

GESTÃO DOS RISCOS E EFICIÊNCIA DAS ELEVATÓRIAS DE ÁGUA DO SISTEMA ADUTOR METROPOLITANO DE SÃO PAULO

Élida Pereira Matos

Estagiária de engenharia Mecânica da Divisão de Planejamento, Gestão e Desenvolvimento operacional da Unidade de Produção de Água da Diretoria Metropolitana – Sabesp.

Renato de Sousa Ávila

Tecnólogo Mecânico em Processos de Produção Formado pela Faculdade de Tecnologia do Estado de São Paulo - FATEC-SP (1997), Pós-Graduado em Gestão Pública pela Faculdade Instituto Nacional de Pós-Graduação São José dos Campos INPG (2014) Tecnólogo atuando na área da mecânica dos Fluidos, controle de perdas e modelagem hidráulica na unidade de negócio de Produção de Água da Sabesp.

Kamel Zared Filho

Engenheiro Civil e Doutor em Obras Hidráulicas, pela Escola Politécnica da USP. Engenheiro da Divisão de Planejamento, Gestão e Desenvolvimento operacional da Unidade de Produção de Água da Diretoria metropolitana – Sabesp.

André Luiz de Freitas

Especialização em Gestão Pública pelo Instituto Nacional de Pós-Graduação (2015), Engenharia Mecânica pela Universidade Braz Cubas (2001) e Técnico Mecânico com especialização em projetos formado pela Escola Técnica Federal de Santa Catarina (1994). Engenheiro atuando diretamente junto a Operação do Sistema Adutor Metropolitano da Sabesp a fim de promover, gerar e desenvolver a inovação dos processos de controle e gestão.

Thuanny Stychnicki

Engenheira Civil formada pelo Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP (2019). Assistente de Engenharia atuando na área de saneamento básico na BBL Engenharia, Construção e Comércio Ltda.

Endereço: Rua Nicolau Gagliardi, 313, Pinheiros, São Paulo - CEP 05429-010 – Brasil

Tel: +55 (11)3388 8399, e-mail: epmatos@sabesp.com.br

RESUMO

Este trabalho visa apresentar a segunda versão do estudo do modelo de gestão e eficiência energética para sistemas de bombeamento de água do Sistema Adutor metropolitano de São Paulo (SAM). Através da metodologia apresentada, é possível avaliar as condições de uso das estações elevatórias de adução existentes do SAM de modo a criar uma visão geral e uma avaliação uniforme e padronizada para estas instalações, sendo possível identificar oportunidades de melhorias nas estruturas existentes e também priorizar os investimentos.

Essa segunda versão permite o monitoramento das elevatórias através do comparativo com o estudo anterior, reforçando a necessidade de avaliação individual para todas as elevatórias classificadas nos piores índices e identificar todas as elevatórias que permitem aperfeiçoamento no processo operacional para redução do consumo de energia elétrica.

O trabalho apresenta também as principais alterações na metodologia e as primeiras ações que estão sendo aplicadas para uma nova gestão de melhoria nas instalações de bombeamento e na operação das elevatórias em horários de maiores consumos.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética, Análises comparativas, Gestão de melhoria.

1. OBJETIVO

Elaborar um diagnóstico situacional das estações de bombeamento e boosters de adução do Sistema Adutor Metropolitano (SAM) contribuindo para a gestão da operação quanto à priorização dos planos de ação corretiva, preventiva, contingencial e de melhoria nestas instalações, visando à manutenção da regularidade no fornecimento de água potável aos reservatórios setoriais com o menor custo energético possível.

2. INTRODUÇÃO

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) abrange uma área de 8.051 km² e abriga uma população de aproximada de 20 milhões de habitantes, distribuída por 39 municípios. Destes municípios, 31 são atendidos pelos dez sistemas produtores que formam o Sistema Adutor Metropolitano, sendo que três possuem serviços autônomos de distribuição, mas não contam com produção própria de água potável ou são insuficientes para atender suas demandas em sua totalidade e, portanto, compram água por atacado da Sabesp.

O Sistema Adutor Metropolitano – SAM compreende um complexo de 11 estações de tratamento de água (ETAs), 1.250 km de adutoras, 154 centros de reservação, 65 estações elevatórias e boosters de adução. Este estudo buscou analisar todas as estações de bombeamento de Adução, não considerando as estações de bombeamento para zonas altas (ZA ou EEAT) nem as Estações de bombeamento para as Derivações, pois são instalações do Processo de Distribuição de Água.

3. CONCEITOS

Estação Elevatória de Água Tratada é o local destinado a abrigar um sistema de um ou mais conjuntos motobombas. Essas estações são instalações dos sistemas de adução de água, com o objetivo de permitir o transporte da água de um reservatório para outro situado em elevação superior, o que não seria possível apenas pela ação da gravidade.

Os "boosters" permitem um incremento da vazão transportada em uma adutora, através do aumento da pressão, nos pontos onde estão localizados. Neste caso, seria possível o transporte de uma vazão menor apenas pela ação da gravidade. As estações elevatórias e "boosters" são instalações compostas por conjuntos motobombas, que são o acoplamento de motores elétricos a bombas hidráulicas.

O motor transforma a energia elétrica obtida de uma fonte externa em energia mecânica, representada pela rotação de um eixo que acopla o motor a uma bomba hidráulica. A bomba hidráulica transforma a energia mecânica em energia de pressão, através do seu circuito interno composto por um rotor. As bombas hidráulicas são máquinas capazes de converter a energia mecânica oriunda de um motor elétrico, por exemplo, em energia cinética e de pressão do fluido bombeado. A Figura 3.1 apresenta um desenho esquemático de um sistema de adução de água por bombeamento.

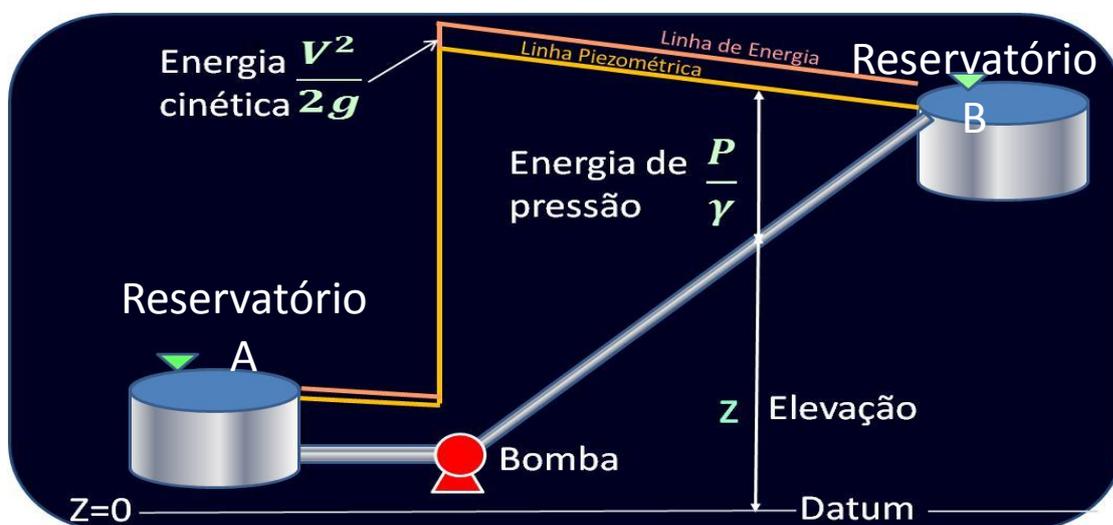


Figura 3.1 - Desenho esquemático de um sistema de água por bombeamento

No Processo Água, as Estações de Bombeamento estão classificadas em Estações de Bombeamento de Água Bruta e de Água Tratada. Estas instalações são comumente chamadas de Estações Elevatórias de Água Bruta

(EEAB) e Estações Elevatórias de Água Tratada (EEAT). Dentre as EEAT podemos citar os diversos tipos existentes no SAM:

- EEAT/Booster de Adução: localizadas na Adução, recalcam para um, ou mais reservatórios;
- EEAT de Derivação: localizadas na Adução, recalcam para Setores (derivação);
- EEAT de Distribuição (ZA): localizadas a jusante de um Reservatório, recalcam para um Setor de Zona Alta;
- Booster de Distribuição: localizadas na própria Rede, recalcam para Setores deficitários de pressão, normalmente pontas de Rede.

Não serão alvos de diagnósticos, as EEAT's de Derivação, de Distribuição, tampouco as Desativadas e aquelas Fora de Operação.

Foram identificadas no SAM, 65 Estações de Bombeamento de Adução que foram classificadas considerando-se o esquema hidráulico da instalação. Cada Estação é composta pelos conjuntos motobomba que necessariamente recalcam para um mesmo destino.

Das 65 estações de bombeamento temos 14 boosteres e 51 estações elevatórias de água.

4. METODOLOGIA

Entre as principais alterações na concepção desse trabalho, está na metodologia realizada para a extração e estruturação dos dados. Realizou-se um estudo de análises das elevatórias no período de um ano, utilizando um novo sistema de bancos de informações da Sabesp. Essa nova ferramenta possibilitou a automatização nos levantamentos de dados, tanto para o ano estudado, como também para utilização nos próximos estudos das estações de bombeamento de adução. O período analisado corresponde ao ano de 2018.

As simulações de dados de modelagem do SAM, cenários para obtenção de dados de desempenho do Sistema Adutor Metropolitano foram mantidos os mesmos valores obtidos da modelagem de 2016.

Das 65 EEAs pertencente à RMSP duas foram desconsideradas, visto que, estão desativadas.

Os critérios de avaliações e análise situacional das 63 elevatórias foram mantidos os mesmos da versão anterior, possibilitando fazer análises comparativas entre os anos estudados. Para as metodologias de classificação das elevatórias, foram considerados os seguintes indicadores:

Grau de Relevância:

Estabeleceu-se como critério para definição do grau de importância das EEATs sob o ponto de vista operacional “vazão média de recalque”, que representa, de forma indireta, a população atendida. Para essa classificação foram definidos 5 níveis de importância. São:

- Grau alto: acima de 2300 L/s
- Grau médio alto: entre 1600 L/s e 2300 L/s
- Grau médio: entre 650 e 1600 L/s
- Grau médio baixo: entre 300 e 650 L/s
- Grau baixo: abaixo de 300 L/s

Taxa de ocupação:

Taxa de ocupação é a relação de horas de operação da EEAT pelo tempo total do período analisado. O número de horas de operação da EEAT é obtido através da média do número de horas de operação de cada conjunto motobomba da instalação, ou seja, para avaliar a ocupação anual de uma elevatória, soma-se o total de horas que cada motobomba esteve ligada e divide pela quantidade total de motobombas existentes na elevatória, o valor obtido é dividido pela quantidade total de horas do período analisado.

Para essa classificação foram definidos 5 faixas de ocupação. São:

- Alta ocupação: acima de 90%
- Média Alta ocupação: de 75% até 90%
- Média ocupação: de 50% a 75%
- Baixa ocupação: abaixo de 50 %

Índice de Adequação:

O índice de adequação faz uma análise teórica da relação entre a capacidade de bombeamento da estação e a vazão média de bombeamento da mesma no período analisado.

Para realização do cálculo, utiliza-se a capacidade de bombeamento da EEAT, obtida através de modelagem hidráulica do modelo do Sistema Adutor Metropolitano. Esta capacidade é a vazão obtida com todos os conjuntos motobomba da instalação ligados com exceção de um grupo, sendo este considerado um grupo reserva. A vazão assim obtida é denominada **vazão limite**.

Com base no histórico de vazões do período de análise do estudo, obtêm-se a vazão média de bombeamento da instalação. Para efeito de capacidade de bombeamento, é necessário observar a vazão no dia de maior consumo (K1). Utilizando como referência o Plano Diretor de Abastecimento de Água da RMSP, observa-se que este valor é de 1,15 para os setores de abastecimento. K1 igual a 1,15 é a média para a região metropolitana. Para efeito de cálculo do índice utilizou-se a vazão média multiplicada pelo K1, resultando na vazão média ajustada.

Portanto, o Índice de Adequação da Elevatória é calculado pela equação 1:

$$\text{Adequação da Elevatória: } \frac{\text{Vazão média ajustada}}{\text{Vazão Limite}}$$

equação (1)

Onde:

Vazão média ajustada é a média da vazão da elevatória multiplicada pelo valor da média K1 em l/s;

Vazão Limite é a capacidade de bombeamento do setor restringindo um conjunto motobomba em l/s.

Se o resultado for menor ou igual a 1 a instalação está adequada, ou seja, é capaz de operar na vazão necessária e possui pelo menos 1 conjunto motobomba reserva. Caso seja maior que 1, a instalação está inadequada, portanto, em alguns momentos a EEAT opera sem grupo reserva.

Possibilidade de redução de consumo de energia elétrica no horário de ponta:

Baseado na taxa de ocupação da EEATs e no índice de adequação, foi definido um terceiro índice que tem como objetivo indicar instalações em que há a possibilidade de redução do consumo de energia em horário de ponta. O índice é calculado através da equação 2:

Possibilidade de redução: Taxa de ocupação x Índice de adequação

equação (2)

Através da aplicação dos filtros, são selecionadas as elevatórias que possuem sua taxa de ocupação baixa e seu índice de adequação classificada como Adequada.

Índice IWA:

As estações elevatórias e "boosters" são instalações compostas por conjuntos motobombas, que são o acoplamento de motores elétricos a bombas hidráulicas.

O motor transforma a energia elétrica obtida de uma fonte externa em energia mecânica, representada pela rotação de um eixo que acopla o motor a uma bomba hidráulica.

A bomba hidráulica transforma a energia mecânica em energia de pressão, através do seu circuito interno composto por um rotor. Nessas transformações ocorrem perdas de energia, sendo as principais causas de perdas nos motores de indução:

- Perdas no enrolamento e no cobre (efeito Joule);
- Perdas no ferro (perdas Foucault);
- Perdas mecânicas (atrito dos mancais, ventilação);
- Perda de transmissão entre o motor e a bomba.

Portanto, a eficiência é calculada através da relação da energia elétrica consumida na instalação e a energia efetivamente transferida para o fluido (água). Para cálculo do rendimento, utiliza-se a equação 3:

$$\eta = \frac{\text{Energia transferida para o fluido}}{\text{Energia elétrica consumida}}$$

equação (3)

Para o cálculo da energia transferida para o fluido, utiliza-se a fórmula da Potência Hidráulica, sendo essa energia aproveitada pelo líquido para seu escoamento fora da própria bomba. A potência Hidráulica pode ser definida em cv pela equação 4 como:

$$\text{Potência Hidráulica} = \gamma \times \frac{Q \times H}{75}$$

equação (4)

Q = Vazão (m³/s)

H = Altura Manométrica (m)

γ = peso específico da água (10000 N/m³)

Portanto, para o cálculo da eficiência em EEATs são necessários medidores de:

- Vazão;
- Pressão de sucção;
- Pressão de Recalque;
- Consumo de energia elétrica.

Para o caso de energia elétrica, o essencial é a medição do consumo em cada conjunto motobomba, pois dessa forma é possível avaliar a eficiência energética de cada grupo de uma estação elevatória, ou pelo menos medição na entrada da EEAT, quando a subestação de energia abastece outras áreas ou processos (manutenção, tratamento de água e etc.).

Conforme a classificação estabelecida pelo indicador IWA as eficiências nas elevatórias de água são divididas em três faixas:

- Bom – 68% a 100%.
- Mediano – 50% a 68%
- Insatisfatório: até 50%.

Para a análise, realizou-se, a consistência dos dados, com os seguintes passos:

1. Exclusão dos dados de vazão, pressão de recalque e sucção e Potência Hidráulica com valores negativos.
2. Exclusão de dados quando todo o conjunto de bombas da estação apresentavam status desligado. Os dados foram extraídos de 15 em 15 minutos no período de um ano, com a ferramenta Sampled Data.
3. Com base no número de dados excluídos e número de dados totais, calcula-se o percentual de dados aproveitados mensais. Com a relação de dados totais e dados úteis realizou-se um ajuste no consumo de energia hidráulica para cada mês do ano de 2018.

5. RESULTADOS E ANÁLISE COMPARATIVA

As elevatórias foram analisadas com os métodos descritos anteriormente.

Elevatórias e a relação com o grau de relevância:

Esta classificação permite detectar as elevatórias que possuem grande relevância, consideradas de grande porte, ou seja, recalcam vazões acima de 650L.

A figura 4.1 demonstram o grau de relevância das EEATs estudadas, separados em 6 níveis (baixo, médio baixo, médio, médio alto, alto e sem dados). Com esse gráfico verifica-se que para o ano de 2018 aproximadamente 40% das EEATs possuem níveis iguais ou acima do nível médio de relevância (médio, médio alto e alto). Estes devem ser estudados prioritariamente, caso a caso, buscando assim oportunidades de melhoria.

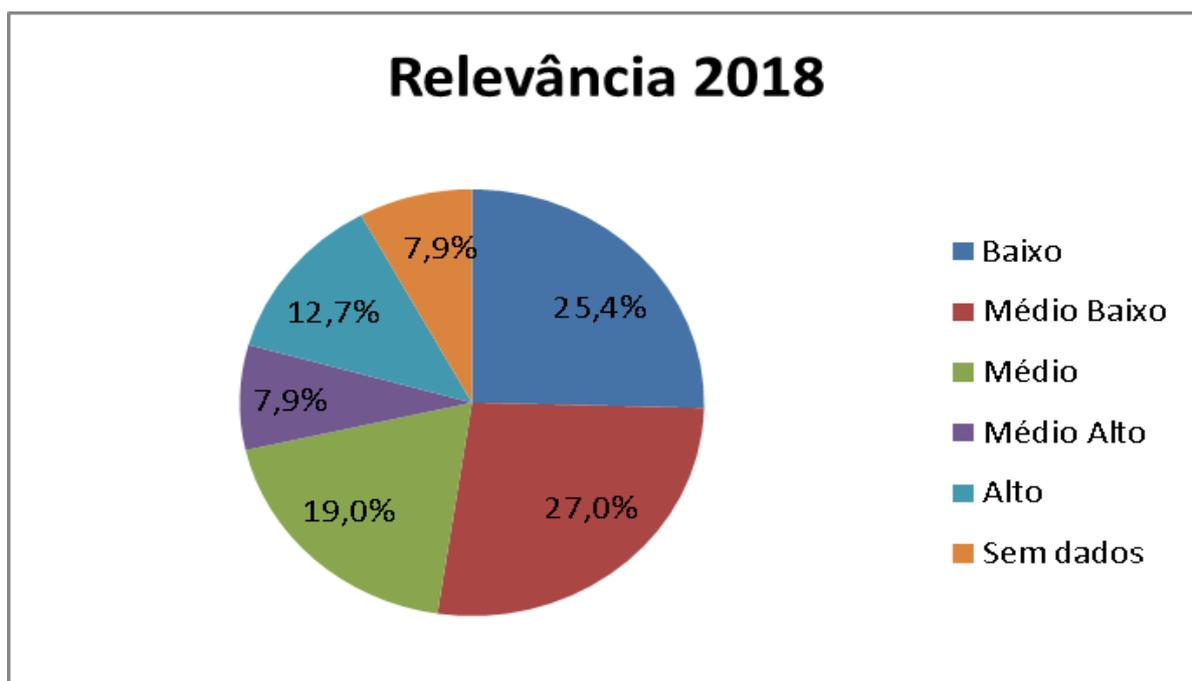


Figura 4.1: Distribuição das EEATs por relevância.

Na figura 4.2 percebe-se uma redução de aproximadamente 2% das estações classificadas acima do nível médio consequência da mudança de operação de dois setores, um passou a ser abastecido pelo novo sistema São Lourenço deixando de operar a elevatória e outro reduziu sua operação deixando de abastecer a zona alta. Outra mudança significativa é ocorrência do aumento da faixa sem dados decorrentes da falta de medidores de vazão. Em comparativo mais de 70 % das estações elevatórias mantiveram suas classificações para o índice de relevância em relação à avaliação de 2016.

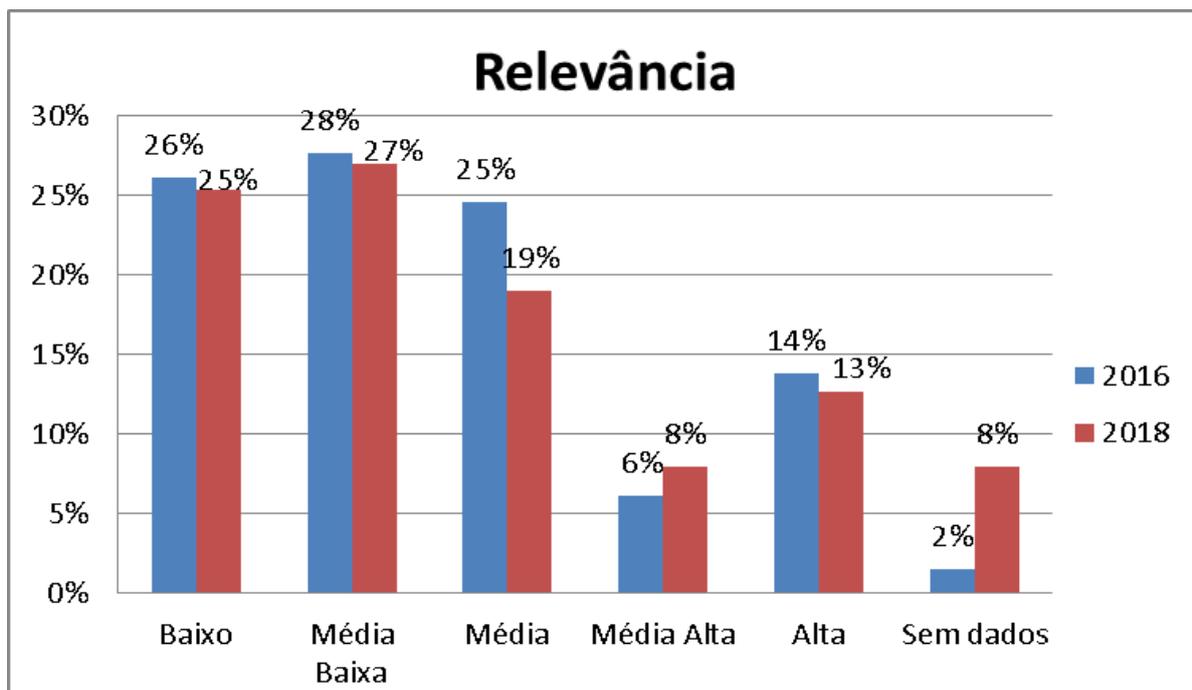


Figura 4.2: Comparativo das EEATs por relevância

Elevatórias e a relação com a taxa de ocupação:

A figura 4.3 mostra os estudos das mesmas estações elevatórias de água (EEAs) em relação à taxa de ocupação, definidos por baixa, média, média alta e alta. Nesse gráfico, percebe-se que a grande maioria das EEAs trabalha em nível médio ou inferior. Porém, 3,2% dos casos apresentam alta taxa de ocupação e 3,2% apresentam média alta. As mesmas já estavam presentes na versão anterior, sendo mencionadas para futuros estudos para análises de suas situações.

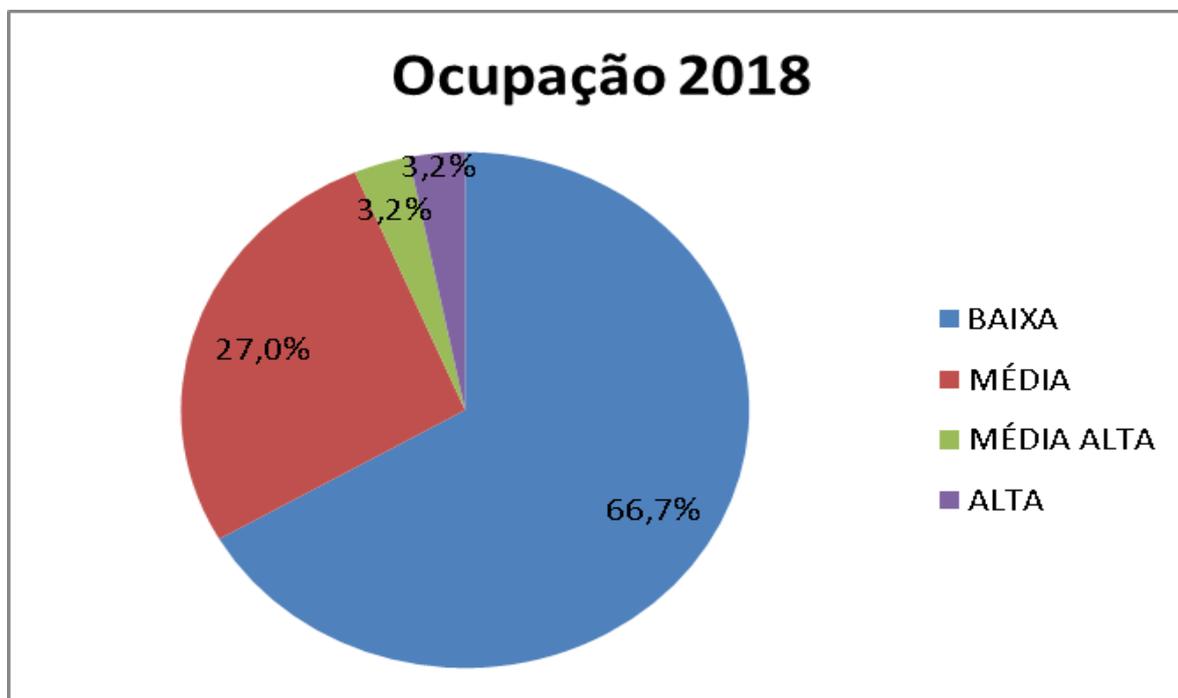


Figura 4.3: Distribuição das EEATs por Ocupação

Na figura 4.4, referente aos anos 2016/2018 verifica-se que não há estações com falta de dados. No ano 2016, 11% das EEAs não apresentaram dados para o índice de ocupação. Entre elas, 6% foram classificadas com ocupação baixa, 2% com ocupação média e 3% não foram consideradas para análises.

É importante observar um aumento significativo das estações classificadas na faixa baixa, grande parte devido a 8% das EEAs que em 2016 não tiveram dados e, agora foram reclassificadas na faixa baixa em 2018. De todas as estações estudadas, cerca de 70% mantiveram os mesmos índices de ocupação em relação a 2016.

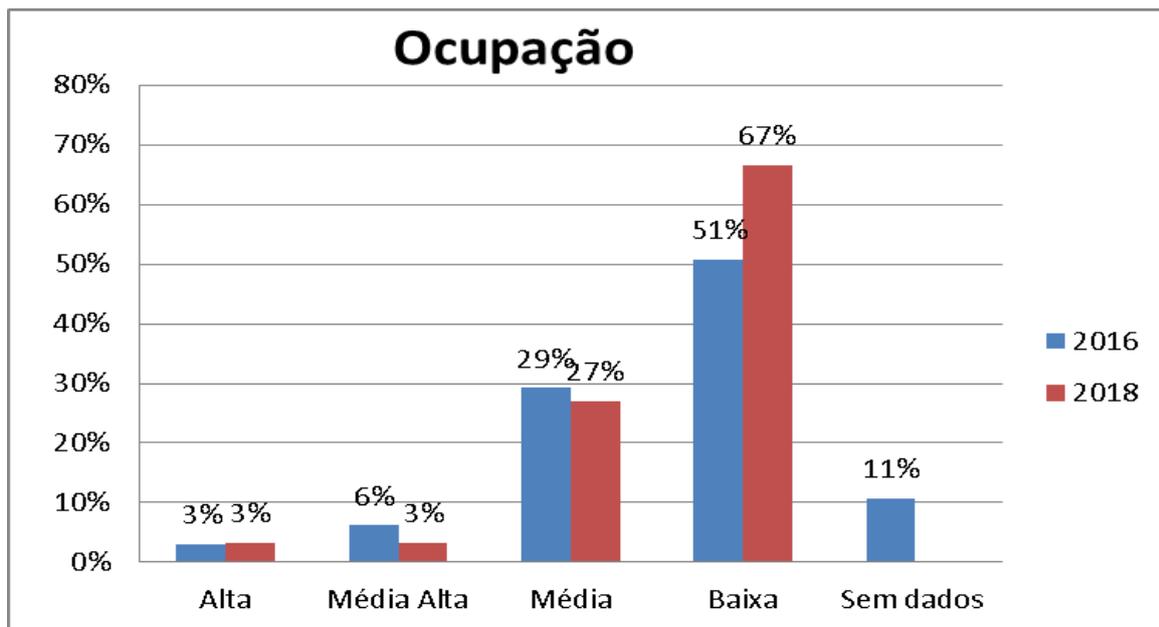


Figura 4.4: Comparativo das EEATs por Ocupação

A retirada de dados de ocupação mensais possibilitou uma análise mais detalhada das ocupações durante o período de 2018. Com essa base, observou-se que entre as EEAs classificadas em situação Baixa, uma delas não teve seu conjunto de bombas ligadas, outras não foram ligadas durante um período de três a nove meses consecutivos. Dados como esses enfatizam a necessidade de controle e de revezamento ao ligar os conjuntos de bombas.

Elevatórias, índice de relevância e a taxa de ocupação:

A figura 4.5 mostra a distribuição das elevatórias, de acordo com a relação entre os índices de relevância e ocupação, onde para cada faixa de classificação foram adotados números. Para as faixas de relevância (sem dados, baixa, média baixa, média, média alta e alta) foram adotados valores de 1 a 6, respectivamente, e para as faixas de ocupação (baixa, média, média alta e alta) foram adotados os valores de 1 a 4, respectivamente. As combinações dos índices são demonstradas no gráfico bolha de acordo a quantidade de elevatórias por combinação.

A análise permite identificar as elevatórias simultaneamente pelos índices de relevância e ocupação. Observa-se que, das elevatórias que foram classificadas com índices de ocupação muito alta, apenas 2% possui alta relevância. Essa deve ser objeto de estudo prioritário para averiguação de sua situação, pois é uma instalação de grande porte que recalca vazões acima de 1600l/s, comparada com os outros 5% das EEAs que também apresentaram ocupação elevada, mas possuem relevância baixa.

Entre as combinações presentes na figura 4.5, percebe-se que as elevatórias classificadas com baixa ocupação possuem relevância entre baixa e média, sobressaindo-se a relevância baixa média com maior número de elevatórias com essa combinação.

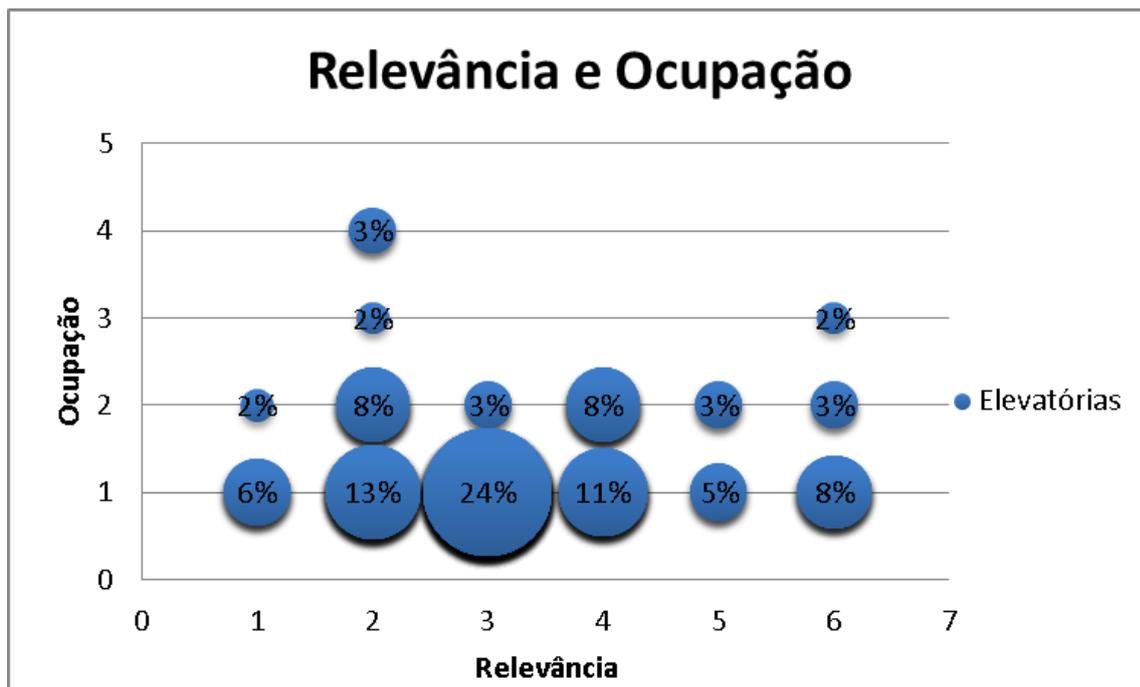


Figura 4.5: Relação entre Ocupação e Relevância das EEATs

Elevatórias e a relação com o índice de Adequação:

A figura 4.6 apresenta a distribuição de 63 EEATs em relação ao índice de adequação, separados por faixas: adequada com ociosidade (abaixo de 0,75, ou seja, a capacidade de bombeamento com grupo reserva é bem superior ao dia de maior consumo, podendo ser operado com bastante folga), adequada (até 1), inadequada (acima de 1, ou seja, quando opera no dia de maior consumo, sem grupo reserva). Nesse gráfico, percebe-se que 57% das EEATs estão nas faixas adequadas e adequadas com ociosidade.

Observa-se que 32 % das instalações necessitam de adequação, pois operam sem conjunto reserva em alguns dias no decorrer do ano, ou seja, no índice inadequado. Essas elevatórias devem ser avaliadas separadamente, pois as mesmas em algum momento pode não atender a demanda. É importante salientar que os casos classificados como inadequado não foram verificados a existência de reserva fora da base na reserva estratégica.

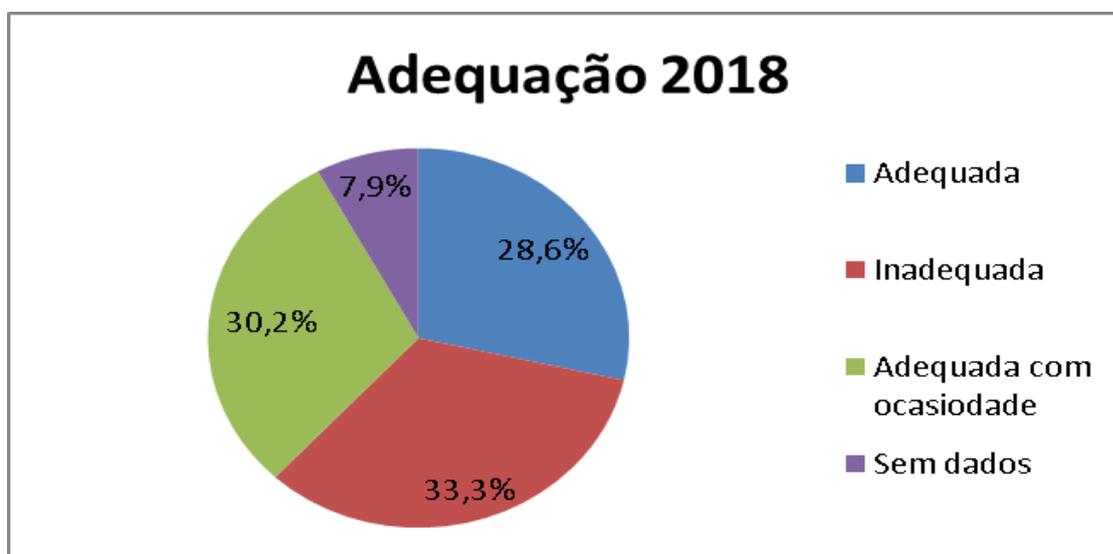


Figura 4.6: Distribuição das EEATs por Adequação

Na figura 4.7, em relação aos levantamentos de dados dos anos 2016 e 2018, houve o aumento significativo de EEAs que não tiveram dados para análise. Isso se deve pela falta de medidores de vazões, impossibilitando o cálculo de índice de criticidade e, conseqüentemente, a classificação de suas faixas de adequação. Busca-se estudar a inserção desses medidores para obtenção das classificações dessas EEAs. Entre as 8% das elevatórias que não apresentaram dados, em 2016, 4% delas pertenciam à classificação adequada e adequada com ociosidade, 2% foram classificadas como inadequada e 2% mantiveram sem dados. Em comparativo aos dois anos estudados, aproximadamente 70% das estações permaneceram com as mesmas faixas de adequação em relação a 2016.

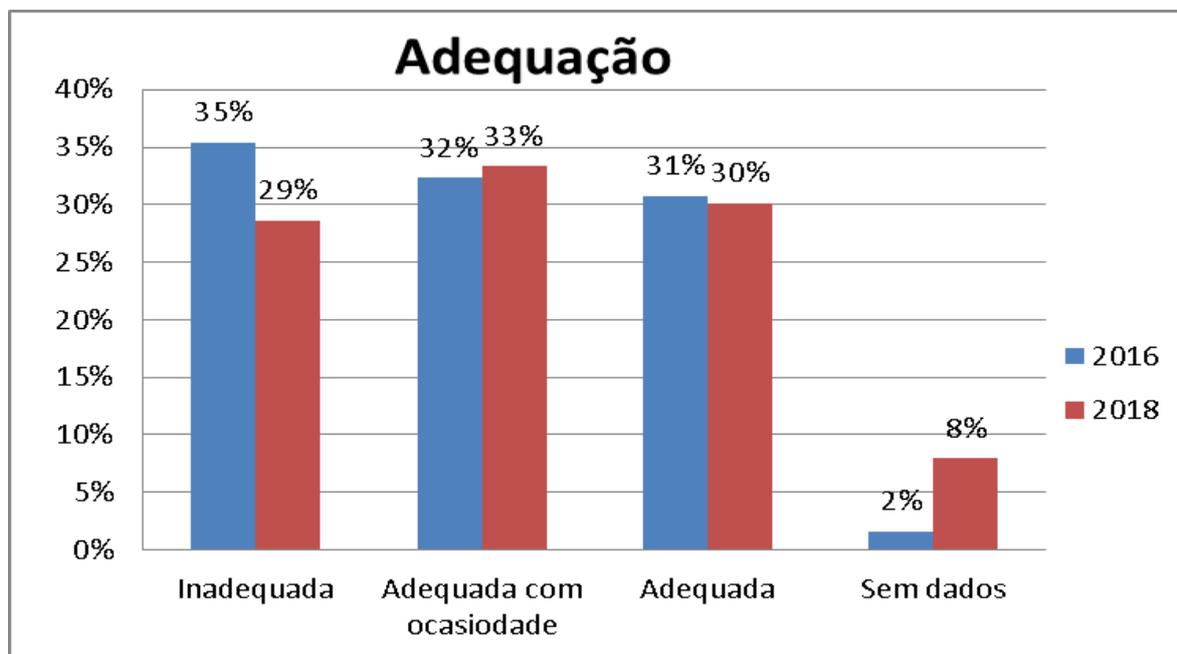


Figura 4.7: Comparativo das EEATs por Adequação

Elevatórias e possibilidade de redução:

Após a aplicação dos filtros de 50% de ocupação e indicador de adequação menor que 1, percebe-se que 40% das EEATs tem o indicador menor que 0,5, dessa forma, há o potencial de restrição de operação dessas EEATs no horário de ponta.

As instalações com índice menor que 0,5 devem ser priorizadas para estudos para operar com regras de restrição de uso no horário de ponta.

Eficiência energética nas elevatórias:

Das elevatórias avaliadas, 16% apresentam todos os medidores necessários para o cálculo da eficiência energética. Vale observar que nenhuma instalação possui medição individualizada (bomba a bomba de energia elétrica). Dessa forma, o cálculo de eficiência será global da EEAT, ou seja, de todos os grupos da EEA juntos, pois não é possível saber o consumo de cada grupo ao longo do período de análise.

Avaliando os resultados obtidos, apenas 10% elevatórias foram classificadas, conclui-se que 7% delas encontram na faixa superior da classificação do IWA, ou seja, tem um rendimento considerado Bom, e 3% das estações foram classificadas na faixa Mediano. Estas devem ser objetos de estudo para melhorar sua eficiência.

Em análise comparativa do rendimento dos anos 2016/2018, apenas duas estações foram possíveis os cálculos para os dois anos e as mesmas mantiveram sua classificação na faixa bom.

6. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os diagnósticos, foi possível observar que não ocorreram muitas alterações nas situações das elevatórias, considerando que 70 % mantiveram os mesmos níveis dos indicadores em relação aos anos 2016 e 2018, considerando a ocorrência de algumas mudanças de operação durante esse período.

Constatou-se que a falta de medidores de vazão impossibilitou as classificações de algumas elevatórias e principalmente a falta de medidores de pressão simultaneamente com os medidores de vazão dificultou as análises de eficiência energética. Com base neste contexto, está sendo desenvolvido um programa de medições para instalação dos medidores faltantes nas Estações de Bombeamento, em conjunto com as células de macromedições e automação.

Em paralelo, está em vigor o processo de instalação de medidores de energia elétrica individualizada (bomba a bomba) que permitirá em breve obter os dados do consumo elétrico de cada motobomba.

Através das instalações dos medidores, será possível analisar a eficiência energética de todas as elevatórias, possibilitando melhores análises de suas condições e permitir a elaboração de planos de ações para melhorias na gestão de operação.

Outra medida importante que está sendo discutida juntamente com a equipe de gestão de energia é a implantação de um plano de contingência do funcionamento das motobombas nos 40% das elevatórias com maiores potenciais para restrição operacional em horários de pontas mencionadas neste estudo, garantindo uma redução nos custos de operação.

Essas medidas buscam um aperfeiçoamento nas instalações e melhorias para a terceira versão desse estudo.

A principal alteração na metodologia foi a mudança do banco de dados que possibilitou melhoria em relação à viabilidade dos dados e na extração desses dados.

Buscou-se, nessa nova versão, aperfeiçoar o processo de aquisição de dados. Através da nova base de dados, foram desenvolvidas duas planilhas automatizadas para os índices de ocupação e índice de eficiência que permitem extrair, expurgar dados incorretos, realizar os devidos cálculos e classificar os setores de acordo com os indicadores. As planilhas têm o intuito de realizar um estudo anual para qualquer ano a partir de 2017, quando foi implantado o novo sistema, possibilitando mais agilidade para os futuros processos de levantamento de dados.

Como próximos passos, busca-se automatizar todo o processo de levantamentos de dados para os outros indicadores e aprimorar as automatizações existentes para ganho de tempo na elaboração desse estudo.

Após as instalações dos medidores faltantes e principalmente os medidores de energia, será possível analisar a eficiência da elevatória de forma mais consistente e monitorar as curvas características das motobombas. Assim, novas formas de avaliação das elevatórias poderão aprimorar as análises e acrescentar novos indicadores.

Com o acompanhamento das curvas características das motobombas, torna-se possível através da projeção dos dados, a identificação de problemas mecânicos nos conjuntos motobombas, possibilitando assim melhorias na área de manutenção das elevatórias.

Outro aspecto importante de melhoria da metodologia feita neste trabalho é análise comparativa das elevatórias em relação ao estudo anterior que permite através das classificações dos indicadores, comparar a situação das EEATs ao longo do tempo e a partir da implementação das melhorias monitorar seus resultados. Desta forma, para os próximos trabalhos, a manutenção das análises comparativas dos estudos antecedentes permitirá demonstrar as principais mudanças causadas pela introdução dessas novas medidas de melhoria que já estão sendo tomadas visando obter os resultados para novos diagnósticos das elevatórias.

O estudo apontou as elevatórias que estão nas piores faixas dos indicadores. As mesmas devem ser estudadas individualmente para melhores análises de suas situações, buscando soluções para melhor gestão operacional dos conjuntos motobombas.

7. CONCLUSÃO

A análise das elevatórias de água tratada do SAM se mostra essencial para uma boa gestão dos sistemas de bombeamento tendo em vista a grande complexidade e porte desse.

A metodologia aplicada através dos indicadores identifica as instalações com possibilidade de implantação de um plano de melhoria baseada na eficiência energética focando na utilização dos recursos disponíveis de forma estratégica garantindo a sustentabilidade, a economia e principalmente a melhoria constate no uso da energia.

Este estudo sugere novos estudos individuais para elevatórias classificadas nos piores índices para compreensão melhor de sua situação visando outros aspectos que não foram considerados neste diagnóstico. Com avaliação mais específicas para cada uma, analisando as reais necessidades de melhoria e planejamento operacional.

Conclui-se, que apesar de poucas mudanças equiparando os diagnósticos de 2016 e 2018, os resultados apresentados em 2018 constata melhorias nos índices de taxa de ocupação e de adequação com redução nas faixas críticas para os dois indicadores devido a algumas mudanças na operação do SAM.

Ambos diagnósticos propuseram medidas de proveito para as instalações que como estão sendo aplicadas possibilita redução dos custos de operação, aumento a eficiência energética das instalações e aperfeiçoamento das análises, como por exemplo, a medição individualizada que implantada em algumas elevatórias, já é possível à realização da extração de dados de consumo bomba a bomba da estação.

A segunda versão buscou reclassificar as elevatórias de acordo os indicadores, auxiliando nas principais medidas que deve ser tomadas para aperfeiçoamento no processo de adução de água. Essas medidas que já estão sendo tomadas ou proposta assegura melhorias nos próximos estudos e otimização das estruturas existentes.

A abordagem desse estudo apontou os próximos passos para melhorias das instalações e na metodologia, pelos quais foram citadas melhorias no processamento de dados através da automatização, melhoria na metodologia através do monitoramento das elevatórias, as análises comparativas, a criação de novos indicadores e o desenvolvimento de novas metodologias para análises, como as curvas das bombas, e por fim melhorias nas instalações através das instalações dos medidores faltantes e identificação das elevatórias que se encontram nas piores faixas dos indicadores para serem objetos de estudos específicos para compreensão do seu grau de risco e elaboração de soluções.

8. PRÓXIMOS PASSOS:

Resumidamente, como próximos passos tanto para melhoria das instalações como na metodologia desse estudo, foram apontados os principais pontos a serem desenvolvidos:

- Criação de um aplicativo para monitoramento das curvas característica das bombas, após as instalações dos medidores de energia, pressão e vazão;
- Automatização de todas as planilhas de extração de dados;
- Melhorias nas elevatórias com os piores índices na classificação dos indicadores, através de estudos individuais de suas situações;
- Programa de revezamento entre os conjuntos motobombas mediante a automatização do centro de operação;
- Mudanças na operação, através da restrição do funcionamento das elevatórias em horários de ponta.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Bentley Institute, Manual WaterCAD/GEMS V8i, Projeto e modelagem de redes de distribuição de água.
2. Relatório de Gestão Sabesp - MAGG 064 2017 Gestão dos riscos e Eficiência das elevatórias de água tratada 2017.
3. Relatório de Gestão Sabesp - MAGG 241 2019 Gestão dos riscos e Eficiência das elevatórias de água tratada – GEEAT 2019.
4. Caderno Temático4 – Ações de Assistência Técnica em Redução e Controle de Perdas de Água e Uso Eficiente de Energia Elétrica – Ministério do Desenvolvimento Regional 2018.