

SISTEMAS DE SANEAMENTO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

HEBER PIMENTEL GOMES
organizador



SISTEMAS DE SANEAMENTO

Eficiência Energética

Heber Pimentel Gomes
Organizador

Editora Universitária – UFPB
João Pessoa, Brasil - 2010

8 Utilização de Sistema de Informações Geográficas para controle da ocorrência de vazamentos em redes de distribuição de água potável

Aline Christian Pimentel Almeida Santos e José Almir Rodrigues Pereira
Universidade Federal do Pará. Belém. Brasil

INTRODUÇÃO

No Brasil são produzidos 12,6 bilhões de m³ de água por ano, porém somente o equivalente a 7,6 bilhões de m³ são efetivamente faturados. Boa parte dessa água se perde entre as estações de tratamento e a torneira do consumidor final, tendo como principais causas os erros de medição, as fraudes nos hidrômetros, as ligações clandestinas (perdas aparentes), o uso excessivo de água na limpeza de unidades, os vazamentos e as perdas operacionais (ABES, 2007).

Como a eficiência na gestão de Sistema de Abastecimento de Água (SAA) está diretamente ligada à qualidade do atendimento ao usuário e ao equilíbrio financeiro da empresa, quando a gestão não é eficiente pode ocorrer racionamento, falta e perda de água, o que reflete diretamente no faturamento e no aumento das despesas do sistema.

Portanto, na avaliação de desempenho de SAAs é fundamental a organização das informações dos volumes de água, das despesas de exploração e dos dados comerciais. Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), em 2008, as despesas de exploração das prestadoras de serviços de abrangência regional foram de 40,82% com pessoal, 3,40% com produto químico, 14,57% com energia elétrica, com parte desses dados sendo computados no volume perdido de água (BRASIL, 2010).

Tsutiya (2006) recomenda a realização do balanço hídrico na gestão de SAAs. Esse procedimento é uma forma estruturada de avaliar os componentes dos fluxos e usos da água no sistema e seus valores absolutos e relativos, além de fundamentar o estabelecimento de diversos indicadores de desempenho utilizados no acompanhamento das ações técnicas, operacionais e empresariais.

Na elaboração do balanço hídrico é importante observar os volumes perdidos de água em cada unidade. Em muitos casos, os vazamentos na rede de distribuição de água representam parcela significativa do volume de água perdido no SAA.

De acordo com Silva (2005), o volume perdido de água na rede pública de distribuição é tema complexo e ainda não tratado em profundidade. Esse assunto teve maior relevância a partir de 1999, com a implantação do Programa Nacional de Combate ao Desperdício de Água (PNCDA), que a partir do ano de 2003 teve convênio firmado com o ministério das cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Contudo, os vazamentos nas tubulações de distribuição de água ainda continuam sendo um grande problema na gestão dos SAAs, o que decorre da idade e da qualidade das tubulações, da forma de assentamento da rede, de acidentes eventuais, da profundidade e do tipo de pavimento etc.

Por outro lado, a recuperação do vazamento está ligada a rapidez e precisão com que essa ocorrência é informada, a estrutura interna da equipe de manutenção e as condições do local do vazamento.

Portanto, é essencial a obtenção e o gerenciamento de informações confiáveis, maximizando o potencial de seus benefícios, auxiliando na gestão, reduzindo os custos e facilitando o intercâmbio e a manipulação de dados.

O controle e a recuperação de vazamentos proporcionam melhorias no desempenho econômico da empresa, revertendo tal benefício em tarifas mais baixas para os usuários, na economia na aplicação de recursos no SAA, o que resulta em desempenho gerencial e operacional adequado para o uso racional de água e de energia elétrica.

Nesse contexto, a aplicação de tecnologias que facilitem o gerenciamento e auxiliem na tomada de decisão são recomendadas para o monitoramento e controle do volume perdido de água. Entre essas pode ser citada a utilização de Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como alternativa eficaz para o

gerenciamento de vazamentos em redes de distribuição de água, já que esse instrumento prioriza a informação, tornando os processos mais rápidos, simples e eficientes.

O SIG é uma das tecnologias do geoprocessamento que proporciona, aos gestores, técnicos e usuários, rapidez e confiabilidade na análise dos dados e informações da área em estudo, reduzindo o tempo e melhorando a qualidade da tomada de decisão.

Essa tecnologia pode ser aplicada no planejamento e cadastros técnicos, com a finalidade de armazenar e relacionar as informações operacionais, cartográficas e descritivas do SAA. Além disso, o uso desse sistema facilita o controle operacional e a manutenção preventiva do SAA, evitando ou reduzindo gastos com serviços de recuperação e de compra de equipamentos, portanto, possibilitando a diminuição do volume perdido de água (SANTOS, 2008).

A utilização de SIG facilita a identificação da localização específica de determinado fenômeno, por exemplo, o local de um vazamento, permitindo o acompanhamento e a análise comparativa desse fenômeno com o de outros espaços. Portanto, o SIG é importante no gerenciamento ao disponibilizar resultados mais rápidos e confiáveis, em comparação às formas convencionais de armazenamento e análise de dados.

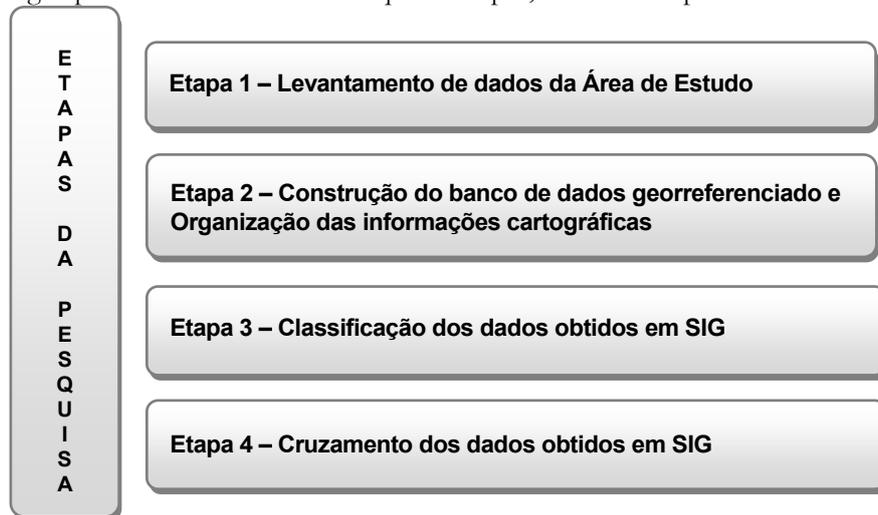
Desse modo, o SIG é uma ferramenta informacional adequada para a representação espacial da incidência de vazamentos na rede de distribuição de água, conforme exemplificado a seguir.

APLICAÇÃO DO SIG

A utilização de softwares para vinculação de banco de dados em bases cartográficas é recomendada no controle da incidência de vazamentos em tubos, conexões e registros da rede de distribuição de água. O software Arcview 3.2, da *Environmental Systems Research Institute* (ESRI), é uma das alternativas para o geoprocessamento desses dados e informações, em razão do seu caráter abrangente, da facilidade de manipulação, da visualização e da análise de dados.

O Arcview 3.2 tem uma interface gráfica destinada a integrar dados espaciais e tabulares para sua posterior visualização em mapas, tabelas e gráficos. Possui ferramentas de análise espacial, georreferenciamento, visualização, criação e edição de tabelas e dados geográficos, produção e criação de mapas (ARCVIEW..., [2004]).

A aplicação do SIG no controle e espacialização de ocorrências de vazamento na rede de distribuição de água pode ser desenvolvida em quatro etapas, conforme representado no Fluxograma 1.



Fluxograma 1 – Etapas da aplicação do SIG no controle e espacialização de ocorrências de vazamento na rede de distribuição de água

Para exemplificar a aplicação de SIG, é apresentada a espacialização dos dados de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor – Belém/PA, que foi realizada na cooperação técnica Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento (GPHS) / Universidade Federal do Pará (UFPA) com a Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA).

LEVANTAMENTO DE DADOS DA ÁREA DE ESTUDO

Inicialmente foram levantados dados e informações para caracterização da área de estudo e conhecimento das ocorrências de vazamento na rede de distribuição de água do 3º setor. Esse setor é gerenciado pela COSANPA e está localizado na zona central do município de Belém, estado do Pará, ao norte do Brasil, entre as coordenadas 01°03' e 01°32' de latitude Sul e 48°11' e 48°39' de longitude Oeste de Greenwich.

Segundo dados do Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da RMB, o 3º setor atende a população (89.484 habitantes) residente nos bairros Umarizal, Reduto e Nazaré, tendo área de 453.293 ha (PEREIRA, 2006).

O fornecimento de água para o 3º setor é realizado pelo sistema Utinga - São Braz, no qual a água bruta é captada no lago Bolonha, localizado na Área de Proteção Ambiental (APA) de Belém, e tratada na ETA São Braz. Em seguida, a água potável é bombeada para armazenamento em reservatório e então distribuída para a rede de distribuição do 3º setor, constituída por tubulações de PVC, cimento amianto e ferro fundido, totalizando 233.175 m de rede.

Na Figura 1 é mostrada a localização do 3º Setor de Abastecimento de Água do município de Belém na RMB.

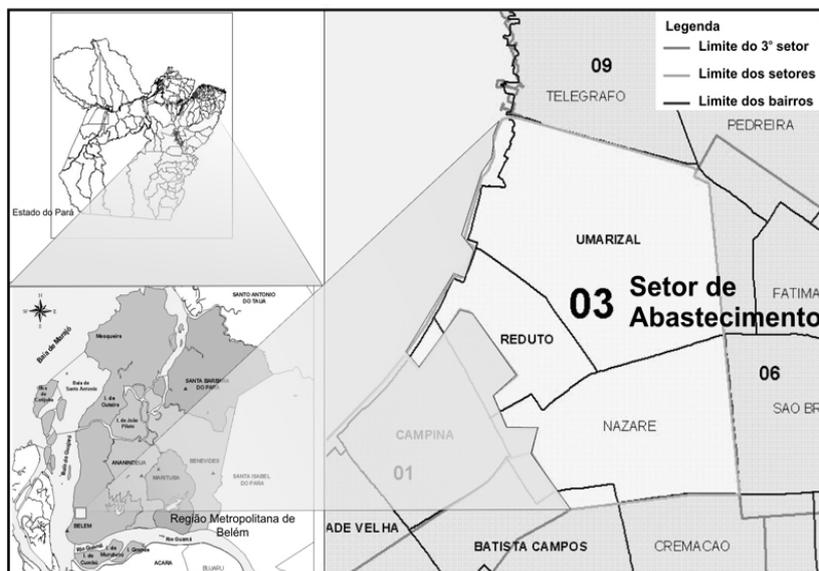


Figura 1 – Localização da Área de estudo.

Para a espacialização das ocorrências de vazamentos no 3º setor, foram levantados dados e obtidas bases cartográficas, em formato CAD (DWG), na Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (CODEM) e na COSANPA.

Na base fornecida pela CODEM constavam informações do traçado e as denominações dos logradouros e dos bairros, enquanto na base COSANPA foram obtidas informações das tubulações de distribuição de água do 3º setor.

O setor operacional da COSANPA forneceu planilha com informações dos 248 vazamentos ocorridos no 3º setor, no período de maio de 2006 a abril de 2007, as quais são relacionadas no Quadro 1.

Quadro 1 – Dados de ocorrências de vazamentos na área de estudo.

NÚM	DADOS DA OCORRÊNCIA DE VAZAMENTO
1	Localização geográfica do ponto de vazamento
2	Mês e ano da ocorrência de vazamento
3	Bairro
4	Rua e Perímetro
5	Diâmetro da tubulação onde ocorreu o vazamento
6	Material da tubulação onde ocorreu o vazamento
7	Localização da tubulação (passeio ou rua)
8	Data da reclamação do vazamento
9	Data da recuperação do vazamento
10	Tempo para recuperação (dias)

CONSTRUÇÃO DO BANCO DE DADOS E ORGANIZAÇÃO DAS INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Os dados e informações obtidos na COSANPA foram organizados em banco de dados construído em formato DBF4 (DataBase 4), utilizando o *software* Excel da *Microsoft*. Esse banco de dados foi desenvolvido para facilitar a consulta e a edição de dados.

Na Figura 2 é mostrada a tela de visualização do banco de dados “Vazamentos”, que foi desenvolvida no *software* Excel 2003, no formato DBF 4, tendo as seguintes informações da ocorrência de vazamento: mês e ano, endereço, bairro, diâmetro da tubulação onde ocorreu o vazamento, localização da tubulação (rua ou passeio), data da solicitação de recuperação e data da recuperação.

ID	MES_ANO	ENDEREÇO	PERIMETRO	BAIRRO	DIÂMETRO TUBULAÇÃO	MATERIAL	LOCALIZACAO	DATA DE SOLICITACAO	DATA DE ATENDIMENTO	DURACAO (DIAS)
1	Mai/2006	Av. Braz de Aguiar	Rua Quintino Bocaluva	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	2/5/2006	3/5/2006	1
2	Mai/2006	Tv. 14 de Marco	Tv. Jose Pio e Tv. Manoel Evaristo	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	2/5/2006	2/5/2006	0
3	Mai/2006	Tv. Piedade	Av. Gov. Jose Malcher	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	3/5/2006	3/5/2006	0
4	Mai/2006	Tv. 14 de Marco	Av. Gentil Bittencourt e Av. Nazare	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	8/5/2006	10/5/2006	2
5	Mai/2006	Rua Jobo Balby	Rua Quintino Bocaluva	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	8/5/2006	8/5/2006	0
6	Mai/2006	Av. Alcindo Cacela	Rua Ferreira Pena e Pss. Independencia	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	9/5/2006	9/5/2006	0
7	Mai/2006	Rua Soares Carneiro	Rua Curuca e Tv. 14 de Marco	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	10/5/2006	18/5/2006	8
8	Mai/2006	Rua D. Alberto Galdencio Ramos	Av. Generalissimo Deodoro e Tv. 14 de Marco	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	11/5/2006	12/5/2006	1
9	Mai/2006	Av. Gov. Jose Malcher	Rua Dr. Moraes e Tv. Piedade	Nazare	200 mm	FoFo	Rua	12/5/2006	12/5/2006	0
10	Mai/2006	Rua Antonio Barreto	Av. Visc. de Souza Franco e Av. Alm. Visconde de Souza Franco	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	13/5/2006	15/5/2006	2
11	Mai/2006	Tv. Quintino Bocaluva	Av. Nazare	Nazare	150 mm	FoFo	Passeio	17/5/2006	22/5/2006	5
12	Mai/2006	Av. Alcindo Cacela	Rua Bernal do Couto e Rua Oliveira Beld	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	22/5/2006	1/6/2006	10
13	Mai/2006	Pss. Independencia	Tv. 14 de Marco	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	24/5/2006	27/5/2006	3
14	Mai/2006	Av. Nazare	Pss. Joaquim Nabuco e Rua Quintino Bocaluva	Nazare	300 mm	Cimento Amianto	Passeio	26/5/2006	29/5/2006	3
15	Mai/2006	Pss. Celsa	Tv. D. Romualdo de Seixas e Av. Alm. Visconde de Souza Franco	Nazare	50 mm	PVC	Rua	26/5/2006	27/5/2006	1
16	Mai/2006	Tv. Manoel Evaristo	Av. Pedro Alvares Cabral e Tv. Jose Pio	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	29/5/2006	30/5/2006	1
17	Mai/2006	Rua Antonio Barreto	Av. Visc. de Souza Franco	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	29/5/2006	30/5/2006	1
18	Mai/2006	Rua Soares Carneiro	Rua Curuca e Tv. 14 de Marco	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	29/5/2006	29/5/2006	0
19	Mai/2006	Pss. Independencia	Tv. 14 de Marco e Av. Alcindo Cacela	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	30/5/2006	31/5/2006	1
20	Mai/2006	Av. Nazare	Pss. Joaquim Nabuco e Rua Quintino Bocaluva	Nazare	100 mm	Cimento Amianto	Passeio	30/5/2006	30/5/2006	0
21	Mai/2006	Av. Nazare	Pss. Joaquim Nabuco e Rua Quintino Bocaluva	Nazare	100 mm	Cimento Amianto	Passeio	30/5/2006	31/5/2006	1
22	Mai/2006	Pss. Leopoldina	Av. Gov. Jose Malcher e Av. Nazare	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Rua	31/5/2006	1/6/2006	1
23	Junho/2006	Rua Bernal do Couto	Av. Alcindo Cacela	Nazare	150 mm	Cimento Amianto	Passeio	2/6/2006	5/6/2006	3
24	Junho/2006	Rua Domingos Marreiros	Av. Visc. de Souza Franco e Av. Alm. Visconde de Souza Franco	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	5/6/2006	7/6/2006	2
25	Junho/2006	Av. Generalissimo Deodoro	Av. Gentil Bittencourt e Av. Braz de Aguiar	Nazare	300 mm	FoFo	Rua	9/6/2006	12/6/2006	3
26	Junho/2006	Rua Dom Romualdo Coelho	Rua Jeronimo Pimentel	Nazare	125 mm	Cimento Amianto	Rua	12/6/2006	18/6/2006	7
27	Junho/2006	Rua Dougo Mosa	Tv. D. Romualdo Coelho e Tv. D. Romualdo Coelho	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	12/6/2006	28/6/2006	14
28	Junho/2006	Rua Bernal do Couto	Tv. D. Romualdo Coelho e Av. Alm. Visconde de Souza Franco	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	12/6/2006	12/6/2006	0
29	Junho/2006	Av. Visconde de Souza Franco	Rua Municipalidade e Av. Pedro Alvares Cabral	Nazare	75 mm	FoFo	Passeio	13/6/2006	13/6/2006	0
30	Junho/2006	Rua Antonio Barreto	Av. Alm. Wandenkolk	Nazare	75 mm	PVC	Passeio	13/6/2006	23/6/2006	10
31	Junho/2006	Rua D. Alberto Galdencio Ramos	Av. Generalissimo Deodoro e Tv. 14 de Marco	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	16/6/2006	18/6/2006	3
32	Junho/2006	Av. Nazare	Rua Quintino Bocaluva e Av. Generalissimo Deodoro	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	16/6/2006	3/7/2006	17
33	Junho/2006	Rua Joaquim Nabuco	Av. Gov. Jose Malcher e Av. Nazare	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	19/6/2006	20/6/2006	1
34	Junho/2006	Av. Gov. Jose Malcher	Av. Alm. Wandenkolk e Rua Quintino Bocaluva	Nazare	200 mm	FoFo	Rua	19/6/2006	21/6/2006	2
35	Junho/2006	Av. Gentil Bittencourt	Rua Quintino Bocaluva e Tv. Rui Barbosa	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Passeio	19/6/2006	20/6/2006	1
36	Junho/2006	Rua Jose Balby	Av. Visc. de Souza Franco	Nazare	75 mm	Cimento Amianto	Rua	20/6/2006	20/6/2006	0

Figura 2 – Visualização do banco de dados “vazamentos” no *software* Excel 2003

Fonte: Companhia de Saneamento do Pará (2007a).

Nesse banco de dados foram relacionadas informações da rede do 3º setor de distribuição de água, sendo observados diâmetros entre 50 e 300 mm, tubulações de diferentes materiais (PVC, cimento amianto e ferro fundido) localizadas na rua ou no passeio.

Os dados de vazamento na rede de distribuição de água e as informações cartográficas da área de estudo foram georreferenciadas utilizando o sistema de coordenadas geográficas, com base no Datum de referência *South American Datum 1969 (SAD-69)*. O conjunto dessas informações foi organizado por “temas” ou “camadas” utilizadas no Arcview 3.2 e salvo em formato shapefile (SHP), de acordo com o tipo de informação.

Para a construção do projeto em SIG, o banco de dados construído no *software* Excel 2003, no formato DBF4, foi exportado para o *software* Arcview 3.2, o que permitiu a sistematização das informações de vazamentos na rede de distribuição de água.

O relacionamento dessas informações com outros dados da rede de distribuição facilita a análise da situação, podendo, com isso, evitar perdas operacionais e gastos na manutenção da rede, contribuindo para a resolução de possíveis problemas com a identificação das relações entre dados geográficos e alfanuméricos. Portanto, gerando resultados adequados para a gestão de SAAs.

As informações cartográficas, como pontos de vazamentos, tubulações, base viária e limite do 3º setor, foram organizadas e espacializadas no *software* Arcview 3.2, conforme mostrado na Figura 3.

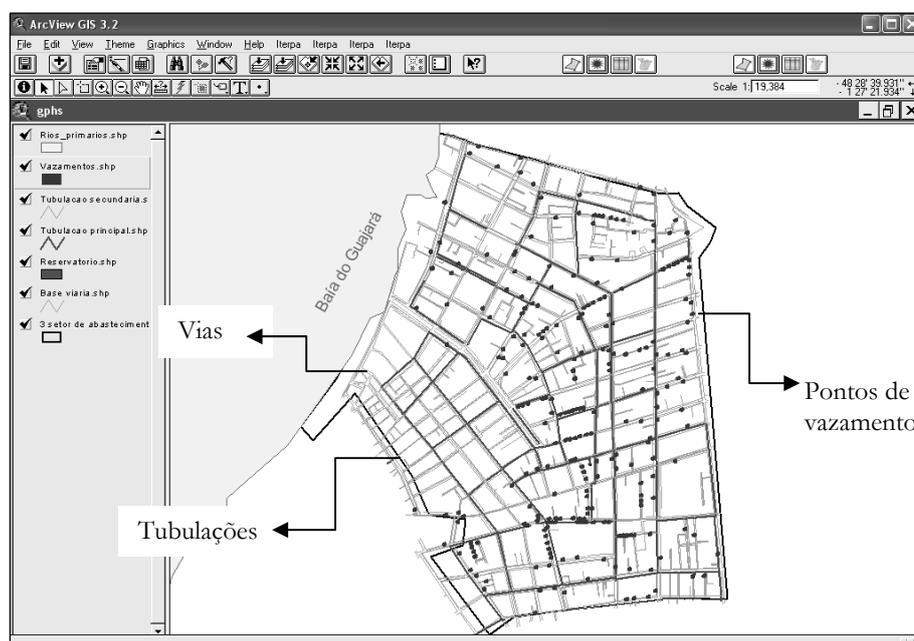


Figura 3 – Visualização das informações cartográficas no *software* Arcview 3.2

Fonte: Companhia de Saneamento do Pará (2007b); Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (1999).

Em seguida, o banco de dados construído foi vinculado às informações cartográficas dos pontos de vazamentos, já organizadas no formato SHP, gerando o tema “Vazamento”. Na Figura 4 é exemplificada a ocorrência de vazamento em janeiro de 2007, na Rua Bernal do Couto, bairro do Umarizal, em tubulação de PVC com diâmetro de 75 mm.

Com esse mesmo procedimento foram construídos os seguintes temas, para facilitar a recuperação e análise da informação dos vazamentos ocorridos na rede do 3º setor no período de maio de 2006 a abril de 2007:

- Área de abrangência do 3º setor;
- Tubulações principais;
- Tubulações secundárias;
- Base Viária;
- Limites de bairros.

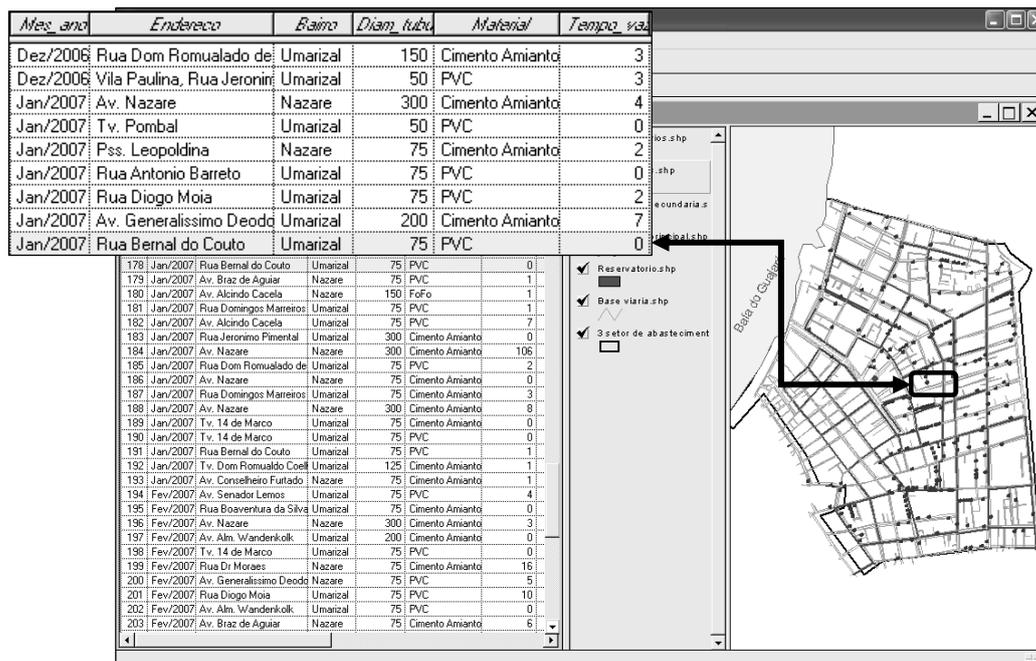


Figura 4 – Visualização das informações cartográficas vinculadas ao banco de dados no *software* Arcview 3.2.

CLASSIFICAÇÃO DOS DADOS OBTIDOS EM SIG

A espacialização dos dados primários fornecidos pela COSANPA, das 248 ocorrências de vazamentos do 3º setor de distribuição de água da RMB durante o período estudado, permitiu a classificação dos vazamentos e a geração de mapas específicos, como:

- Data da ocorrência dos vazamentos;
- Diâmetro da tubulação onde ocorreu o vazamento.
- Bairro onde ocorreu o vazamento;
- Tipo de material da tubulação em que ocorreu o vazamento;
- Logradouro onde ocorreu o vazamento;
- Local de ocorrência do vazamento (parque ou rua);
- Tempo para recuperação do vazamento;

Com isso, foi possível verificar que o maior número de vazamentos ocorreu em novembro de 2006 (36 vazamentos), e o menor número, nos meses de outubro e dezembro de 2006 (13 vazamentos), conforme representado no Gráfico 1.

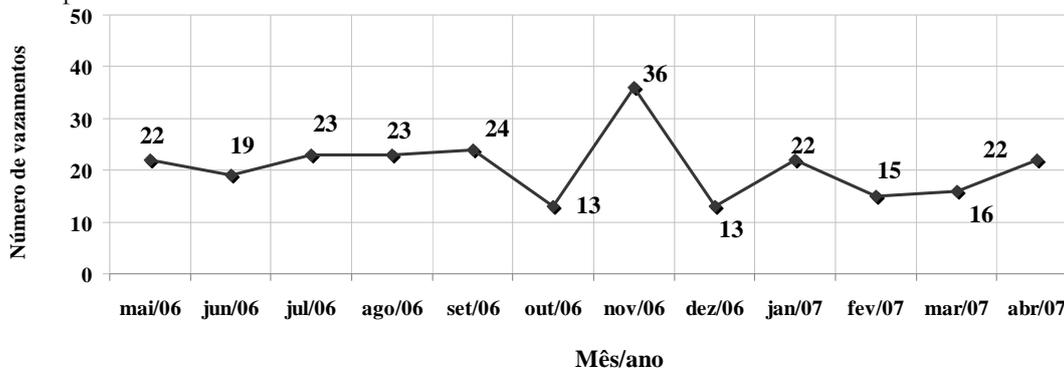


Gráfico 1 – Ocorrência de vazamentos no período de maio de 2006 a abril de 2007

Fonte: Companhia de Saneamento do Pará (2007a).

Com essa classificação também foi constatado que a maioria dos vazamentos ocorreu em tubulações de 75 mm de diâmetro, com 177 vazamentos (Gráfico 2), com a maior parte das ocorrências em tubulações localizadas no passeio.

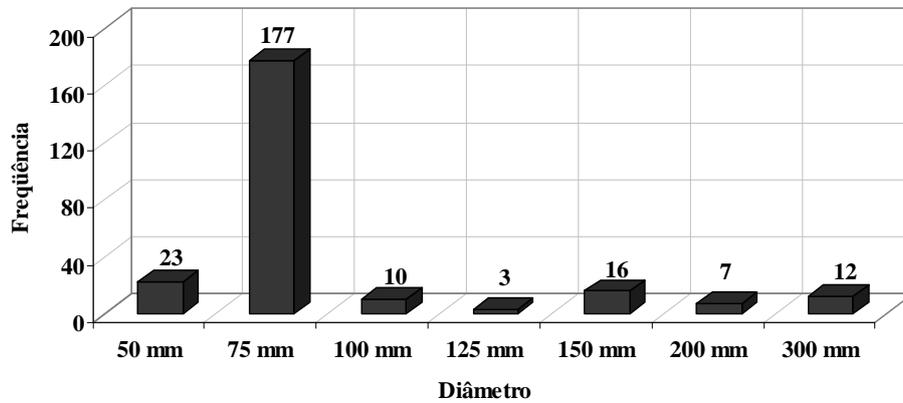
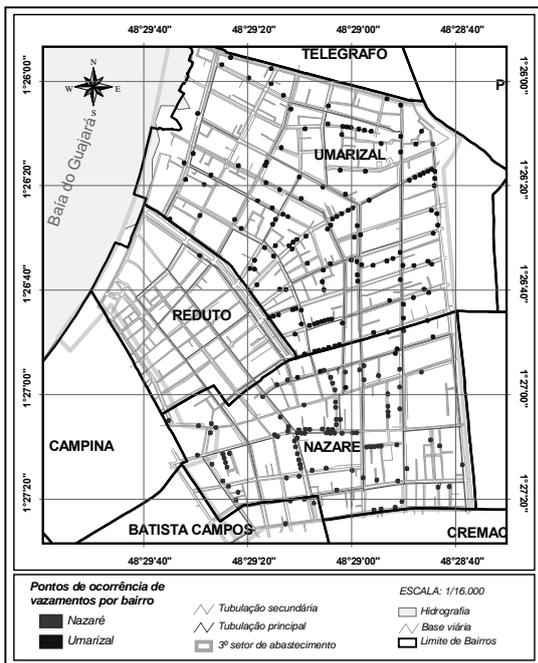


Gráfico 2 – Ocorrência de vazamentos por diâmetro da tubulação no período de maio de 2006 a abril de 2007

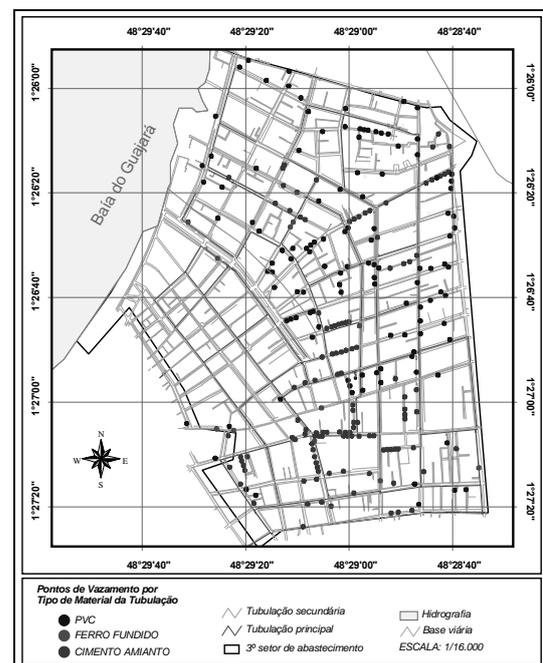
Fonte: Companhia de Saneamento do Pará (2007a).

No período analisado foi verificado que o maior número de vazamentos ocorreu no bairro do Umarizal (147 ocorrências). No bairro de Nazaré foram identificadas 101 ocorrências, enquanto no Bairro do Reduto não foi observada nenhuma ocorrência de vazamento (Mapa 1).

Dos vazamentos ocorridos, 119 foram em tubulações de PVC, 111 em tubulações de cimento amianto e 11 em tubulações de ferro fundido (Mapa 2).



Mapa 1 – Pontos de ocorrência de vazamentos por bairro.



Mapa 2 – Pontos de ocorrência de vazamentos por tipo de material das tubulações

Na verificação do tempo para recuperação dos vazamentos foi constatado que 71 vazamentos foram solucionados na mesma data de solicitação de atendimento; 52 vazamentos somente foram recuperados após 1 dia; 31 vazamentos após 2 dias; 22 vazamentos demoraram 10 dias ou mais para serem solucionados; as outras ocorrências duraram de 3 a 9 dias para a realização dos serviços de recuperação do vazamento, conforme representado no Gráfico 3.

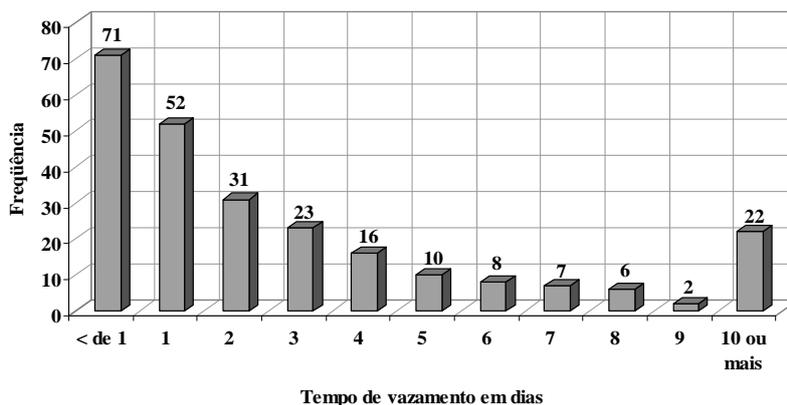
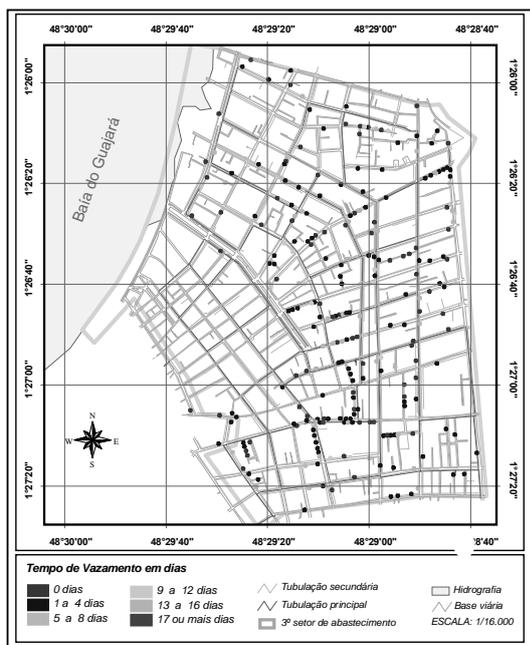


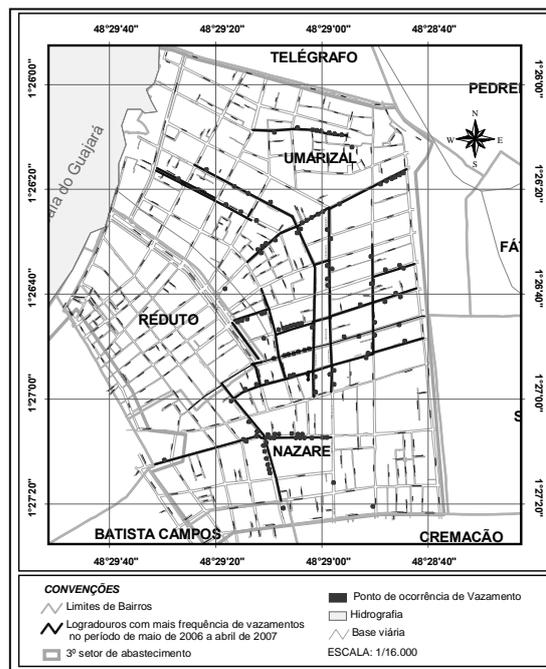
Gráfico 3 – Tempo de duração dos vazamentos ocorridos no período estudado
 Fonte: Companhia de Saneamento do Pará (2007a).

No Mapa 3 é possível visualizar a distribuição espacial dos pontos de ocorrência de vazamentos no 3º setor, de acordo com o tempo para recuperação do vazamento.

Também foi constatado que o logradouro com mais ocorrências de vazamento foi a av. Nazaré, com 19 vazamentos, sendo 18 em tubulações de cimento amianto e 1 em tubulações de PVC (Mapa 4).



Mapa 3 – Pontos de ocorrência de vazamentos classificados por tempo de vazamento



Mapa 4 – Logradouros com maior frequência de vazamentos

CRUZAMENTO DOS DADOS EM SIG

O cruzamento dos dados contidos no banco de dados “vazamentos” gerou resultados importantes para a caracterização dos vazamentos ocorridos no 3º setor. O relacionamento dos dados primários possibilitou a construção de mapas, com as seguintes informações:

- Dados de localização (bairro ou logradouro), de material da tubulação (PVC, FoFo, Cimento Amianto) e tempo de vazamento em dias;
- Dados de mês e ano da ocorrência de vazamento por localização da tubulação (passeio ou rua);
- Dados de diâmetro da tubulação e tipo de material;

- Dados de mês e ano da ocorrência de vazamento e bairro;
- Dados de mês e ano de ocorrência do vazamento por tempo de recuperação do vazamento.

Entre os relacionamentos citados pode ser destacada a relação entre os dados de localização (bairro ou logradouro), de material da tubulação (PVC, FoFo, Cimento Amianto) e tempo de vazamento em dias; e a relação entre os dados de mês e ano da ocorrência de vazamento por localização da tubulação (passeio ou rua).

Com isso, foi constatado que o maior número de vazamentos ocorreu em tubulações de cimento amianto, na Avenida Nazaré, no bairro de Nazaré, com 18 ocorrências, e apenas 1 ocorrência em tubulações de PVC, totalizando 163 dias com vazamento durante o período estudado, 0,12 vazamentos por dia.

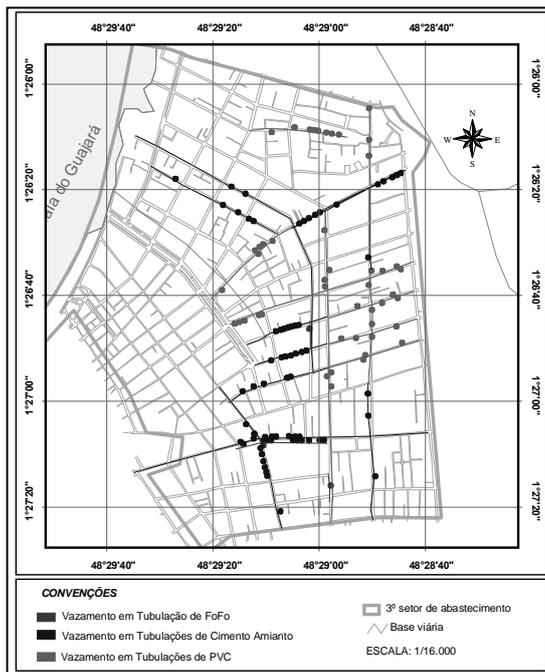
A Rua Bernal do Couto apresentou 11 ocorrências de vazamentos em tubulações de cimento amianto e 7 ocorrências em tubulações de PVC, num total de 68 dias com vazamentos, 0,26 vazamentos por dia, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1 – Ruas com maior frequência de vazamentos por material da tubulação e tempo de duração do vazamento no período de maio de 2006 a abril de 2007

Endereço	Material			Total de Vaz.	Dias com Vaz.	Vaz/dia
	Cimento Amianto	FoFo	PVC			
Av. Nazaré	18	-	1	19	163	0,12
Rua Bernal do Couto	11	-	7	18	68	0,26
Rua Domingos Marreiros	7	-	5	12	25	0,48
Tv. Quintino Bocaiúva	9	1	1	11	25	0,44
Av. Generalíssimo Deodoro	1	1	8	10	38	0,26
Rua Boaventura da Silva	7	-	3	10	23	0,43
Rua Dom Romualdo de Seixas	2	1	6	9	39	0,23
Rua Soares Carneiro	-	-	9	9	39	0,23
Tv.14 de Março	3	-	6	9	34	0,26
Rua Antonio Barreto	-	-	8	8	22	0,36
Rua João Balby	5	-	3	8	18	0,44
TOTAL GERAL	63	3	57	123	494	0,502

Fonte: Companhia de Saneamento do Pará (2007a).

Esses valores foram registrados no banco de dados possibilitando a geração de mapa, no qual é possível identificar a distribuição espacial das ruas com maior ocorrência de vazamentos por material no período estudado. Como exemplo, é apresentado o Mapa 5, que indica os pontos de vazamentos ocorridos em tubulações de PVC, Ferro fundido e cimento amianto.



Mapa 5 – Ruas com mais frequência de vazamentos por material da tubulação

Na análise da relação da data da ocorrência (mês e ano) com a localização da tubulação (rua ou passeio) é possível observar grande variação no número de ocorrências de vazamentos. Por exemplo, o número de vazamentos reduziu 27,23% entre os meses de junho (31,58%) a agosto de 2006 (4,35%) nas tubulações localizadas na rua; porém aumentou 27,23% nas tubulações localizadas no passeio, passando de 68,42% no mês de junho para 95,65% no mês de agosto de 2006, conforme pode ser observado no Gráfico 4.

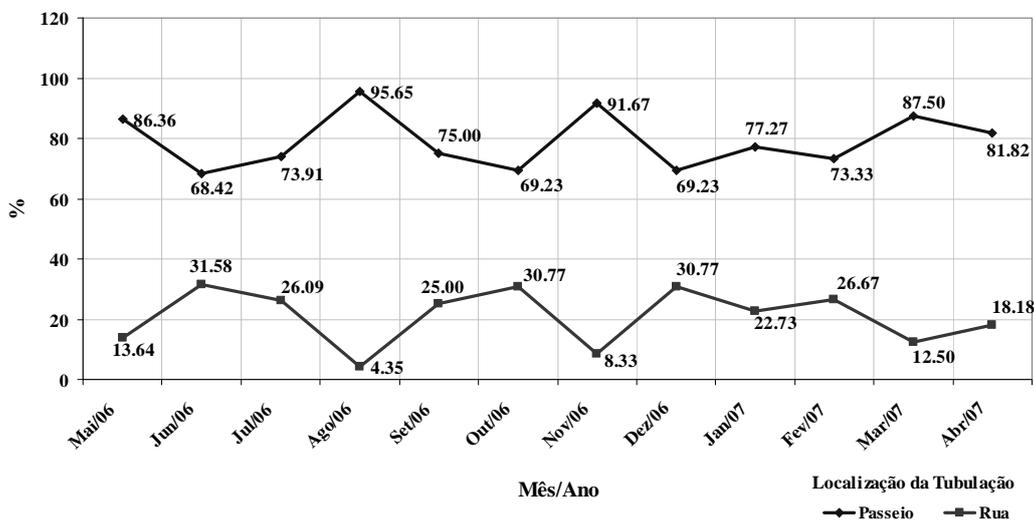


Gráfico 4 – Mês e Ano de ocorrência do vazamento por localização da tubulação
 Fonte: Companhia de Saneamento do Pará (2007a).

O cruzamento dos dados de diâmetro da tubulação por tipo de material permitiu verificar que o maior percentual de vazamentos (64,41%) ocorreu em tubulações de cimento amianto com diâmetro de 75 mm. Nas tubulações de ferro fundido, a maior incidência de vazamentos (36,36%) foi observada no em tubulações com diâmetro de 150 mm, enquanto que nas tubulações de PVC, o maior percentual de registro de vazamentos (83,19%) ocorreu em tubulações com 75 mm de diâmetro.

A utilização de mapas no gerenciamento de vazamentos em rede de distribuição de água facilita o conhecimento da informação e a atuação da equipe de manutenção responsável pela recuperação dos vazamentos, sendo ferramenta importante para o controle operacional e a redução do volume perdido em redes de distribuição de água.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com Pina et al. (2000), a implantação de SIG é um projeto de médio a longo prazo, sendo acessível aos órgãos públicos, e não deve ser vista como uma despesa, mas como um investimento em produção de informação, tendo alta taxa de retorno para as instituições.

Em geral, a implantação do geoprocessamento na atualização da base cadastral traz aumento da arrecadação, pois possibilita maior controle do processo e das rotinas de operação e manutenção e, com isso, redução das despesas e aumento do retorno com a comercialização do produto disponibilizado ao consumidor.

Além dos benefícios financeiros, o geoprocessamento funciona como uma ferramenta de aumento da eficiência e da eficácia das ações da empresa. Aumenta a eficiência ao permitir decisões mais rápidas e facilita o processamento de informações, e a eficácia, por utilizar uma análise mais abrangente, que normalmente, não é possível com as ferramentas tradicionais. Também permite o desenho mais adequado de políticas públicas, proporcionando melhor qualidade de gestão nos sistemas de infraestrutura.

Os softwares para geoprocessamento funcionam em microcomputadores e, exceto em aplicações com excesso de dados ou muito complexas, podem utilizar equipamentos comuns. O custo desses softwares não é muito diferente do custo de outros programas, e é possível treinar os próprios funcionários para utilizá-los.

No caso específico da utilização de SIG para o controle e a recuperação de vazamentos em redes de distribuição de água, é possível constatar que essa ferramenta possibilita maior agilidade para as equipes de controle e de manutenção, o que é decorrente do melhor registro das ocorrências de vazamentos. Com isso, naturalmente, é mais rápido o repasse das informações em ordens de serviços para as equipes que atuam em campo, facilitando a manutenção e/ou troca de tubos, conexões e registros na rede. Além disso, o registro rápido da informação auxilia na gestão e na definição de ações para melhorias no sistema.

A utilização de SIG exemplificada neste texto, no caso o monitoramento, controle e recuperação de vazamentos na rede de distribuição de água do 3º SAA, pode ser aplicada em qualquer local, pois é de fácil processamento e manuseio, favorecendo a gestão do abastecimento de água.

A grande variedade de informações utilizadas no controle de vazamentos pode ser inserida sem maiores dificuldades no SIG. Um aspecto importante a ser considerado é o temporal, pois as datas da informação da ocorrência e da recuperação do vazamento possibilitam estimar, com base em cálculos hidráulicos, o volume de água perdido e, com isso, ter maior conhecimento da necessidade de agilizar esse tipo de intervenção.

Assim, o conhecimento espacializado de informações relacionadas, como data da ocorrência de vazamento, endereço, bairro, diâmetro da tubulação, localização (rua ou passeio), data da solicitação de recuperação e data da recuperação permitiu caracterizar e detalhar os vazamentos ocorridos na área analisada. Portanto, construir o banco de dados e organizar as informações cartográficas obtidas para a elaboração do relatório de ocorrências de vazamentos é prática que deve ser incentivada nas empresas de saneamento.

Nesse contexto, é importante ressaltar que essa ferramenta de gerenciamento deve ser constantemente atualizada, pois a validade da sua utilização é condicionada a segurança e confiabilidade dos dados, razão para ser recomendado amplo treinamento e acesso dos funcionários da empresa.

REFERÊNCIAS

ABES. **Desperdício de água na pauta do Congresso da ABES no MS:** perdas de faturamento de algumas empresas de saneamento chegam a 70%. Disponível em: <http://www.abes-dn.org.br/noticias/23congr_materia3.htm>. Acesso em: 18 dez. 2007.

ARCVIEW for Windows. Version 3.2. [S. l.]: ESRI, [2004]. 1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. Programa de Modernização do Setor Saneamento. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: diagnóstico dos serviços de água e esgotos. 2008. Brasília: MCIDADES.SNSA, 2010.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO E ADMINISTRAÇÃO DA ÁREA METROPOLITANA DE BELÉM. Base Viária. Belém, 1999. 1 CD-ROM.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ. Relatório de vazamentos: sistema comercial. Belém, 2007a. 1 CD-ROM.

_____. **Base cartográfica da rede de distribuição de água do 3º Setor de Abastecimento.** Belém, 2007b. 1 CD-ROM.

PEREIRA, José Almir Rodrigues (Coord.). **Plano Diretor do Sistema de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém.** Belém: UFPA.GPHS, COSANPA, 2006.

PINA, M. F. et al. Os sistemas de informações geográficas. In: CARVALHO, M.S.; PINA, M.F.; SANTOS, S.M. (Org.). **Conceitos básicos de sistemas de informação geográfica e cartografia aplicados à saúde.** Brasília: Ministério da Saúde, 2000.

SANTOS, Aline C.P.A. **Sistemas de Informações Geográficas no Monitoramento e Recuperação de Vazamentos em Redes de Distribuição de Água.** 2008. 94 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária) – Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal do Pará, Belém, 2008.

SILVA, Fernando José Araújo da. Perda de água em sistemas públicos de Abastecimento no ceará. **Revista Tecnológica**, Fortaleza, v. 26, n. 1, p. 1-11, jun. 2005.

TSUTIYA, M.T. **Abastecimento de água.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento, 2006.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado do Pará (FAPESPA), à Companhia de Saneamento do Pará, ao Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento – GPHS/UFPA e ao Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento – LENHS/NORTE.