

XI-030 - ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DO PARQUE DA FEDERAÇÃO – SETOR DE DISTRIBUIÇÃO R15

Iodésio de Andrade Ferreira⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Coordenador do Departamento de Política Energética da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A - EMBASA-BA.

Elton de Souza Carvalho

Engenheiro Civil pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Especialista em Saneamento pela Fundação Getúlio Vargas. Gerente do Departamento de Política Energética da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A - EMBASA-BA.

José Wellington de Andrade

Técnico em Eletrotécnica pela Escola Técnica Federal de Aracaju. Técnico Operacional da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A - EMBASA-BA.

Renavan Andrade Sobrinho

Engenheiro Civil, Sanitarista e Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade Federal da Bahia. Especialista em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Mestrando em Meio Ambiente, Águas e Saneamento pela Universidade Federal da Bahia. Gerente da Unidade Setorial de Apoio Técnico da Superintendência Metropolitana da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A - EMBASA-BA.

Sérgio Oliveira Pinto de Assis

Engenheiro Civil pela Universidade Católica do Salvador. Especialista em Gestão Empresarial pela Fundação Getúlio Vargas. Especialista em Gestão Integrada em Saneamento pela Universidade de Brasília. Gerente Operacional da Unidade Regional da Federação da Empresa Baiana de Águas e Saneamento S/A - EMBASA-BA.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dom Eugênio Sales, s/n, Boca do Rio – Salvador - BA - CEP: 41715-340 - Brasil - Tel: (71) 3373-7843 Fax (71) 3373-7784 - e-mail: ope@embasa.ba.gov.br

RESUMO

O trabalho apresenta a proposta de um projeto de eficiência energética no Parque da Federação R-15, onde se localiza um dos principais Centros de Reserva da cidade do Salvador, operado pela Empresa Baiana de Águas e Saneamento (Embasa) que abastece os bairros da Federação, Ondina, Barra, Graça, Rio Vermelho, Centro, dentre outros. O projeto propõe alterar a configuração atual dos sistemas hidráulicos visando uma melhor operação do sistema de abastecimento de água com a consequente redução dos gastos com energia elétrica.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência Energética, Federação, Embasa e abastecimento de água.

INTRODUÇÃO

A estrutura organizacional do abastecimento de água na Grande Salvador compreende quatro Unidades Regionais. A Unidade Regional da Federação (UMF) é uma das integrantes do complexo Sistema Integrado de Abastecimento de Salvador, responsável por uma distribuição média anual de 66,88 milhões de metros cúbicos de água tratada, para atender a cerca de 265 mil economias com um total estimado de 908 mil habitantes.

A logística da UMF compreende a administração de 5 parques de reserva e distribuição, constituídos de reservatório(s) apoiado(s), estações elevatórias e reservatórios elevados. Nessa situação, enquadram-se os parques do Cabula (R7), da Caixa D'água (R3), do Garcia (R5), de Campinas de Brotas (R19) e da Federação (R15). Existe um sexto parque de reserva em Brotas (R4, situado na localidade de Pitangueiras), porém já faz algum tempo que este reservatório está desativado.

Além dos referidos centros de reserva, alimentados ao longo do caminhamento da subadutora R7 / R15 (com trechos de diâmetros nominais que variam de 1.600 mm a 900 mm), existem algumas zonas de abastecimento (ZAs) que também são abastecidas diretamente a partir dessa subadutora.

O objeto da proposta de eficiência energética contida neste trabalho, tem seu foco no Parque da Federação – Reservatório R15.

A figura 1 a seguir ilustra toda a área de abrangência da Unidade Regional da Federação (UMF) com seus respectivos Centros de Reservação.

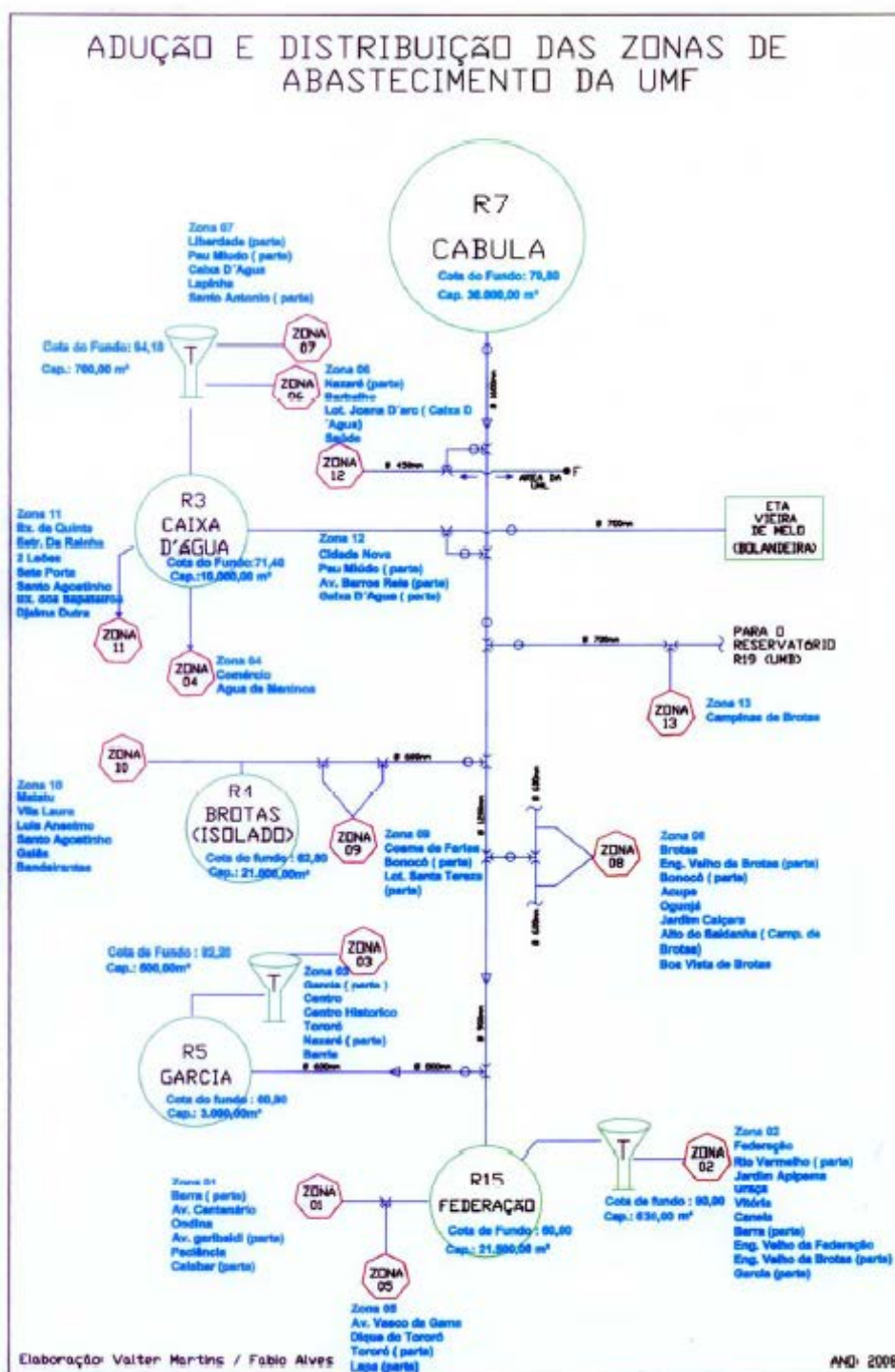


Figura 1 – Croqui da área de abrangência da Unidade Regional da Federação

OBJETIVOS

A energia elétrica é um dos principais insumos de uma Concessionária de Saneamento, cujos custos representam parcela significativa de seu “budget”. No ano de 2009, tomado como exemplo, para um orçamento global de R\$ 887.743.000,00, os gastos com energia elétrica da Embasa foram de R\$ 128.409.730,13, representando 14,5% do “budget”.

Dentre os principais objetivos a alcançar ressaltamos os seguintes:

- recuperar perdas de energia mediante melhor aproveitamento da pressão afluyente, extinção de recirculações e estabelecimento adequado da pressão de distribuição para consumo;
- minimizar os vórtices ocorridos no poço de sucção, quando a submergia da sucção for menor do que a necessária;
- adequar o dimensionamento e “modus operandi” dos conjuntos moto-bomba à nova realidade operacional do sistema, maximizando sua eficiência;
- reduzir a demanda contratada na ponta e fora de ponta;
- minimizar perdas de água tratada decorrentes de sobrepressão na rede de distribuição;
- funcionar como projeto piloto para futura aplicação em outras unidades operacionais da Embasa, buscando a multiplicação dos benefícios alcançados.

METODOLOGIA

A configuração atual dos sistemas hidráulicos no Parque da Federação é sintetizada na Figura 2.

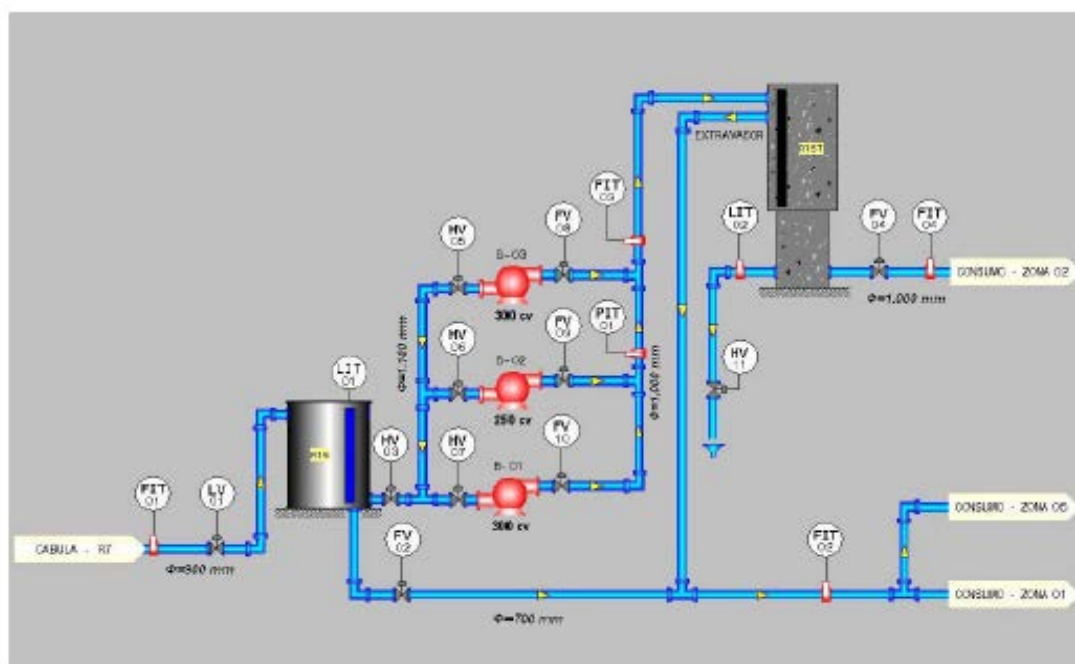


Figura 2 – Parque da Federação - Diagrama Esquemático do Sistema Existente

O reservatório apoiado (R15) é uma câmara circular de concreto com $\Phi=56$ m, cota de fundo 60m, cota de extravasamento 69 m, e capacidade de 21.500 m³. É abastecido pelo topo, pelo trecho de chagada, $\Phi=900$ mm, da subadutora R7 / R15. Abastece diretamente as zonas baixas (zonas 01 e 05), por meio de uma linha com diâmetro inicial $\Phi=700$ mm, e o barrilete de sucção das bombas a partir de uma linha com $\Phi=1.100$ mm.

O reservatório elevado (R15-T) é uma torre de concreto de base cilíndrica e acumulador em tronco de cone invertido, que tem cota de fundo 90 m, cota de extravasamento 95,89 m, e capacidade de 536 m³. É abastecido por estação elevatória constituída de duas bombas de 300 cv e uma de 250 cv operando em configuração 2 + 1 (até duas bombas operando e uma reserva). As bombas recalcam para um barrilete com $\Phi=1.000$ mm, cujo prolongamento, de mesmo diâmetro, alimenta o R15-T pelo topo. Abastece a zona alta (zona 02) por meio de uma linha com diâmetro inicial $\Phi=1.000$ mm, e seu extravasor deságua na linha que sai do R15 para abastecer as zonas baixas.

O projeto de eficiência aqui considerado tem seu foco no abastecimento da zona 02.

O reservatório R7, de onde é abastecido o R15, tem cota de fundo 79,8 m e seu nível varia entre 5 e 11 m. Comparando-se estes parâmetros com os do R15, identifica-se significativa diferença de potencial hidráulico. Medições de campo, realizadas na chegada do R15 (com todo o sistema em condições normais de consumo), constataram que a pressão ali disponível excede sempre àquela entregue ao barrilete de sucção das bombas, pelo excesso de pressão, este que é atualmente desperdiçado.

A Figura 3 apresenta um gráfico onde são transcritas todas as leituras de pressão realizadas na Chegada do Reservatório R15.

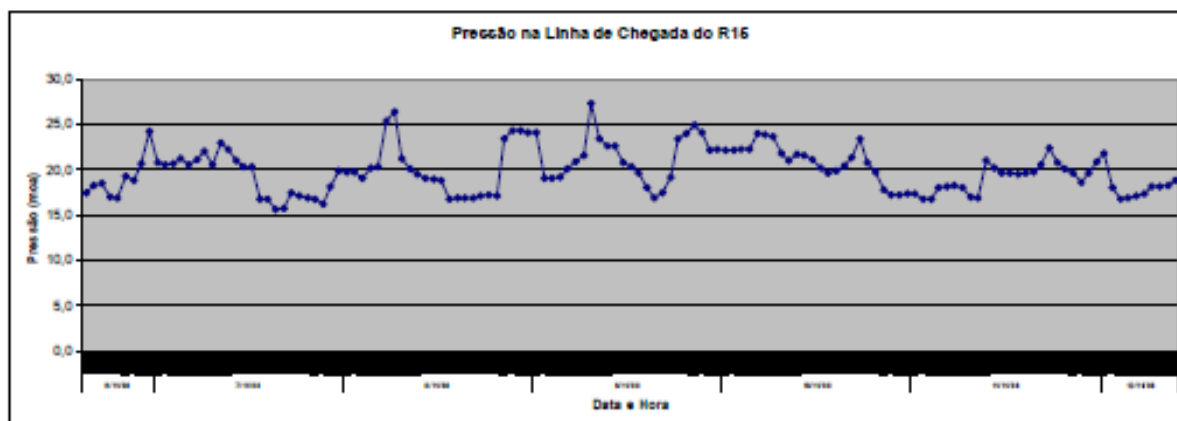


Figura 3 – Medições de Pressão na Chegada do Reservatório R15

O eixo das bombas da estação elevatória do R15 fica 0,53 m abaixo da cota de fundo do reservatório apoiado, ou seja, as bombas trabalham afogadas. Assim, a altura de sucção é negativa e varia com o nível do reservatório que, por questões operacionais relacionadas ao abastecimento das zonas 01 e 05, é mantido sempre abaixo de 6 m, podendo chegar, em situações operacionais desfavoráveis, à cota mínima de 0,8 m, causando, assim, o fenômeno indesejável da cavitação. Descortina-se, portanto, a primeira oportunidade significativa de conservação de energia, mediante o “by pass” do R15, para que o suprimento do barrilete de sucção das bombas ocorra diretamente a partir da subadutora de chegada, cujo eixo está situado 0,59 m abaixo do eixo das bombas.

É certo que, nestas condições, a altura manométrica total do sistema de bombeamento ficará substancialmente reduzida, já que o módulo da altura de sucção será acrescido por contribuição significativa da pressão de chegada, sempre muito superior àquela estabelecida pelo nível do R15.

Por outro lado, como a tubulação de recalque das bombas abastece o R15-T pelo topo, a altura de recalque (desnível geométrico) a ser vencida é sempre constante, como pode ser verificado pelas medições de pressão apresentadas na Figura 4. Embora a pressão requerida para o suprimento da zona alta (obviamente sujeita às variações de demanda de água que ocorrem ao longo do dia e sazonalmente ao longo do ano) somente corresponde ao pleno potencial hidráulico estabelecido pelo R15-T, quando a vazão solicitada é máxima. Isto significa que, nos intervalos de tempo com demanda de água não tão significativa, a pressão requerida é sempre inferior à cota de extravasamento do R15-T, que, por sua vez, situa-se 1,5 m abaixo do topo da linha de recalque. Fica então evidenciada oportunidade adicional de conservação de energia, mediante o “by-pass” do R15-T, com bombeio direto para a rede de abastecimento da zona alta, cuja geratriz superior está situada apenas 0,72 m acima do eixo das bombas. O R15-T continuará ligado ao sistema, passando a funcionar como um capacitor hidráulico.

Para compensar a sazonalidade e as variações de demanda citadas, bem como as variações de pressão na subadutora de chegada, o bombeio deverá ser condicionado por variação de velocidade com inversor de frequência, controlado pela pressão na alimentação da rede de distribuição para consumo. Assim, será despendido apenas o mínimo de energia necessário para garantir as condições ideais de abastecimento em cada momento, contribuindo para reduzir ainda mais a altura manométrica total requerida pelo sistema.

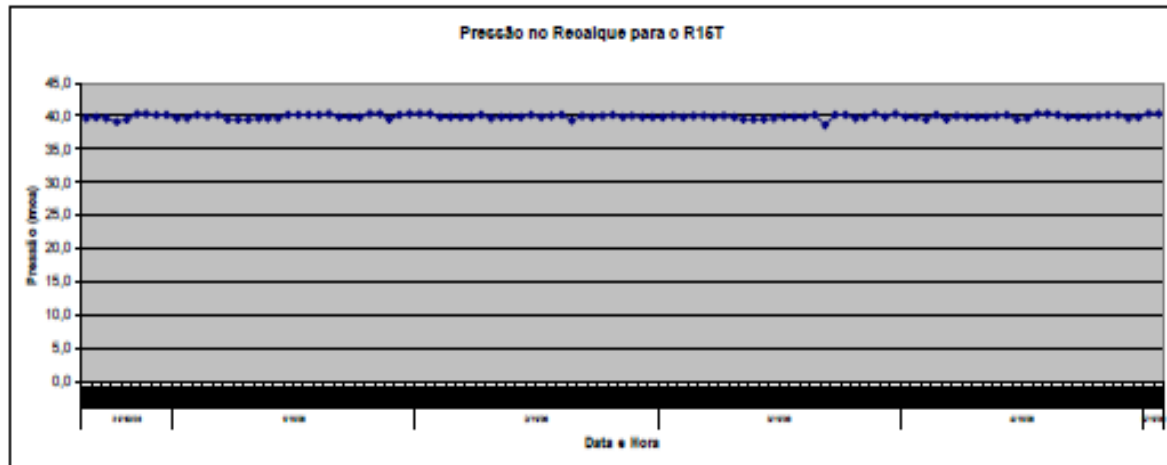


Figura 4 – Medições de Pressão no Recalque para o R15-T

Nas atuais condições de operação, a altura geométrica de recalque varia entre 33,9 e 39,1 m, em função do nível do R15. Combinando as ações acima propostas, deverá ficar situada entre 14 e 18 m, valores estes determinados pela combinação da pressão disponível na subadutora de chegada com a pressão requerida na alimentação da linha de distribuição para a zona alta. Fica assim evidenciada a oportunidade de redução significativa da potência de bombeamento solicitada.

De acordo com o gráfico apresentado na Figura 5 é possível observar a variação da pressão determinada pelo R15-T na alimentação da rede de distribuição para consumo. Comparando-se esses dados com os apresentados na Figura 3 (variação de pressão na chegada do R15), constata-se também a existência de intervalos de tempo com ΔP , suficientes para garantir o abastecimento da zona alta sem bombeamento, embora o arranjo atual não permita que se opere o sistema desta maneira. Fica assim caracterizada a oportunidade de complementar as intervenções acima descritas, introduzindo um “by-pass” adicional ligando a subadutora que supre o R15 à linha que distribui para a zona alta, permitindo então o seu abastecimento nos intervalos favoráveis sem nenhum consumo adicional de energia elétrica.

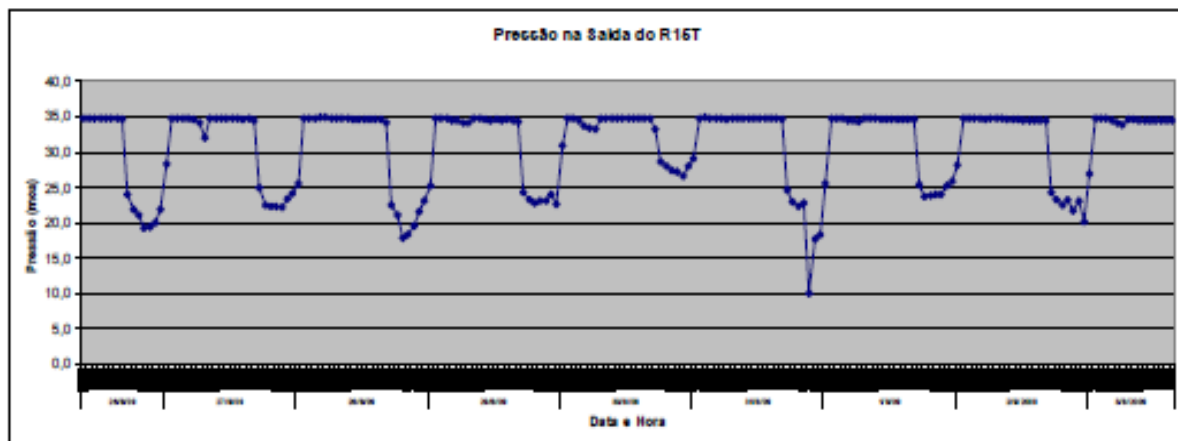


Figura 5 – Medições de Pressão na saída do R15-T

Outro aspecto que pode ser observado na Figura 5 é a virtual estabilização da pressão no entorno de 34,7 mca durante longos intervalos de tempo. Tal estabilização é determinada pelo extravasamento do R15-T, que ocorre sempre que são mantidas duas bombas em operação. Isto significa que este deve ser o valor de pressão a ser controlado na alimentação da rede na nova configuração proposta, e que a vazão atualmente estabelecida por dois conjuntos operando em paralelo, excede quase que permanentemente a demanda da zona 2, o que pode ser verificado por meio da Tabela 1.

Tabela 1 – Balanço de massa do Parque, com projeções de recirculação do R15-T

BALANÇO DE MASSA - PARQUE DA FEDERAÇÃO								
DATA	NÍVEL MÉDIO DIÁRIO R15	VAZÕES MÉDIAS DIÁRIAS (l/s)						EXTRAVALSAO R15-T
		ADUÇÃO CHEGADA R15	ADUÇÃO SAÍDA ZONA 01	ADUÇÃO BOMBAS R15-T	ADUÇÃO SAÍDA ZONA 05	TOTAL ADUZIDO DO R15	ADUÇÃO SAÍDA ZONA 02	
1/3/09	2,7	752,5	219,5	647,3	55,8	922,6	477,1	136,1
2/3/09	3,0	750,6	212,9	596,5	49,4	858,9	488,2	86,7
3/3/09	3,1	737,5	206,5	567,9	46,9	821,3	484,1	67,0
4/3/09	3,1	730,1	215,3	584,5	50,1	849,9	464,6	95,9
5/3/09	3,0	696,7	208,7	577,0	58,4	844,1	429,6	117,9
6/3/09	3,0	738,2	211,3	578,4	50,9	840,6	476,0	81,9
7/3/09	2,8	716,1	213,3	574,4	54,7	842,4	448,0	101,1
8/3/09	3,3	749,8	215,2	575,6	51,9	842,6	482,8	74,3
9/3/09	3,0	713,2	213,8	578,4	49,8	842,0	449,6	103,1
10/3/09	3,0	726,7	210,6	571,2	44,6	826,3	471,6	79,7
11/3/09	3,2	716,6	208,6	571,3	52,7	832,5	455,3	92,8
12/3/09	2,9	688,3	209,0	589,1	62,3	860,3	417,0	137,6
13/3/09	3,0	726,9	223,8	574,6	64,4	862,7	438,7	108,7
14/3/09	2,9	727,5	211,6	578,7	52,1	842,4	463,8	91,9
15/3/09	2,9	735,8	211,1	583,4	52,2	846,7	472,5	88,7
16/3/09	2,6	727,8	213,1	579,1	49,7	841,8	465,1	91,2
17/3/09	2,8	740,8	211,0	575,5	45,1	831,6	484,6	72,7
18/3/09	3,2	749,0	211,3	597,4	52,7	861,4	485,0	89,9
19/3/09	3,1	692,0	208,4	570,5	58,4	837,3	425,2	116,2
20/3/09	3,0	724,2	221,7	564,3	63,4	849,5	439,0	100,3
21/3/09	2,8	715,0	215,6	563,6	63,0	842,2	436,4	101,7
22/3/09	2,0	732,3	211,4	521,8	63,0	796,1	457,9	51,1
23/3/09	2,7	736,6	217,7	604,7	65,9	888,2	453,1	121,3
24/3/09	3,0	745,9	215,0	571,6	43,4	830,1	487,4	67,4
25/3/09	3,2	720,8	204,8	557,6	47,8	810,2	468,2	71,5
26/3/09	2,7	657,9	206,2	553,5	57,5	817,2	394,2	127,4
27/3/09	2,6	734,6	225,7	572,6	62,0	860,4	446,8	100,6
28/3/09	3,0	732,0	214,0	567,2	48,4	829,5	469,7	78,0
29/3/09	3,1	713,5	211,9	563,8	49,4	825,1	452,1	89,3
30/3/09	2,8	715,2	220,0	560,7	58,2	838,9	437,0	98,9
31/3/09	2,8	725,5	210,5	543,3	45,0	798,8	470,0	58,6

Com essas alterações propostas o desperdício de energia será também eliminado, contribuindo significativamente para o estabelecimento de uma relação benefício/custo bastante favorável.

A configuração proposta para o sistema hidráulico, contemplando as alterações previstas, é sintetizada na Figura 6.

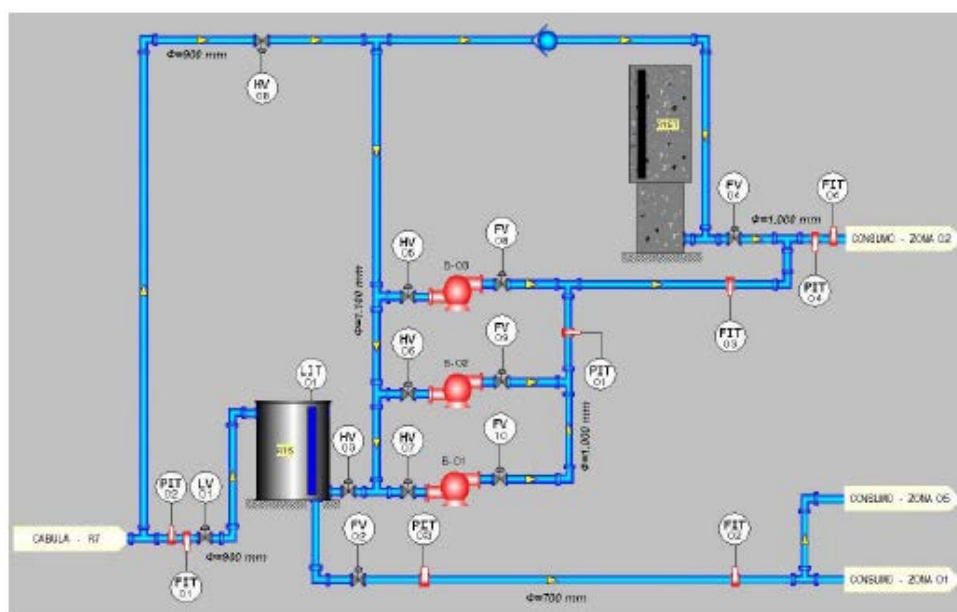


Figura 6 – Parque da Federação – Diagrama Esquemático com Alterações Propostas

Na nova configuração, o abastecimento da zona alta deixa de ser efetuado a partir do reservatório elevado, podendo ser efetivado diretamente a partir da subadutora de chegada, quando as condições operacionais de demanda de água e disponibilidade de pressão afluyente assim o permitirem, ou por intermédio das bombas, que estarão ativadas quando as condições operacionais não forem favoráveis à primeira alternativa. Nesta segunda perspectiva, que por certo será a mais frequente, as bombas serão diretamente abastecidas pela subadutora de chegada, para aproveitar o excesso de pressão disponível, e reforçarão a pressão para a rede de consumo, na medida exata da sua necessidade, através do acionamento com velocidade variável, comandado pela pressão requerida. Nesta configuração a válvula de retenção, inserida no “by-pass” para a rede de consumo, impedirá a recirculação no sistema.

Convém observar que as alterações aqui propostas foram concebidas sem qualquer receio, porque a área de cobertura do parque da Federação é constituída de unidades consumidoras com ampla capacidade de reservação em praticamente 100% dos casos, o que oferece grande flexibilidade para a realização de manobras operacionais de curto prazo, que visem o melhor aproveitamento possível do excesso de pressão afluyente disponível.

Na Tabela 2, apresentada a seguir, foram realizadas projeções de altura manométrica total (AMT) para o sistema na nova configuração, considerando os valores médios horários de pressão coletados por meio de “data loggers” instalados nos pontos de chegada da subadutora (alimentação do R15) e de alimentação da rede de distribuição para consumo (saída do R15-T), para que sejam reproduzidas as atuais condições de suprimento da zona alta.

Tabela 2 – Projeções de Altura Manométrica na configuração proposta

ALTURA MANOMÉTRICA PREVISTA (mca)			
HORA	PRESSÕES MÉDIAS		AMT DAS BOMBAS
	Alimentação do R15	Saída do R15-T	
00:00 - 01:00	21,0	27,5	7,8
01:00 - 02:00	19,4	34,8	16,7
02:00 - 03:00	19,1	34,8	17,0
03:00 - 04:00	19,7	34,8	16,4
04:00 - 05:00	20,1	34,6	15,8
05:00 - 06:00	21,2	34,4	14,6
06:00 - 07:00	21,7	34,2	13,9
07:00 - 08:00	21,0	34,4	14,6
08:00 - 09:00	20,5	34,7	15,6
09:00 - 10:00	21,0	34,7	15,0
10:00 - 11:00	20,9	34,7	15,1
11:00 - 12:00	20,2	34,7	15,8
12:00 - 13:00	19,9	34,7	16,1
13:00 - 14:00	18,5	34,6	17,5
14:00 - 15:00	18,2	34,6	17,7
15:00 - 16:00	17,9	34,6	18,1
16:00 - 17:00	18,4	34,5	17,4
17:00 - 18:00	19,7	25,5	7,1
18:00 - 19:00	19,4	23,4	5,4
19:00 - 20:00	19,1	22,6	4,8
20:00 - 21:00	20,3	22,6	3,5
21:00 - 22:00	19,9	21,0	2,4
22:00 - 23:00	20,4	22,8	3,7
23:00 - 24:00	21,5	23,1	2,9

O cálculo da altura manométrica foi desenvolvido levando-se em conta os seguintes aspectos:

- a cota do eixo das bombas foi tomada como referência “zero”;
- nos pontos de medição de pressão, a sub-adutora de chegada tem cota 0,59 m abaixo da referência “zero”, e a linha de alimentação da rede de distribuição para consumo tem cota 0,72 m acima da referência “zero”;
- a velocidade das bombas será controlada para manter pressões constantes pré-estabelecidas (compatíveis com os valores registrados na figura 5) na entrada da rede de distribuição para consumo;
- o trecho de tubulação a ser construído para conectar diretamente o barrilete de descarga das bombas à linha de alimentação da rede de distribuição para consumo é curto, tendo sido desprezada sua contribuição para a AMT.

Foi então empregada a seguinte fórmula para o cálculo da AMT:

$$AMT = (P_2 + 0.72) - (P_1 - 0.59)$$

onde P_2 é a pressão média na saída do R15-T e P_1 é a pressão média na alimentação do R15. Inspeccionando os resultados de AMT projetada da Tabela 2, constata-se que os valores obtidos são significativamente inferiores aos da configuração atual e, particularmente entre as 17:00 e 01:00h (intervalo assinalado), são pequenos o suficiente para viabilizar transferência direta para consumo sem bombeamento.

Tal possibilidade, do ponto de vista energético é obviamente uma condição muito atrativa, já que o excesso de pressão disponível é bastante significativo e atualmente desperdiçado. Do ponto de vista financeiro, torna-se ainda mais atrativa quando se observa que o intervalo a ser utilizado compreende o horário de ponta da Concessionária de energia elétrica.

Para maximizar os benefícios desta alternativa operacional, é razoável que se busque estender o quanto possível for, o período de transferência direta sem bombeamento. Considerando que o R15 representa a carga mais significativa conectada à subadutora que o abastece, caso sua alimentação seja interrompida a pressão de chegada por certo se elevará, favorecendo a obtenção de condições de suprimento muito próximas às atualmente praticadas. Isto pode ser operacionalizado mediante manobra da LV-01, que é a sua válvula de admissão.

Apesar do foco deste trabalho se concentrar no abastecimento da zona alta, a logística requerida deverá levar em conta a necessidade de garantir o abastecimento das zonas baixas, que é efetuado por gravidade a partir do R15. Como a idéia é fechar a LV-01 no intervalo favorável à transferência direta (bloqueando o abastecimento do reservatório para maximizar a pressão disponível na subadutora de chegada), seu período de acumulação deverá ser deslocado, devendo o abastecimento ocorrer fora do intervalo acima, e com nível alto no R7.

No “modus operandi” atual, a LV-01 está sempre parcialmente estrangulada para restringir a elevação do nível do R15, que, acima de determinado limite, funciona como potencial vetor de aumento de perdas, devido à correspondente elevação da pressão na rede de distribuição para as zonas baixas. Na nova configuração proposta, uma estratégia razoável pode ser não impor tal restrição no intervalo favorável ao abastecimento do R15. Para evitar que isto implique em aumento de perdas, foi concebida uma malha de controle de pressão com a introdução do PIT-03. Serão ainda introduzidos no sistema os transmissores PIT-02 e o PIT-04, o primeiro para permitir o monitoramento permanente da pressão da subadutora na chegada do R15, e o segundo para balizar o controle de velocidade das bombas.

Avaliação de Outras Perdas no Sistema

Os documentos de projeto do parque de reservação e distribuição da Federação situam sua concepção nos idos de 1975 e sua entrada em operação se deu em 1980, ou seja, há 30 anos.

As previsões de crescimento vegetativo do consumo de água na ocasião indicam uma realidade diversa da que de fato ocorreu, pois o projeto previa sua consolidação em duas fases, contemplando dois reservatórios apoiados (um deles a ser construído na segunda fase), um reservatório elevado e uma casa de bombas, com infra-estrutura para acomodar até 5 bombas, sendo que, na primeira fase, foram instaladas apenas 3.

Para a segunda fase estava ainda prevista a instalação de mais 2 bombas do mesmo modelo ali indicado.

Por ser irrelevante, não investigamos em que horizonte de prazo deveria ocorrer a implementação da segunda fase, mas a realidade atual indica ser duvidoso que no futuro venha a ser necessário ampliar a capacidade do sistema conforme previsto, porque a área de cobertura do parque já atingiu adensamento urbano próximo da saturação, e é pouco provável que venham ocorrer alterações radicais de sua urbanização, que impliquem em elevação significativa da demanda de água.

Do ponto de vista da eficiência energética, como os sistemas de adução e distribuição foram concebidos já contemplando a folga requerida para a implementação da segunda etapa, sua resistência hidráulica não deve chegar a interferir negativamente na operação do sistema, pois, independentemente do estado de conservação

das tubulações, não há evidência de que ocorram restrições significativas ao fluxo nas vazões demandadas. Por este motivo, não foi considerado oportuno despendar recursos para avaliação das redes distribuidoras neste trabalho.

No que tange aos equipamentos de bombeamento, por outro lado, existem vários elementos no “hardware” do sistema, que requerem atenção. Testes de campo realizados com as bombas operando cada uma isoladamente e nas possíveis combinações duas a duas, fornecem evidência de desperdícios adicionais de energia. Foram realizadas medições individuais por máquina para os parâmetros tensão, corrente, potência, e fator de potência, e medições da altura manométrica de recalque e da vazão global transferida para a torre, nas distintas configurações de combinação das bombas, sendo calculados o rendimento e o consumo específico individualmente e aos pares.

Comparando as vazões medidas para cada uma das bombas operando isoladamente e nas possíveis combinações duas a duas, identifica-se que a vazão de duas bombas operando em paralelo é sempre superior ao somatório das vazões obtidas com cada uma delas operando isoladamente, o que não é coerente. Considerando que todas recalcam para o mesmo barrilete, a única justificativa para tal comportamento é que esteja ocorrendo recirculação através da(s) bomba(s) que está(ão) parada(s) em cada fase do teste, indicando que as válvulas de retenção e bloqueio requerem atenção. A recirculação foi comprovada durante os testes de campo, pela observação do giro reverso do eixo do(s) equipamento(s) parado(s).

Ocorrendo a recirculação, depende-se energia adicional desnecessária, pois, parte da massa transferida por cada bomba em operação é retornada, sem que o trabalho desenvolvido contribua para o abastecimento da zona alta.

Outro desperdício de energia localizado, confirmado durante os testes, deve-se ao arranjo construtivo da conexão das bombas ao barrilete de recalque. Nos documentos de projeto está previsto que tal conexão seria efetivada com dutos e dispositivos de proteção e manobra de 600 mm, porém, conforme pode ser observado na Figura 7, das três bombas instaladas, apenas para a do centro (bomba 2) este requisito foi obedecido. A bomba 3 (em primeiro plano) possui conexões de 300 mm, e na bomba 1 (próxima ao painel), as conexões são de 400 mm.

Não se tem registro dos motivos que levaram a este arranjo construtivo, mas, como era de se esperar, os testes de campo confirmaram perdas de carga localizadas, devidas às conexões de menor diâmetro das bombas 1 e 3. Para garantir confiabilidade da medição, foi utilizado sempre o mesmo manômetro calibrado, que substituiu o existente em cada momento do teste.

Como a altura manométrica a ser vencida é constante, devido à alimentação do R15-T pelo topo, as pressões medidas deveriam ser aproximadamente iguais, mas constatam-se perdas de carga localizadas de até 3m. Assim, além da substituição das válvulas de bloqueio e de retenção, deve-se substituir os dutos de interligação das bombas 1 e 3 ao barrilete de recalque para restaurar as condições originais de projeto.



Figura 7 – Visão das instalações de recalque do Parque da Federação

RESULTADOS / CONCLUSÕES

Em suma, as intervenções previstas para efetivar a efficientização energética do SAA do Parque da Federação são as seguintes:

- Construção de trechos complementares de tubulação com diâmetros de 600, 900 e 1100 mm, com a correspondente inclusão e/ou substituição de dispositivos de manobra e proteção hidráulica, para:
 - possibilitar o suprimento direto da zona alta a partir da sub-adutora de chegada, sem bombeamento, nos intervalos de tempo em que as condições de processo assim o permitirem;
 - nos intervalos de tempo em que seja necessário fazer uso das bombas, possibilitar o bombeio direto (com variação de velocidade) para a rede de abastecimento da zona alta, sendo o barrilete de sucção abastecido diretamente pela sub-adutora de chegada;
 - eliminar perdas de carga localizadas no barrilete de descarga e perdas por recirculação nas válvulas de bloqueio e retenção;
- Reforma das bombas existentes, com corte do rotor para a bitola de 11 ½”;
- Substituição dos motores elétricos de 250 e 300 cv por outros de alta eficiência e potência 150 cv;
- Substituição do painel elétrico existente por outro com proteção adequada às novas condições operacionais e incorporação dos conversores estáticos e medidores individuais de energia;
- Instalação de transmissores de pressão para monitoramento permanente da subadutora de chegada, controle da pressão de distribuição para as zonas baixas, e controle da velocidade das bombas;
- Reconfiguração do sistema de automação existente para adequação ao novo “modus operandi”.

Na Tabela 3 são sintetizados os resultados previstos após a implantação das melhorias propostas.

Tabela 3 – Planilhamento de Resultados das Melhorias Propostas

Resultados		
Identificação	Redução de Demanda (kW)	Energia Economizada (MWh/ano)
No Horário de Ponta	200,61	156,48
No Horário Fora de Ponta	267,05	2.096,98
Totais	467,66	2.253,45

Com a implementação do projeto, a Embasa terá redução significativa de sua fatura de energia elétrica referente ao Parque da Federação.

O contrato de fornecimento de energia elétrica com a Concessionária local está enquadrado na estrutura tarifária horosazonal verde, Classe A4 – Serviço Público.

O período seco compreende sete meses do ano, entre maio e novembro, e o período úmido engloba os cinco meses restantes, ou seja, dos 365,25 dias do ano, 213 correspondem ao período seco, e os 152,25 restantes, ao período úmido. Contabilizados os sábados, domingos e feriados nacionais dentre os 213 dias do período seco, em média, 64 dias não possuem horário de ponta, e, dentre os 152,25 dias do período úmido, em média, 44 deles também não possuem. Assim, dos 2.840,41 MWh / ano de energia consumida, contabilizados para o sistema existente, 1.566,75 serão despendidos no posto tarifário FPS; 89,67 MWh / ano serão despendidos no posto NPS; 1.118,84 MWh / ano serão despendidos no posto FPU; e 65,15 MWh / ano serão despendidos no posto NPU.

Já na nova configuração proposta, dos 586,95 MWh / ano de energia consumida previstos, 342,29 serão despendidos no posto tarifário FPS e 244,66 serão despendidos no posto FPU, não havendo consumo de bombeamento previsto para o horário de ponta. Sendo assim, dos 2.253,45 MWh / ano de energia economizada previstos, 1.224,46 corresponderão ao posto FPS; 89,67 ao posto NPS; 874,17 ao posto FPU; e 65,15 ao posto NPU. Multiplicando estes valores pelos preços das tarifas em vigência pela Concessionária de Energia (Coelba – abril / 2.010), chega-se a uma recuperação anual de custo com energia no valor de R\$ 530.524,81.

A redução de demanda estimada (267,05 kW) corresponderá a uma recuperação mensal de custo no valor de R\$ 4.392,42 perfazendo um total anual de R\$ 52.709,04 a ser incorporado ao montante contabilizado no parágrafo anterior. Assim, a economia anual prevista será de R\$ 583.233,85.

As ações decorrentes deste trabalho poderão ser estendidas a uma variedade de outros parques da Embasa, tanto na capital quanto no interior do Estado, já que os mesmos conceitos de projeto e operação empregados no Parque da Federação coexistem em parcela significativa das demais unidades de distribuição de água tratada.

Do ponto de vista do sistema elétrico como um todo, e da sociedade, minimizar a má utilização de recursos energéticos no setor de saneamento permitirá a postergação e / ou realinhamento dos investimentos necessários à expansão do sistema elétrico, e a liberação de blocos de energia para atendimento de outros clientes potenciais.

Convém também considerar os benefícios ambientais daí decorrentes, já que projetos desta natureza são extremamente relevantes para a preservação dos recursos hídricos, que historicamente são considerados no Brasil como inesgotáveis, e para a redução das emissões de gases do efeito estufa, já que a matriz energética nacional está se movimentando no sentido de aumentar a participação da geração de energia a partir de sistemas termoeletrônicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. EMBASA. Boletins Mensais de Volume aduzido/produzido do Sistema Integrado de Salvador e Região Metropolitana – EMBASA/OPT/OPT-CPM. Salvador: Embasa, 2010. Não publicado.
2. ELETROBRÁS/Ministério de Minas e Energia. Uso Eficiente de Energia Elétrica e Água em Sistemas de Saneamento Ambiental. São Paulo: Eletrobrás/MME/PROCEL, 2006.
3. EMBASA. Relatório Mensal de Despesas com Energia Elétrica: Salvador: Embasa, 2010. Não publicado.
4. TSUTIYA, M.T. Redução do Custo de Energia Elétrica em Sistemas de Abastecimento de Água – 1ª edição. ABES. São Paulo: ABES, 2001 185p.