

AVALIAÇÃO DA OPERAÇÃO E ESTIMATIVA DAS PERDAS DE ÁGUA E DE ENERGIA ELÉTRICA NO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM

*Gilberto Caldeira Barreto**
*José Almir Rodrigues Pereira***

RESUMO

Avaliação da operação e a determinação das perdas de água e energia do 3º setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém. Essa pesquisa foi desenvolvida em três etapas: cálculos dos parâmetros operacionais, monitoramento das unidades de reservação e de elevação de água e estimativas das perdas de água e de energia elétrica. A falta de instrumentação para monitoramento e controle dos parâmetros operacionais, e a capacidade insuficiente do reservatório elevado, resultam em operações inadequadas, provocando perdas de água e de energia elétrica. O volume de água perdido foi estimado em 423.847 m³/mês, o que representa 42,58% do volume total distribuído (989.580 m³/mês). O valor que a COSANPA deixa de arrecadar mensalmente com essa perda é de R\$ 508.616,00. A perda de energia referente ao volume de água perdido no 3º setor foi estimada em 105.962 kWh/mês, com um custo médio de R\$ 21.192,4/mês ou R\$ 254.308,8/ano.

Palavras-Chave: Abastecimento de Água. Perda de Água. Perda de Energia Elétrica. Operação.

EVALUATION OF THE OPERATION AND THE ESTIMATES OF THE LOSS OF WATER AND ENERGY OF THE 3RD SECTOR OF WATER SUPPLYING OF BELÉM METROPOLITAN REGION

ABSTRACT

Evaluation of the operation and the estimates of the loss of water and energy of the 3rd sector of water supplying of Belém Metropolitan Region. This search was developed in three phases: calculations of operating parameters, monitoring of reservoirs and pumping unit and estimates of lost water and electric energy in the 3rd sector. The lack of instrumentation for monitoring and controlling of operating parameters, and

* Aluno de Programa de Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia - PRODERNA/UFPA. E-mail: gilbertobarreto@gmail.com

** Professor Adjunto do Departamento de Hidráulica e Saneamento e do Mestrado em Engenharia Civil da UFPA. E-mail: rpereira@ufpa.br

the insufficient capacity of the elevated reservoir, results in inappropriate operations, what produces loss of water and electric energy. The volume of lost water was estimated in 423.847 m³/month, what represent 42,58% of the total volume distributed (989.580 m³/month). The value that the COSANPA does not gain per month with this loss are R\$ 508.616,00. The loss of energy referring to the volume of lost water in the 3° sector was estimated in 105.962 kWh/month, what represent a medium cost of R\$ 21.192,4 per month or R\$ 254.308,8 per yea.

Keywords: Water Supplying. Loss of Water. Loss of Electric Energy. Operation.

1 INTRODUÇÃO

Com a instituição do Plano Nacional de Saneamento - PLANASA, em 1971, o aumento da oferta de serviços públicos de abastecimento de água no Brasil ganhou impulso, o que permitiu avanços consideráveis ao setor de saneamento do país.

Segundo Miranda (2002), o cenário na época do PLANASA era de grandes obras de abastecimento de água. Nesse sentido, a expansão absoluta da oferta de água ocorreu com ênfase nos sistemas de produção de água (captação, adutora e tratamento). As unidades de distribuição (redes de água) e as ações de desenvolvimento operacional receberam menor atenção, com recursos mais modestos e menor evolução tecnológica.

Nessa época, a água doce era usada em abundância e entendida como bem inesgotável, e não havia a preocupação de conter desperdícios e de promover o uso racional. O bem-estar da população estava diretamente relacionado ao aumento do consumo, inclusive o 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).

O pouco investimento no desenvolvimento operacional (e na manutenção), as expansões desordenadas das redes de distribuição e a cultura generalizada do desperdício, associada 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 energia elétrica.

Atualmente, o índice de perdas de água no Brasil é muito elevado, com perdas nas concessionárias de saneamento de 44,66% do volume de água que é produzido. Das 27 companhias estaduais de água e de esgotamento sanitário, apenas 5 delas conseguiram diminuir suas perdas para menos de 30%. Em 125 Concessionárias Municipais essas perdas variam entre 30% e 70% (BRASIL, 2006).

As perdas em sistemas públicos de abastecimento de água são consideradas como a totalidade dos volumes de água não contabilizados pela concessionária. Esses englobam 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 (BRASIL, 2004).

Considerando que a perda de volume de água em sistemas de abastecimento de água implica diretamente em perda da energia utilizada no bombeamento, e que, segundo USEPA (1998), tais sistemas consomem entre 2 a 3% da energia distribuída no mundo; e considerando ainda que o desenvolvimento do Brasil encontra-se relativamente limitado à disponibilidade de recursos para investimentos na produção da energia elétrica, necessária ao seu crescimento econômico, sendo observada a necessidade de um planejamento para redução de perdas no setor, e que esse planejamento deve considerar o binômio água e energia (BRASIL, 2006).

Tsutiya (2004) comenta que o combate às perdas e ao desperdício de água implica na redução do volume de água não contabilizado e exige adoção de medidas que reduzam as perdas reais e aparentes, para diminuir os custos de produção (consumo de energia, de produtos químicos e outros) e melhorar a eficiência dos serviços prestados e viabilizar o equilíbrio financeiro das prestadoras de serviços.

Portanto, avaliar a operação de cada unidade do sistema de abastecimento de água, estimando as perdas de água e energia elétrica (para o estabelecimento de metas), é estratégia importante nas ações para melhorar o desempenho operacional da concessionária responsável pelo sistema.

Nesse sentido, no trabalho procurou-se determinar os valores de perdas de água e de energia elétrica, no 3º setor de abastecimento de água, localizado na Zona Central da Região Metropolitana de Belém e gerenciado pela Companhia de Saneamento do Pará (COSANPA).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 ÁREA DE ESTUDO

O 3º setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém é constituído pelas unidades de reservação, elevação e rede de distribuição de água. Esse setor atende a população de 94.289 habitantes e é gerenciado pela Companhia de Saneamento do Pará - COSANPA. Na figura 1 são mostradas algumas informações do sistema estudado.

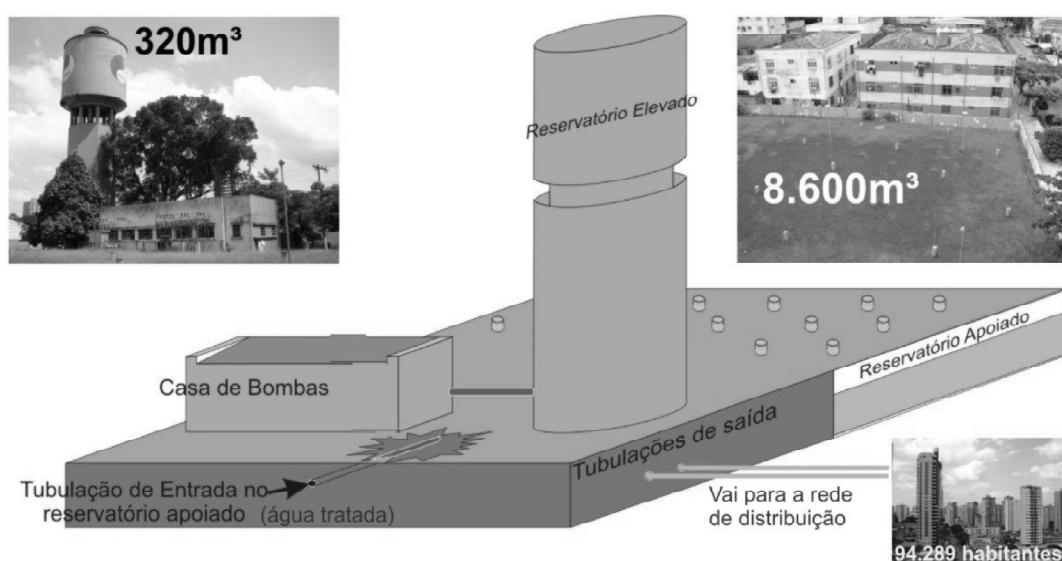
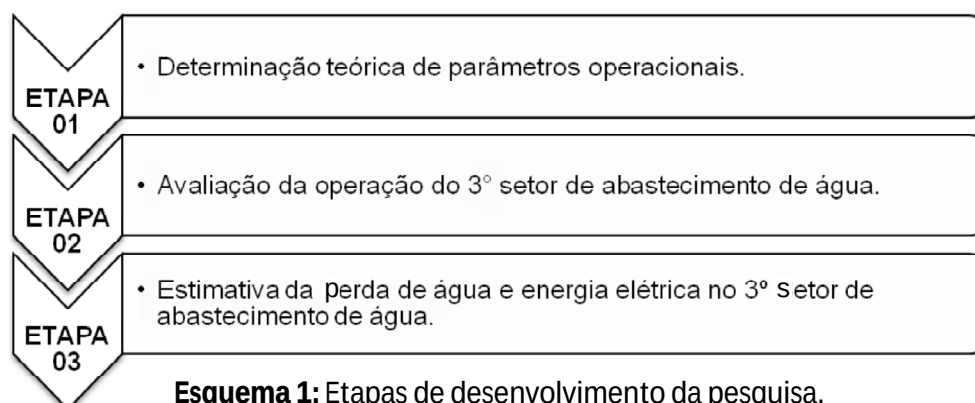


Figura 1: Unidades elevatória do 3º setor de abastecimento de água da RMB.

No 3º setor de abastecimento, a água tratada da ETA de São Brás é armazenada em reservatório apoiado de concreto armado (8.600m³, altura útil de 5,60m), sendo recalçada por 3 CMBs, do tipo centrífuga com acoplamento (motor trifásico), de potência de 150 CV, vazão nominal de 868m³/h, altura manométrica de 35m e rotor de 11 ½", para um reservatório elevado cilíndrico em concreto armado (320m³, altura do fundo de 20,40m e altura do copo de 7,50m).

2.2 ETAPAS DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida no período de janeiro a dezembro de 2006, tendo 3 etapas. A primeira etapa teve como objetivo 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 foram estimadas as perdas de água e energia elétrica no 3º setor. No esquema 1 estão representadas as três etapas da pesquisa.



Esquema 1: Etapas de desenvolvimento da pesquisa.

ETAPA 1 - DETERMINAÇÃO TEÓRICA DE PARÂMETROS OPERACIONAIS

O termo teórico conota que o sistema de abastecimento de água estaria operando sob as condições ideais de projeto, sendo nessa etapa calculado: 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, a potência de operação dos CMBs e o consumo de energia teórica.

No caso do “consumo efetivo de água”, foi considerado que para o 3º setor cada pessoa abastecida utilizaria 200 litros de água por dia. Em relação ao “consumo teórico de energia elétrica”, foram considerados: vazão de projeto, altura manométrica teórica e rendimento teórico das bombas e dos motores.

Esses consumos foram utilizados como referência na avaliação dos dados e informações operacionais, primários ou secundários, obtidos das unidades de reservação, elevação e distribuição do 3º setor de abastecimento de água na etapa 2.

ETAPA 2 - AVALIAÇÃO DA OPERAÇÃO DO 3º SAA

A avaliação da operação do 3º Setor de Abastecimento de Água da Região Metropolitana de Belém foi dividida em 3 fases, sendo:

Fase 1 - Monitoramento da operação do reservatório apoiado

O objetivo desta fase foi o acompanhamento, por 48 horas consecutivas, da operação do reservatório apoiado, sendo verificada a variação do nível d'água do reservatório apoiado, a reservação de água mantida 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:

- a) O funcionamento dos CMBs a cada hora. Essa atividade foi realizada registrando-se a hora de acionamento ou desligamento dos motores;
- b) A tensão e corrente elétrica nos CMBs instalado analisador de energia tipo MI 2192 METREL, configurado para registrar, de um em um minuto, os valores de tensão e de corrente durante a operação;
- c) 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.

Nessa fase também foram analisadas as planilhas de controle operacional da COSANPA referentes ao mês de agosto de 2006, especialmente as informações de horário de funcionamento dos CMBs.

Finalizada 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

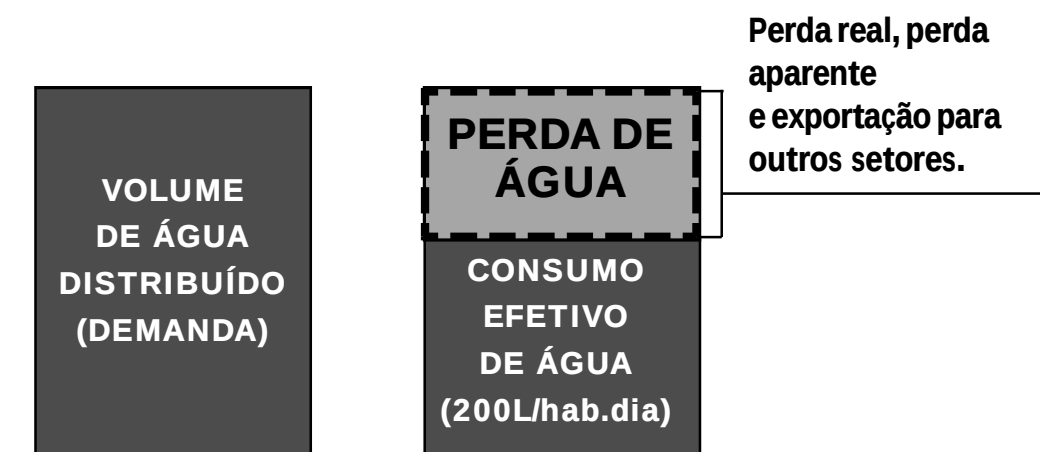
Nesta fase foi realizado o acompanhamento, por 48 horas consecutivas, da operação do reservatório elevado, sendo verificada a variação do nível da lâmina líquida, a reservação de água na unidade e a instrumentação disponibilizada para controle do nível d'água e das vazões de entrada e saída do reservatório. Também foi obtido o hidrograma de vazão.

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 elevado.

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

Neste estudo, foi definida como perda de água 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 um per capita líquido (consumo efetivo) de 200 L/hab.dia, conforme apresentado no esquema 2:

PERDA DE ÁGUA



Esquema 2: Definição de perda de água em sistema de abastecimento de água.

Os dados das vazões distribuídas foram obtidos do 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 um 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, a qual foi extrapolada para os dois outros conjuntos motor e bomba.

O consumo de energia tem relação direta com o volume de água que é bombeado na estação elevatória. Nesse sentido, 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

3 RESULTADOS

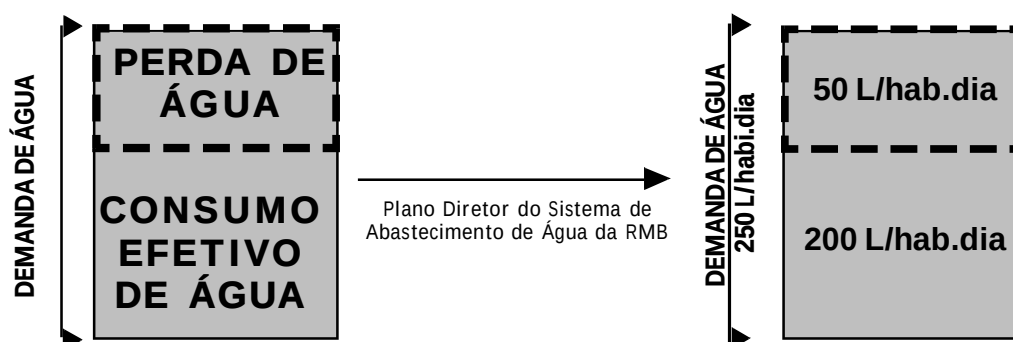
3.1 DETERMINAÇÃO TEÓRICA DE PARÂMETROS OPERACIONAIS

Nessa etapa foram calculados o consumo efetivo teórico de água e consumo teórico de energia elétrica. Esses consumos foram determinados considerando que o sistema de abastecimento de água do 3º setor estaria operando sob as condições ideais de projeto, sendo adotados os seguintes parâmetros:

- a) Abastecimento de toda população no ano de 2006: 94.289 habitantes;
- b) Consumo per capita efetivo: 200 L/hab.dia;
- c) Coeficiente do dia de maior demanda: $K_1 = 1,20$;
- d) Coeficiente do dia e hora de maior demanda: $K_1 = 1,50$
- e) Funcionamento dos CMBs: 16 horas diárias;
- f) Aceleração da gravidade: $9,80 \text{ m/s}^2$;
- g) Operação dos CMBs: 2+1 (dois CMBs operando, e um CMB reserva);
- h) Coeficiente de Hazen Willans: $C=100$ (tubo velho) e $C=140$ (tubo novo).

Vale observar que 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, por exemplo, é de 250 l/hab.dia, conforme é representado no esquema 3.

DEMANDA DE ÁGUA



Esquema 3: Definição de demanda de água em sistema de abastecimento, segundo o plano diretor do sistema de abastecimento de água da RMB.

Fonte: Pereira (2006).

No quadro 1 são apresentados os parâmetros operacionais teóricos calculados para o 3º setor.

PARÂMETROS	VALORES
a) Consumo efetivo teórico de água médio, em m³/mês	565.733
b) <i>Volume total de reservação, em m³</i>	4.322,02
- <i>Volume do reservatório apoiado, em m³ (2/3 do volume total)</i>	2.881,34
- <i>Volume do reservatório elevado, em m³ (1/3 do volume total)</i>	1.440,67
c) Potência 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/m³	0,08

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

3.2 AVALIAÇÃO DA OPERAÇÃO DO 3º SETOR DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Em relação à estrutura e à operação do reservatório apoiado, da estação elevatória e do reservatório elevado foram identificadas as seguintes problemáticas:

Reservatório apoiado

- ◆ A instrumentação disponível, além de insuficiente, é inadequada para o efetivo monitoramento dos parâmetros operacionais, tais como o nível e as vazões de entrada e saída do reservatório;
- ◆ Apesar do volume do reservatório apoiado (8.600m³) ser quase 3 vezes superior à reserva necessária (2.881m³), 45% do seu volume não é utilizado na operação do 3º setor.

Estação elevatória

- ◆ Não há instrumentação de controle dos parâmetros operacionais, tais como: vazão, pressão, 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, ora, com operação do tipo “1+2” (funcionamento de apenas 1 CMB), ora, do tipo “2+1” (funcionamento de dois CMBs) e ora do tipo “3+0” (funcionamento de 3 CMBs, simultaneamente);
- ◆ Esses CMBs são operados com a seção de saída estrangulada por registro do tipo gaveta, tendo suas eficiências diminuídas;
- ◆ O acionamento dos conjuntos motor e bomba é do tipo Partida Direta, mais conhecida como “partida On/Off”. Nesse tipo de partida o motor parte a plena tensão, consumindo uma potência muito superior à potência nominal, aumentando o consumo e o custo com energia.
- ◆ Nos horários de ponta, em que o custo da energia elétrica no Pará é três vezes mais caros, não há paralisações dos CMBs, e em 20% das horas totais trabalhadas nesse horário ocorreu operação do tipo 3+0 (3 CMBs funcionando simultaneamente);
- ◆ Não há rotina operacional de funcionamento dos CMBs, sendo muito frequentes as operações do tipo 1+2, 2+1 e 3+0.

Reservatório elevado

- ◆ A instrumentação para controle do reservatório elevado é insuficiente e inadequada. O monitoramento do nível é realizada indiretamente por meio de manômetros, e a vazão de saída do reservatório elevado é medida por meio de tubo de Pitot, porém essa medição não é contínua, todos os dias;
- ◆ O volume do reservatório elevado é apenas 22,22% da reserva teórica calculada para o reservatório elevado do 3º setor, portanto a funcionalidade desse reservatório é reduzida apenas à manutenção de pressão na rede de distribuição de água.

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

Com base no Relatório Operacional da COSANPA, no período de outubro de 2005 a setembro de 2006, em média foram distribuídos 989.580 m³/mês de água, com valores máximo e mínimo de 1.076.400 m³/mês e 69.040 m³/mês, respectivamente, conforme apresentado na figura 2.

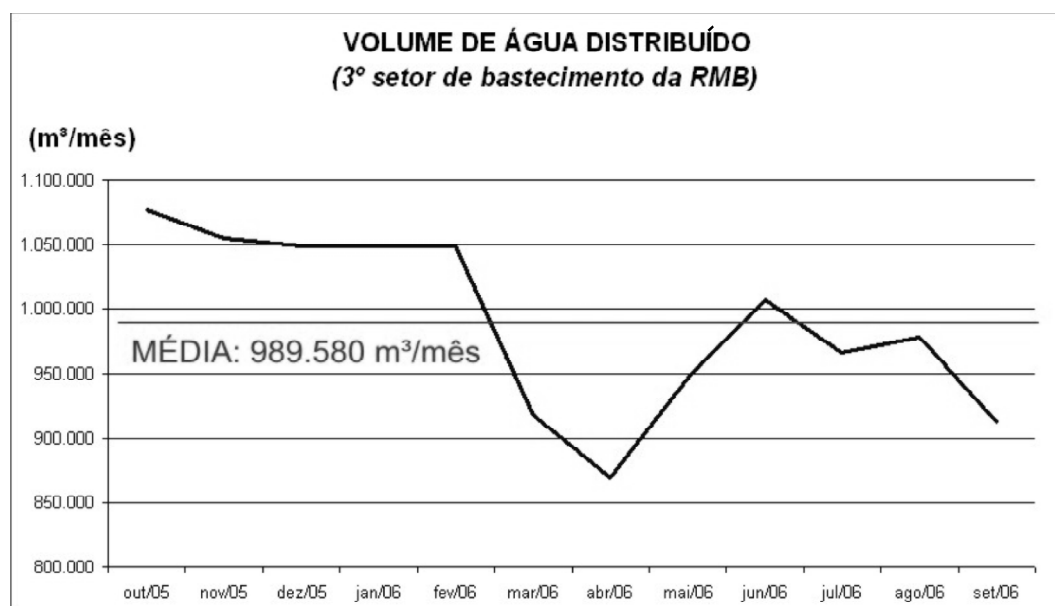


Figura 2: Volume de água distribuído no 3º setor de abastecimento de água da RMB no período de outubro de 2005 a setembro de 2006.

Considerando o volume médio de água distribuído no 3º setor de 989.580 m³/mês, e a população abastecida de 94.289 habitantes, obtém-se valor per capita médio de 349,84 L/hab.dia. Esse valor excede em 39,94% a demanda média de 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).

A estimativa da perda 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, como sendo a diferença entre a vazão distribuída e o consumo efetivo de água (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, a perda média do volume de água foi de 423.847 m³/mês, ou seja, 42,58 %, conforme mostrado na figura 3.

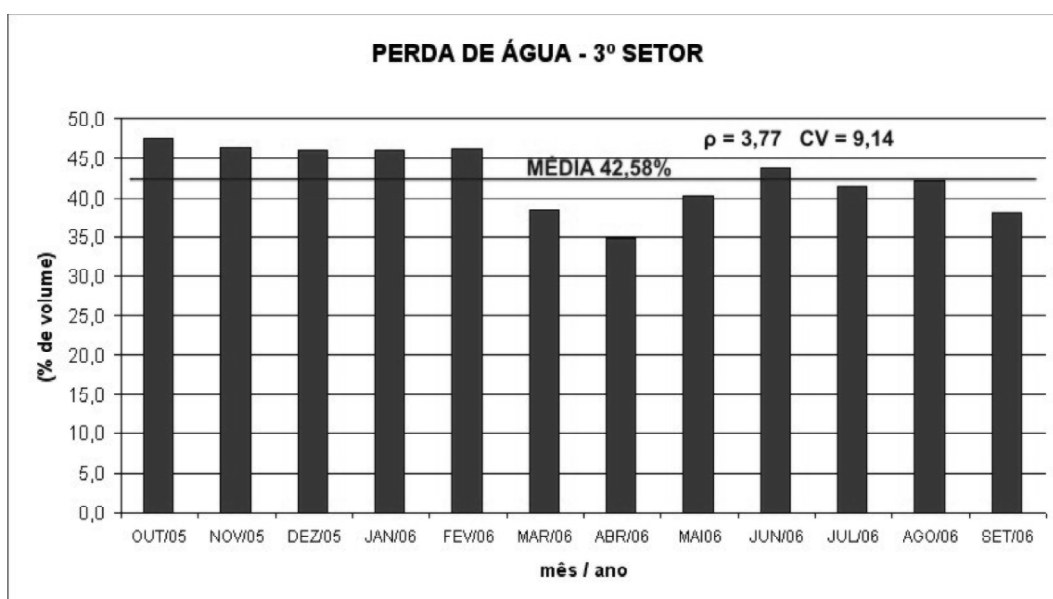


Figura 3: Perda média de água em percentual no 3º setor de abastecimento de água da Região Metropolitana de Belém no período de outubro de 2005 a setembro de 2006
 Fonte: Companhia de Saneamento do Pará, 2006.

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 15h do dia 8/8/2006 às 13h do dia 9/8/2006.

Tabela 1: Informações do consumo de energia elétrica medido no período de 15h do dia 8/8/2006 às 13h do dia 9/8/2006 na elevatória do 3º setor.

HORA	VOLUME BOMBEADO(m³)	TOTAL²(kWh)	kWk/m³
15h	1.704,83	483,57	0,28
16h	1.674,19	479,91	0,29
17h	1.633,31	476,61	0,29
18h	1.576,34	326,98	0,21
19h	1.498,59	325,92	0,22
20h	1.340,70	327,36	0,24
21h	1.338,02	324,00	0,24
22h	1.012,76	158,62	0,16
23h	660,76	158,62	0,24
24h	596,91	158,62	0,27
1h	627,04	158,62	0,25
2h	632,82	158,62	0,25
3h	637,64	158,62	0,25
4h	679,67	158,62	0,23
5h	907,02	317,25	0,35
6h	1.267,72	317,25	0,25
7h	1.529,75	317,25	0,21
8h	1.589,31	317,25	0,20
9h	1.661,16	317,25	0,19
10h	1.704,51	377,55	0,22
11h	1.705,89	495,33	0,29
12h	1.759,28	485,94	0,28
13h	1.768,03	479,31	0,27
TOTAL	29.506,25	7.279,10	0,25

O consumo total de energia elétrica no período avaliado foi 7.279,07 kWh. Considerando que nesse período o volume de água bombeado na elevatória foi de 29.506,25m³, foi calculado o consumo médio de energia elétrica de 0,25 kWk/m³.

PERDA DE ENERGIA ELÉTRICA EM kWh E EM R\$

A perda de energia elétrica relativa ao volume de água perdido no 3º setor foi calculada multiplicando-se o volume médio de água perdido no 3º setor (423.847 m³/mês) pelo consumo médio de energia (0,25 kWh/m³):

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

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

$$P_E = P \cdot E = 423.847 \cdot 0,25 = 105.962 \text{ kWh/mês (perda mensal de energia).}$$

Na figura 4 é mostrado o valor da perda média mensal de energia elétrica no 3º setor de abastecimento de água da RMB.



Figura 4: Perda média mensal de energia elétrica no 3º setor de abastecimento de água da RMB.

O custo mensal com a energia elétrica consumida no bombeamento do volume de água perdido no 3º setor foi estimado pela multiplicação da perda de energia elétrica (105.962 kWh/mês) pelo custo unitário da energia (que no caso do 3º setor é de 0,20 R\$/m³):

$$C = (\text{custo unitário da energia}) \cdot (\text{perda de energia})$$

$$C = (0,20) \cdot (105.962) = 21.194,40 \text{ R\$ / mês (custo mensal com energia perdida).}$$

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 5.

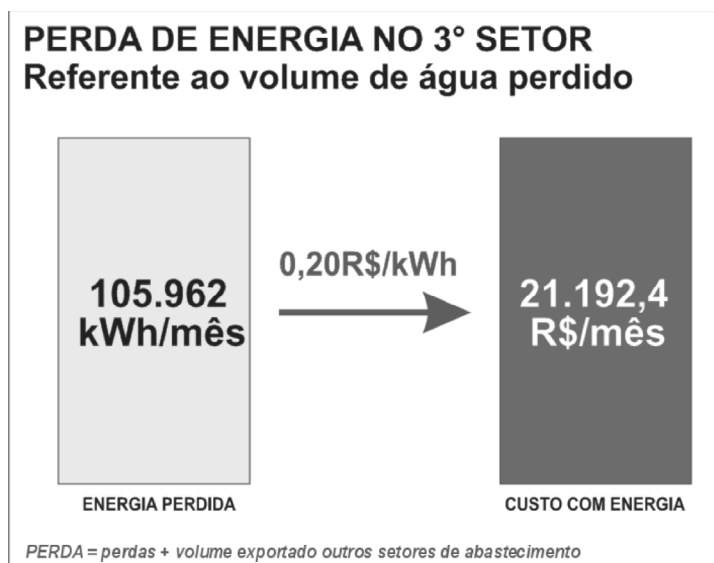


Figura 5: Perda de energia elétrica no 3º setor de abastecimento de água da RMB.

Considerando o consumo e o custo médio mensal de energia elétrica utilizada no bombeamento do volume de água perdido na rede de distribuição no 3º setor de abastecimento de água da RMB, a perda anual de energia elétrica foi estimada em 1.271.544 kWh, o que representa prejuízo de R\$ 254.308,80 ao ano.

4 CONCLUSÕES

Com a realização do trabalho, foi possível observar que a falta de instrumentação para monitoramento e controle dos parâmetros operacionais, e pelo volume insuficiente do reservatório elevado, a operação das unidades do 3º setor é realizada empiricamente, de acordo com a experiência do operador. Isso acaba incorrendo em perdas de água e energia elétrica, demonstrando, portanto, a necessidade de planejamento de uma rotina de controle operacional.

Atualmente no 3º setor são distribuídos mensalmente 989.580m³ de água. Desse volume, 57,42% é efetivamente consumido para atender a atual demanda de água dos 94.289 habitantes atendidos (consumo per capita efetivo de 200 L/hab.dia). Os 42,58% (423.847m³) restantes são considerados perdas de água decorrentes de vazamentos, transbordamentos, ligações clandestinas e/ou água exportada para outros setores, devido às interligações na rede de distribuição. Essa água perdida implica em uma perda de energia elétrica estimada de 105.962 kWh/mês (custo estimado em R\$ 21.192,4 mensais).

Considerando R\$ 1,20 o valor que deveria ser arrecadado para cada metro cúbico de água distribuído, tarifa mínima de acordo com a política tarifária praticada no estado do Pará, pode-se estimar que a perda de arrecadação referente ao volume perdido de água no 3º setor é da ordem de R\$ 508.616,00 ao mês. Essa perda é referente a vazamentos, a consumos clandestinos e problemas de faturamento no 3º setor e/ou em seus setores adjacentes (1º, 2º e 8º setores).

Para redução dessas perdas são recomendadas as seguintes atividades: setorização do sistema, substituição de trechos antigos da rede de distribuição, automação das unidades reservação e elevação. Também seria de fundamental importância a elaboração e a execução de um Plano de Ação para redução das perdas reais e aparentes no 3º setor de abastecimento da RMB.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Curso de capacitação a distância em gestão eficiente de água e energia elétrica em saneamento**. Rio de Janeiro: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental/ Instituto Brasileiro de Administração Municipal, 2006;

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;

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;

USEPA - Agência de Proteção Ambiental dos EUA. **Guia de Planos para Conservação de Água Tratada**. Washington D.C. 1998.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao PROCEL SANEAR/Eletróbrás, à Companhia de Saneamento do Pará e ao Grupo de Pesquisa Hidráulica e Saneamento - GPHS/UFPA.