



XI-028 - REDUÇÃO DE CUSTOS ENERGÉTICOS EM SISTEMAS DE ÁGUA PELO APROVEITAMENTO DE EXCEDENTES HIDRÁULICOS PARA A MOVIMENTAÇÃO DE BOMBAS

Alice Araújo Rodrigues da Cunha⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás (UFGO). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Engenheira coordenadora de projetos da SENHA ENGENHARIA.

Edmundo Koelle⁽²⁾

Engenheiro Naval e Doutor em Engenharia pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Professor do Departamento de Hidráulica e Recursos Hídricos da Universidade de Campinas (UNICAMP). Consultor autônomo em Hidráulica.

Francisco Humberto Rodrigues da Cunha⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás (UFGO). Mestre em Hidráulica e Saneamento pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Diretor da SENHA ENGENHARIA.

Porfiro José Borges Alves Neto⁽¹⁾

Engenheiro Civil pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Goiás (UFGO). Diretor da SENHA ENGENHARIA.

Endereço⁽¹⁾: 11ª Avenida, 817, Setor Universitário, Goiânia, GO, CEP 74.605-060, Brasil, Tel: (62) 3202-4777 e-mail: senha@senha.eng.br; fhrc@senha.eng.br.

Endereço⁽²⁾: Rua Marechal H. de Moura, 338, Condomínio Portal do Morumbi, São Paulo, SP, CEP 05.641-900, Brasil, Tel: (11) 3742-8270. e-mail: koelle@koelle.com.br.

RESUMO

O aproveitamento da energia que seria perdida em excedentes hidráulicos frequentemente existentes em sistemas de abastecimento de água pode resultar significativo ganho econômico, mas quase sempre é negligenciado, pois, convencionalmente tais sistemas são concebidos e projetados com foco em assegurar o adequado abastecimento, sem se preocupar quanto a tais ganhos energéticos. Dependendo dos níveis e vazões disponíveis, a inserção de instalações de aproveitamento energético nesses sistemas é bastante viável técnica e economicamente, ao gerar economia sem afetar o objetivo principal do sistema – o abastecimento de água – e eventualmente até trazendo vantagens operacionais, tais como a independência do suprimento elétrico.

Neste trabalho são indicados métodos e procedimentos para o estudo, a avaliação e o projeto de instalações voltadas para o aproveitamento de excedentes hidráulicos em sistemas de abastecimento de água tomando como referência um caso real de relevante proporção, no qual foi demonstrada a enorme viabilidade de se aproveitar os excedentes hidráulicos em duas situações: (a) os volumes de água bruta que seriam extravasados pelo vertedor de um reservatório de acumulação; e (b) a quebra (redução) de pressão em um sistema de distribuição de água.

Na primeira situação, o aproveitamento energético de volumes que extravasariam numa barragem de regularização de manancial viabilizou o acionamento de turbinas hidráulicas para gerar energia elétrica e, paralelamente, também para acionar bombas no próprio recalque de água bruta, formando conjuntos ‘TBM’ – Turbina-Bomba-Motor e ‘TB’ – Turbina-Bomba.

Na segunda, a energia dissipada na redução de pressão para alimentação de um sistema de distribuição de água pôde ser aproveitada por meio de uma ‘BOT’ – “bomba operando como turbina” – para o acionamento de “bomba normal” numa instalação paralela que promove o bombeamento de água para um reservatório superior.

PALAVRAS-CHAVE: Aproveitamento Energético, ‘BOT’ – Bomba Operando como Turbina, ‘TBM’ – Turbina-Bomba-Motor, ‘TB’ – Turbina-Bomba, Excedentes Hidráulicos, Redução de Custos com Energia.



INTRODUÇÃO

As despesas com energia elétrica no suprimento de água têm crescido significativamente ao longo das últimas décadas e hoje representam de 10 a 60% do custo total desse serviço, na maior parte dos sistemas. Normalmente são inferiores apenas aos gastos com pessoal. Este fato tem motivado intensa busca por melhor desempenho das instalações e equipamentos que demandam energia, nesses sistemas, especialmente quanto ao bombeamento de água, que determina cerca de 90% dos custos energéticos no abastecimento público urbano.

Neste contexto, cabe destacar a importância do Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel) Sanear / Eletrobrás, que tem fomentado a implementação de um conjunto amplo de ações para reduzir e racionalizar o consumo de energia no abastecimento de água.

Observando de uma forma geral essas iniciativas, percebe-se que a maior parte dos esforços tem sido no sentido de se aprimorar as instalações dos sistemas de água, enquanto que, notoriamente, pouca atenção tem se prestado em relação ao aproveitamento de excedentes hidráulicos nesses sistemas, que frequentemente representam potências significativas.

Constituem exemplos típicos de excedentes aproveitáveis em instalações de abastecimento público de água os volumes hídricos descartados em extravasores de captações e as quebras de pressão na alimentação de reservatórios e de redes de distribuição, quando estes se posicionam muito abaixo do nível piezométrico adequado ao suprimento de água.

O aproveitamento dessa energia que seria perdida pode resultar significativo ganho econômico, mas quase sempre é negligenciado, pois, convencionalmente os sistemas de água são concebidos e projetados com foco em assegurar o adequado abastecimento, sem se preocupar quanto à utilização dos excedentes hidráulicos corriqueiramente existentes. Ora, dependendo dos níveis e vazões disponíveis, a inserção de instalações de aproveitamento energético nesses locais é bastante viável técnica e economicamente, ao gerar economia de energia elétrica sem afetar o objetivo principal do sistema – o abastecimento de água – e eventualmente até trazendo vantagens operacionais, tais como a independência do suprimento elétrico.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os estudos foram desenvolvidos para subsidiar o projeto de engenharia do futuro Sistema de Produção João Leite, destinado ao abastecimento de Goiânia/GO e suas conurbações, projetado para capacidade final de até 8,0 m³/s e inicial de 4,0 m³/s. As duas unidades do sistema que constituíram objeto do trabalho foram a captação de água bruta e a alimentação do sistema de distribuição de água.

A viabilidade de aproveitamento de excedentes hidráulicos em sistemas de água para a geração de energia depende fundamentalmente de dois fatores: (a) condições técnicas favoráveis e (b) concepção adequada das instalações de aproveitamento energético.

Com relação ao primeiro ponto, constituem fatores principais que viabilizam o aproveitamento energético: (1) maior potência - pressão a dissipar e vazão veiculada; e (2) possibilidade de utilização no próprio sistema da energia gerada. Em geral, quando essas duas condições são satisfeitas os ganhos econômicos e operacionais se elevam substancialmente, em especial quanto a esta última, já que a hipótese de geração de eletricidade é desfavorável, pois eleva as perdas nas conversões de energia e os custos de implantação e manutenção do gerador e das correspondentes instalações de excitação e controle elétrico. Ademais, a venda de energia elétrica é complicada do ponto de vista administrativo e é remunerada muito abaixo das tarifas pagas pela utilização da mesma.

Não obstante, a avaliação da viabilidade econômica do aproveitamento energético nos dois casos estudados – dos excedentes de água bruta na captação e de pressão hidráulica na distribuição de água tratada – considerou as duas possíveis maneiras de utilização do potencial hidráulico: (a) pela geração de energia elétrica e (b) com o acionamento de bomba do próprio sistema de água diretamente pela turbina hidráulica.

Quanto à concepção das instalações, faz-se imprescindível otimizar técnica e operacionalmente o sistema, com base em simulações hidráulicas, por meio de um bom *software*, de forma a verificar as condições operacionais segundo cada alternativa e definir os equipamentos e instalações mais adequados ao caso. No estudo em



questão foram utilizados os programas WaterCAD (para o estudo hidráulico do sistema nas condições de escoamento permanente) e Hammer (para o estudo hidráulico em regime transitório).

A investigação de viabilidade quanto ao caso de aproveitamento energético dos excedentes de água bruta envolveu simulações hidrológicas e de geração de energia, determinando-se os volumes a extravazar (com e sem aproveitamento energético) e o potencial de geração, para os cenários de demanda de água no abastecimento público, em curto e médio prazos, denominados de Cenário 1 (demanda de 4 m³/s) e Cenário 2 (demanda de 6 m³/s).

O manancial do sistema objeto do estudo é o ribeirão João Leite, que deverá ter seu deflúvio regularizado por meio de uma barragem de acumulação, cuja altura é da ordem de 45 m e que se encontra em fase final de construção. O projeto inicial desse represamento previa, convencionalmente, que o excedente hidrológico seria todo extravasado pelo vertedor – uma escadaria posicionada no centro da barragem.

Nos dois cenários analisados foi imposta a descarga mínima da vazão de 0,9 m³/s para jusante da barragem ao longo de todo o tempo – a chamada ‘vazão ecológica’ – de forma a cumprir o compromisso de natureza ambiental em manter perene o ribeirão. Em decorrência disto, o trabalho ainda incluiu a verificação da viabilidade também do aproveitamento energético dessa vazão mínima a ser assegurada permanentemente no ribeirão e a indicação das instalações mais adequadas a este fim.

Neste caso, do aproveitamento de excedentes de água bruta, os estudos energéticos foram realizados em duas fases. Na primeira, os esforços se concentraram na investigação, principalmente, dos excessos hídricos a verter, cujos resultados indicaram boa chance de viabilidade do aproveitamento energético pretendido.

Verificada essa perspectiva, foram avançados os estudos para concepção das instalações de geração de energia e de utilização da mesma nas próprias instalações do sistema, com simulações que prognosticaram o comportamento do ‘nível d’água no reservatório’ versus ‘vazões’, sem e com geração de energia, bem como a permanência de potências geradas, neste caso, mediante os dois cenários de captação de água para abastecimento: 4 m³/s (Cenário 1) e 6 m³/s (Cenário 2).

Os estudos energéticos foram realizados segundo os critérios definidos pela ANEEL para usinas hidrelétricas classificadas como “Pequena Central Hidrelétrica – PCH”. Tais estudos tipicamente incluem o estabelecimento dos seguintes parâmetros básicos:

- Nível d’Água (NA) máximo normal do reservatório;
- Máxima depleção operativa do reservatório;
- Queda de referência;
- Queda de projeto.

O estudo da máxima depleção em reservatórios para o fim de aproveitamento energético é realizado por meio de simulações comparativas de geração de energia até o ponto em que se obtém vantagem no deplecionamento, sem prejuízo das outras finalidades do reservatório.

A queda de referência é a queda líquida para a qual a turbina hidráulica, na sua abertura máxima, fornece a potência nominal da máquina acionada. Normalmente, esta queda de referência - ou nominal – é a que corresponde à permanência de 95% do tempo. Já a chamada queda de projeto diz respeito à queda líquida para a qual deve ser fixada a máxima eficiência da turbina e corresponde à queda líquida média resultante da simulação do histórico de vazões disponíveis.

A partir das simulações iniciais, que demonstraram que os volumes vertidos seriam significativos, foram formuladas algumas hipóteses para o aproveitamento energético pretendido e analisadas as correspondentes consequências no comportamento do reservatório sob estudo, o qual, vale ressaltar, inicialmente foi concebido apenas com a finalidade de abastecimento de água, sem geração de energia.

Uma vez determinada a disponibilidade energética, foi efetuada a modelagem hidráulica do sistema e simuladas as condições operacionais deste, definindo-se a concepção e a forma de operação mais adequadas para as instalações.

No outro caso objeto do estudo – quanto ao aproveitamento energético da redução de pressão para alimentar o sistema de distribuição de água – a conversão do potencial hidráulico em energia mecânica de rotação foi definida pela utilização de uma BOT (bomba operando como turbina) para acionar uma ‘bomba normal’ no recalque de água para outras unidades do sistema de água. Isto porque a potência envolvida no caso é baixa ao ponto de não ser interessante economicamente a utilização de turbina hidráulica para este fim.

Ora, uma bomba de fluxo pode operar sob as várias condições mostradas na Figura 1. Com a inversão de fluxo, ou de rotação, ou uma combinação dessas duas possibilidades, a bomba converte energia hidráulica, que é dissipada em calor, no ambiente, e também pode produzir torque no eixo da máquina.

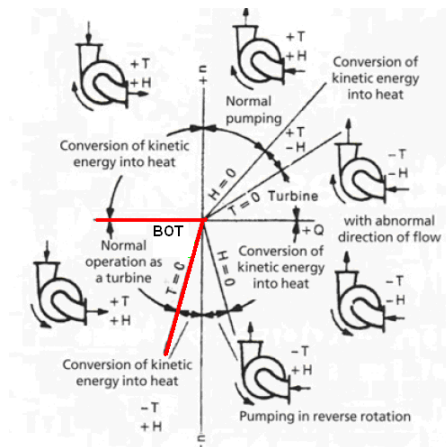


FIGURA 1 - ZONAS OPERACIONAIS DE UMA BOMBA DE FLUXO

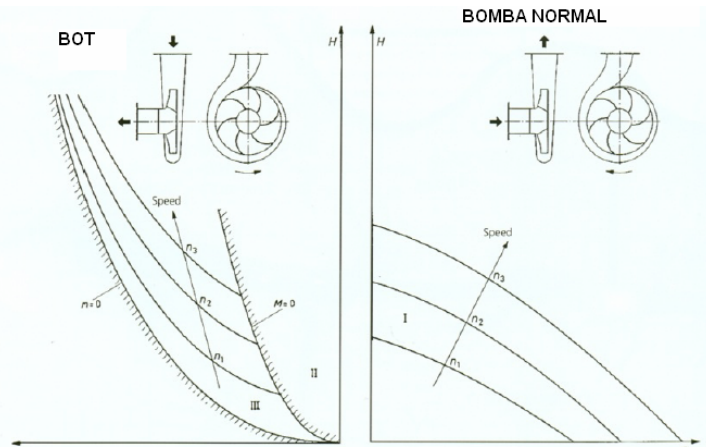


FIGURA 2 - CURVAS CARACTERÍSTICAS: BOMBA e BOT ("TURBINA")

Quando a bomba proporciona a geração de torque, funciona como turbina hidráulica, produzindo uma potência útil no seu eixo que pode ser aproveitada de várias formas, dentre elas para acionar um gerador elétrico ou outra máquina qualquer (uma bomba ‘normal’, por exemplo) acoplada ao seu eixo, com ou sem um conversor de torque/rotação (caixa de transmissão).

Evidentemente, o rendimento operacional de uma BOT é inferior ao de uma turbina adequadamente projetada para tal finalidade. Todavia, as facilidades de instalação / manutenção e o custo e despesas menores de uma BOT proporcionam vantagens econômicas e operacionais que geralmente são muito favoráveis a este tipo de solução, especialmente para potências baixas.

Cabe salientar que, ao contrário das turbinas, a ‘BOT’ é desprovida de dispositivo regulador de vazões (distribuidor) incorporado ao equipamento, o que dificulta a sua aplicação para geração de eletricidade e exige que sua utilização para o acionamento de ‘bomba normal’ seja definida com base em consistente estudo hidráulico, conforme se vê a seguir, para que suas condições operacionais sejam adequadas.

Na zona de operação de uma BOT, mostrada no terceiro quadrante da Figura 1, entre a condição de rotação nula ($n = 0$, ou seja, rotor bloqueado pelas forças contrárias) e a de torque nulo ($T = 0$, “girando em vazio”), a vazão que circula na BOT desenvolve rotação e torque positivos, à custa de uma redução de carga hidráulica (perda de carga = redução de pressão no sistema), o que gera potência útil no eixo. A operação como turbina também pode ser obtida conforme indicado no primeiro quadrante daquela figura, com o fluxo e rotação nos sentidos normais de operação da bomba, mas, neste caso, o rendimento se reduz face às condições inadequadas do fluxo no rotor da bomba.

As bombas centrífugas apresentam características hidráulicas como as representadas na Figura 2, que indica, para a mesma bomba, as condições operacionais de ‘bomba normal’ e de ‘BOT’ - “turbina”. Tais curvas são utilizadas quando se deseja acoplar uma BOT para acionar uma bomba normal, através ou não de uma caixa de transmissão que proporcione a conversão de torque/rotação.

Num caso geral de aplicação, a BOT, gerando o torque T_1 na rotação N_1 , aciona uma bomba normal com características distintas, e, assim sendo, deve-se considerar, na Figura 2, as características da bomba acionada operando com o torque T_2 na rotação N_2 , em concordância com as características da BOT, sendo a potência transmitida através de um conversor de torque/rotação operando com rendimento R_T , obedecendo à relação:



$$T_1 \cdot N_1 \cdot R_T = T_2 \cdot N_2 \quad (1)$$

Ao considerar as características hidráulicas de um acoplamento BOT-Bomba, a potência hidráulica P_1 gerada no eixo da BOT operando com o rendimento r_1 , pela passagem da vazão Q_1 , e reduzindo a carga de um valor H_1 deverá ser igual a potência P_2 transmitida com rendimento R_T ao eixo da bomba acoplada operando com um rendimento r_2 para bombear uma vazão Q_2 da água com peso específico γ , a uma altura total H_2 no sistema de recalque. Ou seja, de forma equivalente à relação (1):

$$P_1 = (\gamma \cdot Q_1 \cdot H_1 \cdot r_1) \cdot R_T = (\gamma \cdot Q_2 \cdot H_2 / r_2) = P_2 \quad (2)$$

Essas bases teóricas, associadas à modelagem hidráulica do sistema objeto do estudo, com a utilização do programa WaterCAD, permitiram a simulação das condições operacionais para diferentes cenários de demanda de água e de configurações testadas para o sistema, permitindo definir a concepção e a operação mais adequada para as instalações.

RESULTADOS OBTIDOS

Os resultados dos estudos demonstraram elevada viabilidade técnica e econômica para aproveitamento dos excedentes hidráulicos nos dois casos enfocados: de água bruta a verter na Barragem João Leite e da quebra de pressão na alimentação da rede de distribuição de água tratada correspondente à Zona Baixa de Goiânia

No primeiro caso, foi definida a instalação de duas turbinas hidráulicas de 2 MW cada, acionadas pelas águas que seriam vertidas durante o período chuvoso, para movimentar duas bombas da elevatória de água bruta EAB João Leite, as quais recalcarão a vazão total de até 6 m³/s contra altura manométrica de até 65 mca. Concluiu-se que a melhor forma de se utilizar essa energia será o acionamento direto (eixo a eixo) da bomba pela turbina.

Ademais, foi plenamente assegurada a condição de que o aproveitamento hidrenergético com 4.000 kW de potência instalada não compromete a finalidade básica da barragem, que se refere ao abastecimento público de água de Goiânia e seu entorno.

Em razão do período de secas dos anos 1949-1956, utilizado no cálculo de regularização do ribeirão João Leite, ter sido extremamente crítico, muito diferente de todo o restante da série histórica até hoje registrada, o dimensionamento desse reservatório enseja boa margem de segurança em relação aos critérios de segurança usualmente admitidos em projetos de sistemas de abastecimento de água. Assim, as simulações de operação do reservatório e da elevatória de água bruta indicam que muito raramente o NA no mesmo abaixará próximo da cota mínima e que em boa parte do tempo permanecerá igual ou pouco abaixo do máximo operacional.

Os resultados da simulação de nível d'água no reservatório, sem e com aproveitamento energético, e de potência gerada estão mostrados nos Gráficos 1 e 2, respectivamente. As simulações indicaram que o máximo deplecionamento viável para geração de energia a partir do reservatório objeto do estudo seria da ordem de 2 metros.

Em relação ao Cenário 1 (captação de 4 m³/s para abastecimento de água), os estudos mostraram que o aproveitamento energético deverá operar durante cerca de 60% do tempo, com potência variando entre 1 e 4 MW. Em cerca de 20% do tempo, nesse cenário, a instalação operará com a potência máxima instalada, de 4 MW.

No Cenário 2, com captação de 6 m³/s, a permanência do aproveitamento energético deverá se reduzir para cerca de 40% do tempo, sendo que em 12% do tempo a instalação estará operante com a potência máxima.

Gráfico 1 – Histórico Simulado do NA - Cenário 2 (Captação de 6 m³/s).

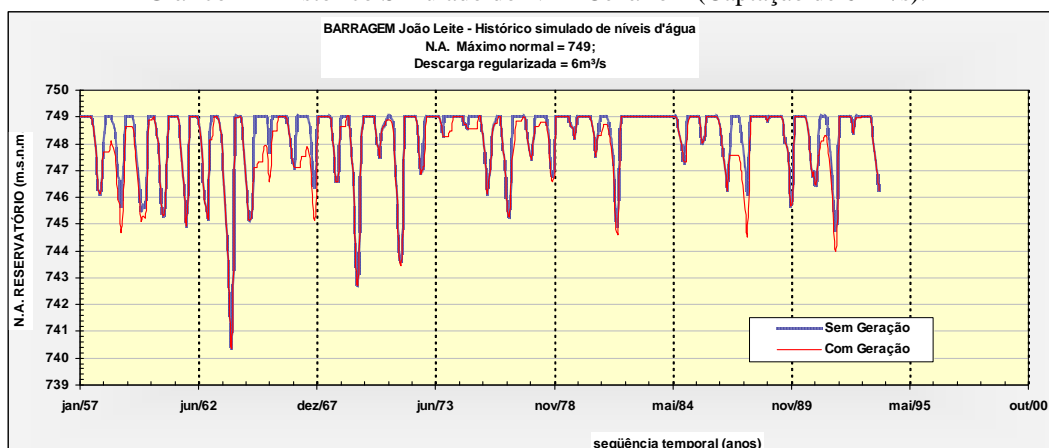
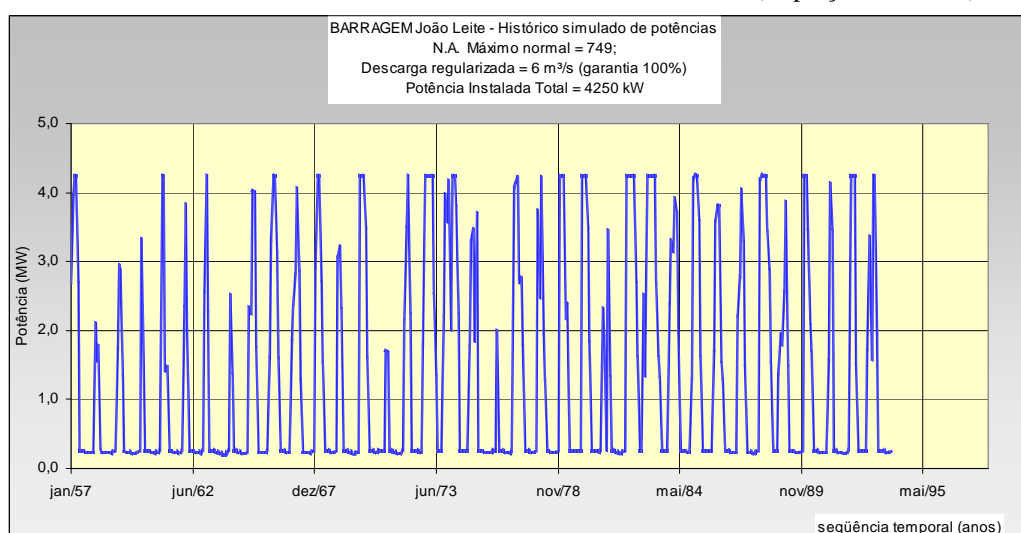


Gráfico 2 – Histórico Simulado de Potência Gerada – Cenário 2 (Captação de 6 m³/s).



Ainda no caso da EAB João Leite, foi constatada a viabilidade também do aproveitamento energético durante todo o ano da descarga da 'vazão ecológica' (de 0,9 m³/s) para a produção de energia elétrica, a ser utilizada nas instalações auxiliares da elevatória, com potência de 250 kW, lembrando que a geração de até 1 MW de energia elétrica não é vinculada ao Sistema Elétrico, nem é regida pela ANEEL, exigindo apenas simples registro da instalação.

Portanto, a solução para aproveitamento energético na EAB João Leite que se mostrou mais viável consiste na movimentação das bombas por meio de turbinas hidráulicas acionadas por volumes que seriam extravasados nas épocas de abundância hídrica, e na produção de energia elétrica durante todo o ano a partir da 'descarga ecológica'. Em síntese, as razões que determinaram essa solução foram:

- a hipotética geração de energia elétrica por meio de gerador acoplado a cada turbina de 2 MW traria perdas energéticas totais de mais de 10% - parte destas no gerador e o restante no motor para acionamento da bomba;
- essa hipótese elevaria os custos das instalações correspondentes; e,
- a geração de eletricidade ocorreria apenas em parte do ano e a venda dessa energia ao Sistema Elétrico seria obrigatória e por preço bem inferior à tarifa de compra da energia para acionar os conjuntos moto-bombas da elevatória.;
- por outro lado, a geração de energia na turbina de 250 kW não é vinculada ao Sistema Elétrico e evita permanentemente a compra de energia para as instalações auxiliares da EAB.

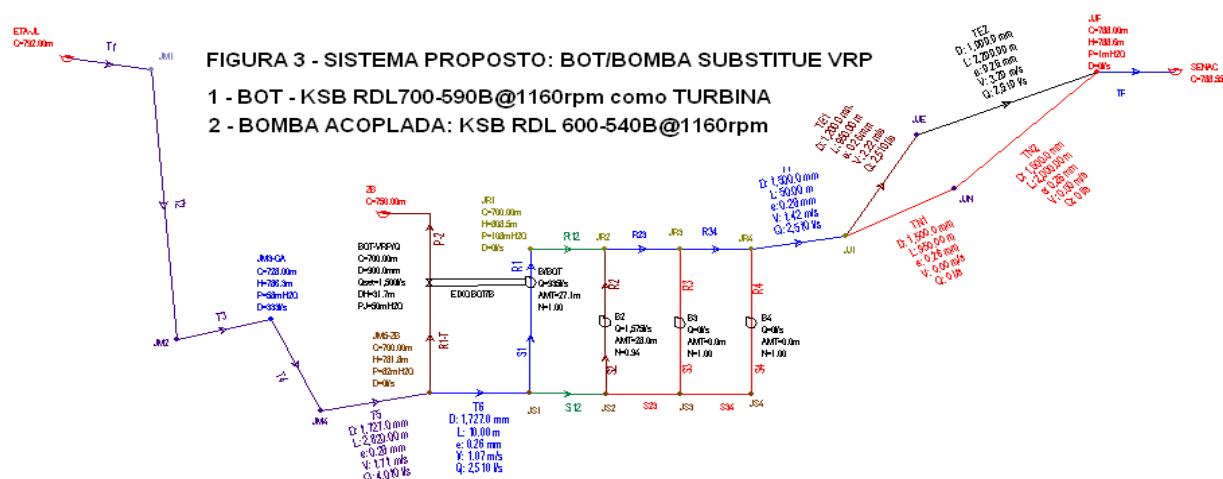


Para assegurar o adequado suprimento de água bruta para o sistema de água, ao longo do tempo, os estudos definiram o acionamento das bombas (centrífugas bipartidas) da elevatória de água bruta por duas formas alternativas, de acordo com a época do ano e o conjunto de recalque a que se refere (Figura 3):

- 1ª - através de motores elétricos (dos conjuntos Motor-Bomba 'MB' ou do Turbina-Bomba-Motor 'TBM') com potência nominal de 2.000 kW (2 MW) e rotação variando de 650 a 880 rpm, em função do NA no reservatório e da vazão que se queira recalcar; ou,
- 2ª - por meio de duas turbinas do tipo Francis (conjunto Turbina-Bomba-Motor 'TBM' e o Turbina-Bomba 'TB') com potência nominal de 2 MW e rotação de 530 a 920 rpm (nominal de 880 rpm), a depender somente da vazão que se deseja recalcar, pois as turbinas trabalharão apenas com o reservatório praticamente cheio (depleção de até 3 m, do total operacional de 25 m).

Ou seja, nos períodos secos, quando as turbinas não puderem ser acionadas (tipicamente durante os meses em que o NA no reservatório estiver abaixando com tendência para a cota 746 m), os conjuntos motobombas recalcarão toda a vazão necessária.

Figura 3: Instalações definidas para a EAB João Leite, com aproveitamento de volumes a verter na barragem.



O estudo apresentado neste trabalho também mostrou a viabilidade do aproveitamento energético possibilitado pela redução de carga hidráulica que é necessária para a alimentação da zona mais baixa do Sistema de Distribuição de Água de Goiânia, por meio da instalação de uma BOT (como alternativa a VRPs - Válvulas Redutoras de Pressão) para acionar uma Bomba ('Booster ETAG') vinculada a uma linha de adução vizinha, destinada ao recalque de água para o centro de reserva da zona de distribuição imediatamente superior ('CR Senac').

Foram propostas instalações e estabelecidas, após várias simulações, as condições operacionais para o sistema, de maneira que o conjunto BOT-Bomba cumpra adequadamente suas duas funções: (1) manter a pressão de alimentação da zona baixa num valor da ordem de 55 mca, para qualquer demanda de água naquela rede (entre o valor mínimo atual de 300 e o máximo futuro de 2.250 l/s); e (2) compor o Booster ETAG, auxiliando no recalque para o CR Senac.

A topologia básica do sistema hidráulico está mostrada na Figura 3. Conforme se vê, a alimentação da BOT é comum à da Bomba acionada (Booster); ou seja, provém da mesma linha.

As instalações propostas ("Booster ETAG") com base nos estudos (Figura 4) constam de:

- BOT (montada no sentido reverso) para rotação reversa de até 1.160 rpm e vazão de até 1.800 l/s, com redução da carga hidráulica (pressão) de até 30 mca, gerando no eixo da bomba acoplada potência da ordem de 400 kW;
- Bomba acoplada diretamente (sem caixa de transmissão) à BOT para recalcar a vazão de até 1.800 l/s contra AMT de até 20 mca;



- Implantação de reservatórios de sobra na zona baixa para auxiliar no funcionamento hidráulico do sistema;
- Instalação de inversores de frequência para dois motores de acionamento das demais bombas do Booster ETAG para a variação de rotação nas bombas, de forma a manter os parâmetros operacionais do sistema dentro dos limites desejados.

As vazões que ocorrerão na BOT serão decorrentes das demandas horárias na zona baixa e a manutenção de pressão adequada na alimentação dessa rede dependerá da escolha adequada da Bomba acionada e da operação coordenada do Booster ETAG (obtida pelo acionamento ou desligamento dos conjuntos moto-bombas deste, de acordo com as demandas no sistema, e pela variação de velocidade dos mesmos, em função das perdas de carga no sistema – solução que supre a falta de ‘distribuidor’ na BOT), conforme as regras operacionais definidas no estudo, com base nas simulações procedidas.

Os custos das instalações adicionais para o aproveitamento energético de cerca de 600 HP serão muito baixos em relação ao custo total do ‘Booster ETAG’, pois se limitarão a um barrilete adicional com uma bomba para operar como turbina, de características semelhantes às demais. Os reservatórios de sobra e os inversores de frequência já seriam necessários, independentemente do aproveitamento energético.

Figura 4: Instalações definidas para o Booster ETAG, com aproveitamento da quebra de pressão.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os estudos realizados confirmaram a premissa de que, em geral, é bastante viável a utilização de excedentes hidráulicos em sistemas de abastecimento de água para a geração de energia, particularmente a partir de volumes extravasáveis em represamentos destinados à regularização de deflúvios e da quebra de pressão na alimentação de redes de distribuição de água.

No primeiro caso, a viabilidade decorre, fundamentalmente, do fato de que tais represamentos contemplam a necessária segurança do abastecimento e, portanto, resultam consideráveis volumes extravasados durante o período de exuberância hídrica, os quais podem – e devem, quando isto é viável – ser aproveitados para a geração de energia. Considerando que os custos do barramento já são obrigatórios, para atender às necessidades de abastecimento, a atratividade econômica relacionada com o objetivo de gerar energia elétrica decorre do fato de que o custo adicional das instalações refere-se basicamente à implantação do sistema de adução e dos equipamentos para esse fim.

No segundo caso, os estudos demonstraram a viabilidade técnica, operacional e econômica do aproveitamento de excedentes de pressão hidráulica em sistemas de distribuição de água, mormente quando se possibilita a utilização da energia gerada para o acionamento de bombas, sem a conversão em energia elétrica, como no caso avaliado.

Além da redução dos custos de produção de água, tais aproveitamentos energéticos podem ensejar maior segurança operacional ao sistema de abastecimento quando possibilitam que o recalque de água possa ocorrer independentemente do suprimento de energia, como é o caso das instalações enfocadas. Podem ser obtidos outros benefícios, como a maior renovação de água bruta no reservatório de regularização, por exemplo.

Na medida do possível, o aproveitamento energético deve ser direcionado apenas para o acionamento direto de conjuntos elevatórios, em vez de produzir e comercializar energia elétrica, porque, além de maior proveito econômico, evita dificuldades técnicas e administrativas para a interligação com o Sistema Elétrico nacional para o caso de usinas com potências superiores a 1 MW.

Com base no caso apresentado, recomenda-se que, durante os estudos de concepção dos sistemas de água para o abastecimento público e industrial, sempre seja contemplada a análise da viabilidade do aproveitamento energético de excedentes hidráulicos.



Também é recomendado que sejam conduzidos estudos que objetivem a proposição de parâmetros gerais indicadores da viabilidade desse tipo de aproveitamento energético em função das características básicas dos sistemas e das instalações hidráulicas associadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Stepanoff - “Centrifugal And Axial Flow Pumps”. Tucci, C.E.M. – “Hidrologia – Ciência da Aplicação”, 1ª Edição, EDUSP, São Paulo, 1993.
2. “Diretrizes para Projetos de Pequenas Centrais Hidrelétricas”, ELETROBRÁS, RJ, 1999.