



## XI-062 - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM SISTEMAS HIDRO-SANITÁRIOS PREDIAIS

### Eduardo Cohim

Engenheiro Sanitarista pela UFBA - Universidade Federal da Bahia, 1982; Engenheiro de Irrigação, UFBA/FAMESF, 1988; Mestre em Gerenciamento e Tecnologias Ambientais no Processo Produtivo – Ênfase em Produção Limpa –UFBA;.Doutorando em Energia e Meio Ambiente. Consultor em saneamento ambiental urbano. Professor do curso de Engenharia Ambiental da FTC. Pesquisador da Rede de Tecnologias Limpas e Minimização de Resíduos (TECLIM), Departamento de Engenharia Ambiental, (EP/UFBA).

### Carlos Eduardo MENDES

Engenheiro Ambiental, 2008. Mestrando em Engenharia Industrial, UFBA. Pesquisador do Projeto ECOBRASKEM (EP/UFBA).

**Endereço** <sup>(1)</sup>: Rua Aristides Novis, 2, DEA, 4º andar - Federação - Salvador - Bahia - CEP: 40210-630 - Brasil - Tel: +55 (71) 3283-9892 - Fax: +55 (71) 3283-9892 - e-mail: [ecohim@ufba.br](mailto:ecohim@ufba.br).

### RESUMO

O aumento da eficiência no uso da eletricidade, em particular no Brasil, proporciona uma ampla gama de benefícios como diminuição de custos uma vez que implantar medidas viáveis de conservação de energia custa menos do que fornecê-la, a conservação reduz a probabilidade de falta de energia.

Neste trabalho é apresentada a metodologia e os resultados da eficiência de energia elétrica em sistemas elevatórios prediais residenciais. O objetivo desse trabalho é avaliar o consumo de energia do sistema elevatório em edifícios residenciais. Para tanto foi realizado o dimensionamento do conjunto elevatório de um sistema predial residencial convencionalmente e um segundo dimensionamento aproveitando as pressões da rede de distribuição a fim de comparar os resultados obtidos. Os dados de pressão fornecidos foram avaliados e tratados estatisticamente. O dimensionamento indicou uma potência total consumida na bomba de 3,65 kW para o primeiro caso (abastecimento indireto) e de 0,20 kW para o segundo (abastecimento indireto com booster). Outra forma de analisar esses resultados é comparando a quantidade de energia incorporada à água até a ligação, 0,83 kWh/m<sup>3</sup>, com a que é incorporada a partir daí, no sistema predial. Observou-se que com o abastecimento indireto, agrega-se ao conteúdo energético da água 0,59 kWh/m<sup>3</sup>, um acréscimo de 71% enquanto que com o abastecimento indireto com booster esse acréscimo seria de apenas 4,0%, numa clara demonstração de melhor desempenho energético. Através do estudo realizado ficou claro que o aproveitamento da pressão na rede contribuirá para uma redução no consumo de energia e conseqüentemente gerará benefícios ambientais e econômicos para toda a sociedade. À continuação da pesquisa, será a avaliação da utilização de bomba de velocidade variável e seu efeito no consumo de energia para abastecimento de água.

**PALAVRAS-CHAVE:** Energia Elétrica, Eficiência Energética, Sistemas hidro-sanitário predial.

### INTRODUÇÃO

Água e energia sempre foram recursos considerados abundantes. Não se tinha noção sua finitude, ao ponto que, o consumo se dava sem maiores preocupações quanto à possibilidade de um dia virem a faltar. O aumento da população e a intensificação do consumo nas últimas décadas, apontaram para uma possibilidade não muito distante: escassez de água e energia.

Com essa ameaça, veio o despertar para a necessidade do uso racional desses recursos, segundo o qual evitar o desperdício nos processos produtivos passou a ser uma prioridade cada vez maior dos centros de desenvolvimento de novas tecnologias.

De um modo geral as edificações apresentam oportunidades significativas de economia de energia através do gerenciamento das instalações, uso de equipamentos mais avançados e eficientes, alterações características arquitetônicas, utilização de técnicas modernas de projeto e construção, alterações dos hábitos dos usuários e de rotinas de trabalho na edificação.

A obtenção da eficiência de energia elétrica nas edificações residenciais é vantajosa para todos os envolvidos. Ganha o consumidor, que passa a reduzir uma parcela de seus custos, ganha o setor elétrico, que posterga



investimentos necessários ao atendimento de novos clientes, e ganha a sociedade como um todo, pois, além dos recursos economizados, as atividades de efficientização de energia elétrica geram empregos através do próprio serviço e o da utilização de equipamentos em sua grande maioria fabricados no país, e contribuem para a conservação e melhoria do meio ambiente evitando as agressões ambientais decorrentes da construção de usinas hidrelétricas ou do funcionamento das usinas térmicas.

Segundo GELLER (1991) o aumento da eficiência no uso da eletricidade, em particular no Brasil, proporciona uma ampla gama de benefícios: diminuição de custos, uma vez que implantar medidas de conservação de energia custa menos do que fornecê-la; a redução da probabilidade de falta de energia; e a redução da necessidade de investimentos pelo setor público e privado no incremento da oferta.

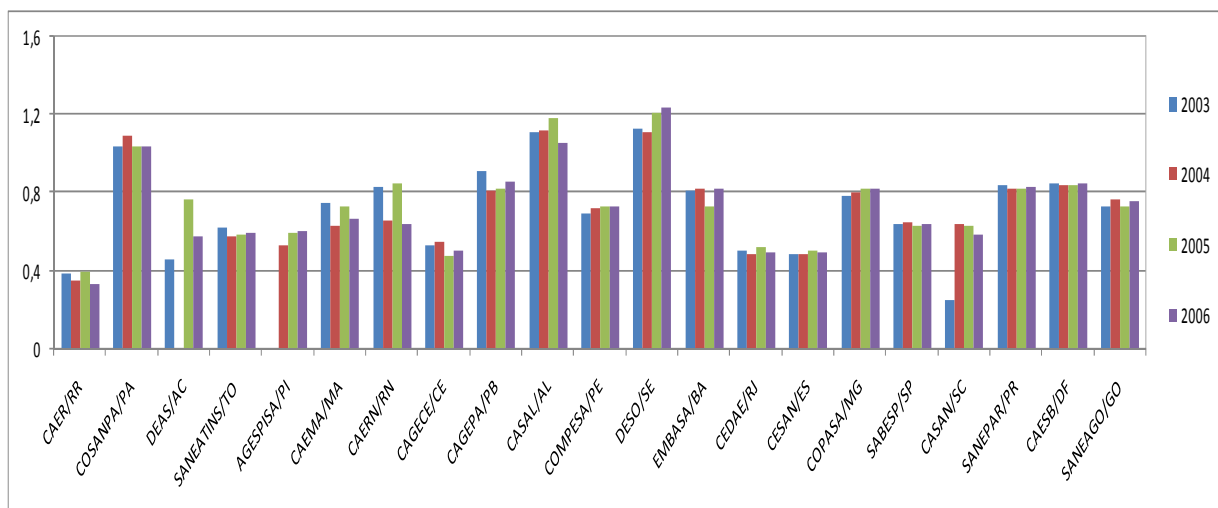
Em todo o mundo, no setor de saneamento básico, principalmente nos segmento de sistemas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, ocorrem consumos significativos de energia.

Tal consumo ocorre, majoritariamente, nas estações elevatórias dos sistemas de distribuição de água e de esgotamento sanitário. O consumo acontece, principalmente, devido à baixa eficiência dos equipamentos eletromecânicos, procedimentos operacionais inadequados e por falha de concepção de projetos. Segundo Alliance (2002) os sistemas de distribuição de água no mundo consomem o equivalente a 7% de toda a energia, que corresponde à utilizada conjunta de Taiwan e Japão.

No Brasil, de acordo com o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica para o Saneamento (PROCEL SANEAR, 2005) o consumo total de energia elétrica por prestadores de serviço de água e esgotamento sanitário é de 5.804,0 GWh/ano, representando cerca de 2,3% do consumo global de energia elétrica. Este consumo refere-se aos diversos usos nos processos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário, com destaque para os equipamentos motor-bomba, que são normalmente, responsáveis por 90% do consumo nestas instalações.

Nos últimos anos a repercussão do custo de energia elétrica nos sistemas de saneamento no Brasil tem se acentuado significativamente e já constitui o segundo item de despesas nas empresas prestadoras de serviço (TSUTIYA, 2006).

Uma forma para acompanhamento do uso eficiente da energia elétrica é a adoção de um índice de consumo específico para avaliar a quantidade de energia utilizada por unidade de produto manufaturado da empresa, que nesse caso é a relação de energia consumida (kWh) por unidade de produção de água tratada ( $m^3$ ). A **Figura 1** mostra que esse indicador varia de cerca de 0,4 a 1,2 kWh/ $m^3$  entre as companhias estaduais de saneamento.



**Figura1 - Consumo específico de energia elétrica (água) kWh/ $m^3$  das empresas estaduais de saneamento do Brasil.**

Fonte: SNIS – Sistema Nacional de informações sobre Saneamento

Essa energia é consumida para que a água atinja a rede distribuição com pressão adequada ao abastecimento dos imóveis, cujo valor, conforme a NBR 12218/1994, deve estar entre 10 e 50 mca.



Na maioria dos prédios multifamiliares no Brasil o sistema de abastecimento de água adota o sistema indireto com reservatório superior e inferior, desprezando a energia residual disponível no ponto de abastecimento: a pressão na rede de distribuição.

O objetivo deste artigo é apresentar um estudo visando à avaliação do ganho energético e os consequentes benefícios ambientais e econômicos, em sistemas prediais multifamiliares decorrente do aproveitamento da pressão disponível na rede de distribuição.

## METODOLOGIA

Consideraram-se duas formas de abastecimento. Uma indireta com utilização de reservatório inferior e uma direta através de booster conectado à rede de distribuição (Figuras 2 e 3). Para ambos os casos foi considerado um prédio residencial, com 14 andares, com playground, uma garagem, totalizando 28 apartamentos, com uma população de 4 pessoas por apartamento e um consumo per capita de 200 l/hab.dia. Essa escolha decorreu de uma situação real e teve como objetivo ilustrar de forma mais clara o potencial de economia possibilitada pelo abastecimento indireto com booster.

### ABASTECIMENTO INDIRETO COM RESERVATÓRIO INFERIOR E RESERVATÓRIO SUPERIOR

No dimensionamento do sistema elevatório considerou-se a estimativa do consumo diário igual a 28 m<sup>3</sup>, o reservatório superior com capacidade de 30 m<sup>3</sup> (aproximadamente o volume de um dia de consumo) e o sistema de recalque funcionando por um período de 4,5 horas para repor o consumo diário. Face o porte do equipamento, admitiu-se um rendimento global do conjunto motor-bomba como sendo igual a 30%. Na definição da altura manométrica admitiu-se um barrilete típico, conforme MACINTYRE, (1990).

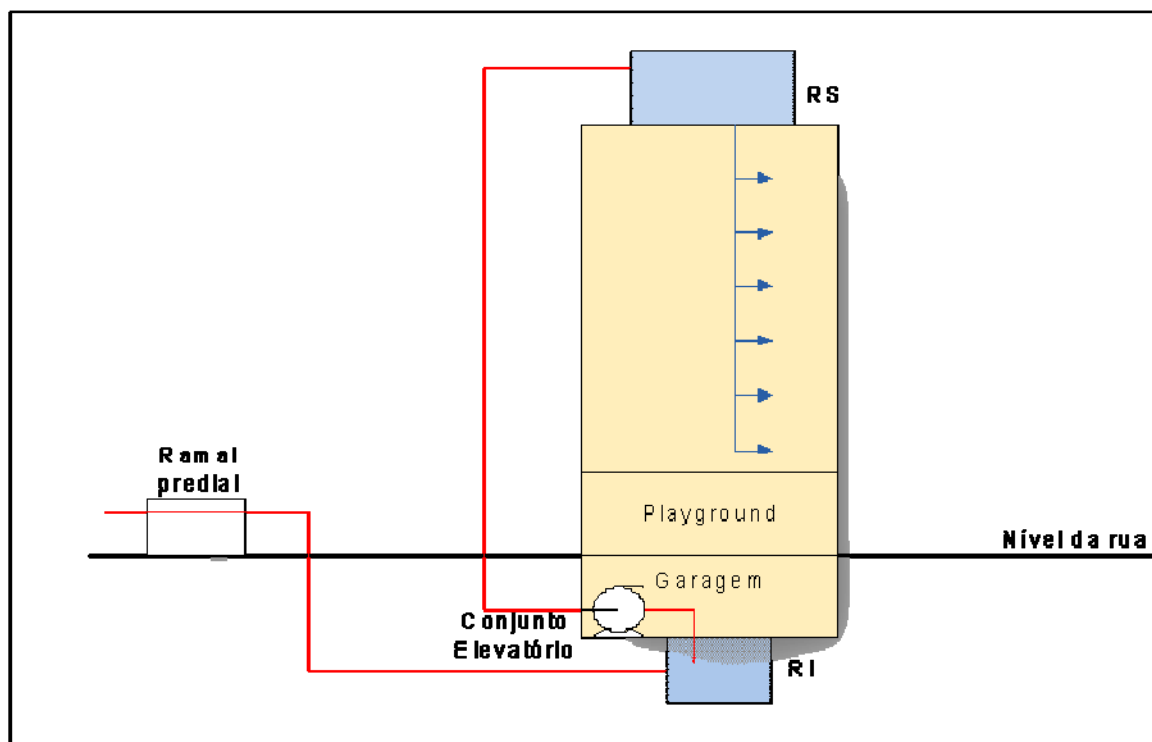


Figura 2 – Abastecimento indireto com reservatório inferior.

### ABASTECIMENTO INDIRETO COM BOOSTER E RESERVATÓRIO SUPERIOR

No dimensionamento do sistema de recalque, admitiu-se as mesmas condições de abastecibilidade da condição anterior, exceto pela simplificação do barrilete de sucção, do qual eliminou-se a válvula de pé com crivo. Nesse caso, porém, o dimensionamento levou em conta a disponibilidade de carga na rede, tomando-se por base o histórico de medições realizadas pela empresa de distribuição de água com uma variação entre 40 e 50 mca. Para efeito de dimensionamento, adotou-se a pressão mínima medida de 40 mca.

Em ambos os casos as perdas de carga foram calculadas através da fórmula de Fair-Whipple-Hsiao para tubos de pequeno diâmetro (Equação 1).

$$J = 0,002021 \cdot \frac{Q^{1,89}}{d^{4,89}} \quad \text{equação (1)}$$

Onde,

J= perda de carga unitária (m/m)

Q=vazão (m³/s)

d=diâmetro (m)

Deve-se ressaltar que a energia consumida é função do volume de água bombeada, não importando o tempo de bombeamento. Assim, o tempo de 4,5 horas adotado aqui teve como objetivo apenas a comparação entre os métodos de abastecimento.

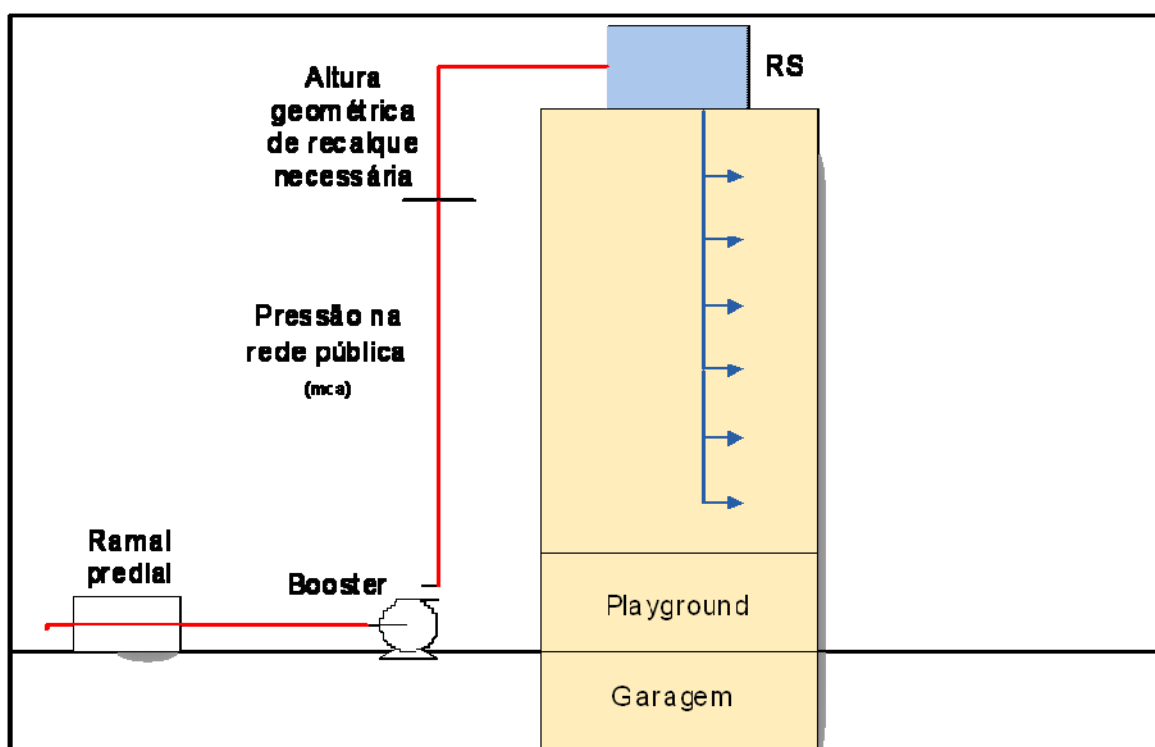


Figura 3 – Representação do sistema predial com o aproveitamento da pressão da rede de distribuição.

Os dados da Figura 4 mostram as variações diárias de pressão, entre 40 a 58 mca, no período de um mês. Foram inseridos nesse mesmo gráfico os limites de pressão na rede de distribuição de acordo com a NBR12218(1994), de no mínimo 10mca e no máximo 50mca.

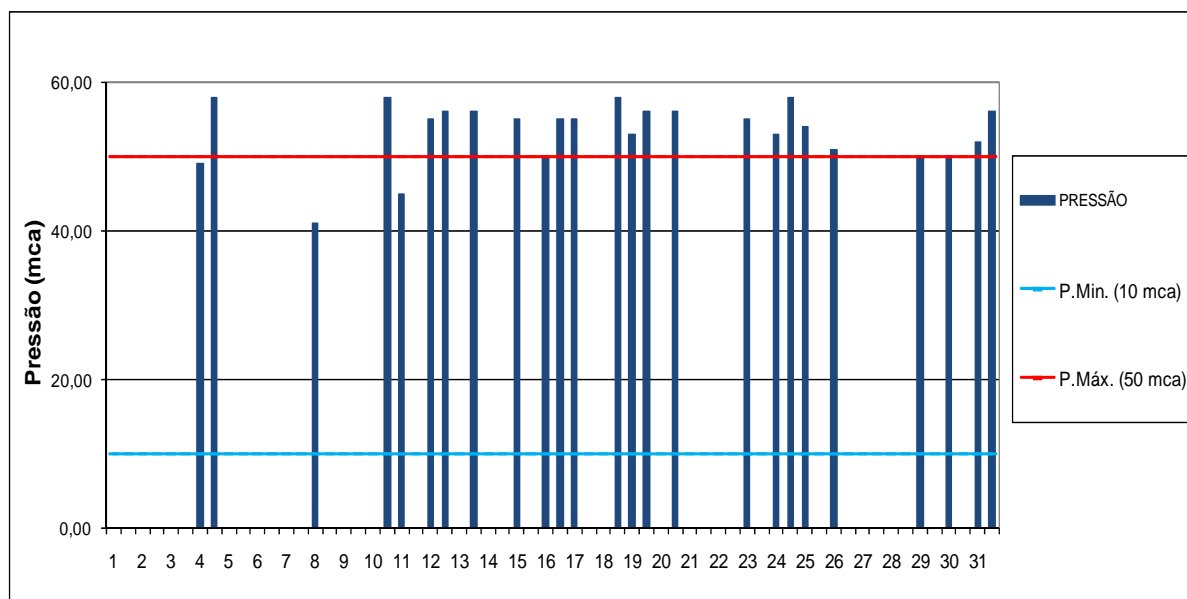


Figura 4 - Série histórica das às pressões na rede de distribuição no período de um mês.

## RESULTADOS

O dimensionamento indicou uma potência total consumida na bomba de 3,65 kW para o primeiro caso (abastecimento indireto) e de 0,20 kW para o segundo (abastecimento indireto com booster).

Considerando-se o tempo de funcionamento de 4,5 horas, a Tabela 1 apresenta a energia consumida diária e mensalmente com as respectivas economias em termos de consumo de energia. Observa-se que a o consumo de energia obtido do abastecimento indireto foi de 16,44 kWh por dia enquanto que, com o abastecimento direto com booster, o consumo foi reduzido para 0,89 kWh por dia, o que representa uma economia de 15,55 kWh em um dia, ou cerca de 95% da energia consumida. Num mês a economia seria de 466,63 kWh, superior ao consumo médio de um apartamento do prédio.

Tabela 1 - Energia consumida no sistema elevatório predial pelos dois métodos.

	KWh/dia	KWh/mês	kWh/m <sup>3</sup>
<b>Abastecimento Indireto</b>	16,44	493,47	0,59
<b>Abastecimento IndiretoBooster</b>	0,89	26,84	0,03
<b>Economia de energia</b>	15,55	466,63	

Como pode ser observada na Figura 4, a utilização das pressões da rede pública que na maioria dos dias está acima do limite estabelecido pela norma para o abastecimento de água nos sistemas prediais residenciais, representa uma economia significativa de energia elétrica conforme pode ser verificado na Tabela 1.

Outra forma de analisar esses resultados é comparando a quantidade de energia incorporada à água até a ligação, 0,83 kWh/m<sup>3</sup> (informação do SNIS 2006 e da empresa local de abastecimento), com a que é incorporada a partir daí, no sistema predial. Na Tabela 2 são apresentados os consumos específicos de energia utilizando os dois métodos e o da concessionária. Observa-se que com o abastecimento indireto, agrega-se ao conteúdo energético da água 0,59 kWh/m<sup>3</sup>, um acréscimo de 71% enquanto que, com o abastecimento indireto com booster, esse acréscimo seria de apenas 4,0%, numa clara demonstração de melhor desempenho energético.

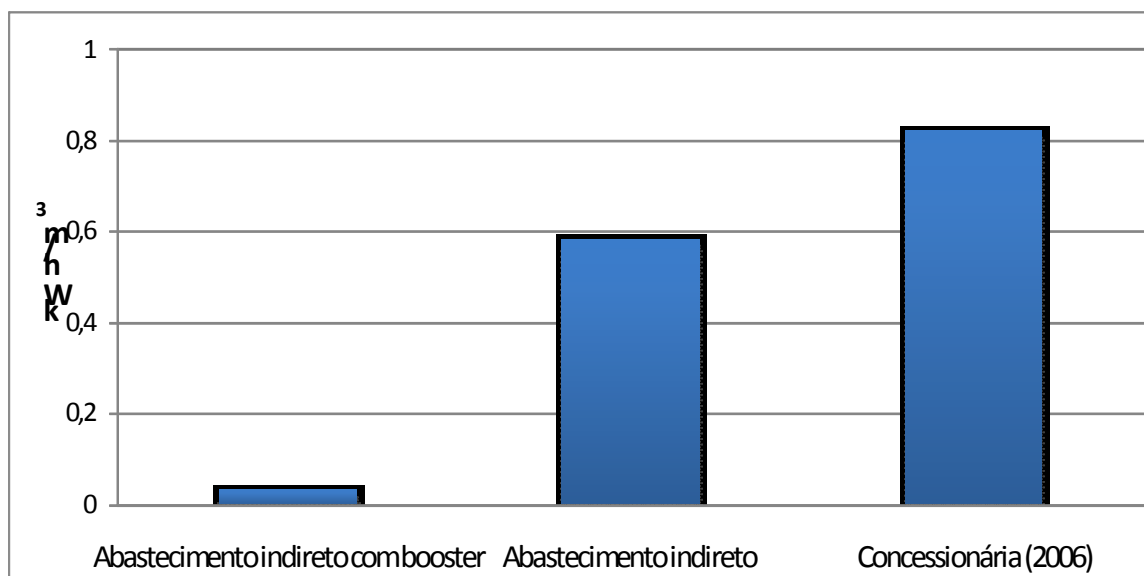


Figura 5 – Índice de consumo de energia elétrica (água) kWh/m³.

É claro que a situação real analisada no artigo não pode ser considerada típica em face da conjugação de número de pavimentos e pressão disponível. Entretanto, mesmo se fosse considerado o limite mínimo de pressão na rede de 10 mca, a economia obtida seria expressiva conforme mostrado na Tabela 2.

Tabela 2 Avaliação para os limites de pressão.

	KWh/dia	KWh/mês	kWh/m³
<b>Abastecimento Indireto</b>	16,12	483,61	0,58
<b>Booster (50mca)</b>	0,49	14,69	0,02
<b>Booster (10mca)</b>	2,14	64,17	0,08

Embora os resultados sejam animadores em termos de economia de energia elétrica, a disseminação do uso do método de abastecimento com booster a partir da rede depende ainda de maior desenvolvimento tecnológico que disponibilize bombas com as características adequadas à esse tipo de aplicação.

## CONCLUSÕES e RECOMENDAÇÕES

Através desse trabalho foi possível mostrar a importância da conservação da energia elétrica em sistemas prediais hidro-sanitários a partir do aproveitamento das pressões disponíveis na rede pública.

No contexto de eficiência energética, é clara a necessidade de investir em projetos de uso racional da energia elétrica e efficientização das instalações em sistemas prediais, sejam elas elétricas, hidráulicas, mecânicas. A instalação hidráulica de captação de água em sistemas prediais, para seu funcionamento, requer o uso da energia elétrica pelos motores elétricos que acionam as bombas.

Os sistemas prediais, durante o uso, são os maiores consumidores de recursos naturais, sendo, portanto, os principais causadores de impactos ambientais. Nesse contexto, o investimento na eficiência energética nas instalações hidro-sanitárias pode trazer sensíveis economias no uso de recursos naturais, com reflexo positivo também na economia do condomínio.

Os resultados mostram a importância da conservação da energia elétrica em sistemas prediais hidro-sanitários a partir do aproveitamento das pressões disponíveis na rede pública.

No contexto de eficiência energética, é clara a necessidade de investir em projetos de uso racional da energia elétrica e efficientização das instalações em sistemas prediais, sejam elas elétricas, hidráulicas, mecânicas. No



caso de sistemas prediais de água fria, agrega-se até 70% ao conteúdo energético da água, valor que pode ser reduzido a 4% através do aproveitamento da energia disponível na rede.

Recomenda-se avaliar a utilização de bomba de velocidade variável e seu efeito no consumo de energia para abastecimento de água.

## **AGRADECIMENTO**

Os autores agradecem à Empresa Baiana de Águas e Saneamento - Embasa a cessão dos dados de pressão utilizados.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

1. ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, first edition.
2. ALLIANCE – ALIANÇA PARA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 2002. Aproveitando as oportunidades de eficientização de água e energia não exploradas nos sistemas de água municipais. Washington, DC.
3. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12218/1994: Projeto de redes de distribuição de água para o abastecimento público. São Paulo, 1994.
4. CREDER, Hélio. Instalações hidráulicas e sanitárias. Ed. Livros Técnicos e Científicos, 1990.
5. GELLER, H. S., 1991, O Uso Eficiente da Eletricidade: uma Estratégia de Desenvolvimento para o Brasil. Rio de Janeiro, INEE.
6. MACINTYRE, Archibald Joseph. Manual de instalações: hidráulicas e sanitárias. Rio de Janeiro: LTC, c1990. 324 p.
7. PROCEL/ELETOBRÁS - Programa Procel nas Escolas – Panorama Energético Nacional, 2005.
8. TSUTIYA, M.T. (2006). Redução do custo de energia elétrica em sistemas de abastecimento de água.