

# **Sistema integrado para obtenção de informações georeferenciadas para o controle dinâmico da qualidade da água.**

Maria Aparecida Faustino Pires, Luiz Fernando Daude, Maria Nogueira Marques, Roseane Maria Garcia Lopes de Souza, José Maria Villac Pinheiro, Luiz Fernando Ribeiro Atolini

**Tema:** Qualidade da Água, Sistema de Informação Geográfica, Saneamento Básico

**Autor responsável pela apresentação:**

**José Maria Villac Pinheiro**

Engenheiro, Esp Segurança da Informação

Área de Atuação: Saúde Ambiental

Cargo Atual: Diretor da NEXUS Geoengenharia e Com Ltda e coordenador do projeto

**Palavras Chave:** Água; Qualidade da água; Sistema de Infor. Geográfica; SIG;

## **Descrição do Objetivo**

O projeto tem por objetivo estudar a viabilidade técnica do desenvolvimento de um sistema computacional em plataforma georeferenciada, utilizando indicadores da qualidade da água e aplicando a tecnologia de telemetria para aquisição remota de dados dos parâmetros estabelecidos, realizando e disponibilizando em tempo real o controle dinâmico da qualidade da água.

Este tem como meta principal proporcionar informação contínua e em tempo real, por meio da “WEB” sobre a qualidade da água distribuída. Propõe ainda sistematizar tecnologias conhecidas, tais como: telemetria, geoprocessamento, monitoramento on-line, variáveis de qualidade da água; no atendimento as legislações vigentes, gerando um modelo de gerenciamento facilmente adaptado as diferentes condições dos sistemas de saneamento existentes, fornecendo um instrumento adicional para a vigilância da qualidade da água do setor. O sistema de gerenciamento de informações deverá facilitar a visualização da qualidade da água, obtida no processo de tratamento, para os responsáveis pela tomada de decisão.

## **Metodologia e Desenvolvimento**

Este estudo centrou-se no conhecimento da dinâmica da qualidade da água produzida em uma área piloto, a estação de tratamento de água - Guarará, Município de Santo André, operada pelo **Serviço Municipal de Saneamento Ambiental** de Santo André - SEMASA.

### Área de Estudo

O município de Santo André situa-se na porção sudeste do Estado de São Paulo abrangendo uma área total de 174,38 Km<sup>2</sup>, com uma população 665.923 habitantes. A população atendida pela rede de água é de 98% e pela rede de esgoto é de 96%. Extensão da rede de água em 2001: 1.723.765 m e de esgoto: 1.039.612 m.

O Município compra água tratada da SABESP (96%) e o SEMASA trata 4% de toda água distribuída ao Município; da SABESP são 51.044.172 m<sup>3</sup> e do SEMASA: 1.956.440 m<sup>3</sup>, cerca de 53.000.612 m<sup>3</sup> de água tratada para o Município.

Construída em 1943 e tombada pelo patrimônio, a estação de tratamento de água Guarará, é operada pelo Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André – SEMASA,

responsável pela distribuição de toda água do município. Atende a uma população de 31 mil habitantes, correspondendo a 5% do município de Santo André. A captação superficial da água para a ETA é realizada no Manancial do Pedroso.

O SEMASA garante a qualidade da água distribuída atendendo a legislação ambiental vigente (Portaria 528 do MS), sendo monitorados diariamente 54 pontos estratégicos de coleta do sistema de distribuição existentes na cidade. Além das entradas e saídas dos reservatórios e da ETA.

### Metodologia

A metodologia do trabalho consistiu em um primeiro momento na realização de coletas de campo, da água distribuída para determinação de variáveis físico-químicas e bacteriológicas e na utilização de informações sobre a qualidade da água disponíveis nos laboratórios da ETA, bem como de qualidade da bacia de captação.

Dessa forma, foram utilizados dados das análises de rotina realizadas nos laboratórios de controle de qualidade da SEMASA e análises dos metais e ânions realizados nos Laboratórios do Centro de Química e Meio Ambiente – CQMA do Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares – IPEN/CNEN-SP. Sendo que as análises dos Metais P, K, Ca, Fe, Ba, Co, As, Se, Sb, Hg, Cd, Pb, B, Al, Cr, Mn, Ni, Cu, Zn, Mo, Ag, Sn, V, Na, Mg foram realizadas por ICP-OES e AAS e dos íons  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{PO}_4^{3-}$ ,  $\text{NO}_3^-$  e  $\text{SO}_4^{2-}$  por cromatografia de íons.

Em um segundo momento o desenvolvimento da pesquisa foi o monitoramento da qualidade da água por meio de sensores, dados laboratoriais, armazenamento em banco de dados centralizado, compondo um sistema composto dos módulos: *Indicadores de Qualidade da Água; Coleta; Telemetria; Banco de Dados; Consulta.*

Foram eleitos como equipamentos de campo para os estudos iniciais os medidores de pH e cloro livre, seguido por um turbidímetro. Estes parâmetros foram inicialmente escolhidos como medidas on-line, por serem os principais parâmetros de controle de processo e de qualidade da água (Figura 1).

A Tabela 1 apresenta os parâmetros e frequências de coleta, eleitos inicialmente para o desenvolvimento do projeto baseados na Portaria 518/04 e monitorados na Unidade piloto onde o estudo foi desenvolvido: Estação de tratamento de Água de Guarará, Município de Santo André.

Tabela 1 - Parâmetros de Potabilidade e frequência de monitoração.

| <b>Parâmetro</b>                | <b>Intervalo ou Valor Máximo Permitido VMP(*)</b> | <b>Frequência De medida</b>  | <b>Unidade executora/ Responsabilidade</b>                                    |
|---------------------------------|---|--|---|
| pH                              | Entre 6,0 – 9,5                                   | 10 minutos   | Medida on - line  |
| Cloro Residual Livre (CRL)      | 0,5 a 2,0 mg/L (máximo 5,0 mg/L)                  | 10 minutos   | Medida on - line  |
| Coliformes totais               | Ausência em 100 mL                                | Semanal  | Semasa  |
| Turbidez                        | 1,0 UT (VMP)                                      | diária   | Semasa/ Medida on-line  |
| Fluor (F)                       | < 1,5 mg/L  | diária   | Semasa  |
| Metais                          | -   | semanal  | IPEN  |
| Ânions                          | -   | semanal  | IPEN  |
| THM total                       | 0,1 mg/L  | semanal  | IPEN  |
| IQA Índice de Qualidade de Água |   | diário/Semanal/ Mensal (a ser definido na próxima fase do projeto) | Gerado a partir de correlações matemáticas, variando de impróprio a excelente |

## Resultados Obtidos

Como resultados esperados têm a criação de um sistema de banco de dados que permite consulta as informações, mapa das redes e base de informações não gráficas via browser e uma interface de cadastro e consulta das redes e dados tabulares relativos à mesma na forma de software rodando em sistema operacional Windows.

Nas discussões iniciais de como armazenar no banco de dados, os dados medidos em tempo real e de laboratório, foi levantada a possibilidade de criação de diversas tabelas, uma para cada tipo de parâmetro, ou seja, uma tabela para pH, outra para Cloro, outra para Turbidez e assim por diante, sendo que para cada parâmetro existe ainda a informação de onde o dado de qualidade da água foi coletado.

Como existe a diversidade de dados e locais onde os mesmos são coletados, decidiu-se criar uma arquitetura denominada de “arquitetura em torre” por possui uma coluna com o valor do dado e outras duas que indicam o parâmetro medido e o local de coleta. Isto forneceu flexibilidade ao

sistema, uma vez que parâmetros e localizações adicionais podem vir a serem adicionados em banco de dados sem a necessidade de criação de novas colunas em tabelas, com a conseqüente constante modificação das tabelas.

Como os dados a serem cadastrados podem variar de um sistema de abastecimento para outro, bem como, um mesmo parâmetro pode ser coletado em mais de um ponto, o estabelecimento de tabelas com colunas para estes dados, mostrou-se inviável para atender a vários sistemas de saneamento em todo o Brasil. Na Figura 2, é apresentado o modelo físico das tabelas e na Figura 3 o diagrama de relacionamentos implementado no banco SQLServer.

A informação passa a ser distribuída em tempo real, de forma coletiva, dentro da organização, tendo a possibilidade de atuação na qualidade do produto ou suspensão da distribuição deste.

A avaliação da qualidade da água em tempo real. – Através dos indicadores estabelecidos e padronizados, será avaliada em tempo real a qualidade da água para consumo humano ou a qualidade da água no manancial, podendo de uma forma rápida e eficaz corrigir ou sanar a irregularidade apresentada (se houver).

A rápida e fácil interpretação e compreensão da qualidade da água através de geração automática de mapas temáticos de conformidades e não conformidades da qualidade da água.

Atendimento ao **DECRETO Nº 5.440, DE 4 DE MAIO DE 2005**. Informações sobre a qualidade da água consumida podem estar mais acessíveis à população a partir desse sistema.

As figuras de 4 a 7 apresentam, respectivamente: Gráfico de pH medidos on-line, página de resumo dos parâmetros presentes monitorados on-line e off-line, mapa da ETA acessado via web e mapa da do ponto de captação de água.

## **Conclusões**

Como benefícios esperados têm um sistema de gestão da qualidade da água na forma de software código aberto, Software local de cadastro, consulta e atualização dos dados da qualidade da água com acesso ou navegador (browser) que permiti cadastro, consulta e atualização dos dados da qualidade da água.

O sistema de gestão da qualidade da água permite ao aumento ou diminuição de parâmetros, tanto para clientes Web e Windows.

O sistema de gestão da qualidade da água tem a tecnologia para disponibilização de mapas na web com localização dos pontos de coleta da qualidade da água com seus respectivos dados de qualidade da água associada.

O sistema de gestão da qualidade da água disponibiliza o mapeamento com pontos de medição da qualidade da água e sua respectiva influência na rede de água.

**Agradecimentos:** Fapesp n 04 / 02506-0 e Fapesp n.04/16088-5

## Referências Bibliográficas

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 18.ed. Baltimore: APHA, 1992. 1v.
- **Biblioteca Terralib** – Disponível em <http://www.terralib.org>. Acessado em 15/3/06.
- CASANOVA Marco (PUC-Rio), CÂMARA Gilberto (INPE), DAVIS Clodoveu (PUC Minas), VINHAS Lúbia (INPE), QUEIROZ Gilberto Ribeiro (INPE). **Bancos de Dados Geográfico** – Disponível em <http://www.dpi.inpe.br/livros/bdados/> - Acessado em 15/03/06.
- CHASE, Donald V. **Advanced Water Distribution Modeling and Management**, University of Exeter, United Kingdom, 2004.
- FACINCANI, V.R. et al. Metodología para caracterização da qualidade da água distribuída na região metropolitana de São Paulo.- - RMSP. **Rer. bras. pesquis. desenvolv.** V. 3, p. 113-120, n.2, 2001.
- MARQUES, M. N. **Impacto de Agrotóxicos em Áreas Ambientalmente Preservadas Pertencentes à Bacia Hidrográfica do Rio Ribeira de Iguape, São Paulo. Uma Contribuição à Análise Crítica da Legislação sobre Padrão de Potabilidade**. Tese de Doutorado – IPEN/CNEN-SP. P. 134-148, 2005.
- OLIVEIRA, S. (Coord.) **Relatório de qualidade ambiental no Estado de São Paulo – 1993**. São Paulo: CETESB, 1994. 50p. (Série Relatórios).
- PINHEIRO, José – **Exemplo de Aplicação Terralib** – São Paulo, Brasil, 2005.
- TOLEDO, L.G.;NICOLELLA, G. Índice de qualidade de agua em microbacia sob uso agrícola e urbano. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 1, p. 181-186, jan/mar. 2002.
- VOLLENWEIDER, R.A.; JORGENSEN, S.E...**Guidelines of Lake Management**. 1989. International Lake Environment Committee Foundation. 199p.

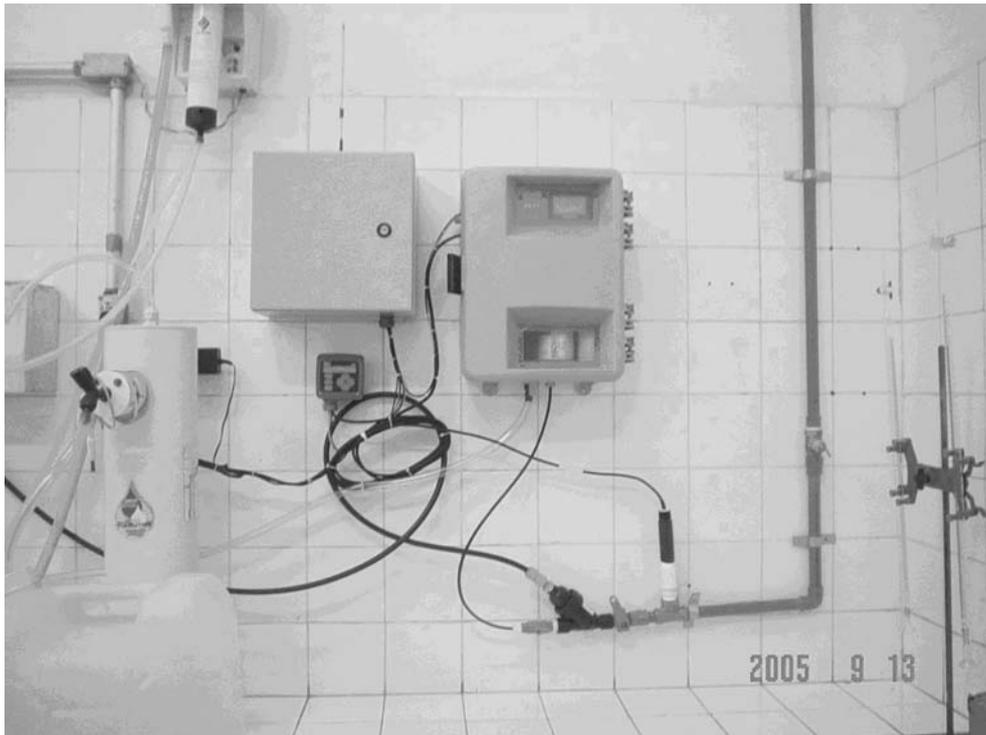


Figura 1. Derivação para coleta de amostras e Sistema Completo de Telemetria, Sensor de pH e medidor de Cloro On-line

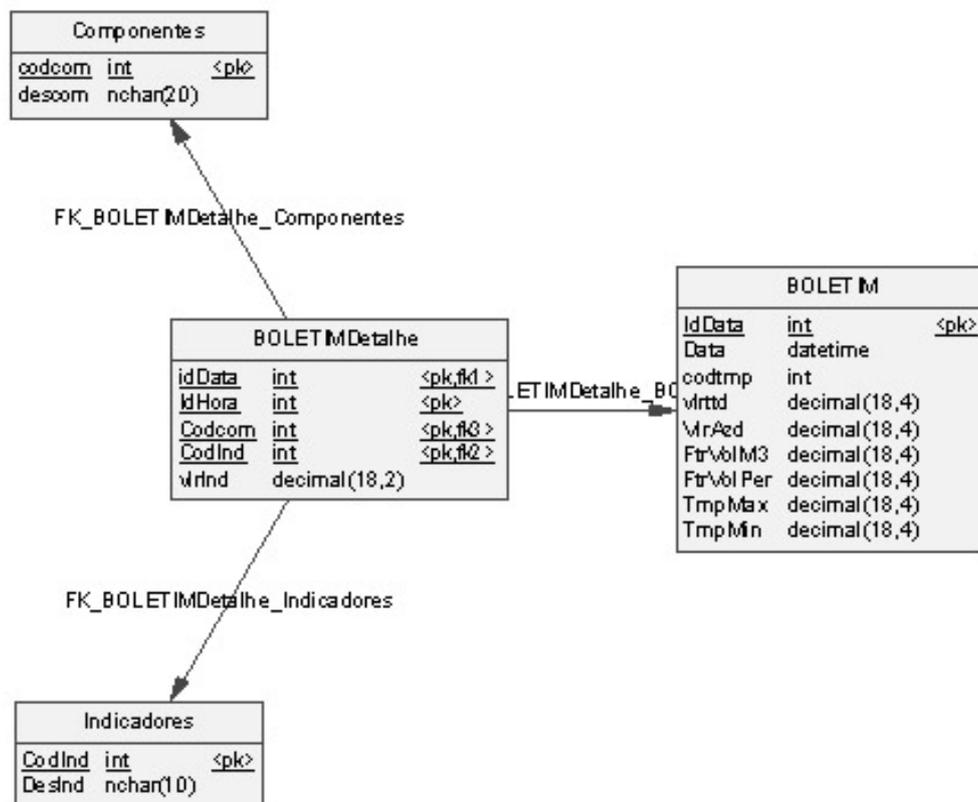


Figura 2 – Modelo físico das tabelas de dados da qualidade da água.

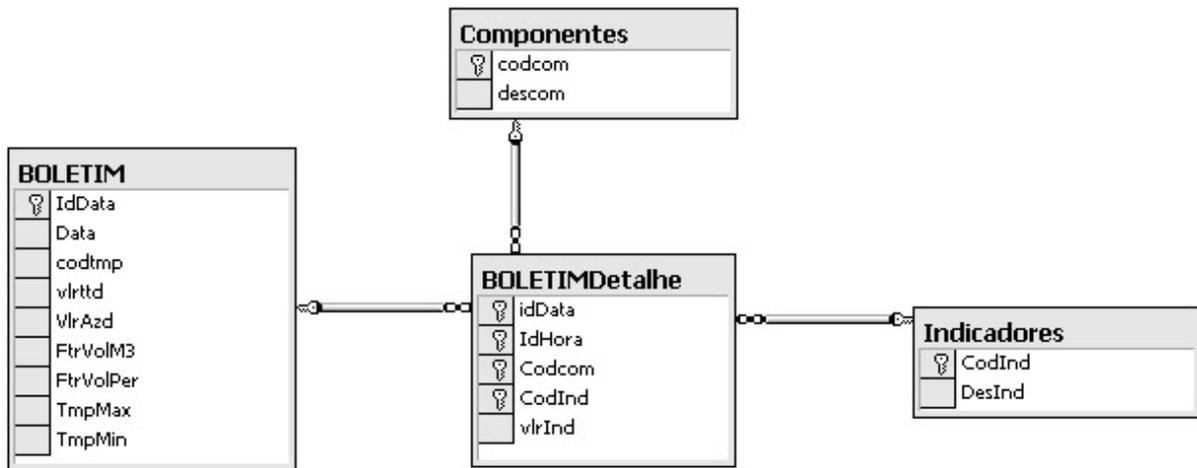


Figura 3 – Modelo de relacionamentos de dados gerado pelo SQLServer.

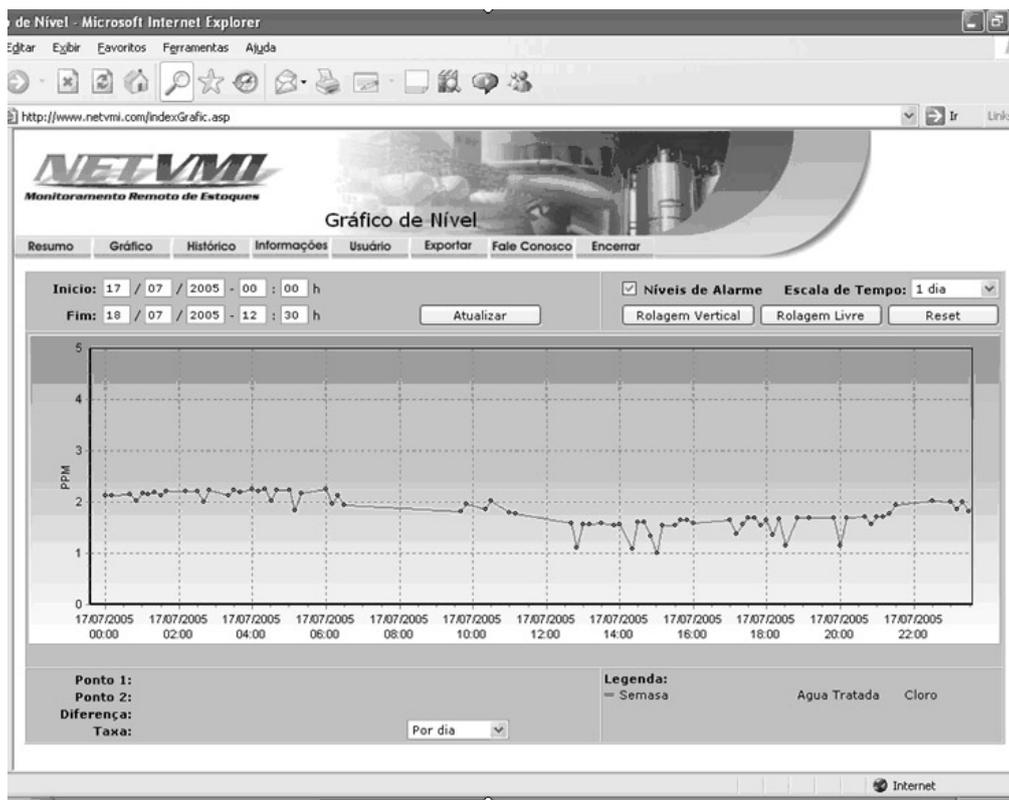


Figura 4. Dados de pH medidos on-line.

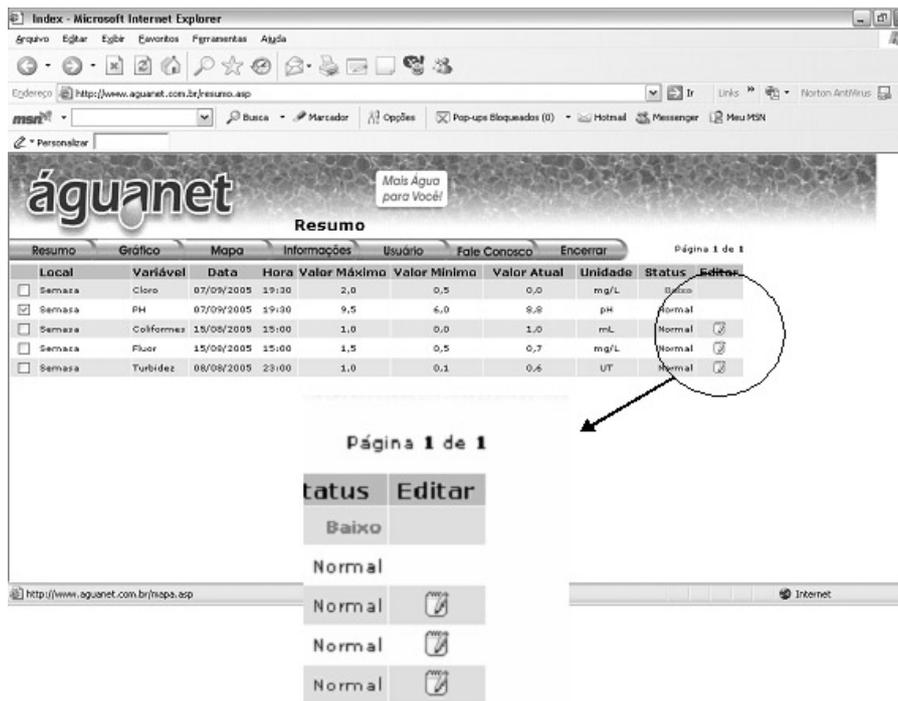


Figura 5: Página de resumo dos parâmetros presentes monitorados on-line e transmitidos por telemetria o parâmetros monitorados off-line. Em destaque a função editar para inclusão dos dados dos parâmetros “off-line”.

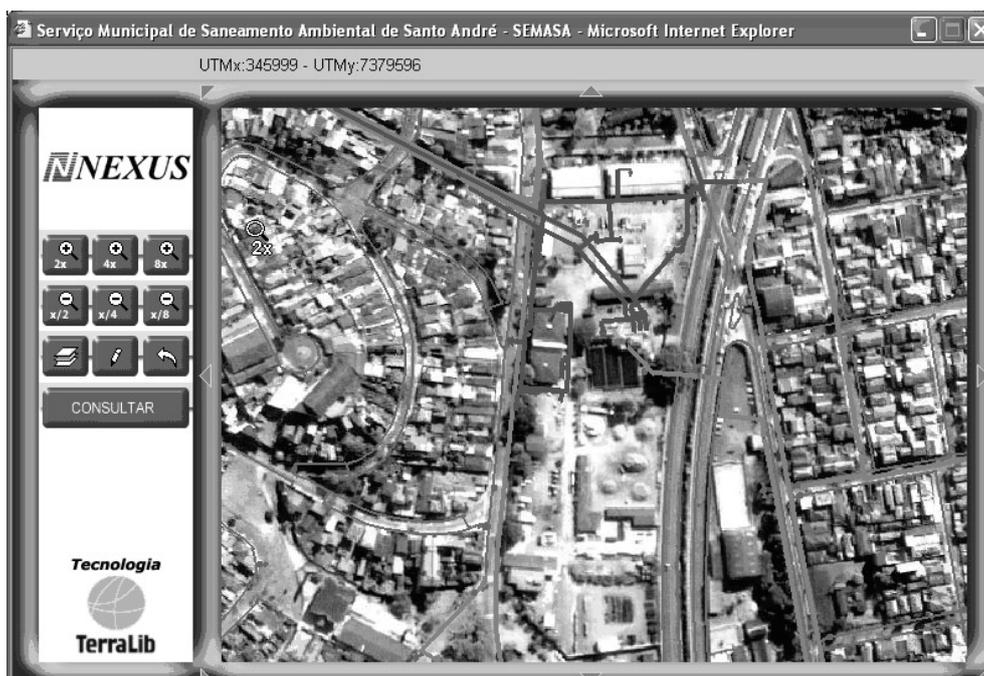


Figura 6. Mapa acessado via web, mostrando a ETA, redes primárias e secundárias.



Figura 7. Mapa da rede primária com destaque no ponto de captação de água, Reservatório Pedroso, para a ETA.