

SISTEMAS DE SANEAMENTO

EFICIÊNCIA ENERGÉTICA

HEBER PIMENTEL GOMES
organizador



SISTEMAS DE SANEAMENTO

Eficiência Energética

Heber Pimentel Gomes
Organizador

Editora Universitária – UFPB
João Pessoa, Brasil - 2010

7 Estimativa da energia elétrica consumida no bombeamento do volume de água não faturado no 3º setor de distribuição de água de Belém - Pará

Gilberto Caldeira Barreto, Rodrigo Santos de Sá, João Henrique Macedo Sá e José Almir Rodrigues Pereira

Universidade Federal do Pará - Belém, Brasil

INTRODUÇÃO

Com a instituição do Plano Nacional de Saneamento - PLANASA, em 1971, a oferta de serviços públicos de abastecimento de água no Brasil teve avanços consideráveis no país que, segundo Miranda (2002), foi caracterizado por grandes obras. Essa expansão absoluta da oferta de água ocorreu com maior ênfase nas unidades de produção (captação, adutora e tratamento), tendo o setor de distribuição e as ações de desenvolvimento operacional menor atenção, recursos mais modestos e menor evolução tecnológica.

Nessa época, o bem-estar da população estava diretamente relacionado ao aumento do consumo de água, que era usada em abundância e entendida como bem inesgotável, portanto, com a sociedade tendo pouca preocupação em conter desperdícios e em promover o uso racional da água.

Por causa da crise econômica da década de 80, os investimentos em obras de saneamento diminuíram, apesar da necessidade de aumentar a oferta do serviço de abastecimento de água, e assim aconteceu por meio de soluções pragmáticas a expansão indiscriminada de redes de distribuição (MIRANDA, 2002).

Contudo, o pequeno investimento em desenvolvimento institucional, a falta de controle operacional, as expansões desordenadas das redes de distribuição de água e a cultura generalizada do desperdício, associadas às pressões urbanas resultantes do crescimento populacional descontrolado, resultaram, com o passar dos anos, na depredação dos sistemas de abastecimento de água, configurando cenário ideal para o aumento das perdas nesses sistemas.

Cheung e Reis (2006) ressaltam que infraestruturas deterioradas em sistemas de distribuição de água podem provocar perdas por vazamentos, diminuição da capacidade de transporte de água, falhas nos componentes do sistema, elevação nos custos de manutenção e operação, constantes interrupções do funcionamento dos sistemas e diminuição da sua confiabilidade, com isso perda de água e de energia elétrica.

Segundo BRASIL (2004), as perdas em sistemas públicos de abastecimento de água são consideradas como a totalidade dos volumes de água não contabilizados pela concessionária, englobando tanto as perdas reais (físicas), que representam a parcela não consumida, como as perdas aparentes (não físicas), que correspondem à água consumida e não registrada.

Para Gomes (2004), o controle operacional de um sistema de abastecimento de água ocorre quando se tem efetivamente o monitoramento e o controle dos parâmetros hidráulicos e elétricos de todas as unidades que compõe o sistema a cada instante do dia. Tsutiya (2004) resalta ser fundamental quantificar as perdas reais, o que é relativamente fácil, porque, para isso, basta obter a diferença entre o Volume Disponível ao Sistema e os Volumes Autorizados. Entretanto o rateio entre as perdas físicas e as perdas não físicas é mais complexo, e exige a adoção de diversas hipóteses ou a realização de vários ensaios de campo

Vale observar que o volume perdido de água implica em perda da energia elétrica utilizada nas estações elevatórias e de tratamento, o que, naturalmente, é diretamente relacionado com o aumento da despesa de exploração desse tipo de serviço, ou seja, perder água é perder dinheiro ou, então, transferir essa conta para terceiros, no caso específico o Estado ou os usuários do sistema de abastecimento de água.

Tsutiya (2004) resalta que o combate às perdas e ao desperdício de água implica na redução do volume de água não contabilizado, exigindo a adoção de medidas que reduzam as perdas reais e aparentes,

para diminuir os custos de produção (consumo de energia, de produtos químicos e outros), melhorar a eficiência dos serviços prestados e viabilizar o equilíbrio financeiro das prestadoras de serviços.

Assim, avaliar a operação de cada unidade do sistema de abastecimento de água, estimando as perdas de água e de energia elétrica, é estratégia importante para o estabelecimento de metas e definição das intervenções que melhorem o desempenho operacional e financeiro da concessionária responsável pelo sistema.

No caso do setor de distribuição de água, é preciso avaliar se a rede está devidamente isolada para receber o volume de água bombeado e distribuído, pois, caso contrário, esse volume projetado para o abastecimento de determinado setor pode ser transportado para outro setor, prejudicando, portanto, o consumo de energia elétrica, o faturamento e os indicadores de desempenho no setor de origem.

Nesse sentido, no presente texto são determinados os valores de perdas de água e de energia elétrica relacionados com o volume de água não consumida no 3º setor da zona central da Região Metropolitana de Belém.

DESENVOLVIMENTO

Como área de estudo foi utilizada o 3º setor de abastecimento de água, que atende 94.289 habitantes da área central do município de Belém, capital do Estado do Pará. Esse setor integra o sistema Utinga – São Braz – 1º, 2º e 3º setor, é gerenciado pela Companhia de Saneamento do Pará – COSANPA e constituído pelas unidades de reservação, elevação e rede de distribuição de água, conforme representado na Figura 1.

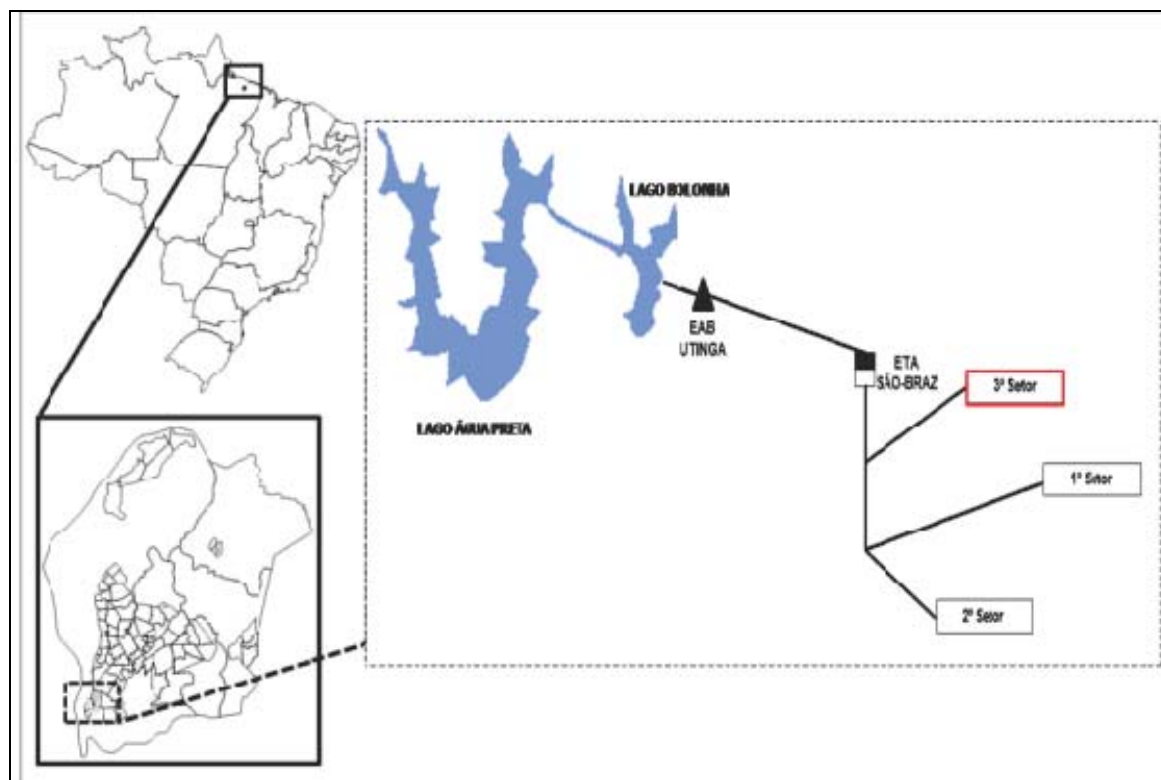


Figura 1 – Sistema Utinga – São Brás – 1º, 2º e 3º setor abastecimento de água da RMB.

A água bruta captada em manancial superficial é tratada na ETA São Brás antes de ser encaminhada para os 3 setores de distribuição de água. O volume encaminhado ao 3º setor é armazenado em reservatório apoiado de concreto armado (8.600 m³, altura útil de 5,60m). Em seguida, o volume de água é recalcado por 3 conjuntos motor e bomba - CMB, do tipo centrífuga com acoplamento (motor trifásico), potência de 150 CV, vazão nominal de 868 m³/h, altura manométrica de 35 metros e rotor de 11 ½", para reservatório elevado cilíndrico em concreto armado (320 m³, altura do fundo de 20,40 metros e altura do

copo de 7,50 metros), quando, então, é distribuído por gravidade para a rede de distribuição de água do 3º setor, conforme ilustrado na Figura 2. Contudo, a falta de setorização faz com que parte do volume de água seja exportado para outros setores, muitas vezes sem que essa passagem seja controlada pela concessionária.

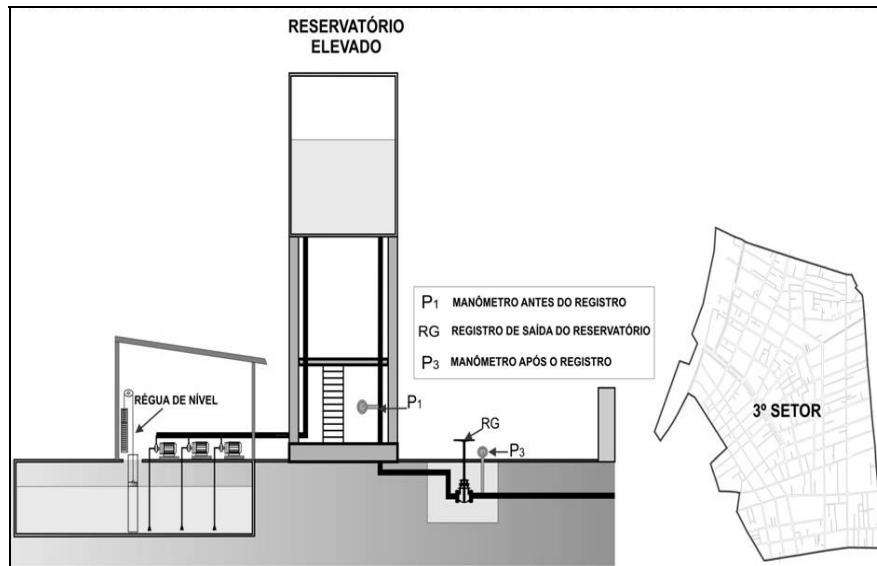


Figura 2 – Layout das unidades reservação e elevação do 3º Setor de abastecimento de água da RMB.

O trabalho foi desenvolvido no período de janeiro a dezembro de 2006, tendo 3 etapas. O objetivo da primeira etapa foi a determinação teórica de parâmetros operacionais, para possibilitar a comparação com os parâmetros obtidos na etapa 2, na qual foram desenvolvidas atividades de monitoramento das unidades de reservação e de elevação de água. Na terceira etapa foram estimadas as perdas de água e energia elétrica no 3º Setor.

ETAPA 1 - DETERMINAÇÃO TEÓRICA DE PARÂMETROS OPERACIONAIS

Nessa etapa foi avaliada a operação do sistema de abastecimento de água, de acordo com os requisitos observados no projeto de engenharia. Para isso foram calculados:

- O “consumo efetivo teórico de água” (demanda média),
- O “consumo efetivo teórico de água” para o dia de maior demanda,
- O “consumo efetivo teórico de água” para o dia e hora de maior demanda,
- Os volumes de reservação dos reservatórios apoiado e elevado,
- A potência de operação dos CMBs da estação elevatória de água tratada;
- O consumo de energia teórica da estação elevatória de água tratada.

No “consumo efetivo de água” foi considerando que cada pessoa abastecida utiliza 200 litros de água por dia. Para o “consumo teórico de energia elétrica” foram considerados: vazão de projeto, altura manométrica teórica e rendimento teórico das bombas e dos motores.

ETAPA 2 - AVALIAÇÃO DA OPERAÇÃO DO 3º SAA

Essa etapa foi dividida em 4 fases, para avaliação da operação do 3º setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém:

Fase 1 - Monitoramento da operação do reservatório apoiado

O objetivo dessa fase foi acompanhar a operação do reservatório apoiado por 48 horas consecutivas, sendo verificada a variação do nível d'água, o volume de reservação de água mantido rotineiramente na unidade e a instrumentação disponibilizada para controle do nível d'água e das vazões de entrada e saída do reservatório. Nessa fase também foram analisadas as planilhas de controle operacional da COSANPA referentes ao mês de agosto de 2006, especialmente os dados relacionados com o nível do reservatório apoiado.

Fase 2 - Monitoramento da operação da estação elevatória

O monitoramento das atividades operacionais da estação elevatória do 3º setor foi realizado durante 48 horas consecutivas, sendo verificado o funcionamento dos CMBs a cada hora, com o registro horário dos acionamentos ou desligamentos dos motores. Também foi instalado analisador de energia tipo MI 2192 METREL no quadro de comando, para possibilitar o monitoramento dos valores de tensão e de corrente durante a operação dos CMBs, sendo esses dados registrados de um em um minuto. Nessa Fase ainda foi verificado o consumo de energia elétrica a cada hora.

Os dados de tensão e corrente foram convertidos em potência e energia kWh, e obtidos os valores médios para cada hora, sendo, então, analisadas as planilhas de controle operacional da COSANPA referentes ao mês de agosto de 2006, especialmente as informações de horário de funcionamento dos CMBs.

Finalizado essa fase foram analisadas as planilhas de controle mensal da COSANPA referentes à distribuição de água e ao consumo de energia elétrica no 3º setor do período de outubro de 2005 a setembro de 2006.

Fase 3 - Monitoramento da operação do reservatório elevado

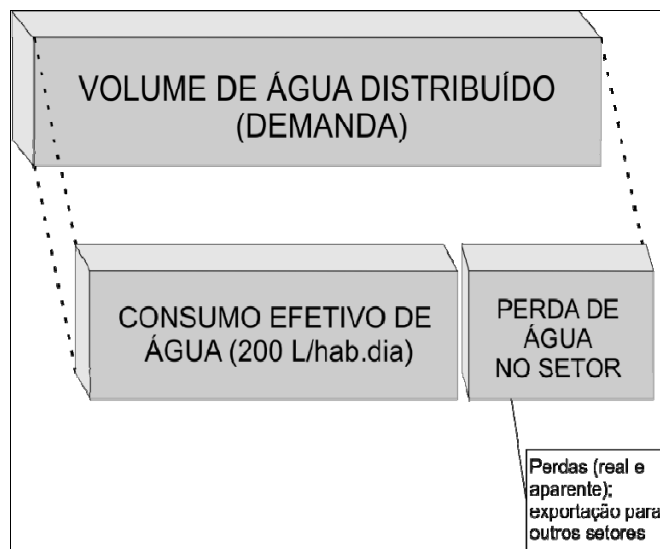
Foi realizado o acompanhamento da operação do reservatório elevado por 48 horas consecutivas, sendo verificada a variação do nível da lâmina líquida, o volume de água reservado na unidade e a instrumentação disponibilizada para controle do nível d'água e das vazões de entrada e saída do reservatório. Também foi obtido o hidrograma de vazão e analisadas as planilhas de controle operacional da COSANPA referentes ao mês de agosto de 2006, especialmente os dados relacionados com o nível do reservatório elevado.

Fase 4 – Identificação das Interligações da rede de distribuição do 3º setor

Foram levantadas as informações do projeto e do cadastro técnico da rede de distribuição de água do 3º setor, sendo identificadas as tubulações que transportavam água distribuída do 3º setor para outros setores. Nesse levantamento foram identificadas as localizações, os diâmetros e tipo de material das tubulações.

ETAPA 3 – ESTIMATIVA DA PERDA DE ÁGUA E ENERGIA NO 3º SAA

Nessa Etapa 3 foi definida a perda de água como a diferença entre o “volume de água distribuído” e o “consumo efetivo teórico de água”. O volume correspondente ao “consumo efetivo teórico de água” foi calculado com base na população abastecida no 3º setor no ano de 2006, considerando o valor per capita líquido (consumo efetivo) de 200 L/hab.dia, conforme apresentado no Esquema 1.



Esquema 1 – Definição de perda de água em sistema de abastecimento de água.

Os dados das vazões distribuídas foram obtidos no setor de pitometria da COSANPA, e foram referentes ao período de outubro de 2005 a setembro de 2006.

O consumo de energia na estação elevatória foi determinado por meio da instalação de analisador de qualidade de energia tipo MI 2192 METREL em um dos 3 CMBs, no caso o CMB-01. Os dados de tensão e corrente, obtidos para um período de 48 horas consecutivas de operação do CMB-01, possibilitaram o cálculo da energia consumida, com esse resultado extrapolado para os dois outros conjuntos motor e bomba.

A perda de energia foi estimada em função do “volume de água perdido” no sistema de abastecimento de água do 3º Setor, e da relação “kWh/m³” obtida na segunda fase da Etapa 2 no monitoramento da operação da estação elevatória.

Nesta etapa também foram estimados os custos com a produção de água, especialmente os custos com o consumo de energia elétrica. Esses valores foram calculados com base nos dados obtidos das planilhas de controle mensal da COSANPA.

RESULTADOS

Nessa etapa foram calculados o consumo efetivo teórico de água e o consumo teórico de energia elétrica e adotados os seguintes parâmetros. Vale observar que esses consumos foram determinados considerando a operação do 3º setor de distribuição de água, de acordo com as condições ideais de projeto:

- Abastecimento de toda população no ano de 2006: 94.289 habitantes;
- Consumo per capita efetivo: 200 L/hab.dia;
- Coeficiente do dia de maior demanda: $K1 = 1,20$;
- Coeficiente do dia e hora de maior demanda: $K1 = 1,50$;
- Funcionamento dos CMBs: 16 horas diárias;
- Aceleração da gravidade: $9,80 \text{ m/s}^2$;
- Operação dos CMBs: 2+1 (dois CMBs operando, e um CMB reserva);
- Coeficiente de Hazen Willans: $C=100$ (tubo velho) e $C=140$ (tubo novo).

A soma dos valores do consumo efetivo e das perdas resulta na demanda de água, que no Plano diretor do Sistema de Abastecimento de Água da RMB foi estabelecida em 250 L/hab.dia.

No Quadro 1 são apresentados os parâmetros operacionais teóricos calculados para o 3º Setor.

Quadro 1– Parâmetros operacionais teóricos do 3º setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém.

PARÂMETROS	VALOR
a) Consumo efetivo teórico de água médio, em m ³ /mês	565.733
b) Volume total de reservação, em m ³	4.322,02
- Volume do reservatório apoiado, em m ³ (2/3 do volume total)	2.881,34
- Volume do reservatório elevado, em m ³ (1/3 do volume total)	1.440,67
c) Potência Teórica do CMB (kW)	58
d) Funcionamento dos CMBs (horas/dia)	16
e) Consumo mensal de energia em kWh (considerando dois CMBs em operação)	55.680
f) Custo mensal com energia, em R\$ (considerando dois CMBs em operação)	11.136,00
g) Consumo de energia em kWh/m ³	0,08

AValiação da Operação do 3º Setor de Abastecimento de Água

Em relação à estrutura e a operação do reservatório apoiado, da estação elevatória e do reservatório elevado foram identificados os seguintes problemas:

Reservatório apoiado

- A instrumentação disponível é insuficiente e inadequada para o monitoramento dos parâmetros operacionais, no caso o nível de água e as vazões de entrada e saída do reservatório;
- Apesar do volume do reservatório apoiado (8.600 m³) ser quase 3 vezes superior ao volume de reservação necessária (2.881 m³), 45% desse volume não era utilizado na operação do 3º Setor.

Estação elevatória

- Não há instrumentação para controle operacional, ou seja, não existe série histórica de dados de vazão, pressão e consumo de energia elétrica etc.
- A operação dos CMBs não ocorre de acordo com o previsto no projeto do 3º Setor, ou seja, não é do tipo “2+1”. Atualmente os 3 CMBs operam diariamente em operação do tipo “1+2” (funcionamento de apenas 1 CMB), do tipo “2+1” (funcionamento de dois CMBs) e do tipo “3+0” (funcionamento de 3 CMBs, simultaneamente);
- Esses CMBs são operados com a seção de saída estrangulada por registro do tipo gaveta, o que altera a perda de carga e reduz a eficiência;
- O acionamento dos conjuntos motor e bomba é do tipo Partida Direta, mais conhecida como “partida On/Off”. Nesse tipo de partida o motor inicia a operação com corrente superior a corrente nominal, o que resulta em potência muito superior à potência nominal, aumentando principalmente o custo com energia. As “partidas On/Off” também aumentam o desgaste dos equipamentos eletromecânicos, diminuindo a vida útil dos mesmos, com possibilidade de paralisação na operação para troca ou manutenção dos CMBs.
- Nos horários de ponta, em que o custo da energia elétrica no Estado do Pará é três vezes mais caro, não há paralisações dos CMBs, tendo 20% das horas totais trabalhadas nesse horário com operação do tipo 3+0 (3 CMBs funcionando simultaneamente);
- Não há rotina operacional de funcionamento dos CMBs, não sendo bem definidos os períodos de operações dos tipos 1+2, 2+1 e 3+0.

Reservatório elevado

- A instrumentação para controle do reservatório elevado é insuficiente e inadequada. O monitoramento do nível de água é realizado indiretamente por meio de réguas e manômetros, e a vazão de saída do reservatório elevado é medida por meio de tubo de Pitot, porém essa medição não é contínua;
- O volume do reservatório elevado é cerca de 22,22% da reserva teórica calculada para o reservatório elevado do 3º Setor, o que requer maior capacidade de operação dos CMBs na tentativa de manutenção de pressão na rede de distribuição de água.

PERDA DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA NO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Com base no relatório operacional da COSANPA, em média foram distribuídos 989.580 m³/mês de água no período de outubro de 2005 a setembro de 2006, com os valores máximo e mínimo de 1.076.400 m³/mês e 69.040 m³/mês, respectivamente, conforme apresentado na Figura 3.

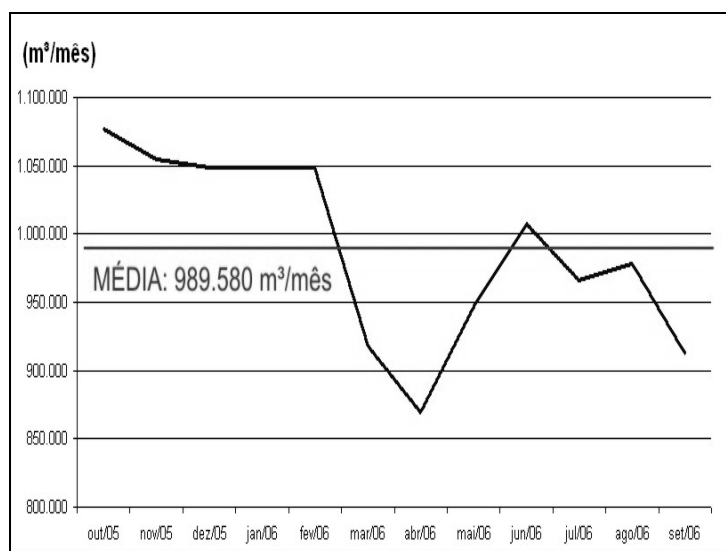


Figura 3 – Volume de água distribuído no 3º Setor de abastecimento de água da RMB no período de outubro de 2005 a setembro de 2006.

Considerando o volume médio de água distribuído no 3º setor de 989.580 m³/mês e a população abastecida de 94.289 habitantes, foi obtido o valor médio da demanda de água per capita de 349,84 L/hab.dia. Esse valor excede em 39,94% o valor da demanda média (250 L/hab.dia) recomendada no Plano Diretor do sistema de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém-PA (200L/hab.dia de consumo efetivo e 50L/hab.dia de perda aceitável).

Com isso, a estimativa do volume perdido de água no 3º Setor foi realizada considerando-se:

- Volume médio de água distribuído por mês, do período de outubro de 2005 a setembro de 2006;
- Demanda média de água do Plano diretor do sistema de abastecimento de água da RMB (250 L/hab.dia, sendo 200L/hab.dia de consumo efetivo e 50L/hab.dia de perda aceitável);
- Perda calculada como a diferença entre o volume distribuído e o volume correspondente ao consumo efetivo de água de 200L/hab.dia).

Assim, considerando o valor do consumo efetivo de 200L/hab.dia previsto no Plano diretor do sistema de abastecimento de água da RMB e o volume de água distribuído no período de outubro de 2005 a setembro de 2006, foi obtido o valor médio da perda do volume de água de 423.847 m³/mês (42,58 %), que corresponde ao volume efetivamente perdido na rede do 3º setor somado ao volume exportado para outros setores.

Na Figura 4 é mostrado o valor da perda média mensal do volume de água no 3º setor de abastecimento de água da RMB.

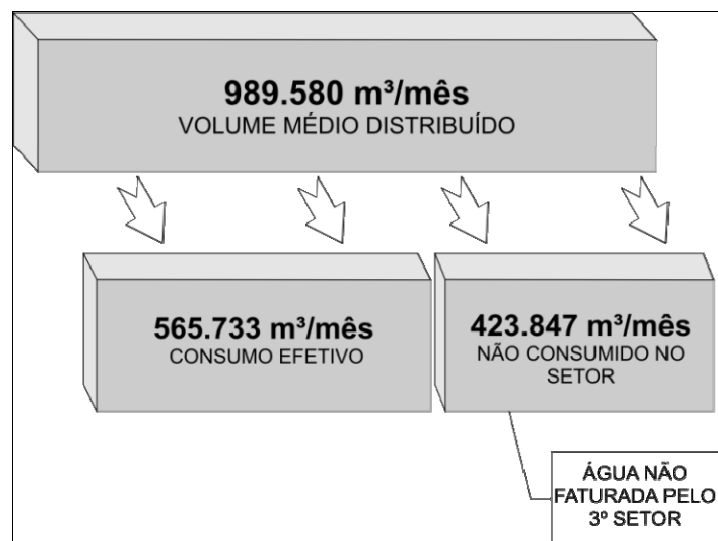


Figura 4 - Perda média mensal do volume de água no 3º setor de abastecimento de água da RMB.

Na Figura 5 é mostrado o valor percentual da perda de água no período de outubro a setembro de 2006.

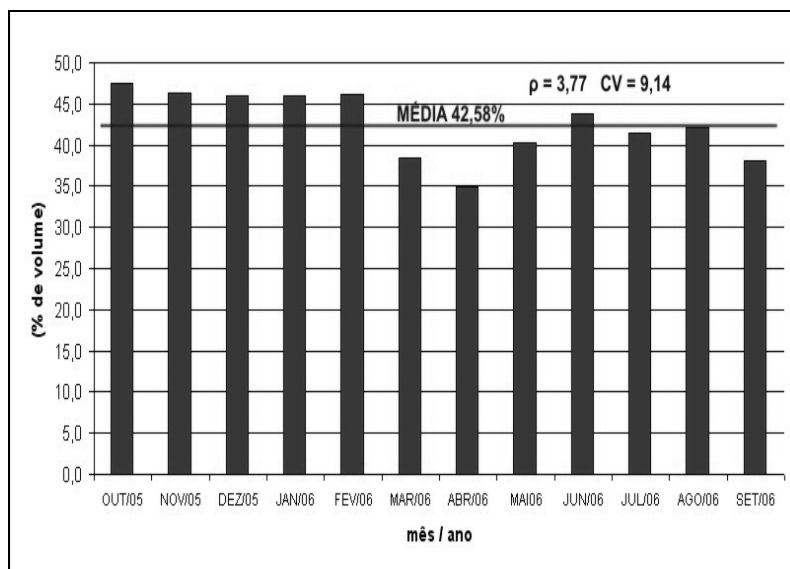


Figura 5 – Perda média de água em percentual no 3º Setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém no período de outubro de 2005 a setembro de 2006

Fonte: Companhia de Saneamento do Pará, 2006.

CONSUMO DE ENERGIA ELÉTRICA

Na Tabela 1 são apresentados os consumos de energia elétrica medidos na elevatória do 3º setor e o volume de água bombeado no período de 15h00min do dia 08/08/2006 às 13h00min do dia 09/08/2006.

Tabela 1: Informações do consumo de energia elétrica medido no período de 15h00min do dia 08/08/2006 às 13h00min do dia 09/08/2006 na elevatória do 3º Setor.

HORA	VOLUME BOMBEADO (m³)	TOTAL (kWh)
15h00min	1.704,83	483,57
16h00min	1.674,19	479,91
17h00min	1.633,31	476,61
18h00min	1.576,34	326,98
19h00min	1.498,59	325,92
20h00min	1.340,70	327,36
21h00min	1.338,02	324,00
22h00min	1.012,76	158,62
23h00min	660,76	158,62
24h00min	596,91	158,62
01h00min	627,04	158,62
02h00min	632,82	158,62
03h00min	637,64	158,62
04h00min	679,67	158,62
05h00min	907,02	317,25
06h00min	1.267,72	317,25
07h00min	1.529,75	317,25
08h00min	1.589,31	317,25
09h00min	1.661,16	317,25
10h00min	1.704,51	377,55
11h00min	1.705,89	495,33
12h00min	1.759,28	485,94
13h00min	1.768,03	479,31
TOTAL	29.506,25	7.279,10

O consumo total de energia elétrica no período avaliado foi de 7.279,07 kWh, sendo verificado que os horários de maior e de menor consumo de água foram as 13h00min e as 24h00min, respectivamente.

No período do estudo foi observado volume de água bombeado na estação elevatória de 29.506,25 m³, com consumo médio de energia elétrica no bombeamento da ordem de 0,25 kWh/m³ (Figura 6).

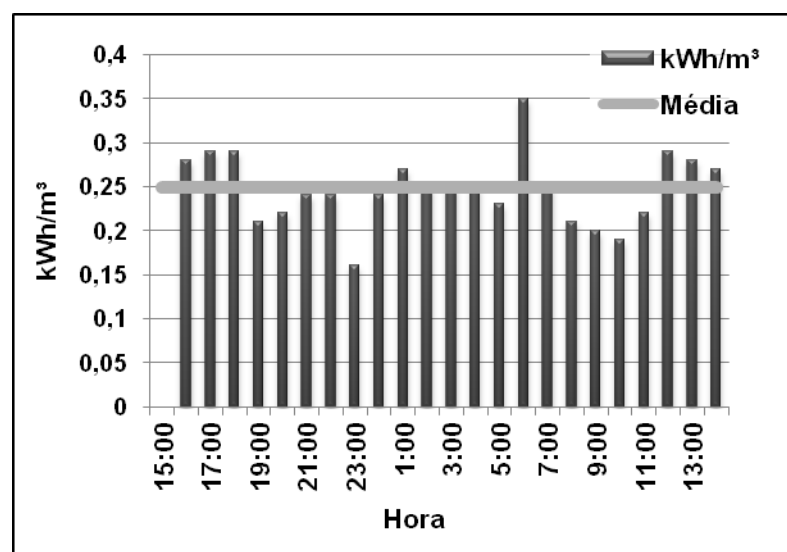


Figura 6 – Consumo médio de energia elétrica na elevatória do 3º Setor de abastecimento de água da RMB no período de 15:00 do dia 08/08/2006 às 13:00 do dia 09/08/2006.

PERDA DE ENERGIA ELÉTRICA EM kWh E EM R\$

A perda de energia elétrica relativa ao volume de água perdido (não faturado) no 3º setor foi calculada pela multiplicação do volume médio de água perdido (perda na rede e exportação) no 3º Setor ($423.847 \text{ m}^3/\text{mês}$) com o consumo médio de energia ($0,25 \text{ kWh}/\text{m}^3$), conforme a Equação 1:

$P = 423.847 \text{ m}^3/\text{mês}$ (volume médio mensal de água perdida no 3º Setor);

$E = 0,25 \text{ kWh}/\text{m}^3$ (consumo médio de energia na EE do 3º setor);

$$P_E = P \times E \quad (1)$$

$$P_E = P \times E = 423.847 \times 0,25$$

$$P_E = 105.962 \text{ kWh}/\text{mês} \text{ (perda mensal de energia)}$$

O custo mensal com a energia elétrica consumida no bombeamento do volume de água não faturado no 3º Setor foi estimado pela multiplicação da perda de energia elétrica ($105.962 \text{ kWh}/\text{mês}$) pelo custo unitário da energia (que no caso do 3º setor foi de $0,20 \text{ R\$}/\text{m}^3$), conforme Equação 2:

$$C = (\text{custo unitário da energia}) \times (\text{Perda EE}) \quad (2)$$

$$C = (0,20) \times (105.962)$$

$$C = \text{R\$ } 21.194,40 \text{ (custo mensal com energia perdida)}$$

Portanto, a perda mensal com o custo da energia elétrica consumida no bombeamento da água perdida no 3º Setor foi de R\$ 21.194,40, conforme mostrado na Figura 7.

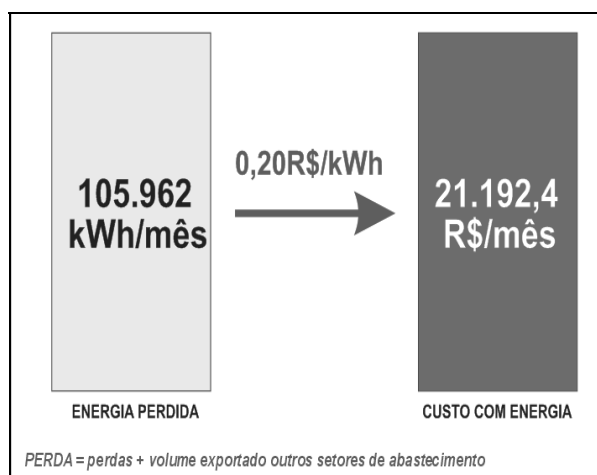


Figura 7 - Perda de energia elétrica no 3º Setor de abastecimento de água da RMB.

Considerando o consumo e o custo médio mensal de energia elétrica utilizada no bombeamento do volume de água não faturado (perdido e exportado) no 3º setor de abastecimento de água da RMB, a perda anual de energia elétrica foi estimada em $1.271.544 \text{ kWh}$, o que representa prejuízo de R\$ 254.308,80 ao ano.

É importante observar que o volume perdido de água é decorrente de vazamentos, consumos clandestinos e problemas de arrecadação no 3º Setor de abastecimento de água, bem como do volume

exportado do 3º setor para outros setores. Vale observar que esse volume exportado não é monitorado e nem controlado.

Assim, parte da água distribuída no 3º setor é exportada para os setores adjacentes (1º, 2º e 8º setor), por 9 (nove) tubulações que estão interligando esses setores sem que a COSANPA tenha instalado macromedidor para registro das vazões que podem estar entrando (vindo do 1º, 2º e 8º setores) ou saindo do 3º Setor para os setores adjacentes. Na Figura 8 e no Quadro 2 são apresentadas as localizações das tubulações que interligam tais setores.

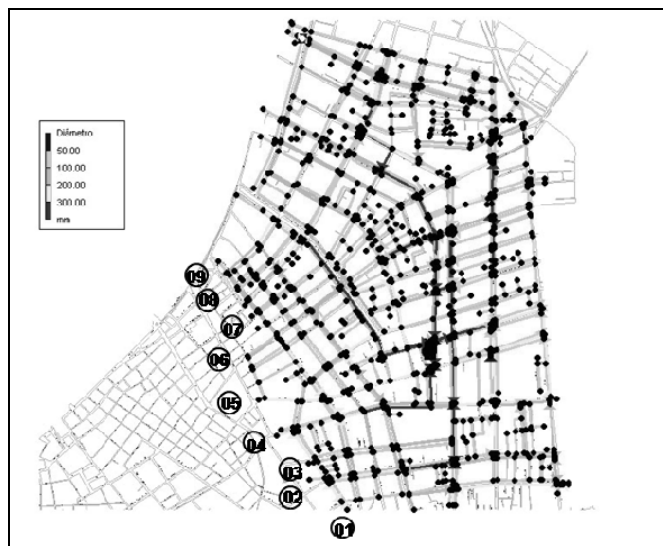


Figura 8– Pontos de Interligações do 3º setor de abastecimento de água com setores adjacentes da RMB.

Fonte: Cosanpa (2006).

Quadro 2 – Trechos de interligação do 3º setor com o 1º, 2º e 8º setores de abastecimento da Zona Central da RMB.

Fonte: Cosanpa (2006).

Nº	LOCALIZAÇÃO	DIÂMETRO (mm)	SETOR INTERLIGADO
01	Av. Conselheiro Furtado com Trav. Dr. Moraes.	300	8º setor
02	Av. Gentil Bittencourt com Dr. Moraes.	75	1º setor
03	Trav. Dr. Moraes com Av. Braz de Aguiar.	75	1º setor
04	Trav. Dr. Moraes com Av. Nazaré.	200	1º setor
05	Av. Governador José Malcher com Trav. Piedade	200	2º setor
06	Rua Aristide Lobo com Trav. Benjamim Constant.	100	2º setor
07	Trav. Benjamim Constant com Trav. Ó de Almeida.	250	2º setor
08	Trav. Benjamim Constant com Rua Manoel Barata	75	2º setor
09	Trav. Benjamim Constant com Rua 28 de Setembro	200	2º setor

CONCLUSÕES

No trabalho foi possível observar que a falta de instrumentação para monitoramento e o volume insuficiente do reservatório elevado dificultam o controle e a operação das unidades do 3º Setor. Assim, as decisões operacionais são realizadas empiricamente, de acordo com a experiência do operador. Essa falta de controle e registro de dados operacionais acabou provocando perdas de água e energia elétrica, demonstrando, portanto, a necessidade de planejamento e implementação de rotina de controle operacional.

Durante o período avaliado foram distribuídos 989.580 m³ de água por mês no 3º Setor. Desse volume, 57,42 % foram efetivamente consumidos para atender a demanda de água dos 94.289 habitantes atendidos (consumo per capita efetivo de 200 L/hab.dia). Com isso, os 42,58 % (423.847 m³) restantes foram considerados como perda de água decorrentes de vazamentos, transbordamentos, ligações clandestinas e/ou água exportada para outros setores, devido às interligações na rede de distribuição.

Como o volume perdido de água foi bombeado, a água perdida implica em perda de energia elétrica de 105.962 kWh/mês (custo estimado em R\$ 21.192,4 mensais).

Considerando o valor de R\$ 1,20 para cada metro cúbico de água distribuído e que a tarifa mínima da política tarifária praticada no Estado do Pará, pode-se estimar que a perda de faturamento referente ao volume perdido de água no 3º Setor foi da ordem de R\$ 508.616,00 ao mês. Vale ressaltar que esse valor de perda correspondeu aos vazamentos, consumos clandestinos, problemas de faturamento e exportação de água do 3º setor para setores adjacentes (1º, 2º e 8º setores).

Para a redução desse valor perdido (não faturado) no 3º setor foram recomendadas as seguintes atividades: setorização do sistema, substituição de trechos antigos da rede de distribuição, automação das unidades reservação e elevação. Para isso, foi apresentada a sugestão de elaboração e execução de um Plano de Ação para redução das perdas reais e aparentes no 3º Setor de abastecimento da RMB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Secretaria Especial de Desenvolvimento Urbano/ Secretaria de Política Urbana. **Programa nacional de combate ao desperdício de água: DTA-A2 Indicadores de Perdas nos Sistemas de Abastecimento de Água**. Brasília, 2004;

CHEUNG, P. B.; REIS, L. F. R. **Estudo de objetivos múltiplos para reabilitação otimizada de sistemas de distribuição de água**. In: VI SEREA - Seminário Iberoamericano sobre Sistemas de Abastecimento Urbano de Água. João Pessoa (Brasil), 2006;

GOMES, H. P. **Sistemas de abastecimento de água: dimensionamento econômico e operação de redes e elevatórias**. João Pessoa. ed. 2. Editora Universitária, 2004.

MIRANDA, E. C. **Avaliação de perdas em sistemas de abastecimento de água - indicadores de perdas e metodologias para análise de confiabilidade**. Brasília, 2002. Dissertação (Mestrado em tecnologia ambiental recursos hídricos) - Universidade de Brasília - Faculdade de Tecnologia - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Brasília, 2002, 215p.

TSUTIYA, T. M. **Abastecimento de água**. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Saneamento da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2004;

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PROCEL SANEAR / Eletrobrás, a Companhia de Saneamento do Pará, ao Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento – GPHS/UFPA e ao Laboratório de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento – LENHS/NORTE.