

XI-001 - REDUÇÃO DO CONSUMO DE ENERGIA NA PONTA NA ETA IRAÍ – APLICAÇÃO DE LEAN SEIS SIGMA

Katia Regina Garcia da Silva⁽¹⁾

Engenheira Civil pela Universidade Positivo. Especialista em Planejamento e Gestão de Negócios pela Faculdade de Administração e Economia (FAE). Mestre em Engenharia Hidráulica e Ambiental pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Engenheira Civil da Companhia de Saneamento do Paraná – Sanepar.

Edymilson Luiz dos Santos

Engenheiro Civil pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Engenheiro de Segurança do Trabalho (UFPR) e Especialista em Auditoria, Avaliações e Perícias de Engenharia (IPOG). Engenheiro Civil da Sanepar.

Fabio Alexander Basso

Engenheiro Eletricista pelo Centro Universitário Positivo. Engenheiro Eletricista da Sanepar.

Marcio Arakaki

Engenheiro Químico pela Universidade de São Paulo - USP. Engenheiro Químico da Sanepar.

Alexandre Iwankio

Mestre em Governança e Sustentabilidade pelo Instituto Superior de Administração e Economia do MERCOSUL – ISAE.

Endereço⁽¹⁾: Av Humberto Alencar Castelo Branco, 30 – Cristo Rei – Curitiba - PR - CEP: 82530-195 - Brasil
- Tel: (41) 3330-7062 - e-mail: katiagarcia@sanepar.com.br

RESUMO

O setor de saneamento se destaca por sua relevância na sociedade e por seu forte impacto em questões de sustentabilidade ambiental e social. O setor de saneamento pode adotar iniciativas eficazes para sanar problemas de processos com consequente redução de desperdício de recursos naturais e de impactos negativos para o meio ambiente. Diante desse cenário, a metodologia Lean Seis Sigma se apresenta como uma alternativa para a análise e solução de problemas nos processos do setor. O método DMAIC, que é utilizado pelo Lean Seis Sigma, foi aplicado para análise dos processos da Estação de Tratamento de Água – ETA Iraí, que é a unidade maior consumidora de energia da Gerência de Produção de Água de Curitiba – GPDAG, com intuito de redução de consumo de energia elétrica no horário de ponta. Os resultados observados evidenciam a efetividade do DMAIC como estratégia para aumentar a eficiência de processos. Com a aplicação do trabalho conseguiu-se uma redução de 24,4% no consumo de energia elétrica em horário de ponta na ETA Iraí, gerando economia anual da ordem de R\$ 370 mil à Sanepar.

O desenvolvimento deste trabalho contribui para a ampliação dos horizontes das áreas voltadas a gestão de recursos naturais no setor de saneamento e para o desenvolvimento do corpo de profissionais, com a ampliação do conhecimento acerca das variáveis que influenciam no gerenciamento da energia elétrica consumida em um sistema de abastecimento de água.

PALAVRAS-CHAVE: Eficiência energética, redução de desperdícios, sustentabilidade, melhoria de processos, DMAIC.

INTRODUÇÃO

A Sanepar, através da GPDAG – Gerência de Produção de Água, vem investindo esforços para obter e manter os melhores resultados de custo de energia elétrica, fazendo gestão de produção e transporte no intuito de minimizar essas atividades no horário de ponta, que é o período em que a energia custa aproximadamente quatro vezes mais caro. A GPDAG abrange 39% da produção de água da Sanepar, com 302 milhões m³/ano. O consumo de energia dessa Gerência equivale a 23% do consumo da empresa para sistemas de abastecimento de água.

A metodologia Lean Seis Sigma está sendo aplicada para redução do consumo de energia na ETA (estação de tratamento de água) Iraí. A metodologia considera que todo produto ou serviço é resultado de um processo e que todo processo sofre variações. Lean Seis Sigma é uma estratégia gerencial disciplinada e quantitativa, com

objetivo de reduzir a variação e os desperdícios, o que significa reduzir o que não tem valor para o cliente, dar velocidade à empresa, aumentar a confiabilidade dos produtos e a eficiência operacional, reduzir custos, melhorar a qualidade e satisfação dos clientes.

O problema elencado para análise foi o uso elevado de energia no horário de ponta na ETA Iraí. A escolha desta unidade se deu por se tratar da unidade maior consumidora de energia no horário de ponta da GPDA, com média mensal de 108 MWh antes da aplicação do trabalho. Para definição da meta foi utilizado o indicador “Índice de Uso na Ponta”, que é uma relação ponderada entre o consumo na ponta e o consumo fora de ponta. Os benefícios estimados foram: redução na fatura de energia elétrica; contribuição com a sociedade em não sobrecarregar o sistema elétrico em horário de maior demanda; contribuição com o meio-ambiente através do uso racional e eficiente de energia elétrica; subsidiar concepção de novos projetos visando eficiência energética. A unidade ETA Iraí é composta por três processos: captação, tratamento e transferência de água. Além de contar com sistema de supervisão e controle do produto água, há monitoramento das variáveis elétricas por telemetria. Seguindo o método DMAIC, o problema foi definido e estratificado, as causas foram definidas, quantificadas e priorizadas, as soluções foram propostas, priorizadas, analisadas e estão em fase de implantação. O trabalho ainda está em andamento porém já há resultados: as melhorias que foram sistematizadas trouxeram o consumo médio mensal de energia na ponta de 108 para 81,6 MWh, o índice de uso na ponta para a média de 39% e a economia média mensal é de 31 mil reais.

O trabalho foi composto do estudo da metodologia Lean Seis Sigma, seguido da aplicação da ferramenta para a eleição dos problemas prioritários e tratamento de suas causas.

METODOLOGIA

Lean Seis Sigma

Lean Seis Sigma é um conceito gerencial sinergizado de Lean e Seis Sigma. É uma poderosa metodologia para melhorar o desempenho através da eliminação do desperdício e das causas de defeitos nos processos e depende de um esforço colaborativo da equipe para melhorar o desempenho, removendo sistematicamente os resíduos e reduzindo a variação. Não apenas reduz os defeitos e desperdícios do processo, mas também fornece uma estrutura para a mudança geral da cultura organizacional.

Lean representa uma filosofia, uma cultura a ser implantada, cuja meta é eliminar desperdícios. Entende-se por desperdício qualquer coisa que apresente um custo desnecessário, seja uma torneira pingando, um passo a mais que um trabalhador tenha que dar para pegar uma ferramenta, um carimbo usado nos escritórios, enfim, muito mais do que normalmente se mede como perda em uma indústria.

O Seis Sigma busca melhorar a qualidade dos outputs dos processos através da identificação e da remoção da causa destes erros e promover a redução da variabilidade na manufatura e nos processos.

Lean Seis Sigma utiliza um método estruturado para o alcance de metas, denominado DMAIC, cujo nome se compõe das iniciais de cada etapa: Define, cujo objetivo é definir com precisão o escopo do projeto; Measure: cujo objetivo é determinar a localização ou o foco do problema; Analyze: que tem por objetivo determinar as causas do problema; Improve, fase na qual são implementadas soluções para as causas do problema; Control, com o objetivo de garantir que os resultados obtidos sejam mantidos no longo prazo. A aplicação do método exige intensa análise de dados (e garantia de confiabilidade dos mesmos) para direcionamento correto às soluções.

Sistema de Abastecimento e Utilização de Energia

O abastecimento de água de Curitiba e Região Metropolitana é feita de maneira integrada, ou seja Curitiba e 12 municípios da região metropolitana são hidráulicamente interligados. Para possibilitar o abastecimento existem diversas unidades operacionais conforme segue:

- Captação de água: responsável por captar água in-natura e conduzi-la até as estações de tratamento;
- Estação de Tratamento: responsável por transformar a água in-natura em água potável;
- Reservatório de água potável: local onde se armazena água potável para posterior distribuição à população;

- Elevatória de distribuição e transferência de água: sistema de bombeamento que transporta água entre reservatórios de água potável, ou distribuem água para as tubulações.

Em função da necessidade de fornecimento contínuo de água, existem padrões e estratégias operacionais no sentido de garantir nível de água nos reservatórios assegurando a regularidade no abastecimento.

Todas as unidades supracitadas necessitam de energia elétrica para o funcionamento, portanto, considerando as elevadas potências dos equipamentos, o consumo de energia elétrica é bastante alto, justificando a necessidade de buscar uma operação eficiente, visando não somente abastecer a população com água potável de forma regular, mas também da forma mais econômica possível sob a ótica do consumo de energia elétrica, em especial no horário de ponta (18:00 as 21:00) onde o custo é em torno de 4 vezes mais alto. Para isso a estratégia diária é reduzir ao máximo os equipamentos utilizados para o processo de captação, produção e transferência no horário de ponta.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Aplicação do Método DMAIC

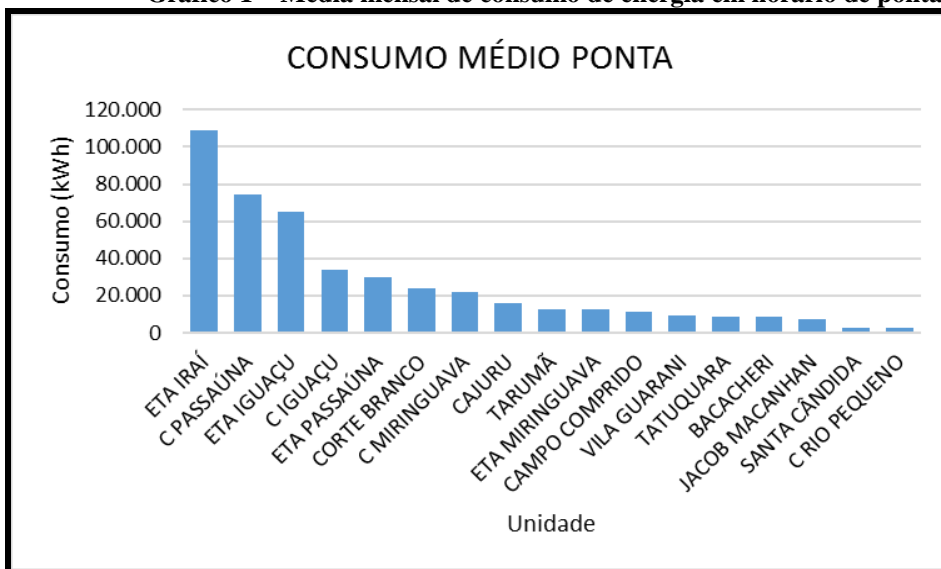
Seguindo o método DMAIC, o problema foi definido e estratificado, as causas foram definidas, quantificadas e priorizadas, as soluções foram propostas, priorizadas, analisadas e estão implantadas, em fase de controle.

Definição do Problema – Define

Para o estudo foi definido como objeto a ETA Iraí (contrato de energia horossazonal verde), que é a maior consumidora de energia e tem maior consumo de ponta no Sistema de Abastecimento Integrado de Curitiba – SAIC.

O Gráfico 1 mostra a média de consumo de ponta das unidades maiores consumidoras nos meses dezembro/2016 a março/2017 (antes da aplicação do trabalho), período no qual a ETA Iraí foi responsável por 21% do consumo na ponta do SAIC.

Gráfico 1 – Média mensal de consumo de energia em horário de ponta.



Fonte: Sanepar, 2017.

Para definição da meta foi utilizado o indicador setorial Índice de Uso na Ponta, que é uma relação ponderada (considerando a quantidade de horas) entre o consumo na ponta e o consumo fora de ponta:

$$\text{Uso Ponta (\%)} = \frac{21 \times (\text{consumo na ponta})}{3 \times (\text{consumo fora da ponta})}$$

Antes da aplicação do trabalho o índice era de 49,7% e a meta proposta inicialmente foi de baixar o índice para 44%. Os benefícios estimados foram: redução na fatura de energia elétrica; contribuição com a sociedade em não sobrecarregar o sistema elétrico em horário de maior demanda; contribuição com o meio-ambiente através do uso racional e eficiente de energia elétrica; subsidiar concepção de novos projetos visando eficiência energética.

Estratificação do problema – Measure

Conforme a Figura 1, na unidade ETA Iraí há três processos: captação, tratamento e transferência de água. Além de contar com sistema de supervisão e controle do produto água, há monitoramento das variáveis elétricas por telemetria, o que permitiu a definição de metas específicas para cada processo.

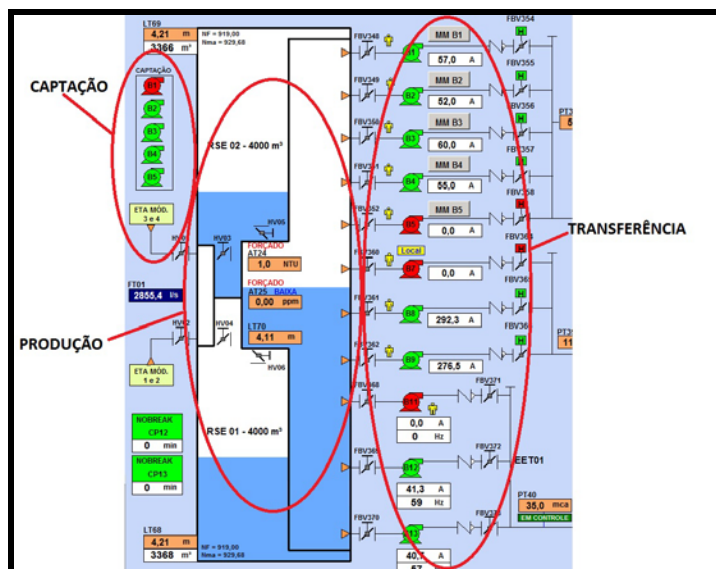


Figura 1 – Processos da ETA Iraí.

Fonte: Sanepar, 2018.

Análise

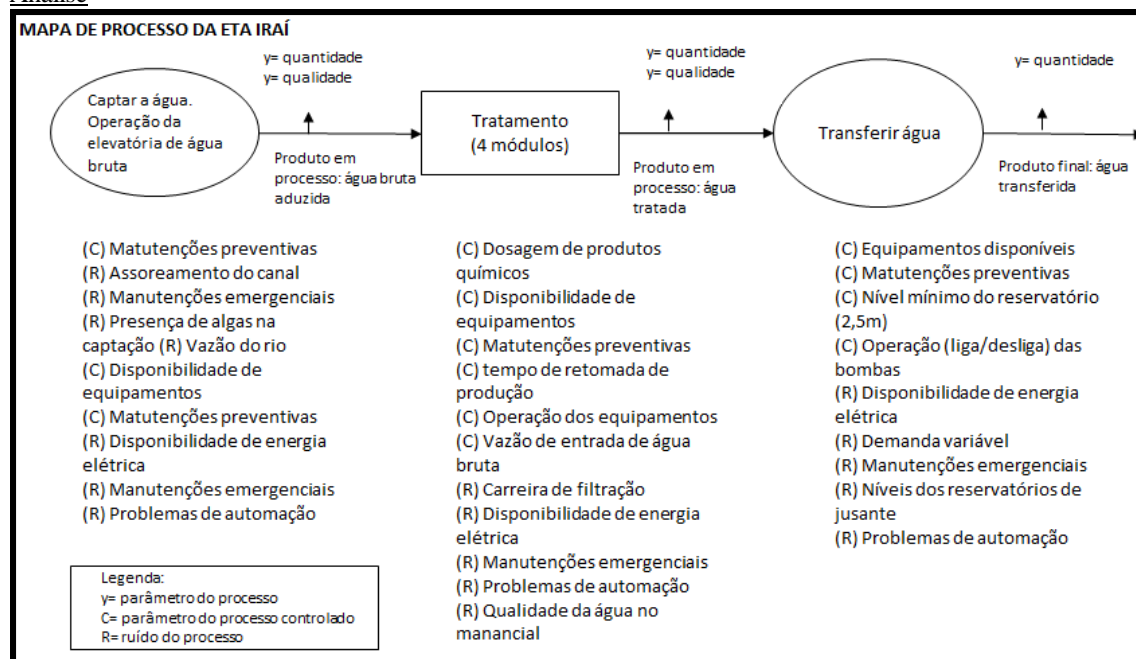


Figura 2 – Mapa de processo da ETA Iraí.

Fonte: Autores, 2017

A partir do mapa do processo, mostrado na Figura 2, foram elencadas as causas potenciais (através de brainstorming) que influenciam nos problemas prioritários. As causas potenciais prioritárias foram comprovadas (através de matriz GUTFI – gravidade, urgência, tendência, facilidade de solução e investimento necessário). As causas prioritárias que foram comprovadas com evidências de dados são mostradas no Quadro 1 como Causas Fundamentais.

Quadro 1 – Causas Fundamentais dos Problemas

Captação	Produção	Transferência	CAUSA FUNDAMENTAL	DESCRIÇÃO DA CAUSA
X			Nível mínimo do reservatório (2,5m).	Impossibilidade de utilizar toda a reservação, pois existe um sistema de escorva único dos CMB e há nível baixo da câmara de contato.
X	X	X	Falta de treinamento de pessoas	Falta de treinamento específico para operação do SAIC
X	X	X	Alto índice de Perdas na distribuição	Perdas na distribuição acarretam em maior necessidade de captação, produção e transferência.
		X	Necessidade da ETA Irai ficar com uma bomba ligada na ponta para ter água de arraste	Por esta necessidade, é necessário manter uma bomba do recalque para o Tarumã ligada. Não pode parar a transferência e continuar produzindo na ETA.
X			Intervenções emergenciais	Intervenções emergenciais obrigam aumentar o número de bombas em operação na ponta.
	X		Baixa carreira de filtração na ETA	Os filtros da ETA Irai necessitam de limpeza a cada 12 horas (aproximadamente) - o normal em outras ETAs é de 24 a 36 horas.
	X		Operação em horário de ponta do sistema de saturação.	O desligamento dos CMB da saturação provocaria entupimento das tubulações de distribuição de água saturada dos floto-filtros, portanto o sistema de saturação opera 24h.

Fontes: Autores, 2017.

Melhorias – Improve

Na fase de melhorias foram elencadas e priorizadas soluções para as causas fundamentais, conforme mostra o Quadro 2.

Quadro 2 – Soluções Priorizadas

Captação	Produção	Transferência	CAUSA FUNDAMENTAL	SOLUÇÕES PRIORIZADAS
X			Nível mínimo do reservatório (2,5m).	Adequação do sistema de escorva.
X	X	X	Falta de treinamento de pessoas	Redigir instrução de trabalho Treinar as pessoas quanto à operação
X	X	X	Alto índice de Perdas na distribuição	Reduzir pressão nos recalques
		X	Necessidade da ETA Irai ficar com uma bomba ligada na ponta para ter água de arraste	Utilizar bomba de saturação para sistema de arraste Executar elevatória específica para o sistema de água de arraste
X			Intervenções emergenciais	Realização de manutenções preventivas e preditivas.
	X		Baixa carreira de filtração na ETA	Arrumar sistema de raspagem de lodo (filtração)
	X		Operação em horário de ponta do sistema de saturação.	Parar as bombas e fazer a limpeza periódica Arrumar sistema de raspagem de lodo

Fontes: Autores, 2017.

Algumas propostas de soluções priorizadas tiveram que ser testadas devido a necessidade de confirmação de sua viabilidade. Além da redução de pressão nos recalques, que é uma prática contínua com base nas análises do abastecimento, foram realizados testes para utilização de uma bomba do sistema de saturação para arraste de cloro (ao invés do uso de uma das bombas de transferência, de alta potência) e teste de parada do sistema de saturação no horário de ponta.

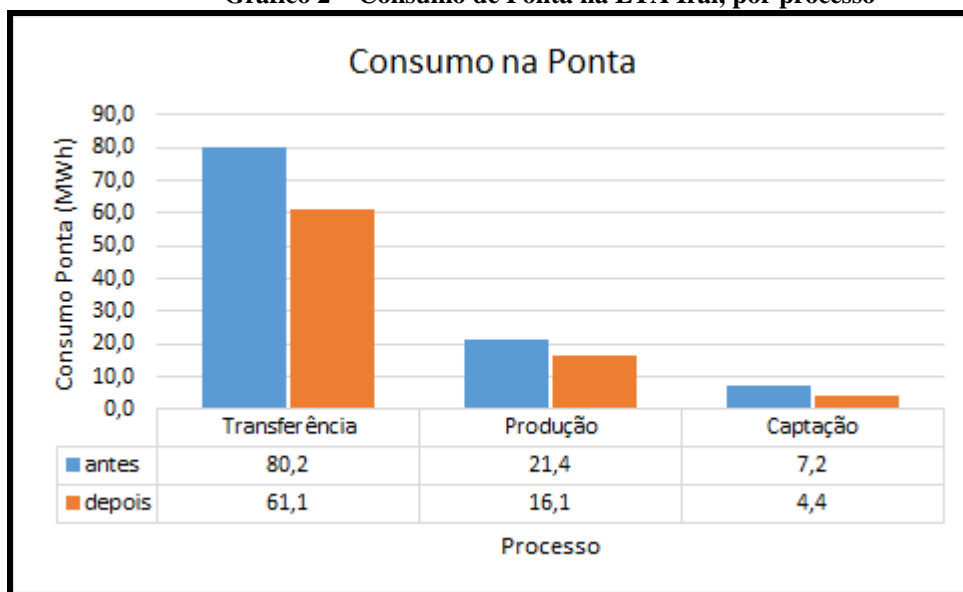
Os testes realizados na ETA Irai apresentaram-se viáveis para aplicação e passaram a ser prática. Com relação à adequação do sistema de escorva, juntamente com GEPS (Gerência de Projetos Especiais) e GEMCT (Gerência de Manutenção Eletromecânica), foram realizados testes de lógica da automação e promovidas correções na mesma, seguidas de teste hidráulico, confirmando-se a possibilidade de uso do volume do reservatório em sua íntegra, sem a limitação de nível mínimo de 2,5 metros.

Para suprir a necessidade de treinamento de pessoal foram atualizados os documentos normativos IT/OPE/1782 – Rotina do Centro de Controle Operacional (SNS(1), 2018) e IT/OPE/1784 – Operação da ETA Iraí (SNS(2), 2018) e realizado treinamento dos operadores.

Um plano para manutenções preventivas e preditivas nos equipamentos eletromecânicos está sendo tratado pela GPDAG e GEMCT, através de reuniões sistematizadas entre essas gerências. A solução referente a baixa carreira de filtração na ETA Iraí depende de implantação de obra de melhoria.

No Quadro 2 observa-se que cada solução priorizada impacta em um ou mais processos. As intervenções que foram aplicadas aos processos evidenciam redução do consumo de ponta nos mesmos, conforme apresentado no Gráfico 2.

Gráfico 2 – Consumo de Ponta na ETA Iraí, por processo



Fonte: Sanepar, 2018.

Para a avaliação de ganhos, foi considerado ‘antes’ o período de dezembro de 2016 a março de 2017 e ‘depois’ o período de janeiro a julho de 2018.

CONCLUSÃO

A aplicação do DMAIC é bastante trabalhosa, pois o avanço no processo só é possível através da comprovação estatística das hipóteses levantadas, mas por isso mesmo é reveladora: foram evidenciadas causas que não eram consideradas prioritárias pelo senso comum dos profissionais e descartadas outras devido a se mostrarem irrelevantes na análise estatística.

Tabela 1 – Avaliação da economia mensal com a aplicação do Lean Seis Sigma

	Fora Ponta (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	Custo FP (R\$)	Ponta (kWh)	Tarifa (R\$/kWh)	Custo Ponta (R\$)	Custo Consumo (FP + P)
Antes	2.102.201	0,3585	753.639,06	108.849	1,5113	164.503,49	918.142,55
Depois	2.129.403	0,3585	763.390,98	81.646	1,5113	123.391,60	886.782,58
Economia						R\$	31.359,97

Fonte: Sanepar, 2018.

São considerados efeitos positivos da aplicação do método:

Análises e aplicação de testes a causas tidas como de difícil solução desmitificaram algumas limitações na operação da ETA;

Os treinamentos possibilitaram estreitamento no relacionamento de operadores dos processos Centro de Controle Operacional e ETA;

O comprometimento da alta gerência – requisito do método, é um aspecto determinante para desenvolvimento das ações;

O fato das soluções priorizadas necessariamente não terem custo significativo viabiliza que sejam aplicadas em curto ou médio prazo;

As causas elencadas para a ETA Iraí podem ser analisadas em outras unidades, desta forma, correções nos respectivos processos podem ser agilizadas.

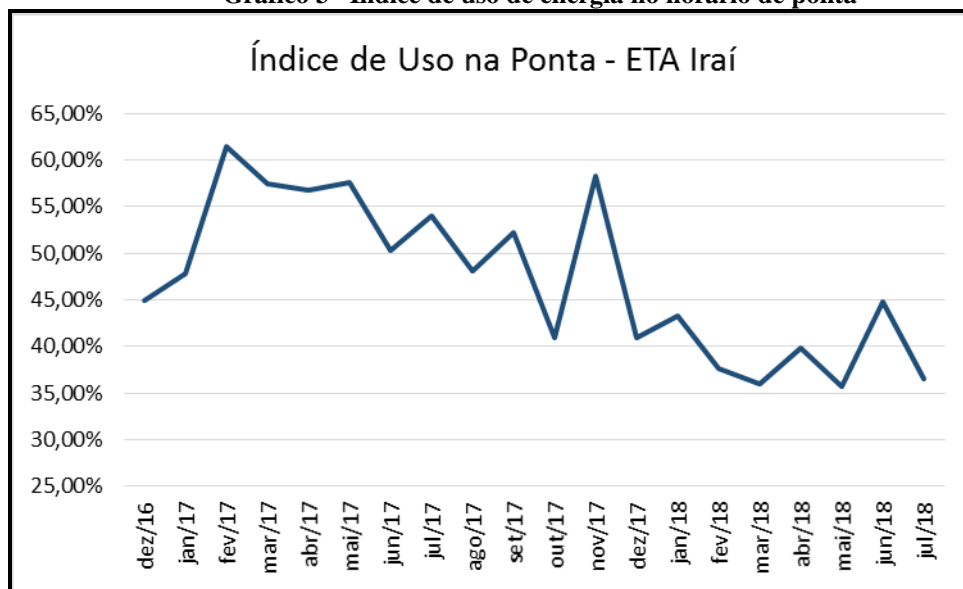
Apesar de a aplicação do trabalho não estar ainda concluída (está em aplicação a etapa Control), resultados expressivos já foram conquistados:

O consumo mensal de energia na ponta reduziu em média, de 108 MWh para 81,6 MWh, ou seja, 24,4%.

A economia média mensal é de 31 mil reais (Tabela 1), o que corresponde a redução aproximada de 3,3% na fatura da ETA Iraí.

O índice de uso na ponta reduziu de 49,7% para 39,1% (Gráfico 3).

Gráfico 3 –Índice de uso de energia no horário de ponta



Fonte: Sanepar, 2018.

Os resultados demonstram claramente a eficácia da metodologia Lean Seis Sigma. Recomenda-se que a mesma seja difundida na Sanepar para a resolução de problemas, buscando a redução de desperdícios, melhorias nos processos e mudança da cultura organizacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. IWANKIO, A.A. Aplicação do DMAIC para a melhoria de processos no setor de saneamento. Dissertação de Mestrado, ISAE - Instituto Superior de Administração e Economia do MERCOSUL, Curitiba, 2018.
2. AUCTUS. Lean Six Sigma. Disponível em: < <http://www.auctus.com.br> > Acesso em: 01 ago. 2018.
3. LEAN CONSTRUCTION. Lean Six Sigma. Disponível em: <<https://leanconstruction.wordpress.com>> Acesso em: 01 ago. 2018.
4. SNS(1), Sistema Normativo da Sanepar. IT/OPE/1782. Disponível em:<intra.sanepar.com.br>. Acesso em: 09 ago. 2018.
5. SNS(2), Sistema Normativo da Sanepar. IT/OPE/1784. Disponível em:<intra.sanepar.com.br>. Acesso em: 09 ago. 2018.