

Readequação Operacional e de Eficiência Energética em Sistemas de Abastecimento de Água

Elthon Santos Teixeira
SANESUL/MS
FAENG
UFMS
Campo Grande, Brasil
elthonteixeira@gmail.com

Andréa Teresa Riccio Barbosa
FAENG
UFMS
Campo Grande, Brasil
andrea.barbosa@ufms.br

Abstract - This article aims to study the Water Supply System in Rio Brillhante - MS and the search for energy cost reduction, one of the biggest costs in the sanitation sector, through analysis of consumption data and subsequent operating improvement proposals. Through the proposed methodology, it was possible to eliminate costs without the need for investments. This operational improvement action allowed the water company to reduce operational costs and thus improve the quality of services rendered to the municipality's population.

Keywords: efficiency. Energy. Sanitation. Water. Operation.

I. INTRODUÇÃO

De acordo com o EPE – Empresa de Pesquisa Energética [1], órgão ligado ao MMA - Ministério de Minas e Energia, a capacidade instalada de geração de energia no mundo em 2011 era de 5.204,7 GW. O mesmo órgão aponta que as Américas do Sul e Central são responsáveis por 5,2% desse montante, com 269,9 GW.

Ainda segundo o EPE [1], em seu Anuário Estatístico de Energia Elétrica – 2014, nesse panorama, o Brasil se sobressai comparado aos demais países da América Latina, ocupando em 2011 a sexta posição no ranking dos dez maiores países, com uma capacidade instalada de geração de 147,9 GW.

Do ponto de vista de energia renovável, esta posição de destaque se reafirma quando observados que o Brasil em 2011 foi o segundo maior produtor de energia hidrelétrica entre os dez maiores, estando apenas atrás da China, com 424,4 TWh, significando 12,2% do total produzido por esses maiores países.

Infelizmente, esta abundância em energia não se reflete nos valores das tarifas em relação aos demais países. O mesmo documento [1] aponta que o Brasil possui a 3ª tarifa mais cara do mundo, atrás apenas da Itália e do Japão. O valor médio da tarifa industrial em 2012 foi de U\$ 177,68/MWh. Esse valor é três vezes maior que a tarifa de países desenvolvidos, como EUA e Noruega.

Em 2013 o valor da tarifa teve um decréscimo 13,2% em relação a 2012, mas ainda muito aquém dos valores observados em países mais desenvolvidos [1].

Do ponto de vista do consumo, o grande consumidor de energia no país é o seguimento industrial. Em 2013, representou 39,8% dos 463.335 GWh consumidos [1].

Entretanto, na região Centro-Oeste, que representa 7% do consumo de energia no país, essa realidade é um tanto diferente. Por não possuir uma grande quantidade de indústrias como as regiões Sudeste e Sul, por exemplo, o seu maior consumo é residencial, mas ainda assim seguido de perto pela atividade industrial [1].

Ainda assim, no Mato Grosso do Sul, de acordo com o Portal da Indústria [2], a indústria do Estado paga a 8ª tarifa de energia mais elevada entre as unidades da Federação, representando 4,4% mais que a média nacional. Verifica-se que a classe Industrial no Mato Grosso do Sul é responsável por 14,6% do consumo industrial na região Centro-Oeste, com 1.346 GWh consumidos por 7.804 consumidores industriais em 2013 [1].

Desta forma, cabe aos empreendedores do setor industrial buscar alternativas para reduzir o consumo e os custos com energia. Salientando-se que quando a energia é consumida de forma ineficiente, vai de encontro à necessidade de sustentabilidade em relação aos recursos naturais. Verifica-se e também que quando contratada de forma equivocada, sob o ponto de vista econômico, onera o valor final de seus produtos aos consumidores finais e aumenta a carga tributária paga pelas empresas, respectivamente.

Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo de caso de redução de custos com energia na indústria do Saneamento no Estado de Mato Grosso do Sul. Mais especificamente, a redução proposta neste caso foi a adequação operacional ao processo de abastecimento de uma área no Município de Rio Brillhante, com conseqüente redução da tarifa de energia por reenquadramento de classe de consumo.

O estudo se mostra relevante, pois demonstra as oportunidades existentes nas empresas do setor, permitindo a redução das suas despesas de exploração, o adequado dimensionamento de equipamentos eletromecânicos e, conseqüentemente, a utilização mais eficiente da rede distribuidora de energia. Desta forma, reduz-se a sobrecarga do sistema energético em horários de maior demanda, bem como os custos que oneram as tarifas de fornecimento de água tratada para os consumidores finais. Com estas medidas, torna o seu valor mais acessível, auxiliando a universalização dos serviços prestados.

II. REFERENCIAL TEÓRICO

A. A Indústria do Saneamento e a Energia

Dentre as grandes empresas do segmento industrial no Brasil, destaca-se pela importância social e econômica o setor do Saneamento.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações do Saneamento, em 2013, o segundo item das Despesas com Explorações das Empresas de Saneamento (DEX), ficou com as despesas de energia elétrica, tendo totalizado naquele ano o valor de R\$ 3.070,6 milhões, ou seja, 10,9% do total. [3]

Essa relevância no processo se dá pelo fato de que, no setor do saneamento, de acordo com Andrade Filho [4], “é comum a necessidade de mover água e ou esgoto contra a ação da gravidade em tubulações pressurizadas”.

No Mato Grosso do Sul, o cenário não é diferente do observado no âmbito nacional. Ainda de acordo com o SNIS, o segundo item da DEX das empresas de Saneamento que atua no abastecimento de água tratada e coleta e tratamento de esgoto sanitário é a despesa com energia elétrica, tendo totalizado em 2013 o valor de R\$ 40.214.895,40, ou seja 9,6% das despesas de exploração [3].

Verifica-se que dos 78 sistemas de Saneamento do Estado de Mato Grosso do Sul, cujas informações estão disponíveis no SNIS, 68 municípios são explorados pela Empresa de Saneamento de Mato Grosso do Sul [5].

Nota-se que a Sanesul foi criada em 26 de janeiro de 1979 por meio do Decreto Estadual nº 071/79 como empresa pública, com autonomia administrativa e financeira, compondo a administração indireta e vinculada ao Executivo Estadual.

Com a divisão do estado de Mato Grosso, a cisão patrimonial deixou como herança da Empresa de Saneamento de Mato Grosso (SANEMAT) 17 sistemas em operação, com um total de 52.200 ligações de água e esgoto.

As cidades operadas eram: Anastácio, Aparecida do Taboado, Aquidauana, Bonito, Campo Grande, Cassilândia, Corumbá, Dourados, Fátima do Sul, Glória de Dourados, Jardim, Jateí, Ladário, Miranda, Paranaíba, Ponta Porã e Porto Murtinho. Ao final de 1979, ano de sua criação, a Sanesul já contava com 66.360 ligações e com mais duas cidades em operação: Caarapó e Rio Negro.

Com o Plano Nacional de Saneamento (PLANASA), instituído pelo Banco Nacional da Habitação (BNH) na década de 70, cujo principal objetivo era aumentar o nível de cobertura em abastecimento de água no Brasil, a Sanesul,

captando recursos desse programa, fechou o ano de 1982 com 59 cidades em operação e 118.890 ligações de água e 24.088 de esgotos. [5] Em 2013 o número de ligações de água já era de 499.410 ligações e de esgoto 96.314 ligações [3].

Ainda de acordo com os dados apresentados pelas empresas e disponibilizados pelo SNIS [3], do total de R\$ 213.569.041,26 das despesas de exploração da Sanesul em 2013, foi observado um total de R\$ 23.036.212,71 em despesas com energia elétrica, ou seja, 10,79% do total da DEX. Neste panorama é importante apontar que este valor se refere ao total de todos os municípios operados pela empresa. Observando cada localidade individualmente, é possível encontrar despesas com energia variando entre 5% a 20% da DEX.

Essa variação entre sistemas diferentes demonstra que há possibilidade de melhorar a eficiência em diversas localidades operadas pela Sanesul, respeitando as suas particularidades.

B. Eficiência Energética em Sistemas de Saneamento

Segundo Gomes [6], o setor de saneamento é o mais estratégico no que diz respeito ao uso conjunto de água e energia. Em tempos que o uso racional destes elementos é “um requisito indispensável para o desenvolvimento econômico e social no mundo contemporâneo, pela necessidade imperativa de preservação do meio ambiente”. O autor afirma também que o valor destes insumos é cada vez maior, e que sua racionalização evita a oneração dos custos de produção do setor.

Apesar do enorme potencial estratégico, infelizmente o setor de saneamento, de acordo com Martins [7] por sua estruturação regionalizada, com base em companhias estaduais e serviços municipais, não possui suporte em nível nacional, que permita a existência de modelagem técnico-operacional capaz de induzir a disseminação das tecnologias aplicáveis ao segmento. Para o autor, dessa forma, a eficiência energética no setor de saneamento precisa passar por mudanças estruturais, considerando-se o atraso tecnológico decorrente da falta de investimentos.

Em 1985, o governo Federal, através do Ministério de Minas e Energia e Eletrobrás, criou o Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (PROCEL). O programa foi criado com o objetivo de promover o uso eficiente da energia elétrica e combater o seu desperdício, com o desenvolvimento de hábitos e conhecimentos sobre o consumo eficiente da energia. Além disso, postergar os investimentos no setor elétrico, mitigando, assim, os impactos ambientais e colaborando para um Brasil mais sustentável.

Com o mesmo intuito, em 2003, a ELETROBRAS/PROCEL instituiu o PROCEL SANEAR – Programa de Eficiência Energética em Saneamento Ambiental, buscando o uso eficiente de energia elétrica nos conjuntos moto-bombas dos sistemas de saneamento e também ações quanto à conservação da água. Visando, desta forma, integrar os dois temas e o desenvolvimento e a operacionalização de projetos e políticas governamentais articuladas. [8]

A meta do programa é reduzir em 15% o desperdício de energia elétrica no setor, com a adoção de ações que visem a modulação de carga em relação à ponta dos sistemas elétricos, controle das vazões de recalque em relação à demanda da rede de distribuição, dimensionamento adequado dos equipamentos eletromecânicos e automação operacional de sistemas com gerenciamento e supervisão em tempo real. [7]

C. *Redução de Custos com Energia em Saneamento*

De acordo com [9], o fim gradativo do subsídio que era concedido pelo Governo nas tarifas de energia elétrica para os serviços públicos de abastecimento de água e disposição de esgotos, o aumento das tarifas dessa energia acima dos índices inflacionários e a cobrança do Imposto sobre Operações relativas à Circulação de Mercadorias e sobre Prestação de Serviços de Transporte Interestadual e Intermunicipal e de Comunicações (ICMS), causaram o aumento de despesas de energia elétrica. Nota-se que além dos custos financeiros do consumo de energia, deve-se considerar também os custos ambientais.

A disponibilidade de água e a geração de energia, no Brasil principalmente, estão intimamente ligadas. Em tempos de crise hídrica, como ocorreu neste ano de 2015, a energia consumida precisa ser suprida por usinas termoeletricas, o que não apenas aumenta o custo da geração como também implica em mais emissões de carbono que afetam o clima do planeta.

O Green Peace cita o Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (IPCC), órgão das Nações Unidas, que afirma que a temperatura mundial pode aumentar – em um cenário extremo – em até 6,4°C até o final deste século, causando a maior alteração climática já vivida pelo ser humano. Para evitar que isso ocorra, uma política global deve ter por objetivo manter esse aumento em menos de 2°C, ou mesmo 1,5°C, em relação à temperatura registrada antes da revolução Industrial, no século 18. Uma das medidas apontadas pelo Green Peace é a necessidade de impor padrões de eficiência energética para equipamentos elétricos. Como resultado dessas ações, muitas usinas termoeletricas poderiam ser desativadas e possibilitaria a redução de emissões de gases do efeito estufa na atmosfera [10].

Diversas formas de se reduzir os custos com energia em sistemas de saneamento foi descrita por [9], separando-as em três grupos.

a) Redução de custo sem diminuição do consumo de energia elétrica: O autor divide o primeiro em Redução de Custo sem investimento, quando existem situações que independem de investimento em novas instalações ou equipamentos e que são solucionados através de correspondência encaminhada às concessionárias; e Redução do Custo com Investimento, que depende de recursos investidos em equipamentos e instalações, após a realização de pequenos estudos. Como se trata de investimentos não muito elevados é bastante utilizado, entretanto, as medidas

que não demandam investimentos, e tratam de gestão, são as mais utilizadas para a redução de custos.

b) Redução do custo pela diminuição do consumo de energia elétrica: Neste caso o autor afirma que, tendo em vista que o custo do consumo de energia elétrica é o produto da energia consumida em kWh pela tarifa do kWh, é necessário reduzir a altura manométrica ou o volume da água bombeada, ou aumentar a eficiência dos conjuntos motor-bomba para diminuir os custos de energia.

c) Redução de custo pela alteração do sistema operacional das estações elevatórias: Tratam-se de adequação dos conceitos adotados durante a concepção de um determinado sistema de elevatórias, uma reengenharia que possibilita a redução dos custos com energia e, em grande parte dos casos, a adequação de pressões na rede a valores mais constantes.

III. MATERIAIS E METODOS

A. *Estudo de Caso*

A SANESUL vem nos últimos anos aperfeiçoando o seu processo de gestão do consumo de energia, rumo a um programa de eficiência energética em seus processos de captação de água e coleta e tratamento de esgoto.

De acordo com os dados do SNIS [2], seus custos com energia em 2013 ultrapassaram os 40 milhões de reais. Sendo este um valor significativo que torna a redução de custos com energia um grande desafio para os técnicos da empresa.

As propostas desenvolvidas pelas áreas responsáveis da empresa vão de encontro das ações apontadas por [9] nos três grupos de ações descritos anteriormente. A seguir será descrita a pesquisa e as ações desempenhadas em conjunto com a equipe da DCO - Diretoria Comercial e de Operações da empresa no Sistema de Abastecimento de Água da cidade de Rio Brilhante.

B. *Objeto de estudo*

O SAA - Sistema de Abastecimento de Água de Rio Brilhante, administrado pela Regional Grande Dourados, é subdividido em 03 Subsistemas. Segundo levantamento, a sua capacidade total de produção em 2013 foi de 2.356.080 m³ de água, com um consumo de energia de 1.008.410,00 kWh, representando R\$ 1.013.114,40. Observou-se que são atendidas 8.997 ligações, abastecendo uma população de 26.585 pessoas, além disso, o índice de perdas foi de 36% do volume produzido.

A pesquisa foi realizada em um dos subsistemas existentes, o da Vila Morada do Sol, onde está localizado a EAT-002 (Estação de Tratamento de Água) e o poço RBT-006. Verificou-se que a empresa estava pagando excedente de demanda contratada e seria necessário verificar o contrato de tarifação com a Concessionária de Energia (Energisa).

Verificou-se que a empresa de água estabelece um critério de monitoramento em que determina a análise de todos os pontos de demanda com despesa mensal com energia acima de R\$ 10.000,00. Com base no caso proposto, e através da sua

análise e descrição dos resultados obtidos se mostram relevantes do ponto de vista das oportunidades de melhoria de desempenho operacional e gestão dos custos com energia. Recomenda-se que este critério seja aplicado em sistemas similares de outras companhias de saneamento.

Nota-se que a busca pela redução destes custos impacta diretamente na qualidade dos serviços prestados pela concessionária dos serviços, bem como nos custos operacionais que servem como base para determinar o valor da tarifa a ser paga pelos consumidores.

C. Procedimento de Análise e Coleta de Dados

O procedimento adotado para coleta dos dados se dividiu da seguinte forma:

a) Definição de Sistemas a serem Estudados

Com base no sistema de gestão de faturas de energia, SICONE – Sistema de Controle de Energia da Sanesul foi feito uma relação de todas as faturas com valor acima de R\$ R\$ 10.000,00. Dentre as 705 faturas, em torno de 10% se enquadravam no valor de corte, dentre os quais fazia parte o sistema Rio Brillhante, subsistema Vila Morada do Sol, com fatura de energia no valor de R\$ 10.292,03 no mês de março.

b) Análise da Fatura

A partir da fatura do local em estudo, foi possível conhecer os valores cobrados pela concessionária. Essa análise buscou identificar a demanda contratada e se havia cobrança de multa por sua ultrapassagem, como atuava em horário de ponta, e se ocorria multa por fator de potência baixo.

c) Análise da Memória de Massa

Com base nas informações obtidas das faturas de energia, foram analisados os relatórios de memória de massa disponibilizados pela concessionária de energia em sistema *on-line*. Desta forma, é possível acompanhar diariamente as informações registradas de Potência Ativa (kW), Potência Reativa Indutiva (kVAr ind) e Potência Reativa Capacitiva (kVAr cap), conforme o gráfico da Figura 1.

O gráfico de memória de massa permite conhecer em detalhes os horários em que é atingida a máxima demanda de energia, se a potência ultrapassa a demanda contratada e com que frequência, se há problema de baixo fator de potência por não funcionamento de banco de capacitores e se há indícios de alguma falha na parametrização da operação dos equipamentos instalados.

d) Análise dos dados dos equipamentos instalados

A partir da identificação das prováveis oportunidades de melhoria e eficiência do consumo de energia, foi necessário analisar os dados dos equipamentos responsáveis pelo consumo, bem como as formas que são operados pelos responsáveis do Sistema. Os dados dos equipamentos foram obtidos no sistema CADOP – Cadastro Operacional da Sanesul.

e) Análise da Operação do Sistema

Por fim, foram realizadas no local entrevistas com os responsáveis pela operação do sistema, bem como o responsável pela manutenção eletromecânica e parametrização dos equipamentos. O conhecimento destas informações permitiu avaliar se a operação atual é a mais indicada do ponto de vista da eficiência energética.

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A. Definição dos sistemas a serem estudados

Conforme descrito anteriormente, a busca por faturas com valor acima dos R\$ 10.000,00 gerou um total de 705 processos, dentre eles o sistema Vila Morada do Sol, em Rio Brillhante.

B. Análise da Fatura

A análise da fatura permitiu inicialmente conhecer o valor da demanda contratada para o sistema, bem como constatar quantas vezes foram cobradas multas por sua ultrapassagem pela concessionária de energia. O que gerou a necessidade de acompanhamento mais detalhado na memória de massa.

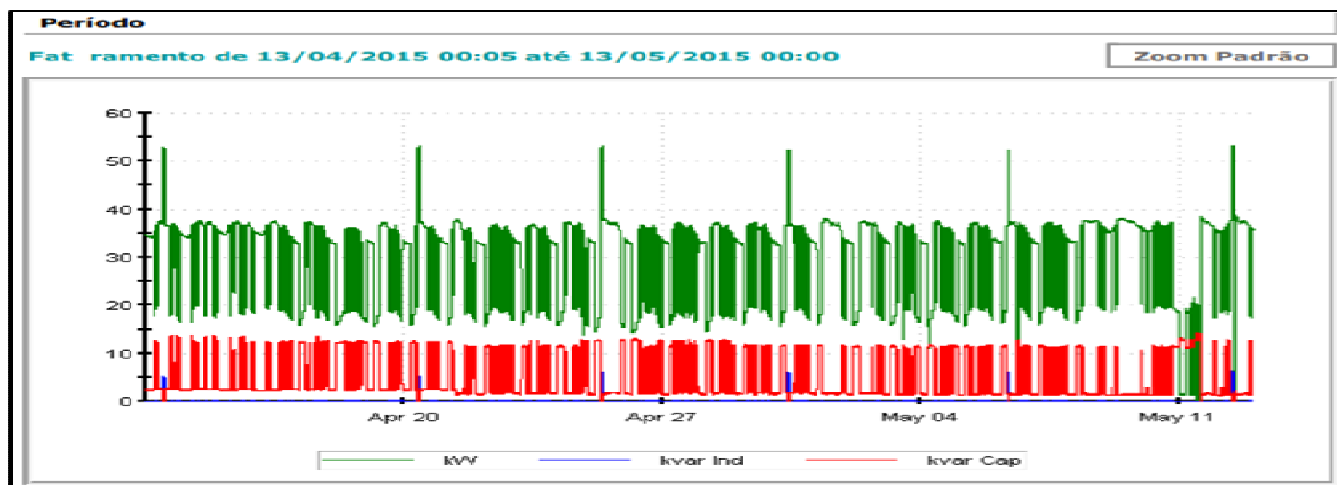


Figure 1. Gráfico de Memória de Massa disponibilizado pela concessionária de energia com as medições do local de estudo.

C. Análise da Memória de massa

Observou-se a ocorrência de picos periódicos, os quais provocavam a ultrapassagem da demanda contratada e consequentemente a multa por parte da concessionária (Figura 1).

D. Análise dos dados dos equipamentos instalados

A soma das potências instaladas cadastradas no CADOP – Cadastro Operacional da empresa, não conferia com os valores observados na memória de massa. Com essa informação verificou-se que era necessário realizar uma pesquisa *in loco*. Desta forma, evidenciou-se a existência de uma elevatória nova, a ser entregue pelo setor de obras, porém já em operação. Esta demanda ainda estava em programação de contratação junto a concessionária, entretanto, a unidade ainda não havia comunicado ao setor responsável pelos contratos de energia ou de operação, a ativação da elevatória antes da entrega da obra.

E. Análise da operação do sistema

A pesquisa com os responsáveis pela operação local evidenciou que havia uma estação elevatória em operação que ainda não havia sido incluída no cadastro de dados operacionais da empresa.

Observou-se que esta elevatória era responsável por recalcar água tratada a uma região pouco habitada. Esta reservação, em relação às ligações atendidas era suficiente para atender a população da área durante um período aproximado de sete dias.

Foi realizado ajuste operacional para funcionar a elevatória durante 15 minutos por dia, ao invés de 2 horas, uma vez por semana.

Salienta-se que esta operação permitiu desligamento de outra elevatória nos momentos em que esta nova elevatória entrava em operação. Desta forma, evitou-se a situação dos dois equipamentos funcionarem simultaneamente, o que causava à ultrapassagem da demanda. Dessa forma, o abastecimento continuou regularizado, porém com maior eficiência do ponto de vista de gestão de custos com energia.

Após a adoção das medidas houve uma redução de R\$ 781,21, o equivalente a multa por 10 kW a mais de utilização da demanda contratada, ou seja, redução de 7,6% de redução no custo mensal com energia nesta instalação. Na memória de massa (Figura 2) é possível verificar que não há mais ultrapassagem de demanda contratada.

V. DISCUSSÕES

Os resultados obtidos se mostraram bastante positivos. A partir do diagnóstico realizado foi possível determinar as possibilidades de redução na tarifação de energia em 7,6%. Isto foi obtido com intervenções que possibilitaram a redução de demanda de potência, trazendo redução dos custos com energia para a empresa, decorrentes de melhoria operacional com consequente adequação tarifária sem a necessidade de investimentos.

Conforme proposto por [9] é importante o conhecimento detalhado das características do sistema tarifário, que permite de forma praticamente imediata a redução nos custos de energia elétrica, pois decorre em uma cobrança mais adequada da energia elétrica de uma determinada instalação.

Com base nos resultados obtidos, são reforçadas as teorias anteriormente apresentadas, bem como aponta para a necessidade de que as companhias de saneamento capacitem seus profissionais nesse tipo de ação.

VI. CONCLUSÕES

Através dos dados observados e discussões realizadas, é possível chegar a algumas conclusões.

A quantidade de 705 processos levantados na empresa como possíveis de análise do ponto de vista de custo com energia, aponta para um grande potencial de melhoria da eficiência da empresa. As ações subsequentes permitiram não apenas a redução das despesas de exploração, mas também a redução da demanda de energia. Desta forma se obtém uma consequente redução de impactos ao meio ambiente pela sua não geração.

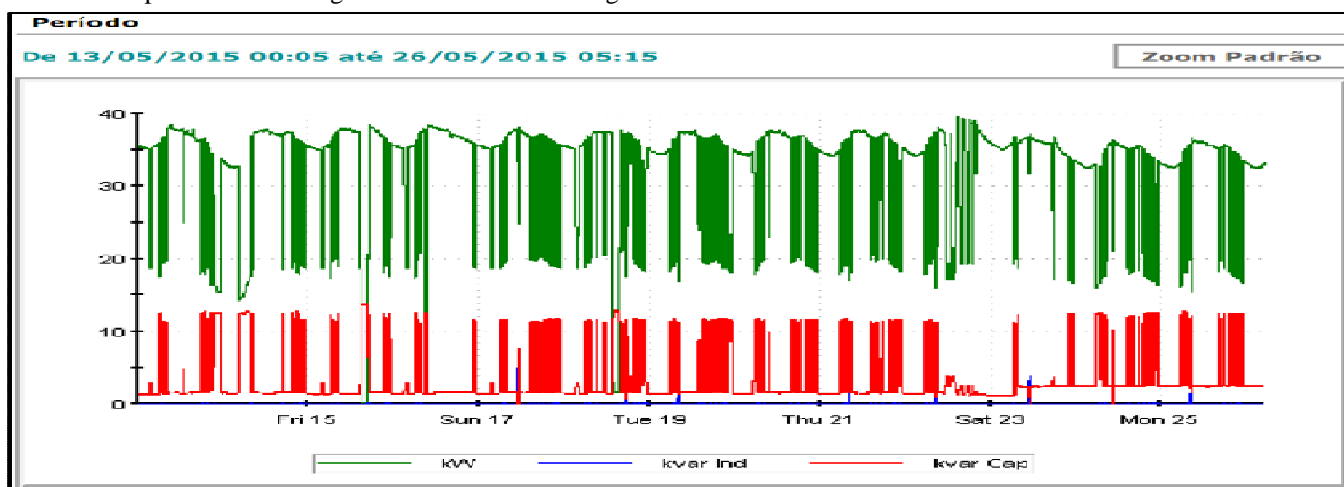


Figure 2. Gráfico de Memória de Massa indicando o fim das ultrapassagens de demanda após as ações aplicadas.

Além disso, o adiamento de investimentos para adequação de estruturas que visem atender esta demanda que seria

utilizada sem a melhoria dos processos, tanto para as concessionárias em suas redes de distribuição, quanto para a empresa, em postos de transformação, por exemplo.

Evidenciou-se também a necessidade de um cadastro operacional confiável, visando diminuir o tempo entre a identificação de uma oportunidade de melhoria e a tomada de decisão. No caso estudado, a necessidade de confirmação dos dados de equipamentos instalados no local aumentou o tempo de resposta à situação observada.

Tão importante quanto um cadastro atualizado e confiável, também é a comunicação entre os diversos setores da empresa. No caso estudado observou-se a oportunidade de melhoria no processo de comunicação entre as áreas de engenharia, operação e as regionais. Verificou-se que o dimensionamento de um novo equipamento pela área de projetos, sua instalação e sua ativação pela Regional sem conhecimento da operação gerou custos para a empresa que poderiam ser evitados. Todos os envolvidos deveriam estar cientes das consequências de sua participação nas diversas etapas do processo dentro das despesas de exploração com energia da empresa.

Esse fato por si só aponta a necessidade de capacitação dos técnicos de todas as áreas nos conceitos de eficiência energética e redução de custos nos sistemas de abastecimento de água. O conhecimento destes pontos permite a redução de custos com pouco ou nenhum investimento, trazendo benefícios amplos para a população do país no meio social, econômico e ambiental.

REFERENCES

- [1] BRASIL. Ministério de Minas e Energia. Anuário estatístico de energia elétrica 2014. Rio de Janeiro: EPE, 2014. 212 p.
- [2] CNI - Confederação Nacional da Indústria. Perfil da indústria nos estados 2014. – ed. rev. – Brasília: CNI, 2014. 214 p.
- [3] BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA. SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 19º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos – 2013. Brasília: SNSA/MCIDADES, 2014. 181 p. Disponível em <<http://www.snis.gov.br>>. Acesso em: 14 maio. 2015.
- [4] ANDRADE FILHO, L. S. Bombas e Estações Elevatórias. In: HEBER PIMENTEL GOMES. (Org.). SISTEMAS DE BOMBEAMENTO - EFICIÊNCIA ENERGÉTICA. 1ed. JOÃO PESSOA: EDITORA UNIVERSITÁRIA - UFPB, 2009, v. 1, p. 45-112.
- [5] SANESUL – EMPRESA DE SANEAMENTO DE MATO GROSSO DO SUL; SIIG – Sistema de Informações e Indicadores Gerenciais. Campo Grande. 2015.
- [6] GOMES, H. P., de CARVALHO, P. S. O. (Organizadores). In: GOMES, H. P. (Org.). Sistemas de bombeamento – Eficiência Energética. João Pessoa: Editora UFPB, 2009. 460p.
- [7] MARTINS, M. P. S. Inovação tecnológica e eficiência energética. 1999. 43 f. Dissertação (Pós-graduação em Energia Elétrica) – Instituto de Economia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1999.
- [8] PROCEL. Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica – PROCEL. Saneamento. PROCEL SANEAR. 2015. Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/data/Pages/LUMIS623FE2A5ITEMID6D82CF76DD284E7B8A607F31CB419A79PTBRIE.htm>> Acessado em 18 maio. 2015.
- [9] TSUTIYA, M. T. Redução do custo de energia elétrica em estações elevatórias de água e esgoto. In: XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1997, Foz do Iguaçu. Anais do XIX Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Rio de Janeiro - RJ: ABES, 1997. p. 268- 269. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/abes97/costo.pdf>>. Acesso em: 27 maio. 2015.
- [10] GREENPEACE. [R]evolução energética: a caminho do desenvolvimento limpo. São Paulo: Greenpeace, 2010. Disponível em: <<http://www.greenpeace.org/brasil/Global/brasil/report/2010/11/revolucaoenergeticadeslimpo.PDF>>. Acesso em: 25 maio. 2015.