II Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação

Recife - PE, 8-11 de setembro de 2008
p. 000-000

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEORREFERENCIADAS (SIG) PARA ANÁLISE DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO DA CIDADE DE CURITIBA

MARLISE TERESA EGGERS JORGE

Engenheiro Civil (UFPR), Mestre em Engenharia Hidráulica (UFPR), Pesquisadora do IPPUC
IPPUC, Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba, Rua Bom Jesus, 669. Bairro Cabral. 80510-290
Curitiba – PR Tel: 0xx-41-3250-1434, Cel: 0xx-41-9967-5331 e-mail: marlise@ippuc.org.br

RESUMO - A importância de se manter a água em quantidade e em qualidade para os seus diversos usos é fundamental, mas, na prática, são feitas descargas de esgotos industriais e domésticos, potencialmente causadores de poluição, diretamente nos curso d'água. O objetivo deste estudo foi elaborar um cadastro multifinalitário, através do uso do SIG para verificação dos lançamentos de esgotos in natura nos córregos e rios, identificados através do monitoramento georreferenciado do sistema de rede de esgotos no município de Curitiba. Para realizar este estudo, adotou-se um modelo de informações com possibilidade de consultas em diversos pontos da cidade e com resultados sobre inúmeras possibilidades de informação. Com uma visão para planejamento urbano integrado ao meio ambiente, buscou-se o desenvolvimento de soluções alternativas para minimizar os impactos causados pela poluição transformando as informações de saneamento existente no município interagindo com as mais diversas informações básicas da cidade, como por exemplo, índices de saúde, drenagem, rede de esgoto com lançamentos irregulares e outras. Foi utilizado o cadastro da Prefeitura Municipal e da concessionária local para início do levantamento da cobertura existente em relação às redes de esgotos, localização das Estações de Tratamento de Esgotos e Singularidades que demonstrem os destinos dos efluentes de esgotos coletados.
Palavras-chave: monitoramento ambiental, saneamento, geoprocessamento, planejamento urbano.

ABSTRACT- This is an attempt to contribute to the development of alternative solutions and to minimize the impacts caused by water pollution, by evaluating the alterations in water quality in aquatic bodies that receive domestic discharches. The purpose of this study is to evaluate the improvement of water quality, having removed the solids in sewage "in natural" which are dispensed into rivers and streams. This is identified through the sewer network geographic information system from the City of Curitiba. In order to carry out a thorough study, a practical and direct information model was adopted. This provided the possibility of instantaneous query results from any given point in the city, with a vision directed at integrating environmental policy and urban planning. The work has focused on transforming all the information about existing sanitation in the city into a new structure. This has enabled it to be analyzed in conjunction with other types of basic information about the city, such draining, type of pavement and land use. Using this integrated approach, the system can then analyze the supply and demand of sanitation services, based on the Real Estate Cadastre maintained by the City Hall and the Sewers Network CAD Drawings maintained by the local concessionaire and in addition to the sewers themselves, contain the representation of the Treatment Stations and other singularities. This analysis was originally conducted manually, demonstrating the origin and destination of the effluent that flows in any part of the sewerage network.
Keywords: environmental monitoring, geographic information systems, urban planning.

1. INTRODUÇÃO

Os desequilíbrios causados pelas atividades humanas aos ecossistemas terrestres têm apresentado implicações sobre o ciclo ecológico e, conseqüentemente, sobre a qualidade da água.

A água de qualidade é uma substância limitada para todas as espécies de vida. Com o crescimento da população e, conseqüentemente, com o aumento da poluição, as fontes naturais de captação estão em declínio em quantidades significativas.

Com o avanço da tecnologia e através da aplicação da legislação ambiental em vigor, visando o desenvolvimento sustentável, a "questão da água para as próximas gerações" começa a ser motivo de preocupação da comunidade em geral, com envolvimento do poder público e acadêmico, no sentido de viabilizar o desenvolvimento de soluções alternativas como:

- Elaboração de um sistema georreferenciado das informações reais existentes de rede de esgoto, captação, tratamento e disposição adequada dos efluentes;
- Planejamento e fiscalização dos locais mapeados de lançamento in natura em corpos aquáticos, atendendo ao contrato de concessão existente entre a Prefeitura Municipal e a Concessionária prestadora de serviços;
- Monitoramento da qualidade da água do corpo receptor dos efluentes, através das análises dos parâmetros com acompanhamento da contaminação dos solos;
- Disponibilizar mapas existentes de forma mais rápida e fácil;
- Diagnóstico da Cidade de Curitiba, permitindo contribuir para ser um modelo de planejamento urbano;
- Instrumento técnico que proporciona o uso como um cadastro multifinalitário.

Este estudo é importante para dar diretrizes ao gerenciamento adequado da drenagem urbana e nos deficientes sistemas de coleta e tratamento de esgoto, para que deixem de contribuir na contaminação dos rios urbanos. O desenvolvimento urbano brasileiro concentra-se em regiões metropolitanas, na capital dos estados e nas cidades pólos regionais. Os efeitos desta realidade são sentidos na área de recursos hídricos, no abastecimento de água, no transporte de esgotos e na drenagem urbana.

Um dos principais problemas ambientais que a Bacia do Alto Iguaçu enfrenta é o despejo de esgoto doméstico que, após coletado, é descarregado sem qualquer tratamento nos corpos aquáticos, o que pode ser observado tanto através dos resultados das análises dos parâmetros físico-químicos como pelo odor e pelo aspecto visual dos rios e córregos componentes da bacia hidrográfica em questão (ANDREOLLI, 1999 a,b; BRAGA *et al.*, 2001).

2. LOCALIZAÇÃO

O Município de Curitiba está situado na Região Metropolitana de Curitiba e possui uma área de 434,967 km^2 na latitude 25º25'40"S e longitude 49º16'23"W. O município tem uma extensão norte-sul de 35 km e leste-oeste de 20 km e uma população aproximada de 1.825.949 habitantes. A figura 1 mostra a localização de Curitiba no Estado do Paraná.

Figura 1 Mapa de localização do município de Curitiba no Estado do Paraná

Curitiba possui como Municípios limítrofes, os municípios de: Almirante Tamandaré, Colombo, Pinhais, São José dos Pinhais, Fazenda Rio Grande, Araucária, Campo Largo e Campo Magro. Todos possuem envolvimento topográfico na formação das Bacias Hidrográficas.

Usualmente a bacia hidrográfica é definida como a área na qual ocorre a captação de água (drenagem) para um rio principal e seus afluentes devido às suas características geográficas e topográficas.

Os principais elementos componentes das bacias hidrográficas são os:

- divisores de água – cristas das elevações que separam a drenagem de uma e outra bacia,
- fundos de vale – áreas adjacentes a rios ou córregos e que geralmente sofrem inundações,
- sub-bacias – bacias menores, geralmente de alguma afluente do rio principal,
- nascentes – local onde a água subterrânea brota para a superfície formando um corpo d'água,

A estrutura atual de esgotamento sanitário para o município de Curitiba é composta por 05 estações de Tratamento, destacando-se a ETE Belém, ETE Santa Quitéria, ETE Padilha, ETE CIC e ETE Atuba Sul,

conforme Figura 2, algumas unidades de tratamento secundárias denominadas Reatores Anaeróbios de Lodo Fluidizado (RALF) e Fossas Sépticas pertencentes ao Sistema Curitiba de Coleta e Tratamento de Esgoto Sanitário (SCCTES) implantados pela Prefeitura Municipal de Curitiba

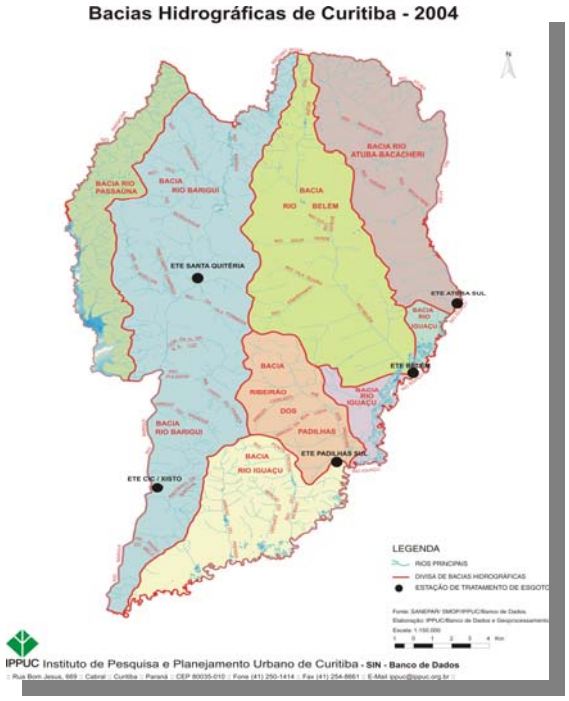

Figura 2: Localização das Estações de Tratamento de Esgotos em Curitiba

Para uma gestão de bacias hidrográficas, é necessária uma base de dados georreferenciada, aplicada a um modelo de monitoramento de rede de esgotos existentes em suas mais variadas descargas de efluentes, com análises da qualidade das águas do corpo receptor e com a readequação da rede coletora de esgotos, garantindo a melhoria da qualidade de vida do ser humano e proteção do meio ambiente.

2. REVISÃO DA LITERATURA

As definições de sistemas de informações geográficas (SIG), incluem como uma das funções desses sistemas a análise de dados e, algumas vezes, apresentam os SIG's como uma ferramenta de síntese da informação geográfica (COUCLELIS, 1992). Nesse contexto, Os SIG's servem-se das mais variadas fontes para a observação e captura de dados e informações tais como: aerolevantamentos, levantamentos cadastrais, levantamentos via satélites de sensoriamento remoto, censos, levantamentos topográficos, levantamentos hidrográficos, etc. (QUINTANILHA, 1995).

Neste trabalho, a abordagem principal é de que os documentos originais, ou seja, aqueles que deram origem ao produto gráfico a ser disponibilizado para uso num SIG, constituem a verdade a ser reproduzida nos arquivos digitais.

O Geoprocessamento é uma área que integra tecnologias relativas a coleta, tratamento e utilização de informações espaciais, bem como as tecnologias para o desenvolvimento e uso de sistemas que manipulem esse tipo de informações.

Estas aplicações se caracterizam manipulação de grande quantidade de dados e pela realização de grande volume de cálculos. Por outro lado, os sistemas computacionais são utilizados com abrangência variada, dependendo do nível de automação que se deseja nas atividades onde são utilizadas (Rodrigues, 1990). De uma forma geral, pode-se classificar o uso de sistemas computacionais para os seguintes fins:

- Como instrumento para cálculos;
- Como gerenciador de informações;
- Como apoio aos projetos;
- Como integrador das atividades da área.

Embora SIG's não sejam ferramentas novas, muitas dificuldades de investimentos têm adiado sua total compreensão. Com o desenvolvimento urbano acelerado nas grandes cidades brasileiras, o planejamento urbano necessita das atualizações de base cartográfica quase tão rápidas quanto o crescimento das cidades. Os Sistemas de Informações Geoprocessadas têm aplicação natural na área de planejamento urbano, pois facilitam o trabalho de análise geográfica com o processamento de dados, auxiliando no gerenciamento e nas tomadas de decisões.

3. CRIAÇÃO DO SIG

Inicialmente, para verificação das condições de saneamento, na Secretaria Municipal de Obras Públicas (SMOP) fez-se um levantamento em mapas pintado a mão, com o propósito de estimar o quanto a população de Curitiba é abastecida com coleta e tratamento de esgotos. Com o interesse do Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC), para a área de Banco de Dados e através do Economista Lourival Peyerl, foi cedido equipamento e instalações do Setor de Geoprocessamento para viabilizar a transformação de dados em papeis para um Sistema de Geoprocessamento. Para a realização do SIG (Sistema de Informações Georreferenciadas) foram feitos levantamentos iniciais dos dados com acompanhamento do Engenheiro Odinei Franco Lisboa, como programador, adotando metodologias do setor de geoprocessamento.

Os dados iniciais foram cuidadosamente analisados e capturados do cd fornecido pela Concessionária local, em formato AutoCad, tendo sido transformados para uma estrutura SIG em Banco

de Dados, gerenciado pelo Map Object Editor (MOE). A figura 3 monstra alguns pontos de lançamento *in natura* nos córregos obtidos pelo SIG e com a propagação da rede de esgotos, o sistema de informações já identifica os finais de rede com um "buffer" fornecendo a localização da irregularidade.

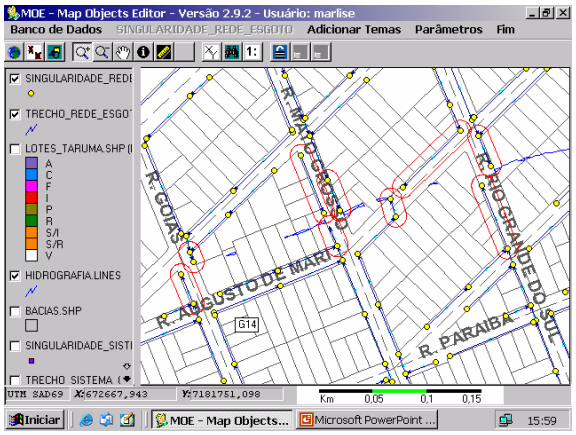

Figura 3: Pontos de lançamento in natura em rios e córregos

.

O SIG permite correlacionar a rede de coleta com o destino do efluente, ou seja, permite verificar se a rede de coleta de esgoto existente em frente ao lote conduz o efluente para uma estação de tratamento de esgoto, ou se este efluente termina em um final de rede irregular podendo ser na drenagem, num fundo de vale ou rio. A figura 4 salienta em cores esta possibilidade, tornando os lotes sem oferta de rede de esgoto na coloração avermelhada.

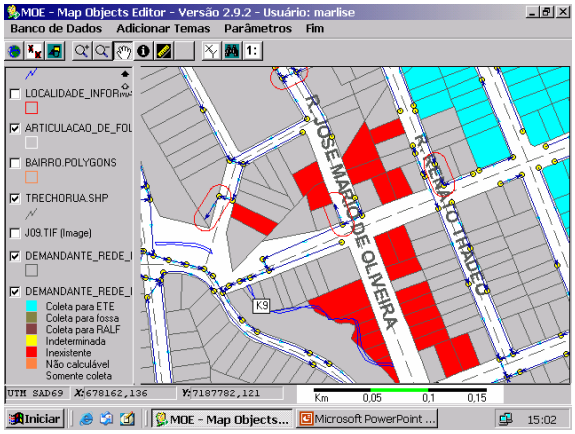

Figura 4: Lotes com preenchimento da cor vermelha não possuem rede de esgoto.Os lotes cinzas conduzem o efluente a uma situação irregular. Os lotes azulados coletam e tratam os esgotos domésticos.

Os lotes que possuem somente coleta de esgotos têm a cor cinza, e os lotes que possuem coleta de esgotos e os efluentes conduzidos a uma estação de tratamento, são preenchidos com a coloração azulada.

Os resultados obtidos com o SIG permitem diagnosticar imediatamente se o lote possui rede de esgoto e qual é o percentual de lotes sem atendimento em relação ao número total de lotes existentes em Curitiba. Da mesma maneira, os lotes com oferta de rede de esgoto com somente coleta ou com coleta e tratamento são geoprocessados e identificados. O programa proposto também identifica lotes indeterminados, aqueles que estão localizados no interior de quadras, sem acesso a rede por condições topográficas ou sem condições de acesso pela via pública, ou até mesmo aqueles lotes que em uma determinada quadra possui o início da rede em um ponto, e o final desta rede esgoto, no ponto inicial.

4. MANIPULAÇÃO DOS DADOS GERADOS PELO SIG

O SIG possui várias possibilidades de manipulação de dados, tornando-se uma ferramenta não só para a área de saneamento, mas para as áreas de planejamento metropolitano com as cidades vizinhas, com o planejamento urbano, correlacionando dados de saúde, vias pavimentadas, invasões e outras informações. O principal objetivo do SIG é o levantamento real da situação de saneamento para a cidade de Curitiba. O Sistema possui as seguintes características:

- Levantamento de toda a rede de esgoto existente em Curitiba;
- Levantamento de todas a singularidades (PV, TQ, CP, DTI, TIL, e outros), existentes em cada trecho de rede;
- Levantamento de todos os Sistemas de tratamento de esgotos (RALFs, FOSSAS e ETEs) existentes;
- Detalhamento dos pontos de lançamento irregulares de efluentes domésticos em drenagens e fundos de vale;
- Detalhamento dos lotes que possuem somente rede de coleta de esgotos e destino dos efluentes em fundo de vale; (somente coleta);
- Detalhamento dos lotes que possuem rede de coleta de esgotos com destino dos efluentes para uma estação de tratamento de esgoto; (coleta e tratamento);
- Detalhamento dos lotes que não possuem oferta de rede de coleta de esgotos; (sem rede de esgotos);
- Relatório de informações tais como: metros de rede, percentagens de atendimento de esgotos, quantidade de Poços de Visitas, dados técnicos das estações de tratamento, bem como qualquer atributo pertinente ao que se quer consultar (guia amarela do lote, por exemplo);

- Detalhamento dos lotes regulares e dos lotes com algum tipo de irregularidade em relação ao resultado do trabalho do PDH (Plano de Despoluição Hídrica) realizado pela Secretaria Municipal do Urbanismo. Este levantamento caracteriza os lotes em diferentes cores para diferentes situações em que se encontram com as ligações domiciliares. A figura 5 mostra o PDH. Acesso imediato a qualquer ponto da cidade para verificação, como por exemplo: por lote, por nome de via, por bairro, por hidrografia, por rede de esgoto, por estação de tratamento, por tipo de singularidade;

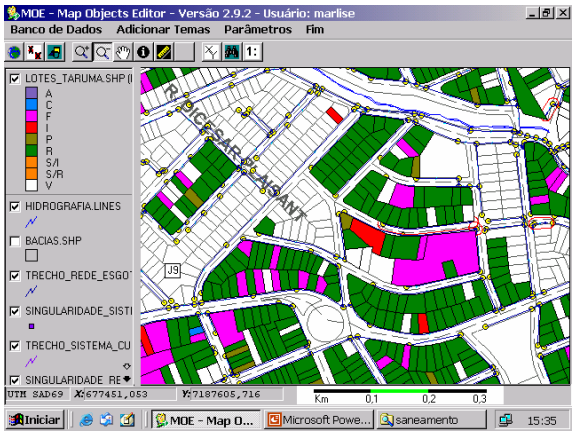

Figura 5: Lotes Regulares e Irregulares conforme o Plano de Despoluição Hídrica realizado pela Secretaria Municipal do Meio Ambiente (SMMA).

- Monitoramento dos percentuais de população com atendimento de coleta e tratamento de esgoto, para acompanhamento das metas contratuais;
- Possibilidade de acessar a foto aérea, e nesta foto, sobrepor todas as informações necessárias para uma boa fiscalização e planejamento urbano com inúmeras informações para tomada de decisões, conforme figura 6;

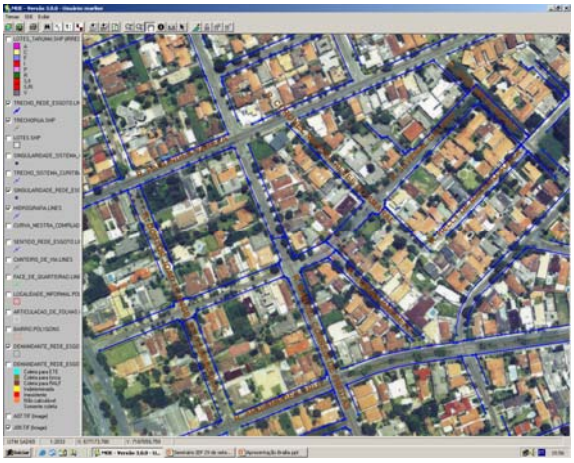

Figura 6: Rede de esgoto sobreposta nas fotos aéreas

- Além de rede de esgotos, há a possibilidade de se acrescentar dados como: drenagem existente, rede de abastecimento de água, podendo as informações ser cruzadas com índices de saúde e verificar causas de epidemias relacionadas com a falta de implantação de rede de esgoto em determinados locais;
- Acompanhamento do desenvolvimento urbano nas suas mais diversas áreas, com a possibilidade de efetuar simulações;
- Além de rede de esgotos, há a possibilidade de se acrescentar dados como: drenagem existente, rede de abastecimento de água, podendo as informações ser cruzadas com índices de saúde e verificar causas de epidemias relacionadas com a falta de implantação de rede de esgoto em determinados locais;
- Acompanhamento do desenvolvimento urbano nas suas mais diversas áreas, com a possibilidade de efetuar simulações;
- Possibilidade de visualizar elementos de origem diversa;
- Capacidade de lidar e gerenciar uma quantidade muito grande de informações;
- Levantamento do diagnóstico para a cidade de Curitiba, permitindo contribuir para ser um modelo de planejamento.

5. RESULTADOS OBTIDOS

O cadastro da Concessionária local tem sido o principal meio de obtenção de dados, feito em Autocad, desatualizado, devido ao rápido crescimento urbano nas suas mais variadas formas de expansão. Todas as estações de tratamento de esgotos encontram-se mapeadas com suas respectivas informações técnicas, como por exemplo, vazão de projeto, vazão média atual, carga orgânica, eficiência de remoção da carga orgânica, e parâmetros de análises químicas, tais como DBO (Demanda Bioquímica de oxigênio), DQO (Demanda Química de Oxigênio) e outros.

Para as redes de esgotos, não há a necessidade de expor os atributos técnicos na imagem. Basta clicar sobre o trecho desejado e obtêm-se os dados técnicos necessários, conforme demonstrado na figura 7. O mesmo ocorre com as singularidades (poços de visitas, caixas de passagens, tubos de quedas, terminais de inspeção e limpeza).

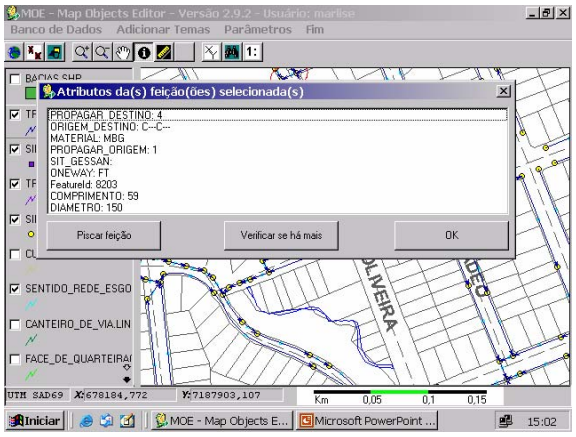

Figura 7: Identifica em um trecho de rede escolhido atributos técnicos, como diâmetro da rede, tipo de material empregado, comprimento e outros.

Os resultados referentes ao sistema de esgotamento sanitário para o município de Curitiba caracterizam o nível de atendimento que a Concessionária obteve com a implantação de rede de coleta e tratamento de esgotos. A figura 7 representa em que situação encontra-se a cidade de Curitiba. Notadamente, a periferia apresenta uma falta de coleta de esgoto, porém esta área é na maioria muito pouco adensada e está sendo considerada para os próximos 10 anos uma expansão de rede de esgotos pela Concessionária local. A figura 7 demonstra também um quadro geral da situação do município de Curitiba, em três cores, representando os lotes sem atendimento na cor vermelha, os lotes com somente coleta em cinza, e os lotes com coleta e tratamento na cor azul.

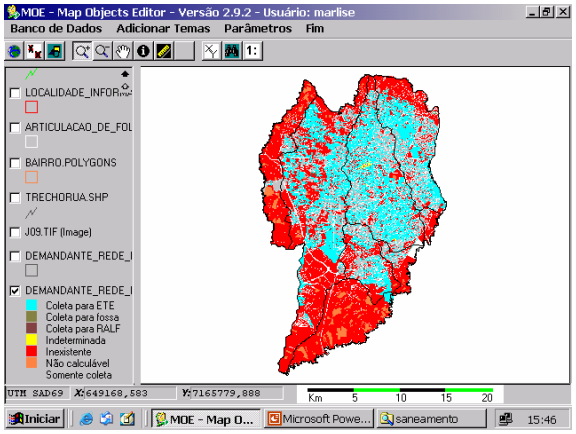

Figura 7: Panorama geral da situação do sistema de esgoto de Curitiba.

6. CONCLUSÕES

O estudo proposto foi uma iniciativa de pesquisa aplicada, com a intenção de contribuir para a gestão da qualidade da água, na tentativa de monitorar o sistema de esgotamento sanitário para o município de Curitiba pelo lançamento de esgoto doméstico nos corpos aquáticos ou nas estações de tratamento de esgotos.

O diagnóstico resultante fornecerá subsídios técnicos para a Comissão de Fiscalização do Contrato de Concessão, como forma de suporte de informações adicionais, além das informações fornecidas pela Concessionária.

A Prefeitura Municipal de Curitiba, através da Comissão de Fiscalização do Contrato de Concessão nº 13.543, vem atuando na fiscalização do saneamento da cidade, utilizando o SIG, com as seguintes ações:

- Receber e analisar os documentos enviados pela Concessionária local;
- Verificar as metas de atendimento de abastecimento de água e coleta e tratamento de esgotos para a cidade de Curitiba;
- Fiscalização dos locais mapeados de lançamento de esgoto in natura em corpos aquáticos; Exemplos: Figura 8 e Figura 9;

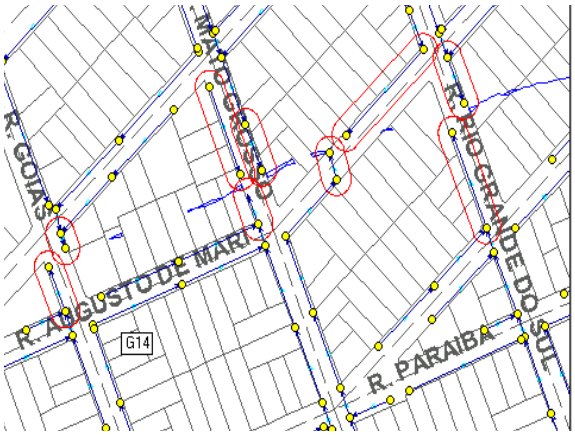

Figura 8: Vila Guairá

Figura 9: Rua Pernambuco

- Manutenção do cadastro de informações atualizadas ano a ano para obtenção de histórico e estatística da ampliação da rede de coleta de esgotos, conforme Figura 10;

Figura 10: Em azul, cadastro Ano 2004 em vermelho, ampliação de rede de esgoto, cadastro 2005.

Este Sistema de Informações Georreferenciado tornou-se um cadastro multifinalitário devido as diversas possibilidades de análise, edição e principalmente, um instrumento de gestão pública com as mais diversas informações que podem ser gerenciadas. Este aplicativo possibilita criar um cadastro especialista permitindo ao usuário uma tomada de decisão suportada nos diferentes temas que podem ser adicionados.

Recomenda-se a implantação do SIG nas diferentes Secretarias Municipais, como um sistema de informações que não só dará suporte aos diversos processos relacionados ao assunto, como também irá subsidiar o Planejamento Urbano, como parte integrante do Plano Diretor.

São palavras do historiador J. Stobart:" No há melhor índice de civilização e de cultura do que o bom (adequado) saneamento".

7. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDREOLLI, C.V. Limites ao desenvolvimento da Região Metropolitana de Curitiba impostos pela escassez da água. Sanare, Curitiba, 12 (12), p. 30-41, jul.-dez. 1999.

ANDREOLI, C. V Os mananciais de abastecimento do sistema integrado da RMC. Sanare, 12(12):19-30, (1999a).

BRAGA, M.C.B.; GRASSI, M.T. e ASSIS, H.C.S. Resultados parciais da avaliação da qualidade da àgua de abastecimento da Região Metropolitana de Curitiba. II Seminário - Água: Problemas e Soluções para o Século XXI, Curitiba, 28 a 30 de novembro, 2001.

COUCLELIS, H. Geographic Knowledge Production Through GIS: Towards a Model for Quality Monitoring. NCGIA Technical Report 92-12 (1992).

QUINTANILHA, J. A. Aspectos de Qualidade em Sistemas de Informação Geográfica . In Simpósio Brasileiro de Geoprocessamenro, São Paulo,p. 335-351 (1995).

RODRIGUES, M. Introdução ao Geoprocessamento. In: Simpósio Brasileiro de Geoprocessamento, São Paulo, p. 1-26 (1990).