

GERENCIAMENTO ESPACIAL DO MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA ABASTECIMENTO PÚBLICO DA CIDADE DE IRATI/PR

Amanda da Cruz Maciel, Universidade Estadual do Centro-Oeste E-mail: amanda_maciel@msn.com

Fernanda Yonekubo, Universidade Estadual do Centro-Oeste E-mail: fyonekubo@yahoo.com.br

Paulo Costa de Oliveira Filho, Universidade Estadual do Centro-Oeste E-mail: paulocostafh@gmail.com

Édison Moro Rios, Universidade Estadual do Centro-Oeste E-mail: edisonmr@sanepar.com.br

Resumo: O presente trabalho implementou um sistema de informações geográficas para suprir as necessidades de gerenciamento da rede de abastecimento da cidade de Irati/PR em relação ao monitoramento da qualidade da água. Houve a espacialização da rede de abastecimento, a localização das pontas de rede, a implementação do banco de dados e a realização de amostragens aleatórias. Por meio de consultas ao software, podem-se identificar pontas de rede que possuem inadequações de acordo com a Portaria 2914, do Ministério da Saúde. Estas pontas deverão ter uma maior atenção até que os valores dos parâmetros de qualidade da água estejam em conformidade com a legislação.

Palavras-chave: Gestão de recursos hídricos, sistema de informações geográficas, pontas de rede.

SPATIAL MANAGEMENT MONITORING OF WATER QUALITY FOR PUBLIC SUPPLY CITY IRATI / PR

Abstract: This present work implemented a geographic information system to meet the management needs of the supply network of the city of Irati / PR regarding to the monitoring of water quality. There was the spatialization of the supply network, the location of the tips of the network, the implementation of the database and conducting to a random sampling. By consulting the software, can identify those tips that have inadequacies in accordance with Ordinance 2914, the Ministry of Health. These tips should have more attention until they stabilize values in relation to the law, closing a cycle visits.

Keywords: Water resource management, geographic information system, networking tips.

1. INTRODUÇÃO

De acordo com a ONU - Organização das Nações Unidas, a falta de abastecimento de água é responsável por 80% das doenças e das mortes no mundo (SANEPAR, 2003).

O ser humano é tão dependente da água quanto qualquer outro ser vivo, pois este utiliza a água para o funcionamento equilibrado do organismo, para preparar alimentos, para higienização pessoal e utensílios, etc. Então, para tornar esta água livre de qualquer substância ofensiva ao ser humano, buscou-se encontrar métodos para tratá-la, para torná-la potável. Água potável é aquela que não causa danos à saúde nem prejuízos aos sentidos. O método que a SANEPAR (Companhia de Saneamento do Paraná) oferece para o tratamento deve atender às seguintes finalidades: Higiênicas, para remover as impurezas e agentes patógenos; estéticas, para a correção de cor, turbidez, odor e sabor; e econômicas, para controlar os parâmetros para evitar gastos com manutenção de tubulação, por exemplo.

Água com qualidade é aquela que está legalmente de acordo com a Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, que estabelece o Padrão de Potabilidade, ou seja, “conjunto de valores máximos permissíveis das características de qualidade da água destinada ao consumo humano”.

Para o monitoramento da qualidade da água são abordados alguns parâmetros de acordo com o padrão de potabilidade. Dentre eles podemos destacar aqueles que interessam ao monitoramento das pontas de rede de distribuição de água e à SANEPAR da cidade de Irati/PR. São eles: turbidez, pH e concentração de cloro.

A turbidez, segundo Piveli e Kato (2005), está relacionada com a presença de sólidos em suspensão em uma amostra de água. Estes sólidos podem ser de origem inorgânica como a presença de partículas de areia, de silte e de argila, ou de origem orgânica como algas, plâncton, bactérias, etc. Erosões em margens de rios, esgotos sanitários e efluentes industriais também podem caracterizar um aumento da turbidez das águas. A turbidez indica ainda a qualidade estética da água para abastecimento público. Os mesmos autores ainda afirmam que em estações de tratamentos de água (ETA), uma água túrbida pode dificultar a desinfecção pelo cloro, pois as partículas grandes podem abrigar microrganismos, protegendo-os da ação do agente desinfetante. Daí a importância de se remover a turbidez para que a qualidade biológica da água possa ser garantida. Para controlar este parâmetro são utilizados os processos de coagulação-floculação, sedimentação e filtração. As partículas que provocam turbidez são as mais fáceis de serem separadas por se tratar de sólidos em suspensão. Assim, a remoção delas pode ser feita através de sedimentação simples, com o uso de decantadores seguido de flotação por ar dissolvido. A filtração é um processo complementar para melhorar os resultados de turbidez.

Conforme a Portaria nº 2914, o valor máximo permitido de turbidez para água filtrada por filtração rápida (tratamento completo ou filtração direta) é de 0,5 uT, enquanto para água filtrada por filtração lenta é de 1,0 uT.

O pH, outro parâmetro a ser destacado, representa a concentração de íons hidrogênio na água, dando uma indicação sobre a condição de acidez, neutralidade ou alcalinidade da água. Os principais responsáveis pela alteração do pH são os sólidos e gases dissolvidos. As fontes desses sólidos e gases podem ser de origem natural: dissolução de rochas, absorção de gases da atmosfera, oxidação da matéria orgânica e fotossíntese; e/ou de origem antropogênica: despejos domésticos e industriais. (SPERLING, 2005)

Este íon pode ser resultante da dissociação da própria molécula de água, do despejo de efluentes industriais em corpos hídricos, da dissociação de ácidos orgânicos como o ácido acético resultante de atividades biológicas anaeróbicas e de outras substâncias que venham reagir com o solvente universal (água). Nas ETAs, muitos processos são dependentes do pH. Já no início, a coagulação e floculação necessitam de um pH espacial chamado de pH ótimo de floculação onde as partículas coloidais apresentam menor quantidade de carga eletrostática superficial. A desinfecção pelo cloro também depende do pH. Em meio ácido, há menor formação de hipoclorito, oriundo da dissociação do ácido hipocloroso, cujo poder de desinfecção é maior. A rede de distribuição da água também é comprometida pelo pH. As águas ácidas são corrosivas e as alcalinas são incrustantes. Desta forma deve-se controlar o pH final da água para não ocorrer nenhum dos efeitos mencionados. (PIVELI e KATO, 2005).

Segundo Sperling (2005), quando o pH está baixo do recomendado, aumenta o potencial de corrosividade e agressividade nas tubulações e peças das águas de abastecimento. Caso contrário, se estiver acima do recomendado, há a possibilidade de ocorrer incrustações nas mesmas tubulações e peças. Para corrigir o valor do pH e deixá-lo de acordo com a legislação, cujo valores recomendáveis são entre 6,0 a 9,5, é necessário elevar ou reduzir seu valor dependendo de cada caso. Para elevar o pH, pode-se adicionar soda caustica, cal hidratada (hidróxido de cálcio) ou barrilha (carbonato e bicarbonato de sódio). Caso contrário, para abaixar o seu valor, são adicionados normalmente ácidos minerais como o clorídrico e o sulfúrico.

O cloro, parâmetro também abordado com realce para a pesquisa, é um agente desinfetante muito utilizado no Brasil. Pode ser aplicado em vários pontos do sistema de tratamento, dependendo da sua finalidade. Na etapa de coagulação e floculação, o cloro

auxilia na formação de flocos devido a sua ação oxidante. Mas esta pré-cloração é discutível devido à possibilidade de formação dos trihalometanos (THMs), compostos carcinogênicos. O clorofórmio é um exemplo de THM. (PIVELI e KATO, 2005).

A cloração intermediária, explica Piveli e Kato (2005), se dá pela aplicação do cloro na entrada do filtro para evitar o desenvolvimento biológico que possa obstruir o leito filtrante. Enquanto a cloração final, ou pós-cloração, que garante que a água chegue aos pontos de consumo com boa qualidade biológica.

Se não controlar a quantidade de cloro adicionado nos processos, este pode se tornar residual, tendo que remover o excesso. Na remoção são utilizados processos de adsorção (com carvão ativado) ou processos de oxi-redução.

De acordo com o Art. 39º da Portaria 2914, recomenda-se que o teor máximo de cloro residual livre em qualquer ponto do sistema de abastecimento seja 2 mg/L.

Conforme Braga (2005), os recursos hídricos caracterizam-se em duas formas: qualitativamente e quantitativamente. Para ele, a qualidade da água depende diretamente da sua quantidade para dissolver, diluir e transportar tanto as substâncias benéficas quanto maléficas que ali estão presentes.

Além da importância dos parâmetros de qualidade da água, deve-se ter um cuidado com o sistema de distribuição de água de uma cidade como um todo, só assim tem-se uma água com qualidade e quantidade adequada.

O sistema de distribuição de água é composto por duas unidades básicas: reservatório e a própria rede de distribuição. Os reservatórios, ao armazenar a água, são capazes de atender às variações de consumo, às demandas de emergência e mantêm a pressão mínima e constante na rede. A posição do reservatório é primordial na questão de suprimento nas horas de maior consumo e contribui para a redução de gastos com a rede de distribuição. Quando há necessidade de interromper a distribuição de água por causa de eventuais manutenções, os reservatórios continuam a abastecer a cidade. Alguns cuidados devem ser tomados para conservação dos reservatórios, evitando que se torne um ponto de recontaminação da água: impermeabilização das paredes, localização em que não ocorram inundações, afastamento de águas de chuva, proteção de acessos, impedir o contato com animais e águas contaminadas. (BARROS, 1995). O mesmo autor explica ainda que a rede de distribuição, sistema integrado à realidade urbana e dispendiosa, é constituída de um conjunto de tubulações interligadas e instaladas nas ruas, junto às construções prediais.

A rede de distribuição de água leva a água do reservatório ou da adutora até os locais de consumo como casas, escolas, indústrias, hospitais, etc., estando sujeita a alterações na qualidade da água durante todo este trajeto por mais que a água tenha saído do sistema de tratamento de acordo com a legislação. Desta forma, é necessário fazer a manutenção do sistema de distribuição para manter a qualidade da água. O mesmo autor ainda acrescenta que podem ocorrer inúmeros fatores que contribuem para contaminação da água ao longo de todo rede de distribuição, como interrupções momentâneas no sistema de abastecimento, gerando pressões negativas na rede; além de vazamentos e rompimentos que podem provocar alterações na qualidade. (SANTOS, 2002)

Há uma série de cuidados que devem ser tomados com para manter a qualidade da água ao longo da rede como: manter a pressão mínima em qualquer ponto da rede; registros e dispositivos de descargas devem ser posicionados de maneira que se possa realizar a manutenção e descargas sem prejudicar o abastecimento; o sistema deve ser protegido contra poluição externa; a desinfecção das tubulações deve ser realizada em 24 horas com solução de

cloro para posterior liberação de água limpa; as operações devem ser controladas com exames bacteriológicos; tubulações de água devem ter uma distância de no mínimo 3,0 m da tubulação de esgoto, colocando a rede de água na parte superior a do esgoto. (BARROS, 1995)

É importante mencionar que os materiais mais utilizados são PVC e ferro fundido, sendo que a escolha é feita a partir de estudos econômicos e exigências de projetos.

Enfim, é necessário que a população seja atendida pelo sistema de abastecimento de água satisfazendo as necessidades com quantidade e qualidade adequadas. Visto isso, desejou-se por parte da Superintendência Regional da SANEPAR da cidade de Irati, Paraná, juntamente com a Universidade Estadual do Centro-Oeste, elaborar uma forma de controle espacial e programação do trabalho de monitoramento da rede de distribuição de água.

Para elaboração deste trabalho, foi utilizado um Sistema de Informações Geográficas (SIG) de domínio público, e o modelo orientado ao objeto para a representação das pontas de rede potenciais para a coleta de água e associação a um conjunto de atributos representados pelos valores dos parâmetros utilizados para o monitoramento da qualidade da água pela SANEPAR na cidade de Irati, Paraná, e na utilização de consultas com uso de operadores e expressões lógicas.

O presente trabalho teve como objetivo auxiliar no monitoramento da qualidade da água da rede de abastecimento de IRATI/PR através de um SIG e proporcionar um controle maior sobre o agendamento e a distribuição espacial das pontas de rede a serem monitoradas, assegurando uma melhor amostragem e agilidade destas operações.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Inicialmente, realizou-se a compilação de dados junto à Sanepar, identificando a área de abrangência do projeto a partir do mapa digital de Irati com a rede de distribuição de água. Os dados espaciais vetoriais foram obtidos em formato .dwg e os dados cadastrais e dos parâmetros de qualidade da água em planilha eletrônica.

A seguir foi implementado um modelo de dados espacial em ambiente de sistema de informações geográficas utilizando o aplicativo SPRING versão 5.1.8 open source, migrando para o SIG, todas as informações espaciais sobre a rede de abastecimento local que originalmente foram produzidas em CAD.

Após esta etapa, foi realizada a seleção e identificação de 869 pontas de rede potenciais a serem utilizadas no monitoramento, através da verificação da simbologia característica padronizada nos projetos da SANEPAR. Na sequência, espacializou-se estas pontas de rede utilizando-se entidades gráficas pontuais no modelo de dados orientado a objeto. Em seguida, essas entidades pontuais utilizadas para a representação das pontas de rede foram associadas ao banco de dados alfanumérico contendo os parâmetros a serem analisados no monitoramento.

Nos dados alfanuméricos consta o código CODOPE (Codificação Operacional em desenvolvimento), código de endereçamento fornecido pela SANEPAR, o qual identifica cada ponta de rede a partir do número de um setor de manobra de distribuição já existente, e que está sendo utilizado na implementação deste banco para identificar as pontas de rede utilizadas na amostragem; os parâmetros de turbidez, de pH, de cloro residual adquiridos através de análises laboratoriais, o tipo de material da tubulação e seu diâmetro.

A frequência e data de amostragem das pontas de rede para análise deverá ser gerenciada conforme um rodízio que gere um conjunto de pontas com uma redistribuição espacial de forma que novas pontas possam ser utilizadas em cada análise. Além disso, a partir dos valores dos parâmetros encontrados nas análises, se adequados ou não com Ministério da Saúde (2011), as coletas deverão ser semanais, quinzenais ou mensais para determinadas pontas até a estabilização desses valores, fechando um ciclo de visitas nos pontos de coleta de amostras, em toda a cidade de Irati/PR.

As amostragens inseridas no banco de dados foram escolhidas aleatoriamente em função do programa de controle de qualidade realizada pela SANEPAR. Porém, mesmo sendo aleatórias, foram repassadas pela Companhia de Saneamento aquelas onde há pontas com fácil acesso para cadastro e verificação, pois algumas estão localizadas onde as ligações prediais não possuem torneira junto ao cavalete, dificultando a execução da coleta. A ideia principal de controlar espacialmente a atividade de monitoramento das pontas de rede de abastecimento reside no fato de otimizar a amostragem e logística de campo, direcionando os trabalhos de coleta para regiões específicas da cidade, a cada nova amostragem, reduzindo custos, melhorando a logística operacional e sobretudo abordando toda o potencial amostral evitando ao máximo repetições. Para isso, o mapa urbano de Irati foi dividido em três (setores): Norte, Central e Sul.

O Setor Norte abrange as pontas de rede localizadas nos bairros Nhapindazal, Vila Nova, Colina Nossa Senhora das Graças e DER. Já o Setor Central compreende os bairros Camacua, Alto da Glória, Centro, Rio Bonito, Fosforo, Jardim Califórnia, Stroparo e Alto da Lagoa. Por fim, o Setor Sul inclui os bairros Vila São Joao, Jardim Virginia, Vila Matilde, Jardim Aeroporto, Lagoa, Riozinho e Engenheiro Gutierrez.

A partir do modelo de dados implementado para o gerenciamento do monitoramento da qualidade da água da rede de abastecimento, foram realizadas diversas consultas aos dados de análise, para a verificação e tomada de decisão sobre novas amostragens futuras. Desta forma, espacializar as pontas de rede a serem monitoradas, tende a evitar amostragens tendenciosas, repetitivas ou economicamente inviáveis utilizando percursos muito extensos em uma só amostragem.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 01 apresenta as pontas de rede espacializadas no croqui da área urbana da cidade de Irati, evidenciando uma distribuição espacial bem abrangente em seu perímetro urbano.

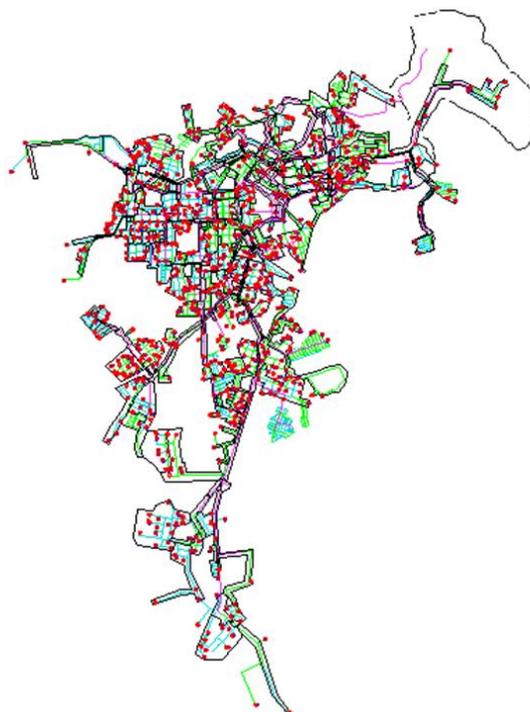


Figura 01 - Representação espacial da rede de abastecimento da cidade de Irati, evidenciando todas as pontas possíveis de rede (entidades pontuais em vermelho) para monitoramento.

A distribuição espacial das pontas de rede potenciais e a divisão por setor, que foi realizada de modo proporcional à quantidade de pontas e também às distâncias necessárias para o deslocamento em campo, está representada pela Figura 02.

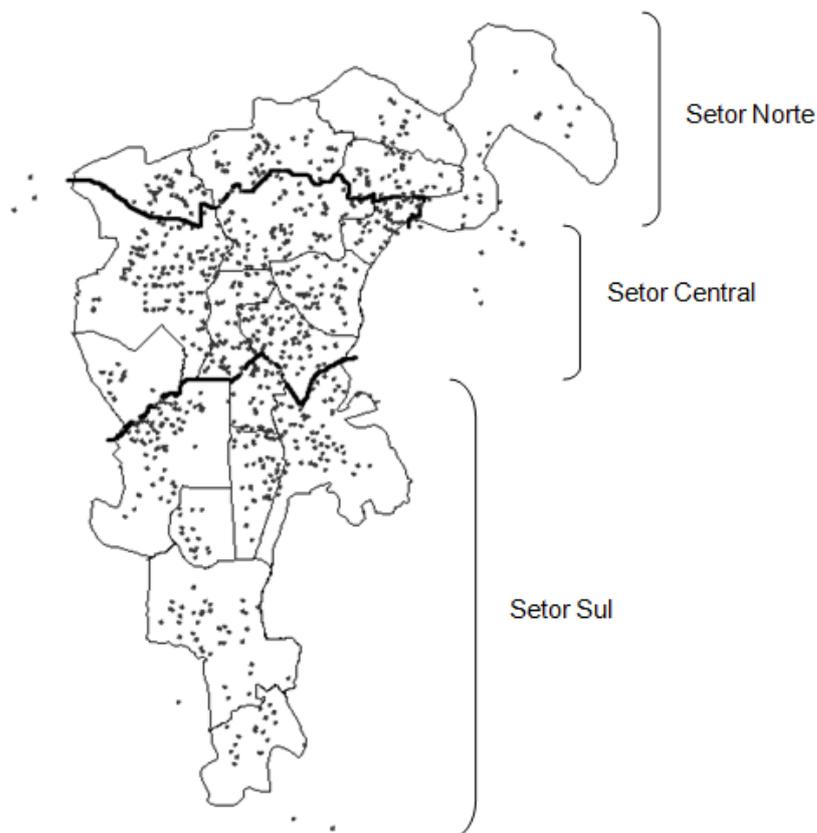


Figura 02 - Representação espacial das possíveis pontas de rede da cidade de Irati e a divisão dos setores.

Aplicando-se as funções de consulta do modelo orientado ao objeto do software utilizado inicialmente em 34 pontas da rede, foi possível identificar 27 inconformidades com a Portaria 2914 do Ministério da Saúde. Para estas pontas haverá a necessidade de uma maior atenção até que os valores dos parâmetros abordados atendam à legislação vigente. A Figura 03 apresenta a tela do software que mostra parte do resultado espacial da consulta utilizando uma expressão lógica que seleciona todas as pontas que apresentam algum parâmetro analisado fora dos padrões pré-definidos pela nova Portaria.

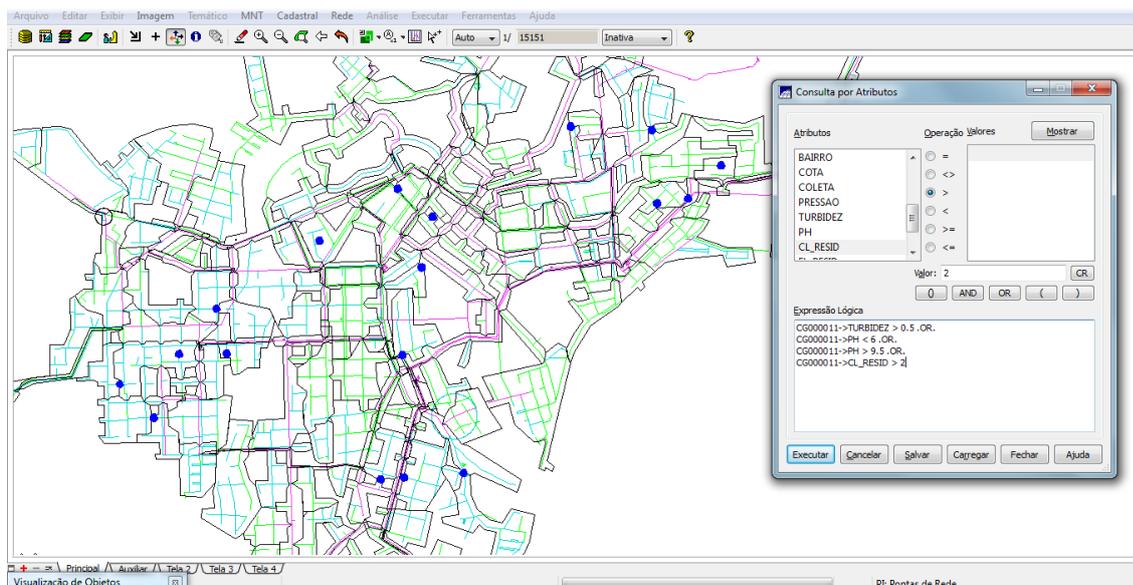


Figura 03 - Tela do software evidenciando algumas das pontas que apresentaram alguns dos parâmetros analisados fora dos padrões pré-definidos pela nova Portaria 2914.

A seguinte expressão lógica, utilizada na consulta da Figura 03, seleciona as pontas que não atendem aos critérios da nova legislação federal que dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade:

Expressão Lógica

(Comentários)

CG000011->TURBIDEZ > 0.5 .OR.

(Selecione as pontas de rede cujos valores estão acima de 0.5 uT, ou)

CG000011->PH < 6 .OR.

(o pH está abaixo de 6, ou)

CG000011->PH > 9.5 .OR.

(o pH está acima de 9,5, ou)

CG000011->CL_RESID > 2

(o cloro residual está acima de 2 mg/l)

Analisando cada um dos parâmetros, foram feitas as consultas separadamente para especificar a que parâmetros as pontas selecionadas não atendem. De acordo com as consultas realizadas, das 34 pontas analisadas obteve-se 27 pontas com inconformidade em relação à turbidez e 2 pontas em relação ao pH. Não houve nenhuma ponta de rede que estivesse com seus valores de análises fora do limite de cloro residual.

As pontas de rede que apresentaram seus valores alterados segundo a legislação, precisarão ser visitadas com uma maior frequência até a estabilização dos mesmos, buscando

diagnosticar os motivos que tenham levado as alterações para poder evitar futuras inconformidades na qualidade da água e possíveis problemas de saúde à população.

Para auxiliar nas coletas de água para análise, simulou-se um agendamento semanal para realizar as amostragens das pontas de rede intercalando os setores, como mostra a Figura 04 favorecendo uma minimização dos custos de logística operacional. E o retorno no ponto indicado deverá ser feito na visita seguinte ao mesmo setor, para a garantia de que as correções necessárias sejam realizadas, seguindo assim, os padrões exigidos.

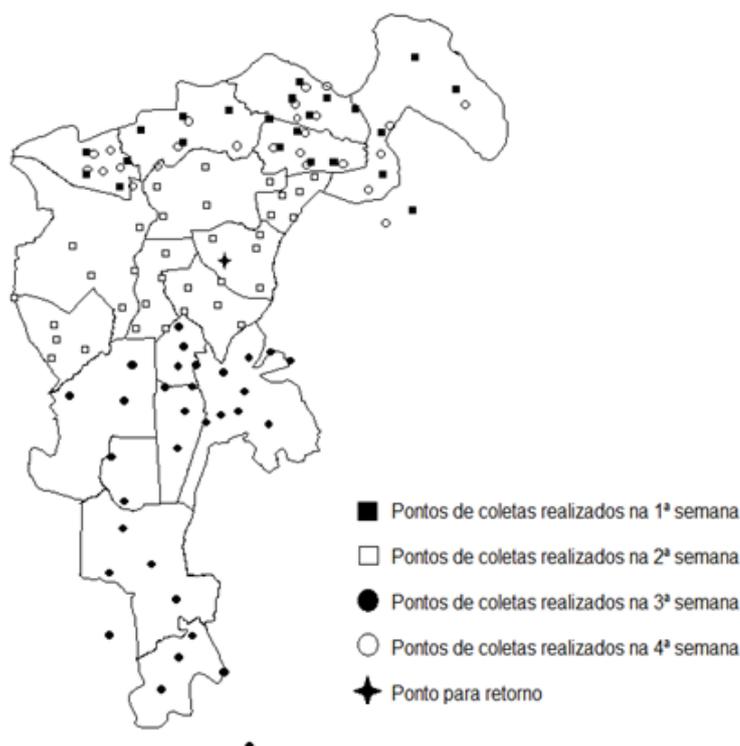


Figura 04 - Simulação dos agendamentos para as coletas

A utilização do sistema de informações geográficas protótipo para a espacialização do monitoramento da qualidade da água da rede de abastecimento local, trouxe bons resultados para o gerenciamento, sob o ponto de vista espacial para melhorar o processo de tomada de decisão sobre trabalhos operacionais em relação às amostragens ou coletas de água para análise.

4. CONCLUSÕES

O modelo de dados implementado apresentou bons resultados para o gerenciamento espacial do monitoramento da qualidade da rede de abastecimento da empresa de saneamento local.

O sistema implementado mostrou-se adequado para a reamostragem de pontas de rede para novas análises, para que a abordagem possa representar a rede de abastecimento de uma forma geral.

A utilização do sistema permitiu, ainda, uma melhor definição de amostragem para o controle da qualidade da água da rede a partir de uma visão espacial, evitando gastos excedentes com logística e permitindo um agendamento organizado para uma melhor

abordagem amostral.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela bolsa de iniciação científica concedida e à Companhia de Saneamento do Paraná pelo fornecimento dos dados e também apoio ao trabalho.

REFERÊNCIAS

BRAGA, B. et al. *Introdução à Engenharia Ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável*. 2 ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Normas de Padrão de Potabilidade de Aguas Destinadas ao Consumo Humano*, Portaria nº 635 de 30 de janeiro de 1976.

BRASIL - MINISTÉRIO DA SAÚDE. *Normas de Padrão de Potabilidade de Aguas Destinadas ao Consumo Humano*, Portaria nº 2914 de 12 de dezembro de 2012.

COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARANÁ. *Água: direito humano e bem público*. Curitiba, PR: SANEPAR/CURITIBA, 2003.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. *Qualidade das águas e poluição: aspectos físicos e químicos*. São Paulo: ABES, 2005. 285p.

SANTOS, D. M. et al. *Controle Estatístico de Processo na Rede Pública de Abastecimento de Água, 2002*. Trabalho apresentado no 28. Congresso Internacional de Engenharia Sanitária e Ambiental, Cancun, México, 2002.

SPERLING, M. V. *Introdução à qualidade das águas a ao tratamento de esgotos*. 3ª ed. – Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental; Universidade Federal de Minas Gerais; 2005. Vol. 1. 452p.

BARROS, R. T. de V. et al. *Manual de saneamento e proteção ambiental para os municípios*. Belo Horizonte: Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

LORENZETE, H. H. O. *Estudo de vantagens da captação de água de chuva para uso doméstico*. Disponível em: <<http://rmai.com.br/v4/Read/657/estudo-de-vantagens-da-captacao-de-agua-de-chuva-para-uso-domestico.aspx>>. Acesso em: 2.nov.2012.