natureza, e por essa razão os profissionais envolvidos são de áreas bastantes distintas, sendo que a linha de pesquisa de GIS no Laboratório Médico de Pesquisas Avançadas (LAMPADA) da UERJ, está sendo coordenada por um analista de sistemas com formação em engenharia cartográfica, e cada projeto específico é coordenado por um médico. O presente trabalho consiste basicamente em três fases :

(i) Aquisição de dados, na qual estão envolvidos um estagiário de geografia e um de medicina, para aquisição da base cartográfica e da base de pacientes, respectivamente.

(ii) Cruzamento de dados, na qual estão envolvidos um programador e um analista de sistemas com formação em engenharia cartográfica.

(iii) Visualização e Análise, na qual estão envolvidos toda a equipe mais um médico.

5. AQUISIÇÃO DE DADOS

Esta é considerada a fase mais crítica, pois normalmente é demorada e com grande possibilidade de falhas, logo o cuidado tem que ser redobrado.

5.1. Base de pacientes

A montagem da base de dados de pacientes, base essa chamada de convencional, que é feita na fase chamada de aquisição de dados, foi feita a partir dos prontuários dos pacientes do programa de tuberculose do posto de saúde Maria Estrela, por estagiário de medicina. Para essa montagem, da base, foi utilizado o módulo de entrada de dados do programa EPI-INFO do CDC americano, que permite a exportação em formato DBF, de fácil intercâmbio entre *softwares* de gerenciamento de banco de dados (SGBD) ou sistemas de informação geográfica (GIS).

Nesse arquivo DBF, além de constar os dados originais do prontuário, foi acrescentado um campo para a latitude e um campo para a longitude, que correspondem ao endereço do paciente. Esses campos nessa fase foram deixados vazios, para que sejam preenchidos automaticamente durante o georeferenciamento da fase de cruzamento de dados.

5.2. Base de endereços

Foi efetuada a aquisição da numeração dos logradouros, considerando-se apenas a numeração das esquinas, lado direito e esquerdo. Esse arquivo com a informação da numeração permite, juntamente com a base vetorial da segunda digitalização, o georeferenciamento da base convencional a partir do endereço do paciente. Essa numeração foi obtida a partir de guias e catálogos da cidade do Rio de Janeiro, e posteriormente confirmada por reambulação. Não foi necessário um rigor em precisão nessa fase, pois estipulou-se que localizar o paciente dentro da quadra era suficiente, bastando para isso georeferenciá-lo no centro da quadra, ou aproximá-lo de uma determinada esquina de acordo com a seguinte regra de interpolação :

Para local o endereço 60 dentro da quadra de número 30 à 100.

$$(100-60) / 100 = x / (60-30)$$

$$x = 21$$

Ou seja, localiza-se o endereço 60 dentro do segmento de reta que vai da coordenada da esquina de número 30 e vai até a coordenada da esquina de número 100, em um ponto localizado em 21% do comprimento do segmento à partir da esquina de número 30.

5.3. Base cartográfica

A base de dados cartográficos foi montada com a digitalização dos logradouros do bairro de Vila Isabel e adjacências, de acordo com a área de abrangência do posto de saúde Maria Estrela.

Foram efetuadas duas digitalizações distintas da mesma área, ambas contendo todos os logradouros, porém com metodologias diferentes de aquisição.

A primeira conteve todos os logradouros na forma de um segmento vetorial, com apenas um nó a cada inflexão do vetor, essa digitalização foi feita para a composição do mapa propriamente dito, visando uma base com o menor número de nós possível.

A segunda digitalização foi feita para gerar uma base para georeferenciamento dos endereços dos pacientes. Os logradouros foram digitalizados na forma de segmentos vetoriais com nós a cada esquina, contendo sua coordenada.

O processo de digitalização foi feito utilizando o software QDIGIT do tipo *shareware* [15], em uma mesa digitalizadora tamanho A0, pertencente à UERJ, a partir de mapas na escala 1/25.000 confeccionados pela prefeitura do Rio de Janeiro. As coordenadas de aquisição foram UTM/SAD69, convertidas posteriormente para coordenadas geográficas através de *software* desenvolvido no LAMPADA, que a partir do arquivo gerado pelo QDIGIT com coordenadas UTM e cruzando com o arquivo de numeração dos logradouros, gerou um novo arquivo com as coordenadas convertidas e a numeração dos lados direito e esquerdo do logradouro, seguindo a proposta do formato TIGER americano [16].

6. CRUZAMENTO DE DADOS

A fase de cruzamento de dados consiste em gerar coordenadas geográficas, latitude e longitude, para cada paciente a partir de georeferenciamento da base convencional com a cartográfica. Possibilitando, ao final, que se tenha uma base de dados de pacientes, em formato DBF, com localização geográfica de cada um, nos campos de latitude e longitude. Essa base pode ser utilizada em qualquer software de GIS que se faça uso.

O software utilizado, Atlas GIS, possui um módulo de georeferenciamento, porém para utilizá-lo seria necessário comprar a base de cartográfica e de endereços no formato proprietário do Atlas GIS, que não existe até o presente momento, a outra opção oferecida é importar essas bases para o formato do Atlas GIS, porém o formato que é aceito para importação é o TIGER, que possuímos o lay-out, porém o trabalho necessário para desenvolver um programa para converter a base para o formato TIGER e depois importar para o Atlas GIS, não é viável, pois com um esforço semelhante foi possível desenvolver um programa para georeferenciamento da base de pacientes, a partir da base cartográfica e de endereços, porém com a vantagem que o produto gerado pode ser utilizado em qualquer software de GIS.

Esse programa, desenvolvido no LAMPADA, localiza na base de coordenadas geográficas e numeração, a partir do endereço do paciente, a quadra em que ele mora, fazendo então uma interpolação dentro das coordenadas das esquinas dessa quadra, levando em consideração o lado do logradouro e a esquina mais próxima. Essa interpolação tem como objetivo obter uma aproximação das coordenadas reais, precisa o suficiente para os propósitos desse trabalho.

Segue o algoritmo desenvolvido em linguagem C :

```
void geocodifica (char *nomearq, int codlogr, int k, int direita,  
                 long double *lat, long double *lon)  
{  
    FILE *arq;  
    char linha[256];  
    int code2, i;  
    long double ab, este, norte, este1, norte1, este2, norte2;
```

```
*lat = *lon = 0.0;

default_ext (nomearq, "out"); // Força extensão no nome do arquivo
if ((arq = fopen (nomearq, "rt")) == NULL)
{
    printf ("Erro em arq.out\n");
    exit(1);
}
hayford(); // Usa Internacional de 1924
while (le_linha(linha))
{
    sscanf (linha, "%Lf %Lf %d", &este1, &norte1, &code2);
    if (code2 == codlogr)
    {
        for (i = 1; i < (k*2)-1; i++)
            fscanf (arq, "%Lf %Lf %d\n", &este1, &norte1, &code2);
        fscanf (arq, "%Lf %Lf %d\n", &este2, &norte2, &code2);
        ab = dist_plana (este1, norte1, este2, norte2); // distância plana entre 2 pontos
        if (ab != 0.0)
        {
            coordenadas (este1, norte1, este2, norte2,
                &este, &norte, 0.0, ab*0.5); // Coloca no centro do segmento
            utm_geo (norte, este, -45, 'S', lat, lon); // Converte de UTM p/ geográfica
        }
        break;
    }
}
fclose (arq);
}

void main(int argc, char *argv[])
{
    FILE *arq, *arq2, *arq3;
    unsigned char linha[256], nomearq[256], nomearq2[256];
    long num, inidir, fimdir, iniesq, fimesq;
    long double num1, key, lat, lon, este, norte;
    int k, codlogr, achei, direita;

    if (argc != 3)
    {
        puts ("GEOCODE arqcart arqconv");
        exit(1);
    }
    strcpy (nomearq, argv[1]);
    strcpy (nomearq2, argv[2]);
    default_ext (nomearq, "adr");
    if ((arq = fopen (nomearq, "rt")) == NULL)
    {
        printf ("Erro em arq.adr\n");
    }
}
```

```
    exit(1);
}
default_ext (nomearq2, "geo");
if ((arq2 = fopen (nomearq2, "wt")) == NULL)
{
    printf ("Erro em arq.geo\n");
    exit(1);
}
default_ext (nomearq, "txt");
if ((arq3 = fopen (nomearq, "rt")) == NULL)
{
    printf ("Erro em arq.txt\n");
    exit(1);
}
hayford();

while (fscanf (arq3, "%Lf %d %Lf\n", &key, &codlogr, &num1) == 3)
{
    num = num1;
    lat = lon = 0.0;
    posiciona_inicio(arq);
    while (le_linha(linha))
    {
        if (linha[0] == '*')
        {
            le_linha(linha);
            if (atoi(linha) == codlogr)
            {
                achei = 0;
                k = 0;
                do
                {
                    k++;
                    if (!le_linha(linha))
                        break;
                    if (linha[0] == '*' || linha == NULL)
                        break;
                    inidir = atol(linha);
                    if (!le_linha(linha))
                        break;
                    if (linha[0] == '*' || linha == NULL)
                        break;
                    fimdir = atol(linha);
                    if (!le_linha(linha))
                        break;
                    if (linha[0] == '*' || linha == NULL)
                        break;
                    iniesq = atol(linha);
                    if (!le_linha(linha))

```

```
break;
if (linha[0] == '*' || linha == NULL)
    break;
fimesq = atol(linha);
if (par(num))
{
    if (par(iniesq))
    {
        if (num >= iniesq && num <= fimesq)
        {
            achei = 1;
            direita = 0;
        }
    }
    else
    {
        if (num >= inidir && num <= fimdir)
        {
            achei = 1;
            direita = 1;
        }
    }
}
else
{
    if (iniesq % 2 != 0)
    {
        if (num >= iniesq && num <= fimesq)
        {
            achei = 1;
            direita = 0;
        }
    }
    else
    {
        if (num >= inidir && num <= fimdir)
        {
            achei = 1;
            direita = 1;
        }
    }
}
} while (!achei);
if (achei)
{
    geocodifica (nomearq, codlogr, k, direita, &lat, &lon);
    break;
}
}
```

```
}  
}  
fprintf (arq2, "%Lf %d %Lf %Lf %Lf\n", key, codlogr, num1, lat, lon);  
}  
  
fclose (arq);  
fclose (arq2);  
fclose (arq3);  
}
```

7. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios. A fase seguinte de visualização pode ser vista na Figura 2. Estamos utilizando o programa Atlas GIS, e consideramos o uso futuro do ARC-INFO.

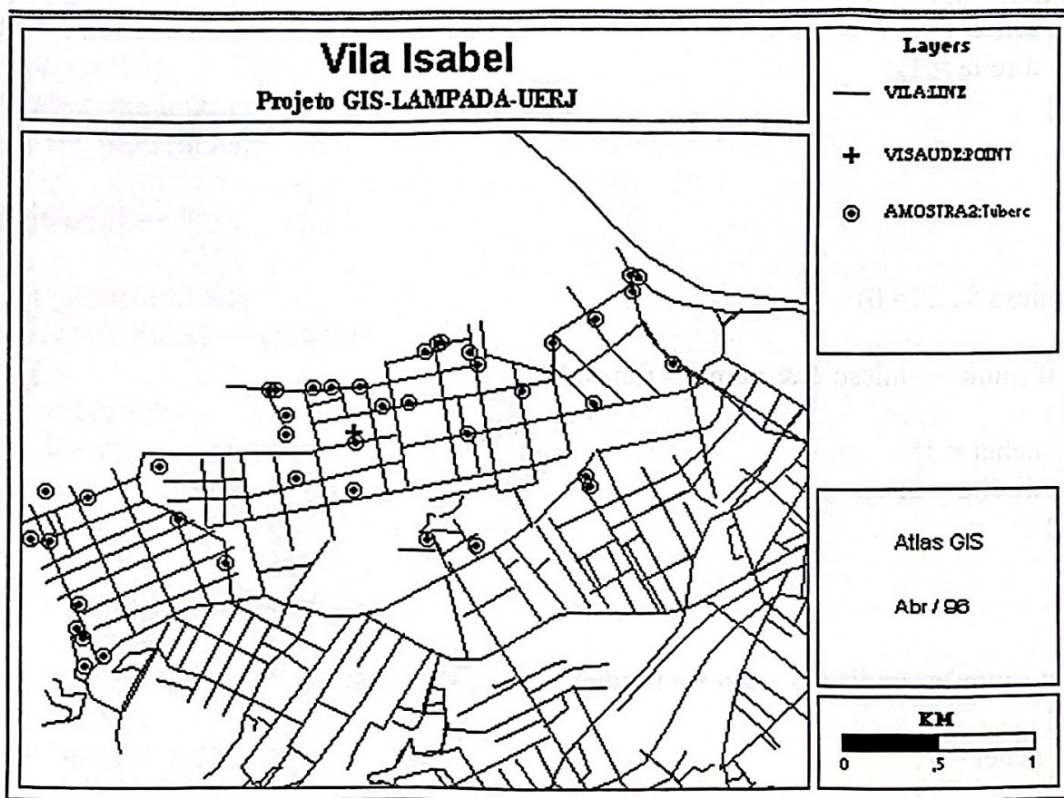


Figura 2. Mapa de Vila Isabel e Grajaú com os pacientes do programa de Tuberculose representados pelos pontos com círculo em volta. O posto de saúde está representado pela cruz.

A análise dos resultados, no momento da redação deste texto não estava concluída, e dependerá de análise de médicos do posto de saúde que gerenciam o programa de tuberculose.

A metodologia atendeu as necessidades e apenas a digitalização para efeito de visualização não foi considerada viável pois dificilmente sobrepõe-se perfeitamente na digitalização para georeferenciamento, daí recomenda-se usar a própria digitalização para georeferenciamento na visualização do mapa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CIPSAP-DEFINIDA, "Classificación Internacional de Problemas de Salud en Atención Primaria", Centro Internacional para la salud en atención primaria, Buenos Aires, 1986.
2. KING, M., Medical Care in Developing Countries, Oxford University Press, Oxford, 1966.
3. PEREZ, V.L., "Developing Informatics Plans in Health Care Organizations", MEDINFO'89 Proceedings, Elsevier Ed., Amsterdam, pp.1062-1069, 1989.
4. IVERSEN, J.H.; et alli, "The State of Development of Informatics in Primary Health Care in Norway", MEDINFO'89 Proceedings, Amsterdam, pp. 1074-1077, 1989.
5. PANZER, D., "The Present and Future of Health Information System of the German Democratic Republic", MEDINFO'89 Proceedings, Elsevier Ed., Amsterdam, pp. 971-975, 1989.
6. PARK, H.A., "Development of the Health Center Information System in the city of Seoul", MEDINFO'89 Proceedings, Elsevier Ed., Amsterdam, pp. 987-990, 1989.
7. ZEMANEK, H., "Selected Remarks on Information Processing", in Information Processing of Medical Records, Ed. Anderson, J. & Forsythe, J.M., North-Holland, pp. 55-64, 1970.
8. BRYANT, J.H., "Management Information Systems for Primary Health Care: hopes and cautionary notes" in Management Information Systems and Microcomputers in Primary Health Care, Aga-Khan Foundation/Escola Nacional de Saúde Pública, Lisboa, pp. 27-30, 1988.
9. Matos, H.J. de, "Um Sistema de Informações Geográficas para Vigilância Nutricional em Atenção Primária à Saúde", dissertação de mestrado, PEB-COPPE-UFRJ, 1992.
10. SNOW, J., "Sobre a maneira de transmissão do Cólera", 2ª edição brasileira, Hucitec-Abrasco, São Paulo, 1990.
11. WORLD HEALTH ORGANIZATION/CENTER FOR DISEASE CONTROL (CDC), EPI-MAP, Atlanta, 1991.
12. NOBRE, F. et alli, "CARTED. Programa Gerador de mapas digitalizados para o Sistema de Informações Geográficas em Malária - SIG - Malária", manual, PEB-COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 1990.
13. PERNA, MARCO ANTONIO L., "Compressão de estruturas de dados de um GIS", Congresso Brasileiro de Cartografia, Salvador, 1995.
14. PERNA, MARCO ANTONIO L., "Módulo de Compactação de Imagens Discretas", dissertação de mestrado, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, fevereiro de 1994.
15. JAHANS, PETER C., QDIGIT.EXE em QDG206.ZIP. Dept. of Geology, University of Alberta, Edmonton, Alberta, Canada. pcjahans@cepheus.uacs.ualberta.ca
16. GRAÇA, LÚCIO MURATORI de A., "Um Padrão TIGER FILES Nacional", FATOR GIS nº 10, pp. 28. Sagres Editora, 1995.