

**VI-280 – IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AMBIENTAIS GEORREFERENCIADAS DE BELO HORIZONTE – SINGEO****Mario Saffer<sup>(1)</sup>**

Engenheiro Químico Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Especialização Diplôme d'Etudes Approfondies – Science et Technique des Procédés Chimiques e. Doutor em Engenharia de Processos – Modelagem matemática e simulação de Processos, Institut National Polytechnique de Toulouse – Institut du Génie Chimique – Toulouse, França. Atualmente Sócio Diretor da Engebio Engenharia S/S Ltda – Porto Alegre – RS.

**Sandro Márcio de Aguiar Costa<sup>(2)</sup>**

Bacharelado em Geologia pelo Instituto de Geociências da UFMG. Especialização em Geoprocessamento pelo Instituto de Geociências da UFMG. Especialização em Tecnologia Aplicada ao Meio Ambiente pelo Departamento de Engenharia Sanitária da Escola de Engenharia da UFMG – Monografia em Conclusão.

**Bernardo Botelho<sup>(3)</sup>**

Engenheiro Mecânico pela Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ). Atualmente Sócio Diretor da Virtual Cad Ltda. – Belo Horizonte – MG.

**Luciana Vargas da Rocha<sup>(4)</sup>**

Analista de Geoprocessamento pela Computação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Msc, Computing Science Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Diretora da GeoFrame – Soluções em Tecnologia da Informação Ltda.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua João Abbott, 482 – Petrópolis – Porto Alegre – RS – CEP: 90460-150 – Brasil – Tel: (51) 3333-6005 – e-mail: [saffer@engebio.net](mailto:saffer@engebio.net)

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Av. Carandaí, 161 sala 402 – Funcionários – Belo Horizonte – MG – CEP: 30130-060 – Brasil – Tel: (51) 3281-2086 – e-mail: [sandro.costa@gmail.com](mailto:sandro.costa@gmail.com)

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Av. Carandaí, 161 sala 402 – Funcionários – Belo Horizonte – MG – CEP: 30130-060 – Brasil – Tel: (51) 3281-2086 – e-mail: [jbbotelho@yahoo.com.br](mailto:jbbotelho@yahoo.com.br)

**Endereço<sup>(4)</sup>:** Rua João Abbott, 482 – Petrópolis – Porto Alegre – RS – CEP: 90460-150 – Brasil – Tel: (51) 3333-6005 – e-mail: [lucavargasrocha@gmail.com](mailto:lucavargasrocha@gmail.com)

**RESUMO**

O objetivo do Sistema Integrado de Informações Ambientais Georreferenciadas de Belo Horizonte - SINGEO é o de integrar as informações ambientais do município de Belo Horizonte para o Planejamento e Gerenciamento Ambiental, visando subsidiar a tomada de decisões, quanto ao estabelecimento de metas e prioridades.

**PALAVRAS-CHAVE:** SINGEO, Georreferenciamento, Meio Ambiente, Engebio, Virtualcad.

**INTRODUÇÃO**

O Programa de Drenagem Urbana, lançado pelo Município de Belo Horizonte, foi elaborado para ser implementado em fases sucessivas e está promovendo a despoluição dos cursos d'água, a redução dos riscos de inundação, o controle da produção de sedimentos e a integração dos recursos hídricos naturais ao cenário urbano.

O SINGEO originou-se da necessidade de fortalecimento institucional do órgão municipal de meio ambiente, observada pelo organismo financiador, o Banco Interamericano de Desenvolvimento – BID, para que fossem atendidas as metas previstas no Programa de Drenagem Urbana, dentro do componente de Melhoria da Gestão Municipal em Drenagem Urbana e Meio Ambiente.

Inicialmente foi realizada a Identificação das Atividades de Gestão Ambiental contendo informações sobre as atividades de Gestão Ambiental demandadas pela implantação e manutenção das intervenções do Programa DRENURBS. Com base nas informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SMMA foi desenvolvido e implantado o SINGEO – Sistema Integrado de Informações Ambientais Georreferenciadas. Este levantamento também serviu de base para a Avaliação e Caracterização dos Recursos e Estrutura Existentes na

SMMA, da Avaliação, Criação e Migração da Base e Banco de Dados no Sistema Integrado de Informações Ambientais Georreferenciadas (SINGEO) e do Estudo de Alternativas e Implementação de Projetos Físicos e Lógicos para o Sistema.

A Identificação das Atividades de Gestão Ambiental foi realizada pelo Consórcio VIRTUAL CAD/ENGEIO através de uma série de entrevistas com as Gerências da SMMA e demais instituições (Secretarias Municipais) que compõem a estrutura organizacional da Prefeitura Municipal de Belo Horizonte, além da Companhia de Processamento de Dados de Belo Horizonte - PRODABEL.

Foi gerado um relatório onde foram apresentados os objetivos, a equipe técnica responsável pela sua elaboração, a metodologia de trabalho desenvolvida e o histórico das reuniões realizadas. Foi feita uma breve contextualização, onde são apresentadas considerações sobre o levantamento de sistemas realizados e a lista de demandas identificadas em cada Gerência para uso do SIG. Nesse relatório estão listadas as Gerências da SMMA visitadas pela Consultoria, sendo que, para cada uma delas, é apresentado um resumo de seus Sistemas de Informações e dados existentes. Apresenta-se ainda um resumo sobre as principais funcionalidades mapeadas e as Gerências que usam SIG em suas atividades diárias.

O levantamento das funcionalidades da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), permitiu identificar como a SMMA está organizada e como as diferentes Gerências se relacionam. Foi possível observar que a Secretaria tem forte interação com Órgãos externos, tanto em questões de disponibilidade e trocas de informações quanto na existência de procedimentos interdependentes.

Nos relatórios do Projeto SINGEO apresentamos os principais Processos de Negócio da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMMA), onde foram identificados as Gerências da SMMA e os Órgãos externos à SMMA, envolvidos em um determinado Processo de Negócio, assim como as principais atividades que compõem este Processo. Não foi parte de nossa proposta mapear totalmente os Processos da SMMA, até porque este não é o foco do projeto, mas conhecer melhor a SMMA para propor soluções mais efetivas.

Os estudos para a implantação do SINGEO obedeceram ao cronograma de andamento do projeto e realizaram as seguintes atividades:

- 1) Identificação das atividades de gestão ambiental;
- 2) Avaliação e Caracterização dos Recursos e Estrutura Existentes no órgão ambiental;
- 3) Avaliação, Criação e Migração da Base e Banco de Dados no SINGEO;
- 4) Estudo de Alternativas e Projetos Físicos e Lógicos para o Sistema;
- 5) Especificação, aquisição, instalação e configuração de equipamentos e softwares;
- 6) Definição e normatização de processos, procedimentos e rotinas operacionais relativas ao sistema;
- 7) Capacitação e Treinamento de pessoal necessário para processar e operar o Sistema;
- 8) Suporte técnico à Operacionalização do SINGEO.

Em 2009, o SINGEO foi incluído pelo prefeito de Belo Horizonte no Programa de Metas e Resultados da Prefeitura, na Área de Resultado Modernidade, Projeto Sustentador Modernização de Processos Administrativos.

O SINGEO é constituído por dois eixos principais:

- 1) Banco de dados georreferenciado, acessível através de softwares de geoprocessamento, que serão instalados em dois servidores no Datacenter da empresa de informática do município e que irão receber os dados e aplicativos do projeto (banco de dados Oracle, aplicação web em Java/ArcGIS Server). O software de geoprocessamento escolhido para uso desktop foi o ArcGIS da ESRI Inc;
- 2) Interface web, acessada através de navegador de Internet, permitindo consultas rápidas e disponibilizando um conjunto selecionado de informações e que estará, inicialmente, disponível somente na intranet da Prefeitura de Belo Horizonte.

Para o produto web, foram desenvolvidos três módulos:

O primeiro produto denomina-se “Monitoramento de Empreendimentos - Atividades Desempenhadas” é um conjunto de análises geográficas realizadas na base de dados dos empreendimentos de Belo Horizonte com necessidade de licenciamento ou parecer ambiental, baseadas nas atividades desempenhadas por este

empreendimento e servem para auxiliar as atividades profissionais dos técnicos da Secretaria Municipal de Meio Ambiente - SMMA. Os dados encontram-se armazenados na base de dados geográficos (mapas) do SINGEO e no banco de dados corporativo da SMMA, onde são inseridos todos os expedientes de caráter ambiental, denominado Sistema de Gerenciamento e Controle de Expedientes - SGCE.

O produto “Monitoramento de Empreendimentos – Atividades Desempenhadas” do SINGEO permite a realização de consultas espaciais dos empreendimentos, que não seriam possíveis de ser realizadas apenas com um banco de dados alfanumérico, (o SGCE, por exemplo) e a criação de mapas com os resultados dessas consultas.

O segundo produto, “Monitoramento de Biodiversidade – BH Verde”, é um conjunto de análises espaciais para visualização, gerenciamento e inserção de dados de vistorias e manutenção das áreas verdes (parques e praças) de Belo Horizonte.

O “Monitoramento de Biodiversidade – BH Verde” do SINGEO permite a realização de consultas espaciais sobre os dados do levantamento de áreas públicas de interesse ambiental.

Para a entrada de novos dados de áreas públicas de interesse ambiental, é utilizada a solução Web e Desktop. O acesso a esse produto será restrito aos técnicos da SMMA, das regionais e da Fundação de Parques e Jardins e da Fundação Zoobotânica.

Está prevista a inclusão/desenvolvimento de novos módulos, em projetos futuros, para auxiliar no monitoramento da qualidade do ar, inventário de arborização, postos de gasolina, estações rádio-base, entre outros.

O terceiro produto “Monitoramento de Água – Qualidade de Recursos Hídricos” é um conjunto de análises espaciais, segundo parâmetros e índices definidos, sobre a qualidade dos Recursos Hídricos, baseados em dados de medições de pontos de monitoramento ao longo da rede hidrográfica de Belo Horizonte, provenientes do Plano de Monitoramento da Qualidade das Águas do Programa DRENURBS e de órgãos como COPASA, IGAM. Através de análises espaciais é possível transferir informações de pontos de monitoramento para trechos de Recursos Hídricos, ou seja, criar informações temáticas lineares a partir de informações pontuais.

O produto “Monitoramento de Água e Esgoto – Qualidade de Recursos Hídricos” do SINGEO permite a realização de consultas espaciais sobre dados de monitoramento da qualidade da água que não seriam possíveis de ser realizadas apenas com um banco de dados alfanumérico, criando mapas com os resultados destas consultas.

Para a geração das análises geográficas complexas, é utilizada a solução ArcGIS Desktop. O acesso a esse produto será restrito aos técnicos da GPLA da SMMA.

A entrada de dados dos parâmetros dos monitoramentos no SINGEO ocorrerá através de interface desenvolvida pelo CONSÓRCIO.

## RESULTADOS OBTIDOS

O produto “Monitoramento da Qualidade das Águas” possui ferramentas desenvolvidas para atender as demandas do órgão municipal de meio ambiente que diz respeito ao monitoramento dos recursos hídricos em relação a índices de qualidade de águas.

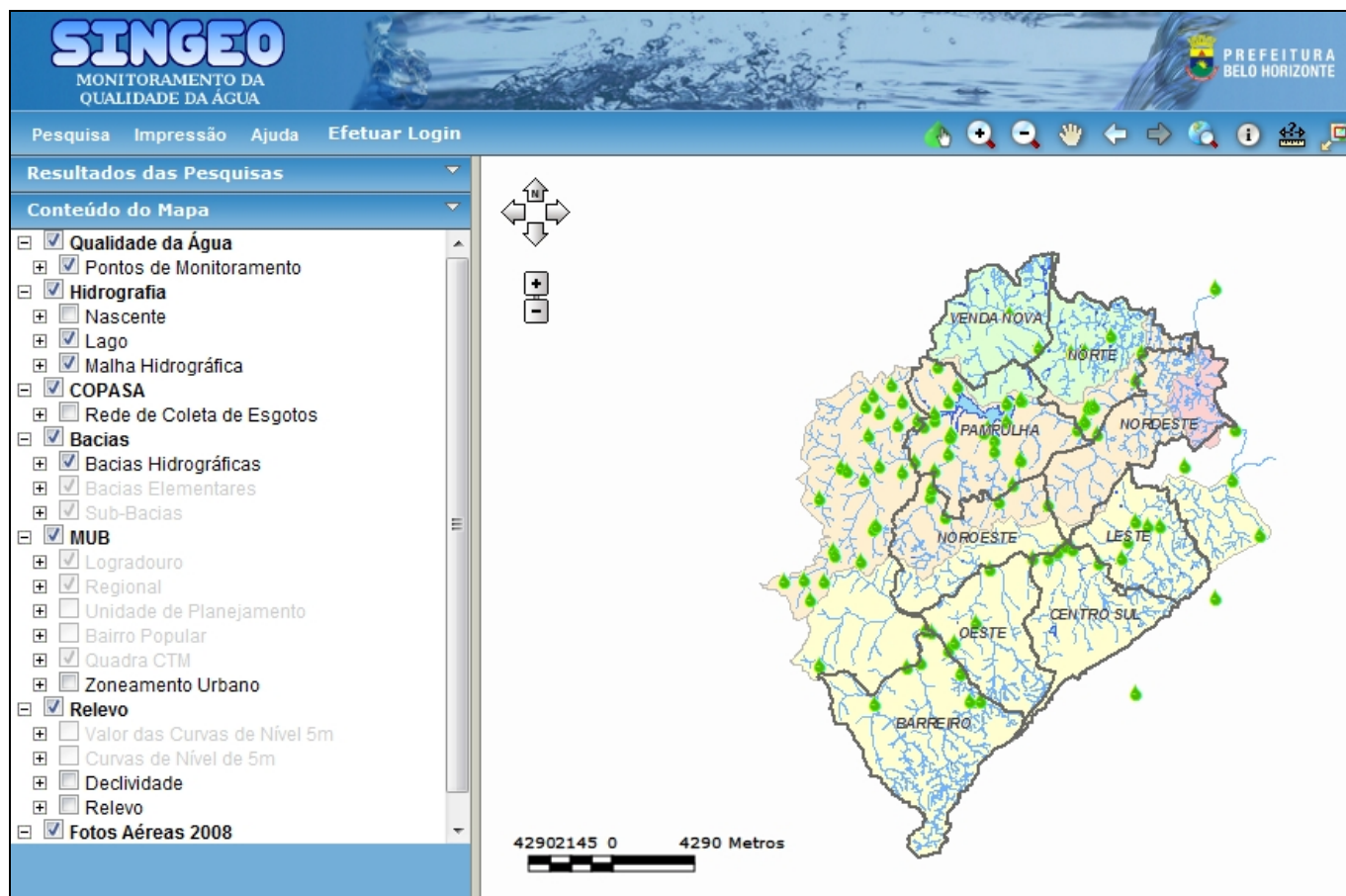
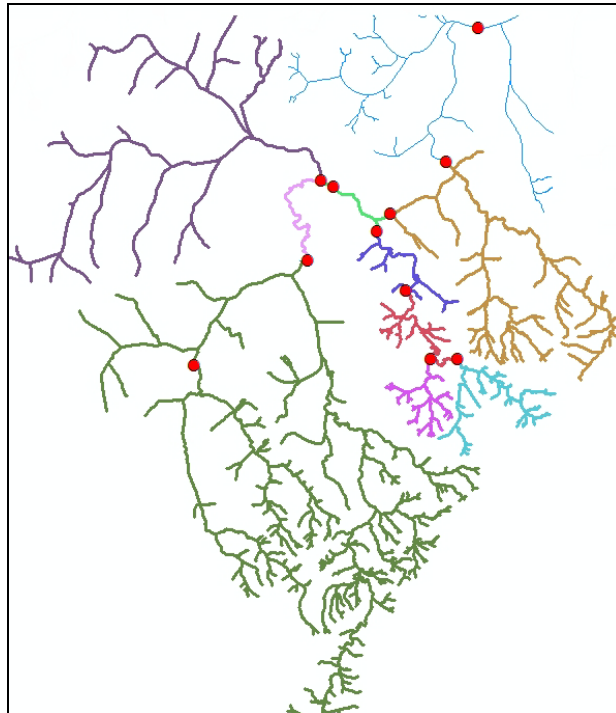


Figura 1: Ferramenta - Monitoramento da Qualidade das Águas

Os resultados obtidos com essa ferramenta foram os seguintes:

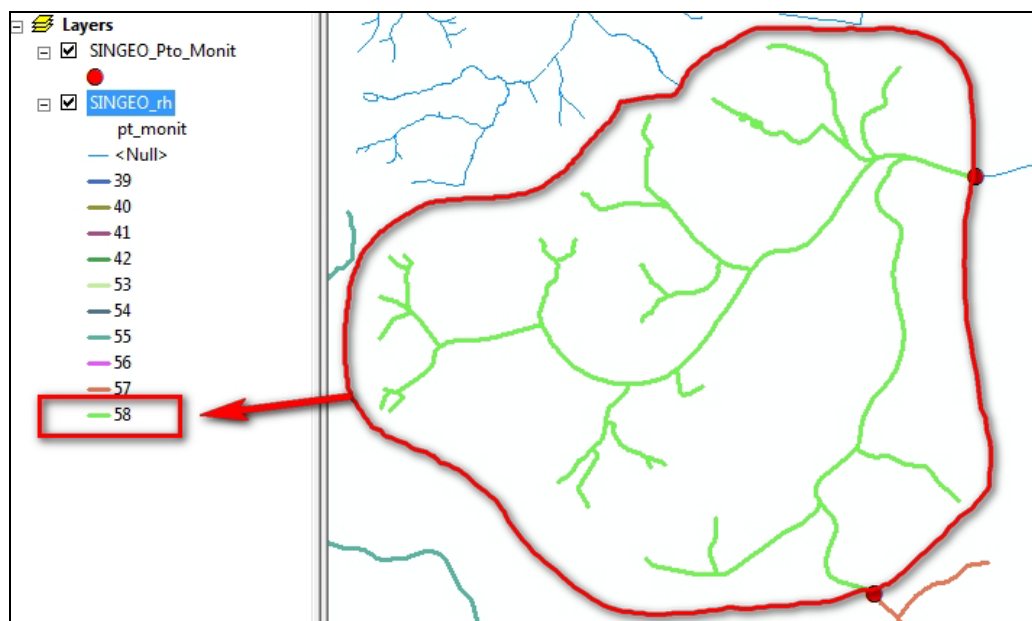
1) Elaboração de estudos temáticos sobre indicadores de qualidade da água por intervalo de tempo, em bacia, bacia elementar, sub-bacia, trecho de Recurso Hídrico, lagoa.

**Exemplo:** Mostrar no mapa, trechos da rede hidrográfica com diferentes cores de acordo com os valores de pH medidos nos últimos 12 meses.

**Figura 2: Trechos da rede hidrográfica**

2) Elaboração de estudos temáticos sobre os parâmetros medidos nas amostragens de monitoramento da água, identificado por mês/ano ou trimestre/ano, ou ainda em um determinado período os valores sobre um determinado parâmetro de medição. Agrupar por bacia, bacia elementar, sub-bacia, trechoRH, lagoa. Os índices possíveis de se obter para o parâmetro são: o valor máximo medido, o valor mínimo, o valor médio, o desvio padrão, a moda, o valor mediano, o primeiro quartil e o terceiro quartil.

**Exemplo:** Mostrar no mapa, sub-bacias com diferentes cores de acordo com o valor de IQA obtido no ponto de monitoramento mais a jusante de cada sub-bacia (exutória).

**Figura 3: Sub-bacias de acordo com o IQA**

3) Identificação de Trecho de Recurso Hídrico conforme seus atributos.

**Exemplo:** Selecionar no mapa, um trecho onde  $ph=6,5$  e mostrar os dados de seus parâmetros e índices. Os resultados, com as respectivas informações, são apresentados na seção Resultados das Pesquisas, bem como evidenciados por marcadores no mapa.

4) Geração de Trechos de Monitoramento do Recurso Hídrico.

**Exemplo:** Gerar trechos de monitoramento de Recursos Hídricos a partir de trechos da rede hidrográfica contidos entre dois pontos de monitoramento. Inserir atributos, baseando-se nos parâmetros e índices obtidos destes pontos de monitoramento.

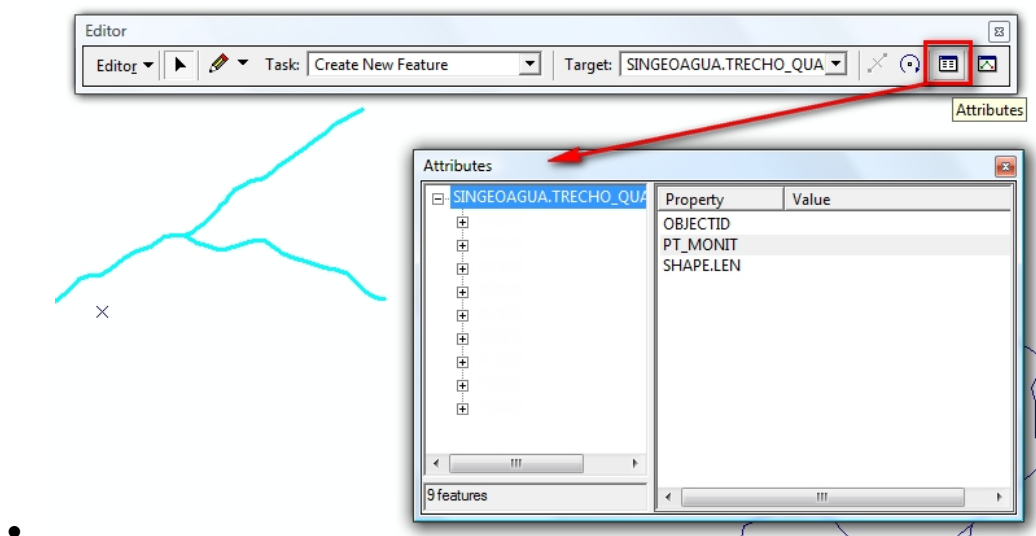


Figura 4: Geração de Trechos de Monitoramento do Recurso Hídrico

5) Geração de Gráficos baseados em parâmetros por intervalo de tempo.

**Exemplo:** Gerar gráficos dos parâmetros em função do tempo, obtidos a partir dos pontos de monitoramento e dos Trechos de Monitoramento do Recurso Hídrico (Trimestre x Alumínio).



**Análise do Ponto de Monitoramento**

**Ponto de Monitoramento Selecionado :**  
Sigla : PTESTE  
Descrição :

**Intervalo de Análise:**  
Ano Inicial: 2009 Ano Final: 2009

**Análise por Parâmetro:**  
Parâmetro: Alumínio  
Legislação Vigente: Classe 1 - Estadual  
Gerar Gráfico

**Análise por Indicador:**  
Indicador: IQA Gerar Gráfico

Figura 5: Análise do ponto de monitoramento

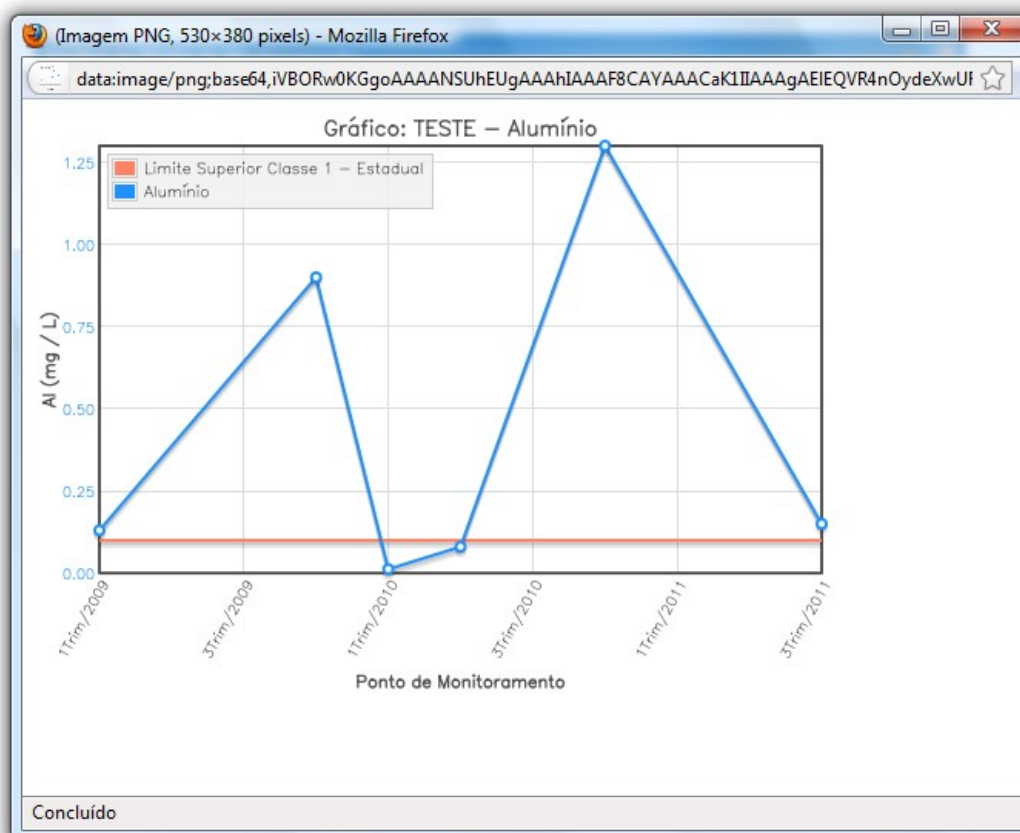


Figura 6: Análise do ponto de monitoramento

6) Geração de Gráficos baseados em índices por intervalo de tempo.

**Exemplo:** Gerar gráficos dos índices em função do tempo, obtidos a partir dos pontos de monitoramento e dos Trechos de Monitoramento do Recurso Hídrico (Trimestre x Compostos Tóxicos; Semestre x IQA).



Figura 7: Análise por indicador

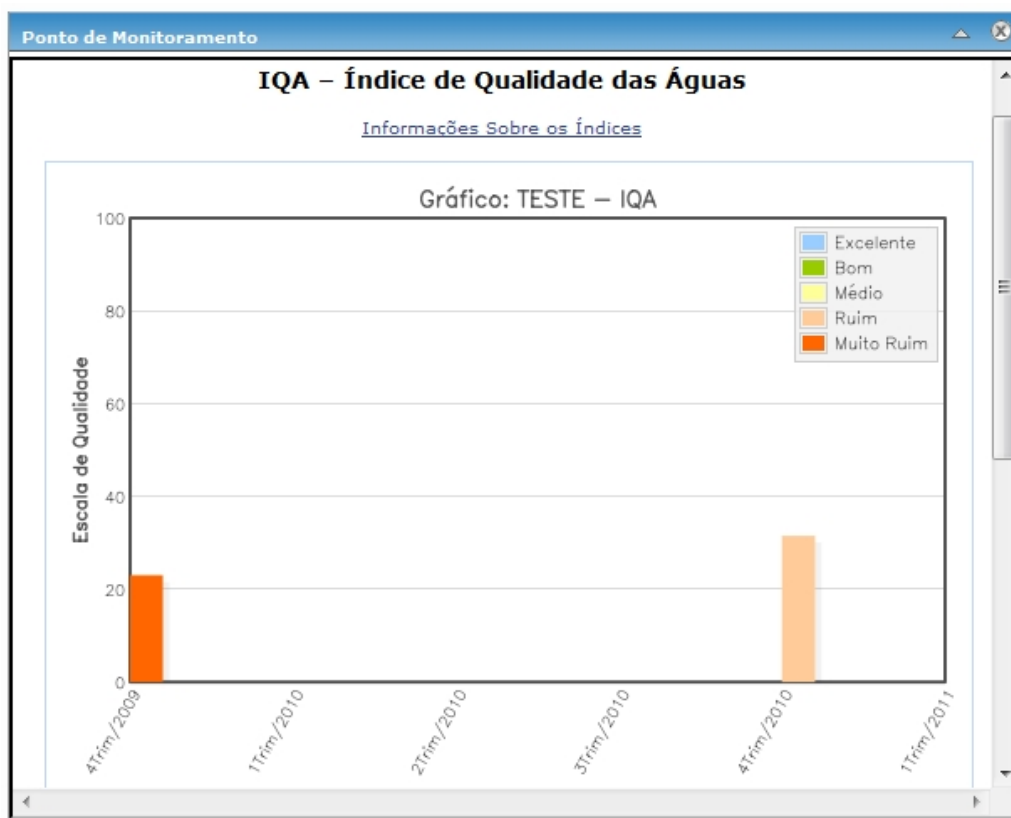


Figura 8: Índice de Qualidade das Águas - IQA

7) Visualização de dados de medição da água.

**Exemplo:** Visualizar todos os dados de um determinado trecho de monitoramento do RH (ou de um ponto de monitoramento). Os parâmetros e índices poderão apresentar-se flutuando sobre o mapa ou em um espaço reservado na área de trabalho do mapa.

8) Geração de Relatórios.

**Exemplo:** Imprimir os dados disponibilizados na forma de tabela e dos gráficos gerados.



9) Exibição de gráficos sobre dados de Análises da Água, ao selecionar um Ponto de Monitoramento, Trecho de RH ou Sub-bacia.

**Exemplo:** Ao clicar em um ponto de monitoramento, visualizar o gráfico mostrando os parâmetros em função de um intervalo de tempo, para o ponto em questão.

O produto “Monitoramento da Qualidade das Águas” do SINGEO permite a realização de consultas espaciais sobre dados de monitoramento da qualidade da água que não seriam possíveis de ser realizadas apenas com um banco de dados alfanumérico, criando mapas com os resultados destas consultas.

Para a geração das análises geográficas complexas, será utilizada a solução ArcGIS Desktop. O acesso a esse produto será restrito aos técnicos do órgão municipal de meio ambiente.

A entrada de dados dos parâmetros dos monitoramentos no SINGEO ocorrerá através de interface desenvolvida e contemplará:

- Carregamento de um arquivo.xls com informações sobre o monitoramento da água.
- Inserção e edição de monitoramento da água em pontos relacionados a empreendimentos.
- Criação e edição de novos parâmetros de qualidade da água, como PH, Zinco, etc.

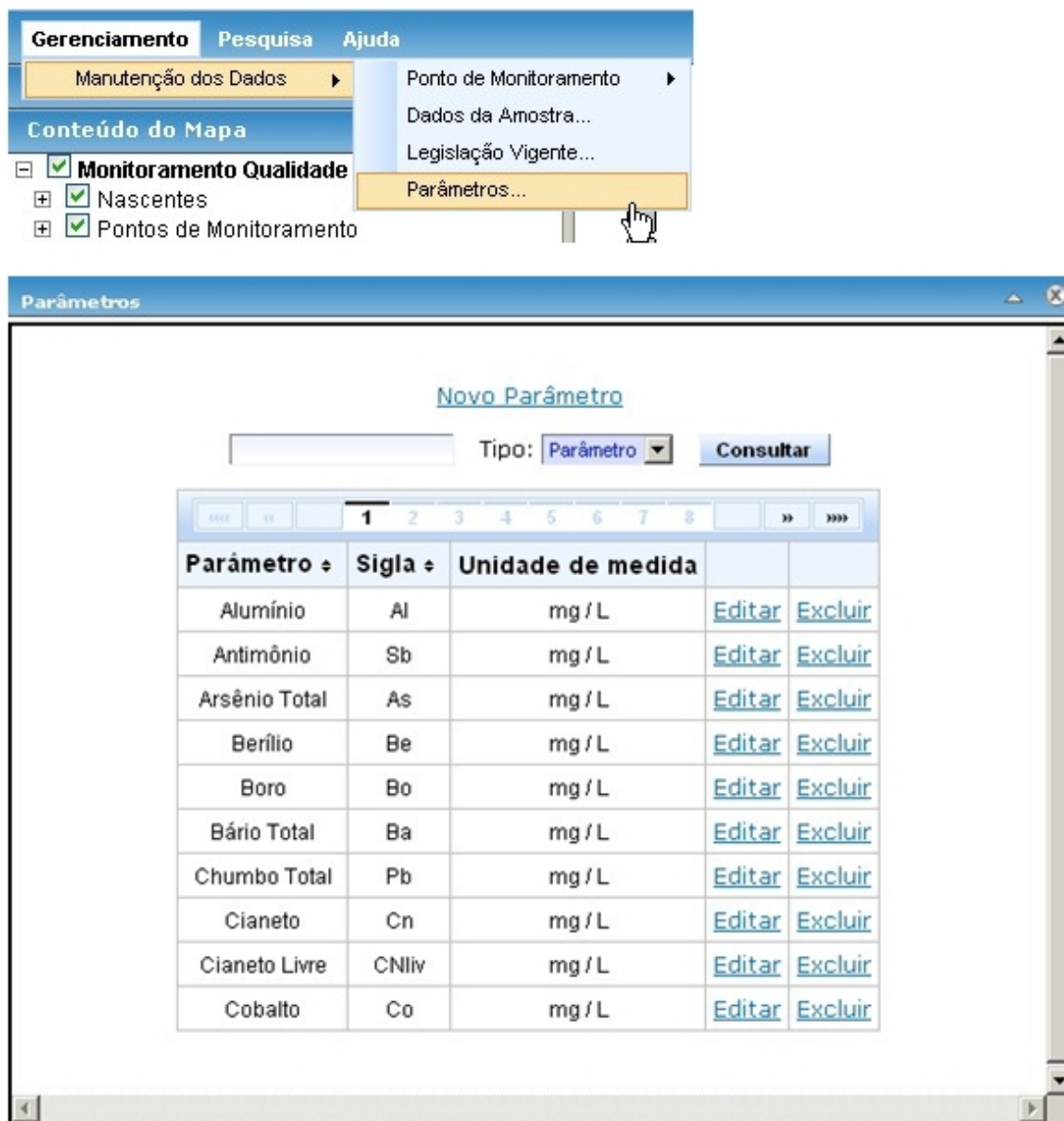


Figura 9: Parâmetros de Monitoramento da Qualidade das Águas

## **CONCLUSÕES**

Com o desenvolvimento do módulo Monitoramento da Qualidade das Águas, foi realizado um trabalho, elaborado pela equipe técnica das gerências envolvidas, sobre as definições e metodologias dos Indicadores de Qualidade das Águas abordados no Programa de Monitoramento do Município de Belo Horizonte. Este trabalho foi baseado num levantamento bibliográfico dos indicadores já formulados e monitorados em outras cidades, a exemplo, as quais suas informações fazem jus às necessidades do Município. Atualmente, estes indicadores estão sendo gerados para as principais bacias hidrográficas presentes no Município de Belo Horizonte onde contemplam dados referentes ao período compreendido entre os anos 2002 e 2008.

Os índices apresentados podem ser considerados bastante apropriados para caracterizar a qualidade das águas, pois não só incorporam os indicadores normalmente sugeridos pela comunidade científica, como também adicionam outras variáveis, enriquecendo a análise e fornecendo subsídios para formulação de políticas ligadas aos recursos hídricos.

Com o módulo Monitoramento da Qualidade das Águas, é possível apresentar esses índices de qualidade de águas, visualmente através da interface web, nos pontos de monitoramento dos corpos hídricos de Belo Horizonte. Podem-se visualizar os dados de forma estatística ou gráfica e ainda realizar análises espaciais com as ferramentas disponíveis no sistema, como por exemplo, ao determinar os índices de um determinado ponto de monitoramento, descobrir quais são os empreendimentos que se encontram na área de influência daquele ponto, aplicando-se filtros como tipo de efluente lançado, se o empreendimento é potencialmente poluidor ou poluidor e outros parâmetros. Pode-se com isso identificar as fontes das alterações de índices nos corpos hídricos ou identificar alvos que sofrem a ação desses focos poluentes.

O SINGEO constitui-se então, de uma ferramenta poderosa para a o órgão municipal de meio ambiente de Belo Horizonte, subsidiando a tomada de decisões e no estabelecimento de metas e prioridades promovendo a Melhoria da Gestão Municipal em Meio Ambiente.