

## **Sistema de Gestão Ambiental e Seis Sigma: Projeto de Redução de Consumo de Água – Parte 2**

Conforme tratado na edição anterior, o objetivo desta segunda parte da coluna é continuar a discussão da aplicação do Seis Sigma às questões ambientais e de segurança nas empresas. O artigo traz informações sobre as ferramentas e práticas específicas de cada fase do projeto DMAIC, enriquecido com mais um caso relevante na redução do consumo de água, desta vez na VALESUL ALUMÍNIO S.A, sediada no estado do Rio de Janeiro.

O trabalho de redução de consumo de água teve início no final de 2004 e terminou em 2005 e foi um dos pioneiros dentro da empresa a fazer uso da metodologia DMAIC. O líder do projeto, Márcio Oliveira, Engenheiro de Manutenção da Gerência de Serviços Industriais, participou do primeiro treinamento da VALESUL em Seis Sigma dentro de um grupo composto por mais de 10 participantes, cada qual com seu projeto.

Neste artigo, apresentamos a metodologia DMAIC, abordando apenas os pontos mais importantes do projeto.

### **1-Definir**

Nesta fase, o objetivo é definir o escopo do projeto. Partindo de um histórico, levanta-se o gap e os impactos do tema do projeto. Usando informações existentes no sistema de coleta de dados da empresa, é montado um gráfico de tendência. No caso do projeto de redução de água, normalmente utiliza-se o consumo mensal de água comprada da rede de abastecimento da região como elemento de controle dos resultados.

Entretanto, sabemos que avaliar um projeto simplesmente pelo consumo direto de água pode falsear os resultados. Por isto, recomenda-se indicadores de eco-eficiência, que incluem: consumo de água/tonelagem produzida, consumo de água/número de funcionários, consumo de água/produto produzido, entre outros.

A VALESUL apresentou, no ano de 2004, uma performance de consumo de água na área de fundição de 0,5 m<sup>3</sup>/tonelada de alumínio. O grupo estabeleceu uma meta para o projeto de 0,4 m<sup>3</sup>/tonelada de alumínio, uma redução de 20%, provocando um impacto no custo industrial na ordem de R\$100 mil. O escopo limitou-se à área de fundição, que representava 41,9% do consumo total da empresa.

### **2-Medir**

Esta fase compreende uma maior observação dos processos e etapas e discute-se, primeiramente, o fluxograma do processo, ou seja, é analisado o percurso da

água desde a sua coleta até seu descarte, passando por todos os equipamentos/áreas.

Neste momento, precisamos identificar equipamentos ou áreas que utilizam água, bem como as atividades que demandam o consumo da mesma. Dessa forma, mapeamos situações relevantes com possível uso indevido da água. Por exemplo, em um equipamento, podemos ter uma demanda de água necessária para realizar a refrigeração e outra para lavagem do equipamento em seu *set up*.

Após este mapeamento, devem ser identificados os pontos de medição e deve ser definido o plano de coleta de dados (quem, como, onde, frequência e segmentação). Normalmente são instalados medidores de vazão em pontos estratégicos do fluxograma, tendo como única restrição o custo da medição.

Uma vez coletados os dados de um período que compreende um a dois meses, pode-se apresentar os desempenhos de cada equipamento, grupo, área ou atividade. Define-se, então, o nível de variabilidade para caracterizar o percentual de defeito (Sigma).

Com as informações de desempenho, pode-se estabelecer um foco mais restrito do objetivo do projeto. Neste ponto, é realizada uma revisão do problema inicial, restringindo o estudo para os equipamentos, áreas ou atividades que apresentam uma maior oportunidade de melhoria.

No projeto da VALESUL, observou-se 3 etapas de maior impacto: a Torre de resfriamento, a lavagem química e mecânica e a purga do sistema.

### **3- Analisar**

Nesta fase, a maioria das empresas que aplicam o DMAIC utiliza o Diagrama de Causa e Efeito (espinha de peixe), resultado de um *brainstorming* que monta, de forma lógica, uma cadeia de eventos, direcionadas pela técnica dos “porquês”. Podem surgir, neste momento, dois tipos de causas prováveis, uma de fácil solução e outra de difícil solução.

Para a primeira, normalmente são adotadas ações rápidas e de baixo custo, chamadas de “quick hits”, como por exemplo: correções de pequenos vazamentos, implantação de práticas otimizadas de limpeza, entre outras. O grupo define quantas e quais serão as ações de “quick hits”.

Para a segunda, entende-se a necessidade de uma verificação das causas prováveis antes de qualquer tomada de decisão. As verificações devem ser baseadas em alguma metodologia científica, tal como: estudos de mecânica dos fluídos/termodinâmica, observações comprobatórias “in loco”, testes de hipóteses com e sem a causa provável presente, entre outras. Uma vez que a

causa foi comprovada como causa-raiz, ela será tratada na fase “Melhorar”. Ainda na fase de análise, o grupo define quais causas prováveis, levantadas no Diagrama de Causa e Efeito, devem ser estudadas e verificadas.

Para cada uma das 3 etapas mencionadas na fase “Definir” montou-se um Diagrama de Causa e Efeito, gerando uma relação de possíveis causas-raiz, as quais foram testadas com uso de ferramentas estatísticas tais como: DOE, Teste de Hipóteses, Correlação e Conceitos de Mecânica dos Fluídos.

O Teste de Hipótese, por exemplo, mostrou que o comportamento térmico da torre de resfriamento, o delta da temperatura, era diferente para as maiores frequências de acionamentos e menores frequências das bombas de água da circulação interna, acarretando diferentes níveis de consumo de água.

#### **4- Melhorar**

Todas as causas identificadas como causas-raiz da etapa anterior são amarradas em ações de melhoria para que não venham a ocorrer novamente. Várias soluções são dadas para cada causa, porém será escolhida apenas a melhor, dentro de um critério pré-estabelecido de custo, benefício e risco.

Uma ferramenta largamente utilizada nesta fase é o FMEA, que tem por objetivo mapear os riscos das ações a serem implementadas e minimizá-los com recomendações preventivas.

As ações de melhoria escolhidas são avaliadas em um teste-piloto para que se possa, entre outras avaliações, comparar os desempenhos anteriores com os posteriores ao teste e validá-las.

O projeto definiu treze ações. Uma delas foi o estabelecimento do ponto ideal para o momento de acionamento das bombas, mantendo mais constante a variação do delta de temperatura da torre e otimizando a eficiência da torre diminuindo, dessa forma, seu consumo de água.

O gráfico a seguir ilustra o resultado do projeto.  
(gráfico no arquivo “gráfico” – não conseguimos inserir)

#### **5- Controlar**

Esta é a última fase, responsável por manter os ganhos conquistados permanentemente no processo. As ferramentas mais utilizadas são os controles estatísticos de processo, que controlam, direta ou indiretamente, as causas trabalhadas nas etapas anteriores. Um gráfico estatístico que pode ser utilizado para controle das vazões de água dos equipamentos ou áreas estudadas é o IMR (Individual com Amplitude Móvel). Dependendo da frequência de coleta das

informações, podemos perceber rapidamente quando um processo está saindo do controle e, assim, tomar ações imediatas para retomar sua estabilidade.

As empresas utilizam formatos específicos como instrumentos de manutenção dos ganhos, tais como Planos de Controle, procedimentos específicos, entre outros.

Uma organização que possui um Sistema de Gestão Ambiental ou da Qualidade naturalmente integra tais instrumentos às suas práticas. No caso da Valesul, foi utilizado o PCS (Sistema de Controle do Processo), no qual foi implantado um gráfico IMR para controlar o delta de temperatura, que é mantido pelo equilíbrio da frequência de acionamento das bombas.

## **Conclusões**

Podemos perceber que a forma estruturada do DMAIC direciona e foca as atividades da equipe dentro do tema proposto. A seqüência de ferramentas, utilizadas de forma racional e sistematizada, potencializa os resultados, permitindo tomadas de decisões com base em dados.

Márcio Oliveira, líder da equipe do projeto, comenta: "O Seis Sigma, como ferramenta deste projeto, nos ajudou não só a atingir nossa meta, como também a comprovar os resultados. Conseguimos dar a nossa parcela de contribuição para preservação do Meio Ambiente, além de reduzir custos na empresa".

---

**Márcio Abraham** é Diretor do Setec Consulting Group e possui ampla experiência em Seis Sigma, Lean, Redução de Custos e Sistemas de Gestão. Master of Science em Engenharia Industrial e Administração pelo Technion (Institute of Technology) e Doutor em Engenharia de Produção pela Escola Politécnica da USP, onde foi Professor por 10 anos. Com grande experiência internacional, já realizou consultoria e ministrou treinamentos nos EUA e em diversos países da Europa, Ásia e América do Sul.

**José Goldfreind:** Sócio-consultor do Setec Consulting Group, atua há mais de 20 anos em Sistemas de Gestão (Qualidade e Ambiental), Ferramentas da Qualidade, Seis Sigma e Produtividade. Engenheiro Mecânico pela Escola de Engenharia Mauá, trabalhou no Centro de Pesquisa do Instituto Mauá de Tecnologia (IMT). Foi professor da Escola de Engenharia Mauá e da Universidade Santa Cecília dos Bandeirantes. É Lead Assessor em Sistema de Gestão ISO 14001, tendo ministrado treinamentos e realizado consultorias na Europa e América do Sul.