

XII Simposio Iberoamericano sobre planificación de sistemas de abastecimiento y drenaje

“O USO DO EPANET NO ESTUDO DE SETORIZAÇÃO E PROGRAMA DE REDUÇÃO DE PERDAS EM MUNICÍPIOS COM DÉFICIT HÍDRICO”

Ricardo Ítalo Guimarães Sousa (1), Cloves dos Santos Miranda (2), Nadja Souza dos Santos (3), Juliana Lira Brito (4), Layla Camilla De Oliveira Lima (5)

(1) e (2) Companhia de Saneamento de Alagoas - CASAL, Rua Santo Antônio, 128, Centro, Arapiraca-AL, Brasil, telefone:+55(82)35221913. e-mail (s): ricardo.guimaraes@casal.al.gov.br / cloves.miranda@casal.al.gov.br ;

(3) Universidade Federal de Alagoas - UFAL, Av. Manoel Severino Barbosa, s/n, Bom Sucesso, Arapiraca-AL, Brasil, e-mail: nadjasouza17@hotmail.com

(4) e (5) Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Alagoas - IFAL, Av. das Alagoas, s/n, Palmeira de Fora, Palmeira dos Índios-AL, Brasil, e-mail (s): julianaifal@hotmail.com / layla.oliveiralima@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo o estudo técnico de setorização e redução de perdas em municípios com déficit hídrico. Com a utilização do software EPANET foi possível obter informações importantes para tomada de decisão de possíveis setores operacionais e a implantação do programa de redução de perdas, no sistema de abastecimento de água da cidade de Arapiraca localizada na região central do Estado de Alagoas, encravado no Nordeste brasileiro. Portanto, foi possível obter comparações com resultados significativos de melhorias entre o estado atual e proposto, beneficiando em aspecto econômico, social e ambiental da região.

Palavras chaves: EPANET, programa redução de perdas, setorização, sistema de abastecimento de água.

ABSTRACT

The present work aims to study the technical compartmentalization and loss reduction in municipalities with water deficit. Using the software EPANET was possible to obtain important information for decision making and operational sectors of possible implementation of the program of reducing losses in water supply system of the city of Arapiraca in the central region of the State of Alagoas, in the Northeast jammed Brazilian. Therefore, it was possible to obtain meaningful comparisons with results of improvement between the current state and proposed, benefiting in economics, social and environmental development of the region.

Keywords: EPANET, program reduction of losses, sectorization, water supply system.

SOBRE O AUTOR PRINCIPAL

Autor 1: Téc. em Saneamento, formado pelo Centro Federal de Educação Tecnológica – CEFET. Eng.º Sanitarista e Ambiental, formado pelo Centro de Estudos Superiores de Maceió – CESMAC.

INTRODUÇÃO

A escassez e a disponibilidade dos recursos hídricos são temas frequentes de grandes debates e discussões técnicas, pois refletem os custos operacionais dos sistemas de abastecimento de água em detrimento das distâncias dos mananciais aos centros urbanos.

Com isso, são necessárias alterações do modelo operacional com ações concretas de investimento em programas de redução de perdas – PRP em sistemas de abastecimento de água – SAA, pois a sustentabilidade decorre da triangulação do social, econômico e ambiental.

Segundo dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS, para o Brasil registrou-se valor médio do índice de perdas na distribuição – IPD em torno de 40 % e, em Alagoas, este mesmo índice superou 60 %, deixando o Estado num patamar dos cinco últimos do país.

Na região em estudo, os dados do IBGE (2010), demonstram o crescimento populacional de 255 %, ou seja, maior que a média nacional em 50 % para o mesmo período, de 1970 e 2010. Sendo assim, refletido num salto da casa dos 80 mil para 220 mil habitantes em 2010 (ver tabela 01).

Tabela 01 – Dados de população.

Ano	População		
	Total	Urbana	Rural
1970	83.597	43.818	39.779
1980	126.055	85.269	40.786
1991	164.921	130.963	33.958
2000	186.466	152.354	34.112
2010	214.006	181.481	32.525

Fonte: IBGE (2010)

Gomes (2009), explica que: “Com o desenvolvimento tecnológico, e a implantação de sistemas de modelagem, operação e distribuição eficientes, parte das perdas podem ser previstas e até eliminadas. Entre esses sistemas destaca-se o EPANET, um programa computacional que permite simular o comportamento hidráulico de um sistema pressurizado de distribuição de água, ao longo do tempo.”

O objetivo desta pesquisa é de investigar o efeito da implantação do PRP no segundo maior município de Arapiraca. Os distritos de medição e controle – DMC, também chamados de setores operacionais serão previamente estudados com a utilização do software EPANET com base nos dados de pressão verificados “in loco”.

METODOLOGIA

Descrição da região e sistema

A Cidade de Arapiraca localiza - se na região central e é a segunda maior do Estado de Alagoas, com população aproximada de 220 mil habitantes, desenvolvimento econômico girando em torno da terceira colocação do PIB do Nordeste do Brasil, com evolução econômica de 18,27 % (Segundo dados IBGE, 2012).

O sistema de abastecimento de água da referida região é composto por um total de 65 mil ligações domiciliares de água, sendo um pouco mais de 56 mil ativas. Possuindo uma extensão de rede de 600 km, variando entre anéis de abastecimento em Aço Carbono DN 700 mm e rede em PVC DN 60 mm.

O volume distribuído é 50 % do necessário à região e esta condição obrigou a implantação de um modelo operacional simplificado com rodízios de 120 horas para cada região da cidade que é dividida em duas: alta e baixa, esta perfazendo um valor de 60 % das ligações totais e aquela um valor de 40 %. A capacidade instalada de reservatórios apoiados e elevados perfazem um volume de 9.000 m³.

Os controles e acompanhamentos do sistema são realizados segundo metodologias do SNIS (2010). São elas: índices de perdas na distribuição – IPD (%) e índice de perdas por ligações – IPL (litros / lig.dia). O primeiro apresenta valor médio em 40 % de perdas e o segundo com média de 100 litros / lig. dia.

Com a utilização do EPANET foram inseridos inicialmente dados para a simulação bem sucedida do abastecimento de água na RDA, entre eles destacam - se os seguintes: nós (cotas, consumos - base e padrão de consumo), tubulações (comprimento, diâmetro e rugosidade), bombas (curvas de trabalho e de rendimento), reservatórios de nível fixo (nível da água), reservatório de nível variado (cota, altura de água inicial, mínima e máxima e diâmetro equivalente).

Para obtenção dos dados topográficos foram realizados levantamentos com o equipamento de Sistema de Posicionamento Global - GPS GARMIN Etrex HC Series com precisão ± 9 m, completando os valores para os nós da rede.

O consumo-base destinado a cada nó foi obtido através do cadastro de ligações de água do sistema comercial da Empresa (ligações ativas e inativas), Software GSAN, e verificadas através das imagens aéreas utilizando o programa Microsoft Virtual Earth (imagens datadas de janeiro de 2011).

Utilizando o método do Polígono de Thysen, que consiste nas interpolações baseadas entre os nós mais próximos, foi possível padronizar o valor per capita em 100 litros / hab. x dia e obter: a demanda do valor de consumo base e redistribuição nos consumos dos nós.

Os dados de comprimento, diâmetro e rugosidade foram obtidos através dos cadastros de RDA em software Intelicad. As curvas de trabalho e de rendimento dos Conjuntos Motobombas – CMB, que compõem o parque de equipamentos das duas estações elevatórias pertencentes ao SAA, foram obtidas com seus respectivos fabricantes. Ao todo são 4 CMB que apresentam uma potência instalada em torno de 1.300 CV.

Com base nos projetos existentes dos reservatórios de nível fixo e variado foram obtidos os valores equivalentes de cota e diâmetro.

O Software Microsoft Virtual Earth permitiu a obtenção das imagens aéreas com boa qualidade e foram transformadas em uma única imagem (ver figura 01), compostas com uma resolução de 10.000 x 10.000 pixel e com formato bitmap em escala real.



Figura 01 – Imagem de alta resolução para plano de fundo do EPANET.

Essa imagem foi utilizada como plano de fundo para facilitar a alimentação de dados nos nós, trechos, bombas e reservatórios existentes como pode ser mostrada na figura 02.

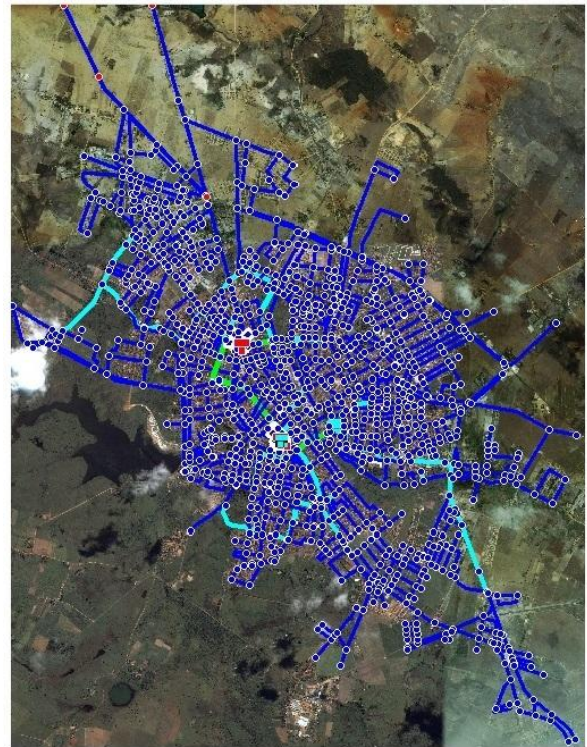


Figura 02 – Utilização do EPANET para simulação da rede de abastecimento da cidade de Arapiraca

Com os dados do Censo do IBGE, referência anual de 1970 a 2010, utilizou – se a ferramenta do Software Livre LibreOffice Calc para auxiliar na elaboração do coeficiente de correlação e linhas de tendências das demandas populacionais. O melhor fator de determinação foi da equação linear com 0,98.

Segundo SNIS (2010), o consumo per capita de Arapiraca foi abaixo do volume padrão de 100 litros / hab. x dia, os coeficientes adotados para o trabalho foi de 1,2 e 1,5 para hora e dia de maior consumo, respectivamente.

No cenário atual tem-se um sistema construído nos anos 70 e 90 com produção média horária em torno de 1.200 m³ / h e os cenários para o futuro são: um incremento de vazão em 1.500 m³ / h à região, através da conclusão das obras do novo sistema adutor do agreste previsto para o início do 2º semestre de 2014, destes serão fornecidos 500 m³ / h de água bruta à uma mineradora da circunvizinhança, que tem previsão de exploração até 2030 e o último cenário é de que a vazão fornecida reforçará o SAA com retorno do volume horário ao sistema coletivo.

A figura 03 a seguir, foi dividida sob três óticas de análises: a primeira com dados de demanda populacional (m³ / d), a segunda com dados de oferta atual com volume distribuído em torno de 40 % do total produzido e a última com oferta de 80 %, sendo este o ponto de investigação deste trabalho que

requer a análise da implantação do PRP em Arapiraca.

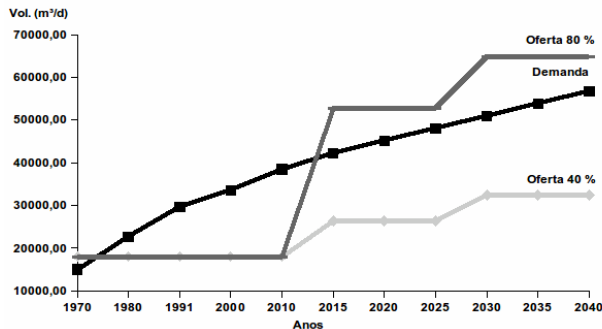


Figura 03 – Estudo da Situação Atual e Proposta do Sistema de Abastecimento de Água.

A divisão do método de cálculo da viabilidade econômico – financeira está dividida em duas partes: a primeira com análise dos volumes perdidos, que podem ser recuperados com a venda da água por R\$ 2,00 (dois reais) o m³ e a segunda com dados de redução de pressão sob custo benefício.

- Etapa 01 Vazão média por ligação (m³/h.lig.) = Vazão Média do Sistema (m³/h) / Lig. At.
- Etapa 02 Fator de vazamentos atual (média de 38 mca) = 4,5
- Etapa 03 Fator de vazamentos futuro (média de 20 mca) = 1,75
- Etapa 04 Vazão média futura 2040 (m³/h.lig.) = Etapa 01 / Etapa 02 x Etapa 03
- Etapa 05 Vazão média futura 2040 (m³/h) = Etapa 04 x Lig. At.

Etapa 06 Benefício = vazão atual (m³/h) – vazão futura (m³/h)

Etapa 07 Volume mensal reduzido (m³/mês) = Etapa 06 x 24 horas x 30 dias

Etapa 08 Custo da água economizada (R\$ /mês) = Etapa 07 x 2,00 R\$ / m³

Retorno do Investimento (custo – benefício)

Etapa 09 Estimativa de Custo Total da Obra (R\$)

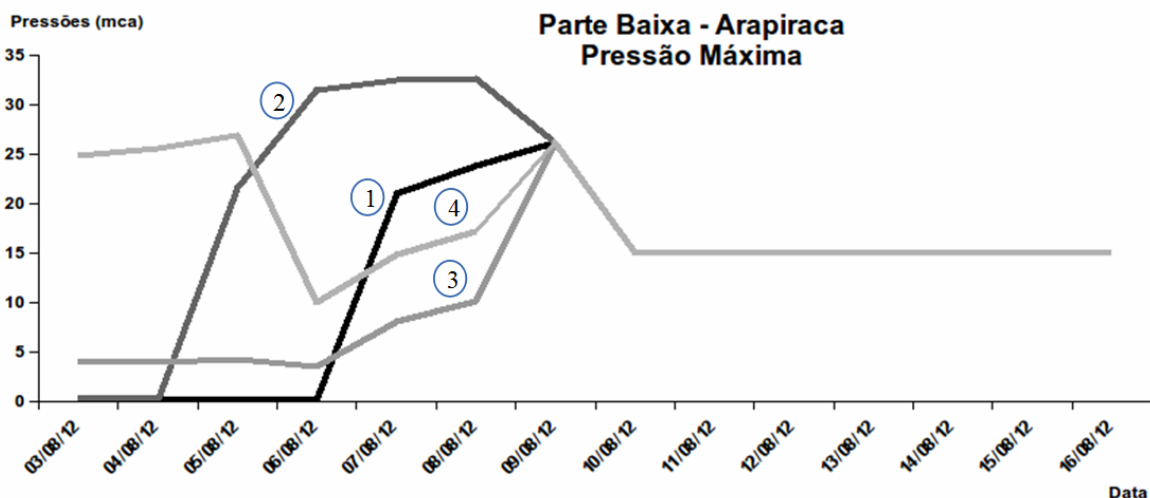
Etapa 10 Retorno do Investimento (tempo) = Etapa 09 / Etapa 08

Com relação aos dados de pressão na RDA foi utilizado o equipamento *Data Logger, da Linha Maxxilogger, Marca ENOPS Engenharia*, que tem indicação para medições de pressão em redes de distribuição, monitoramento de pontos críticos, mapeamentos de pressão par estudos de setorização e de implantação de válvulas redutoras de pressão, e no controle de elevatórias e reservatórios.

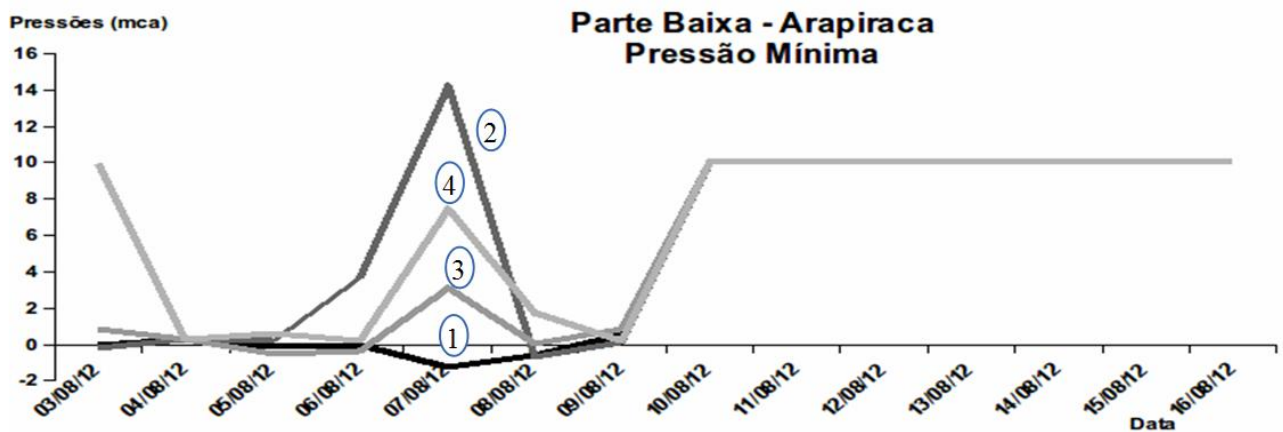
Na região de Arapiraca, foram selecionados 07 (sete) locais de coleta de dados, sendo 03 (três) na parte alta, 03 (três) na parte baixa e 01 (um) que recebe água das 02 (duas) partes. Com período de coletas de 03 à 23 de agosto de 2012, totalizando em 84 informações hidráulicas: pressões máximas, médias e mínimas.

RESULTADOS

O sistema encontra-se sob regime operacional de racionamento, com periodicidade de atendimento em 5 dias para cada parte da cidade: alta e baixa.



(a)



(b)

Legenda:

Ponto 1 – Rua Doralice dos Santos, Nº 438, Bairro Baixão.

Ponto 2 – Rua Nossa Senhora Aparecida, Nº 237, Bairro Centro.

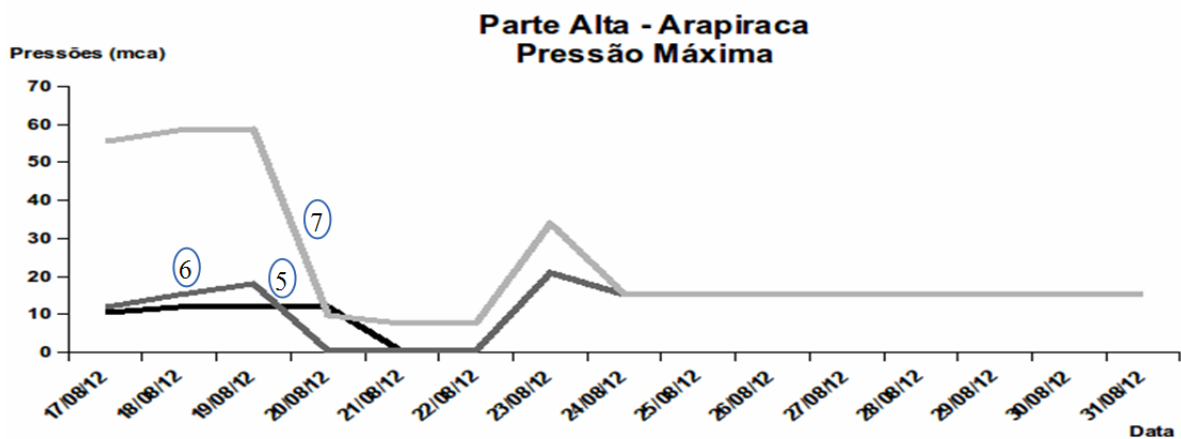
Ponto 3 – Rua João Nunes Barbosa, Nº 188, Bairro Itapuã.

Ponto 4 – Rua Manoel Pereira Correia, Nº 128, Bairro Alto Cruzeiro.

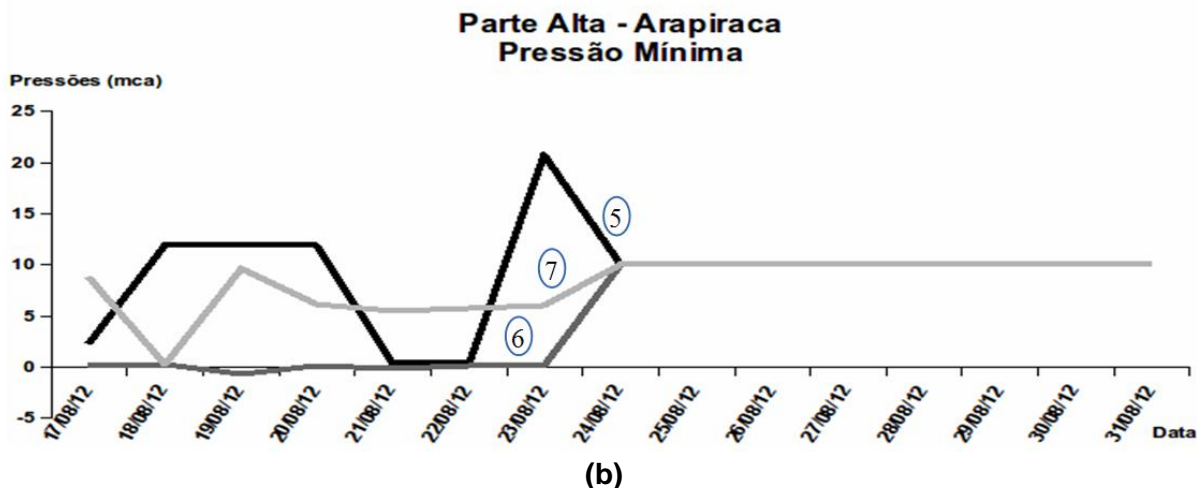
Figura 04 – (a) Pressões Máxima e (b) Pressões Mínima da Parte Baixa da Cidade de Arapiraca.

De acordo com as medições realizadas em campo, período de agosto de 2012, onde as pressões apresentaram um range de -1,21 a 58,68 mca. Estando a parte baixa com uma diferença entre as pressões mínima e máxima de 33,82 mca e a alta com diferença de 59,41 mca (ver figuras 04 e 05).

As figuras 04 e 05 apresentam linhas de estabilização no SAA com 15 mca para as pressões máximas e 10 mca para as mínimas. Sendo estas as proposições deste trabalho de cunho, estritamente, pesquisa – prático – profissional.



(a)



Legenda:

Ponto 5 – Rua Maria de Lourdes, Nº 438, Bairro Alto do Cruzeiro.

Ponto 6 – Rua Gilberto Félix, S/N, Bairro Planalto.

Ponto 7 – Rua São Jorge, S/N, Bairro Alto do Cruzeiro.

Figura 05 – (a) Pressões Máximas e (b) Pressões Mínimas da Parte Alta da Cidade de Arapiraca.

Com a simulação bem sucedida da rede de abastecimento de água utilizando o software EPANET 2.0 pôde - se demonstrar o perfil de isolinhas plano - altimétrico (ver figura 06).

Ainda com relação ao EPANET, somados ao cadastro de rede existente, possibilitou a obtenção dos dados de vazões, velocidades e pressões na RDA, contribuiu para estudos prévios de setorização e implantação dos distritos de medição e controle – DMC de toda Cidade de Arapiraca (ver figura 07).

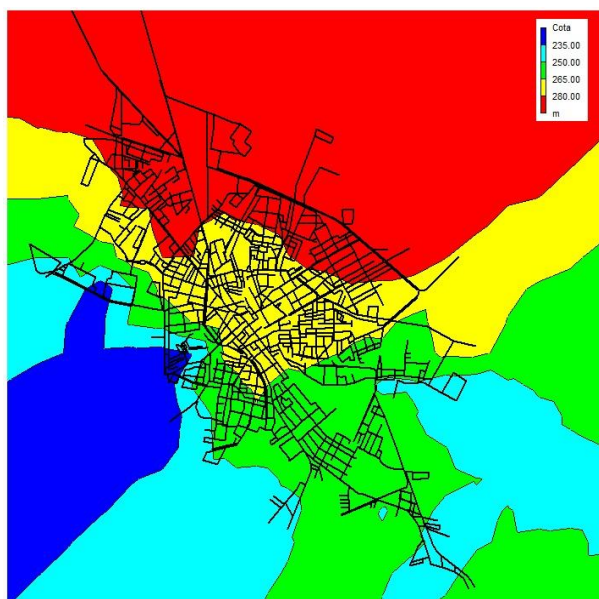


Figura 06 – Perfil isolinhas de plano-altimétrico obtido no EPANET 2.0, escala de cores entre 235 – 280m.

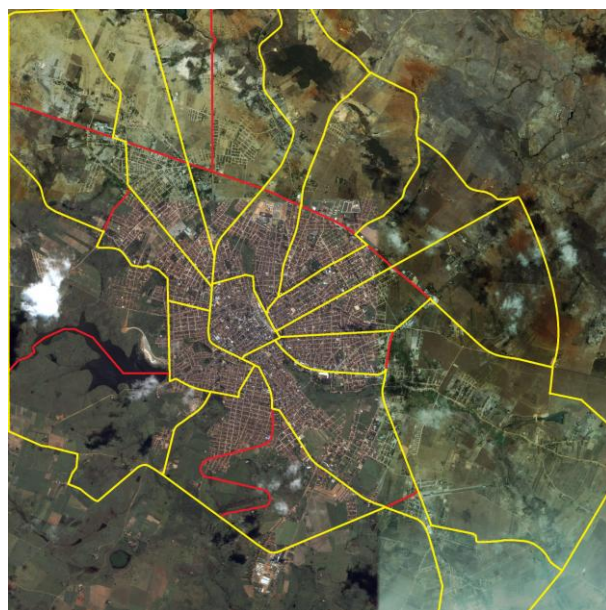


Figura 07 – Setorização prevista para Cidade de Arapiraca.

As linhas amarelas delimitam os setores operacionais estabelecidos previamente para uma concepção de zona habitada atual. Os parâmetros de limítrofes físicos, exemplos: avenidas e ruas principais, ferrovia e lagos, foram adotados para definição de setores que apresentem necessidade de resetorização devidos ao aumento populacional, expansão urbana e / ou verticalização. As linhas vermelhas delimitam as zonas com potencialidades futuras de expansão. Na concepção atual foram estabelecidos 13 setores operacionais e foi formulado a expansão para mais 13 setores futuros.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Portanto, o EPANET permitiu a visualização do SAA atual com perdas em torno de 60 % e a aplicação de procedimentos para redução das perdas ao proposto, 20 % do volume distribuído. E ainda, contribuiu nas tomadas de decisões técnicas e minimização de alguns impactos ambientais, que são as perdas dos recursos hídricos no sistema e também dos materiais que estão sujeitos a fadiga pelos extremos de pressões na RDA.

Os resultados econômicos – financeiro com relação aos níveis atuais de perdas no sistema, apresenta um valor médio de 25 milhões ao ano e com a implantação do programa de redução de perdas, valor de 20 %, no sistema de abastecimento de água de Arapiraca resultará numa economia média de 15 milhões ao ano.

Com relação ao segundo cálculo econômico – financeiro do trabalho, utilizamos o valor total da obra em torno de 13 milhões de reais e os resultados apresentados foram de que o tempo de retorno do capital é de 7 meses.

BIBLIOGRAFIA

Brasil. (2012) Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto. Brasília, DF: Ministério da Cidade.

Brasil. (2013) Dados Populacionais. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. <http://www.ibge.gov.br/>.

Heber Pimentel G. (2009) Eficiência Hidráulica e Energética em Saneamento: Análise Econômica de Projetos (2er Ed.). João Pessoa, PB: Editora Universitária UFPB.

Lewis A. Rossman. (2009) Manual do usuário EPANET 2.0 Brasil. Tradução e adaptação: Heber Pimentel G. e Moisés Menezes S. João Pessoa, PB: UFPB.

Companhia de Saneamento de Alagoas – CASAL (2012) Relatório de Atividades e Produção. Alagoas.