



XXIV SNPTEE
SEMINÁRIO NACIONAL DE PRODUÇÃO E
TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA

CB/GET/22

22 a 25 de outubro de 2017
Curitiba - PR

GRUPO 14

GRUPO DE ESTUDO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E DA GESTÃO DA INOVAÇÃO TECNOLÓGICA - GET

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA REALIZAÇÃO DE DIAGNÓSTICOS HIDROENERGÉTICOS EM SISTEMAS ELEVATÓRIOS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA.

Marcus Paes Barreto (*)
ELETROBRAS

Peter Batista Cheung
UFMS

Marcel da Costa Siqueira
ELETROBRAS

Augusto Nelson Carvalho Viana
UNIFEI

RESUMO

O presente informe técnico visa detalhar a metodologia de diagnóstico hidroenergético aplicada a sistemas elevatórios de abastecimento de água, desenvolvido pela REDE LENHS - Rede Brasileira de Laboratórios de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento, em parceria com a ELETROBRAS. A metodologia proposta foi aplicada em todas as regiões brasileiras, compondo um total de 6 (seis) diagnósticos hidroenergéticos completos. Os resultados totais indicaram potenciais médios de economia de energia elétrica de 1.031 MWh/ano, de redução de demanda na ponta de 280 kW/ano e de redução de perdas reais de água de 683 m³/ano, em cada sistema estudado.

PALAVRAS-CHAVE

Metodologia, Diagnóstico, Abastecimento, Economia, Energia.

1.0 - INTRODUÇÃO

Água e energia são insumos intimamente ligados e interdependentes. A geração e transmissão de energia requer a utilização de recursos hídricos, particularmente para hidrelétrica, nuclear e de fontes de energia térmica. Cerca de 8% da geração de energia global é utilizada para bombear, tratar e transportar água para milhares de consumidores, residentes sobretudo em cidades. Segundo dados do último censo Brasileiro (SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento), o Brasil consumiu 10.7 x 10⁹ kWh/ano de energia para operação de água, sendo a energia elétrica classificada como a segunda maior despesa, ficando atrás apenas das despesas com mão de obra. Ao mesmo tempo que as projeções (2050) para uso de energia, em regiões como América Latina, registram elevados números de crescimento (~ 500%), o setor de saneamento apresenta-se como um usuário do setor elétrico com sérios problemas de sustentabilidade econômico financeira, impactando de forma relevante os balanços das distribuidoras de energia; em algumas regiões os prestadores de serviços de saneamento são os principais clientes das distribuidoras.

Conhecendo este problema, o Programa de Conservação de Energia (PROCEL) criou um programa voltado especificamente ao setor de saneamento, denominado institucionalmente como PROCEL SANEAR. Em 2004, o PROCEL SANEAR induziu a constituição de uma cluster de pesquisa em âmbito nacional (REDE LENHS - Rede Brasileira de Laboratórios de Eficiência Energética e Hidráulica em Saneamento) visando capacitar profissionais, desenvolver e aplicar tecnologias voltadas para melhoria da eficiência energética no setor saneamento. A REDE LENHS é atualmente composta por 9 (nove) universidades brasileiras e o Centro de Pesquisas da Eletrobras - CEPTEL, visando prestar suporte aos Prestadores de Serviços de Saneamento e sustentar as atividades do PROCEL SANEAR. O principal desafio da REDE LENHS foi elaborar procedimentos padronizados que pudessem auxiliar nos Protocolos de M&V (Medição e Verificação) para o saneamento. Nesse sentido, a Eletrobras, por meio

(*) Av. Rio Branco, n° 53 – 14° Andar – CEP 20.090-004, Rio de Janeiro, RJ – Brasil
Tel: (+55 21) 2514-5468 – Fax: (+55 21) 2514-5767 – Email: marcus.barreto@eletrobras.com

do PROCEL SANEAR, investiu na elaboração de uma Metodologia para Diagnóstico da Eficiência Hidroenergética em Sistemas de Bombeamento que pudesse fornecer subsídios para os projetos de eficiência energética e fossem replicáveis para qualquer tipo de concepção de abastecimento de água.

A metodologia proposta é composta, basicamente, por 5 etapas principais, são elas: (a) levantamento de dados iniciais com visita no local, (b) instrumentação, (c) tratamento de dados medições incluindo estabelecimento de linha de base, (d) análise da demanda de água e energia incluindo os estudos de perdas, e por fim, (e) análise de desempenho (conformidade, indicadores), proposição de ações de melhor e análise de viabilidade, tanto do ponto de vista do prestador de serviços de água quanto pelo método da ANEEL (PROPEE).

Com a Lei 13.280, sancionada em maio 2016, que disciplina a aplicação dos recursos destinados a programas de eficiência energética, será possível implementar e difundir a metodologia de diagnóstico hidroenergético em âmbito nacional, proporcionando significativos ganhos energéticos trazendo benefícios para o setor elétrico, de saneamento e para toda a sociedade brasileira.

2.0 - DEFINIÇÕES

Na análise dos sistemas de abastecimento de água típicos no Brasil, identificou-se 5 arranjos possíveis, que podem ocorrer isoladamente ou em conjunto para formar um sistema único. A identificação destes arranjos permite uma melhor caracterização dos recursos necessários para realização dos diagnósticos hidroenergéticos, ou que devam ser mobilizados, tendo as vista as necessidades de avaliação.

Para a plena compreensão do manual de procedimentos para realização de diagnósticos hidroenergéticos são adotadas as seguintes definições, símbolos e unidades:

2.1 Sistemas de Abastecimento de Água

Sistemas públicos estruturados que incluem um conjunto de bens tangíveis necessários para captar, tratar, armazenar e distribuir com água potável as comunidades urbanas e rurais.

2.2 Arranjos Característicos

Unidades típicas de sistemas de abastecimento de água, encontráveis em campo isoladamente ou em diferentes combinações, identificadas deste modo para efeito de avaliação do desempenho hidráulico e energético.

Analisando-se os sistemas de abastecimento de água típicos brasileiros, identificou-se 5 possíveis arranjos, que podem ocorrer isoladamente ou em conjunto para formar um sistema único. A identificação destes arranjos permitirá uma melhor caracterização dos recursos diagnósticos necessários, ou que devam ser mobilizados, tendo as vista as necessidades de avaliação .

2.3 Eficiência Energética

Grau de aproveitamento da energia elétrica fornecida ao sistema, na concepção e condições atuais do sistema analisado. A eficiência poderá ser melhorada mediante mudanças de concepção, aplicação de sistemas mais eficientes e redução de perdas de água.

2.4 Diagnóstico Hidroenergético

Desempenho energético dos sistemas de abastecimento de água, incluindo a fração de perda energética decorrente da componente "perdas reais de água" do sistema distribuidor no arranjo estudado.

3.0 - METODOLOGIA DE DIAGNÓSTICO HIDROENERGÉTICO

O diagnóstico hidroenergético inclui etapas preliminares de obtenção de documentação cadastral e visita prévia às instalações, seguido por medições contínuas de parâmetros hidráulicos e elétricos no sistema, para posterior tratamento e apresentação dos dados, estabelecimento da linha de base e proposição de medidas de eficiência, conforme o fluxograma da Figura 1.

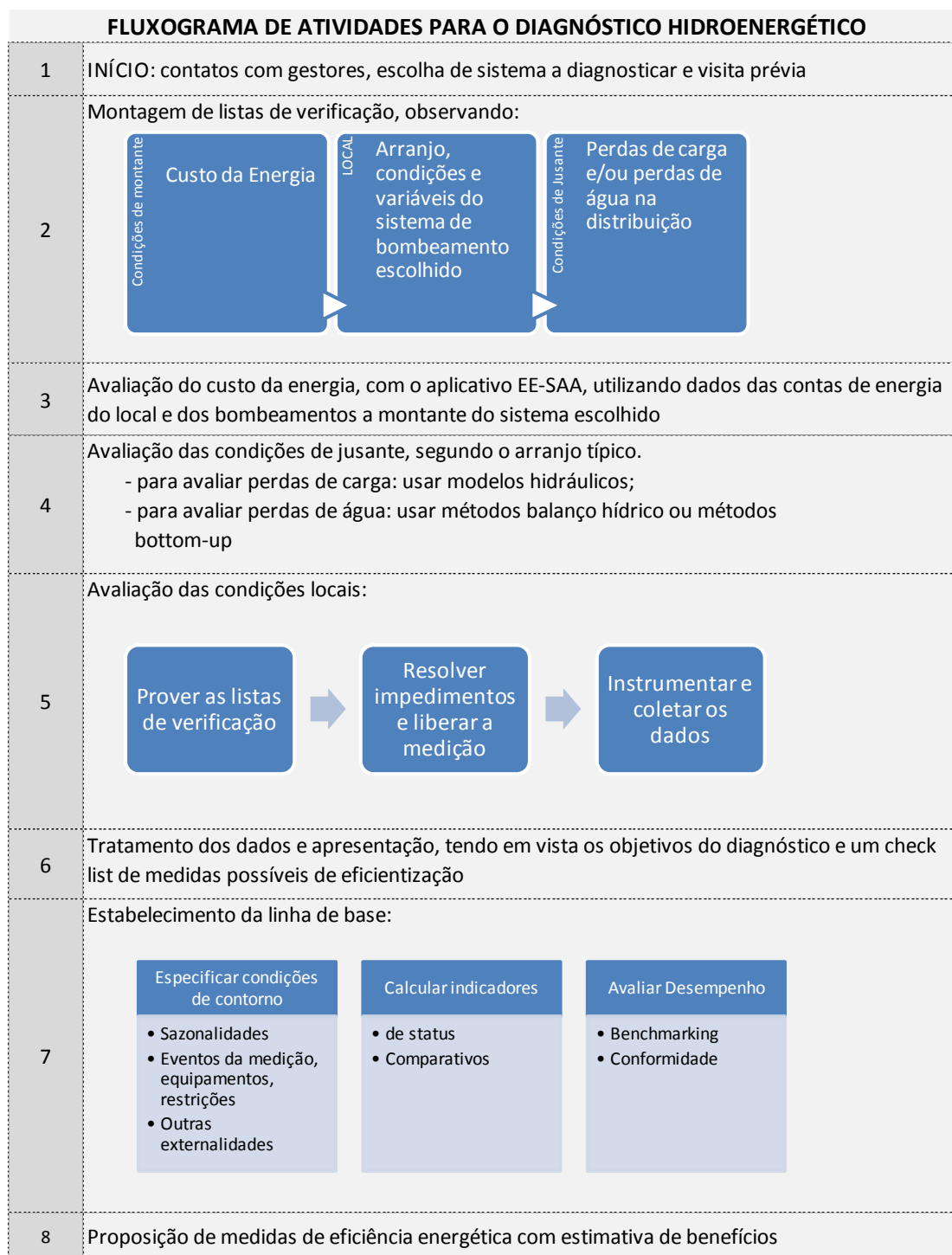


Figura 1 – Fluxograma para Realização de Diagnóstico Hidroenergético em Sistemas de Abastecimento de Água

3.1 Obtenção de Documentação Cadastral

São informações necessárias no processo de diagnóstico, portanto, caso não existam previamente, devem ser obtidas:.

- Levantamento altimétrico das instalações;
- Catálogos, manuais e informações técnicas de bombas, motores, válvulas e outros equipamentos existentes;

- c) Volumes bombeados, produzidos ou disponibilizados no sistema estudado, medidos com equipamentos do ente operador do sistema;
- d) Informações sobre os medidores de grandezas hidráulicas e elétricas existentes e dados de calibração ou aferição;
- e) Verificação se há instalações existentes de telemetria, transmissão de dados e variáveis monitoradas;
- f) Cadastro elétrico da instalação e quadros elétricos (planta elétrica, diagrama unifilar e diagrama simplificado).

Adicionalmente, são de grande importância as informações listadas abaixo visando facilitar o planejamento para o diagnóstico.

- g) Cadastro hidráulico do bombeamento e reservação (diagrama hidráulico, diagrama simplificado);
- h) Cópia das contas de energia das unidades consumidoras do local e à montante do sistema estudado, além da memória de massa do medidor local da concessionária de energia por um período de pelo menos um ano;
- i) Planta de localização indicando os pontos de medição de parâmetros elétricos, vazão, pressão e nível d'água, existentes ou potenciais;
- j) Registros de operação, horários de liga e desliga de conjuntos; como se dá a operação individual e paralela de conjuntos motor-bomba; existência de conjuntos reserva e revezamento de conjuntos;
- k) Verificação da estanqueidade do sistema de distribuição alimentado pelo bombeamento e a ocorrência de eventuais mudanças na setorização;
- l) Verificação da existência de cadastro técnico de redes do sistema distribuidor e modelos hidráulicos;
- m) Identificação de locais para monitoramento de ponto médio e ponto crítico;
- n) Histórico de manutenção nos equipamentos (corretiva, preventiva e preditiva).

3.2 Definição de Objetivos e Obtenção das Condições de Montante e Jusante do Sistema de Bombeamento

Ainda antes de se iniciar a etapa de medições é indispensável que sejam definidos seus objetivos, o que inclui a verificação da conformidade da operação do sistema e/ou sua efficientização, além de identificar as condições de montante e jusante que poderão influenciar de alguma forma o desempenho do sistema.

A obtenção das condições de montante e jusante, quando a efficientização do sistema estiver no foco do diagnóstico, poderá demandar, adicionalmente:

- a) Avaliação das perdas reais de água no sistema distribuidor de água analisado;
- b) Avaliação do custo da água que chega ao sistema analisado, para efeito de avaliação de fontes alternativas.

3.2.1 Obtenção de Perdas Reais de Água em Sistemas Distribuidores

A obtenção das perdas reais de água pode ser feita por meio da aplicação, isolada ou concomitante, de duas metodologias da IWA – International Water Association, já consagradas: a modelagem de balanços hídricos e/ou a modelagem de vazamentos em Distritos de Medição e Controle (DMC) por meio da obtenção de vazões mínimas noturnas.

3.2.2 Obtenção do Custo da Água que Chega ao Sistema Distribuidor Analisado

A avaliação de custo da água é precedida pela avaliação da quantidade de kW e kWh consumidos. Uma vez levantados estes parâmetros, multiplica-se estes parâmetros pelos respectivos custos médios.

3.3 Visita prévia

Concomitantemente ou depois de terminada a etapa de obtenção dos dados cadastrais deve ser realizada uma visita prévia no sistema a ser avaliado visando a verificação, complementação e ajuste no campo de dados necessários para as diversas etapas do diagnóstico.

3.3.1 Avaliação Geral de Condições Elétricas

Na análise do fornecimento de energia, deve ser verificado o limite normalizado de $\pm 7,5\%$ nas medições de tensões de fornecimento bem como desequilíbrios acima de $2,5\%$ na medição de tensões entre fases avaliadas pela relação entre o desvio máximo das tensões pela média das tensões medidas nas fases.

Nesta etapa também devem ser verificadas condições prejudiciais ao bombeamento como a ocorrência de sobreaquecimento nos cabos e equipamentos, a qualidade dos sistemas de proteção elétrica, condições do neutro e do aterramento existentes.

As condições da instalação que possam interferir na medição, tais como: adequação do local de instalação, temperatura, umidade, aterramento, também devem ser verificadas.

A condição de dimensionamento e conservação de transformadores e instalações acessórias também deve ser verificada, na medida em que tais condições possam interferir no diagnóstico ou seus resultados.

Os custos de energia da água que chega ao sistema devem ser analisados para efeito da quantificação de perdas financeiras e eventual estimativa de benefícios com a implantação de medidas de eficiência energética.

3.3.2 Avaliação Geral de Condições Hidráulicas

De modo geral, deve ser avaliado o estado das instalações e equipamentos quanto aos seguintes aspectos: limpeza e conservação geral das instalações (bem conservado, conservação regular e mal conservado); tipo de manutenção nos equipamentos (corretiva, preventiva e preditiva).

Devem ser avaliadas condições prejudiciais à eficiência energética do sistema como válvulas ou registros estrangulados na linha de recalque além de condições prejudiciais às medições como níveis dinâmicos muito baixos na sucção das bombas que permitam a entrada de ar na tubulação ou o fenômeno da cavitação.

São avaliadas também as condições necessárias para a instalação dos medidores de pressão, vazão e níveis pretendidos ou a utilização de medidores já existentes obedecendo aos critérios previstos em 3.3.

Também devem ser verificadas condições de segurança mínima como, por exemplo, se o sistema de proteção anti-golpe de aríete está funcionando devidamente, o que poderia gerar risco de acidente durante o liga e desliga de motores.

As perdas de carga no sistema distribuidor e as perdas reais de água devem ser avaliadas nos casos em que este parâmetro esteja afetando ou venha a afetar a eficiência, o dimensionamento das instalações ou a continuidade do fornecimento.

3.4 Critérios Adotados para o Diagnóstico

O diagnóstico da eficiência hidroenergética deve ser baseado em informações obtidas através de medições contínuas de parâmetros hidráulicos, elétricos e mecânicos. Assim, para efeito desta metodologia devem ser realizadas medições contínuas, não sendo aceitáveis, portanto medições pontuais em curtos períodos, dados tirados de catálogos de fabricantes ou de contas de energia da concessionária.

As medições das grandezas hidráulicas e elétricas devem ser realizadas simultaneamente com intervalo de aquisição unificado de 1 (um) minuto entre as medidas obrigatoriamente por medidores eletrônicos.

Todos os medidores utilizados deverão ter incertezas conhecidas e homologadas por órgãos de metrologia credenciados. Além disso, é necessário que os medidores empregados sejam calibrados periodicamente em laboratório credenciado com período mínimo de um ano. Medidores novos já deverão ser adquiridos com certificado de calibração.

Todos os “*data loggers*” dos equipamentos devem ter seus relógios sincronizados.

Em locais onde já exista monitoramento de algum dos parâmetros exigidos através de telemetria só serão aceitas as medições destes instrumentos caso sejam apresentados os laudos de aferição segundo os mesmos critérios apresentados para medidores portáteis.

3.4.1 Medições de Vazão

Para efeito do diagnóstico devem ser realizadas medições de vazão de forma contínua e simultânea minimamente na saída do bombeamento e na saída da reservação conforme o caso.

Só serão aceitos medidores ultrassônicos portáteis, medidores de inserção (eletromagnéticos ou turbina) ou Tubos de Pitot tipo Cole devidamente aferidos ou outros medidores de vazão desde que apresentem margem de erro inferior a 4% do valor medido.

Caso sejam utilizados medidores ultrassônicos portáteis, a espessura deve ser obtida através da diferença da medição entre o diâmetro externo e interno ou através de medidores de espessura específicos não sendo, portanto aceitos valores tabelados.

Para efeito da medição também sempre devem ser observadas as condições prescritas pelos fabricantes quanto ao número necessário de diâmetros em trecho reto a montante e jusante do ponto de medição, intervalo de velocidades máximas e mínimas presentes na tubulação e realização de medição com presença de ar.

3.4.2 Medições de Parâmetros Elétricos

Para efeito do diagnóstico devem ser realizadas medições de parâmetros elétricos de forma contínua e simultânea com as medições de vazão sendo obrigatória a avaliação por conjunto motobomba no caso de avaliações individuais ou total para avaliação de toda a estação.

As grandezas elétricas somente deverão ser determinadas por meio de analisadores de energia, com registro das grandezas elétricas não sendo aceitas medições pontuais obtidas por multímetros tipo alicate.

Como parâmetros monitorados devem ser medidas minimamente as seguintes grandezas elétricas: Tensão de fase; Corrente de fase; Demanda elétrica; Potência ativa, Potência reativa e Potência aparente; Fator de potência; Frequência; Distorções Harmônicas e Campos magnéticos gerados.

3.4.3 Medições de Pressões e Níveis Dinâmicos

Juntamente com a perfeita caracterização dos desníveis geométricos dos pontos monitorados (poços, bombas e reservatórios), para efeito do diagnóstico devem ser realizadas medições de níveis dinâmicos dos reservatórios de sucção e recalque ou poços conforme o caso, de forma contínua e simultânea com as medições de vazão. Adicionalmente deve ser medida pontualmente a pressão após o barrilete.

Para a avaliação de perdas reais, será importante também o monitoramento de ponto médio no sistema distribuidor, como também ponto crítico, para verificar se está ocorrendo desabastecimento durante algum período do dia, o que poderia afetar o método de obtenção das perdas reais.

Os dados de pressão deverão ser obtidos com a utilização de *data loggers* eletrônicos de pressão instalados diretamente na tubulação a ser analisada devendo ser colocados sempre no mesmo nível em relação à tubulação.

3.5 Monitoramento dos Parâmetros Hidráulicos e Elétricos nas Combinações de Conjuntos de Bombeamento

Em sistemas de bombeamento, é comum a operação com bombas em paralelo e em esquemas de revezamento com conjuntos reserva. O monitoramento deste tipo de instalação é feita em duas etapas: avaliações individuais dos conjuntos motor bomba e avaliação da estação.

3.5.1 Monitoramento Individual de Conjuntos e de Combinações Não Praticadas

Devem ser feitos monitoramentos individuais de cada conjunto operativo e de combinações de conjuntos que não sejam praticadas rotineiramente. Seria ideal encaixar estas condições durante um dia de monitoramento, desde que não prejudique a rotina do abastecimento. Caso não seja possível, programar monitoramento por um período mínimo de 1h. Devem ser medidas as vazões totais aduzidas pelos conjuntos, as pressões de recalque, sucção e pós barrilete, bem como as características mecânicas e os parâmetros elétricos de cada motor operante.

As medições devem ser planejadas de forma a afetar o menos possível às condições do abastecimento à população. Caso a estação não opere no horário de ponta do sistema elétrico, esta condição deverá ser mantida.

Após a coleta de dados, caso se constate a existência de problemas, dúvidas com as medições ou medições anormais, as medições devem ser refeitas em outro dia.

3.5.2 Monitoramento das Combinações de Conjuntos Praticadas na Rotina

O monitoramento da estação como um todo visa levantar as condições operacionais do bombeamento com a determinação das condições médias de operação. Assim, devem ser monitoradas simultaneamente as vazões e pressões dos conjuntos operantes, parâmetros elétricos individuais dos motores do sistema, pressões no ponto médio e crítico do sistema distribuidor durante um período mínimo de 7 dias consecutivos.

Para os casos de instalações com suspeitas de fugas e recirculações, além de complicações operacionais não previstas, serão avaliados caso a caso.

4.0 - TRATAMENTO DAS INFORMAÇÕES

Os dados devem ser tratados, ajustando-se os períodos de início e término das medições simultâneas e verificando-se eventuais problemas com os dados.

Os dados processados devem ser mostrados em quadros, tabelas, gráficos ou aplicativos que permitam subsidiar as respostas para algumas das seguintes questões, dentre outras que venham a ser aplicáveis:

- a) A pressurização no sistema distribuidor é adequada? Há intermitências localizadas? O setor está estanque?
- b) É possível reduzir vazões bombeadas por aumento dos tempos de transferência?.
- c) É conveniente ressetorizar o abastecimento para que se adeque ao bombeamento?
- d) Há oportunidade para reduzir perdas reais de água e reduzir a demanda de bombeamento?
- e) Há oportunidades para reduzir perdas de carga à jusante dos bombeamentos? Onde? De que maneira?
- f) Há oportunidades para tirar o sistema do funcionamento no horário da ponta?
- g) Há oportunidades para a utilização de conversor de frequência?
- h) Há oportunidades para melhorar o rendimento dos conjuntos? De que maneira?

5.0 - ESTABELECIMENTO DE LINHA DE BASE

O estabelecimento de linha de base é necessário para permitir a verificação futura do impacto de medidas tomadas na operação das unidades operacionais do sistema ou mesmo a verificação de conformidade com padrões estabelecidos.

5.1 Especificação das condições de contorno e ajustes

As condições em que se realizaram as medições devem ser bem especificadas. São aspectos a considerar:

- a) Sazonalidade. Período do ano em que a medição está se realizando, condições climáticas, etc.
- b) Equipamentos utilizados e certificados de calibração. Todos os equipamentos utilizados nas medições devem ser especificados, bem como suas condições de calibração;
- c) Problemas que tenham havido com as medições, como falta de energia, falha dos equipamentos, falhas de instalação, acidentes, furto, etc.
- d) Regras operacionais vigentes para a operação dos conjuntos e motivação, se possível; Interferências na configuração do funcionamento de equipamentos telecomandados como conversores de frequência; válvulas; liga-desliga de equipamentos;
- e) Externalidades operacionais como necessidade de operação fora da rotina, violações na estanqueidade do sistema distribuidor, falhas de operação e outras de qualquer tipo.

A ocorrência de externalidades poderá ensejar providências no sentido de ajustar os dados.

5.2 Cálculo de indicadores

Deverão ser calculados os indicadores destinados a caracterizar a situação do bombeamento bem como aqueles que possam dar comparabilidade ao desempenho da instalação (benchmarking), como o consumo específico de energia normalizado, dentre outros que venham a ser aplicáveis para verificação de conformidade com padrões.

5.3 Avaliação de desempenho

Com base nos dados e indicadores calculados, o desempenho do sistema poderá ser avaliado.

5.3.1 Simulação da Condição Ideal

Para fins de comparação na avaliação de desempenho, as condições ideais para um dado sistema de bombeamento podem ser calculadas. São utilizadas apenas as informações de vazões bombeadas, comprimentos e desníveis geométricos de sucção e recalque para o cálculo da condição ideal.

5.3.2 Avaliação de Desempenho para Avaliação de Conformidade: Comparação com Padrão Ideal

As condições medidas em campo quando da realização de testes serão comparada com a condição ideal, estabelecida para a concepção em que a instalação foi idealizada.

Para efeito de comparação no caso de uma intervenção, as externalidades que venham a ocorrer devem ser controladas e registradas para que sejam passíveis de terem suas influências determinadas e ajustadas nos resultados.

Por padrão, quando não for possível expurgar o efeito do fator de influência, deverá ser adotada a aproximação mais conservadora, ou seja, a que resultar na avaliação de menor benefício.

A avaliação da nota parcial para a estação deve ser obtida pelo somatório das avaliações, ponderados pelos pesos segundo os critérios da Tabela 1. Cada avaliação pode atingir no máximo 1 unidade e mínimo zero.

Tabela 1 – Parâmetros a serem Considerados na Avaliação

Unidade Operacional ou parâmetro	Variável analisada	Ideal	Medido	Avaliação	Peso
Tubulações	Perda de carga [mca]	5.1	4.4.2	I/M	1
Barrilete	Perda de carga [mca]	5.1	4.4.2	I/M	1
Funcionamento	Número de horas [h]	5.1	4.4.2	1-ABS(I-M)/I	0,5
Conjunto Motor Bomba	Eficiência [%]	5.1	4.4.2	M/I	3
Ponto de Operação	Vazão [m³/h]	4.1	4.4.2	1-ABS(I-M)/I	1
Cavitação	NPSH [mca]	NPSHd	NPSHr	1-ABS(I-M)/I	0,5
Reservação	Volume Útil [m³]	5.1	4.4.2	1-ABS(I-M)/I	2

Após a determinação da nota para o sistema também são atribuídas bonificações e/ou penalizações segundo cada situação (itens a analisar).

Tabela 2 – Bonificações e Penalizações para Aplicação nas Avaliações

Bonificações	Nota
Boa limpeza e condições ambientais adequadas	+1
Sistemas de partida adequados	+1
Procedimentos operacionais bem planejados	+1
Manutenção preditiva e preventiva	+1
Penalizações	Nota
Demanda Excessiva	-1
Intermitência do abastecimento	-2
Baixo Fator de potência	-1
Manutenção inadequada ou insuficiente	-1
Golpe de Ariete	-1
Harmônicas	-1

A nota final para a estação deve ser obtida, portanto pelo resultado da fórmula da Figura 2, com valor máximo de 10 e mínimo de zero.

$$\text{Nota} = \sum \text{Avaliações} * \text{Pesos} + \sum \text{Bonificações} - \sum \text{Penalizações}$$

Figura 2 – Nota de Avaliação Final para Estação Estudada

6.0 - ESTABELECIMENTO DE LINHA DE BASE

Os projetos para melhoria da eficiência energética de sistemas serão analisados técnica e economicamente sob duas perspectivas:

- a) Ponto de vista do operador do sistema;
- b) Ponto de vista do sistema elétrico;

Do ponto de vista do operador do sistema, os custos e benefícios serão calculados tendo em vista os interesses econômicos do operador do sistema, podendo ser utilizados os métodos tradicionais de análise econômica de projetos.

Do ponto de vista do setor elétrico, os projetos serão analisados considerando os custos e benefícios refletidos para a sociedade e o setor elétrico. Deverá ser utilizada a metodologia da ANEEL e para que o projeto seja considerado atrativo a relação benefício/custo do projeto de melhoria da eficiência deverá ser maior que a unidade.

7.0 - CONCLUSÃO

A metodologia de diagnóstico hidroenergético para sistemas de bombeamento desenvolvida pela REDE LENHS, em parceria com a ELETROBRAS, é uma enorme contribuição para o setor elétrico e de saneamento. Trata-se de um manual de procedimentos que permite aos profissionais entender os princípios e critérios para realização de um trabalho de medição em campo, incluindo as variáveis a serem levantadas e analisadas, afim de que seja possível obter conclusões técnicas acerca da realidade do sistema estudado, apontando suas deficiências e as possíveis melhorias a serem implementadas, buscando-se benefícios na economia de energia e na redução de perdas de água nos sistemas.

Nesse momento, torna-se imprescindível a divulgação da metodologia, em âmbito nacional, para que ela seja utilizada em todo e qualquer projeto de eficiência energética em sistemas de bombeamento. Com o emprego da metodologia em grande escala, principalmente como requisito para obtenção de recursos junto aos órgãos financiadores, será possível viabilizar a etiquetagem dos sistemas, por meio de *benchmarking*, de forma a torná-los cada vez mais eficientes, assim como ocorre na etiquetagem de eletrodomésticos.

8.0 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – NBR 12211. Brasil.
- (2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Estudos de concepção de sistemas públicos de abastecimento de água – NBR 12212. Brasil.
- (3) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de captação de água de superfície para abastecimento público – NBR 12213. Brasil.
- (4) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público – NBR 12214. Brasil.
- (5) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto de sistema de bombeamento de água para abastecimento público – NBR 12215. Brasil.

9.0 - DADOS BIOGRÁFICOS



Marcus Paes Barreto. Nascido no Rio de Janeiro/RJ em 1979. Graduado em Engenharia Civil pela UERJ (2002), pós-graduado em Engenharia Sanitária e Meio Ambiente pela UFRJ (2007), pós-graduado em Engenharia de Energia pela UNIFEI (2010) e pós-graduado em Inovação Tecnológica pela GIZ (Alemanha - 2012). Engenheiro Civil da ELETROBRAS desde 2005, atuando no PROCEL, no setor de saneamento ambiental. Possui dezenas de artigos publicados em congressos nacionais e internacionais.