



SETORIZAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA O ABASTECIMENTO PLENO E EFICIENTE

Éverson Gardel de Melo⁽¹⁾

Engenheiro Mecânico- Instituto Federal Sul-riograndense - Sapucaia do Sul/RS.

João Carlos Prestes

Técnico em Mecânica Industrial-Fundação Escola Técnica Liberato Salzano Vieira da Cunha-Novo Hamburgo/RS.

Endereço⁽¹⁾: Rua Germano Hauschild,35-Bairro Jardim América- São Leopoldo- RS-CEP 93022680-Brasil-- Tel: +55 (51) 997393799 - e-mail: eversongardeldemelo@gmail.com.

RESUMO

A complexidade dos sistemas de distribuição em seu conjunto de componentes contrapondo com a necessidade do abastecimento pleno de nossas cidades, demanda torná-los cada dia mais eficientes. O presente estudo relata a setorização de um sistema de distribuição que mantinha um abastecimento precário, ou seja, havia intermitência no fornecimento de água. O trabalho descreve a metodologia aplicada, bem como os resultados alcançados. A conclusão baseada nos resultados obtidos tanto na redução das perdas físicas, quanto na melhoria da eficiência energética alcança na perspectiva futura a contribuição para a sustentabilidade no que tange a gestão dos recursos hídricos e a responsabilidade com o meio ambiente.

Palavras-chave: setorização; perdas físicas; controle de pressões; registrador de pressão; conversor de frequência.

INTRODUÇÃO/OBJETIVOS

Sistemas de distribuição são mecanismos complexos se considerarmos todos os seus componentes como unidades de bombeamentos, reservatórios, redes de distribuição, válvulas, entre outros. Estes sistemas possuem especificidades como diâmetro e material das tubulações, vazão e pressão de recalque, pressões de trabalho, desnível geométrico, número de ligações, perfil de consumo e outras inúmeras variáveis definidoras da performance de abastecimento.

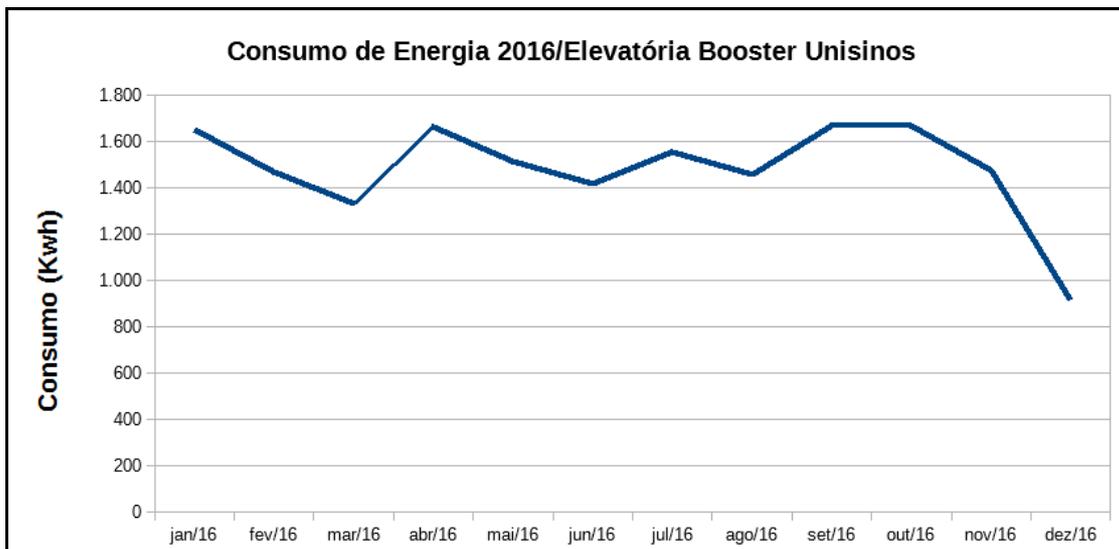


Atingir a condição de abastecimento pleno passa por manter o sistema de distribuição dentro de limites de pressão, vazão e consumo energético adequado, possibilitando a sustentabilidade econômico-financeira desta atividade. O sistema estudado possui historicamente uma grande indisponibilidade no abastecimento ocasionada por diversos fatores como a grande variação de altitude, a ausência de setores de manobra, dificuldade de detecção de vazamentos e ausência de monitoramento de variáveis. Este trabalho técnico descreve as ações que foram necessárias para garantir ao Sistema Booster Unisinos, situado no município de São Leopoldo/RS, a condição de pleno abastecimento, considerando todos os componentes, especificidades e variáveis citadas. O estudo tem como objetivo principal garantir a condição de pleno abastecimento deste sistema, combinando eficiência energética e redução de perdas, estes, constituindo-se os demais objetivos deste trabalho técnico. A relevância deste estudo situa-se na obtenção de resultados que contemplem todos os objetivos propostos e formatando um modelo de setor de distribuição que dialoga com a redução de consumo energético, aumento da micromedição e da agilidade nos consertos de vazamentos e dos conjuntos de motobombas.

MATERIAL E MÉTODOS

O sistema de distribuição Booster Unisinos possui uma malha de distribuição de 4384 metros de comprimento com diâmetros variando entre 50 e 100 mm constituídos por ferro fundido e PVC. Ao todo são 215 ligações de água em uma área que possui uma variação de cota de abastecimento entre 40 e 84 metros. Este setor é parte de um sistema maior denominado Complexo de Reservação Santa Tereza-R1 que fornece água para a motobomba na cota 56 metros situada na entrada do sistema, esta por sua vez, pressuriza o sistema, sendo acionada por um conversor de frequência. A potência de bombeamento utilizada é de 1,47 kw. O volume micromedido total é de 41012 m³/ano. O consumo de energia está demonstrado na fig. 1.

Figura 1: Consumo de energia Elevatória Booster Unisinos 2016.



Observa-se nesta figura o consumo durante o ano de 2016 entre 1670 e 915 kwh, estabelecendo-se uma linha de corte um pouco acima de 900 kwh.

PROBLEMATIZAÇÃO

A indisponibilidade do abastecimento ocorre diversas vezes por vazamentos de difícil detecção e falhas no conjunto de bombeamento provocando desabastecimentos totais de até oito dias havendo a necessidade de utilização de caminhão-pipa para suprir minimamente o fornecimento de água potável. Além disso áreas de cotas topográficas elevadas para este setor tem diariamente intermitência no abastecimento permanecendo com pressão de entrada acima de 10 mca em poucos momentos do dia. A Fig.2 ilustra as variações diárias de pressão na área de maior altura deste setor.

Figura 2: Registro de Pressão na Rua Pe. Luiz Gonzaga Jaeger, cota 84.

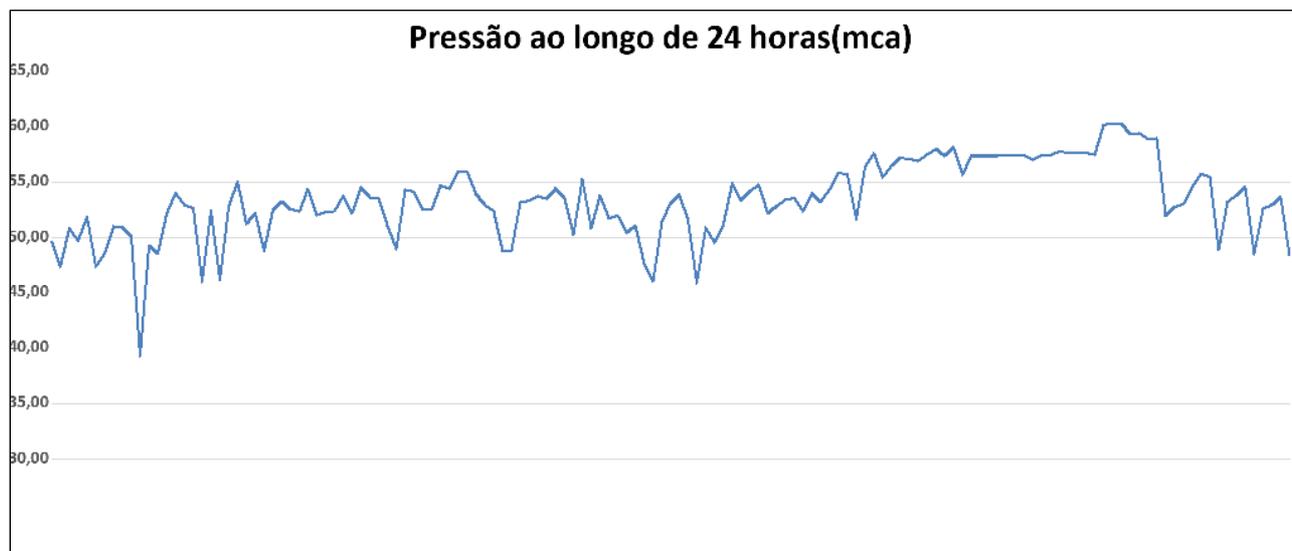


Pode-se observar que na maioria do período de 24 horas com o ponto inicial em 08 horas, encontra-se abaixo de 10 mca, ultrapassando este valor somente na madrugada, onde ocorre



significativa redução no consumo. Ao mesmo tempo que ocorre intermitência no abastecimento, áreas da cota inferior do sistema recebiam um excesso de pressão, conforme verifica-se na Fig. 3.

Figura 3: Registro de Pressão na rua Pe. Luiz Gonzaga Jaeger, cota 40



O objetivo de tornar o setor de distribuição abordado como de pleno abastecimento, isto é, com baixa frequência de desabastecimento remete a formulação de hipóteses relacionadas a capacidade de bombeamento, perdas físicas e delimitação de setores de manobras.

HIPOTÉSES

A hipótese relacionada a capacidade de bombeamento levanta a incerteza de que a bomba componente deste setor, esteja dimensionada para atender esta demanda, haja vista, os inúmeros consertos realizados nestes conjuntos.

A segunda hipótese está ligada a possibilidade de existir um grande volume de perda física, perda esta que está intrinsecamente ligada ao número de vazamentos, o que inevitavelmente provoca falta de água. Os vazamentos são divididos em Visíveis e não-visíveis. Os vazamentos visíveis, por aparecerem, são combatidos, pelo que contam com a ajuda dos usuários, que muitas vezes não toleram observar a água sendo perdida.(Gomes,2004). Vazamentos não visíveis são de difícil detecção e necessitam de equipamentos de geo-escuta para detectá-los. Cerca de dois terços dos vazamentos de sistemas de abastecimento não são visíveis (Machado,2017).

A última hipótese formulada relaciona-se a incerteza dos limites do setor de distribuição, o que pode acarretar um subdimensionamento da capacidade de abastecimento ocasionando



desabastecimento e ou pressão baixa. As duas últimas hipóteses mencionadas também são fatores que podem explicar a constante indisponibilidade dos conjuntos de bombeamento.

O MÉTODO

Para atingir o objetivo principal de pleno abastecimento foram formuladas quatro ações que fossem ao encontro deste e dos demais objetivos citados, eficiência energética e redução de perdas. As quatro ações implementadas foram a análise da elevatória de recalque, a delimitação do setor de distribuição, a implementação dos setores de manobras e o controle de pressões na rede de distribuição.

ANÁLISE DA ELEVATÓRIA DE RECALQUE

Nesta ação foram analisados todos os componentes desta elevatória. No conjunto motobomba verificou-se a curva operacional com a finalidade de certificar que esta atendia as condições de vazão e pressão necessárias para o setor Booster Unisinos. Neste aspecto, o ponto operacional de 2,5 l/s x 46 mca atende as condições de abastecimento deste setor. Ainda neste aspecto analisaram-se os parâmetros do sistema de acionamento, corrente nominal, proteção de sub e sobre corrente, parâmetros para modulação do conversor de frequência, existência de proteção a seco na sucção da motobomba, controle da pressão de recalque e monitoramento à distância destas variáveis. Observou-se que não havia monitoramento à distância desta elevatória, sendo esta condição contribuído para o elevado tempo de indisponibilidade destes conjuntos, visto que o conserto desta motobomba ocorria de forma reativa, isto é, após reclamações dos usuários sobre falta de água, iniciava-se o processo de manutenção. Para esta correção, efetuou-se a instalação de um sistema de monitoramento ligado ao sistema supervisor da autarquia, possibilitando monitorar as condições operacionais desta elevatória em tempo real.

DELIMITAÇÃO DO SETOR DE DISTRIBUIÇÃO

Nesta etapa o ponto de partida foi a busca de informações iniciais através do cadastro técnico existente. A partir deste primeiro passo inicia-se as atividades de campo como a manometria e localização de traçado das redes de distribuição, utilizando para este fim, manômetros, geofone, haste de escuta e válvula propagadora de onda. Após estas atividades obteve-se a delimitação do Setor Booster Unisinos, porém a localização de toda a malha de distribuição não foi possível em sua totalidade, havendo, portanto, a necessidade de outras ações, como a implementação de setores de manobra.

IMPLEMENTAÇÃO DOS SETORES DE MANOBRA



Para esta atividade foi necessária a implementação de quatro setores de manobra e desta forma agilizar a detecção de vazamentos e tornar célere o conserto das redes de distribuição, pois com esta divisão foi possível isolar setores e assim observar o nível de pressurização obtidos em cada uma dessas áreas. A partir da verificação do nível de pressurização em cada setor a pesquisa de vazamentos ocorre em uma área muito menor e com isso o tempo de detecção diminui significativamente.

A Fig. 4 apresenta os setores de manobra implementados.

Figura 4: Setores de Manobra



Para o Setor de Manobra 1 foi necessária a instalação de três válvulas e mudanças no traçado da rede neste trecho. O setor 2 ficou limitado por 3 válvulas, sendo necessária a instalação de uma destas e as demais localizadas através do cadastro técnico. O setor 3 constituiu-se através das zonas limítrofes dos setores de manobra 1 e 2 e o limite do Setor de distribuição Booster Unisinos. O setor 4 é composto por 3 válvulas de bloqueio sendo uma já existente e localizada através do cadastro técnico, e as demais instaladas durante a implementação destas ações. Este setor é limítrofe com o setor de manobra 2 e com os limites do Setor de distribuição Booster Unisinos.

CONTROLE DE PRESSÕES NA REDE DE DISTRIBUIÇÃO

Para controlar as pressões deste setor foram necessárias leituras de pressão em diversos pontos do setor Booster Unisinos, considerando as diferenças de cota topográfica desta área. Para a leitura de pressão foram instalados diversos registradores que forneciam em cada um deles, cerca de 144 leituras de pressão diária, assegurando assim a confiabilidade do diagnóstico de pressões. Observou-se uma grande variação de pressões decorrentes do elevado desnível geométrico



dentro do Setor Booster Unisinos. Enquanto o setor de Manobra 4 chegava a apresentar 60 mca de pressão, áreas do Setor de Manobra 2 e 3 apresentavam pressões abaixo de 10 mca, gerando intermitência do abastecimento. A excessiva pressão no setor 4 gerava uma grande perda física, o que por sua vez, contribuía ainda mais, para o desabastecimento do setor de manobra 2 e 3. Um vazamento de ramal no setor 4 poderia comprometer todo o sistema Booster Unisinos. Desta forma optou-se pela instalação de uma válvula reguladora de pressão (VRP) no Setor 4 possibilitando que esta área opere com pressões em torno de 20 mca. Ao mesmo tempo a modulação executada pelo conversor de frequência diante desta nova disposição, possibilitou a elevação de pressão nos setores 2 e 3 para valores próximos a 16 mca, equalizando pressões em todo setor de distribuição, reduzindo pressões excessivas e aumentando as insuficientes.

RESULTADOS

O presente trabalho técnico apresenta resultados que atendem às necessidades do setor de distribuição Booster Unisinos reportadas nos objetivos apresentados. A condição de pleno abastecimento fora alcançada, isto é, sistema em normalidade com desabastecimentos gerados apenas por causas alheias às condições normais de operação, como por exemplo, a interrupção pela distribuidora do fornecimento de energia elétrica. Além do objetivo principal os demais objetivos também foram alcançados (eficiência energética e redução de perdas) nota-se que os três objetivos se inter-relacionam formando um ciclo virtuoso de eficiência.

Este trabalho contribui para a temática da redução de perdas e da eficiência energética no saneamento ambiental, apresentando um método que mescla vários conceitos para obter-se uma distribuição de água tratada plena e eficiente. Mas além deste propósito, encontra-se resultados que percolam todas as etapas de um sistema de abastecimento de água até o início do processo, captação de água bruta, pois menos vazamentos significa uma menor retirada do manancial. A Tabela 1 apresenta um resumo dos resultados obtidos.

Tabela 1 – Resumo dos resultados obtidos no estudo

Parâmetro	2016	2017	Resultado (%)
Tempo máximo de indisponibilidade (horas)	192	6	-96,9
Vol. médio de água micromedida (m ³ /ano)	41012	43187	5,1
Consumo de energia elétrica na Elevatória Booster Unisinos (kwh/mês)	1482	1121	-24,4
Pressão média do sistema (mca)	20,5	19,75	-3,7

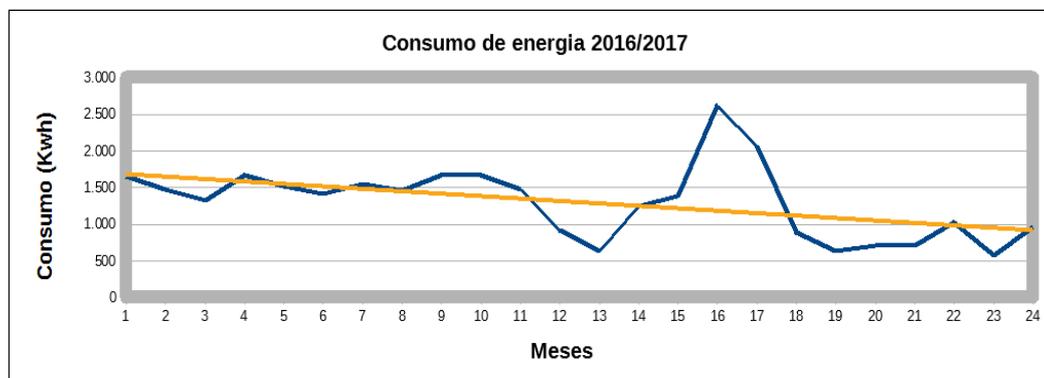


DISCUSSÃO

Nota-se com resultado exposto na Tabela 1 a redução das perdas físicas através da redução no tempo de reparo dos vazamentos. Este resultado responde diretamente a segunda hipótese, onde a perda física decorrente de vazamentos fosse uma das causas dos constantes intermitências no abastecimento. De fato esta hipótese mostrou-se verdadeira, visto que a incidência de vazamentos diminuiu e aumentou a agilidade dos consertos com as ações que foram implementadas como observa-se na redução do tempo de indisponibilidade no abastecimento após o início das ações. Neste aspecto, destaca-se os setores de manobras constituídos e a delimitação do setor de distribuição que possibilitaram maior êxito na detecção de vazamentos não-visíveis.

A redução do consumo energético da Elevatória Booster Unisinos foi resultado do controle de pressões, em destaque, porém as demais ações foram co-responsáveis por esta diminuição potência consumida. A Figura 5 demonstra a redução do consumo energético ao longo de 24 meses.

Figura 5: Consumo de energia 2016/2017 na Elevatória Booster Unisinos



Observa-se nesta figura que após as últimas ações implementadas (16º mês), ocorre uma expressiva redução de consumo energética, inclinando a linha de tendência para a descendente. Este resultado relaciona-se com a primeira hipótese apresentada de que os conjuntos de bombeamentos estavam subdimensionados e desta forma geravam constantes falhas nestes equipamentos, contribuindo para o elevado tempo de indisponibilidade. Constatou-se que as constantes falhas nestes equipamentos estavam relacionadas a incidência de vazamentos e o elevado tempo de detecção. Portanto, o dimensionamento estava correto, porém havia a necessidade de ações além da elevatória para que o tempo de funcionamento destes conjuntos fosse satisfatório. Ressalta-se que a implementação do monitoramento à distância desta



elevatória, agilizou a retomada do abastecimento, visto que a velocidade dos consertos destes conjuntos inevitavelmente aumentaram.

A redução da Pressão Média de abastecimento contribuiu para a diminuição da incidência de vazamentos, pois quanto maior a pressão média, maior será a incidência de vazamentos. Destaca-se também neste resultado, o aumento da pressão em áreas de maior cota topográfica, promovendo o pleno abastecimento, onde este operava de modo intermitente. As duas últimas hipóteses levantadas estão em conformidade com a redução da pressão média, pois com esta ação obteve-se a redução da incidência de vazamentos. O controle de pressões, por sua vez, depende do pleno conhecimento dos limites do setor de distribuição e da implantação dos setores de manobra, para que assim, instalemos válvulas reguladoras de pressão (VRPs) e possamos modular a velocidade de rotação do conversor de frequência.

Deste modo, o sistema de distribuição reduziu o incremento de energia necessário para o seu perfeito funcionamento, ou seja, tornou o abastecimento pleno, o que antes não era possível, porém utilizando menos energia. Cabe ainda ressaltar o incremento da micromedição resultante do aumento de pressão em áreas antes insuficiente, o que possibilitou maior consumo micromedido e diminuição das perdas aparentes por submedição, pois os hidrômetros passaram a operar próximos a sua vazão nominal e distantes da vazão mínima. Deve-se manter consistência com os objetivos e a metodologia apresentada.

CONCLUSÃO

O trabalho apresentado traz com aprendizado principal que a combinação de diversas ações, muitas delas de pleno conhecimento da força de trabalho, precisa de planejamento, composição e integração com as demais ações propostas. Não há uma fórmula pronta para a eficiência energética e a redução de perdas. Torna-se necessário o dimensionamento de cada uma destas ações de modo que alcance o objetivo de oferecer a condição de pleno abastecimento, porém com eficiência, ou seja, menor custo e maior oferta de água tratada. As ações elaboradas atingiram plenamente os objetivos propostos, restando um método que poderá ser aplicado em demais setores do município, considerando a necessidade de dimensionar corretamente estas ações.

Por fim ressalta-se a contribuição para a sustentabilidade, quanto ao uso dos recursos hídricos disponíveis, pois reduzir perdas e aprimorar o uso racional de energia é tratar o meio ambiente, o planeta em que vivemos com responsabilidade com esta e também com as futuras gerações que virão.



REFERÊNCIAS

- AZEVEDO NETTO, J. M., et alli. - "Manual de *Hidráulica*", Ed. Edgard Blucher Ltda, 9ª Edição, São Paulo, 2015.
- BAGGIO, M. Como Formular e Executar Estratégia de Combate às Perdas, com Foco em Resultados? 1º Seminário Nacional de Gestão e Controle de Perdas de Água - ABES, Porto Alegre, 2015
- GOMES, A. Montagem de Programas de Desenvolvimento Operacional, Seminário de Gestão Organizacional e Instrumentos de Planejamento, Controle e Avaliação, Ministério das Cidades, 2012
- LAMBERT, A.; Hirner, W. Losses from Water Supply Systems: Standard Terminology and Recommended Performance Measures. EUA: IWA, 2000.
- MACHADO, R.R.-"O Controle de Pressões nas Redes de Água como Instrumento para o Combate a Desperdícios com Foco na Sustentabilidade. Rio de Janeiro-RJ: Abes-dn, 2016. Disponível em <<http://abes-dn.org.br/?p=4184>> Acessado em 05/02/2018.
- SILVA, B. [et al]. Controle de Perdas de Água em Sistemas de Distribuição. São Paulo – SP: Escola Politécnica de São Paulo, 2003. Disponível em <http://200.144.189.97/phd/LeArq.aspx?id_arq=5067> Acessado em 08/09/2013.