

**I-073 - IMPLANTAÇÃO DE DISTRITOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE (DMC) COM O OBJETIVO DE MELHORIA NA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DISTRIBUIÇÃO DE ÁGUA****Irineu Delatorre Júnior<sup>(1)</sup>**

Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo. Mestre em Engenharia Hidráulica e Sanitária pela Escola Politécnica (POLI/USP). Supervisor na Divisão de Operação de Água da SABESP.

**Alex Orellana<sup>(2)</sup>**

Engenheiro Mecânico pelo Centro Universitário Nove de Julho. Pós Graduado em Administração de Empresas pela Universidade da Cidade de São Paulo. Gerente Da Divisão de Operação de Água da SABESP.

**José Gilberto Kuhl<sup>(3)</sup>**

Pós Graduação em Educação Ambiental Universidade de Saúde Pública da USP. Supervisor na Divisão de Operação de Água da SABESP.

**Robson Luís de Oliveira<sup>(4)</sup>**

Tecnólogo em Obras Hidráulicas pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo. Tecnólogo na SABESP.

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua Cabo Basílio Zequim Júnior, 225 – apto 1207 bloco 1 – Pq. Novo Mundo – São Paulo – SP - CEP: 02180-000 - Brasil - Tel: (11) 2971-4082 - e-mail: [jdjunior@sabesp.com.br](mailto:jdjunior@sabesp.com.br)

**Endereço<sup>(2)</sup>:** Praça Marisa Marques, 177 – apto 125 – Vila Rosália – Guarulhos – SP - CEP: 07072-132 - Brasil - Tel: (11) 2971-4076. - e-mail: [alexorellana@sabesp.com.br](mailto:alexorellana@sabesp.com.br)

**Endereço<sup>(3)</sup>:** Rua Rua Sargento Gonçalo Joaquim de Oliveira, 70 – Guarulhos – SP - CEP: 07084-184 - Brasil - Tel: (11) 2971-4105 - e-mail: [jkuhl@sabesp.com.br](mailto:jkuhl@sabesp.com.br)

**Endereço<sup>(4)</sup>:** Av Nove de Julho, 1854 – São Paulo – SP - Tel: (11) 2971-4079 – email: [rloliveira@sabesp.com.br](mailto:rloliveira@sabesp.com.br)

**RESUMO**

Os Distritos de Medição e Controle (DMC) surgem com um plano de operação que retorna benefícios para a manutenção e operação das redes de distribuição contribuindo para o menor impacto quando da necessidade da realização de fechamentos e considerável aumento do controle de vazamentos por meio da análise do indicador de vazões mínimas noturnas. Para implantação, é necessário, primeiramente, realizar a identificação dos padrões atuais de fechamentos, estudando-os com a finalidade de transformá-los em distritos de medição e controle. A escolha das DMCs deve seguir a forma mais economicamente viável seguindo as condições reais das redes de distribuição e a topologia natural assim como as fronteiras hidráulicas da rede. Para o controle da eficiência da DMC é necessário ter bem estabelecido quais indicadores serão utilizados para o acompanhamento dos resultados, tais como: controle das vazões noturnas, vazões e volumes médios para determinação do balanço hídrico e estabelecimento de parâmetros para comparação de resultados entre diferentes distritos. Associada aos controles por meio de indicadores, a manutenção preventiva contribui significativamente na redução das manutenções corretivas e, conseqüentemente, na redução das perdas reais. O melhor controle de áreas de distribuição pública de água à população atende inclusive as exigências das Agências Reguladoras de Saneamento.

**PALAVRAS-CHAVE:** Operação, Manutenção, Controle, Medição, Perdas, Preventiva.

**INTRODUÇÃO**

Atualmente, no caso de arrebentados, a operação dos sistemas de distribuição ocorre de forma predominantemente corretiva. Os fechamentos para os consertos são realizados pelo método convencional. Por se tratar de rede malhada, é necessária uma consulta à planta da rede de distribuição a fim de identificar quais válvulas devem ser fechadas. No momento do fechamento, na maioria das vezes, as válvulas identificadas podem estar indisponíveis por camadas de asfalto ou mecanicamente danificadas. Nessas condições muitas vezes será necessário executar um fechamento de uma área maior do que necessário.

As manutenções corretivas na rede de distribuição de água e nos ramais prediais são frequentes. Sabe-se, em muitos casos, porém, que um arrebentado de rede surge primeiro como um vazamento não visível, o qual se detectado preventivamente poderá ser consertado antes que se torne um vazamento visível.

Sendo assim, associar implantação de Distritos de Medição e Controle (DMC) com um plano de manutenção preventiva direcionada e associada com uma operação programada trará benefícios tanto para a manutenção como para a operação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### PRIMEIRA ETAPA: IMPLANTAÇÃO DOS DISTRITOS DE MEDIÇÃO E CONTROLE

Profissionais que lidam diariamente com manobras de válvulas hidráulicas conhecem bem a malha da rede de distribuição e, por este motivo, conseguem identificar rapidamente qual o melhor fechamento que afete um menor número de clientes, configurando o fechamento ideal. Contudo, tal procedimento torna-se inviável devido à indisponibilidade da válvula. Segundo o levantamento realizado através do Sistema de Informações Geográficas no Saneamento – SIGNOS, atualmente existem 120.000 válvulas de manobra na rede de distribuição de água, das quais pelo menos 40% estão inoperantes.

Quando as válvulas necessárias encontram-se indisponíveis o técnico executa um fechamento padrão de seu conhecimento, o qual muitas vezes trata-se de apenas uma ou duas válvulas. Em primeiro, plano é necessário identificar esses fechamentos padrões e transformá-los em DMCs. Acredita-se que, dessa forma, possa-se conceber uma grande quantidade de distritos de medição.

Áreas delimitadas que operam válvulas redutoras de pressão e *boosters* podem também ser consideradas DMCs, já que possuem toda a infraestrutura implantada para medição e controle.

Para as áreas remanescentes, elaborar estudos de implantação a partir da análise de plantas cadastrais definindo-se DMCs da forma mais economicamente viável, ou seja, não se prender muito aos conceitos pré estabelecidos e sim com as condições reais das redes de distribuição, ou seja, o processo de delimitação deverá tentar minimizar o custo de instalação e manutenção do esquema, procurando seguir a topologia natural e as fronteiras hidráulicas da rede. O controle da vazão mínima noturna, por meio da redução de vazamentos, pode não ser eficiente em uma DMC com grande extensão de rede e áreas com pequenas extensões podem não apresentar um gerenciamento economicamente viável.

O processo de delimitação das DMC deverá começar tendo por base as plantas cadastrais, levando-se em consideração todos os diâmetros de rede até, pelo menos, 75 mm. Diâmetros inferiores poderão ser incluídos progressivamente à medida que se refine a delimitação. O primeiro passo consistirá no estudo cuidadoso da porção de rede envolvida, recorrendo sempre que possível à experiência de modelação já existente e ao conhecimento direto por parte do pessoal de campo procurando identificar potenciais áreas críticas. Os problemas mais comuns nesta fase são a existência de áreas com pressões baixas e/ou de pontos de abastecimento considerados essenciais, duas situações especialmente vulneráveis nas manobras de reconfiguração de válvulas e redirecionamento de vazões.

Com a área do DMC pré-definida deve-se realizar o levantamento teórico de vazões, ponto crítico de abastecimento, identificação de válvulas limítrofes, dimensionamento e especificação das válvulas a serem substituídas ou implantadas, definição do ponto de medição de vazão/pressão, dimensionamento e especificação do medidor de vazão/pressão, avaliação de zonas mortas, problemas de água suja e avaliação inicial de custos.

Também nessa fase se deve efetuar uma varredura inicial para a detecção de vazamentos, visíveis e não visíveis, na área prevista para a instalação do DMC.

Com estas informações levantadas preparar a montagem dos balões (plantas cadastrais escala 1:2000) do setor de abastecimento definindo os DMC e elaborar os boletins de manobra de cada DMC,

### SEGUNDA ETAPA: ELABORAR RANKING DAS DMCs.

Baseado na teoria de vazão mínima noturna e índice de perdas real, estabelecer uma lista com as DMCs que devem ser priorizadas para realizar campanhas de detecção de vazamento, trocas preventivas e corretivas de ramais e hidrômetros e conserto de vazamentos visíveis e não visíveis.

### TERCEIRA ETAPA: PROGRAMAÇÃO E EXECUÇÃO DOS SERVIÇOS.

Nesta etapa, todos os concertos dos vazamentos visíveis e não visíveis ou qualquer outra manutenção que necessite de interrupção no abastecimento deverá ser realizada no menor prazo possível.

Com essa ação pretende-se, a partir de um cadastro dos clientes contidos na área desta DMC, implantar uma forma de Call Center Ativo, o qual irá comunicar antecipadamente sobre a data em que ocorrerá a interrupção do abastecimento.

### QUARTA ETAPA: DEFINIÇÃO DO CICLO ECONÔMICO DE DETECÇÃO

Podem-se adotar os seguintes critérios de início dos trabalhos em DMCs:

- acompanhamento do índice de perdas desde a campanha de serviços anteriores;
- números de vazamento visíveis que surgiram após a última campanha detecção;

- considerar a forma do perfil de vazão mínima noturna ou Fator de Pesquisa ( $FP = \frac{Q_{Mínima\_noturna}}{Q_{Média\_diária}}$ ), como indicador.

Para a maioria dos casos, o Fator de Pesquisa é mais indicado, pois não requer um cálculo muito refinado e pode ser aplicado em DMCs de qualquer tamanho.

Porém este método apresenta algumas limitações, como descrito abaixo:

Para as DMCs que apresentam consumos noturnos de usuários industriais ou comerciais irá apresentar vazões mínimas noturnas com valores elevados que não são necessariamente de vazamento. Para aferir melhor esses números será necessário um conhecimento dos Grandes consumidores da área delimitada e verificar se os mesmos possuem atividades que demandem água no período noturno.

Em muitas regiões a maioria das residências possui reservação onde no período noturno é que serão abastecidas, podendo este fato também prejudicar este cálculo.

Outro método de controle utilizado em esquema de medição é o de vazões máximas e médias. O método das vazões máximas e médias baseia-se no cálculo do balanço hídrico dentro de cada zona de medição, utilizando volumes de vazão medidos durante um intervalo de tempo, subtraindo das vazões medidas, todas as vazões de saída conhecidas. Este método é relevante para DMC permanentes, permitindo acompanhar a evolução ao longo do tempo e estabelecer Parâmetros de comparações na DMC.

### QUINTA ETAPA: EXECUÇÃO DE MANUTENÇÕES CORRETIVAS EMERGENCIAIS NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO.

Os vazamentos visíveis que surgirem por arrebentamento da rede de distribuição, causados por terceiros, por falha do material da tubulação ou ainda por fadiga do material, devem ser consertados o mais rápido possível. Para a execução destes consertos, caso seja necessário a interrupção do abastecimento, o operador irá realizar o fechamento da DMC assim que a equipe responsável pelo conserto estiver preparada para execução dos serviços, garantindo assim um menor tempo de fechamento. Em análises realizadas dos dados de número de reclamações acatadas no Call Center, os fechamentos que mais impactaram foram os de maior tempo de fechamento e não os de maior diâmetro.

Caso seja possível pode-se apenas garantir uma redução de pressão momentânea para a execução do serviço. Para exemplificar a atuação em DMCs segue abaixo o resumo dos trabalhos realizados e os resultados obtidos:

#### Principais atividades desenvolvidas

- Reconhecimento de área de execução da pesquisa de vazamentos na DMC Roland Garros;
- Estaqueamento da DMC;
- Auscultação dos cavaletes, hidrantes, válvulas e outros pontos acessíveis, com haste de escuta;

- Geofonamento da rede primária de distribuição, da rede secundária e ramais, nos pontos suspeitos e travessias;
- Apontamento de irregularidades;
- Verificação da situação das válvulas de manobra.
- Acompanhamento de reparos de vazamentos.

O quadro 1 apresenta as principais características físicas da área da DMC.

**Quadro 1 – Caracterização da DMC Roland Garros**

-Diâmetro de entrada da DMC: 300 mm;

-Diâmetro da tubulação: 500 mm;

-Extensão de rede: 17,2 KM;

-Número de ligações: 3.650;

-Número de economias: 4.415;

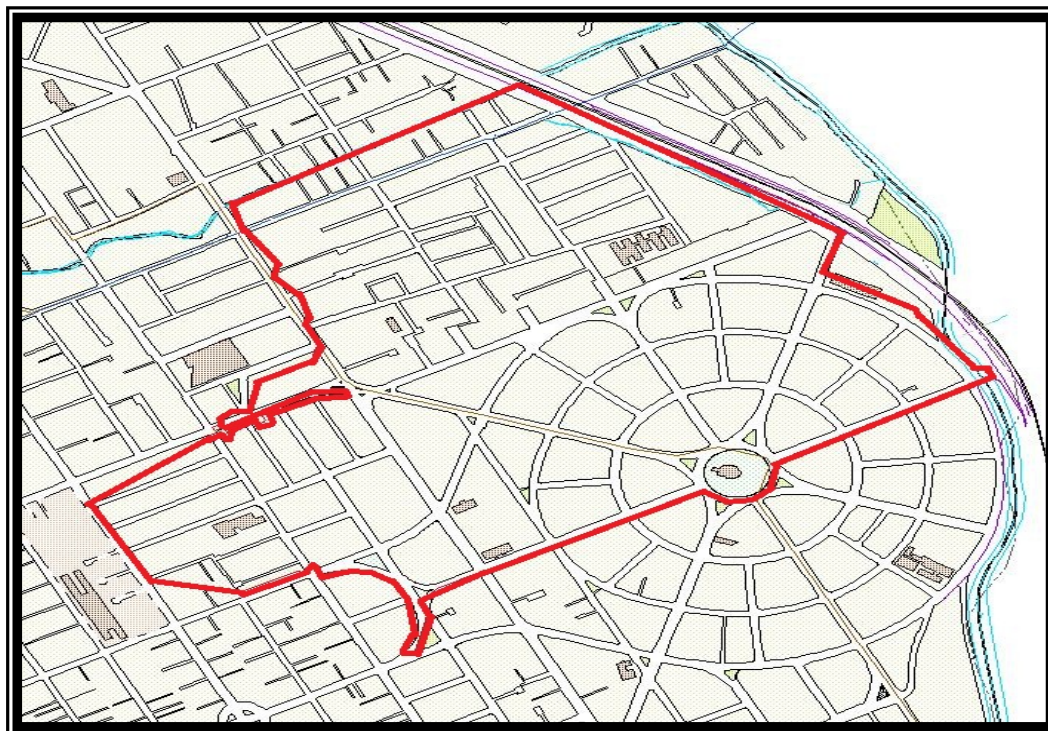
-Vazão média (DMC) = 37,2 L/s;

-Vazão Mínima Noturna = 17,88 L/s;

-Fator de pesquisa=VMN (noturna) /Qmédia (DMC) x 100=%

=17,88/37,2 x 100 = 48,06 %

**Figura 01 – Área da DMC Roland Garros**



### **Verificação da estanquidade do setor**

A verificação da estanquidade do subsetor foi realizada através do seguinte procedimento:

- Levantamento de informações em planta cadastral dos limites do subsetor;
- Atualização do limite do subsetor com os técnicos da Sabesp;
- Identificação em planta dos registros limítrofes do subsetor;
- Verificação em campo do status dos registros limítrofes: ok, entulhado, coberto;
- Medição de pressão dentro e fora do subsetor, objetivando identificar diferença na pressão medida e comprovar que o registro está fechado;
- Auscultação do registro limítrofe identificando possíveis passagens de água;
- Checagem, através de manobra, registros que apresentem pressão dentro e fora do subsetor equivalente.

Os resultados das verificações foram registrados em formulários, e são mostrados no quadro 2.



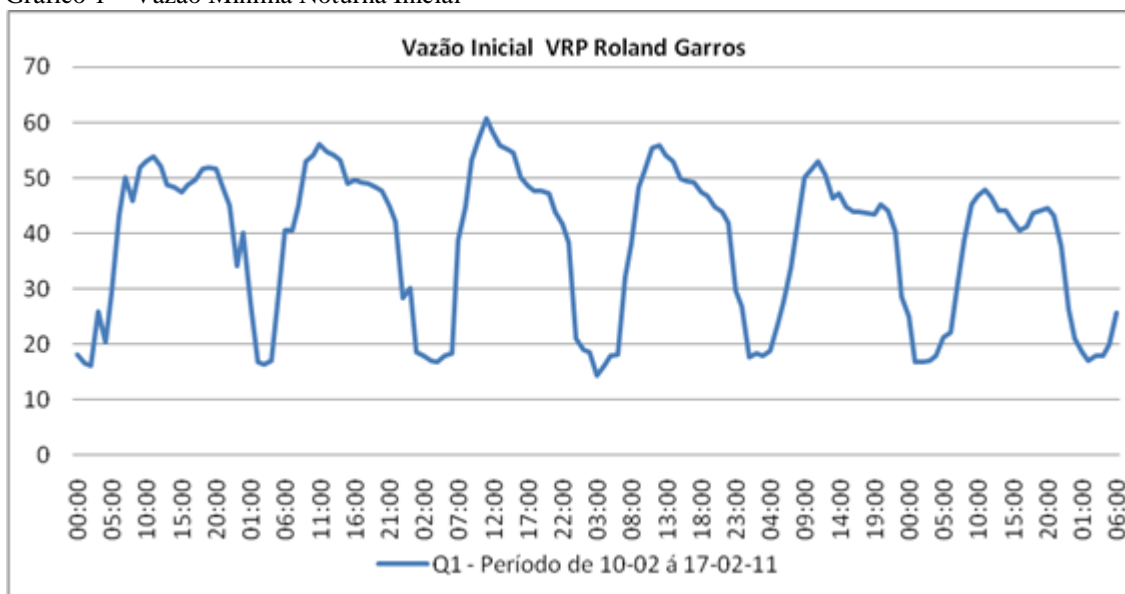
**Quadro 2 – Resultados do teste de estanqueidade**

DADOS RELATIVOS AO TESTE E MANOBRA					
Teste de Estanqueidade			Colaboradores Participantes:		
Início:	07:30	Término:	14:00	Nome: John Lennon Rodrigues Leão Nome: Anderson da Silva	
Registros Limítrofes					
Quantidade:	21				
Auscultção de Ruído:		NÃO			
Manobra:		FECHADO			
Pontos Externos e Internos ao Subsetor					
Local	Pressão Medida(mca)				Status do Registro
	Nº	Dentro	Nº	Fora	OK
R. Bom Jesus da Cachoeira	895	0	741	15	OK
Av. Edu Chaves	844	0	1	45	OK
Av. Edu Chaves/ R. Fernando Elias	948	0	1892	45	OK
Av. Edu Chaves/ Av. Roland Garros	948	0	992	35	OK
Av. Edu Chaves	895	0	999B	15	OK
Av. Edu Chaves	1365	0	999B	15	OK
R. Carlos dos Santos/ Av. Edu Chaves	1360	0	1215	15	OK
R. Carlos dos Santos/ Av. Edu Chaves	1228	0	65	25	OK
R. Carlos dos Santos/ R. Cap. Alcook	67	0	1339	20	OK
R. Cap. Rubens/ Av. Edu Chaves	158	0	1339	20	OK
R. Cap. Rubens/ Av. Edu Chaves	1182	0	1127	45	OK
R. Francisco Ferreira Carvalho	1703	0	142	15	OK
R. Cap. Rubens/ R. Tem. Mario Barbedo	284	0	32	15	OK
Pç. Com. Eduardo de Oliveira	35	0	467	15	OK
R. Tem. Mario Barbelo	563	0	491	15	OK
R. Major Baracca	919	0	817	15	OK
R. Major Baracca	919	0	817	15	OK
R. Cap. Busse	586	0	608	15	OK
R. Pascoa/ Pavan/ Av. Edu Chaves	49B	0	739	45	OK
R. Dr. Ciro de Castro Almeida/ Edu Chaves	37	0	739	45	OK
Av. Sanatorio/ Av. Edu Chaves	1424	0	739	45	OK

### Medição inicial da vazão

Os dados foram coletados a partir das informações do sistema de telemetria referentes ao mês de Fevereiro/2011, e estão apresentados no gráfico 1:

Gráfico 1 – Vazão Mínima Noturna Inicial



Estabeleceu-se com a fiscalização que a vazão mínima noturna inicial para os trabalhos a serem realizados na DMC Roland Garros seria de: **17,88 l/s**, conforme demonstrado na tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios da Qmin

Dia da Semana	Qmin
Quinta	23,06
Sexta	16,56
Sábado	16,91
Domingo	15,18
Segunda	18,26
Terça	17,41
Quarta	17,80
<b>Qmin (Média)</b>	<b>17,88</b>

### Pesquisa e detecção de vazamentos

As pesquisas foram realizadas de acordo com o Procedimento 051 Abende, com a utilização de hastes de escuta e geofones para a localização de vazamentos não visíveis.

Durante as atividades não foi verificado a existência de vazamentos visíveis nas ruas pesquisadas.

O quadro 3 resume as ocorrências encontradas:

**Quadro 3 – Resumo das pesquisas realizadas**

<b>Planta</b>	<b>100-0114</b>	<b>100-0128</b>	<b>Total</b>
Extensão Pesquisada (Km)	5,38	11,82	<b>17,2</b>
<b>VAZAMENTOS NÃO VISÍVEIS</b>			
Em Rede	2	1	
Em Ramal	9	15	
Em Ferrule	1		
Em Pé/Cav		8	
<b>Total</b>	<b>12</b>	<b>24</b>	<b>36</b>
<b>VAZAMENTOS VISÍVEIS</b>			
Em Rede			
Em Ramal			
Em Ferrule			
Em Pé/Cav			
<b>Total</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>
<b>OCORRENCIAS DE IRREGULARIDADES</b>			
Suspeita de fraude		<b>6</b>	
Ligação Inativa			
<b>Total</b>			
<b>Índice de vazamento não visível por KM de rede pesquisada</b>	2,23	2,03	2,09

Após a realização das pesquisas observou-se que seria necessário realizar a interrupção no abastecimento apenas para conserto de um único vazamento. Os detalhes desse fechamento são apresentados no quadro 4.



**Quadro 4: Detalhes do fechamento realizado para conserto de vazamento não visível.**

<b>DADOS DA SOLICITAÇÃO</b>	
Número da Solicitação: : 12587 : Data Solic: 30/3/2011 10:46:35	
Polo: Vila Maria Rua: CAP RUBENS Nº:321 Bairro: PQ EDU CHAVES	
Motivo Fechamento: ARREBENTADO	
Serviço Programado? <b>SIM</b> Tempo execução: 03:00 Ref. Guia: 44 C 26 Equipe Local? <b>SIM</b>	
Equipe Executante: CONTRATO	
Observação: ARREBENTADO	
<b>DADOS DO FECHAMENTO</b>	
Data Fech: 30/3/2011 11:35:00 Diam. Rede: 200mm Diam. Fechamento: 400mm	
Setor: EDU CHAVES Previsão: 30/3/2011 14:35:00	
Área Afetada pelo Fech: AREA DA DMC ROLAND GARROS	
<b>DADOS PARA EQUIPE DE MANUTENÇÃO</b>	
Data Passado Equipe: 30/3/2011 11:40:20 Tempo execução 2: Previsão: 30/3/2011 14:35:00	
<b>DADOS SOLICITAÇÃO DE ABERTURA</b>	
Serviço exec: Arrebentado de rede / Vazamento Solic abert: 30/3/2011 16:56:41	
<b>DADOS DA ABERTURA</b>	
Data Abertura: 30/3/2011 17:25:29	
Esta Aberta: SIM	
Tempo total de fechamento: 06:10:00	

**RESULTADOS ALCANÇADOS**

Os dados foram coletados a partir das informações do sistema de telemetria referentes ao mês de Fevereiro/2011, conforme quadro 5:

**Quadro 5: Valores da redução da vazão mínima noturna**

<b>Semana</b>	<b>Q1</b>	<b>Q2</b>
Quinta	23,06	15,48
Sexta	16,56	15,50
Sábado	16,91	15,21
Domingo	15,18	14,86
Segunda	18,26	15,69
Terça	17,41	15,65
Quarta	17,80	14,19
<b>Média</b>	<b>17,88</b>	<b>14,82</b>

O Resultado final foi uma diminuição de 14,82% na vazão mínima noturna além de uma diminuição da vazão média conforme gráficos 2 e 3 a seguir:

Gráfico 2 – Comparativo das vazões mínimas noturnas

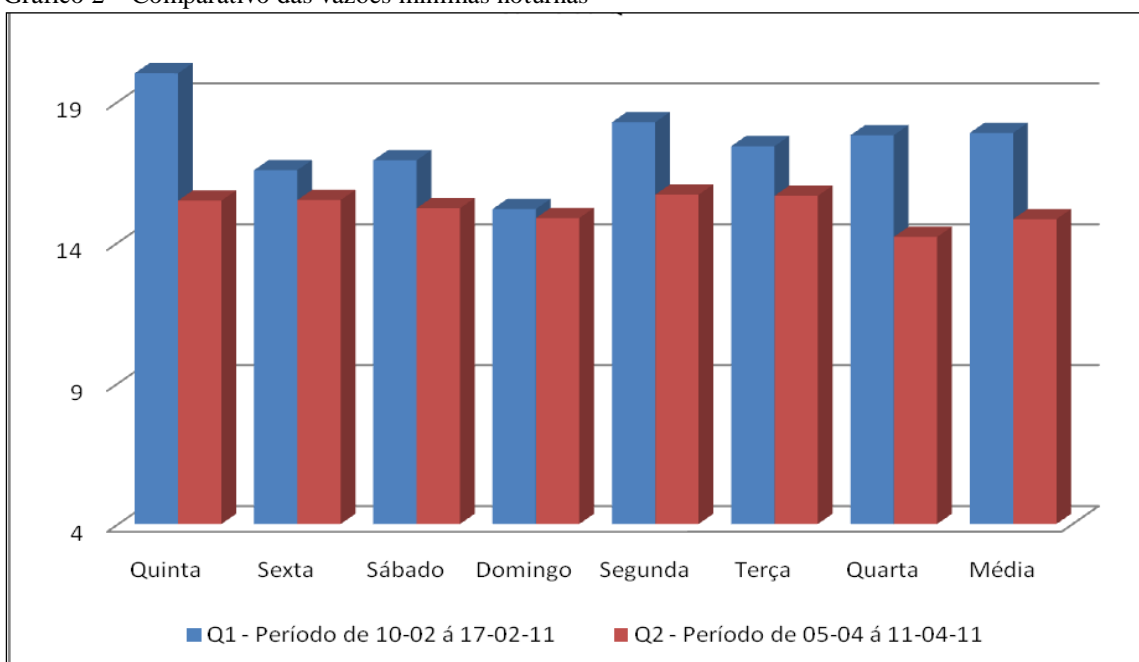
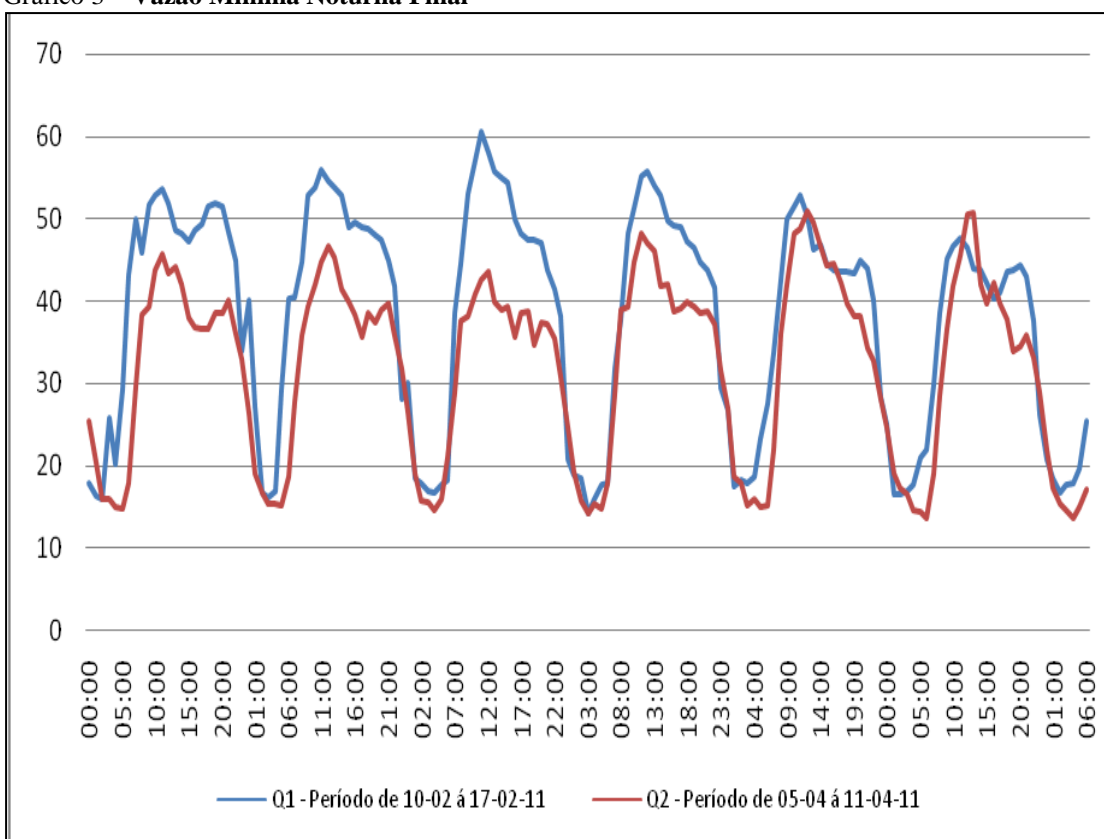


Gráfico 3 – Vazão Mínima Noturna Final



## CONCLUSÕES

A implantação de DMCs em grandes centros metropolitanos representa um grande avanço quanto a operação dos sistemas de distribuição. Contudo, devido às falhas cadastrais, tal implantação deve ocorrer o mais breve possível, tendo em vista o aproveitamento do conhecimento dos profissionais envolvidos nas atividades de manobra das válvulas hidráulicas, antes que estes se aposentem.

A redução da área de setores de abastecimento propicia um melhor controle do sistema e torna mais rápida a identificação do aumento de perdas reais.

Recomenda-se que, para a implantação de DMCs, escolham-se primeiramente os setores de abastecimentos mais críticos em relação a perdas assim como os de maior extensão.

Para o melhor acompanhamento dos resultados de uma DMC, uma modelagem hidráulica pode ser aplicada para identificação do comportamento esperado do desempenho quanto ao abastecimento e as perdas.

Com a modernização e disponibilidade de novos equipamentos de automação, pode-se prever ainda uma operação remota para as DMCs de maior porte.

Com a implantação das DMCs e utilização das mesmas como um plano de manutenção preventiva das redes de distribuição de água espera-se os seguintes resultados em dois principais aspectos do negócio:

### **Operação.**

Viabilizar a realização do melhor fechamento, reduzindo, desta forma, a área afetada pelo desabastecimento de água e otimizando as atividades das equipes de manobra.

Neste caso, ao longo dos anos tem-se observado que muitas válvulas foram esquecidas fechadas, resultando numa deficiência de abastecimento de difícil solução.

Quando se fala em implantação de DMC, a única válvula que o operador irá manusear será a da entrada da DMC, a qual estará sempre disponível por se tratar de uma estrutura diferenciada, e mesmo que necessite de manutenção ou de descobrimento, ainda assim, trata-se apenas de uma única válvula.

Quanto a extensão de rede afetada com o fechamento de um único registro de grande diâmetro da entrada da DMC, em análises realizadas observou-se que devido a reserva domiciliar, o impacto no abastecimento ocorre mais devido ao tempo de interrupção do que devido ao diâmetro do fechamento.

### **Manutenção**

No atual cenário de um sistema de distribuição de água, nota-se a execução de grande quantidade de manutenção corretiva e a não priorização das ações preventivas. Com a implantação de DMCs, associada às manutenções preventivas, espera-se uma diminuição das manutenções corretivas, redução e controle das perdas reais, configurando, desta forma, o principal objetivo da implantação de uma DMC. E ainda, atender as exigências das Agências Reguladoras de Saneamento quanto ao plano de manutenção preventiva dos componentes das redes de distribuição.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MINISTÉRIO DAS CIDADES – SECRETARIA NACIONAL DE SANEAMENTO AMBIENTAL. *Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos*. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Brasília, 2002.
2. SABESP/BBL. *Metodologias para Análise e Caracterização do Relacionamento entre Perdas Físicas e Variação de Pressão na Rede de Distribuição de Água*, São Paulo, 1999.
3. SABESP. *Distrito de medição e controle – DMC, Distrito de Manobra – DM, Programa de desenvolvimento Operacional, Subprograma implantação de Distrito de medição e controle e Distrito de Manobra*, São Paulo, 2008
4. TSUTIYA, MILTON T. e TARDELLI F., JAIRO. *Abastecimento de Água –Capítulo 10- Controle e Redução de Perdas*. Departamento de Engenharia Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
5. SABESP/SANESI. *Prestação de serviços de redução de perdas reais através da diminuição da vazão mínima noturna com pesquisa e detecção de vazamentos não visíveis em distritos de medição e controle (DMC) e pesquisa de Vazamentos visíveis em redes de abastecimento dos Pólos de Manutenção de Vila Maria da Unidade de Negócio Norte – Diretoria Metropolitana M*. São Paulo, 2011