

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana

**DIAGNOSTICO DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE
INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA GESTÃO DE REDES DE
ÁGUA E ESGOTO POR ÓRGÃOS MUNICIPAIS NAS
MESORREGIÕES DE ARAÇATUBA/BAURU (SP)**

ENALDO PIRES MONTANHA JUNIOR

SÃO CARLOS

2011

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA URBANA

**DIAGNOSTICO DA UTILIZAÇÃO DE SISTEMAS DE
INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS NA GESTÃO DE REDES DE
ÁGUA E ESGOTO POR ÓRGÃOS MUNICIPAIS NAS
MESORREGIÕES DE ARAÇATUBA/BAURU (SP)**

ENALDO PIRES MONTANHA JUNIOR

Defesa de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Engenharia Urbana.

Orientação: Prof. Dr Sérgio Antonio Röhm

SÃO CARLOS
2011

**Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da
Biblioteca Comunitária da UFSCar**

M764du

Montanha Junior, Enaldo Pires.

Diagnostico da utilização de sistemas de informações geográficas na gestão de redes de água e esgoto por órgãos municipais nas mesorregiões de Araçatuba/Bauru (SP) / Enaldo Pires Montanha Junior. -- São Carlos : UFSCar, 2011.

130 f.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de São Carlos, 2010.

1. Sistemas de informação geográfica. 2. Geoprocessamento. 3. Saneamento. 4. Gerenciamento da informação. 5. Diagnóstico. I. Título.

CDD: 910.285 (20^a)



FOLHA DE APROVAÇÃO

ENALDO PIRES MONTANHA JUNIOR

Dissertação defendida e aprovada em 22/10/2010
pela Comissão Julgadora

Prof. Dr. Sergio Antonio Röhm
Orientador (DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Waldir José Gaspar
(Departamento de Arquitetura e Urbanismo/Centro Universitário Belas Artes de São Paulo)

Prof. Dr. João Sergio Cordeiro
(DECiv/UFSCar)

Prof. Dr. Ricardo Siloto da Silva
Presidente da CPG-EU

DEDICATÓRIA

A minha amada esposa Carla pelo amor, carinho, companheirismo, paciência e compreensão. A toda minha família pelo amor e por acreditarem em mim. E aos amigos de sempre.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Sergio Antonio Röhm pela oportunidade, confiança, paciência, atenção, amizade e excelentes orientações para a conclusão deste trabalho;

Aos professores do programa PPGEU de todas as disciplinas concluídas, agradeço pelos grandes ensinamentos;

Aos professores que compuseram o Exame da Banca de Qualificação, João Sérgio Cordeiro e Archimedes Raia Jr., pelas ótimas contribuições ao trabalho;

Agradeço a todo pessoal do departamento e secretaria por toda assistência prestada, em especial à Sônia;

Aos colegas pós-graduandos do programa, pelos trabalhos em equipe, debates e harmonia;

Aos colegas e amigos da Fundação Paulista de Tecnologia e Educação, pela confiança e incentivo para a conclusão deste trabalho;

Muito obrigado à todos.

RESUMO

Os órgãos gestores de saneamento no Brasil estão em busca de desenvolvimento, principalmente em termos de infraestrutura e tecnologia. O controle e o gerenciamento das redes de água e esgoto, que são partes do saneamento básico, geralmente são tarefas do mesmo órgão em uma cidade, e uma otimização nesses serviços vem sendo um assunto muito discutido, no qual o número de informações é grande e o uso correto destas é essencial para uma tomada de decisões eficazes e conseqüentemente economizar tempo e dinheiro. A tecnologia SIG – Sistema de Informações Geográficas - já está sendo utilizada em diversos segmentos há algum tempo e em saneamento não é diferente, pois a maioria dos grandes órgãos gestores do país já apresenta resultados convincentes de que o investimento nessa tecnologia traz vantagens com a integração dos dados de uma forma inteligente e fácil manuseio, porém o uso de SIG ainda não é muito comum, principalmente em cidades menores de 30 mil habitantes. O objetivo deste trabalho é diagnosticar através de parâmetros definidos com pesquisas de campo, o uso do SIG – Sistema de Informações Geográficas – nos órgãos gestores das mesorregiões de Araçatuba/Bauru - SP, quanto a sua utilização, vantagens adquiridas, se houve dificuldades e quais foram estas, os principais motivos da ainda não utilização e as tendências de uso desta tecnologia no futuro do objeto de estudo.

Palavras-chave: redes de água e esgoto; Sistema de Informações Geográficas; planejamento; controle; e gerenciamento de informações.

ABSTRACT

The governing management bodies of sanitation in Brazil are looking for development, mostly about infrastructure technology. Controlling and management of water supply and sewage, which are part of governing sanitation, usually are tasks of the same body in the city, and the optimization of these services have been much discussed lately, since the information number is big enough and its right use is essential for taking effective decisions, and consequently, saving time and money. The GIS – “Geographic Information System”- technology has been used in several segments since some time. And about sanitation is the same because mostly of the countries government bodies have showed already convincing results that the investments in that technology brings advantages with integration of the data in a smart way and easy handling but the GIS – “Geographic Information System” - uses is not common in small cities. The target of this work is to find out, using defined parameters with field researching, the GIS – “Geographic Information System” - uses at the management bodies from Araçatuba/Bauru-SP, about its utilization advantages and if there were difficulties and which, the principal reasons of its not use and tendencies for the future.

Keywords: Water Networks and Sewage; Geographic Information System; Planning; Control; and Information Management.

Lista de Figuras

Figura 2.1 – Orientação do fluxo do esgoto nos órgãos acessórios. Fonte: TISUTIYA e SOBRINHO (1999).....	24
Figura 2.2 – Mapa das redes em papel.Fonte: PEREIRA (2006).....	29
Figura 2.3 – Arquitetura de SIG. Fonte: CAMARA, CASANOVA e HEMERLY (1996)	35
Figura 2.4 – Arquitetura dual e integrada. Fonte: QUEIROZ e FERREIRA (2006)	38
Figura 2.5 – Exemplo de topologia arco-nó (rede elétrica). Fonte: CAMARA e MONTEIRO (2004)	43
Figura 2.6 – Integração sistema telemetria com o SIG gerenciamento de rede de água. Fonte: BRITO (2008)	47
Figura 2.7 – Banco de dados SIGNOS e suas integrações. Fonte: ABRAHÃO e KANASHIRO (2008)	49
Figura 2.8 – Solução adotada pela ECOSAMA. Fonte: LOPEZ e SILVA (2005)	51
Figura 3.1 – Mesorregiões do Estado de São Paulo. Fonte: CIDADES PAULISTAS (2009).....	59
Figura 3.2 – Mesorregiões de Araçatuba/SP e Bauru/SP	60
Figura 3.3 – Mesorregião de Araçatuba com as redes viárias. Fonte: SEADE (2008) ...	61
Figura 3.4 – Mesorregião de Bauru com as redes viárias. Fonte: SEADE (2008).....	65
Figura 4.1 – Porcentagem dos órgãos que possuem SIG na região de Araçatuba.....	74
Figura 4.2 – Porcentagem dos órgãos que possuem SIG na região de Bauru	75
Figura 4.3 – Porcentagem dos órgãos que possuem SIG nas duas regiões	75
Figura 4.4 – Mapa temático com as cidades que possuem SIG	76
Figura 4.5 – Ilustração em porcentagem do resultado da representação dos desenhos das redes de água.....	85
Figura 4.6 – Ilustração em porcentagem da atualização dos desenhos das redes de água	80
Figura 4.7 – Ilustração em porcentagem da representação dos desenhos das redes de esgoto..	87
Figura 4.8 – Ilustração em porcentagem da atualização dos desenhos das redes de esgoto.....	88

Figura 4.9 – Ilustração em porcentagem da armazenagem das informações das redes de água	89
Figura 4.10 – Ilustração em porcentagem da atualização da armazenagem das informações das redes de água das redes de água.....	90
Figura 4.11 – Ilustração em porcentagem da armazenagem das informações das redes de esgoto.....	91
Figura 4.12 – Ilustração em porcentagem da atualização da armazenagem das informações das redes de água das redes de esgoto	92
Figura 4.13 – Ilustração em porcentagem do conhecimento da existência de SIG.....	93
Figura 4.14 – Ilustração em porcentagem dos motivos de não possuir SIG	94
Figura 5.1 – Número de respostas satisfatórias e insatisfatórias.....	108
Figura 5.2 – Avaliação das respostas de cada cidade	112
Figura 5.3 – Avaliação geral dos números de respostas	113
Figura 5.4 – Porcentagem dos órgãos que conhecem SIG na região de Araçatuba	118
Figura 5.5 – Porcentagem dos órgãos que conhecem SIG na região de Bauru	119
Figura 5.6 – Número de resposta dos motivos de não possuir SIG na região de Araçatuba...	120
Figura 5.7 – Número de resposta dos motivos de não possuir SIG na região de Bauru	121

Lista de Quadros

Quadro 3.1 – Mesorregiões e número de habitantes. Fonte: SEADE (2008).....	58
Quadro 4.1 – Resultado sobre a representação dos desenhos das redes de água.....	85
Quadro 4.2 – Resultado sobre a atualização dos desenhos das redes de água.....	86
Quadro 4.3 – Resultado sobre representação dos desenhos das redes de esgoto.....	87
Quadro 4.4 – Resultado sobre atualização dos desenhos das redes de esgoto.....	88
Quadro 4.5 – Resultado sobre armazenagem das informações das redes de água.....	89
Quadro 4.6 – Resultado sobre atualização da armazenagem das informações das redes de água	90
Quadro 4.7 – Resultado sobre armazenagem das informações das redes de esgoto	91
Quadro 4.8 – Resultado sobre atualização da armazenagem das informações das redes de água	92
Quadro 4.9 – Resultado sobre conhecimento da existência de SIG	93
Quadro 4.10 – Resultado sobre os motivos de não possuir SIG.....	94
Quadro 5.1 – Riqueza municipal das regiões	96
Quadro 5.2 – Participação do PIB de cada região.....	97
Quadro 5.3 – Número de habitantes dos municípios da região de Araçatuba.....	99
Quadro 5.4 – Número de habitantes dos municípios da região de Bauru	100
Quadro 5.5 – Cidades que possuem SIG na região de Bauru.....	100
Quadro 5.6 – Arrecadação Pública das cidades na região de Bauru	102
Quadro 5.7 – Arrecadação Pública das cidades que possuem SIG na região de Bauru.....	102
Quadro 5.8 – Arrecadação Pública das cidades na região de Araçatuba	103
Quadro 5.9 – Riqueza municipal das cidades que não possuem SIG na região de Araçatuba	104
Quadro 5.10 – Riqueza municipal das cidades que não possuem SIG na região de Bauru	105
Quadro 5.11 – Riqueza municipal das cidades que possuem SIG na região de Bauru	106
Quadro 5.12 – Resumo das respostas das cidades que possuem SIG	107

Quadro 5.13 – Número de habitantes das cidades da região de Araçatuba	114
Quadro 5.14 – Número de habitantes das cidades da região de Bauru.....	114
Quadro 5.15 – Arrecadação publica das cidades da região de Bauru	115
Quadro 5.16 – Arrecadação publica das cidades da região de Araçatuba	115
Quadro 5.17 – Riqueza municipal das cidades da região de Araçatuba	116
Quadro 5.18 – Riqueza municipal das cidades da região de Bauru	116
Quadro 5.19 – Quantidade de respostas sobre o conhecimento da existência de SIG na região de Araçatuba.....	117
Quadro 5.20 – Quantidade de respostas sobre o conhecimento da existência de SIG na região de Bauru.....	118
Quadro 5.21 – Respostas sobre o motivo da ainda não implantação de SIG das cidades na região de Araçatuba.....	121
Quadro 5.22 – Respostas sobre o motivo da ainda não implantação de SIG das cidades na região de Bauru.....	122

Lista de Siglas

- **AGESPISA**- Águas e Esgotos do Piauí S.A.
- **ÁGUAS DE GAIA** - Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Vila Nova de Gaia
- **CAD**- Computer Aided Design
- **CAGED**- Cadastro Geral de Emprego e Desemprego
- **CGIS**- Canada Geographic Information Systems
- **CP**- Caixa de Passagem
- **CTGEO** - Centro de Tecnologia em Geoprocessamento
- **DAE BAURU** - Departamento de água e esgoto de Bauru
- **DAEA** – Departamento de água e esgoto de Araçatuba
- **ECOSAMA**- Empresa Concessionária de Saneamento de Mauá S. A.
- **EUA**- Estados Unidos da América
- **GIS**- Geographic – Information Systems
- **GPS**- Geographic Posicion Systems
- **IBGE**- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- **IDH**- Índice de Desenvolvimento Humano
- **IFDM**- Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal
- **IPTU** – Imposto Predial e Territorial Urbano
- **IPRS** – Índice Paulista de Responsabilidade Social
- **MCIDADES**- Ministério das Cidades
- **ONU**- Organização das Nações Unidas
- **PAC**- Programa de Aceleração ao Crescimento

- **PI**- Poço de Inspeção
- **PIB** – Produto Interno Bruto
- **PLANASA**- Plano Nacional de Saneamento
- **PMSS**- Programa de Modernização nos Serviços de Saneamento
- **PV**- Poço de Visita
- **RA**- Regiões Administrativas
- **RMSP**- Região Metropolitana de São Paulo
- **SABESP**- Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
- **SAEMJA** - Serviço de água e esgoto do município de Jaú
- **SEADE**- Sistema Estadual de Análise de Dados
- **SEMAE**- Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Blumenau/SC
- **SGBD**- Sistema Gerenciador de Banco de Dados
- **SIG**- Sistema de Informações Geográficas
- SIGNOS**- Sistema de Informações Geográficas no Saneamento na Região Metropolitana de São Paulo
- **SNIS**- Sistema Nacional de Informações de Saneamento
- **SP**- São- Paulo
- **TIL**- Tubo de Inspeção e Limpeza
- **TL**- Terminal de Limpeza
- **UDOP**- União dos Produtores de Bioenergia
- **UGRHI**- Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivos	19
1.1.1 Objetivos Específicos	19
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
2.1 Redes de distribuição de água e coletoras de esgoto.....	20
2.1.1 Redes de distribuição de água	20
2.1.1.1 Reservatórios.....	21
2.1.2 Redes coletora de esgoto	22
2.1.2.1 Definição	22
2.1.2.2 Órgãos acessórios e fluxos das redes de esgoto	22
2.2 Gestão das redes de distribuição de água e coletoras de esgoto.....	24
2.2.1 Dificuldades da gestão de redes de distribuição e coletoras de esgoto	28
2.2.1.1 Plantas cadastrais de Rede de Água (mapas)	29
2.3 Sistema de informações geográficas	33
2.3.1 Breve histórico	33
2.3.2 Conceitos e definições.....	34
2.3.3 Características e componentes	35
2.3.4 Arquitetura dual e integrada.....	37
2.3.5 Geoprocessamento x SIG	39
2.3.6 SIG x CAD	39
2.3.7 Aplicações.....	40
2.3.7.1 Aplicações em redes.....	41
2.4 Importância do SIG para as redes de água e esgoto.....	43
2.5 Exemplos de aplicações do SIG nas redes de água e esgoto.....	48
2.5.1 SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo/SP.....	48
2.5.2 ECOSAMA – Empresa Concessionária de Saneamento de Mauá S.A.....	49
2.5.3 SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Blumenau/SC.....	51

2.5.4 AGUAS DE GAIA – Vila Nova de Gaia – PORTUGAL.....	52
3. MATERIAIS E MÉTODOS	54
3.1 Objeto de estudo - Mesorregiões de Araçatuba/Bauru (SP).....	54
3.1.1 Mesorregião de Araçatuba/SP	60
3.1.2 Mesorregião de Bauru/SP.....	64
3.2 Métodos de pesquisas Utilizados	68
3.2.1 Métodos para encontrar as cidades que utilizam SIG no objeto de estudo	68
3.2.2 Métodos para analisar o uso do SIG nas cidades que o utilizam no objeto de estudo	68
3.2.3 Métodos para encontrar e analisar os motivos da não utilização do SIG no objeto de..... estudo.....	70
4. RESULTADOS DAS PESQUISAS.....	73
4.1 Resultados da Pesquisa para encontrar as cidades que utilizam SIG	73
4.2 Resultados da Pesquisa com as cidades que utilizam SIG	76
4.2.1 DAEA - Departamento de água e esgoto de Araçatuba/SP.....	76
4.2.2 Departamento de água e esgoto de Iacanga/SP.....	79
4.2.3 DAE - Departamento de água e esgoto de Bauru/SP	81
4.2.4 SAEMJA - Serviço de água e esgoto do município de Jahu/SP.....	83
4.3 Resultados da Pesquisa com as cidades que não utilizam SIG	84
5. ANÁLISES DOS RESULTADOS.....	95
5.1 Análises dos resultados da Pesquisa para encontrar as cidades que possuem SIG	95
5.1.1 Análises dos resultados das regiões.....	95
5.1.2 Análises dos resultados das cidades pesquisadas	98
5.1.2.1 Análise quanto ao número de habitantes.....	98
5.1.2.2 Análise econômica	101
5.1.2.3 Considerações Finais.....	106
5.2 Análises das cidades que possuem SIG.....	107
5.2.1 SIG... ..	108
5.2.2 Base cartográfica	109
5.2.3 Técnicas de Implantação	109

5.2.4 Estrutura Física.....	109
5.2.5 Estrutura Humana.....	109
5.2.6 Principais Funções e vantagens do SIG implantado	110
5.2.7 Setores e usuários da ferramenta SIG.....	110
5.2.8 Nível de satisfação	110
5.2.9 Perspectivas para o futuro	111
5.2.10 Considerações Gerais	111
5.3 Análises das cidades que não possuem SIG.....	113
5.3.1 Região de Araçatuba	117
5.3.2 Região de Bauru.....	118
6. CONCLUSÕES.....	122
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	126

1 INTRODUÇÃO

O setor de saneamento no Brasil vive um momento de grande atenção por parte de todos os segmentos da sociedade. Não só pelo eminente problema da escassez de água que o mundo espera num futuro próximo, e uma conseqüente preocupação em diminuir o desperdício, as perdas e a conservação desse bem. Mas também pelos problemas de infraestrutura básica nos serviços prestados e uma melhor administração nos órgãos gestores do País. Programas do governo como o PAC (Programa de Aceleração ao Crescimento), PMSS (Programa de Modernização nos Serviços de Saneamento) e o SNIS (Sistema Nacional de Informações de Saneamento) são exemplos de que o governo está investindo e se preocupando com a situação atual dos serviços de saneamento.

As redes de distribuição de água e coletoras de esgoto são partes do saneamento básico e geralmente são administradas pelo mesmo órgão gestor em uma cidade. E para estes existem preocupações de melhor gerenciamento e controle de dados e informações, dentre as dificuldades encontradas.

Em geral, as questões de tecnologia, recursos humanos e infraestrutura são consideradas as mais delicadas em grande parte dos órgãos gestores e apresentam dificuldades em funções básicas como, a qualidade do atendimento ao público e um planejamento a médio e longo prazo. A falta de recursos financeiros alocados também é um sério problema.

As redes de saneamento possuem um grande número de dados e informações que necessitam ser bem controlados e gerenciados para facilitar os serviços de operação, manutenção e controle, além de tornar o planejamento eficaz para futuras ampliações e investimentos.

A maioria das cidades brasileiras, principalmente com menos de 30 mil habitantes, possui o problema da falta de cadastro atualizado e informatizado, nos quais geralmente há um funcionário responsável por guardar em suas lembranças onde está passando as tubulações na cidade e ainda o tipo de material dessas.

Para que se resolvam esses problemas, a gestão eficaz é o primeiro passo para os órgãos gestores. O grande volume de informações que necessitam ser operadas e gerenciadas evidencia isso. A tomada de decisão rápida e correta, referente a essas informações é o grande objetivo para economia de tempo e recurso financeiro, portanto torna-se imprescindível a integração inteligente das diversas áreas dos órgãos gestores de saneamento.

O uso de ferramentas de análise torna-se necessário onde se encontra uma grande quantidade de informações e que necessitam fornecer resultados consistentes para subsidiar a resolução dos conflitos e para auxiliar a gestão integrada, além de oferecer consistência de segurança nos dados.

As empresas de saneamento necessitam atualmente de dados gerenciais para administrar os seus negócios. Para tanto, precisam de um conjunto de sistemas de informações capazes de fornecer esses dados de forma precisa, com um tempo de resposta adequado. Por esses motivos as tecnologias cada vez mais vêm ganhando espaço no mundo atual e neste setor.

O uso do SIG (Sistema de Informações Geográficas) vem demonstrando destaque em soluções para a melhoria da qualidade dos serviços de abastecimento de água e redes de coleta de esgoto, apontando resultados quantitativos no gerenciamento eficiente das informações cadastrais das redes, pois, as informações georreferenciadas são fundamentais para a efetivação de investimentos e decisões de gerenciamento. Administrar o fluxo de água para toda a cidade é uma tarefa complexa uma vez que, a

quantidade de informações geográficas é grande; e para o melhor controle da situação como um todo, é preciso ter acesso rápido e correto de informações sobre tubulações, válvulas, hidrantes, instalações de armazenamento, enfim, sobre todos os pontos relevantes das redes.

A tecnologia SIG gera uma interface e um sistema mais fácil e amigável de ser gerenciado e integra todos os tipos de informações e aplicações com componentes geográficos. Com o geoprocessamento e a utilização do SIG é possível organizar, administrar, planejar e distribuir a informação geográfica customizada de vários bancos de dados, mantendo ainda a integridade dos dados e focando as necessidades e prioridades do projeto.

O SIG pode ser utilizado de diversas formas pelos órgãos gestores de saneamento, por motivos de escolha da administração ou por problemas de infraestrutura e financeiro. Por exemplo, ele pode atuar somente para modernizar e atualizar o cadastro total das redes de saneamento, incluindo sua posição geográfica e informações alfanuméricas. Ou obter mais exploração como a realização de manobras inteligentes de registros, integração com o sistema comercial, módulo para manutenção e operação com uso de equipamento digital integrado em campo, integração com o sistema imobiliário da prefeitura, integração com a telemetria através de supervisórios da automação, enfim, pode ser customizado de acordo com as características dos órgãos gestores, e também aos poucos obter evolução na gestão.

As companhias estaduais de saneamento no Brasil estão apostando cada vez mais em tecnologia, e com o SIG não é diferente; já é comum essa ferramenta estar presente no dia a dia do controle e gerenciamento dessas companhias.

As maiores cidades que não possuem a companhia estadual como gestora de seus serviços também estão ampliando a utilização de SIG. Porém, em municípios com

menos de 30 mil habitantes, o uso é praticamente nulo, inclusive em estados considerados mais desenvolvidos, como é o caso do Estado de São Paulo.

Diante desses cenários, o trabalho faz uma pesquisa para um diagnóstico da utilização de SIG no controle e gerenciamento das redes de água e esgoto nas cidades do interior paulista, especificamente nas mesorregiões de Araçatuba e Bauru, regiões emergentes em termos de desenvolvimento; contemplando as cidades de até 30 mil habitantes, que são a grande maioria, justificando a área escolhida.

Para diagnosticar a utilização de SIG foram utilizados dois diferentes métodos e técnicas de pesquisa, sendo um método para cidades que já utilizam SIG e outro para cidades que ainda não utilizam.

E para concluir, foi realizada uma análise geral sobre a utilização de SIG nos órgãos gestores das regiões estudadas, utilizando os resultados da pesquisa de campo com todos os parâmetros definidos.

1.1 Objetivos

O objetivo deste trabalho é diagnosticar o uso de SIG – Sistema de Informações Geográficas – nos órgãos gestores das mesorregiões de Araçatuba/Bauru - SP, quanto à sua utilização; vantagens adquiridas; se houve dificuldades, e quais foram estas e os principais motivos da sua não utilização e as tendências de uso desta tecnologia no futuro.

1.1.1 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Conhecer quantos e quais os municípios das mesorregiões de Araçatuba e de Bauru já utilizam sistemas de informações geográficas aplicado às redes de água e esgoto;
- Verificar as vantagens que a utilização do sistema de informações geográficas trouxe para os órgãos que o utilizam;
- Analisar as dificuldades de implantação e uso e quais os setores que o utilizam dentro da organização;
- Comparar o uso entre diferentes cidades para viabilizar a aquisição em diversas situações;
- Levantar os principais motivos que induzem a não utilização de SIG; e
- Identificar as tendências para utilização desta tecnologia no futuro.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Redes de Distribuição de Água e Coletoras de Esgoto

2.1.1 Redes de distribuição de água

As redes são responsáveis pelo transporte da água dos reservatórios até as estações de tratamento. Posteriormente a água tratada é conduzida até os pontos de consumo, através de canos e tubos.

As redes são constituídas basicamente por tubulações e equipamentos, com a função de conduzir a água para os pontos de consumo público e prédios em geral.

A distribuição geralmente é feita de um reservatório elevado, do qual a água parte por gravidade para atender ao consumo em torneiras públicas ou no interior das habitações, através dos aparelhos sanitários, como chuveiros, lavatórios, pias, etc (DACACH, 1990).

A rede de distribuição é a estrutura do sistema mais integrada à realidade urbana, e a mais dispendiosa. Constituída de um conjunto de tubulações interligadas instaladas ao longo das vias públicas ou nos passeios, junto aos edifícios, conduzindo a água aos pontos de consumo (moradias, escolas, hospitais, escolas, etc.) (BARROS, 1995).

As redes de distribuição de água são constituídas por tubos e peças, tais como, curvas, tês, reduções, registros, válvulas, hidrantes, etc, que precisam ter resistências suficientes para suportar não somente as pressões internas estáticas e dinâmicas, mas também capacidade para suportar os esforços externos atuantes sobre a mesma (TSUTIYA, 2006).

A rede de distribuição é, em geral, o componente de maior custo do sistema de abastecimento de água, compreendendo, cerca de 50% a 75% do custo total de todas as obras do abastecimento (TSUTIYA, 2006).

2.1.1.1 Reservatórios

Os reservatórios são elementos importantes para as redes de distribuição, já que é o início para o abastecimento as vias públicas.

Os reservatórios de distribuição de água permitem armazená-la para atender às diversas finalidades (BARROS, 1995):

- Manter pressão na rede mínima ou constante;
- Atender todas as demandas de emergência; e
- Atender todas as variações de consumo

O reservatório deve ser posicionado de forma a suprir as horas de maior consumo e ainda contribuir para diminuir os custos com a rede de distribuição. Os reservatórios permitem a continuidade do abastecimento quando é necessário interrompê-lo para manutenção em unidades como captação, adução e estações de tratamento de água.

Podem também ser dimensionados para permitir o combate a incêndios, em situações especiais, em locais onde o patrimônio e a segurança da população estejam ameaçados (BARROS, 1995).

2.1.2 Redes coletoras de esgoto

2.1.2.1 Definição

Conjunto de canalizações destinadas a receber e conduzir os esgotos dos edifícios; o sistema de esgotos predial se liga diretamente à rede coletora por uma tubulação chamada coletor predial. A rede coletora é composta de coletores secundários, que recebem diretamente as ligações prediais, e, coletor tronco. O coletor tronco é o coletor principal de uma bacia de drenagem, que recebe a contribuição dos coletores secundários, conduzindo seus efluentes ou emissários (TSUTIYA e SOBRINHO, 1999).

2.1.2.2 Órgãos acessórios e fluxos das redes de esgoto

Devido à presença nos esgotos de grande quantidade de sólidos orgânicos e minerais e ainda pelo fato de ser necessário à rede coletora funcionar como conduto livre, é preciso que as canalizações tenham dispositivos que evitem ou diminuam entupimentos nos pontos singulares das tubulações, como curvas, pontos de afluência das tubulações, possibilitando ainda o acesso de pessoas ou equipamentos nesses pontos (JORGE, 2001).

- **Poço de visita (PV):** Trata-se de uma câmara que, permite o acesso de pessoas e equipamentos para executar tarefas de manutenção. Normalmente, se utilizam PV em todos os pontos singulares da rede, como, início dos coletores, mudanças de direção, de declividade, de diâmetro, reunião de coletores.

- **Poço de inspeção (PI):** Não recebe visitas, permite inspeção visual e introdução de equipamentos de limpeza. Em alguns casos pode substituir o PV.
- **Terminal de limpeza (TL):** Acessório que permite introdução de equipamentos de limpeza, localizado na cabeceira do coletor. Pode ser usado em substituição ao PV no início dos coletores.
- **Caixa de passagem (CP):** Câmara sem acesso, localizadas em curvas e mudanças de declividade.
- **Tubo de inspeção e limpeza (TIL):** Dispositivo não visitável, que permite inspeção e introdução de equipamentos de limpeza.

O fluxo de esgotos que uma tubulação lança em um poço de visita, ou outro órgão acessório, corre por canaletas situadas no fundo. Essas canaletas orientam o fluxo, possibilitando ao projetista concentrar mais ou menos vazão em determinados coletores.

A Figura 2.1 mostra, esquematicamente, a planta de fundo dos diversos tipos de órgãos acessórios. O início de uma canalização se faz sempre com uma ponta seca no terminal de limpeza, conforme o desenho A. É um esquema característico dos pontos altos. Nos desenhos C e D, tem-se o esquema para pontos baixos, para onde convergem a maioria dos coletores.

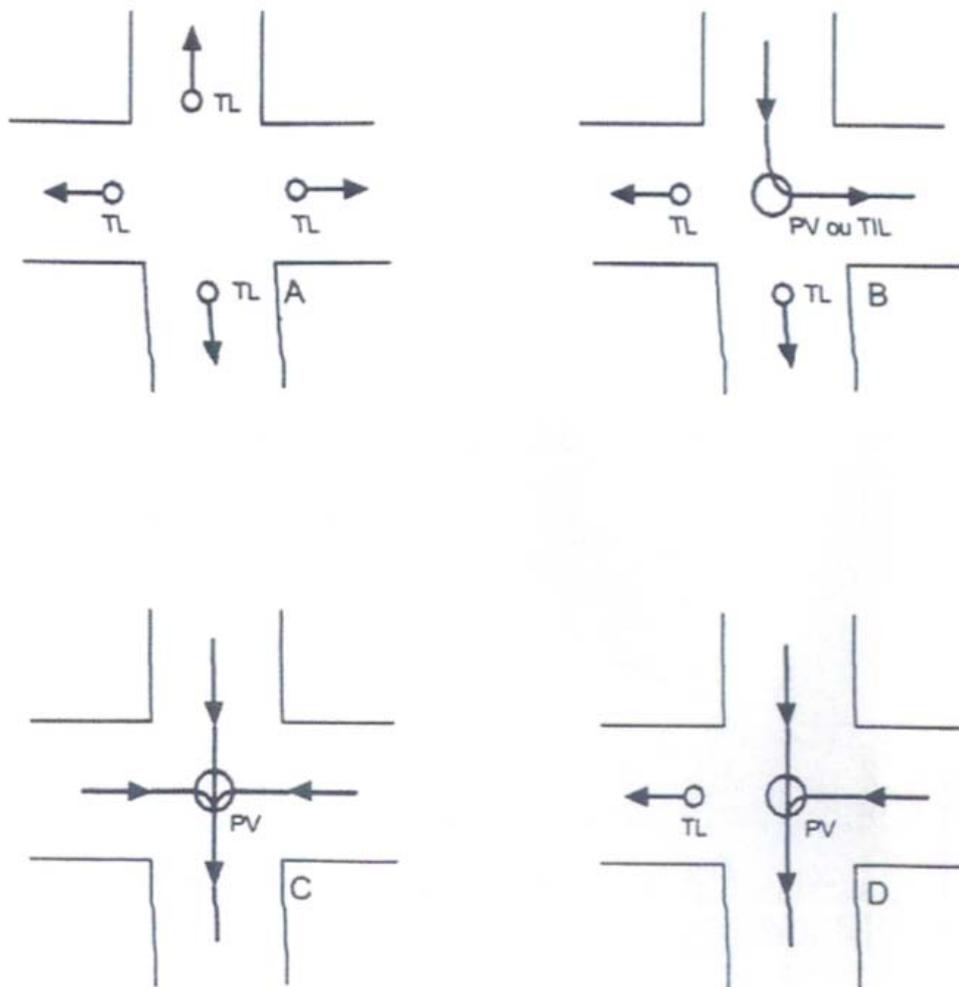


Figura 2.1 – Orientação do fluxo do esgoto nos órgãos acessórios.

Fonte: TISUTIYA e SOBRINHO (1999)

2.2 Gestões das Redes de Distribuição de Água e Coletoras de Esgoto

Vários são os motivos para um estudo do setor de saneamento básico, não só no Brasil, mas de forma mais ampla e geral, pois trata-se de um setor que envolve características muito peculiares, que vai desde a sua forma de provisão, legislação, a existência de fortes externalidades positivas na área da saúde e do meio ambiente, dentre outras características e fatores, é claro, o peso sobre o desenvolvimento e crescimento econômico do país. (NOZAKI, 2007).

Deve-se apontar que são várias as naturezas jurídico-administrativas assumidas pelos prestadores de serviços de saneamento básico existentes atualmente no Brasil, podendo-se destacar: secretarias, departamentos ou outros órgãos da administração pública direta; autarquia; empresa pública; sociedade de economia mista com gestão pública; sociedade de economia mista com gestão privada; empresa privada e organização social (SAIANI, 2007).

Até o final da década de 60, o saneamento básico no Brasil era de competência exclusivamente municipal. Todos os investimentos eram promovidos em nível municipal, não havendo uma política unificada de provimento financeiro, nem políticas tarifárias para o setor, seja de âmbito nacional, regional ou estadual. Os recursos financeiros, normalmente consignados nos orçamentos públicos, geralmente eram irrisórios, em relação aos de outros setores. Sistemas de tarifação irreal mantinham um desequilíbrio acentuado entre a demanda crescente e a oferta insuficiente desses serviços públicos (MPO, 1995).

Conforme destaca SAIANI (2007), os serviços de saneamento básico no Brasil são, atualmente, “prestados em uma diversidade de arranjos institucionais, em que convivem prestadores municipais, estaduais e privados”.

O Brasil apresenta elevado déficit de acesso a serviços de saneamento básico. Devido aos impactos positivos desses serviços sobre o desenvolvimento econômico, é de fundamental importância que a universalização do acesso seja alcançada. No entanto, um conjunto de fatores restringe a expansão dos investimentos no setor: ausência de uma política clara, fragmentação de competências, ausência de uma regulação específica, ineficiência de grande parte dos prestadores, forte presença pública no setor, fazendo com que os investimentos sejam inviabilizados pelos limites de endividamento,

pelas metas de superávit e pelos contingenciamentos de créditos ao setor público (SAIANI, 2007 p. 1).

Thelma (2005) comenta que a nova estruturação do PMSS (Programa de Modernização dos Serviços de Saneamento) engloba três níveis de governos e determina as responsabilidades de cada um:

- **União:** formulação da Política Nacional de Saneamento (diretrizes e objetivos do setor, mobilização e gerenciamento de recursos para investimentos);
- **Estados:** formulação de Lei Estadual de Prestação de Serviços, Política Estadual de Saneamento e criação de Agência reguladora; e
- **Municípios:** execução dos serviços, definição de formato do serviço a ser prestado e a criação de Agência reguladora municipal, quando necessário.

Segundo Dutra (2008), com a mudança de governo, em 2003, a discussão da necessidade de se estabelecer um marco regulatório voltou e, depois de muitos debates e consenso entre os setores interessados, a atual Lei nº 11445 foi aprovada em janeiro de 2007, tornando-se uma ferramenta bastante importante para o início do processo dentro de um segmento que possui setores distintos atuando com visões diferenciadas. A Lei 11445 pode não ser a lei dos sonhos de todos os que prestam serviços para o setor, mas é, com certeza, um bom começo.

Tendo em vista que os serviços na área de saneamento básico são considerados como bem semi-público, os quais tendem a criar divergências entre os custos e benefícios sociais e privados são perfeitamente justificada a presença do Estado suprindo ou regulamentando a sua produção. O fato de haver interesse social associado ao suprimento desses serviços essenciais, não implica, necessariamente, que o Estado deva ser o único provedor, embora ele esteja mais apto a obter a tão desejada universalização. Não se pode esquecer que a intervenção do poder público é também

suscetível a falhas, motivo pelo qual se pode buscar a combinação de um sistema de mercado com ações regulatórias (OLIVEIRA e FERNANDEZ, 2007).

Monopólio natural é uma característica dos serviços de saneamento básico. Um exemplo que ilustra essa característica é o fato de que é economicamente inviável a concorrência com mais de um prestador de serviços, pois se uma empresa A possui uma rede de água e esgoto já instalada na cidade, o custo para que uma empresa B entre no mercado, é imenso, além do fato de que a empresa A já conta com informações privilegiadas sobre os seus consumidores, seus problemas, seu perfil de consumo, ou seja, as informações são assimétricas em comparação com a empresa entrante. E, fisicamente, é difícil a instalação de duas redes paralelas de água e esgoto na cidade. (NOZAKI, 2007).

O setor privado vem obtendo concessões de longo prazo nos órgãos gestores de saneamento e para alguns autores e especialistas da área é uma tendência que pode ajudar o futuro do saneamento.

A participação de operadoras privadas no Brasil não alcança 5% na modalidade concessões plenas, ou seja, 7 milhões de pessoas. Temos capacidade para crescer para 30% nos próximos dez anos (BESSE e PAYEN, 2008).

Por outro lado, colocá-los em gestões distintas, não generalizadamente, mas em circunstâncias que a isso se mostrem propícias, poderia incorporar alguns ganhos. Não apenas distinguindo a gestão da água da do esgotamento, mas no próprio interior desses sistemas, quando poderiam ser considerados separadamente: os sistemas de produção e os de distribuição de água, comportando ainda esses últimos, se for o caso, diferentes distritos de distribuição (redes com perfeita delimitação de alimentação d'água e de universo de usuários), e os sistemas de coleta e de tratamento de esgotos, conquanto

nesse caso seja preferível o tratamento descentralizado, com a formação de um ou mais sistemas completos, independentes entre si, numa mesma cidade (ANGELIS, 2002).

Não bastassem os bons exemplos advindos da adoção dessa prática no Setor Elétrico, também no abastecimento d'água parecem satisfatórios os resultados decorrentes da subdivisão, tal como já acontece, por exemplo, nas cidades da Região Metropolitana de São Paulo, onde a SABESP produz a água distribuída por algumas das Prefeituras aí localizadas. Também na Europa, e sobretudo na Espanha, são comuns os casos de separação dos serviços de água e de esgotos (ANGELIS, 2002).

2.2.1 Dificuldades da gestão de redes de distribuição de água e coletoras de esgoto

A atual gestão de saneamento no Brasil encontra diversas dificuldades de infraestrutura básica como o tratamento completo da água e esgoto de uma cidade. Além disso, outros problemas são vivenciados, como a falta de gerenciamento de dados e informações das redes, o que acarreta custos extras na operação e administração geral das mesmas.

Ross (1998) afirma que o crescimento rápido das cidades não pode ser acompanhado no mesmo ritmo pelo atendimento de infraestrutura para a melhoria da qualidade de vida. A deficiência de redes de água tratada e de coleta e tratamento de esgoto é comum nas cidades que tiveram esta rápida urbanização.

Pereira (2006) comenta que alguns problemas básicos podem ser constatados em muitos órgãos gestores de saneamento, principalmente nos municípios tecnologicamente mais atrasados. Um deles é a dificuldade de gerenciar as informações de cadastro das redes de água e esgotos, por serem executados manualmente. Como por exemplo:

2.2.1.1 Plantas Cadastrais de Rede de Água (Mapas)

Torna-se difícil e demorado a localização de cruzamentos e específicas tubulações. As plantas cadastrais de rede de água são confeccionadas em papel (Figura 2.2), então sua manipulação deve ser cuidadosa afim de que não danifique o material. Outro inconveniente é o espaço físico ocupado por estes mapas.

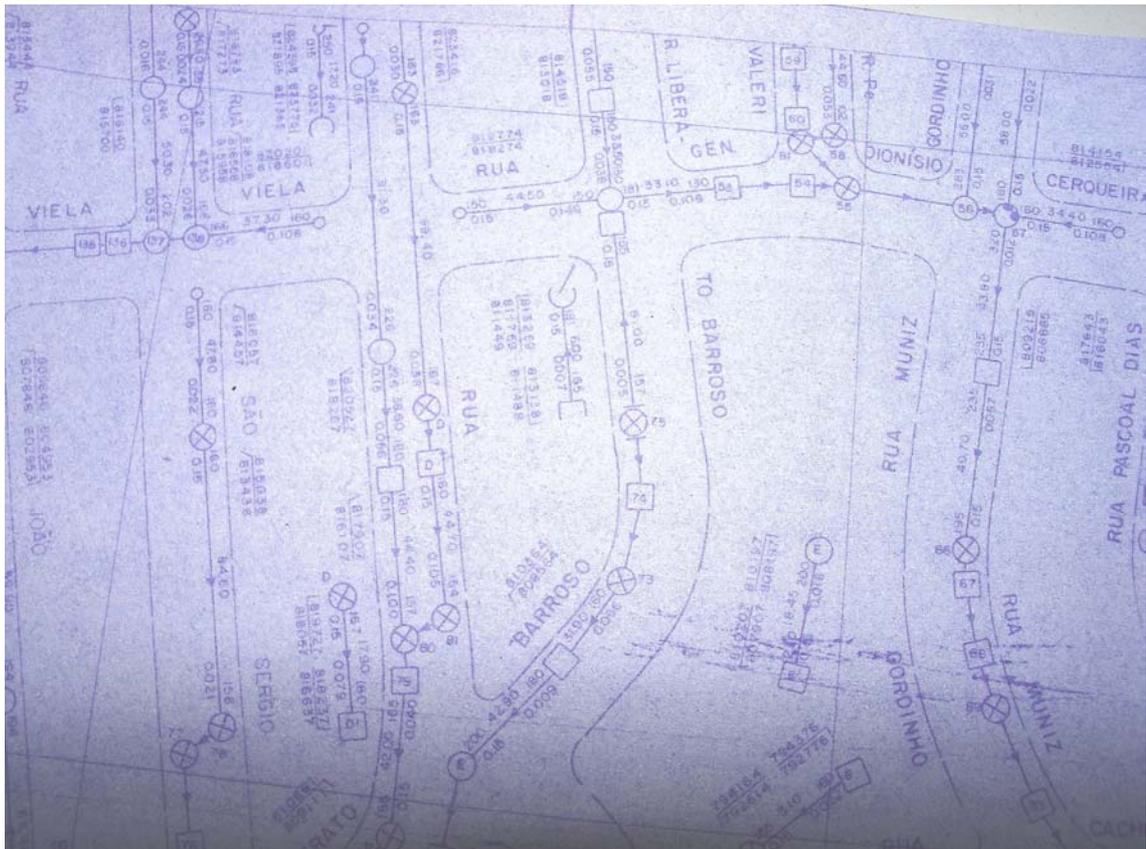


Figura 2.2 – Mapa das redes em papel

Fonte: PEREIRA (2006)

- Situação do trecho de logradouro:

Em meio analógico não há como saber a situação de um trecho de logradouro (pavimentação, terra, paralelepípedo), o que torna mais difícil um planejamento das redes.

- Manobra de registros

Os funcionários, através da planta cadastral de rede de água em papel acompanham a rede visualmente para determinar os registros que devem ser fechados, isto acarreta perda de tempo. Essa consulta é muito utilizada e muito importante, pois ela é aplicada quando rompe uma tubulação, sendo necessário fechar alguns registros para realizar a manutenção.

- Plantas Cadastrais e Bases de Dados Desconexas, Redundantes e sem integridade

É comum encontrar nos órgãos gestores, plantas e bases de dados desconexas e sem integridade, onde os mapas cadastrais de rede possuem informações equivocadas, repetidas, resultando que o corpo técnico da empresa sempre tenha que estudar e muitas vezes recalcular os dados contidos nas plantas, além de não terem nenhum controle sobre a malha das redes instaladas.

- Manutenções

Um grande entrave para os órgãos de saneamento são as manutenções, já que muitas vezes a equipe técnica de operação não possui a informação correta da localização da tubulação a serem realizados reparos, tendo que procurar pela malha asfáltica onde se encontra a rede. Dependendo do tipo de manutenção a ser realizada, existe a necessidade de se fechar o registro da rede, e também na maioria das vezes falta a informação da localização deste registro correspondente aquele trecho de tubulação e ainda quais ramais ficarão sem água, se ocorrer o fechamento do determinado registro. Falta controle e organização na emissão das ordens de serviço, dificultando o gerenciamento por parte dos setores técnicos de operações.

Os sistemas de abastecimento de água possuem vários problemas como falta de restrição de matéria prima, falta de recursos financeiros e descontinuidade

administrativa e para solucionar esses e outros problemas é inevitável uma gestão eficiente nesses sistemas (FERREIRA, 2005).

A gestão de um sistema de abastecimento de água envolve o manuseio de grande quantidade de informações provenientes de fontes e naturezas distintas. Estas informações, tradicionalmente, são disponibilizadas sob várias formas como: planilhas, banco de dados, mapas, plantas de projeto, etc. (FERREIRA, 2005).

Diante da crise econômica nacional e internacional, a disponibilidade de recursos financeiros para o sistema de abastecimento de água é baixo, sendo os poucos recursos destinados, via de regra, a situações de emergências, comprometendo as políticas de planejamento de médio e longo prazo, a manutenção preventiva da rede e seus acessórios e de investimentos em programa de modernização da empresa (FERREIRA, 2005).

A maioria dos sistemas de abastecimento de água brasileiros ainda é operado pelo sintoma falta d' água, sendo que o consumidor sempre assume papel substantivo, cuja ativez depende a qualidade do abastecimento de água (BUZETI, CASAGRANDE e BAGGIO, 2000).

Às empresas de prestação de serviços de saneamento básico fica o papel restrito e passivo de intervir na operação do sistema sempre que o consumidor desejar, este último com o papel de “gerente”, a quem equivocadamente tem ficado o papel de controle operacional do sistema. Tal realidade é sintomática de uma despreocupação com a operação dos sistemas a jusante das estações de tratamento de água, esquecendo-se que o que o consumidor vê e sente é a água distribuída pelas redes de distribuição, onde suas ligações domiciliares estão conectadas (BUZETI, CASAGRANDE e BAGGIO, 2000).

A falta de modelos de gerenciamento da rotina do dia-a-dia das redes de distribuição - consideradas um dos mais importantes e caros processos de sistemas de abastecimento de água, tão comuns nas indústrias contemporâneas onde a qualidade e a produtividade são preocupação diária das funções de supervisores, gerentes e dirigentes - é a preocupação abordada no presente trabalho, através da introdução de um aspecto filosófico na operação do sistema, assegurando-lhe um nível de controle tal que salvasse os interesses e necessidades do principal ator de uma empresa de saneamento: seus consumidores (BUZETI, CASAGRANDE e BAGGIO, 2000).

Um sistema de distribuição de água urbano eficiente deve ser operado no horizonte diário com o menor gasto com energia elétrica e de manutenção, fornecendo em cada nó da rede de distribuição de água as demandas de consumo com pressões desejadas. Além disso, o sistema de distribuição deve ser confiável no sentido de permitir o suprimento de água em condições anormais ocasionadas por avarias em elementos do sistema (RIGUETTO, 2002).

Mudanças na bem estabelecida prática de engenharia referente ao projeto de redes de distribuição de água vêm ocorrendo de forma surpreendente, influenciadas pelos sistemas modernos de gerenciamento e facilidades computacionais. Redes de médio e grande porte são estudadas, projetadas e operadas com base numa eficiência global, envolvendo importantes questões tais como confiabilidade, distribuição de pressões e demandas, consumo de energia, qualidade das águas nos pontos nodais, minimização de perdas de água, transitórios indesejáveis etc. (RIGUETTO, 2002).

As empresas de saneamento no Brasil perderam em 2002 pelo menos 40,5% da água que corre no seu sistema de abastecimento. Ou seja, dos mais de 12 trilhões de litros produzidos no ano, cerca de 4,8 trilhões não chegaram a seu destino final ou não foram contabilizados. A perda de água no Brasil em 2002 foi praticamente a mesma de

2001. As falhas foram maiores na região Norte (52,8%), seguida do Nordeste (45,5%), Sudeste (38,2%), Sul (37,9%) e Centro-Oeste (29,2%) (SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, 2002).

Não é somente as pequenas concessionárias que possuem problemas com perdas, pois a média nas concessionárias estaduais de saneamento é de 38,7%, enquanto que as perdas da SABESP são da ordem de 34,8% (OLIVEIRA, 2007).

2.3 Sistema de Informações Geográficas

O SIG – Sistema de informações geográficas - software que agrega as geotecnologias de geoprocessamento, está a cada dia ajudando mais os órgãos públicos e privados de diversos segmentos a gerenciar, controlar e processar dados e informações alfanuméricas e vetoriais. Empresas utilizam a ferramenta que agrega de forma inteligente base cartográfica e banco de dados não apenas para atualização e consistências de dados, mas para suas principais tomadas de decisões.

O setor de saneamento, especificamente a gestão das redes de água e esgoto estão também usufruindo dessa tecnologia, principalmente as grandes companhias estaduais e órgãos de grandes cidades.

2.3.1 Breve histórico

O problema de análise e manipulação de entidades que existe em um contexto espaço temporal não é novo. A forma mais antiga – e ainda mais comum – de processar e apresentar este tipo de dado é através de mapa. Os elementos de um mapa são em geral armazenados de forma georeferenciada segundo um sistema de coordenadas (latitude, longitude e elevação em relação ao nível do mar). A criação de mapas exige levantamento de dados, medidas de seus valores e localização, padronização, armazenamento e finalmente apresentação. Diversos mapas em papel podem ser processados de forma a correlacionar seus dados através de sua sobreposição sob forma

de folhas transparentes. Todo esse processo – produção em papel, armazenamento, sobreposição – é muito caro do ponto de vista de armazenamento e atualização manual (CÂMARA, CASANOVA e HEMERLY, 1996).

O primeiro SIG teve origem no Canadá em 1962, sendo denominado CGIS (Canada Geographic Information Systems). Seu objetivo era a realização de inventários de terras em âmbito nacional, envolvendo vários aspectos sócio-econômicos e ambientais. Pacotes de SIG comerciais passaram a ser desenvolvidos nos anos 70, principalmente nos EUA, e experimentaram rápido crescimento nos anos 80, sendo utilizados inicialmente por empresas do governo. No Brasil as principais aplicações foram nos setores de energia e ambiental. O mercado dos anos 90 é caracterizado pela ampla aplicação no setor privado (NAZÁRIO, 1998).

2.3.2 Conceitos e definições

Sistemas de Informação Geográfica são as ferramentas computacionais para Geoprocessamento, que permitem realizar análises complexas, ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. Estes sistemas tornam ainda possível automatizar a produção de documentos cartográficos (CÂMARA e MONTEIRO, 2004).

Segundo a definição clássica de Burrough (1986), os SIG's são um poderoso conjunto de ferramentas para coleta, armazenamento, recuperação, transformação e visualização de dados do mundo real, devendo ser vistos, entretanto, como um instrumento capaz de realizar acções que vão além de codificar, armazenar e visualizar dados sobre aspectos da superfície terrestre.

Sistemas de Informações Geográficas - SIGs – podem ser definidos como ferramentas de armazenamento, manipulação e análise de fenômenos geográficos. Embora pareça um único sistema informatizado, um SIG é na verdade um conjunto de

tecnologias integradas que busca coletar, tratar, visualizar e gerenciar informações georeferenciadas (SCHIMIGUEL, BARANAUSKAS e MEDEIROS, 2000).

2.3.3 Características e componentes

Numa visão abrangente, pode-se considerar que um SIG tem os seguintes componentes: interface com usuário; entrada e integração de dados; funções de processamento; visualização e plotagem; e, armazenamento e recuperação de dados. A Figura 2.3 indica o relacionamento entre estes componentes. Cada sistema, em função de seus objetivos e necessidades, implementa estes componentes de forma distinta, mas todos estão usualmente presentes num SIG (CÂMARA, CASANOVA e HEMERLY, 1996).

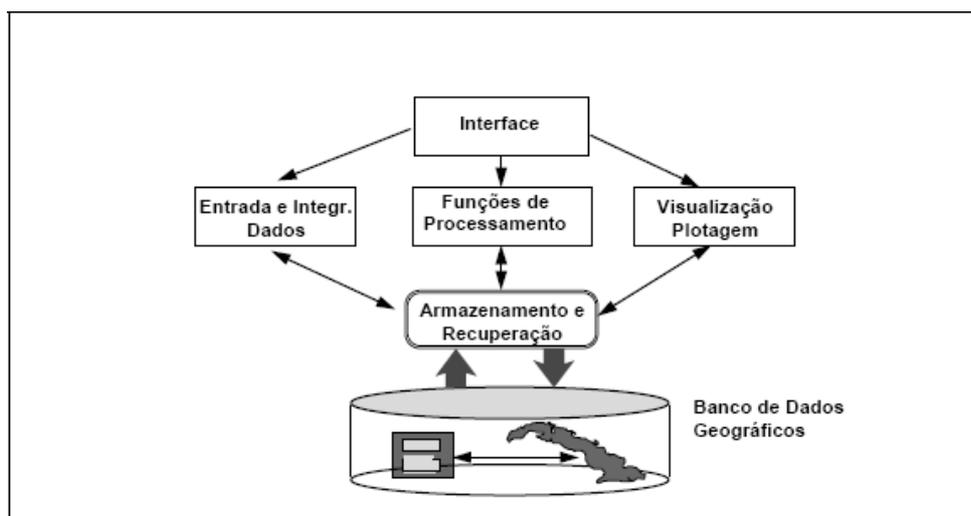


Figura 2.3 – Arquitetura de SIG.

Fonte: CAMARA, CASANOVA e HEMERLY (1996)

As principais características de SIGs:

- Inserir e integrar, numa única base de dados, informações espaciais provenientes de meio físico-biótico, de dados censitários, de cadastro urbano e rural, e outras fontes de dados como imagens de satélite, e GPS.

- Oferecer mecanismos para combinar as várias informações, através de algoritmos de manipulação e análise, bem como para consultar, recuperar e visualizar o conteúdo da base de dados geográficos (QUEIROZ e FERREIRA, 2006).

O termo Sistemas de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos e recuperam informações não apenas com base em suas características alfanuméricas, mas também através de sua localização espacial; oferecem ao administrador (urbanista, planejador, engenheiro) uma visão inédita de seu ambiente de trabalho, em que todas as informações disponíveis sobre um determinado assunto estão ao seu alcance, inter-relacionadas com base no que lhes é fundamentalmente comum: a localização geográfica. Para que isto seja possível, a geometria e os atributos dos dados num SIG devem estar georreferenciados, isto é, localizados na superfície terrestre e representados numa projeção cartográfica (CÂMARA e DAVIS, 2004).

Os benefícios tangíveis da implantação do GIS, conforme as experiências internacionais das utilidades de grande porte são de várias naturezas:

- Melhoria no acesso aos registros da empresa;
- Proteção de informações valiosas;
- Redução do trabalho necessário à execução das tarefas;
- Eliminação de dados e atividades redundantes;
- Revisão mais rápida dos mapas cadastrais; e
- Economia de despesas.

Os benefícios intangíveis são, ainda, mais significativos:

- Melhoria na capacidade de tomada de decisão;
- Melhores ações preventivas;
- Redução na frequência de ocorrência de emergências;

- Melhoria na comunicação e coordenação interna; e
- Aumento de produtividade e respostas mais rápidas às emergências.

(CARMIGNAMI, 1998)

É importante, contudo, compreender o aspecto fundamental da experiência dos Projetos GIS: são iniciativas de longo prazo, que exigem firme comprometimento da organização, coordenação e continuidade de esforços (CARMIGNAMI, 1998).

A representação de uma realidade geográfica ou fenômeno geográfico, inicialmente realizada através de mapas, tornou-se mais poderosa com esta tecnologia. As manipulações, armazenamento, geração de novos mapas, são processos automatizados pelos SIGs. Operações como mudanças de projeções, associações e manipulações com banco de dados, análise espacial em áreas geográficas de estudo, geração de novos mapas como uma decorrência de simulações são alguns exemplos de facilidades oferecidos por um SIG (THOMÉ, 1998).

2.3.4 Arquitetura dual e integrada

Existem basicamente duas principais formas de integração entre os SIGs e os SGBDs, que são a arquitetura dual e a arquitetura integrada. A arquitetura dual, mostrada na Figura 2.4 armazena os componentes espaciais dos objetos separadamente. A componente convencional, ou alfanumérica, é armazenada em um SGBD relacional e a componente espacial é armazenada em arquivos com formato proprietário. Os principais problemas dessa arquitetura são:

- Dificuldade no controle e manipulação das componentes espaciais;
- Dificuldade em manter a integridade entre a componente espacial e a componente alfanumérica;

- Separação entre o processamento da parte convencional, realizado pelo SGBD, e o processamento da parte espacial, realizado pelo aplicativo utilizando os arquivos proprietários; e
- Dificuldade de interoperabilidade, já que cada sistema trabalha com arquivos com formato proprietário (QUEIROZ e FERREIRA, 2006).

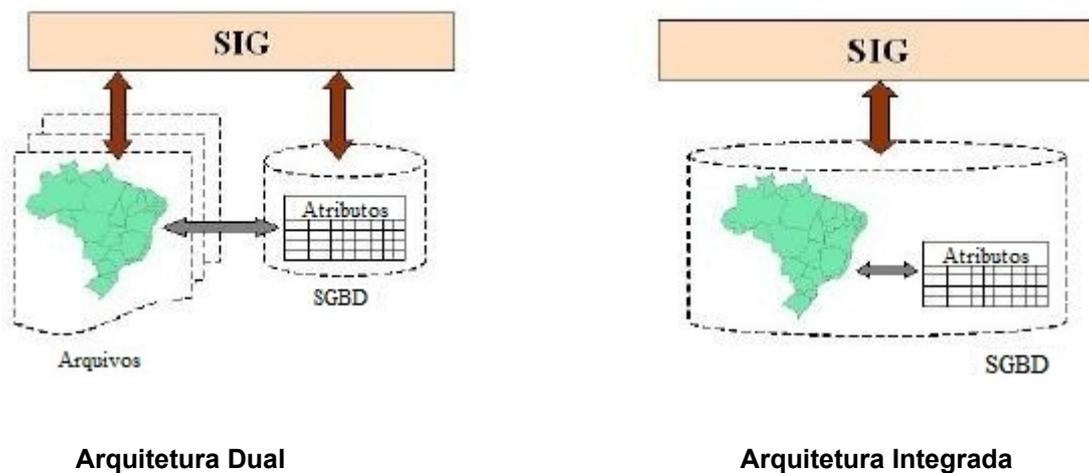


Figura 2.4 – Arquitetura dual e integrada.

Fonte: QUEIROZ e FERREIRA (2006)

A arquitetura integrada, mostrada na Figura 2.11, consiste em armazenar todos os dados em um SGBD, ou seja, tanto a componente espacial quanto a alfanumérica. Sua principal vantagem é a utilização dos recursos de um SGBD para controle e manipulação de objetos espaciais, como gerência de transações, controle de integridade, concorrência e linguagens próprias de consulta. Sendo assim, a manutenção de integridade entre a componente espacial e alfanumérica é feita pelo SGBD (QUEIROZ e FERREIRA, 2006).

Os SIG permitem reunir uma grande quantidade de dados convencionais de expressão espacial, estruturando-os adequadamente, de modo a otimizar o tratamento de seus três componentes (posição, topologia e atributos). Desta forma, permitem a

execução de análises e aplicações gráficas complexas, através de rápida formação e alteração de cenários, que propiciam apoio para a tomada de decisão (BARCELLOS E SANTOS, 1997).

2.3.5 Geoprocessamento x SIG

O geoprocessamento já está se tornando um conceito conhecido devido a sua ampla gama de aplicações, mas até os dias atuais ainda percebe-se que pessoas se confundem ao conceituar e distinguir os significados de Geoprocessamento e SIG.

Geoprocessamento representa a área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais, fornecidas pelos Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para tratar os processos que ocorrem no espaço geográfico. Isto estabelece de forma clara a relação interdisciplinar entre Cartografia e Geoprocessamento. (D' ALGE, 2004)

Ferreira (2005) explica que a ferramenta computacional do geoprocessamento são os SIG's que inter-relacionam dados de diferentes naturezas e armazenam as informações em banco de dados georreferenciados.

2.3.6 SIG x CAD

Antes da aparição dos Sistemas de Informações Geográficas, se produzia geoprocessamento com papel ou em forma digital com os softwares CAD, porém há bastante diferença entre SIG e CAD, pois o último é uma ferramenta de desenho e os SIG's são para gerenciamento e manipulação de dados. Sendo assim, os dois podem trabalhar juntos perfeitamente.

Muitos técnicos costumam confundir a ferramenta CAD (Computer Aided Design) com o SIG. Portanto, é muito importante esclarecer a diferença entre essas duas ferramentas. O CAD é uma ferramenta que captura, modifica ou cria desenhos

eletrônicos georreferenciados. A ferramenta CAD pode associar atributos aos elementos dos desenhos georreferenciados, mas é incapaz de realizar operações espaciais, organizar e manipular as relações topológicas e ligar conjunto de dados diferentes utilizando a localização geográfica como chave de ligação (FERREIRA, 2005).

No modelo vetorial, a localização e a aparência gráfica de cada objeto são representadas por um ou mais pares de coordenadas. Este tipo de representação não é exclusivo do GIS: sistemas CAD e outros tipos de sistemas gráficos também utilizam representações vetoriais. Isto porque o modelo vetorial é bastante intuitivo para engenheiros e projetistas, embora estes nem sempre utilizem sistemas de coordenadas ajustados à superfície da Terra para realizar seus projetos, pois para estas aplicações um simples sistema de coordenadas cartesianas é suficiente. Mas o uso de vetores em GIS é bem mais sofisticado do que o uso em CAD, pois em geral GIS envolve volumes de dados bem maiores, e conta com recursos para tratamento de topologia, associação de atributos alfanuméricos e indexação espacial (CÂMARA e MONTEIRO, 2004).

2.3.7 Aplicações

Pode-se dizer, de forma genérica, que: se a palavra “onde” é importante para seu negócio, então Geoprocessamento é sua ferramenta de trabalho. Assim, sempre que o onde aparece, dentre as questões e problemas que precisam ser resolvidos por um sistema informatizado, haverá uma oportunidade para considerar a adoção de um SIG (CÂMARA e MONTEIRO, 2004).

O termo Sistema de Informação Geográfica (SIG) é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos. Devido à sua ampla gama de aplicações, que inclui temas como agricultura, florestas, cartografia, cadastro urbano e redes de concessionária (água, energia e telefonia), há pelo menos três formas de se utilizar um SIG:

- Como ferramenta para produção de mapas;
- Como suporte para análise espacial de fenômenos e
- Como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial (CÂMARA, 1995).

Visando a melhoria da qualidade dos serviços, os SIGs têm sido incorporados por empresas de vários setores como segurança pública, planejamento territorial, geomarketing, redes de saneamento, energia e telefonia (utilities), transportes, agricultura, meio ambiente, entre outros (ROCHA, VIEIRA e CARNEIRO, 2007).

Os softwares de aplicação em SIG têm capacidade de armazenar, manipular e analisar dados geográficos. É diferente dos demais (aplicáveis em cartografia digital) por possuir estruturas que permitem definir as relações espaciais entre todos os elementos dos dados (geo-objetos). Esta convenção conhecida como topologia dos dados, vai além da mera descrição da localização e geometria cartográfica, permitem fazer cruzamentos de dados e desenvolver cenários, daí sua importância na utilização do planejamento territorial e gestão do meio ambiente, particularmente gestão de bacias hidrográficas (FERREIRA, 2004).

Diante das diversas aplicações citadas, nota-se que os SIG's são de vital importância para diversas áreas, notadamente quando se trabalha com "redes" e com um número grande de informações, o seu uso se torna fundamental.

2.3.7.1 Aplicações em redes

Câmara e Monteiro (2004) dizem que em Geoprocessamento, o conceito de "rede" denota as informações associadas a:

- Serviços de utilidade pública, como água, luz e telefone;
- Redes de drenagem (bacias hidrográficas);
- Rodovias.

No caso de redes, cada objeto geográfico (e.g: cabo telefônico, transformador de rede elétrica, cano de água) possui uma localização geográfica exata e está sempre associado a atributos descritivos presentes no banco de dados (CÂMARA e MONTEIRO, 2004).

As informações gráficas de redes são armazenadas em coordenadas vetoriais, com topologia arco-nó: os atributos de arcos incluem o sentido de fluxo e os atributos dos nós sua impedância (custo de percorrimento). A topologia de redes constitui um grafo, que armazena informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas (CÂMARA e MONTEIRO, 2004).

A topologia arco-nó é a representação vetorial associada a uma rede linear conectada. Um nó pode ser definido como o ponto de intersecção entre duas ou mais linhas, correspondente ao ponto inicial ou final de cada linha. Nenhuma linha poderá estar desconectada das demais para que a topologia da rede possa ficar totalmente definida (CÂMARA e MONTEIRO, 2004).

O conhecimento das relações topológicas entre as linhas pode ser de fundamental importância no caso de redes. Para exemplificar, considere-se a Figura 2.5, que mostra uma parte de uma rede de distribuição elétrica, com os seus diversos componentes (sub-estação, rede, poste, transformador, consumidor) (CÂMARA e MONTEIRO, 2004).

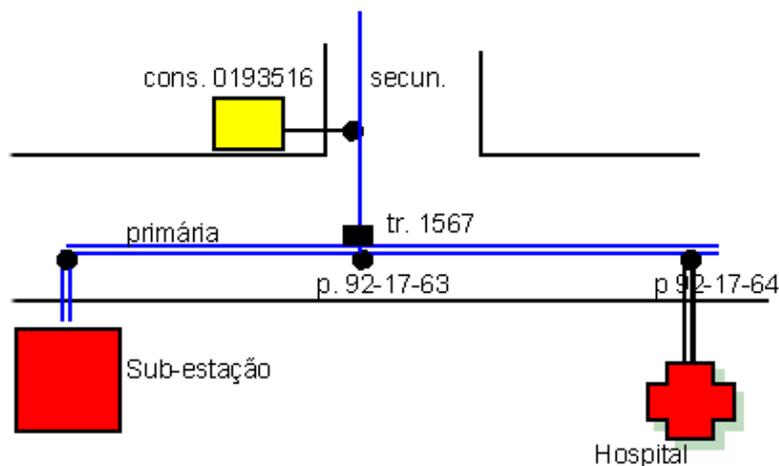


Figura 2.5 – Exemplo de topologia arco-nó (rede elétrica).

Fonte: CAMARA e MONTEIRO (2004)

2.4 Importância de SIG para as Redes de Água e Esgoto

Atualmente, o SIG vem ganhando espaço em vários segmentos, e no setor de saneamento não é diferente; o sistema tem apresentado uma grande demanda, especificamente para a gestão das redes de água e esgoto. É uma ferramenta que pode não somente atualizar de forma confiável todo o cadastro das redes, como atuar no gerenciamento global destas, principalmente quando atua de forma integrada a outros sistemas de gestão, controle e operação aos órgãos gestores de saneamento.

Com o SIG é possível, por exemplo, tomar decisões importantes como, trocar tubulações e equipamentos antigos ou desgastados, ou definir quais registros serão fechados e que tipos de estabelecimentos serão afetados no caso de vazamento de uma rede, além de controle de dados comercial e operacional com informações vetoriais e alfanuméricas atualizadas.

Essa ferramenta faz o gerenciamento inteligente das informações cadastrais das redes de distribuição de água e coletora de esgoto. Suas funcionalidades permitem gerenciar os cadastros de maneira eficiente, oferecendo aos usuários suporte

incremental, performance, operacionalidade e rapidez nas atividades cotidianas (BRITO 2008).

Administrar o fluxo de água e esgoto para toda a cidade não é uma tarefa fácil, uma vez que, a quantidade de informações é grande.

Para melhor controle da situação como um todo, é preciso ter acesso às informações sobre tubulações, válvulas, hidrantes, instalações de armazenamento, enfim, sobre todos os pontos relevantes para este mercado (OLIVEIRA, 2009).

Além do cadastramento, funcionalidades como: simulação de manobras de registro, rastreamento de fluxos, identificação e exibição na interface do computador de redes, equipamentos e etc., localização de obras, instalação e manutenção por meio de ordens de serviços são algumas das facilidades oferecidas.

Através do cruzamento das informações, a realização de pesquisas de consumo, tarifação, inferências de cálculos de vazão e várias outras funcionalidades, são visualizadas rapidamente em mapas temáticos e relatórios (BRITO, 2008).

Com a tecnologia SIG permite-se, dentre outras ações, maior visão da distribuição de toda rede de abastecimento de água e esgoto, detecção de falhas na cartografia, localização dos maiores consumidores e seus dados cadastrais, áreas de maior arrecadação, os clientes inadimplentes, as ligações cortadas, ligadas e suprimidas, entre outras. Além de melhorar a disponibilidade de acesso aos dados pelos departamentos da empresa armazenados no Banco de Dados Geográfico, repercutindo positivamente na execução, planejamento operacional, manutenção e atualização das informações em curto espaço de tempo e distribuição de um bem público como a água (ROCHA, VIEIRA e CARNEIRO, 2007).

Grandes desafios se apresentam em todo o mundo para as utilidades da água e esgoto, muitos dos quais estão presentes entre nós: a limitação dos recursos hídricos, a

obsolescência da infraestrutura e o crescente nível de regulamentação federal e estadual sobre o setor. As principais organizações congêneres têm buscado na tecnologia respostas para fazer face a esses desafios comuns em nosso tempo.

Dentre as diversas tecnologias que vêm sendo empregadas há mais de uma década, destacam-se a automação e o GIS (CARMIGNAMI, 1998).

Segundo Cordovez (2001), a localização é essencial para o planejamento das informações dos órgãos públicos, aliado ao Sistema de Informação Geográfica (SIG), permitem agregar dados geográficos e atributos alfanuméricos num mesmo banco de dados.

Conforme foi especificado no item anterior, o SIG possui vários benefícios, além de todas as funcionalidades já relacionadas; pode ser também um concentrador de informações de outros sistemas, tornando uma poderosa ferramenta estratégica para tomadas de decisões e também de controle operacional.

Com o SIG implantado dentro do gerenciamento e planejamento de um sistema de abastecimento de água, encontram-se áreas de diversas atividades que manejam diferentes informações da base cartográfica georreferenciada, tais como: sistema de informação de clientes, projetos e planejamento, operação e manutenção do sistema hidráulico (redes e dispositivos) gerência de infraestrutura, gerência de fugas e gerência administrativa. As possibilidades de armazenamento e gestão da informação são praticamente ilimitadas, citando como exemplos: gestão de consumidores, visualização de todos os elementos da rede e de suas características, número de válvulas de um determinado modelo e diâmetro, e do parque de hidrômetros, estado de funcionamento do sistema e etc (DORCA, LUVIZOTTO e ANDRADE, 2001).

Para detalhar melhor um exemplo de integração, pode-se citar a Telemetria, cujo sistema é responsável por gerenciar remotamente equipamentos da rede de água como

reservatórios, estação de tratamento de água, registros e outros. Nestes tipos de solução, além dos equipamentos automatizados, existe um sistema supervisor que possui uma interface de interação com o usuário para o gerenciamento desses equipamentos.

Esses sistemas supervisórios com versões mais recentes possuem recursos de gravação das informações em banco de dados e individualizando cada equipamento (BRITO, 2008).

Assim, com toda a rede de água cadastrada no SIG, tendo as tubulações, equipamentos e peças representadas geograficamente, é possível criar um relacionamento entre o banco de dados geográfico com o banco de dados de Telemetria, e pelo SIG visualizar as informações provindas da Telemetria (BRITO, 2008).

Na Figura 2.6, um esquema de ligação de software de SIG e de automação.

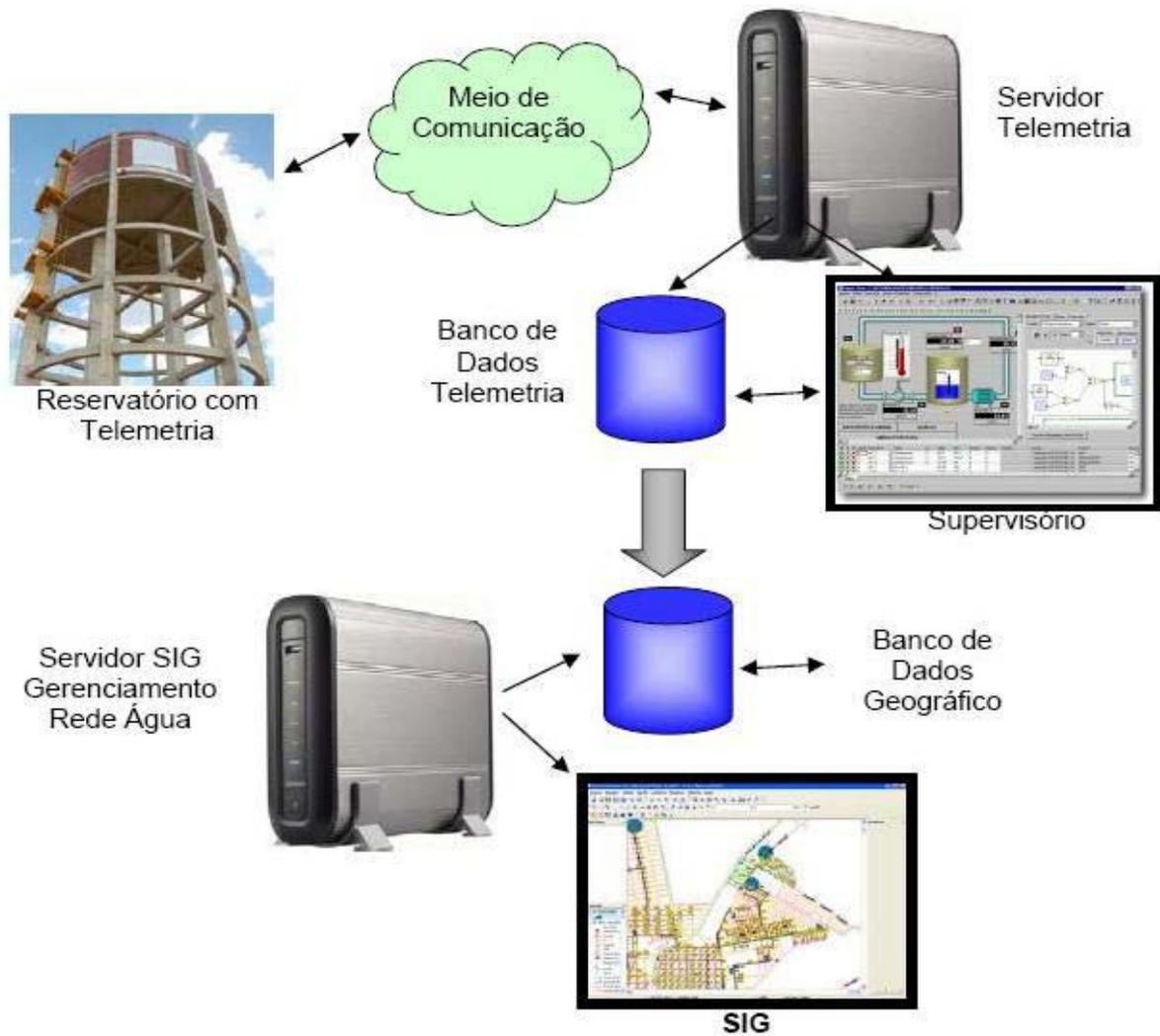


Figura 2.6: Integração sistema telemetria com o SIG gerenciamento de rede de água.

Fonte: BRITO (2008)

É evidente a necessidade de integração da informação vetorial com banco de dados comercial e com a informação gráfica espacial, e isto é possível com a implantação de um sistema de informação geográfica que permita relacionar os dados graficamente ou espacialmente com outros dados alfanuméricos e, atualizar os dados através de interfaces apropriadas e realizar mapas temáticos com todos os dados devidamente cadastrados (CARRIJO, TAVARES e UNGARELLI, 2000).

2.5 Exemplos de Aplicações do SIG nas Redes de Água e Esgoto

Esse item traz alguns exemplos de aplicações do SIG em alguns órgãos gestores de água e esgoto.

2.5.1 SABESP - Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo/SP

Uma empresa de economia mista, de capital aberto, que tem como principal acionista o Governo do Estado de São Paulo. A SABESP atua hoje em 366 municípios paulistas.

É um projeto corporativo e bem completo, pois além do SIG implantado possuir várias funções, também está integrado com diversos bancos de dados de gestão e operação da companhia.

A SABESP implantou o SIGNOS - Sistema de Informações Geográficas no Saneamento na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) com a filosofia de melhorar a qualidade das ações de gerenciamento e operação das redes de abastecimento de água e coleta de esgotos, através da utilização de tecnologias de informação modernas e adequadas às necessidades da SABESP (FRANCO e LOUREIRO, 2007).

Uma vez que o SIGNOS pressupõe a criação de um banco de dados espacial, as interfaces com sistemas corporativos e novas funcionalidades, esta implantação torna possível a integração de atividades nos diversos processos de negócio, onde os principais são: cartografia, cadastro técnico e comercial, projetos, controle de perdas, manutenção e operação de redes de água (manobras e modelagem hidráulica) e de esgotos, atendimento aos clientes (telefônico e escritórios regionais), controle sanitário, planejamento integrado e recuperação de receitas. Como consequência, já esta sendo observada uma maior agilidade na detecção e resolução de problemas (FRANCO e LOUREIRO, 2007).

Abaixo, a Figura 2.7 destacando a integração do Banco de Dados SIGNOS com vários setores da empresa.

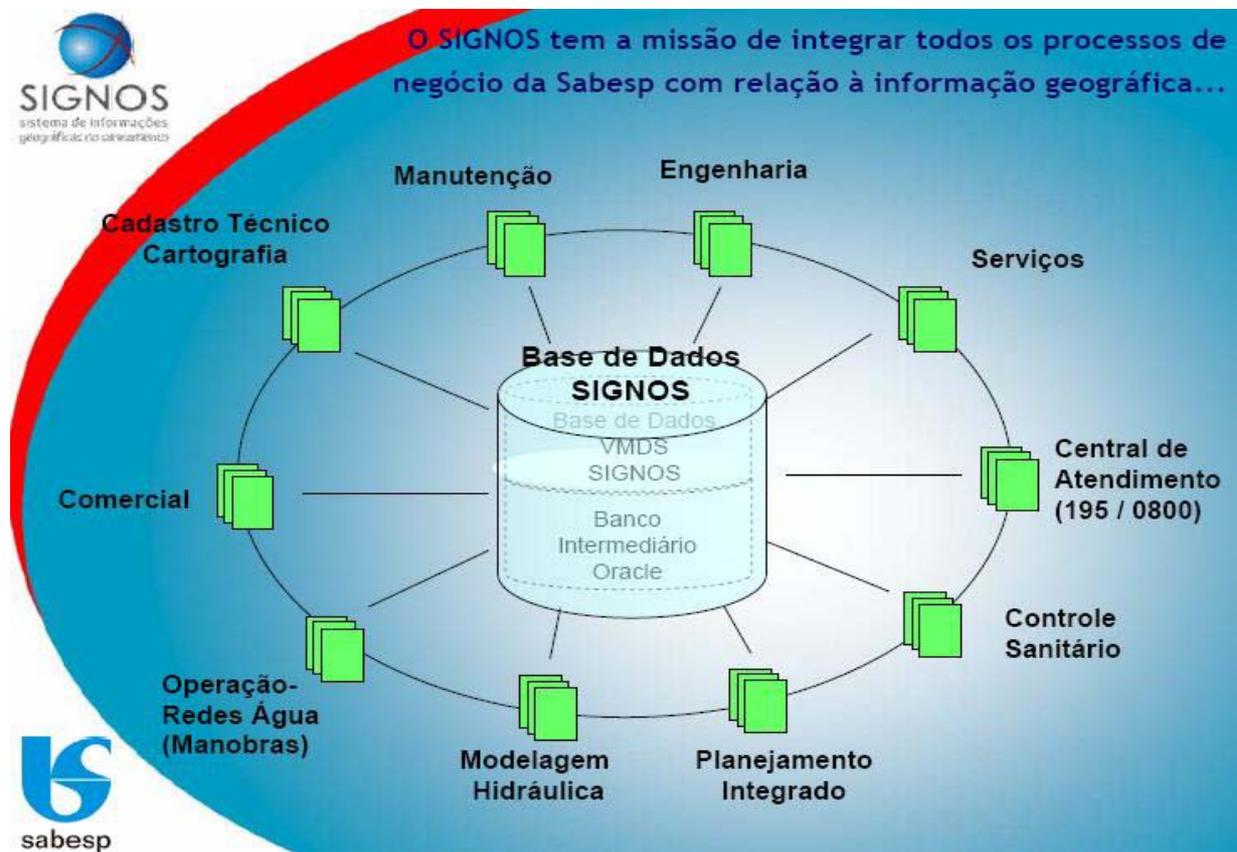


Figura 2.7 – Banco de dados SIGNOS e suas integrações.

Fonte: ABRAHÃO e KANASHIRO (2008)

2.5.2 ECOSAMA – Empresa Concessionária de Saneamento de Mauá S.A.

Mauá é um município do estado de São Paulo, da Região Metropolitana de São Paulo, pertencente à região do ABC Paulista, com aproximadamente 400.000 habitantes.

A ECOSAMA, empresa privada é responsável pelo serviço de esgotamento sanitário da Cidade e pelo sistema comercial relativos aos serviços de abastecimento de água e coleta de esgoto, incluindo, leitura e emissão simultânea das contas de água e esgoto, faturamento, cobrança, arrecadação, atendimento ao público, substituição de hidrômetros, trocas de cavaletes simples etc.

Lopez e Silva (2005) explicam as necessidades e dificuldades que a empresa tinha antes da implantação do SIG e os benéficos após sua implantação. Para justificar o investimento na tecnologia de geoprocessamento, a ECOSAMA apresentava algumas necessidades para sua companhia:

- Reconhecer a situação do saneamento do município para planejar o sistema de tratamento de esgoto;
- Gerenciar os serviços de operação e manutenção da rede;
- Subsidiar a equipe de projetos; e
- Agilizar o atendimento ao público.

Após o projeto de geoprocessamento implantado, alguns benefícios para a empresa foram visualizados em curto prazo:

- Constatação de que a rede coletora possui 50 km a menos do estimado;
- Melhoria na eficiência do gerenciamento da rede; e agilidade no acesso às informações do cadastro técnico, apoio à equipe de manutenção e apoio à equipe de fiscalização; e

- Rapidez no processo de desenvolvimento de projetos de extensão de pequenos prolongamentos, proporcionando diminuição do trabalho de campo e otimização do trabalho da equipe de projeto.

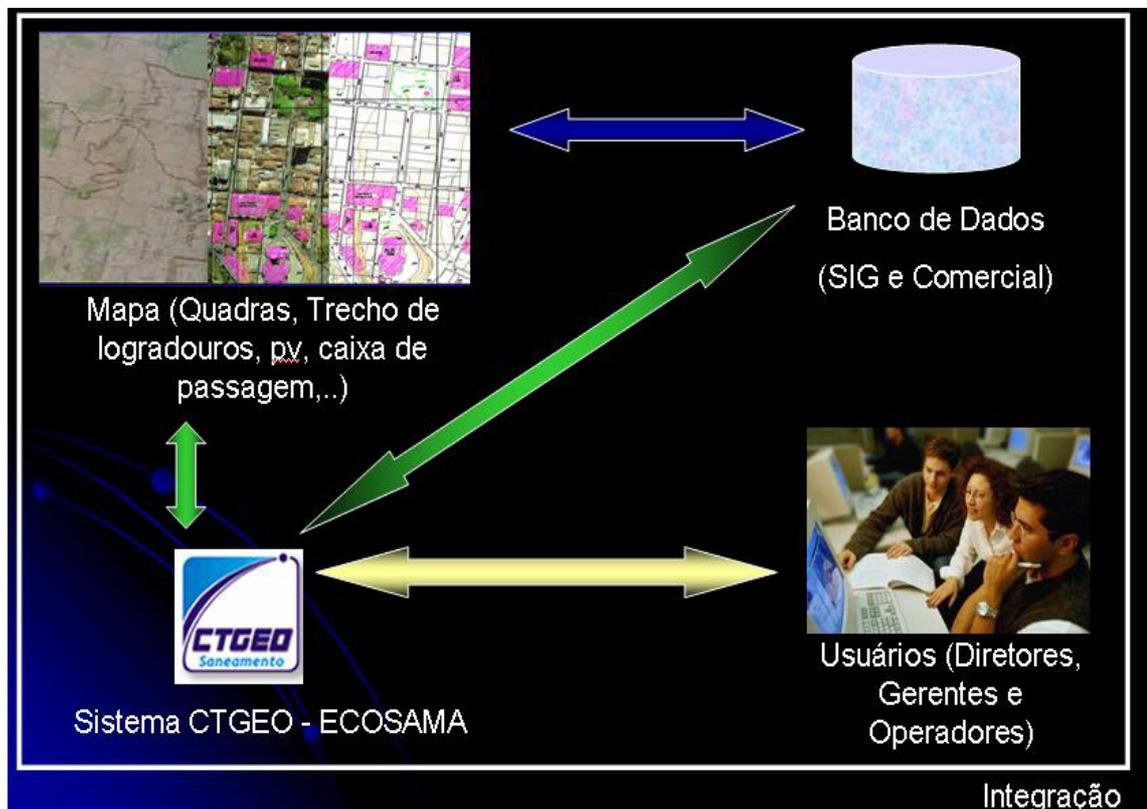


Figura 2.8 – Solução adotada pela ECOSAMA.

Fonte: LOPEZ e SILVA (2005)

2.5.3 SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Blumenau/SC

Blumenau é um município brasileiro da região sul, localizado no estado de Santa Catarina, com aproximadamente 300.000 habitantes.

O propósito deste projeto está alcançando seus objetivos de agregar valor para a criatividade e valorização do processo decisório (a inteligência) da empresa e seus colaboradores, que ao utilizarem o sistema percebem que os serviços executados internamente podem e devem melhorar economizando tempo e recursos oferecendo

assim um serviço de melhor qualidade ao seu cliente final (OLIVEIRA, COELHO e ULIANO, 2006).

Após a implantação do Sistema, pretende-se integrar os bancos de dados existentes com outras fontes de informações. Será possível utilizar simultaneamente o Cadastro Técnico de redes com informações censitárias do IBGE e ainda com uma cartografia “inteligente” com informações sobre logradouros, cadastro Imobiliário e demais bases de dados da Prefeitura Municipal e demais autarquias do município de Blumenau (OLIVEIRA, COELHO e ULIANO, 2006).

Ainda serão estudadas formas de integração a outros sistemas utilizados na empresa, como: modelagem hidráulica; cadastro comercial; operações de expansão e manobras nas redes; qualidade e pontos de coleta para qualidade da água (OLIVEIRA, COELHO e ULIANO, 2006).

Pode-se verificar que durante a inclusão e manutenção dos dados, inconsistências no cadastro antigo estão sendo sanadas; isto se deve ao fato do sistema ser inteligente, da visão crítica dos usuários e a flexibilidade do sistema nas atualizações cadastrais (OLIVEIRA, COELHO e ULIANO, 2006).

2.5.4 Águas de Gaia – Vila Nova de Gaia – Portugal

Vila Nova de Gaia é um município português na Área Metropolitana do Porto, Região Norte e subregião do Grande Porto, com aproximadamente 322.000 habitantes. Neste município se encontra a Aguas de gaia - Serviços Municipalizados de Água e Saneamento de Vila Nova de Gaia.

O interesse do uso do SIG nos sistemas de abastecimento de água é mundial e vem crescendo consideravelmente nos últimos anos. Em 1998, o nível de cobertura do uso do SIG nos sistemas de abastecimento de água, em Portugal, era de 77%, sendo esse

índice inferior ao de outros países da Europa mais desenvolvidos (REIS, GOLÇALVES e RODRIGUES, 1998).

Com o objetivo de criar um cadastro de infraestruturas do conselho, foi selecionada, no ano de 1999, a tecnologia ESRI Portugal. Os principais objetivos desta medida foram (ESRI-PORTUGAL, 2008):

- criar um cadastro o mais aproximado possível da realidade do território conselho;
- integrar esta informação com as bases de dados existentes;
- disponibilizar internamente a informação em tempo real; e
- fazer modelagem da rede de água e saneamento.

Com a ligação à base de dados de consumos obtemos a informação dos consumos de cada cliente (ESRI-PORTUGAL, 2008).

Este georeferenciamento permite calcular também as taxas de cobertura territorial atingidas pelas redes de saneamento e de abastecimento de água, considerando a extensão das redes instaladas e das ruas que lhes correspondem (ESRI-PORTUGAL, 2008).

Com SIG, juntamente com o sistema de telemetria, é possível delimitar uma zona de intervenção e levá-la para o local, sabendo, de antemão, quais as características do material existente que vai ser substituído (ESRI-PORTUGAL, 2008).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Objeto de Estudo - Mesorregiões de Araçatuba/Bauru (SP)

As cidades do interior de São Paulo vêm sofrendo mais com a precariedade em seus serviços se comparadas às grandes metrópoles, principalmente as cidades com até 30 mil habitantes, que são a grande maioria; sendo este um fator importante para os objetivos desta pesquisa, que tem como fundamental relevância analisar os motivos pela não utilização do SIG no objeto de estudo.

Segundo DORCA, LUVIZOTTO JR e ANDRADE (2001), as regiões interioranas do Estado de São Paulo apresentam aspectos de semelhança no que se refere aos seus sistemas públicos de abastecimento de água potável. Dentro dessas semelhanças podem ser destacadas algumas de notória relevância:

- Restrição de matéria prima – existe na maioria dos abastecimentos, dificuldades naturais no atendimento das demandas crescentes, por restrição natural das fontes de água bruta, seja por déficit de quantidade ou, pela má qualidade (contaminação das fontes por municípios vizinhos ou pela própria municipalidade);
- Escassez de recursos financeiros – diante da crise econômica nacional e internacional, a disponibilidade de recursos financeiros para o sistema de abastecimento de água é baixo, sendo os poucos recursos destinados, via de regra, a situações de emergências, comprometendo as políticas de planejamento de médio e longo prazo, a manutenção preventiva da rede e seus acessórios e, de investimentos em programa de modernização da empresa. Regras operacionais planejadas devem ter como objetivo a minimização de operações de manutenção e a redução dos custos operacionais (tal como a energia elétrica);

- A descontinuidade administrativa – Um dos aspectos mais desastrosos para a manutenção de programa de gestão nos sistemas de abastecimentos de água é a mudança contínua de sua “decisão pessoal” devidos aos aspectos políticos (os famosos cargos de confiança). Este aspecto, além de dificultar os movimentos da empresa, acabam impedindo a formação de um acervo histórico. A substituição de elementos chave no quadro de pessoal da companhia implica muitas vezes na perda quase completa de sua memória. (Deve ser ressaltado aqui, que este aspecto é decorrente de uma má gestão e que sem dúvida seria minimizado com aplicação adequada de recursos modernos); e
- Baixa reciclagem do corpo técnico - observa-se nas pequenas empresas de abastecimento o surgimento de “super-técnicos”, elementos responsáveis por um grande número de atividades (manutenção, operação, controle, planejamento, etc.). Este engenheiro (normalmente), com uma formação básica, se vê diante de problemas complexos, que exigiriam a ampliação de seus conhecimentos. Com dificuldades de tempo e tranqüilidade para sua reciclagem acabam indo para a obsolescência e baixa eficiência. Como resultado, as companhias são alvos fáceis para empresas e consultores que apresentam soluções milagrosas para os “aparentes insolúveis” problemas de seu cotidiano.

Em contrapartida o Estado de São Paulo é um estado com potencial tecnológico e em muitos casos é o estado em que às tecnologias novas se iniciam no país.

A região metropolitana de São Paulo e suas cidades próximas concentram grandes indústrias e o desenvolvimento tecnológico é notável. O interior do estado sempre foi conhecido pela qualidade de vida elevada em consideração ao pequeno grau de poluição e o baixo índice de violência. Mas nos últimos anos o interior vem ganhando importância também por se tornar uma região emergente, inclusive de tecnologia. E

outro objetivo deste trabalho é averiguar as perspectivas para o uso de SIG num futuro próximo, então uma região promissora á evolução é ideal para este caso.

O Brasil avançou no início do século XXI, mas o foco do crescimento está no interior. Assim diz o Índice Firjan de Desenvolvimento Municipal (IFDM), elaborado pela Federação das Indústrias do Rio de Janeiro, que mede anualmente a eficiência de políticas públicas nos municípios (FIRJAN, 2009).

Com mais variáveis do que o Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) da Organização das Nações Unidas (ONU), o indicador da Firjan deu origem a um ranking que impressiona pela liderança do interior na melhoria das condições de saúde, educação e renda. "O crescimento está vindo do interior, isso é um fato. Ao contrário do crescimento dos anos 70, que inchava as capitais, muitos Estados se desenvolveram mais do que suas capitais no início dessa década. Isso mostra a diversificação do desenvolvimento brasileiro, que é mais sustentável e não provoca a migração para as grandes cidades", avalia o economista Patrick Carvalho, chefe de Estudos Econômicos da Firjan, que coordenou o trabalho. Houve uma mudança de patamar. Tivemos outro Brasil no intervalo de cinco anos, diz ele (FIRJAN, 2009).

Um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada mostrou que os brasileiros estão caminhando em direção ao interior. Cidades com até 500 mil habitantes registraram maior crescimento econômico do que a média nacional (IPEA, 2009).

Um estudo do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada revelou também que, enquanto as cidades com mais de 500 mil habitantes perderam participação no PIB nacional, as pequenas e médias tiveram um desempenho melhor. O PIB é a soma de tudo o que é produzido pela economia de um país (IPEA, 2009).

A tecnologia SIG está sendo difundida em vários setores privados e públicos, e no caso dos órgãos gestores de saneamento, especificamente nas redes de água e esgoto, já

possuem vários exemplos de casos implantados. Porém a grande maioria desses está nas grandes companhias estaduais de saneamento ou em órgãos gestores de grandes cidades. E um dos objetivos dessa pesquisa é encontrar os motivos em que as pequenas cidades ainda não adquiriram essa tecnologia.

As mesorregiões de Araçatuba e Bauru foram escolhidas primeiramente por serem regiões do interior do estado, sendo emergentes, no qual seu desenvolvimento está sendo perceptível nos últimos anos, assim como a tecnologia SIG. Também porque a maioria de suas cidades é abaixo de 30 mil habitantes, já que é um dado importante para um dos objetivos da pesquisa, conforme já foi citado. As duas mesorregiões são unidas em fronteira ocupando uma boa parte do interior de São Paulo e juntas possuem 82 municípios, como o estado possui 645, então estão ocupando juntas 12,7% do total de municípios do Estado de São Paulo, um bom número para as análises deste trabalho.

O Estado de São Paulo é dividido em 15 mesorregiões ou Regiões Administrativas (RA), subdivididas em microrregiões ou as chamadas Regiões de Governo. A mesorregião é uma subdivisão dos Estados do Brasil, composta por diversos municípios de uma determinada área geográfica com similaridades econômicas e sociais. Essa divisão foi criada pelo IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística para fins estatísticos e não constitui uma entidade política ou administrativa (CIDADES PAULISTAS, 2009).

Na Quadro 3.1 estão listadas todas as mesorregiões do Estado de São Paulo e suas respectivas populações e na Figura 3.1 um mapa com a divisão dessas mesorregiões.

Quadro 3.1 – Mesorregiões e número de habitantes. Fonte: SEADE (2008)

REGIÃO ADMINISTRATIVA	POPULAÇÃO (2010)
São Paulo	20.141.759
Campinas	6.325.125
Sorocaba	2.890.965
São José dos Campos	2.316.640
Santos	1.709.686
São José do Rio Preto	1.451.761
Ribeirão Preto	1.225.286
Bauru	1.096.961
Marília	978.804
Central	976.993
Presidente Prudente	842.982
Franca	734.707
Araçatuba	732.552
Barretos	425.054
Registro	287.002

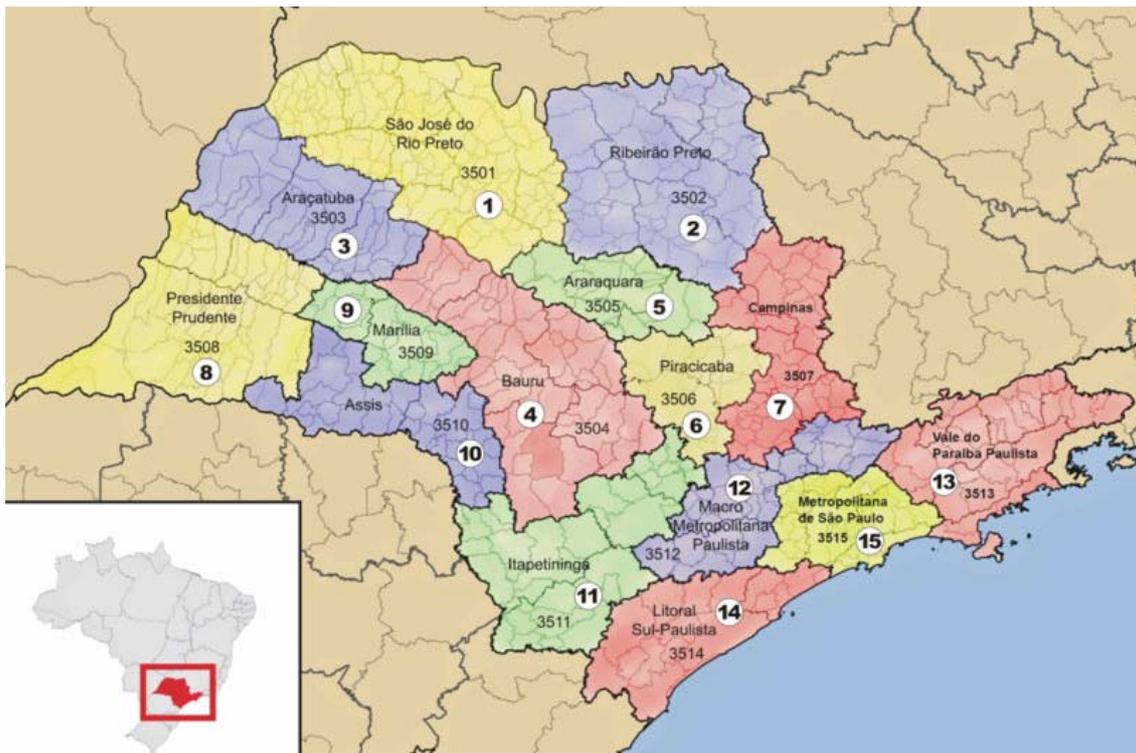


Figura 3.1 – Mesorregiões do Estado de São Paulo.

Fonte: CIDADES PAULISTAS (2009)

Neste trabalho foram estudadas as mesorregiões de Araçatuba e Bauru do Estado de São Paulo, na Figura 3.2 um destaque para essas duas mesorregiões no mapa temático em um SIG, com a região de Bauru em vermelho e de Araçatuba em azul, no qual se percebe que as duas juntas recobrem uma grande parte do interior do estado.

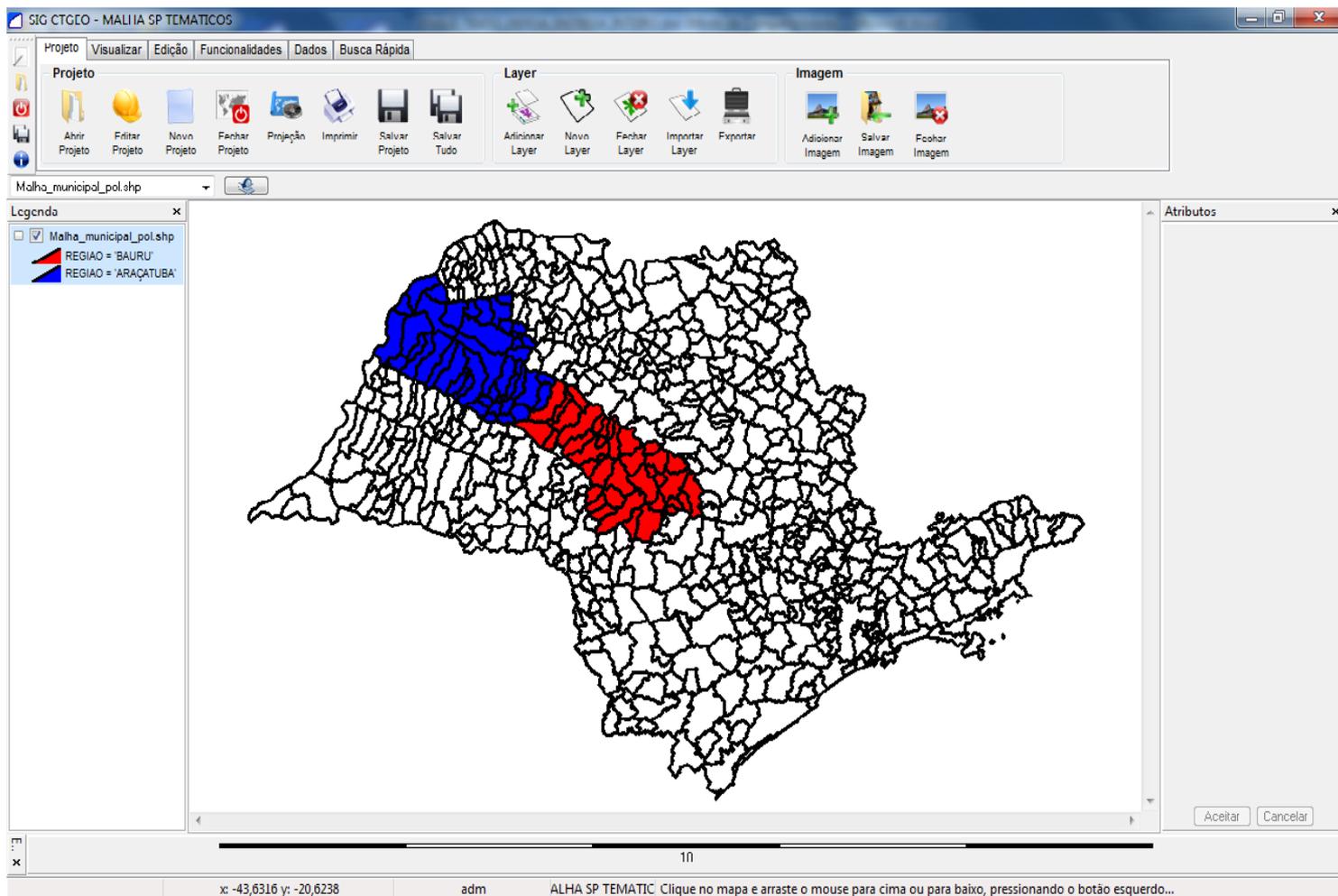


Figura 3.2 – Mesorregiões de Araçatuba/SP e Bauru/SP.

3.1.1 Mesorregião de Araçatuba/SP

A mesorregião de Araçatuba é formada pela união de 43 municípios, que ocupam 18.560 Km², correspondendo a 7,5% do território paulista (SEADE, 2008).

Os municípios pertencentes são: Andradina, Alto Alegre, Araçatuba, Auriflama, Avanhandava, Barbosa, Bento de Abreu, Bilac, Birigui, Braúna, Brejo Alegre, Buritama, Castilho, Clementina, Coroados, Gabriel Monteiro, Gastão Vidigal, General Salgado, Glicério, Guaraçaí, Guararapes, Guzolândia, Ilha Solteira, Lavínia, Lourdes, Luiziânia, Mirandópolis, Murutinga do Sul, Penápolis, Pereira Barreto, Piacatu, Nova Castilho, Nova Independência, Nova Luzitânia, Rubiácea, Santo Antonio do Aracanguá,

Santópolis do Aguapeí, Sud Mennucci, Turiúba, Itapura, São João de Iracema, Suzanápolis e Valparaíso.

A multimodalidade no transporte de mercadorias, por meio de boa estrutura rodoviária, hidroviária e ferroviária, deu à região privilegiada posição no tocante ao comércio, tornando-a importante rota para o centro-oeste do país (SEADE, 2008).

Na Figura 3.3 a mesorregião de Araçatuba incluindo as malhas de transporte.



Figura 3.3 – Mesorregião de Araçatuba com as redes viárias.

Fonte: SEADE (2008)

A Região Administrativa de Araçatuba está localizada nos territórios de três Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos – UGRHIs: Aguapeí, São José dos Dourados e Baixo Tietê, com predominância desta última (29 municípios). Os principais rios desta área são o Paraná, o Tietê, o Aguapeí e o São José dos Dourados (SEADE, 2008).

Segundo o Relatório de Qualidade Ambiental do Estado de São Paulo – 2007 elaborado pela Secretaria do Meio Ambiente, com informações relativas a 2006), amostras da água dos Rios Paraná e Tietê colhidas nesses trechos apresentam condições ótimas, pelo índice de qualidade de água e pelo índice de qualidade de água para o abastecimento público, mas foram detectados problemas em cursos d'água menores. A região, rica em água, permite que, praticamente, toda a população disponha de abastecimento de origem subterrânea ou superficial (SEADE, 2008).

A economia da região é marcada pela importância da agropecuária e pelo bom desempenho da indústria. A Região de Araçatuba é responsável por 7,6% da produção agropecuária do Estado (CIDADES PAULISTAS, 2009).

A maioria dos municípios que compõem a RA tem características rurais e possui população inferior a 10 mil habitantes. Birigui e Araçatuba são os mais dinâmicos, com as maiores proporções de área urbana e maior densidade demográfica. Araçatuba é o único município da região com população superior a 150 mil habitantes (SEADE, 2008).

O conjunto da mesorregião abrigava mais de 716 mil habitantes, em 2007, o que corresponde a 1,7% da população paulista. Além de Araçatuba (com 180 mil habitantes), seus municípios mais populosos são Birigui (106 mil), Penápolis (58 mil) e

Andradina (57 mil). Esses quatro concentravam mais de 55% do total da população regional (SEADE, 2008).

Araçatuba é a sede da região administrativa e está no centro geográfico da hidrovia Tietê-Paraná, onde se localiza o Porto Fluvial Pio Prado. O município é servido pela linha tronco Bauru – Corumbá - Bolívia e por um aeroporto regional. A infraestrutura de transportes na Região de Araçatuba é das melhores do país, com característica multimodal: possui um porto fluvial na Hidrovia Tietê-Paraná, ramal ferroviário ligando a região a Região Metropolitana de São Paulo e ao Porto de Santos, aeroportos regionais (nos municípios de Araçatuba e Andradina) e rodovias que se conectam aos maiores mercados consumidores do Estado (sendo a principal a SP-300) (CIDADES PAULISTAS, 2009).

O tempo está mudando no Oeste do Estado de São Paulo. Após um período de "tempestades" durante décadas, a bonança e a prosperidade começaram a chegar há pelo menos dez anos com a presença marcante do setor sucroalcooleiro. Os bons ventos – que têm previsão ainda mais favorável para os próximos anos - inverteram a correnteza negativa que segurava o crescimento do Oeste Paulista. De segunda região mais pobre de São Paulo - perdia apenas para o Vale do Ribeira -, deverá se tornar a mais rica e promissora do Estado daqui a alguns anos. Esse prognóstico positivo é compartilhado, entre outros, pelo presidente executivo da União dos Produtores de Bionergia (Udop), Antonio Cesar Salibe, e o Secretário de Desenvolvimento Econômico da Prefeitura de Araçatuba, SP, Wilson Marinho da Cruz (CRUZ, 2007).

Existem, na verdade, motivos concretos que justificam essa perspectiva favorável. A economia sucroalcooleira da região - ancorada por Araçatuba - ganhou um mega presente composto por um "pacote" com mais de 40 unidades produtoras que começou a brindar a região no ano passado. Em 2006, entraram em operação 11 usinas. Outras 9 ou

10 começarão a funcionar ainda este ano. Para o próximo ano, estão previstas 15 ou 16 (CRUZ, 2007).

3.1.2 Mesorregião de Bauru/SP

A Região Administrativa de Bauru é composta por 39 municípios e ocupa 16.199 km², ou 6,5% do total do território do Estado. A mesorregião de Bauru abriga a Aglomeração Urbana de Bauru, que é composta pelos municípios de Agudos, Bauru, Lençóis Paulista e Pederneiras. Bauru, principal cidade, fica a 345 km da capital (SEADE, 2008).

Os municípios pertencentes são: Agudos, Arealva, Areiópolis, Avaí, Balbinos, Barra Bonita, Bariri, Bauru, Bocaina, Boracéia, Borebi, Cabrália Paulista, Cafelândia, Dois Córregos, Duarteina, Getulina, Guaiçara, Guaimbê, Guarantã, Iacanga, Igarapu do Tietê, Jaú, Lençóis Paulista, Lins, Macatuba, Mineiros do Tietê, Paulistânia, Pederneiras, Pirajuí, Piratininga, Pongaí, Presidente Alves, Promissão, Reginópolis, Sabino, Ubirajara e Uru.

Desde o período da expansão cafeeira, a infraestrutura viária da RA permitiu a ligação regional com a capital, o Porto de Santos e outras regiões do Estado e do país. Ocupa posição privilegiada para comércio, comunicações e transportes, em função de sua localização central, no Estado, e de se constituir em entroncamento rodo-hidro-ferroviário (SEADE, 2008).

O transporte ferroviário é tradição regional e uma das alavancas do desenvolvimento, permitindo, em direção a oeste, o acesso à Bolívia, ao Paraguai e ao norte da Argentina e, a leste, aos portos de Santos e de Paranaguá (SEADE, 2008).

Na Figura 3.4 a mesorregião de Araçatuba incluindo as malhas de transporte.



Figura 3.4 – Mesorregião de Bauri com as redes viárias.

Fonte: SEADE (2008)

Os municípios da RA de Bauru estão distribuídos por cinco Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHs): Tietê/Jacaré, Tietê/Batalha, Médio Paranapanema, Aguapeí e Baixo Tietê, com predominância na primeira (31 municípios da região estão sob sua influência). Misturam-se aí as bacias do Tietê e de alguns de seus afluentes com as de tributários do Paranapanema, como o Turvo e o Pardo (SEADE, 2008).

Em 2007, a taxa de urbanização regional foi de 94,8%, enquanto a do Estado foi de 93,8%. No período 2000-2007, a taxa geométrica de crescimento anual da população foi de 1,42%, inferior à do Estado (de 1,50%), mas seus principais municípios, Bauru (1,61%) e Jaú (1,79%), cresceram a taxas semelhantes ou superiores à da população estadual, apontando para a continuidade da concentração populacional nos municípios maiores (SEADE, 2008).

Os dois municípios são os únicos com população superior a 100 mil habitantes: Bauru, com 352.887 habitantes, e Jaú, com 126.727 habitantes. Dentre todos municípios da região, 27 possuíam população inferior a 20 mil habitantes, sendo que 12 destes tinham menos de 5.000 habitantes, abrigando menos de 4% da população total. Em 2007, a população regional foi de 1.054.759 habitantes, ou 2,6% do total do Estado, sendo que só o município de Bauru representou 33,5% da população total regional. A densidade demográfica da região, nesse mesmo ano, foi de 65,1 habitantes por km², bastante inferior à do Estado (165,3 habitantes por km²) (SEADE, 2008).

A agropecuária é a base econômica da RA de Bauru. A produção de cana-de-açúcar, sua principal lavoura, tem passado por um processo de mecanização da colheita, o que resulta em desemprego de trabalhadores rurais. Café e fruticultura também estão presentes no panorama econômico do setor primário regional (SEADE, 2008).

A Região Administrativa de Bauru envolve o maior entroncamento rodo – hidro - ferroviário do interior da América Latina, permitindo fácil acesso aos principais portos do Mercosul, criando condições para um desenvolvimento auto-sustentado, favorecendo não apenas as atividades industrial e agropecuária como também os empreendimentos turísticos. O Porto Intermodal do Rio Tietê, em Pederneiras, na hidrovia Tietê-Paraná, é utilizado como escoadouro da produção industrial e agrícola da região e de outros municípios do Estado de São Paulo. Há ligação ferroviária com a capital paulista e com o Porto de Santos. A rodovia SP-300 e suas ramificações dão acesso rápido aos principais pólos econômicos regionais do Estado. Há aeroportos regionais nos municípios de Bauru e Lins (CIDADES PAULISTAS, 2009).

A Região de Bauru tem uma economia bastante diversificada. Conta com um extenso parque industrial e um setor agropecuário bem desenvolvido: a região responde por 7,2% da produção agropecuária do Estado de São Paulo. Em Bauru se concentra mais de 30% da produção industrial regional, localizada em três distritos industriais. Na indústria, a fabricação de alimentos e bebidas é a atividade que mais se destaca na região. Em seguida, destacam-se os segmentos de produção e refino de petróleo e álcool, de preparação e confecção de artefatos de couro. Também são relevantes a fabricação de máquinas e equipamentos e a fabricação de papel e celulose, calçados, cerâmica e madeira. Os municípios da região exibem nível de escolaridade acima da média estadual, o que proporciona às empresas da região uma mão-de-obra qualificada (CIDADES PAULISTAS, 2009).

Um levantamento elaborado pelo Governo do Estado, em parceria com a Fundação Seade, aponta que a região administrativa de Bauru foi a que apresentou maior crescimento no número de empregos formais gerados entre 2002 e 2006 em todo o Estado de São Paulo. O trabalho integra o Diagnóstico para o Programa de

Qualificação Profissional, com base no Cadastro Geral de Emprego e Desemprego (Caged).

3.2 Métodos de Pesquisas Utilizados

Foram utilizados diferentes métodos para cada pesquisa realizada neste trabalho. Primeiramente o objetivo foi encontrar as cidades que já utilizam SIG, então houve uma técnica de pesquisa para estas e outra pesquisa com metodologia apropriada para as cidades que ainda não utilizam SIG.

E após o término de todas essas pesquisas, foi realizado um diagnóstico geral sobre a utilização de SIG nos órgãos gestores da região estudada, utilizando todos os parâmetros das pesquisas.

3.2.1 Métodos para encontrar as cidades que utilizam SIG no objeto de estudo

A primeira parte deste tópico foi definir quais órgãos gestores utilizam SIG atuando nas redes de água e esgoto da região estudada.

Para chegar a este resultado foi realizada uma pesquisa *in loco* nos municípios das mesorregiões, através de entrevista por telefone e/ou contato pessoal.

O objetivo desta pesquisa é de dividir os municípios para mais duas pesquisas, citados nos próximos itens.

3.2.2 Métodos para analisar o uso de SIG nas cidades que o utilizam no objeto de estudo

Esta pesquisa é do tipo “Observação Direta Intensiva”, pela técnica de entrevista. Pois a tecnologia SIG pode ser aplicada de diversas maneiras em diferentes tamanhos de cidades, portanto é preciso a visita e análise no local implantado, para colher todos os detalhes da implantação de SIG, que neste modo da entrevista, a investigação poderá ser detalhista, com os assuntos preestabelecidos, porém esperando respostas abertas seguindo o mesmo roteiro, devido a diferentes fenômenos e informações que poderão ser encontrados, para que se realizem comparações entre as implantações.

Na pesquisa foi escolhido o responsável pelo uso de SIG no órgão gestor, podendo variar o cargo e a função do funcionário.

Em seguida o roteiro de assunto utilizado e uma síntese de cada item.

- **SIG, Base cartográfica e técnicas de implantação**

Hoje em dia há vários SIG's no mercado, com diferentes níveis de custos e valores agregados. E pode ser customizado para cada órgão gestor de diferentes cidades. Portanto esse parâmetro foi comparado e analisado entre as cidades que já possuem SIG na região estudada. O SIG necessita de uma premissa essencial para ser operado, que é a base cartográfica utilizada. Uma cartografia precisa e atualizada é essencial para a eficiência da ferramenta, e conhecer as técnicas usadas para a confecção da base cartográfica e implantação do SIG, também importante para a pesquisa.

- **Estrutura física e humana**

Para a implantação e funcionamento eficaz de SIG necessita-se de requisitos mínimos de informática e local apropriado, e também para melhorias e atualizações do SIG, a estrutura física precisa-se ser acompanhada.

Além de estrutura física e técnica, para o funcionamento eficaz de SIG no órgão gestor, necessita-se de pessoas para manusear a ferramenta com um grau mínimo de conhecimento, como por exemplo, de informática básica e software CAD.

- **Principais funções e vantagens do SIG implantado**

Como SIG pode ser diferente em cada órgão gestor, foi analisado e comparado as principais funções da ferramenta que almejam a gestão no local, além de observar as vantagens de sua implantação, com uma comparação de como era o funcionamento sem o software.

- **Setores e usuários da ferramenta**

Além de diferentes funcionalidades o SIG também pode atuar em vários setores da organização, e portanto, possuir diferentes níveis de usuários, inclusive por controle de privilégios através de senhas.

- **Nível de satisfação e perspectivas para o futuro**

Com a tecnologia implantada foi observada e analisada o nível de satisfação na visão do entrevistado e as perspectivas para o futuro, como melhorias e atualizações do SIG, como por exemplo integrações com outros softwares de gestão e operação dos órgãos gestores.

- **Outros fatores que deseja adicionar**

Aqui o entrevistado fica livre para adicionar informações que desejar.

3.2.3 Métodos para analisar os motivos da não utilização do SIG no objeto de estudo

Nesta fase da pesquisa foi utilizado o método “Observação Direta Extensiva”, que pode ser realizada por meio de questionários, formulários, medidas de opinião e atitudes e de técnicas mercadológicas. Neste caso o método escolhido foi o questionário.

Os principais motivos para a escolha do método são: a não presença do pesquisador no local, originando maior liberdade nas respostas, e a quantidade maior de cidades pesquisadas para maior análise e comparação de suas respostas, já que o questionário é remetido via correio ou e-mail.

O questionário foi enviado ao responsável pelo órgão gestor das redes de água e esgoto de cada cidade. Em anexo foi enviada uma carta explicando a natureza da pesquisa, sua importância e a necessidade de obter respostas.

Abaixo as perguntas inseridas no questionário:

- **Como estão hoje representados os desenhos das redes de água e esgoto?**

Pergunta para conhecer a estrutura da representação dos desenhos das redes. Com as opções:

- Somente Mapas analógicos
- Mapas analógicos / Software CAD
- Somente Software CAD
- Outro. Qual?
- Não há representação

E em seguida a seguinte pergunta:

- **Essas representações estão aproximadamente atualizadas com a realidade?**

Com as opções dos entrevistados escolherem a porcentagem de atualização dessas redes.

São questões importantes para a viabilização de SIG, pois reflete no tempo, custo e resultado da futura base cartográfica integrada com o SIG. E também para saber o nível atual de organização dessas informações.

- **Onde estão armazenadas as informações (tipo de material, peças, diâmetros, cotas, etc.) das redes de água e esgoto?**

Do mesmo modo das anteriores, esta pergunta objetiva conhecer o nível de organização das informações do órgão e os esforços necessários para uma futura implantação de SIG, e as opções são:

- Somente Mapas analógicos
- Mapas analógicos / Software CAD
- Banco de dados
- Planilhas Excel
- Outro
- Não estão armazenadas

E também foi solicitada a porcentagem de atualização dessas informações.

• Possui conhecimento da existência do software SIG (Sistema de Informações Geográficas) para as redes de água e esgoto?

Como a ferramenta SIG ainda não é completamente popular e após o resultado da pesquisa que aponta um pequeno número de órgãos que o utilizam, saber quais e a quantidade de responsáveis pelos órgãos gestores possuem conhecimento da existência de SIG já traz uma importante justificativa da não utilização.

• Qual o principal motivo da ainda não aquisição do SIG para as redes de água e esgoto no órgão?

Essa questão é para quem respondeu que possui conhecimento da existência de SIG. Então já que possui, o objetivo foi descobrir qual motivo que ainda não adquiriram. Segue as alternativas:

- Não é viável ao órgão

Para os órgãos que não aprovam a viabilidade de SIG para sua gestão. Por problemas técnicos, culturais ou outros.

- Problemas em estrutura humana

Para a aquisição de SIG no órgão gestor, necessita-se verificar se há pessoas para manusear a ferramenta e com um grau mínimo de conhecimento ou que possa receber treinamento, como por exemplo, de informática básica e software CAD. Porém há um problema de cultura e paradigma de pessoas que não possuem vontade de aprender uma nova tecnologia e crêem que esta pode retirar ou atrapalhar seu atual emprego.

- Problemas em estrutura física

Este é um parâmetro a ser considerado, pois os órgãos gestores podem não estar preparados a receber uma tecnologia como o SIG, já que para isso necessita de alguns requisitos mínimos de informática (hardware e software).

Além de estrutura de computação, o órgão necessita de estrutura física (espaço) para trabalhar com computadores e pessoas no uso de SIG.

- Fatores Econômicos

Para a implantação do SIG, necessita-se de um investimento financeiro, e este pode ser variável de acordo com a utilização da ferramenta. Então esse é um parâmetro que pode ser um problema para a inserção do SIG.

- Fatores Políticos

Neste parâmetro foi analisada a questão política, como um provável motivo para implantar ou não o SIG. Como o órgão responsável pelos serviços de água e esgoto é a prefeitura municipal e em várias cidades o órgão gestor de saneamento é um departamento ou autarquia da prefeitura, este parâmetro necessita ser considerado.

- Outras Prioridades

Quando o órgão acredita que outros investimentos foram mais necessários antes da aquisição de SIG.

- Conhecimento á pouco tempo

Nesse caso, o principal motivo foi o conhecimento de SIG há pouco tempo, apontando para uma futura aquisição.

4 RESULTADOS DAS PESQUISAS

4.1 Resultados da pesquisa para encontrar as cidades que utilizam SIG

Na mesorregião de Araçatuba, na qual constam 43 municípios, 13 deles (Sud Mennucci, Bento de Abreu, Rubiácea, Alto Alegre, Braúna, Brejo Alegre, Coroados, Gabriel Monteiro, Lourdes, Luiziânia, Piacatu, Santópolis do Aguapei e Turiuba) as administrações das redes de água e esgoto são executadas pela SABESP, portanto são

30 órgãos municipais na pesquisa e somente 1 município possui SIG em seu órgão gestor das redes de água e esgoto, conforme a figura 4.1 mostrando a porcentagem deste resultado. E a cidade é a própria sede da região, Araçatuba, no DAEA – Departamento de água e esgoto da Prefeitura municipal local.

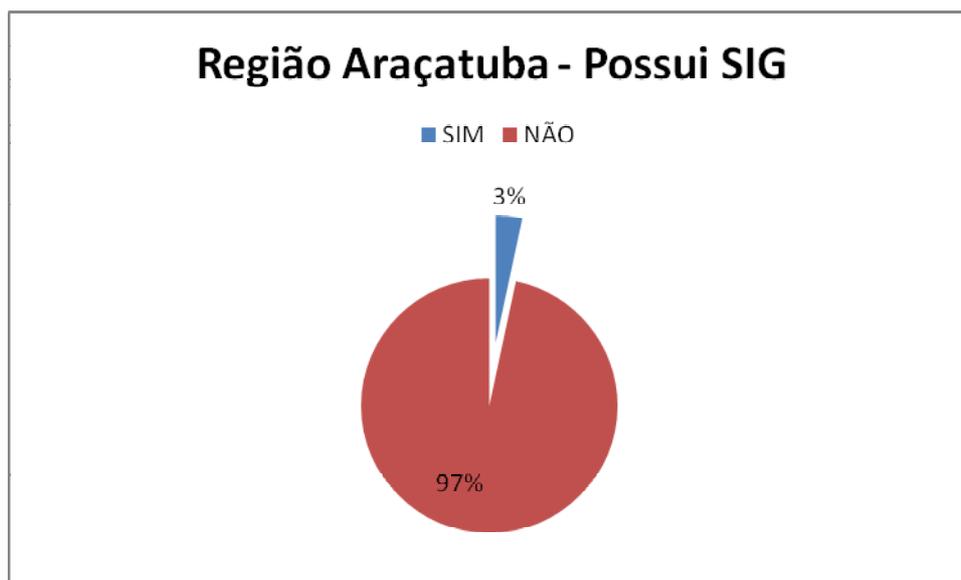


Figura 4.1 – Porcentagem dos órgãos que possuem SIG na região de Araçatuba

E na mesorregião de Bauru, que possui 39 municípios, 14 deles (Agudos, Arealva, Avai, Balbinos, Duartina, Lucianópolis, Paulistânia, Pongai, Ubirajara, Uru, Bocaina, Macatuba, Pederneiras e Lins) são administrados pela SABESP. E para os outros 25 municipais foi verificado na pesquisa que somente 3 municípios possuem SIG em seu órgão gestor das redes de água e esgoto, conforme ilustra o gráfico de porcentagem na figura 4.2, sendo elas: Bauru, no DAE – Departamento de Água e Esgoto; Jaú, SAEMJA – Serviço de Água e Esgoto do Município de Jaú e Iacanga, também em seu departamento de água e esgoto da Prefeitura.

Portanto, apenas 7% dos órgãos pesquisados nas duas regiões que responderam o questionário possuem SIG, como mostra o gráfico na figura 4.3 e um temático em um SIG na figura 4.4.

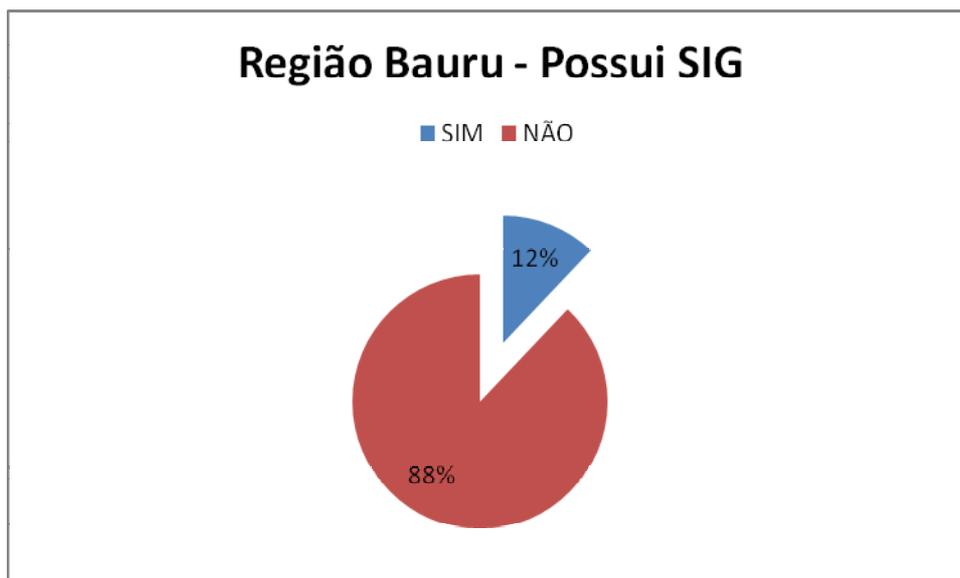


Figura 4.2 – Porcentagem dos órgãos que possuem SIG na região de Bauru

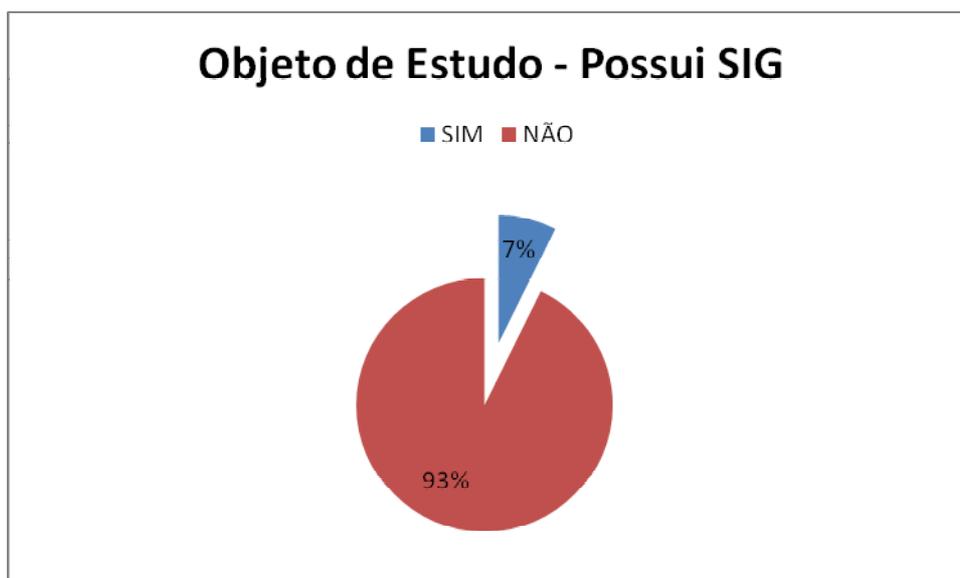


Figura 4.3 – Porcentagem dos órgãos que possuem SIG nas duas regiões

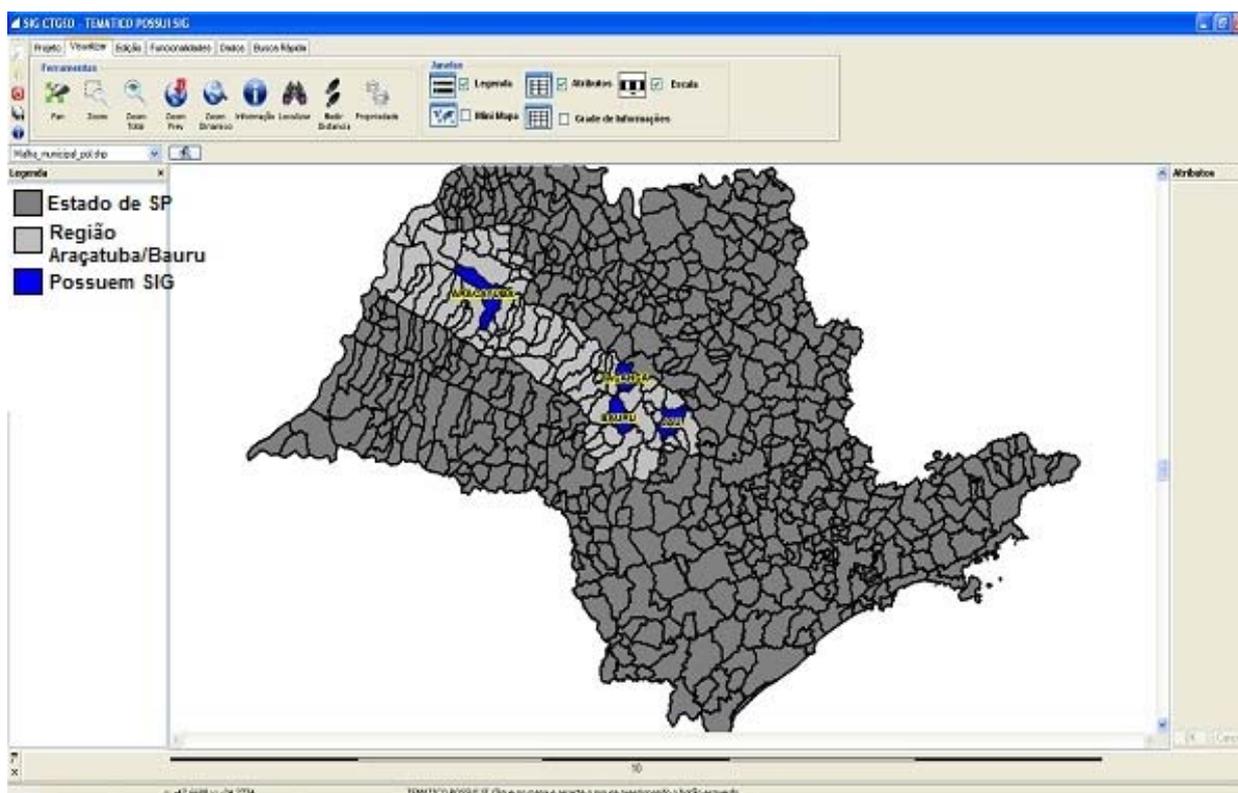


Figura 4.4 – Mapa temático com as cidades que possuem SIG

4.2 Resultados da pesquisa com as cidades que utilizam SIG

Conforme citado anteriormente, na mesorregião de Araçatuba, a sede é a única cidade que possui SIG em seu órgão gestor de redes de água e esgoto.

4.2.1 DAEA - Departamento de água e esgoto de Araçatuba/SP

De acordo com o IBGE, no ano de 2009 a população de Araçatuba estava estimada em 182.204 habitantes e o PIB no ano de 2007 era de R\$ 2.484.900.000,00.

- **SIG, base cartográfica e técnicas de implantação**

Em 2007 o DAEA implantou o SIG CTGEO – Saneamento.

O SIG CTGEO é integrado e não dual. As informações de vetor e banco de dados estão interligados. Atua na informatização e gerenciamento do cadastro de água e esgoto.

No projeto de Araçatuba, não houve a utilização de novas imagens para a formação da base cartográfica. A Prefeitura disponibilizou à empresa contratante o desenho e o cadastro das quadras e das ruas da cidade, mapa que foi constituído em 2004 através de aerofotogrametria.

Sobre esses desenhos, foram vetorizadas em software CAD as redes completas de água e esgoto de toda a cidade.

Todo o projeto de desenho das redes foi desenvolvido como base nos “As Built’s” analógicos fornecidos pelo DAEA. As informações de atributos das redes foram adquiridas nos próprios “As Built’s” analógicos e por conhecimentos de funcionários do DAEA.

- **Estrutura física e humana**

O DAEA possui estrutura de informática compatível para utilização com boa performance da tecnologia SIG. Quanto ao quadro de recursos humanos, necessita-se de um treinamento, pois, os funcionários que precisam utilizar a ferramenta não a conhecem e não possuem embasamento dos fundamentos de geoprocessamento que também serão importantes, ou seja, é fundamental a oferta de um curso completo para uso do SIG já implantado.

- **Principais funções e vantagens**

O sistema foi customizado de acordo com as necessidades do DAEA, que solicitaram os produtos a serem cadastrados e seus devidos atributos, proporcionando um cadastro completo de toda a rede de água e esgoto, incluindo tubulações, peças, tipos de materiais e reservatórios.

- **Setores e usuários da ferramenta**

Quando o SIG foi inserido no DAEA em 2007 era para ser utilizado pelos técnicos do cadastro e engenheiro responsável, mas somente este último o utilizava. No início do ano de 2009 com a troca da gestão na Prefeitura, o engenheiro responsável foi substituído, assim como outros funcionários, diante disto, o SIG implantado passou a não ser utilizado.

O SIG está preparado para o controle de permissões por cada setor e tipo de usuário da empresa. Alguns operadores só poderão realizar consulta às informações, e outros poderão alterar o cadastro e a base cartográfica ou somente uma das alternativas. Essa é uma funcionalidade importante, pois mantém os dados consolidados assegurando as informações.

- **Nível de satisfação e perspectivas para o futuro**

Não foi possível medir o nível de satisfação dos funcionários, pois atualmente não há usuários do SIG, mas acreditam-se que a ferramenta pode gerar bons resultados para o departamento, após seu manuseio. O entrevistado relata ser importante realizar o treinamento para iniciar a utilização do SIG atual e já pensam em melhorias e progressões, como a integração com o sistema comercial e futura integração com telemetria, já que estão para contratar melhorias de automação industrial na empresa.

- **Outros fatores**

O assunto a ser discutido é esta troca de impacto em toda administração do DAEA, alterando grande parte do quadro de funcionários. Na visita observou-se que ainda estão colocando as tarefas em ordem e conhecendo as ferramentas que possuem para posteriormente acionarem melhorias e atualizações. Na parte do SIG implantado, não foi passado nenhuma informação por parte de antigos funcionários, e como o DAEA não possui contrato de suporte e/ou manutenção com a empresa contratada do

SIG, estão procurando a melhor maneira de receber um treinamento para utilização do software e conhecer suas principais funcionalidades.

4.2.2 Departamento de água e esgoto de Iacanga/SP

De acordo com o IBGE, no ano de 2009 a população de Iacanga estava estimada em 9.732 habitantes e o PIB no ano de 2007 foi de R\$ 159.540.000,00.

- **SIG, base cartográfica e técnicas de implantação**

O Departamento de água e esgoto de Iacanga/SP implantou em 2009 o SIG CTGEO – Saneamento.

Como em Araçatuba, o SIG- CTGEO em Iacanga é integrado e não dual. As informações de vetor e banco de dados estão interligados. Atua na informatização e gerenciamento do cadastro de água e esgoto. Porém, como a empresa contratada customiza o SIG para cada cliente, existe algumas funcionalidades e características diferentes em cada cidade.

No projeto de Iacanga, no mesmo contrato e projeto estava incluso a parte cadastral imobiliária para a Prefeitura da cidade com objetivo de atualização do IPTU e planejamento urbano. Sendo assim, foi confeccionada uma nova base cartográfica sobre uma nova imagem de satélite de toda área urbana da cidade. Após a vetorização e cadastro das quadras, ruas, meio fio, lotes, imóveis e outros elementos urbanos, a empresa contratada vetorizou e cadastrou na mesma base cartográfica toda a rede de água e esgoto da cidade, através de mapas analógicos e contribuições de funcionários da Prefeitura, isso para as localizações das redes e os atributos das mesmas.

Foram desenvolvidos 2 SIG's para a Prefeitura, 1 para o recadastramento imobiliário e o outro para o departamento de água e esgoto, este último customizado para as redes. Ambos com a mesma base cartográfica.

- **Estrutura física e humana**

O Departamento de água e esgoto de Iacanga/SP também possui estrutura de informática compatível para utilização da tecnologia SIG. Para o recursos humanos, houve um treinamento recente de aproximadamente 40 horas tornando-os aptos a manusear o sistema.

- **Principais funções e vantagens**

O sistema foi customizado de acordo com as necessidades do cliente, sendo solicitados os produtos a serem cadastrados e seus devidos atributos, para toda a rede de água e esgoto.

Destacaram como principais vantagens, o planejamento utilizando mapas temáticos e visualizações espaciais nos principais pontos que ocorrem problemas freqüentes; a organização do almoxarifado e dos transportes das peças para a manutenção nas redes, oferecendo agilidade e precisão nos materiais que utilizarão em cada manutenção a ser feita. E a interação com a equipe de obras da Prefeitura, pois estes vão receber a mesma cartografia com as redes e suas informações.

- **Setores e usuários da ferramenta**

O SIG está instalado no setor de cadastro do departamento de água e esgoto da Prefeitura, no qual cada departamento realiza consultas às informações necessárias, acessando o sistema através de usuário e senha. O sistema também será de grande valia para o diretor do departamento que poderá utilizá-lo para verificar os dados de cada setor.

O setor de obras também poderá utilizá-lo para consulta das informações gráficas e não gráficas das redes de água e esgoto.

- **Nível de satisfação e perspectivas para o futuro**

O SIG está recém instalado, mas de acordo com o entrevistado a satisfação já é grande em todo o departamento; com as expectativas de que todas as vantagens previstas serão conseguidas, a integração com o sistema comercial será o próximo passo.

- **Outros fatores**

A contratação do SIG para as redes de água e esgoto foi incluída no mesmo contrato do SIG para o recadastramento imobiliário da Prefeitura, e por consequência, a utilização da mesma base cartográfica confeccionada pela nova imagem de satélite adquirida. Com isso, o nível de satisfação da administração está alto porque o valor financeiro investido no produto já foi compensado totalmente pelo aumento real na arrecadação do IPTU da Prefeitura.

4.2.3 DAE – Departamento de Água e Esgoto de Bauru/SP

De acordo com o IBGE, no ano de 2009 a população de Bauru estava estimada em 361.918 habitantes e o PIB no ano de 2007 foi de R\$ 5.294.910.000,00.

- **SIG, base cartográfica e técnicas de implantação**

O projeto de SIG do DAE teve início em 2001 e até hoje utilizam as mesmas ferramentas, (2 SIG's, o GEO 2001 e o MAXICAD). A primeira base cartográfica com as redes foi confeccionada no final dos anos 90, e sempre que a Prefeitura atualiza as quadras, lotes, ruas e imóveis, esta é repassada para o DAE.

- **Estrutura física e humana**

A estrutura física é adequada para o funcionamento do SIG, com computadores e servidores compatíveis. Há um setor de geoprocessamento no DAE qualificado para o funcionamento das ferramentas, no setor de cadastro, todos manuseiam os SIG's

existentes, porém, falta treinamento para aperfeiçoarem e obterem o conhecimento pleno dos SIG's.

- **Principais funções e vantagens**

O GEO 2001 é utilizado para consultas rápidas às informações espaciais, traçado de rotas e relatórios diversos como número de ocorrências num determinado período. É um SIG dual, no qual não há integração completa com a parte gráfica, com isso o DAE utiliza o Autocad Map com informações de cadastro no próprio desenho, por exemplo, as cotas de distancias e peças existentes. Então o lançamento do desenho e informações da rede é lançado em software CAD e posteriormente no SIG, onerando o uso do tempo e afetando a qualidade do gerenciamento das informações, como é no SIG integrado.

O MAXICAD é usado para o lançamento gráfico das redes, de uma forma customizada, ocultando os detalhes, estes desenhados no Cad. Isso porque está interligado com a Prefeitura e possui o objetivo de realizar mapas temáticos para o setor de planejamento da Prefeitura integrar espacialmente os dados diversos de todas as secretarias e departamentos.

Nesse SIG as vantagens para o DAE é mínima, mas para a Prefeitura é essencial para seu planejamento.

- **Setores e usuários da ferramenta**

O GEO 2001 é utilizado no DAE nos setores: geoprocessamento e cadastro para atualizações e consultas e diretoria de produção, diretoria de planejamento e topografia para consultas.

O MAXICAD é utilizado somente nos setores de geoprocessamento e cadastro.

- **Nível de satisfação e perspectivas para o futuro**

Na visão do entrevistado o nível de satisfação dos SIG's é bom, porém nos dias atuais existe grande expectativa de melhorias, na qual a principal é a utilização de um

SIG integrado e não dual, e ao mesmo tempo a integração com outros softwares de gestão, o comercial seria o primeiro.

4.2.4 SAEMJA - Serviço de água e esgoto do município de Jahu/SP

De acordo com o IBGE, no ano de 2009 a população de Jahu estava estimada em 135.546 habitantes e o PIB em 2007 foi de R\$ 1.462.000.000,00.

- **SIG, base cartográfica e técnicas de implantação**

O SAEMJA implantou o SIG ARCGIS 9.0 para saneamento (pacote básico) em 2005. No mesmo ano a Prefeitura do Município contratou um vôo aerofotogramétrico da área urbana de Jahu e a base cartográfica para fins de recadastramento imobiliário, com as quadras, lotes, ruas, imóveis e outros elementos da área urbana, vetorizados e cadastrados.

O SAEMJA aproveitou a base da Prefeitura, porém desde então utiliza SIG diferente, já que a Prefeitura contratou o SIG GEO FACIL. A partir daí o departamento de cadastro do SAEMJA vêm vetorizando e cadastrando as redes de água e esgoto da cidade através de mapas analógicos. Mas de uma forma lenta, pois atualmente somente 60% da rede de esgoto e 10% da rede de água estão cadastradas no SIG. Justifica-se pela falta de informações atualizadas das redes, já que os mapas analógicos existentes não possuem informações necessárias para o cadastro eficaz na base cartográfica, ocorrendo a espera de serviço de campo para essa atualização.

- **Estrutura física e humana**

A falta de espaço e de computadores no departamento de cadastro foram problemas elencados na entrevista; somente uma pessoa trabalha na atualização dos dados no SIG. Antes de corrigir esses problemas, o departamento irá contratar pessoas para levantarem todas as informações no campo e atualizarem os mapas analógicos para o posterior lançamento das redes, após isso sim, vão aumentar o espaço físico e

funcionários para o lançamento das redes no SIG ou irão terceirizar este serviço, com o objetivo de completar 100% das redes.

- **Principais funções e vantagens**

Apesar da falta de atualização no SIG, destacam-se como vantagens a fácil e rápida consulta espacial, confiabilidade nos dados, gerenciamento das informações cadastrais e as manobras de redes.

- **Setores e usuários da ferramenta**

Somente o departamento técnico de cadastro é usuário do SIG, sendo apenas duas pessoas responsáveis pelo lançamento das redes e, a Diretora de cadastro para as consultas no SIG.

- **Nível de satisfação e perspectivas para o futuro**

O entrevistado se diz satisfeito com a ferramenta SIG, mas querem melhorar em termos de infraestrutura física e integrações com outros sistemas, como o comercial, compras, outros sistemas de gestão, a telemetria e também dados ambientais diversos.

4.3 Resultados da pesquisa com as cidades que não utilizam SIG

Foram enviados questionários para todos os 51 órgãos que não possuem SIG e destes, 28 responderam completamente.

Segue as perguntas e os resultados quantitativos nos quadros e os gráficos em porcentagem para uma melhor visualização da pesquisa.

1 - Como estão hoje representados os desenhos das redes de água?

Quadro 4.1 – Resultado sobre a representação dos desenhos das redes de água

ITEM	RESULTADO
Somente Mapas analógicos	19
Mapas analógicos / Software CAD	9
Somente Software CAD	0
Outro	0
Não há representação	0

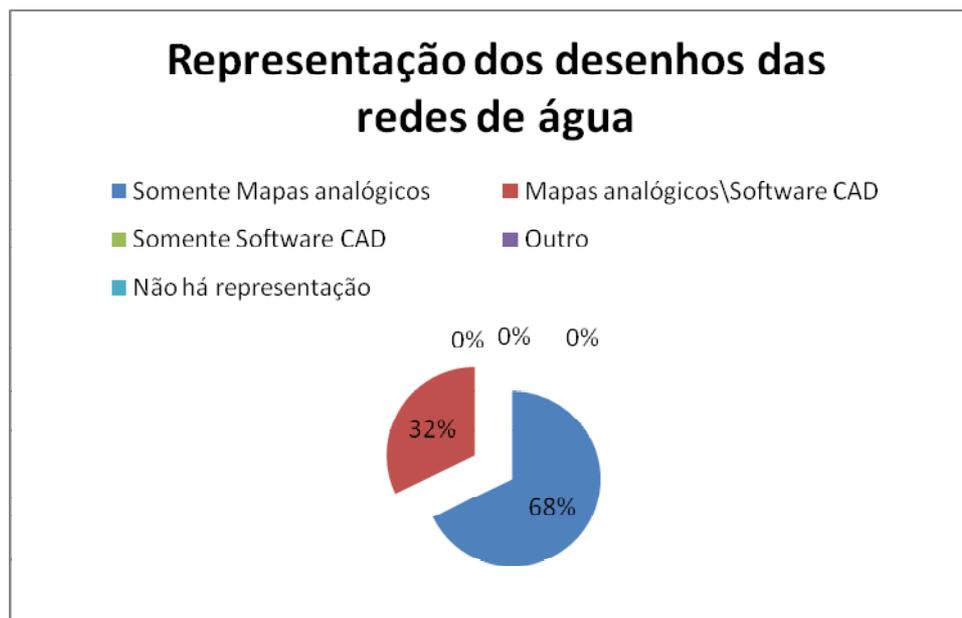
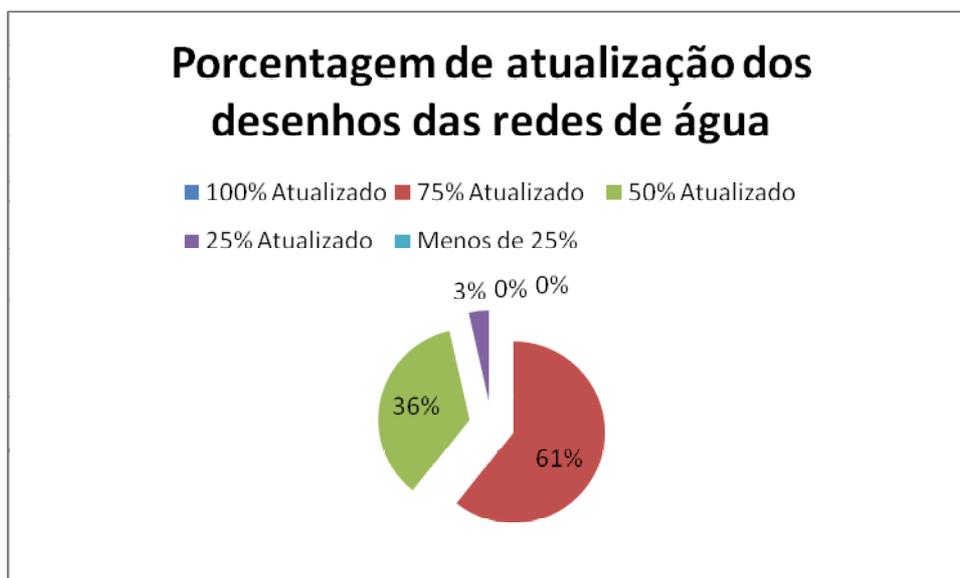


Figura 4.5 – Ilustração em porcentagem do resultado da representação dos desenhos das redes de água

2 - Essas representações estão aproximadamente atualizadas com a realidade?

Quadro 4.2 – Resultado sobre a atualização dos desenhos das redes de água

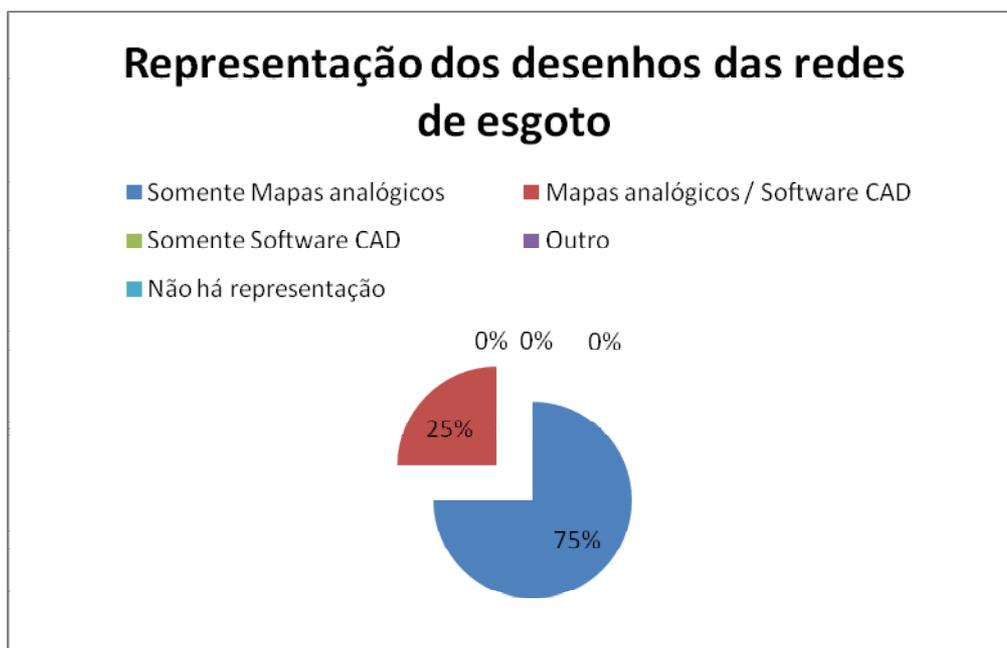
ITEM	RESULTADO
100% Atualizado	0
75% Atualizado	17
50% Atualizado	10
25% Atualizado	1
Menos de 25%	0

**Figura 4.6 – Ilustração em porcentagem da atualização dos desenhos das redes de água**

3 - Como estão hoje representados os desenhos das redes de esgoto?

Quadro 4.3 – Resultado sobre representação dos desenhos das redes de esgoto

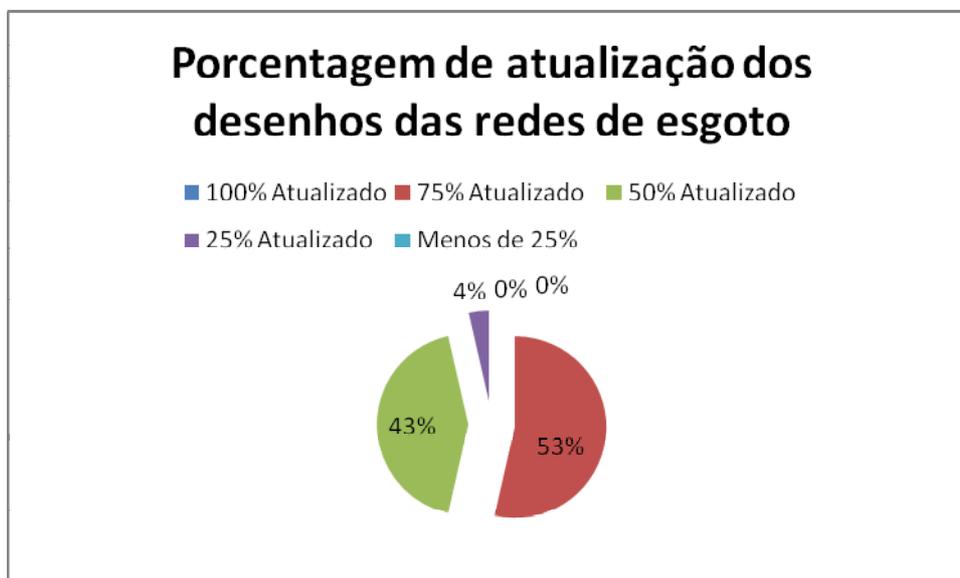
ITEM	RESULTADO
Somente Mapas analógicos	21
Mapas analógicos / Software CAD	7
Somente Software CAD	0
Outro	0
Não há representação	0

**Figura 4.7 – Ilustração em porcentagem da representação dos desenhos das redes de esgoto**

4 - Essas representações estão atualizadas com a realidade aproximadamente?

Quadro 4.4 – Resultado sobre atualização dos desenhos das redes de esgoto

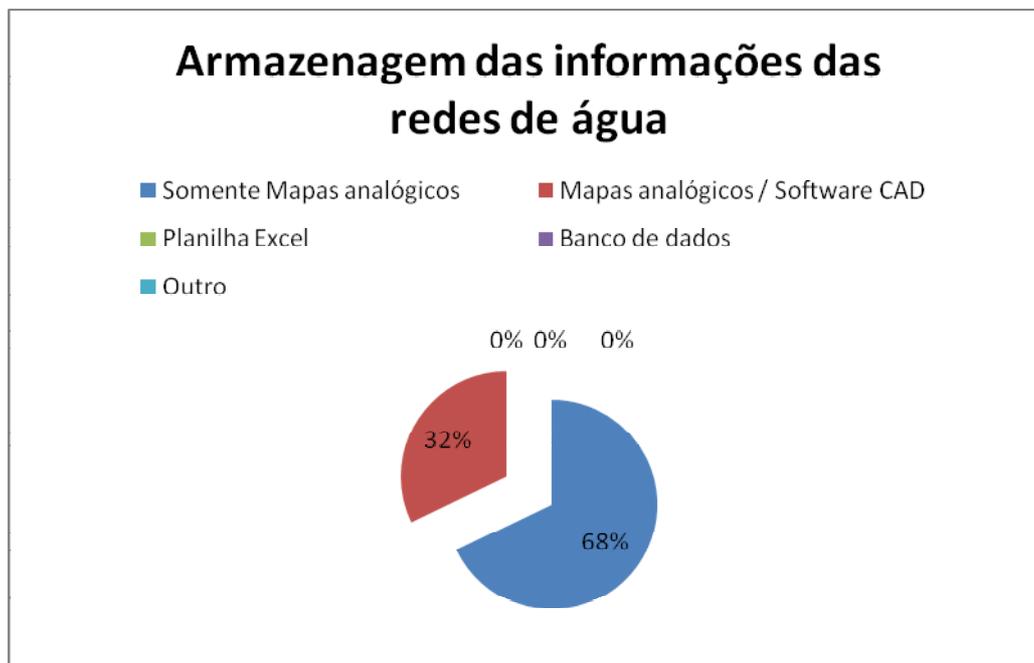
ITEM	RESULTADO
100% Atualizado	0
75% Atualizado	15
50% Atualizado	12
25% Atualizado	1
Menos de 25%	0

**Figura 4.8 – Ilustração em porcentagem da atualização dos desenhos das redes de esgoto**

5 - Onde estão armazenadas as informações (tipo de material, peças, diâmetros, cotas, etc.) das redes de água?

Quadro 4.5 – Resultado sobre armazenagem das informações das redes de água

ITEM	RESULTADO
Somente Mapas analógicos	19
Mapas analógicos / Software CAD	9
Planilha Excel	0
Banco de dados	0
Outro	0
Não estão armazenadas	0

**Figura 4.9 – Ilustração em porcentagem da armazenagem das informações das redes de água**

6 - Essas informações estão aproximadamente atualizadas com a realidade?

Quadro 4.6 – Resultado sobre atualização da armazenagem das informações das redes de água

ITEM	RESULTADO
100% Atualizado	0
75% Atualizado	11
50% Atualizado	10
25% Atualizado	7
Menos de 25%	0

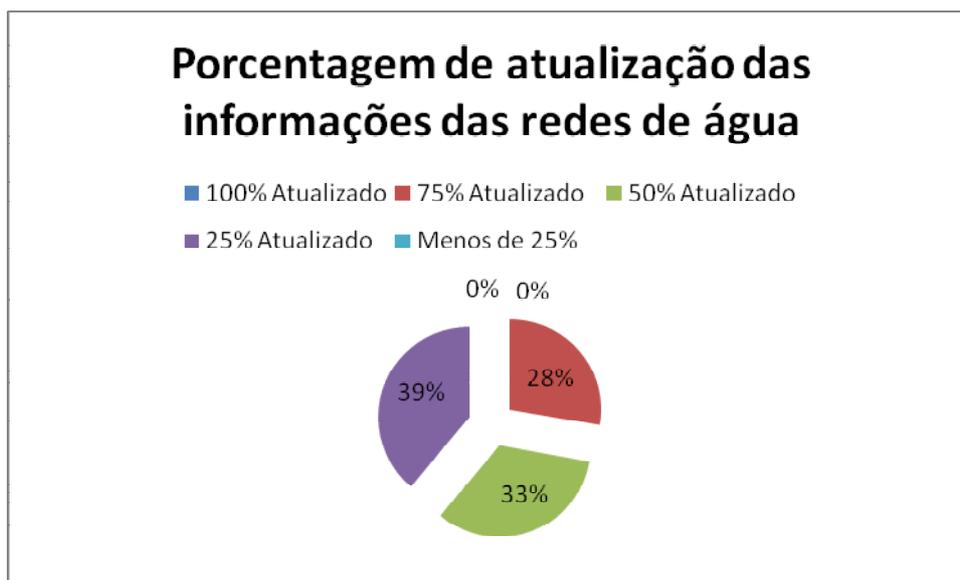
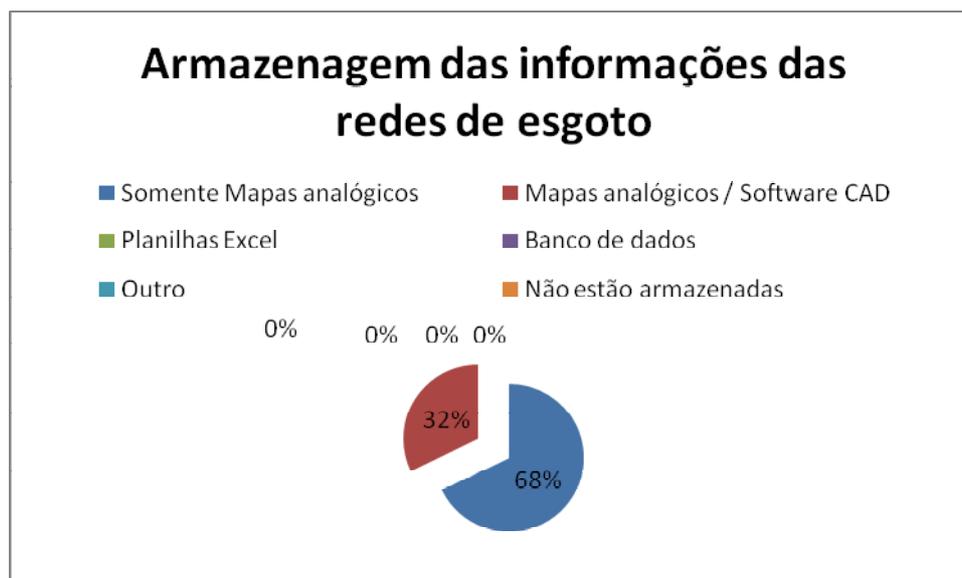


Figura 4.10 – Ilustração em porcentagem da atualização da armazenagem das informações das redes de água das redes de água

7 - Onde estão armazenadas as informações (tipo de material, peças, diâmetros, cotas, etc.) das redes de esgoto?

Quadro 4.7 – Resultado sobre armazenagem das informações das redes de esgoto

ITEM	RESULTADO
Somente Mapas analógicos	19
Mapas analógicos / Software CAD	9
Planilha Excel	0
Banco de dados	0
Outro	0
Não estão armazenadas	0

**Figura 4.11 – Ilustração em porcentagem da armazenagem das informações das redes de esgoto**

8 - Essas informações estão aproximadamente atualizadas com a realidade?

Quadro 4.8 – Resultado sobre atualização da armazenagem das informações das redes de água

ITEM	RESULTADO
100% Atualizado	0
75% Atualizado	10
50% Atualizado	11
25% Atualizado	7
Menos de 25%	0

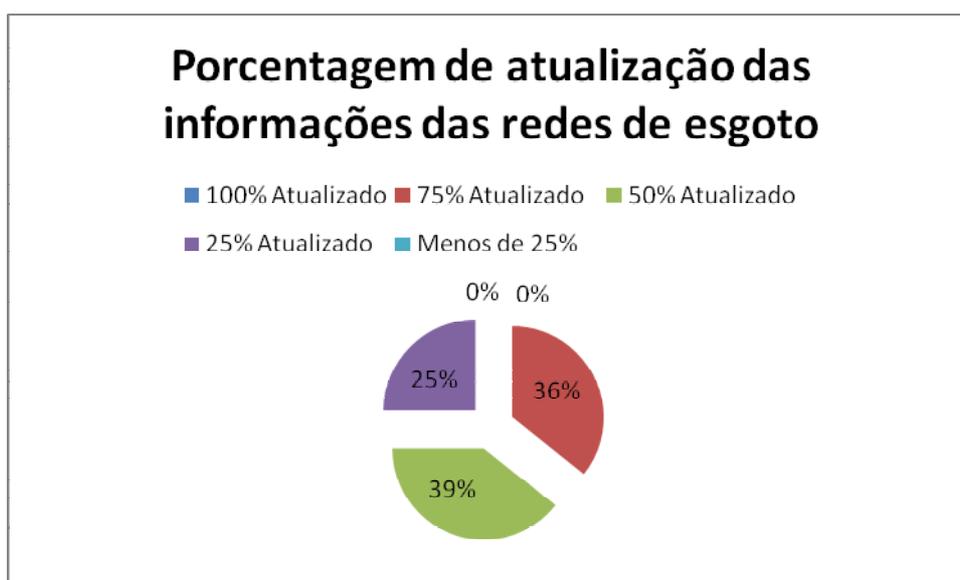
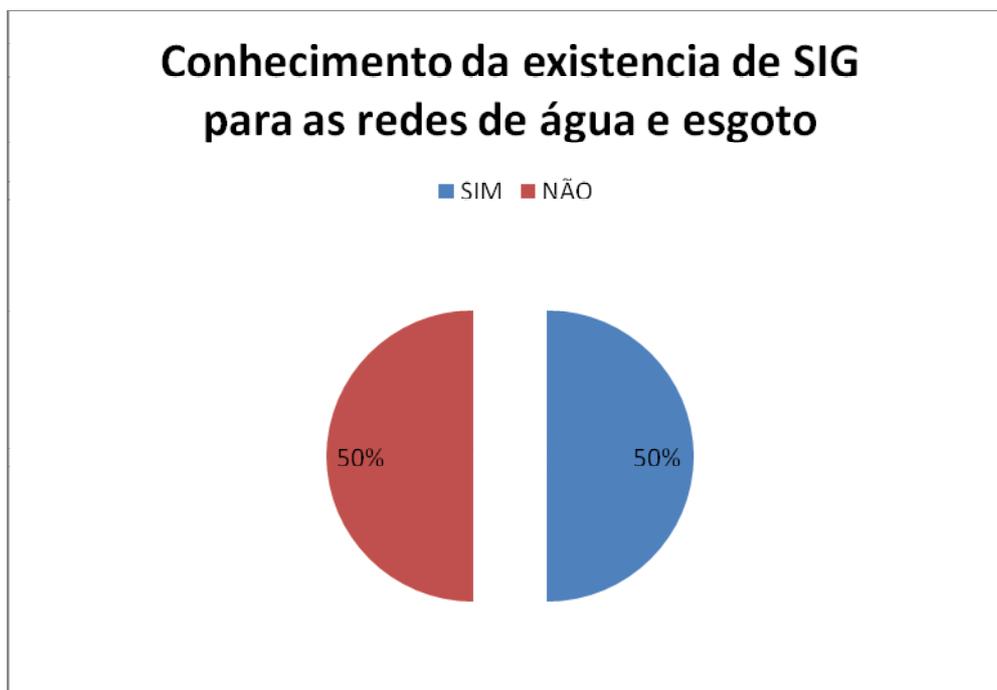


Figura 4.12 – Ilustração em porcentagem da atualização da armazenagem das informações das redes de água das redes de esgoto

9 - Possui conhecimento da existência do software SIG (Sistema de Informações Geográficas) para as redes de água e esgoto?

Quadro 4.9 – Resultado sobre conhecimento da existência de SIG

ITEM	RESULTADO
SIM	14
NÃO	14

**Figura 4.13 – Ilustração em porcentagem do conhecimento da existência de SIG**

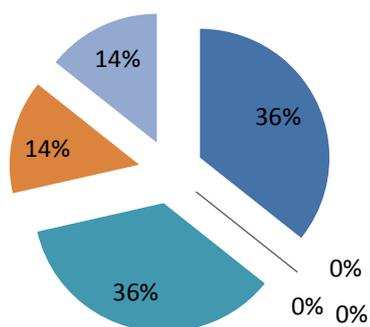
10 - Quais os principais motivos da ainda não aquisição de SIG para as redes de água e esgoto no órgão?

Quadro 4.10 – Resultado sobre os motivos de não possuir SIG

ITEM	RESULTADO
Outras prioridades	5
Conhecimento a pouco tempo	2
Fatores Econômicos	5
Fatores Políticos	2
Problemas em estrutura humana	0
Problemas em estrutura física	0
Viabilidade técnica ao órgão	0

Principais motivos da não aquisição de SIG para as redes de água e esgoto

- Outras prioridades
- Problemas em estrutura humana
- Fatores Econômicos
- Conhecimento a pouco tempo
- Viabilidade técnica ao órgão
- Problemas em estrutura física
- Fatores Políticos

**Figura 4.14 – Ilustração em porcentagem dos motivos de não possuir SIG**

5 ANÁLISES DOS RESULTADOS

5.1 Análises dos resultados da pesquisa para encontrar as cidades que possuem SIG

Este trabalho possibilitou um profundo estudo bibliográfico no que tange à difusão da tecnologia SIG no Brasil e seu espaço no mercado na década de 90 e no início do século XXI. Com o estudo foi possível saber que nesse período já havia vários casos de SIG implantados em órgãos públicos e privados, inclusive na gestão das redes de água e esgoto. No entanto, após a realização da pesquisa de campo neste objeto de estudo (regiões administrativas de Bauru e Araçatuba) nos anos de 2009 e 2010, chega a ser surpreendente o pequeno número de usuários de SIG nos órgãos gestores de saneamento nas regiões de Araçatuba e Bauru situadas no Estado de São Paulo. Principalmente porque São Paulo é um dos estados mais evoluídos tecnologicamente do Brasil e também com maiores recursos financeiros.

Portanto, realizar uma pesquisa de campo embasada em fundamentos teóricos para explicar o motivo pelos quais, dos 55 municípios paulistanos desta região apenas 04 utilizam o SIG para controle e gerencia de suas redes de água e esgoto é de suma relevância.

5.1.1 Análises dos resultados das regiões

As regiões de Araçatuba e Bauru já foram citadas neste trabalho como regiões emergentes do Estado de São Paulo, ocupando no interior do estado, 7,5% do território paulista; são regiões privilegiadas quanto ao transporte e ricas em água o que as torna promissoras para o crescimento.

A seguir foi ilustrado um quadro comparativo das 15 regiões do estado em relação ao IPRS – Índice Paulista de Responsabilidade Social, no requisito riqueza, que o instituto SEADE (2008) define o conceito, sendo o indicador sintético de riqueza

municipal consistindo na combinação de quatro variáveis: consumo anual de energia elétrica residencial por ligação; consumo anual de energia elétrica na agricultura, no comércio e nos serviços por ligação; e remuneração média dos empregados com carteira assinada e do setor público. O indicador varia de 0 a 100, em que 0 representa a pior situação no indicador e 100, a melhor. Segue o quadro 5.1 com uma comparação entre as regiões do estado.

Quadro 5.1 – Riqueza municipal das regiões

UNIDADES TERRITORIAIS	IPRS - RIQUEZA MUNICIPAL (2006)	RANKING
Estado de São Paulo	55	-
Região Adm. Santos	65	1º
Região Metropolitana de SP	61	2º
Região Adm. São José dos Campos	54	3º
Região Adm. Campinas	52	4º
Região Adm. Ribeirão Preto	50	5º
Região Adm. Central	45	6º
Região Adm. Sorocaba	45	7º
Região Adm. Barretos	45	8º
Região Adm. Bauru	44	9º
Região Adm. Franca	43	10º
Região Adm. São José do Rio Preto	43	11º
Região Adm. Araçatuba	41	12º
Região Adm. Marília	40	13º
Região Adm. Presidente Prudente	39	14º
Região Adm. Registro	33	15º

É possível observar nos dados acima que trata-se de regiões ainda em desenvolvimento, estando a 9º (Bauru) e a 12º (Araçatuba) no ranking de riqueza municipal com o IPRS bem abaixo da média do estado que é de 55.

Destaca-se também a região de Bauru que possui o IPRS melhor que Araçatuba, além de contar com 3 cidades utilizando SIG alcançando uma porcentagem de 12% do total das cidades pesquisadas; e a região de Araçatuba com apenas uma cidade, conseqüentemente com 7%.

Para uma análise econômica, o quadro 5.2 representa a participação de cada região no PIB do Estado de São Paulo.

Quadro 5.2 – Participação do PIB de cada região

UNIDADES TERRITORIAIS	PARTICIPAÇÃO NO PIB (2007)
Região Metropolitana de SP	56,4%
Região Adm. Campinas	15,7%
Região Adm. São José dos Campos	5,2%
Região Adm. Sorocaba	4,9%
Região Adm. Santos	3,9%
Região Adm. Ribeirão Preto	2,5%
Região Adm. São José do Rio Preto	2,3%
Região Adm. Central	1,8%
Região Adm. Bauru	1,7%
Região Adm. Marília	1,3%
Região Adm. Araçatuba	1,1%
Região Adm. Presidente Prudente	1,1%
Região Adm. Franca	1,0%
Região Adm. Barretos	0,8%
Região Adm. Registro	0,2%

Nota-se que, outra vez as regiões de Bauru e Araçatuba encontram-se com baixa expressão econômica, como na participação do PIB estadual. Outro dado relevante a destacar é o avanço de Bauru em relação a Araçatuba.

5.1.2 Análises dos resultados das cidades pesquisadas

5.1.2.1 Análise quanto ao número de habitantes

Das cidades participantes da pesquisa na região de Araçatuba, apenas 3 delas possuem população acima de 30 mil habitantes, como mostra o quadro 5.3, com destaque para as cidades abaixo de 15 mil habitantes (na cor preta), são 20 cidades no total de 30. E a cidade de Araçatuba, é a única com SIG de sua região, possui o maior número de habitantes de todas pesquisadas, com 182.204 mil.

Quadro 5.3 – Número de habitantes dos municípios da região de Araçatuba

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)
BIRIGÜI	105.813	ANDRADINA	57.365
GUARARAPES	29.839	ILHA SOLTEIRA	25.795
PEREIRA BARRETO	24.601	MIRANDÓPOLIS	22.522
VALPARAISO	21.295	CASTILHO	16.446
PENAPOLIS		AURIFLAMA	13.948
BURITAMA	14.946	AVANHANDAVA	11.003
GENERAL SALGADO	11.217	LAVINIA	8.178
GUARAÇAI	9.316	STO ANTONIO DO ARACANGUA	7.106
BILAC	7.263	CLEMENTINA	6.380
BARBOSA	6.685	GUZOLANDIA	4.818
GLICÉRIO	4.833	GASTÃO VIDIGAL	4.030
MURUTINGA DO SUL	4.101	SUZANÓPOLIS	3.783
ITAPURA	3.948	NOVA INDEPENDÊNCIA	2.656
NOVA LUZITANIA	3.695	NOVA CASTILHO	1.070
SÃO JOÃO DE IRACEMA	1.748		

No quadro 5.4, as cidades pesquisadas da região de Bauru que não possuem SIG, também com destaque na cor preta para as cidades com população menor que 15 mil habitantes, com o número de 14 cidades no total de 22.

Quadro 5.4 – Número de habitantes dos municípios da região de Bauru

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)
LENÇÓIS PAULISTA	63.767	BARRA BONITA	39.212
PROMISSÃO	36.659	DOIS CÓRREGOS	25.850
IGARAÇU DO TIETÊ	24.539	PIRAJUI	21.890
CAFELÂNDIA	17.479	MINEIROS DO TIÊTE	13.400
ITAPUI	12.314	GUAÍÇARA	11.833
PIRATININGA	11.501	REGINÓPOLIS	7.092
GUARANTÃ	7.082	SABINO	5.274
GETULINA		BARIRI	
GUAIMBÊ	4.870	PRESIDENTE ALVES	4.355
BORACÉIA	4.308	CABRÁLIA PAULISTA	4.270
ITAJU	2.806	BOREBI	2.443

Em seguida então o quadro 5.5 com as 3 cidades que possuem SIG na região de Bauru.

Quadro 5.5 – Cidades que possuem SIG na região de Bauru

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)
BAURU	366.769
JAU	134.415
IACANGA	9.370

Percebe-se de imediato neste último quadro que 2 das cidades que possuem SIG possuem mais de 100 mil habitantes e a única com SIG de toda a pesquisa com menos de 100 mil habitantes, e mais curioso, com apenas 9.370 mil, a cidade de Iacanga que mostra ser um diferencial e um sinal para as outras cidades de que é possível avançar na tecnologia para melhorar na gerencia e planejamento de sua cidade apesar do pequeno tamanho.

5.1.2.2 Análise econômica

E no quadro 5.6 uma análise econômica da região de Bauru, mas individualmente dos municípios que responderam que não utilizam SIG na pesquisa realizada. O item estudado é a arrecadação pública em todo ano de 2007. Como análise, as cidades na cor azul (13 no total) possuíram arrecadação maior que Iacanga (14,46 milhões em reais) no ano de 2007.

Quadro 5.6 – Arrecadação Publica das cidades na região de Bauru

MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PÚBLICA 2007 (em milhões)	MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PÚBLICA 2007 (em milhões)
LENÇÓIS PAULISTA	97,09	BARRA BONITA	56,08
PROMISSÃO	54,37	BARIRI	45,38
DOIS CÓRREGOS	36,30	IGARAÇU DO TIETÊ	31,64
PIRAJUÍ	29,38	CAFELÂNDIA	23,83
MINEIROS DO TIÊTE	17,93	ITAPUI	17,55
GETULINA	16,27	GUAÍÇARA	16,09
PIRATININGA	15,33	REGINÓPOLIS	11,35
SABINO	10,58	GUARANTÃ	9,22
CABRÁLIA PAULISTA	8,62	GUAIMBÊ	7,98
PRESIDENTE ALVES	7,45	ITAJU	6,46
BOREBI	5,70	BORACÉIA	

E no quadro 5.7, das 3 cidades que responderam que possuem SIG, destacam-se Bauru e Jau que tiveram as maiores arrecadações públicas.

Quadro 5.7 – Arrecadação Pública das cidades que possuem SIG na região de Bauru

MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PÚBLICA 2007 (em milhões)
BAURU	521,37
JAU	184,96
IACANGA	14,46

Na região de Araçatuba o quadro 5.8 de arrecadação pública acompanha os números sobre população, com Araçatuba a cidade que mais arrecadou no ano de 2007 com 297,95 milhões em reais e; de 29 cidades, destaque para as 15 em azul que possuíram arrecadação maior que Iacanga em 2007 e responderam que não possuem SIG.

Quadro 5.8 – Arrecadação Publica das cidades na região de Araçatuba

MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PUBLICA 2007 (em milhões)	MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PUBLICA 2007 (em milhões)
BIRIGÜI	149,15	PENAPOLIS	88,68
ANDRADINA	88,1	ILHA SOLTEIRA	55,52
GUARARAPES	44,78	PEREIRA BARRETO	42,30
MIRANDÓPOLIS	38,97	CASTILHO	34,70
VALPARAISO	34,18	BURITAMA	24,12
AURIFLAMA	21,91	GENERAL SALGADO	19,45
STO ANTONIO DO ARACANGUA	19,22	AVANHANDAVA	18,03
GUARAÇAI	14,77	LAVINIA	12,96
BILAC	12,15	BARBOSA	10,58
CLEMENTINA	10,38	ITAPURA	9,36
GLICÉRIO	8,89	SUZANÓPOLIS	8,78
GUZOLANDIA	7,92	MURUTINGA DO SUL	7,77
GASTÃO VIDIGAL	6,62	NOVA INDEPENDÊNCIA	6,62
NOVA LUZITANIA	5,83	NOVA CASTILHO	4,11
SÃO JOÃO DE IRACEMA	4,02		

No quadro 5.9 o IPRS dos municípios da pesquisa que não possuem SIG na região de Araçatuba, curiosidade para a cidade de Ilha Solteira que possui indicador (59) maior que Araçatuba (47). Do restante, mais uma confirmação do baixo poder econômico da região, se comparado com a média do estado (55).

Quadro 5.9 – Riqueza municipal das cidades que não possuem SIG na região de Araçatuba

MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)	MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)
ILHA SOLTEIRA	59	CASTILHO	44
PEREIRA BARRETO	43	GUARARAPES	42
STO ANTONIO DO ARACANGUA	42	PENAPOLIS	41
BIRIGÜI	40	ITAPURA	39
CLEMENTINA	38	VALPARAISO	37
MIRANDÓPOLIS	36	BURITAMA	36
BILAC	35	AVANHANDAVA	34
GENERAL SALGADO	33	GLICÉRIO	33
SUZANÓPOLIS	32	AURIFLAMA	32
BARBOSA	31	GUARAÇAI	31
LAVINIA	31	GASTÃO VIDIGAL	31
MURUTINGA DO SUL	30	NOVA INDEPENDÊNCIA	30
NOVA LUZITANIA	30	NOVA CASTILHO	29
SÃO JOÃO DE IRACEMA	29	GUZOLANDIA	27

Para finalizar as análises da pesquisa que definiu quem possui ou não SIG nas regiões estudadas, o quadro 5.10 traz o IPRS de riqueza dos municípios da região de Bauru que não possuem SIG e em seguida o quadro 5.11 com os 3 municípios que possuem.

O município de Bauru trouxe o melhor indicador, porém, Jaú (45) se iguala com Promissão (45), em pior condição que Lençóis Paulista (46), e todos menores que a média do estado que é de 55. Iacanga, a terceira cidade com SIG, novamente não está entre os melhores indicadores e ainda, mais longe da média do estado.

Quadro 5.10 – Riqueza municipal das cidades que não possuem SIG na região de Bauru

MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)	MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)
LENÇÓIS PAULISTA	46	PROMISSÃO	45
ITAPUI	44	BARIRI	43
BARRA BONITA	43	BORACÉIA	42
GUAÍÇARA	38	PIRATININGA	37
BOREBI	36	PIRAJUÍ	36
CAFELÂNDIA	36	DOIS CÓRREGOS	36
REGINÓPOLIS	35	CABRÁLIA PAULISTA	34
IGARAÇU DO TIETÊ	34	SABINO	33
GETULINA	33	MINEIROS DO TIÊTE	32
GUARANTÃ	32	PRESIDENTE ALVES	31
ITAJU	31		

Quadro 5.11 – Riqueza municipal das cidades que possuem SIG na região de Bauru

MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)
BAURU	48
JAU	45
IACANGA	38

5.1.2.3 Considerações Finais

Essa pesquisa realizada com os 55 municípios do objeto de estudo para identificar quais utilizam ou não o SIG, traz alguns resultados interessantes, como por exemplo o baixo número de implantações de SIG numa região do Estado de São Paulo. Porém, foi identificado o grande número de cidades pequenas nessa região, o que possivelmente deve ter influenciado esses resultados.

Na análise econômica, a região de Bauru apresenta melhores resultados se comparados á de Araçatuba; e na pesquisa de campo com maior número de implantações de SIG, o que pode ser uma tendência.

Analisando as cidades individualmente, Araçatuba como a maior cidade de sua região e com o maior poder econômico é a única com SIG, porém a região possui outra cidade acima de 100 mil habitantes (Birigui) que ainda não possui.

Na região de Bauru, as 2 cidades acima de 100 mil habitantes possuem SIG. Mas, o maior destaque desta região foi a cidade de Iacanga, com apenas 9.370 mil habitantes e baixo poder econômico. Indicando que talvez não seja impossível uma cidade com menos de 10 mil habitantes implantar SIG na gestão das redes de água e esgoto para melhoria de seu planejamento.

5.2 Análises das cidades que possuem SIG

O resumo das respostas dos órgãos de saneamento que implantaram SIG para a gestão das redes de água e esgoto está no quadro 5.12. Os itens de cor azul são considerados satisfatórios e de cor vermelha os insatisfatórios na implantação e uso. Em seguida um gráfico quantitativo na figura 5.1 com os números de respostas satisfatórias e insatisfatórias de cada tema no total das entrevistas.

Quadro 5.12 – Resumo das respostas das cidades que possuem SIG

	Legenda:	Satisfatória	Insatisfatória	
Funções	Cidades			
	Araçatuba	Iacanga	Bauru	Jaú
SIG	SIG Integrado	SIG Integrado	SIG Dual	SIG Integrado
Base Cartográfica	Completa	Completa	Completa	Incompleta
Técnicas de Implantação	Através de mapas da Prefeitura, mapas analógicos e conhecimentos de técnicos.	Através de mapas da Prefeitura, mapas analógicos e conhecimentos de técnicos.	Através de mapas da Prefeitura, mapas analógicos e conhecimentos de técnicos.	Através de mapas da Prefeitura, mapas analógicos e conhecimentos de técnicos.
Estrutura Física	Adequada	Adequada	Adequada	Inadequada
Estrutura Humana	Falta de treinamento em SIG.	Adequadas	Falta de treinamento em SIG.	Inadequadas
Principais Funções e Vantagens do SIG Implantado	Gerenciamento de informações	Gerenciamento de informações	Consulta rápida às informações	Gerenciamento de informações
Setores e Usuários da Ferramenta	Atualmente ninguém utiliza.	Diretoria e cadastro e almoxarifado do departamento e secretaria de obras da Prefeitura	Cadastro e geoprocessamento e diretorias de produção, planejamento e topografia no departamento.	Cadastro e diretoria do departamento
Nível de Satisfação	Indefinida	Ótima	Regular	Regular
Perspectivas para o Futuro	Atualização do SIG, treinamento e integrações com outros sistemas.	Integrações com outros sistemas	Aquisição de SIG Integrado e em integrações com outros sistemas.	Integrações com outros sistemas e melhorias em estruturas física

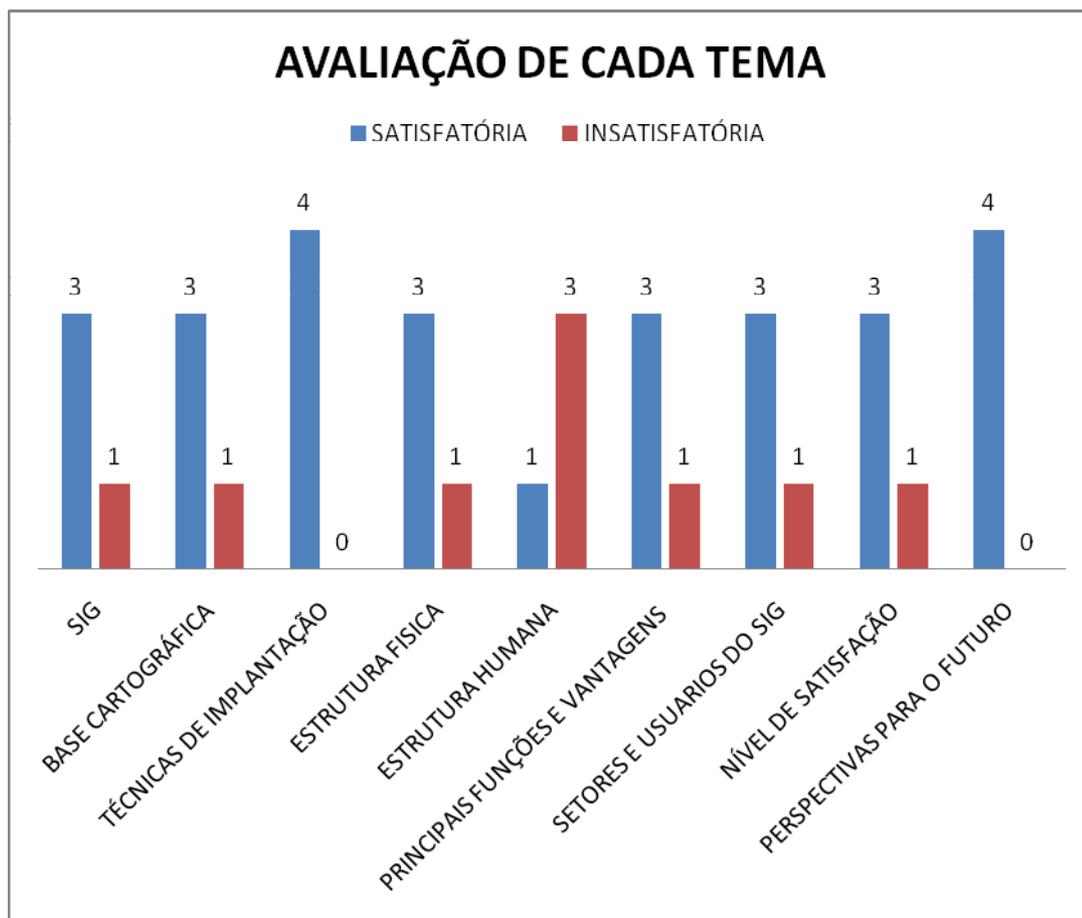


Figura 5.1 – Número de respostas satisfatórias e insatisfatórias

E mais adiante uma análise de cada tema discutido nas quatro entrevistas.

5.2.1 SIG

No primeiro item do quadro foi perguntado na entrevista sobre o SIG implantado e utilizado, principalmente se este é dual ou integrado.

A primeira cidade das duas regiões que implantou SIG foi a mais populosa e de maior receita, Bauru no ano de 2001. Com 2 SIG's da época, o GEO 2001 e o MAXICAD (considerado um dos primeiros SIG's desenvolvidos no Brasil); o órgão utiliza ambos até os dias de hoje, e por isso foi a única cidade que apresentou SIG dual, aparecendo como “insatisfatório” no quadro 5.12.

Em 2005 Jau implantou seu SIG já integrado, e posteriormente em 2007 foi a vez da primeira cidade da região de Araçatuba possuir SIG em um órgão de saneamento,

como já visto a própria sede, Araçatuba. E em 2009 a menor cidade com SIG implantado Iacanga, e a última implantação registrada na pesquisa.

5.2.2 Base Cartográfica

Para que o SIG funcione e consiga realizar o gerenciamento e controle das informações, é primordial que se tenha a base cartográfica digital completa, desde as quadras, ruas e imóveis até o traçado e informações das redes. E na pesquisa, somente o órgão gestor de Jau declarou que as quadras, lotes, ruas, imóveis e outros elementos da área urbana estão completos, mas as redes, somente 60% de esgoto e 10% da rede de água estão cadastradas no SIG, e foi a única também que não terceirizou este serviço.

5.2.3 Técnicas de Implantação

Todas aparecem no quadro como satisfatórias. Utilizaram as técnicas corretas, aproveitando mapas da Prefeitura com a finalidade de uso comum das informações e diminuição de custos e tudo que possuíam na época, como mapas analógicos, desenhos em CAD e informações de técnicos conhecedores da cidade e das redes.

5.2.4 Estrutura Física

De todos entrevistados, somente o órgão de Jau apareceu com problemas em sua estrutura física para os serviços de geoprocessamento. Falta espaço e computadores para o desenvolvimento dos trabalhos. Os responsáveis pelo geoprocessamento abdicam de melhores condições para isso, principalmente porque necessitam cadastrar todo o restante da base cartográfica para a plena utilização de seu SIG implantado. Os outros órgãos não apresentaram qualquer tipo de problema em espaço físico e hardware.

5.2.5 Estrutura Humana

Já no caso de estrutura humana (quantidade e qualidade), somente o órgão de Iacanga apresentou satisfação, conforme mostra o quadro 5.12. O órgão de Jau, mais uma vez com problemas possui somente uma pessoa para colher informações do SIG,

gerenciá-lo, além de toda a atualização dos dados que já foi comentado está bastante defasado. Em Bauru relataram a falta de treinamento das ferramentas e o órgão de Araçatuba passou por um problema político que afetou o funcionamento do SIG. A troca de gestão pública conturbada dificultou, pois houve troca de todos os usuários do SIG e os recém contratados não tiveram treinamento. Das quatro implantações foi a única que apresentou esse problema político.

Mas no geral mostrou que atualmente a estrutura humana preocupa mais que a estrutura física nas 4 implantações da região estudada.

5.2.6 Principais funções e vantagens do SIG implantado

Nesse item a pesquisa evidencia o SIG integrado dos órgãos, pois Bauru por possuir SIG mais atrasado entre todos os órgãos e dual, comentou que o SIG possui função de auxílio em consultas e não em gerenciamento das informações, como nas outras três implantações.

5.2.7 Setores e usuários da ferramenta SIG

Esse tema também foi bastante satisfatório no geral, pois mostrou que todos utilizam SIG, inclusive em mais de um setor, e somente o caso de Araçatuba que foi um problema isolado e exclusivamente político, traz como insatisfatório no quadro geral.

5.2.8 Nível de satisfação

Este item está relacionado à satisfação do entrevistado, portanto a resposta é independente se a implantação já trouxe resultados positivos e está sendo viável ao órgão. Apesar de alguns problemas citados, todos mediram satisfatoriamente a ferramenta, com exceção de Araçatuba, pois os novos funcionários ainda não utilizam, então não opinaram nesse tema.

5.2.9 Perspectivas para o futuro

Para encerrar, o último tema mostrou 100% de boas perspectivas para o futuro na visão dos entrevistados, com todos os órgãos confiantes em ampliações e correções da atual situação. E até Araçatuba com seu problema político aparece como “satisfatório” no quadro geral opinando em boas perspectivas para o futuro.

5.2.10 Considerações Gerais

Após as entrevistas e análises de todos os órgãos que possuem SIG na pesquisa, chega-se a algumas considerações gerais. Como o número de implantações é baixo, não se pode obter conclusões expressivas no diagnóstico da região, porém algumas indicações interessantes, como segue:

- O órgão de Bauru que é a cidade mais populosa e com a melhor economia de todas as cidades pesquisadas, foi a 1º a implantar SIG há 9 anos atrás, evidenciando que o número de implantações no objeto de estudo realmente é baixo, pois após 9 anos em 55 cidades somente 3 aderiram a ele. Porém não houve evolução esperada, os SIG's utilizados pelo DAE de Bauru ainda são os mesmos de sua implantação, o que acarretou ser avaliado como o único da pesquisa ser insatisfatório para os dias atuais. Então é claro que não adianta somente implantar, necessita de atualizações e novos investimentos para que o órgão obtenha da tecnologia os melhores resultados.

- Das quatro cidades entrevistadas, houve um caso em que a política já atrapalhou o funcionamento de SIG no órgão público.

- Uma consideração interessante diz respeito à estrutura do órgão. Pelas entrevistas ficou nítido que dentre as entrevistadas, para a implantação de SIG a estrutura humana foi mais preocupante que a física nos órgãos gestores de saneamento. Falta de capacitação e de quantidade de funcionários foram os maiores problemas.

Indica que para se trabalhar com SIG pode não necessitar de altas tecnologias de informática.

- Outra consideração importante é que das quatro cidades visitadas, apenas Jau ainda não possui base cartográfica completa, e sua implantação em 2005, a 2ª entre todas. Na entrevista foi dito que o órgão não terceirizou este serviço de confecção da base cartográfica e este também foi o único da pesquisa, talvez fosse a melhor solução.

- A análise no órgão de Iacanga (com menos de 10 mil habitantes) mostra que o SIG pode ser viável também para cidades desse porte, e pelos resultados dessa pesquisa pode até obter mais chances de sucesso que em cidades maiores. Como mostra a figura 5.2 foi o órgão que possuiu 100% das respostas satisfatórias, ao contrário das outras 3 cidades, com 33% cada.

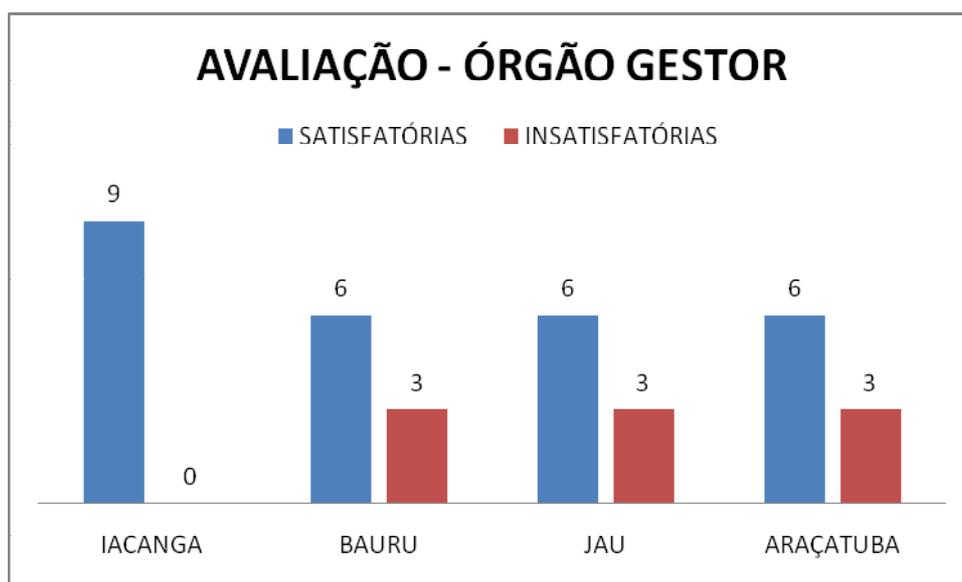


Figura 5.2 – Avaliação das respostas de cada cidade

- Uma análise ampla nos 4 órgãos, os resultados foram bons, pois como observado na figura 5.3, de um total de 36 perguntas em todas as entrevistas, foram 27 respostas satisfatórias. Portanto foram coerentes as citações da revisão bibliográfica com os resultados da pesquisa de campo, ambas evidenciando que o SIG ajuda bastante o gerenciamento e planejamento na gestão das redes de água e esgoto.

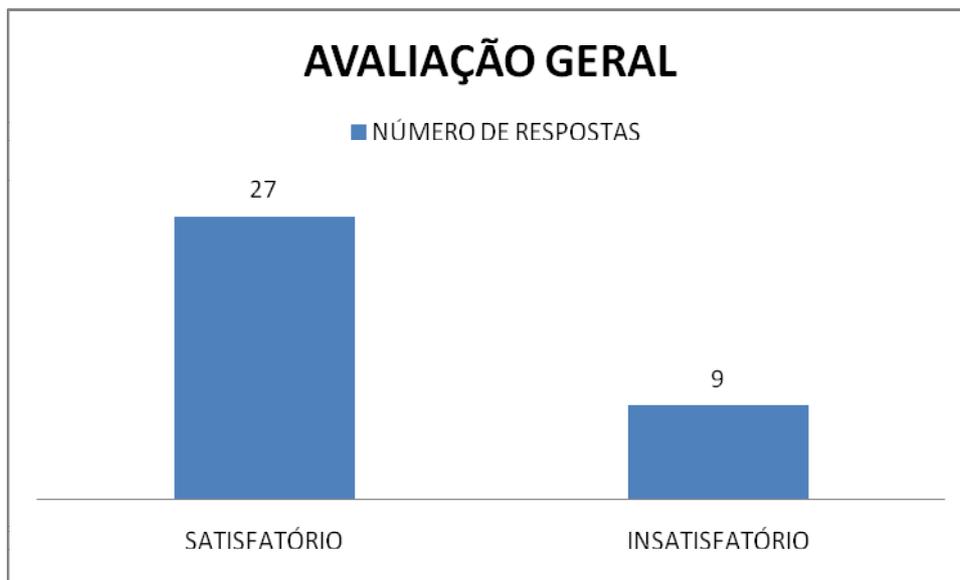


Figura 5.3 – Avaliação geral dos números de respostas

5.3 Análises das cidades que não possuem SIG

Como já mencionado, dos 51 órgãos gestores entrevistados, 28 responderam, e as análises das cidades que não possuem SIG se concentrarão essas respostas. São 15 cidades na região de Araçatuba e 13 na região de Bauru. Os quadros 5.13 e 5.14 trazem o número de habitantes de cada cidade separados por região.

Quadro 5.13 – Número de habitantes das cidades da região de Araçatuba

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)
BIRIGÜI	105.813	PENAPOLIS	58.022
ANDRADINA	57.365	GUARARAPES	29.839
ILHA SOLTEIRA	25.795	PEREIRA BARRETO	24.601
MIRANDÓPOLIS	22.522	VALPARAISO	21.295
BURITAMA	14.946	LAVINIA	8.178
BILAC	7.263	STO ANTONIO DO ARACANGUA	7.106
BARBOSA	6.685	CLEMENTINA	6.380
GLICÉRIO	4.833		

Quadro 5.14– Número de habitantes das cidades da região de Bauru

MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)	MUNICÍPIO	POPULAÇÃO 2010 (mil habitantes)
LENÇÓIS PAULISTA	63.767	BARRA BONITA	39.212
PROMISSÃO	36.659	BARIRI	32.141
DOIS CÓRREGOS	25.850	IGARAÇU DO TIETÊ	24.539
PIRAJUÍ	21.890	CAFELÂNDIA	17.479
MINEIROS DO TIÊTE	13.400	GUAIÇARA	11.833
GETULINA	11.407	GUARANTÃ	7.082
SABINO	5.274		

Nota-se que, dos 28 municípios, a maioria dos órgãos que responderam, estão em cidades com mais de 20 mil habitantes, sendo somente 8 cidades que possuem menos de

10 mil. Esse dado é importante, pois as análises serão praticamente sobre as maiores e economicamente mais ativas da região, como segue os quadros 5.15 e 5.16.

Quadro 5.15 – Arrecadação pública das cidades da região de Bauru

MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PÚBLICA 2007 (em milhões)	MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PÚBLICA 2007 (em milhões)
LENÇÓIS PAULISTA	97,09	BARRA BONITA	56,08
PROMISSÃO	54,37	BARIRI	45,38
DOIS CÓRREGOS	36,30	IGARAÇU DO TIETÊ	31,64
PIRAJUÍ	29,38	CAFELÂNDIA	23,83
MINEIROS DO TIÊTE	17,93	GETULINA	16,27
GUAIÇARA	16,09	SABINO	10,58
GUARANTÃ	9,22		

Quadro 5.16 – Arrecadação pública das cidades da região de Araçatuba

MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PÚBLICA 2007 (em milhões)	MUNICÍPIO	ARRECADAÇÃO PÚBLICA 2007 (em milhões)
BIRIGÜI	149,15	PENAPOLIS	88,68
ANDRADINA	88,1	ILHA SOLTEIRA	55,52
GUARARAPES	44,78	PEREIRA BARRETO	42,30
MIRANDÓPOLIS	38,97	VALPARAISO	34,18
BURITAMA	24,12	STO ANTONIO DO ARACANGUA	19,22
LAVINIA	12,96	BILAC	12,15
BARBOSA	10,58	CLEMENTINA	10,38
GLICÉRIO	8,89		

Quadro 5.17 – Riqueza municipal das cidades da região de Araçatuba

MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)	MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)
ILHA SOLTEIRA	59	PEREIRA BARRETO	43
STO ANTONIO DO ARACANGUA	42	GUARARAPES	42
PENAPOLIS	41	BIRIGÜI	40
CLEMENTINA	38	VALPARAISO	37
MIRANDÓPOLIS	36	BURITAMA	36
BILAC	35	GLICÉRIO	33
LAVINIA	31	BARBOSA	31

Quadro 5.18 – Riqueza municipal das cidades da região de Bauru

MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)	MUNICÍPIO	IPRS RIQUEZA MUNICIPAL (2006)
LENÇÓIS PAULISTA	46	PROMISSÃO	45
BARIRI	43	BARRA BONITA	43
GUAÍÇARA	38	DOIS CORREGOS	36
CAFELÂNDIA	36	PIRAJUÍ	36
IGARAÇU DO TIETÊ	34	SABINO	33
GETULINA	33	GUARANTÃ	32
MINEIROS DO TIÊTE	32		

Analisando as perguntas do questionário, observa-se que da 1ª a 8ª pergunta o objetivo é diagnosticar e avaliar a situação atual quanto ao uso e armazenagem dos traçados e das informações das redes de água e esgoto, além da porcentagem de atualização com a realidade.

Analisando os resultados, é nítido a precarização da situação, pois a grande maioria das cidades que não possuem SIG utiliza somente mapas analógicos, ou seja, não obtém cadastro das informações e traçado digital das redes. E quanto à atualização dessas informações, nenhum órgão respondeu que está 100%, tanto o traçado como os atributos, variando os resultados de 25% a 75%, e destaque para as redes de água que estão mais atualizadas que as redes de esgoto.

Após a análise da atual situação de organização dos órgãos, o questionário traz a pergunta, se possui o conhecimento de SIG para as redes de água e esgoto. Foi visto que há um equilíbrio, sendo 14 órgãos respondidos que conhecem e 14 não. Isso mostra a falta de conhecimento técnico dos profissionais que trabalham nos órgãos gestores de saneamento, visto que, Bauru (a 1ª da região a possuir SIG) implantou em 2001.

Separando por região, segue os quadros e as figuras. Nota-se que do mesmo modo que a região de Bauru existem mais cidades com implantações de SIG, também está mais evoluída quanto ao conhecimento da existência de SIG.

5.3.1 Região de Araçatuba

Quadro 5.19 – Quantidade de respostas sobre o conhecimento da existência de SIG na região de Araçatuba

ITEM	RESULTADO
SIM	6
NÃO	9

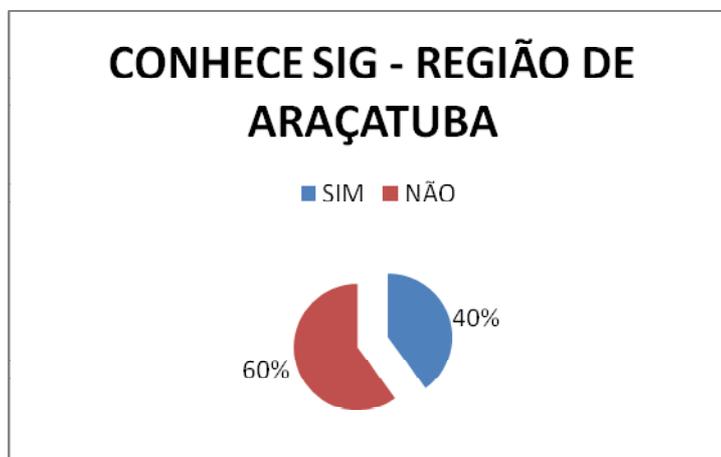


Figura 5.4 – Porcentagem dos órgãos que conhecem SIG na região de Araçatuba

5.3.2 Região de Bauru

Quadro 5.20 – Quantidade de respostas sobre o conhecimento da existência de SIG na região de Bauru

ITEM	RESULTADO
SIM	8
NÃO	5

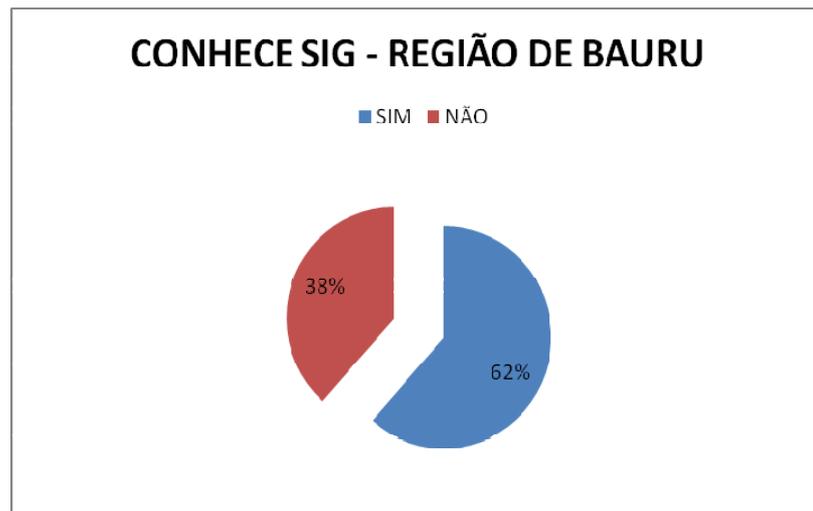


Figura 5.5 – Porcentagem dos órgãos que conhecem SIG na região de Bauru

Para finalizar as análises, as figuras 5.6 e 5.7 mostram separados por região, as respostas quanto ao motivo da não implantação de SIG em seu órgão gestor.

Na região de Araçatuba, é notável que o grande problema é a falta de conhecimento da existência de SIG, apesar da já existência no órgão de Araçatuba desde 2007.

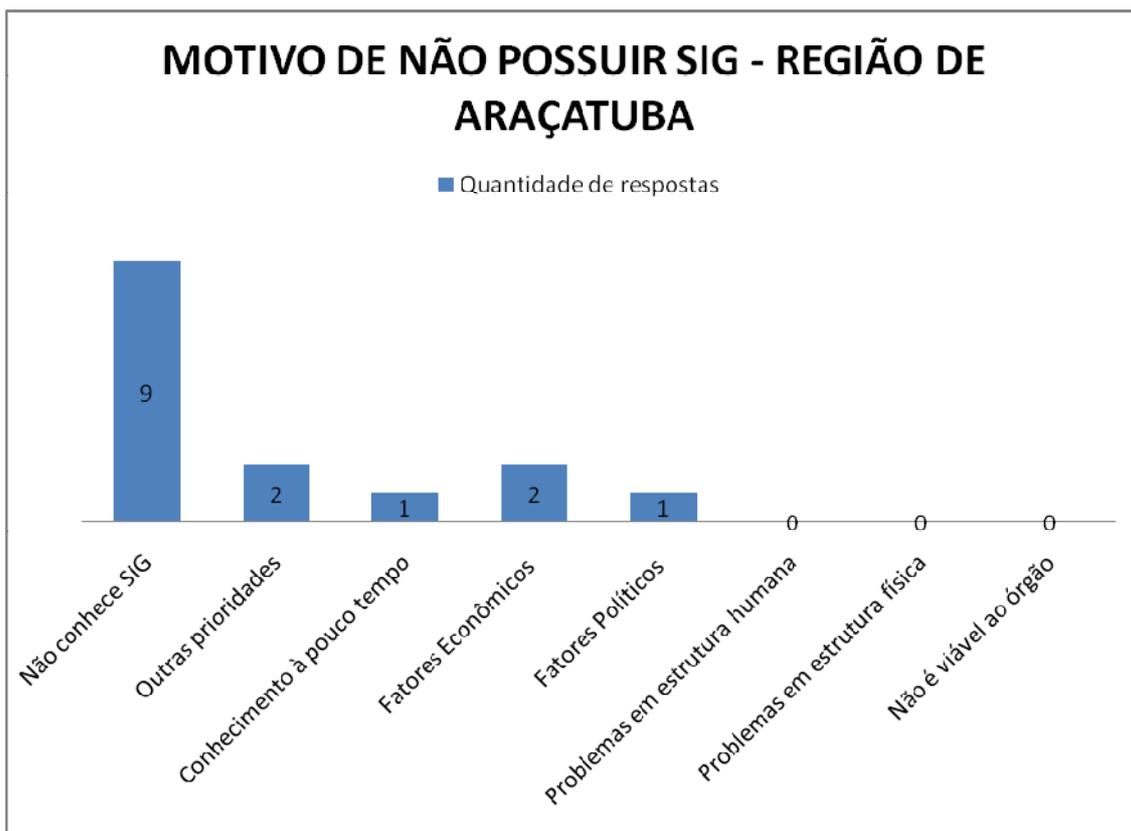


Figura 5.6 – Número de resposta dos motivos de não possuir SIG na região de Araçatuba

E em seguida o quadro 5.21 traz a resposta de cada cidade da região de Araçatuba que respondeu que conhece SIG. A menor cidade e a única menos de 10 mil habitantes é Bilac e a segunda menor com pouco mais de 20 mil é Mirandópolis. As duas trazem o motivo econômico. Birigui foi a única cidade com motivo político, mas vale uma atenção, pois Araçatuba que é a única da região com SIG e vizinha de Birigui sofreu problemas da política municipal. Somente duas cidades (Ilha Solteira e Penápolis) disseram que havia outras prioridades, e somente uma (Andradina) que conhece há pouco tempo.

Quadro 5.21 – Respostas sobre o motivo da ainda não implantação de SIG das cidades na região de Araçatuba

MUNICÍPIO	MOTIVO	MUNICÍPIO	MOTIVO
ANDRADINA	CONHECIMENTO HÁ POUCO TEMPO	BILAC	ECONOMICO
ILHA SOLTEIRA	OUTRAS PRIORIDADES	BIRIGÜI	POLITICO
MIRANDÓPOLIS	ECONOMICO	PENAPOLIS	OUTRAS PRIORIDADES

Na região de Bauru, a figura 5.7 traz diferentes números comparando com Araçatuba. Há mais equilíbrio nas respostas, porém a maioria também é que não conhece SIG. Seguindo de fatores econômicos e outras prioridades.

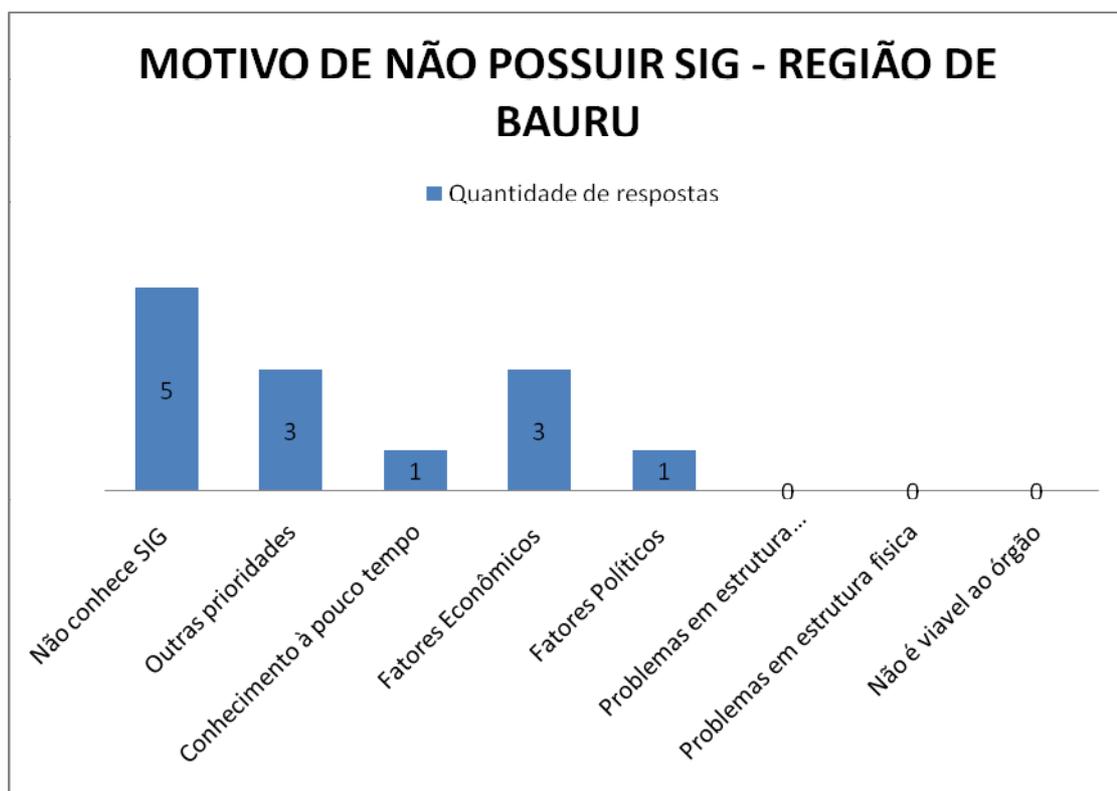


Figura 5.7 – Número de resposta dos motivos de não possuir SIG na região de Bauru

O quadro 5.22 mostra as respostas individualmente. As menores cidades (Cafelândia, Sabino e Getulina) alegam que o motivo é econômico.

Quadro 5.22 – Respostas sobre o motivo da ainda não implantação de SIG das cidades na região de Bauru

MUNICÍPIO	MOTIVO	MUNICÍPIO	MOTIVO
CAFELÂNDIA	ECONOMICO	BARIRI	POLITICO
LENÇÓIS PAULISTA	OUTRAS PRIORIDADES	GUAÍÇARA	CONHECIMENTO HÁ POUCO TEMPO
PIRAJUÍ	OUTRAS PRIORIDADES	SABINO	ECONOMICO
DOIS CÓRREGOS	OUTRAS PRIORIDADES	GETULINA	ECONOMICO

Em toda a pesquisa não houve resposta quanto às estruturas física e humana, porém, contradiz com as respostas dos órgãos que possuem SIG, pois apresentam problemas. Apesar do pequeno número de implantações, também não houve resposta contra a viabilidade ao órgão, ou seja, na região não houve nenhum questionamento ou impedimento técnico do uso de SIG nas redes de água e esgoto.

6 CONCLUSÕES

Com base no que foi exposto neste trabalho, conclui-se que o uso de Sistemas de Informações Geográficas nas redes de água e esgoto ainda é escasso nos órgãos gestores de saneamento na região estudada. A grande maioria não utiliza, e metade dos órgãos pesquisados disse não conhecer sua existência.

Pelo histórico de SIG no Brasil, que traz seu início nos anos 90, pela primeira implantação da região estudada ter ocorrido em 2001 e a pesquisa ter ocorrido no Estado de São Paulo (um dos mais evoluídos do Brasil), o baixo número de implantações e a falta de conhecimento desta ferramenta apontam que existem alguns fatores a serem estudados.

A pesquisa trouxe alguns apontamentos para esses resultados.

Nos órgãos que foram analisados em forma de entrevista, o resultado foi amplamente satisfatório ao uso de SIG em todos os casos, mais uma confirmação de suas vantagens apontadas também na revisão bibliográfica deste trabalho.

O trabalho foi desenvolvido no Estado de São Paulo, porém no interior, no qual foi visto que as regiões de Araçatuba e Bauru ainda estão entre as menos desenvolvidas no estado, além de possuírem em sua maioria cidades de até 30 mil habitantes.

Mas, para conhecer os motivos detalhados em relação ao baixo uso e conhecimento de SIG, foram realizadas visitas nas cidades implantadas e enviado questionários para as que ainda não possuem. Das 4 cidades implantadas, apenas Iacanga, na região de Bauru, possui menos de 100 mil habitantes, mas o interessante é que são apenas 9.370 mil habitantes. Então, estes resultados trazem que pode não ser impossível uma cidade com menos de 10 mil habitantes e baixo poder econômico implantar SIG na gestão das redes de água e esgoto.

A implantação de Iacanga também trouxe os melhores resultados dentre as 4 implantações, indicando mais uma vez que pode haver sucesso o uso de SIG em cidades deste porte e até mais que em cidades maiores.

As conclusões encontradas nas respostas dos questionários para as cidades que não possuem SIG, traz um elevado número de falta de conhecimento da ferramenta, e o restante das respostas citam o poder econômico e outras prioridades como os principais motivos. A resposta sobre o poder econômico faz-se pensar a possibilidade de falta de conhecimento do mercado e/ou de encontrar soluções customizadas para o caso, como foi realizado em Iacanga. E quem respondeu que existiram outras prioridades, entende-se que a implantação poderá ser em breve, já que a viabilidade não foi questionada. Por tudo isso, a presença do SIG na região possui uma tendência de crescimento.

Nenhum órgão respondeu sobre a falta de estrutura, porém, observou-se nas cidades implantadas que a estrutura humana necessita de cuidados. Também não houve resposta sobre a falta de viabilidade, credenciando a ferramenta neste mercado. Sobre a política, houve interferência negativa em um dos casos implantados (Araçatuba) e citada como motivo principal em duas cidades que não possuem SIG, concluindo-se que é um tema considerável para os órgãos públicos de saneamento.

Verificou-se também a precariedade das informações nestes órgãos que não possuem SIG, com dados desatualizados e mal gerenciados com mapas analógicos e também com pouco uso de software CAD.

Destaque para as redes de água, no qual apresentaram melhores resultados em organização e atualização comparadas as redes de esgoto.

O diagnóstico geral separado por região, nota-se Bauru um pouco mais evoluída quanto a utilização de SIG em relação a Araçatuba. É a região que também apresenta melhores números econômicos, e sua localização é próxima à capital de São Paulo, fatores que podem trazer influencia esses resultados.

Como projeções de novos trabalhos acadêmicos sugerem-se o mesmo diagnóstico em outras regiões do estado e também em outros estados para análises comparativas e aperfeiçoar as conclusões sobre o uso de SIG nos órgãos gestores de saneamento.

E depois de um determinado tempo, será interessante este diagnóstico nas mesmas regiões de Araçatuba/Bauru, para uma comparação de resultados com esta pesquisa e novas análises da região. Outra sugestão é para as companhias estaduais, como a SABESP em São Paulo, possuem SIG corporativo, então diagnósticos e análises para o uso de SIG nas cidades que pertencem a esse tipo de administração, resultaria em comparativos com o uso em cidades com gestões municipais como neste trabalho e também acrescentaria de uma forma geral para a atual situação do uso de SIG no Brasil.

Para finalizar, é notória a falta de informação e conhecimento das pessoas que trabalham nos órgãos gestores de saneamento, já que a maioria citou problemas econômicos ou falta de conhecimento, e em contrapartida disso o órgão da pequena cidade de Iacanga apresentou uma ótima implantação utilizando recursos próprios. Diante disso, conclui-se que a falta de conhecimento e informação são os principais motivos do pouco uso de SIG nos órgãos gestores de saneamento das regiões de Bauru e Araçatuba.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHÃO, N.; KANASHIRO, L. **Otimização dos processos de manobra com o apoio do Sistema de Informações Geográficas no Saneamento – SIGNOS na Diretoria Metropolitana**. XIX Encontro Técnico AESABESP, 2008.

ANGELIS, O. **O pensamento do setor saneamento no Brasil: perspectivas futuras**. Livro. Série Modernização do Setor de Saneamento. Presidência da Republica. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano, Brasília, 2002.

BARCELLOS, C.; SANTOS, S.M. **Colocando dados no mapa: a escolha da unidade espacial de agregação e integração de bases de dados em saúde e ambiente através do geoprocessamento**, Informe Epidemiológico do SUS, ano V, n. 1, pp. 21-29, 1997.

BARROS, R.T.V. **Manual de Saneamento e proteção ambiental para os municípios**. Escola de Engenharia da UFMG, Belo Horizonte, 1995 Disponível em <<http://www.sanesul.ms.gov.br>>. Acesso em 10 de maio de 2009.

BESSE, Y.; PAYEN, G. **Para Abcon, setor privado pode prover 30% do saneamento**. Revista Saneamento Ambiental, ed. 133, São Paulo, SP, 2008.

BRITO, R.A.F. **Sig Aplicado ao Saneamento Ambiental**. UNILINS, Pós-Graduação em Geoprocessamento para Gestão Urbana e Cadastramento Rural. Apostila. Lins – SP, 2008.

BURROUGH, P.A. **Principles of Geographical Information Systems for Land Resource Assessment**, Oxford University Press, 1986.

BUZETI, C.; CASAGRANDE, A.P.; BAGGIO, M.A. **Rede de distribuição de água: por que não a operamos?** XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre/RS, 2000.

CÂMARA, G.; DAVIS, C. **Introdução**. In: livros, CD SPRING 4.1, cap. 1, INPE, São José dos Campos, 2004.

CÂMARA, G.; MONTEIRO, A.M.V. **Conceitos básicos em ciência da geoinformação**. In: livros, CD SPRING 4.1, cap. 2, São José dos Campos: INPE. 2004.

CÂMARA, G. **Modelos, linguagens e arquiteturas para banco de dados geográficos**. São José dos Campos. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 1995.

CÂMARA, G.; CASANOVA, M.A.; HEMERLY, A.S.; **Anatomia de Sistemas de Informação Geográfica**. São José dos Campos. livro - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 1996.

CARMIGNAMI, A. **Por que GIS?**. SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Diretoria Técnica e Meio Ambiente, São Paulo - SP, 1998.

CARRIJO, I.B.; TAVARES, M.A.; UNGARELLI, P.S. **Gerenciamento de informações em companhias de saneamento básico - aplicação aos sistemas de abastecimento de água e coleta de esgotos da cidade de Goiânia**. XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, Porto Alegre/RS, 2000.

CIDADES PAULISTAS. Disponível em <<http://www.cidadespaulistas.com.br>>. Acesso em 16 de maio de 2009.

CORDOVEZ, J.C. **Geoprocessamento como ferramenta de gestão urbana**. In: I Simpósio Regional de Geoprocessamento e Sensoriamento Remoto, Aracajú. Anais I: Prefeitura Regional de Aracajú, Out,2002 p.1-19,. CD-ROM, 2001.

CRUZ, W.M. **Cana muda a face do oeste paulista**. Jornal Cana Oeste Paulista, Ribeirão Preto, SP, Fev, 2007.

DACACH, N. G. **Saneamento Básico**. Rio de Janeiro: Didática e científica Ltda, 3ª edição, 1990.

D' ALGE, J.C.L.; **Cartografia para Geoprocessamento**. In: livros, CD SPRING 4.1, cap. 6, São José dos Campos: INPE. 2004.

DORCA, C.C; LUVIZOTTO JR, E.; ANDRADE, J.G.P.**Aspectos da Implantação de um SIG em pequenos e médios Abastecimento de Água**, UNICAMP – Universidade estadual de Campinas - Fac. Eng. Civil – DRH – Cidade Universitária “Zeferino Vaz” Campinas, 2001.

DUTRA, A, L. **Assemae pede urgência na regulamentação da política**. Revista Saneamento Ambiental, ed. 133, São Paulo, SP, 2008.

ESRI-PORTUGAL. **Casos de Estudo – Águas de Gaia**. Disponível em <<http://www.esriportugal.pt/index.php?content=1706>>. Acesso em 10 de agosto de 2008.

FERREIRA, C.D. **Análise da Aplicação dos Sistemas de Informações Geográficas como Instrumento de Gestão dos Sistemas de Abastecimento de Água**. Dissertação (Mestrado), UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas - SP, 2005.

FERREIRA, M.M. **Aplicação de SIG: Como instrumento de apoio para a tomada de decisões no processo de gestão compartilhada de bacias hidrográficas urbanas - O Caso do Igarapé Belmont**. Universidade Federal de Rondônia, Departamento de Geografia, Porto Velho – RO, 2004.

FIRJAN. **Crescimento do país migra para o interior**. Disponível em <<http://www.estadao.com.br>>. Acesso em 20 de maio de 2009.

FRANCO, S.; LOUREIRO, M. **SIGNOS – Sistema de Informações Geográficas no Saneamento**. SABESP – Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo, São Paulo - SP, 2007.

IBGE. **Censo Demográfico 2009**. Disponível em <<http://www.sidra.ibge.gov.br>>. Acesso em 13 de fevereiro de 2010.

IPEA. **O crescimento econômico das cidades do interior**. Disponível em <<http://www.jornalnacional.globo.com>>. Acesso em 19 de maio de 2009.

JORGE, A.L.A. **Recomendações para projetos de coletores de esgoto**. Apostila do XII Encontro Técnico da Associação dos Engenheiros da Sabesp, 2001.

LOPEZ, P.Z; SILVA, L.F.O. **Implantação de um sistema de informações geográficas para saneamento**, Palestra apresentada a GEOBRASIL, São Paulo - SP, 2005.

MPO. **Demanda, oferta e necessidades dos serviços de saneamento**. Livro. Série Modernização do Setor de Saneamento. Ministério do Planejamento e Orçamento. Secretaria de Política Urbana, Brasília, 1995.

NAZÁRIO, P. **GIS: Definições e aplicações na logística**. Revista Tecnológica. Outuro/98, pp. 16-21. 1998.

NOZAKI, V.T. **Análise do Setor de Saneamento Básico no Brasil**. Dissertação (Mestrado), USP – Universidade de São Paulo, Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade, Ribeirão Preto - SP, 2007.

OLIVEIRA, A.L.S; FERNANDEZ, J.C. **Análise da eficiência do setor de saneamento básico no Brasil**, Fórum banco do nordeste de desenvolvimento . IX Encontro Regional de Economia da ANPEC, Salvador, Bahia, 2007.

OLIVEIRA, G. **Renovação de contratos é o grande desafio da SABESP**. Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p.4125-4132

OLIVEIRA, R.C.P. **Geoprocessamento para Saneamento – AcquaGIS – Estudo Realizado na Casal – Companhia de Abastecimento D' água e Saneamento do Estado de Alagoas** . Revista Saneamento Ambiental, ed. 126, São Paulo, SP, 2007.

OLIVEIRA, R.J.; COELHO, E.C.F.C.; ULIANO, A.; **Sistema de Informações Geográficas do Cadastro Técnico de Redes de Água, Esgoto e Sistemas de Abastecimento do SAMAE - Blumenau**. SAMAE – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto de Blumenau - SC, 2006.

PEREIRA, F.L.F. **Integração de Geoprocessamento e Automação nas redes de saneamento**, Palestra apresentada a GEOBRASIL, São Paulo - SP, 2006.

QUEIROZ, G.R.; FERREIRA, K.R. **Tutorial sobre Bancos de Dados Geográficos.** GeoBrasil. INPE, 2006.

REIS, C.P.; GONÇALVES, J.; RODRIGUES, P.; - **Information systems for distribution management.** National Report Portugal. – Water Supply, vol.16, nº 1-2, 1998.

RIGUETTO, A.M. **Operação ótima de sistema urbano de distribuição de água.** Natal/RN, 2002.

ROCHA, E.C.O.; VIEIRA, V. C. B.; CARNEIRO, E.L.N.C. **Uso de Sistema de Informações Geográficas na atualização e modernização da área comercial da companhia de saneamento Águas e Esgotos do Piauí S/A.** In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26 abril, INPE, p. 3081-3087. Anais. 2007.

ROSS, J.L.S. **A sociedade industrial e o ambiente.** In : Geografia do Brasil. 2 ed. São Paulo: Edusp. Cap. 3, p. 211-218, 1998.

SAIANI, C.C.S. **Restrições à Expansão dos Investimentos em Saneamento Básico no Brasil: Déficit de Acesso e Desempenho dos Prestadores.** Dissertação de mestrado – Faculdade de Administração, Economia e Contabilidade, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2007.

SEADE. **Perfil Regional. Região Administrativa de Araçatuba e Bauru.** Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo, SP, 2008.

SCHIMIGUEL, J.; BARANAUSKAS, M.C.C.; MEDEIROS, C.B. **Modelando a Interface de Aplicações em Sistemas de Informações Geográfica como Espaços de Comunicação** – Campinas: Instituto de Computação, UNICAMP, 2000.

SNIS. **Sistema Nacional de Informações sobre saneamento. Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.** Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada – IPEA: Diagnóstico dos serviços de água e esgotos, Brasília, DF, 2002.

THELMA, H.O. **Fronteira de eficiência em serviços de saneamento no Estado de São Paulo** Dissertação (Mestrado) apresentada a Escola Superior de Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2005.

THOMÉ, R. **Interoperabilidade em geoprocessamento: conversão entre modelos conceituais de sistemas de informação geográfica e comparação com o padrão open gis.** Dissertação (Mestrado), em Computação Aplicada, INPE, São José dos Campos. 1998.

TSUTIYA, M. T. **Abastecimento de água.** Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. 3ª edição, 2006.

TSUTIYA, M. T.; SOBRINHO,P.A. **Coleta e transporte de esgoto sanitário.** Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1999.