

XI-039 - CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA: FOCO EM GESTÃO INTEGRADA DE RECURSOS HÍDRICOS RIO DE JANEIRO / BRASIL (ESTUDO DE CASO)

Monica Maria Pena⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro/UERJ. Mestre em Engenharia Ambiental/UERJ. Doutora em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ/COPPE. Professora Adjunta UFRJ/POLI.

José Paulo Soares de Azevedo⁽²⁾

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ. Mestre em Engenharia Civil/UFRJ/COPPE. Doutor em Mecânica Computacional pelo Wessex Institute of Technology /Southampton/UK. Professor Associado IV UFRJ/COPPE.

Endereço⁽¹⁾: Universidade Federal do Rio de Janeiro - CT/ Escola Politécnica. Av. Athos da Silveira Ramos, 149 - Bloco D, Sala 202/DRHIMA - Cidade Universitária - Rio de Janeiro - RJ – Brasil. CEP: 21.941-909.

e-mail: mpena@poli.ufrj.br

RESUMO

O presente trabalho realizado para a área da Baixada de Jacarepaguá, no município do Rio de Janeiro, analisa a viabilidade técnica e a sustentabilidade econômica-financeira de um Programa de Controle e Redução de Perdas na Baixada de Jacarepaguá, utilizando as premissas da metodologia da IWA com ações e intervenções ao longo de um período de cinco anos. A análise é feita considerando seis cenários com diferentes eficiências na redução de perdas, para os quais são obtidos os tempos de retorno correspondentes ao investimento – *paybacks*. Para definir os cenários são utilizados parâmetros obtidos através da experiência de outros prestadores e relatados na literatura. A gestão do controle e redução de perdas visa contribuir na eficiência do sistema de abastecimento, principalmente no sistema de distribuição. A análise dos cenários sinaliza a possibilidade de contribuir no processo de universalização do atendimento em outras áreas do Sistema Produtor Guandu, ao prever reduções de perdas na Baixada de Jacarepaguá mesmo no cenário e meta de eficiência mais desfavorável. Os resultados sugerem que o prestador obteria ‘ganhos’ de oferta para seu sistema produtor podendo fornecer água tratada para outras áreas, assim como a sustentabilidade financeira do PCRP na Baixada de Jacarepaguá.

PALAVRAS-CHAVE: Abastecimento de Água, Perdas em Sistemas de Abastecimento de Água, Gestão Integrada de Recursos Hídricos.

INTRODUÇÃO

Como maior sistema produtor do Estado do Rio de Janeiro, o Sistema de Produção Guandu abastece grande parte da Região Metropolitana do Rio de Janeiro - localizado no lado oeste da Bacia da Baía de Guanabara, que é composto por doze municípios: Belford Roxo, Duque de Caxias, Itaguaí (parte), Japeri, Mesquita, Nilópolis, Nova Iguaçu, Paracambi (parte), Queimados, Rio de Janeiro, São João de Meriti e Seropédica (parte) – sendo o município do Rio de Janeiro o mais populoso. O Sistema de Produção Guandu abastece uma população de 8.740.000 habitantes (2007) atendendo a demanda total de 50,5 m³/s: 45,0 m³/s produzida pela Estação de Tratamento de Água do Guandu e 5,5 m³/s proveniente do Sistema Lajes – **Figura 1**. Para o ano de 2020, a demanda estimada é de 69,5 m³/s.

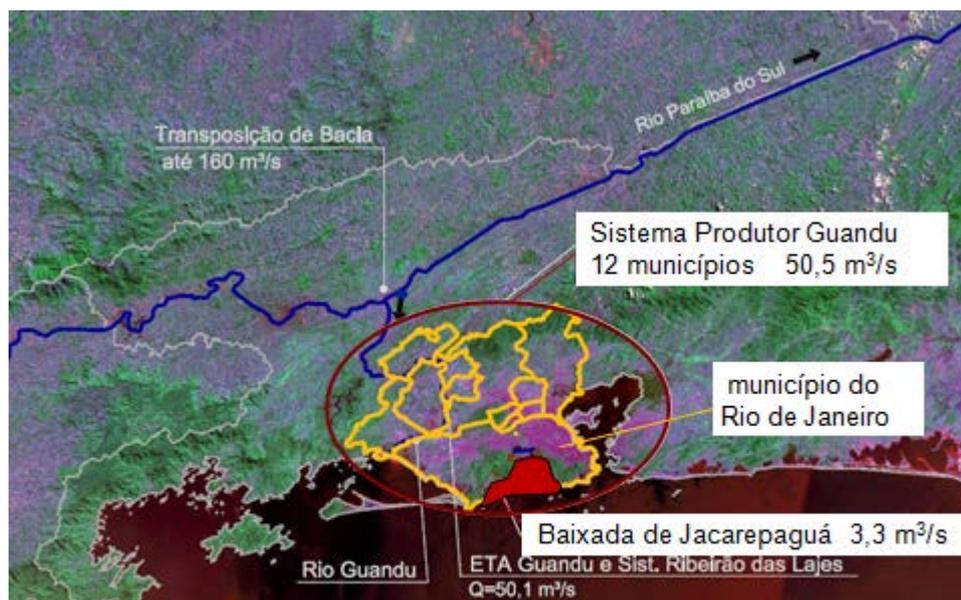


Figura 1 - Baixada de Jacarepaguá Q macromedida média 3,3 m³/s

ESTUDO DE CASO

O estudo foi realizado considerando o Sistema de Abastecimento de Água da Baixada de Jacarepaguá, PENA (2010), que cobre uma área total de 280 km² - cerca de 23% da área do município do Rio de Janeiro, servindo uma população de 762.837 habitantes (2006/2007), com uma vazão macromedida média anual de 3,3 m³/s, a partir da Caixa de Urucuia – **Figura 2**.

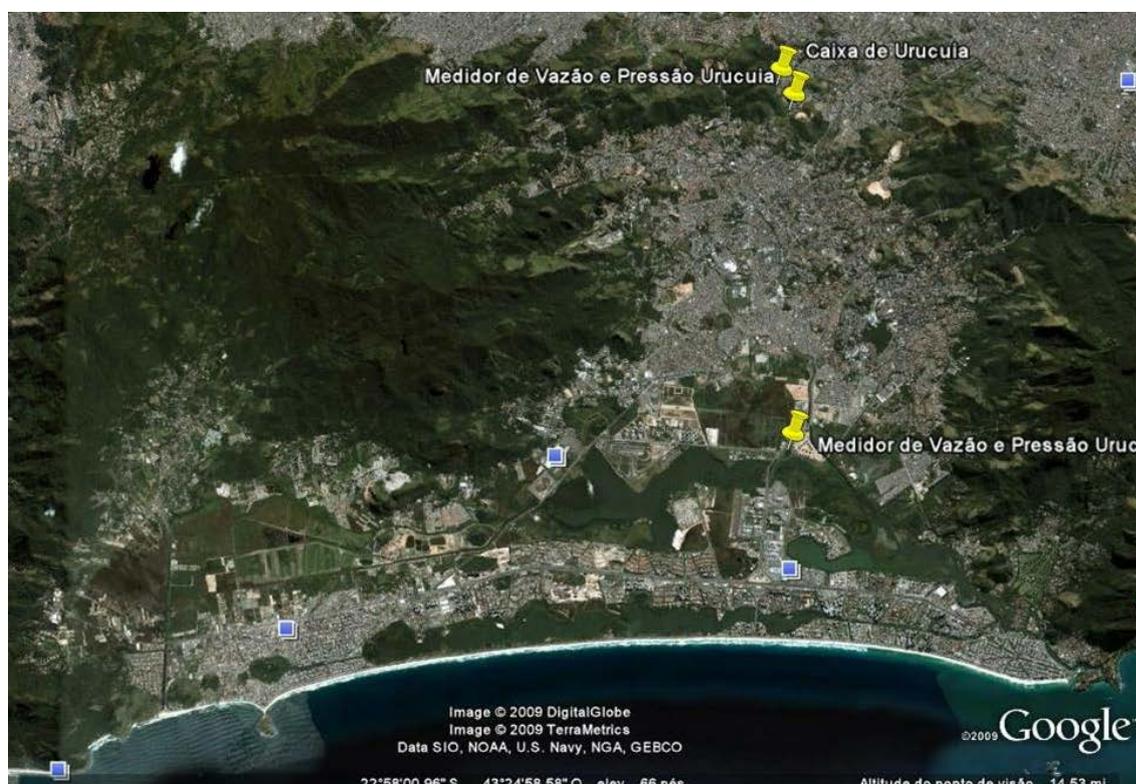


Figura 2 - Baixada de Jacarepaguá

No estudo da Baixada de Jacarepaguá, foram considerados seis cenários de eficiência em redução de perdas - perdas reais e perdas aparentes, envolvendo a concepção de um Programa de Controle e Redução de Perdas com detalhamento em âmbito de planejamento para fins de orçamento e de forma a se estabelecer os tempos de retorno correspondentes ao investimento – *paybacks*.

METODOLOGIA

Inicialmente, foi feito o levantamento da área de estudo, como as características da região, dados de população, de domicílios e de ocupação espacial por bairros. Analisou-se os elementos hidráulicos do sistema de abastecimento existente, com a leitura dos Planos Diretores de Água e Estudos de Setorização já realizados pelo prestador de serviços de saneamento - CEDAE para a Baixada de Jacarepaguá. O último estudo definiu novas setorizações a serem implantadas, todas com a construção de reservatórios - nove sistemas de reservação. Os dados de vazão – macromedidos e de pressão anuais foram analisados graficamente, de forma a não se considerar medições fora de padrão. As vazões por bairros foram definidas a partir de dados censitários do IBGE - incluso os setores subnormais, levantamentos realizados pela Prefeitura do Rio de Janeiro, e ocupações e localizações por imagens aéreas. A modelagem hidráulica do sistema tronco/principal existente foi realizada utilizando o EPANET. Em seguida, os dados de volume faturado e de ligações cadastradas referentes ao período de um ano – 2006/2007 foram utilizados. De posse dos resultados obtidos, pode-se partir para a elaboração do Balanço Hídrico – Cenário Base, segundo as premissas da IWA e de outros prestadores e consultores ALEGRE et al. (2005); AWWA (2009); FARLEY e TROW (2003); GONÇALVES (1998); LAMBERT e HIRNER (2000); LIEMBERGER (2006); SABESPa (2009); SABESPB (2009); SANEAS (2007); THORTON et al. (2008). O Cenário Base traduz a situação do período analisado, ou seja, situação sem controle e redução de perdas de água. Aplicando-se uma abordagem *bottom-up*, usando a Análise da Vazão Mínima Noturna - para estabelecer a estimativa da perda real, foi observado a não aplicabilidade desta metodologia: a causa considerada foi a existência de grandes cisternas na área de estudo, que acabam por amortecer a curva de oferta no período noturno. O Cenário Base indica os componentes do Balanço Hídrico por volume – m³/ano e por custo R\$/ano. A demanda/volume que atende os setores subnormais – favelas, foi considerado como componente de consumo autorizado não-faturado, *ie*, componente/volume isolado do componente de perdas. O próximo passo foi estabelecer metas e cenários. Foram definidos seis cenários de eficiência hipotéticos com os seguintes valores percentuais de redução de perdas – reais e aparentes: 20%, 30%, 40%, 50%, 60% e 70%, valores estes incidentes aos volumes do Cenário Base. As metas relativas a tais cenários significam as diferenças dos valores de custo de água não faturada do Cenário Base pelos custos de água não faturada de cada cenário – Cenário 01 a 06. Assim obteve-se as Metas de 01 a 06. O próximo passo foi estabelecer o Programa de Controle e Redução de Perdas para o sistema de abastecimento de água da Baixada de Jacarepaguá, segundo as estratégias de gestão de perdas reais e conforme as premissas da IWA: controle de pressão, controle ativo de vazamentos, rapidez e qualidade dos reparos e gestão da infraestrutura. O estudo e a definição das Zonas de Medição e Controle para a área foi realizado a partir da análise de plantas em escala 1:10.000 de toda a área da Baixada de Jacarepaguá. Com isso pode-se dimensionar os equipamentos de controle – medidores de vazão eletromagnéticos e de redução – válvulas redutoras de pressão, o dimensionamento do controle ativo de vazamentos e demais atividades. Para as perdas aparentes foi considerada a substituição dos hidrômetros existentes, a instalação de novos hidrômetros e aquisição de softwares. Com a obtenção da estimativa orçamentária do Programa de Controle e Redução de Perdas para o período de cinco anos (custos anuais) pode-se identificar o *payback* (mês/ano) para cada uma das seis Metas – 01 a 06.

RESULTADOS DO CENÁRIO BASE

Com o Balanço Hídrico - Cenário Base, situação sem controle e redução de perdas, obteve-se o valor de volume de 48.453.156 m³/ano correspondente ao volume de Água Não Faturada Anual e o volume de Perdas Totais de 35.093.834 m³/ano. O Indicador de Água Não Faturada por Volume (Fi36/IWA) obtido foi de 47%. O Indicador de Perda Total por Ligação apresentou o valor de 1.404,00 L/lig.dia. Os custos da água não faturada total anual foram de R\$ 82.683.387,00/ano e o de perdas de água total anual no valor de R\$ 65.305.097,00/ano. Sendo o estudo em âmbito de planejamento e o fato de não se ter acesso a informações pormenorizadas da área, seis hipóteses foram estabelecidas na consideração de cenários de Balanço Hídrico com redução de volume de perdas reais e aparentes. Os cenários estabelecidos apresentaram reduções percentuais, de 20 a 70% nos volumes de perdas totais.

RESULTADOS DAS METAS/CENÁRIOS

As metas foram estabelecidas considerando as diferenças dos valores de Volume e de Custo de Água Não Faturada do Cenário Base pelos Volumes e Custos de Água Não Faturada de cada cenário - Cenário 01 a 06. Obteve-se assim, os valores de economia ou de ganho anual em volume, equivalente ao volume de abastecimento de população, e valores de economia ou de ganho anual em (R\$) por cenário – **Tabela 1**.

Tabela 1 – Valores de ganho anual em volume e em R\$/ano

Cenário	Ganho de água anual equivalente ao volume de abastecimento de população	Ganho/economia anual de água valor em R\$/ano
Cenário 1 redução de 20% perdas totais	57.522 hab	13.061.019,00
Cenário 2 redução de 30% perdas totais	86.284 hab	19.591.529,00
Cenário 3 redução de 40% perdas totais	115.045 hab	26.122.039,00
Cenário 4 redução de 50% perdas totais	143.806 hab	32.652.549,00
Cenário 5 redução de 60% perdas totais	172.567 hab	39.183.058,00
Cenário 6 redução de 70% perdas totais	201.329 hab	45.713.568,00

CÁLCULO DO IVI – ÍNDICE DE VAZAMENTO DE INFRAESTRUTURA

Com o valor médio aritmético de pressão obtido pela modelagem hidráulica, pode-se efetuar o cálculo das Perdas Reais Anuais Inevitáveis (PRAI) e se obter o Índice de Vazamento de Infraestrutura (IVI). Vale ressaltar que, o procedimento ideal, é o da realização de medições programadas de pressão em campo, em pontos de hidrantes, rede secundária ou até em cavaletes. Considerando-se que o maior número de ocorrências de vazamentos e de volumes perdidos ocorre nas ligações e cavaletes, este procedimento traduz da forma mais realista as pressões incidentes para o cálculo do PRAI. Para uma pressão média aritmética de 26,0 mca, o indicador de IVI obtido foi de 23,0. Os autores sugerem a realização de futuras medições programadas em campo para uma reavaliação de valores de pressões para o cálculo do IVI.

PROGRAMA DE CONTROLE E REDUÇÃO DE PERDAS

Visando definir estratégias de controle e redução de perdas reais, o estudo foi realizado considerando os quatro principais componentes da gestão de vazamentos, e de forma condizente com o grau de aproximação ao problema. Na inexistência de sistemas de reservação existentes (reservatórios implantados com áreas de influência definidas), considerou-se o planejamento de setorização da Baixada de Jacarepaguá, prevista pela CEDAE como base de trabalho. A setorização consiste na futura implantação de nove centros de reservação, com as respectivas áreas de influência dos reservatórios, e a definição dos NA's dos reservatórios. Todos os nove reservatórios serão alimentados a partir da Caixa de Urucuia. A partir dos quatro componentes, foi possível estabelecer o pré-dimensionamento de equipamentos e de atividades e, por conseguinte, a estimativa orçamentária, visando a gestão de controle e redução de vazamentos. Com a previsão da implantação da Casa de Operadores - central do Controle Ativo de Vazamentos, os componentes Rapidez e Qualidade dos Reparos e Gestão da Infraestrutura se tornam diretamente beneficiados. O dimensionamento das instalações e equipamentos para o controle e redução de perdas foi feito conforme a aplicação de premissas técnicas e de forma criteriosa, com definição de Zonas de Medição e Controle a partir do estudo e análise, de base planialtimétrica da área em escala 1:10.000, respeitando a previsão das áreas de influência dos nove sistemas de reservação. Foram definidas, no total, 43 ZMC's e respectivas vazões para o dimensionamento dos equipamentos: 18 ZMC's com válvulas redutoras de pressão e 25 ZMC's apenas com monitoramento de vazão, sendo que, em todas as caixas foram considerados os medidores de vazão eletromagnéticos. Previu-se que tais

equipamentos fiquem instalados em Caixas de Manobra que foram dimensionadas segundo as especificações de cada equipamento. Foram também dimensionadas Caixas de Manobra para a instalação de 201 medidores de vazão a atender as comunidades carentes – favelas (setores subnormais). A aquisição de sistema de geoprocessamento foi considerada. Para as perdas aparentes: micromedição - considerou-se a substituição dos 55.641 hidrômetros existentes e a instalação de hidrômetros em 13.498 ligações restantes em cinco anos; considerando-se como padrão base o hidrômetro multijato DN 25 mm, Qn 3,5 m³/h; gestão comercial - aquisição de sistema de gestão comercial. O dimensionamento hidráulico das tubulações, equipamentos e caixas de manobra, e seleção de equipamentos contou com consulta a fornecedores e acesso às especificações técnicas, visando obter uma estimativa orçamentária de forma mais exequível possível, porém no âmbito de planejamento. Os resultados servem para o confronto e comparação com os valores obtidos na definição de metas - diferenças dos valores de Custo de Água Não Faturada do Cenário Base pelos Custos de Água Não Faturada de cada cenário - Cenário 01 a 06. O Programa de Controle e Redução de Perdas foi formulado a cobrir um período de cinco anos.

RESULTADOS DO PAYBACK/CENÁRIOS

Com os valores de *paybacks* (meses/ano) obtidos observa-se que a condição mais desfavorável do ponto de vista econômico - financeiro é o Cenário 01, que mesmo com uma eficiência - redução de perdas reais e aparentes na ordem de 20%, o programa de controle e redução de perdas se mostra sustentável – **Tabela 2**.

Tabela 2 – Valores de *payback* (meses/ano) para cada Cenário e ano

Cenário	1º Ano	2º Ano	3º Ano	4º Ano	5º Ano
	<i>payback</i> (meses/ano)				
Cenário 1 redução de 20% perdas totais	11	9	9	8	6
Cenário 2 redução de 30% perdas totais	7	6	6	6	4
Cenário 3 redução de 40% perdas totais	5	4	4	4	3
Cenário 4 redução de 50% perdas totais	4	4	3	3	3
Cenário 5 redução de 60% perdas totais	4	3	3	3	2
Cenário 6 redução de 70% perdas totais	3	3	2	2	2

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos foram satisfatórios, tendo como referência a experiência de prestadores, e a literatura, que reportam valores de redução em volume de perdas reais da ordem de 63% (vazamentos não-visíveis, detectáveis 50% e visíveis 13%) na RM de São Paulo, e de 60% (reais e aparentes); e de 50% pelo SAAE de Volta Redonda. Assim, considera-se que o Cenário 04, admitindo-se que 50% das perdas reais e aparentes são recuperáveis, indicando um valor anual de R\$ 32.652.549,00, venha a traduzir esta realidade. O *payback* anual do Cenário 04 foi de 4 meses no primeiro e segundo anos e de 3 meses no terceiro, quarto e quinto anos. O *payback* anual menos favorável foi referente à Meta 01, admitindo-se que 20% das perdas reais e aparentes são recuperáveis, indicando um valor anual de R\$ 13.061.019,00 - 11 meses no primeiro ano, 9 meses no segundo e terceiros anos, 8 meses no quarto ano e de seis meses no quinto ano, e que mesmo com uma redução de apenas 20%, se mostra econômico-financeiramente sustentável para os cinco anos de programa. O *payback* anual mais favorável foi o referente à Meta 06, admitindo-se que 70% das perdas reais e aparentes são recuperáveis, indicando um valor anual de R\$ 45.713.568,00 – 3 meses no primeiro e segundo anos, 2 meses no terceiro, quarto e quinto anos. O estudo sugere que os investimentos para o programa proposto venham a ser pagos com os ganhos provenientes da gestão de redução de perdas. O programa foi definido com ações e intervenções para um prazo de cinco anos. A metodologia do estudo realizado e preconizada pela IWA, se

mostrou viável de ser aplicada. É um passo inicial para o reconhecimento dos indicadores básicos (%) e (L/lig.dia), e avançado (IVI). O Balanço Hídrico traduz de forma adequada, mesmo sem a realização de ensaios em campo, um patamar de partida para a definição de metas e na identificação de tempo de retorno de investimento – *payback*, na proposição de um Programa de Controle e Redução de Perdas. Os indicadores de Perda Total de 1.404,00 L/lig.dia e de Perda Real no valor de 840 L/lig.dia indicam uma situação de perdas excessivas; assim como o valor de IVI de 23,0, considerando a pressão média na área de 26,0 mca. Segundo a AWWA (2009) e em consonância com as premissas da IWA, um valor de IVI maior que 8,0, indica uma utilização ineficaz da água como recurso.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEGRE, H.; COELHO, S. T.; ALMEIDA, M. C.; VIEIRA, P.. Controlo de Perdas de Água em Sistemas Públicos de Adução e Distribuição IRAR, INAG, LNEC. Lisboa, Portugal, 2005.
2. AWWA. Water Audits and Loss Control Programs, Manual of Water Supply Practices, M36. 3 ed. Denver, American Water Works Association, USA, 2009.
3. FARLEY, M. and TROW, S.. Losses in Water Distribution Networks. A Practitioner's Guide to Assessment, Monitoring and Control. 1 ed. London, IWA Publishing, 2003.
4. THORTON, J.; STURM, R.; KUNKEL, G.. Water Loss Control. 2 ed, USA, McGraw- Hill, 2008.
5. LAMBERT A. & HIRNER W. "Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures". The Blue Pages. IWA – 2000.
6. LIEMBERGER, R. "Introduction to Water Loss Analysis and Reduction. Key Issues: Assessing and Reducing NRW". IWA World Water Congress and Exhibition. Beijing, 2006.
7. SANEAS. "Controle e Redução de Perdas". Revista SANEAS - Associação dos Engenheiros da SABESP. No 27, setembro/outubro 2007.
8. SABESPa. "Controle e Redução de Perdas". Paulo Massato. Seminário Encontro das Águas. Rio de Janeiro, abril de 2009.
9. SABESPb. "Programa de Redução de Perdas de Água e Eficiência Energética". Cecília Hassegawa. I Encontro Técnico da Baixada Santista. SABESP, Santos, 2009.
10. GONÇALVES, E.. Metodologias para Controle de Perdas em Sistemas de Distribuição de Água – Estudo de Casos da CAESB. Dissertação de mestrado em Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Universidade de Brasília, Brasília, 1998.
11. PENA M. M. Aplicação e Análise da Metodologia da IWA para o Controle de Perdas no Sistema de Abastecimento de Água da Baixada de Jacarepaguá/RJ. Tese de Doutorado em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio de Janeiro/UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro, 2010.