

UTILIZAÇÃO DA METODOLOGIA DE ANÁLISE E SOLUÇÃO DE PROBLEMAS NA REDUÇÃO DAS PERDAS DE ÁGUA: UM ESTUDO DE CASO NA SANEPAR

Ademir Stefano Piechnicki (UTFPR - PG) ademir.piechnicki@ifpr.edu.br

João Luiz Kovaleski (UTFPR - PG) kovaleski@utfpr.edu.br

Michelle Vasconcelos de Souza (SANEPAR - TB) michellevs@sanepar.com.br

Flavio Piechnicki (SENAI - PR) flavio.piechnicki@pr.senai.br

Leandro Roberto Baran (SENAI - PR) leandro.baran@pr.senai.br

Resumo: Os recursos hídricos estão ameaçados pelo aumento do consumo e a degradação dos mananciais. Neste contexto, as perdas de água são comuns em todo território nacional e proporcionam, além de um grande passivo ambiental, a redução das receitas das empresas. Este artigo demonstra a utilização do Método de Análise e Solução de Problemas de Perdas de Água (MASPP), através do ciclo PDCA, no combate as perdas no volume produzido em uma empresa de Saneamento, localizada na cidade de Telêmaco Borba, Paraná. A partir da análise das perdas e da aplicação de ferramentas da qualidade foram descobertas as causas raiz das anomalias e a partir destas foi possível propor soluções para a redução e eliminação das perdas. A aplicação desta ferramenta foi viabilizada com a redução do Índice de Perdas por Ligação (IPL) em 31%, proporcionando o alcance das metas e a redução de custos operacionais.

Palavras-chave: MASP, Ciclo PDCA, Perdas, Saneamento.

USE OF THE METHOD FOR ANALYSIS AND TROUBLESHOOTING IN THE WATER LOSSES REDUCTION: A CASE STUDY IN SANEPAR

Abstract: Water resources are threatened by rising consumption and degradation of watersheds. In this context, water losses are common throughout the country and provide, in addition to a large environmental liability, a reduction in company revenues. This article demonstrates the use of the Method for Analysis and Water Losses Troubleshooting (MASPP) through the PDCA cycle, combat losses in the volume produced in a sanitation company, located in Telêmaco Borba city, Paraná. Based on the analysis of losses and the quality tools application were discovered the root causes of malfunctions and from these solutions have been proposed for the reduction and elimination of waste. This tool application was made possible by reducing the losses Connection Index (LCI) in 31%, providing the scope and goals of reducing operating costs.

Keywords: MASP, PDCA Cycle, Losses, Sanitation.

1. INTRODUÇÃO

Em nosso planeta, a água é a substância simples mais abundante. Ocupa três quartos da superfície terrestre, ou seja, em todo o planeta existe aproximadamente 1,5 bilhão de km³ de água, dos quais 97% deste volume correspondem à água salgada. Da parcela de água doce, apenas 0,03% estão diretamente disponíveis para serem consumidas pelos seres humanos, nos rios, lagos e subsuperfícies (SPERLING, 1996).

A água é o elemento básico e precioso para a vida, um recurso natural imprescindível para a sobrevivência de todos seres vivos.

Em função do crescimento da demanda de consumo, do desperdício e da urbanização descontrolada, a disponibilidade destes recursos hídricos está cada vez mais limitada, pois demandam grandes volumes de água em áreas relativamente pequenas, atingindo e degradando regiões de mananciais e bacias hidrográficas.

Para reverter este cenário é necessário que ocorra a preservação dos recursos hídricos e a racionalização do uso da água com melhor aproveitamento, evitando desperdícios (MORENO

JUNIOR, 2006). Para Giacchini (2008), a redução do consumo de água e a preservação dos mananciais são medidas necessárias e urgentes a fim de se evitar o colapso no fornecimento de água potável.

Neste sentido, as empresas de saneamento estão diretamente envolvidas neste problema e tem o desafio de combater as perdas de água e racionar o volume consumido, de modo a suprir a demanda crescente, sem necessitar aumentar a exploração e degradação dos mananciais de maneira insustentável.

O controle de perdas está fortemente ligado aos principais indicadores socioeconômicos, operacionais e ambientais, sendo considerado uma das principais bases para a sustentabilidade e sucesso do planejamento estratégico de qualquer empresa de saneamento (CAGECE, 2010).

Segundo SNIS (2008), a média nacional de perdas é de 48,4% no índice de perdas na distribuição. Já o índice de água não faturada é de 43,7%, que representa o quanto as operadoras deixam de faturar do total de consumidores atendidos. Contudo, estes valores podem ultrapassar a faixa de 80%, como é o exemplo da Companhia de Saneamento do Amazonas. A Sanepar, objeto de estudo desta pesquisa, é considerada a operadora brasileira mais eficiente, com perdas de 21,2% chegando muito perto da meta nacional, de 20%.

Em países que utilizam ferramentas da qualidade para o gerenciamento do controle de perdas como Nova Zelândia, Austrália, Japão, Alemanha, Áustria e Singapura, possuem índices abaixo de 10%. Além do exemplo de Tóquio, sendo considerados um modelo de gestão, com perdas de 6% (CAGECE, 2010).

Desta forma, e por estar preocupada em aumentar a eficiência e conhecimento de seus processos, a Sanepar decidiu investir na implementação de metodologias já existentes, mas muito eficazes, como a Metodologia de Análise e Solução de Problemas.

Para que isso ocorra é necessário o domínio de ferramentas de gestão da qualidade e de melhoria contínua. Sendo assim, utilizando a ferramenta do MASP, através do ciclo PDCA, o nível estratégico da empresa poderá garantir a sua sobrevivência e o alcance de suas metas, tomando decisões, baseadas em fatos e dados previamente comprovados como causas raiz dos problemas (WERKEMA, 1995).

Estes problemas são anomalias indesejáveis nos processos produtivos. Isso é extremamente prejudicial para qualquer ambiente produtivo, pois oneram em grandes custos para uma empresa. Desta forma, o MASP surge com um objetivo principal: eliminar a possibilidade de reincidência de uma determinada anomalia, agindo sempre de acordo com a filosofia da melhoria contínua (CAMPOS, 2004).

Arioli (1998), afirma que o MASP funciona como uma ferramenta eficiente para gerar melhorias, envolvendo um grupo de pessoas para tomar decisões, visando à qualidade dos produtos e serviços. Já para Sampara (2009), o objetivo do MASP é elevar a probabilidade de solucionar um problema, onde a solução é um processo que segue uma sequência lógica e racional.

O MASP é uma ferramenta aplicada de forma sistemática contra uma situação insatisfatória ou para alcance de um objetivo de melhoria. Estas situações são identificadas, eliminadas ou melhoradas, através de etapas pré-determinadas, com base no ciclo PDCA (ARIOLI, 1998).

Segundo Ferreira (2010), estas etapas podem ser descritas como: identificação do problema, observação, análise, planejamento da ação, ação, verificação, padronização e conclusão. Ao seguir estas etapas, através do ciclo PDCA e utilizando ferramentas da qualidade, o sistema de produção atinge um nível de qualidade superior, onde o surgimento de novos problemas serão encarados como oportunidades de melhorias (TUBINO, 2009).

Sendo assim, cada etapa, para ser executada, necessita de uma ou mais ferramentas da qualidade e de um grupo de pessoas inseridas em um projeto de trabalho com um objetivo de atingir uma meta. Corrêa (2004) afirma que o fundamental é ter pessoas capacitadas e envolvidas, pois as ferramentas da qualidade apenas apoiam e auxiliam na tomada das decisões.

Com isso, o objetivo deste trabalho é avaliar a influência da aplicação do Método de Análise de Solução de Problemas de Perdas de Água, o MASP-P, na Companhia de Saneamento do Paraná - Sanepar. Depois da aplicação do método, avaliou-se a sua eficiência na tentativa de eliminar as perdas no sistema de abastecimento de água, bem como as mudanças provocadas pela nova forma de trabalho.

2. METODOLOGIA

Para este trabalho será utilizado o método de estudo de caso, pois combina as diferentes formas de coleta de dados que se baseia em várias evidências, tais como: documentação, registro de arquivos, entrevistas e observação direta (YIN, 2005).

A metodologia adotada neste trabalho é baseada no método criado por Edwards Deming (1990), conhecido como ciclo PDCA - *Plan* (Planejar); *Do* (Executar); *Check* (Checar); *Action* (Agir Corretivamente).

Segundo Werkema (1995), o MASP, também denominado como ciclo PDCA de melhorias, consiste em uma sequência de procedimentos racionais, baseada em fatos e dados, que visam levantar a causa fundamental de um problema para combatê-lo e eliminá-lo. Desta forma, seguindo a teoria da etapa *Plan* (Planejar) do ciclo PDCA, este trabalho se estruturou em quatro fases:

Fase 1 - Identificação do Problema

Fase 2 - Observação do Problema

Fase 3 – Análise das causas

Fase 4 - Plano de ação

3. ESTUDO DE CASO

A Companhia de Saneamento do Paraná, onde foi realizado o estudo, tem um modelo de gestão baseado em duas dimensões: Estratégica e Operacional. A dimensão Estratégica é centrada na Diretoria e a dimensão Operacional está dividida em 62 Unidades de Negócio. Estas Unidades tem autonomia de gestão, com estrutura e orçamento individualizado, sendo responsáveis por 170 coordenações de processos.

A Unidade Regional da cidade de Telêmaco Borba (URTB) tem como produto principal a água tratada e os serviços de coleta de esgoto sanitário. A principal matéria prima utilizada em seu processo é a água doce, classificada de acordo com a legislação e extraída dos mananciais superficiais e subterrâneos na condição *in natura*.

Um dos objetivos da URTB é a redução do índice de perdas de água, pois cerca da metade do volume produzido tem a função de compensar as perdas que ocorrem em seu processo. Desta forma, a Sanepar decidiu investir na implementação de metodologias já existentes, como o MASP, que tem como premissa o uso do Ciclo PDCA.

O MASP-P foi aplicado pela empresa com o objetivo de melhorar os índices de perda na distribuição de água e nos índices de eficiência operacional nos Setores de Abastecimento, por meio do uso sistematizado de ferramentas da Qualidade, tais como, Gráficos de Controle, CEP, Diagrama de Ishikawa e 5W2H.

3.1 Fase 1 - Identificação do Problema

Com o objetivo de conhecer o problema e definir suas principais características, foi realizado um levantamento dos dados históricos e das informações no acervo técnico da Empresa. Desta forma, foram selecionados os processos mais críticos que deverão ser controlados, de forma a alcançar as metas estabelecidas e os objetivos do planejamento estratégico.

Por meio da análise dos gráficos de controle e indicadores que estão diretamente ligados a perda de água (FIGURA 01), foi possível identificar que o problema provém de duas fontes, a redução do volume disponibilizado, com foco em processos e outra, visando o aumento do volume utilizado, focado nas rotas comerciais.

Em outras palavras, a perda é a consequência da ineficiência dos processos operacionais e comerciais. Sendo assim, o objetivo do MASP-P torna-se reduzir as perdas do Processo de Operação (Volume Produzido, VP) e aumentar o Produto do Processo de Comercialização (Volume Micro-medido, VM), atuando na melhoria dos processos de produção e comercialização, ou seja: Perda= VM – VP.

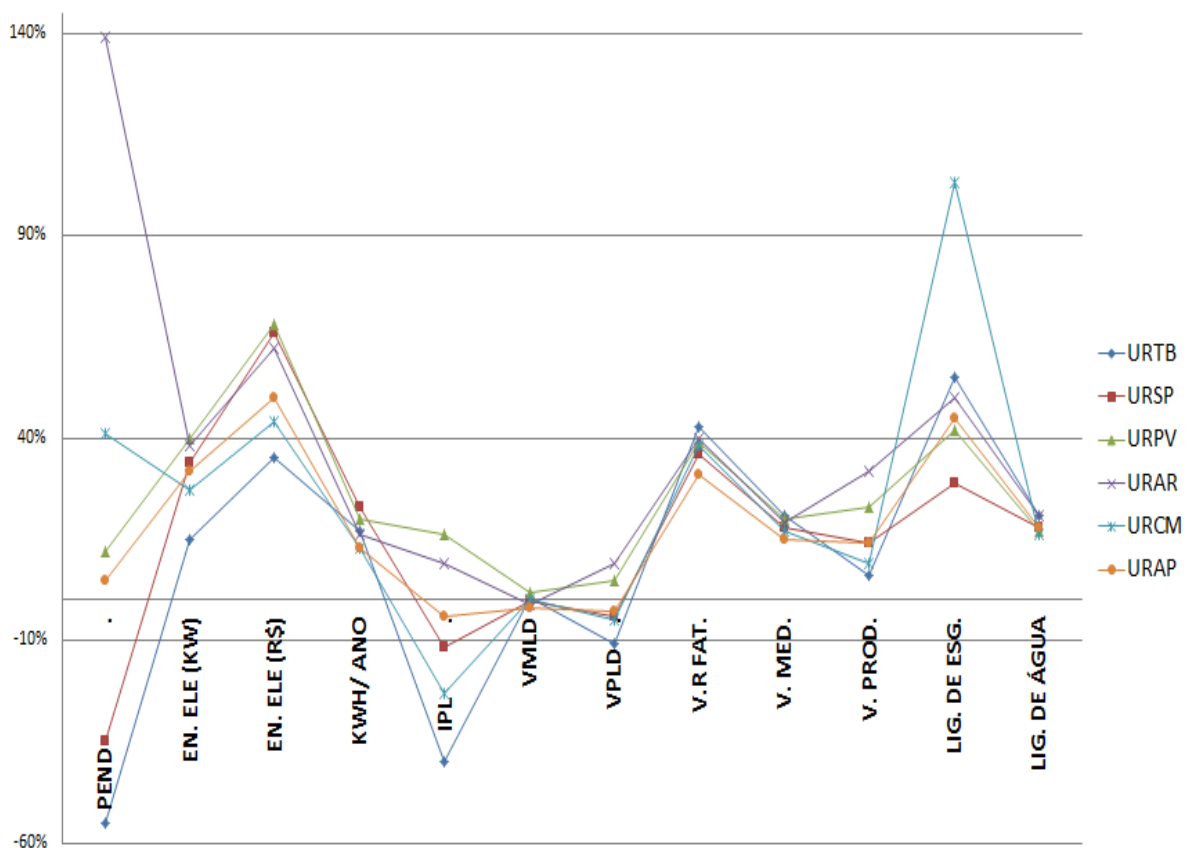


Figura 01 – Controle de Indicadores de Perda de Água (2006 – 2010)

Fonte: Acervo Técnico URTB.

Para estabelecer um controle efetivo sobre as variáveis que impactam diretamente no processo de perdas na produção e distribuição da água, a empresa definiu um indicador principal, o Índice de Perdas por Ligação. O IPL, é um indicador volumétrico de desempenho que representa de uma forma mais precisa a diferença entre volume disponibilizado e volume utilizado ao número de ligações ativas, e pode ser expressa pela formula abaixo:

$$IPL = \frac{\text{Volume Produzido (VP)} - \text{Volume Micromedido (VM)}}{\text{N}^\circ \text{ de ligações água} \times 365}$$

Onde: N° de ligações de água = número de ligações ativas de água no mês

VP = é a soma algébrica do volume produzido, ou seja, o que foi disponibilizado para distribuição no sistema de abastecimento de água.

VM = é o volume medido que é faturado pelo sistema comercial da Empresa.

IPL = Litros / Ligação.dia

A partir do IPL, foram levantados os dados históricos das perdas do sistema de abastecimento de água da empresa e conforme demonstrado na figura 02, o IPL chega a um pico de 330 l/lig/dia no ano de 1999 e de 295 l/lig/dia no ano de 2006, quando o trabalho do MASP-P foi iniciado.

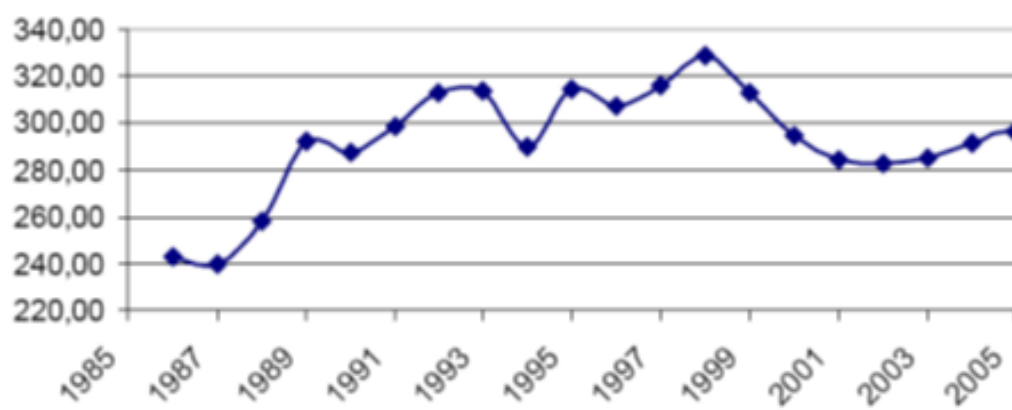


Figura 02 - IPL – Índice de Perdas por Ligação (l/lig/dia)
Fonte: Acervo Técnico URTB

3.2 Fase 2 - Observação do Problema

A aplicação da metodologia MASP-P pela Companhia ocorreu através da investigação e controle de perdas reais (físicas) e aparentes (não físicas). As perdas reais são oriundas de vazamentos em tubulações e da manutenção na rede, pois a água que é utilizada para limpar a tubulação após um reparo, também é contabilizada. Já as perdas aparentes originam-se de problemas com faturamento, bem como os erros de micro medição (relógios medidores), ligações clandestinas e até a água utilizada pelos Bombeiros e/ou Defesa Civil.

É evidente que a diminuição das perdas reais (vazamentos) proporciona a redução dos custos operacionais de tratamento e captação, mas para descobrir e eliminar todos os vazamentos não é uma tarefa fácil, além de ser extremamente onerosa.

Os vazamentos em sistemas de adução e de distribuição de água podem ser visíveis e invisíveis. Os vazamentos visíveis podem ser identificados pela própria população, ou ainda pelas rotinas de inspeção técnica. Já nos vazamentos invisíveis é necessário analisar os indicadores operacionais e ainda aplicar técnicas especiais para detectá-los.

Em geral, o tempo dos vazamentos invisíveis é bastante superior ao dos visíveis, pois na maioria dos vazamentos visíveis o tempo de atendimento a uma comunicação é bastante rápido.

A redução das perdas aparentes possibilita o aumento do faturamento e da eficiência dos serviços prestados. Desta forma, impacta diretamente sobre os resultados gerais, e ainda, contribui indiretamente a redução dos custos no processo de produção de água, através da diminuição do consumo de energia elétrica, produtos químicos e de serviços de terceiros. As

perdas aparentes incluem principalmente as irregularidades e as imprecisões nos aparelhos de macro e micro medição.

Para a empresa implantar uma política de avaliação dos vários tipos de irregularidades, é importante diferenciar a ligação clandestina da fraude, pois nem toda fraude é uma ligação clandestina. As ligações clandestinas são originadas de: *bypass* (desvio ao hidrômetro), ligação direta consecutiva e a derivação clandestina na rede e no ramal. As fraudes também são realizadas de várias formas, como: inversão do hidrômetro, objeto na engrenagem do hidrômetro, furo no visor do hidrômetro, ligação direta, etc.

As perdas causadas pelos erros nos equipamentos de medição de vazão dos sistemas de macromedição e micromedição representam uma parcela considerável entre as perdas aparentes. O dimensionamento e a manutenção permanente são fundamentais para garantir o correto funcionamento do hidrômetro. Essa confiabilidade metrológica deste aparelho de medição afeta diretamente no cálculo do índice de perdas de água e de faturamento.

3.3 Fase 3 – Análise das causas

A partir da análise realizada na fase de observação do problema, foram listadas todas as evidências (pistas). Desta forma, foram realizadas dinâmicas de grupo, de forma organizada, onde todos puderam opinar sobre várias hipóteses que poderiam influenciar sobre os problemas. Estas reuniões foram realizadas através de um *Brainstorming* (chuva de idéias), descrita por Werkema (1995), como sessões realizadas com os membros da equipe para explorar a potencialidade criativa de cada participante.

As causas que foram levantadas no *Brainstorming* foram organizadas na estrutura do diagrama de Ishikawa. Este diagrama permite estruturar hierarquicamente as causas de um determinado problema e relacionar com seu efeito (SLACK et al., 2007). As causas foram associadas conforme a sua natureza: máquina, material, mão de obra ou método.

A figura 3 apresenta o diagrama de Ishikawa de uma análise de redução de perdas de água que foi realizado pela empresa.

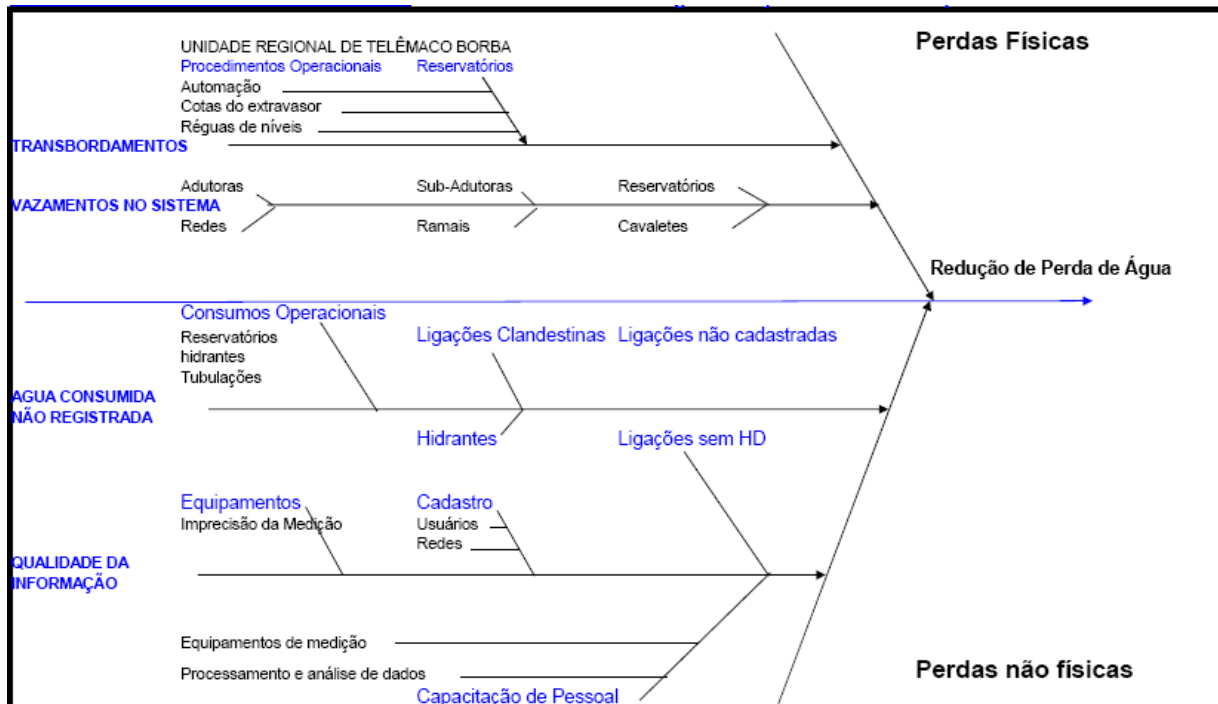


Figura 03 – Análise do Diagrama de Ishikawa

Fonte: Acervo Técnico URTB

3.4 Fase 4 - Plano de ação

Após a identificação das causas, foram elaboradas as ações para combater e neutralizar os motivos que causam as suas respectivas perdas. Desta forma, elaborou-se um plano de ação, utilizando-se a metodologia 5W2H (Werkema, 1995). O objetivo deste plano é de colocar em prática as contra medidas para cessar ou minimizar as perdas de água. Este plano de ação foi elaborado com a participação de todos os envolvidos, definindo as ações a serem executadas, quem será o responsável pela ação, por que deve ser executada, o prazo para a execução, como deve ser realizada, quanto irá custar, onde e como deverá ser executada a ação proposta, conforme demonstrado na figura 04.

Para obter um controle efetivo no monitoramento da execução dos planos de ação, foi implementado o SISWeb. Esta ferramenta permite o acompanhamento *on-line* das ações, possibilitando um rápido acesso as informações.

A execução das ações contidas neste plano são monitoradas pelo Gerente e Coordenadores de Processo. Através do SISWeb, estes responsáveis supervisionam e apoiam a execução das ações, e por meio de reuniões e contatos diretos, solicitam a interferência da Diretoria quando, por exemplo, os recursos financeiros estão fora do limite gerencial.

A análise do desempenho global da companhia é realizada através dos indicadores definidos por um procedimento interno e que são disponibilizados no SISWeb. Desta forma é possível verificar os resultados obtidos, frente as metas e o cumprimento dos planos de ação.

PLANO DE AÇÃO		23/12/2008		Número: PA 03		
Substituir o sistema de desinfecção a base de gás cloro, até 31/12/2010 em todas as unidades da URTB						
	Atividade	RESPONSÁVEL	RECURSO	Previsto	Realizado	SITUAÇÃO
1	Treinamento operadores para prevenção de situações de risco	USRH – Área de segurança do trabalho		Anualmente	Anualmente	Implantado
2	Substituir o sistema de cloração com gás cloro por pastilha de Tricloro no sistema de Tibagi	Juca / Daniel	R\$ 850,00	31/12/2009	01/10/2008	Implantado
3	Substituir o sistema de cloração com gás cloro por pastilha de Tricloro ou similar no sistema de Carambeí	Juca / Daniel	R\$ 850,00	31/06/09	25/11/2008	Implantado
4	Substituir o sistema de cloração co gás cloro por pastilha de Tricloro ou similar no sistema de Sengés (ETA. Poços 1, 4 e 5	Juca / Daniel	R\$3.500,00	31/12/2010	30/10/2010	Implantado na ETA e Poços 1 e 4, faltando instalar no Poço 5
5	Substituir o sistema de cloração com gás cloro por sistema gerador de hipoclorito de sódio (Hidrogenox) ou similar no sistema de Ventania	Juca / Daniel	R\$ 20.000,00	31/12/2009	01/03/2008	Implantado
6	Substituir o sistema de cloração com gás cloro por sietma geraador de hipoclorito de sódio (Hidrogenox) no sistema de Barro Preto	Juca / Daniel	R\$ 20.000,00	31/12/2009	01/03/2008	Implantado
7	Substituir o sistema de cloração com gás cloro por sietma geraador de hipoclorito de sódio (Hidrogenox) no sistema de Telêmaco Borba	Juca / Daniel	R\$ 65.000,00	31/12/2009	30/01/2007	Implantado
8	Substituir o sistema de cloração co gás cloro por pastilha de Tricloro ou gerador de hipoclorito de sódio ou similar no sistema de Castro	Juca / Daniel	R\$ 55.000,00	31/12/2010		Por solicitação da D.O. Alterado data da aquisição do equipamento para o ano de 2012
9	Substituir o sistema de cloração com gás cloro por pastilha de Tricloro ou similar no sistema de Arapotí EETS	Juca / Daniel	R\$ 2.000,00	31/12/2010		Ainda utiliza Gás Cloro

Figura 04 – Plano de ação PA 03

Fonte: Acervo Técnico URTB

Buscando aumentar a eficácia da comunicação e garantir a implementação das ações contidas no plano de ação, criou-se um cronograma de reuniões com frequência mensal. Estas reuniões são registradas por meio das atas e encaminhadas à Gestão da Qualidade, que organiza as informações. Os problemas pontuais e emergenciais são repassadas à liderança e as decisões são disseminadas a todos os colaboradores envolvidos no sistema.

4. RESULTADOS

Após o início da implantação do MASP e da execução de algumas ações, as perdas de água foram reduzidas. Através do monitoramento do Índice de perdas por ligação (IPL), percebe-se que houve uma redução significativa desde o início do MASP-P. O IPL foi reduzido de 131 Litros/ligação.dia em 2006 para 91 Litros/ligação.dia no ano de 2010, comprovando sua eficiência no combate as perdas de água, conforme observado na figura 05.

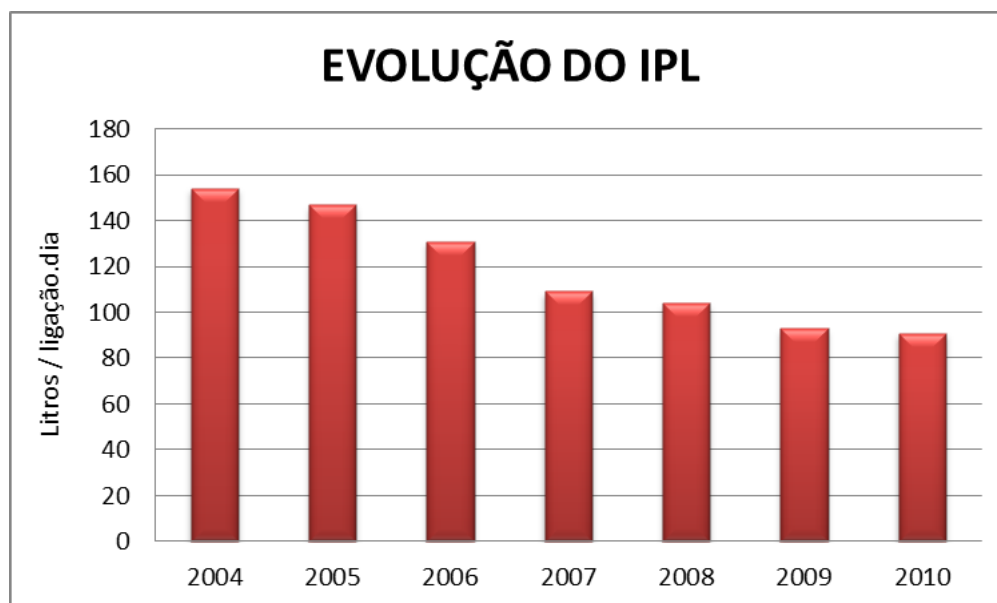


Figura 05 – Evolução do IPL
Fonte: Acervo Técnico URTB

O IPL da URTB está controlado dentro de sua meta (FIGURA 06), com uma redução de 6,34 litros/lig/dia em relação ao resultado de 2009. Houve uma redução no volume de perdas, pois a micromedição cresceu mais que a produção. O acréscimo de ligações foi 33% maior que o previsto. A demais os processos encontram-se sob controle estatístico, com oscilações caracterizadas pelo efeito sazonal da demanda.

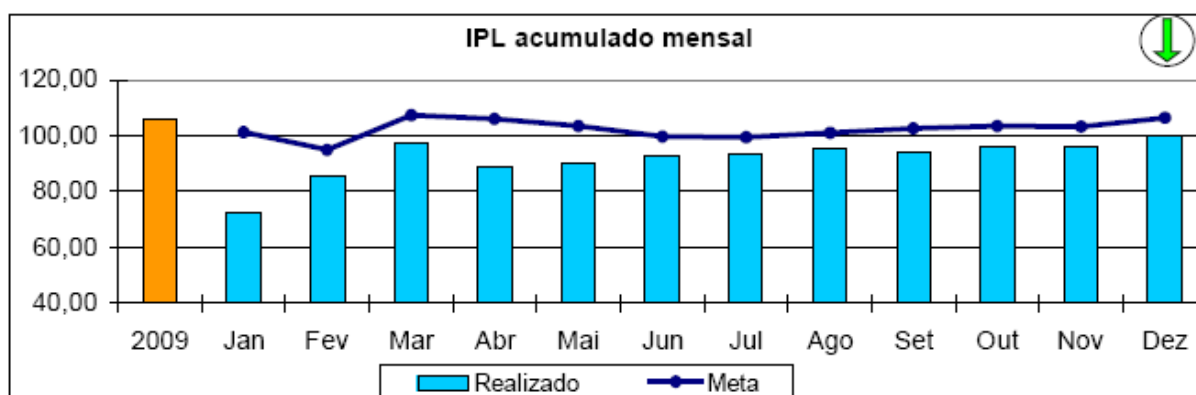


Figura 06 – Evolução do IPL
Fonte: Acervo Técnico URTB

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A eficiência atingida pela URTB está longe dos países onde a água é mais escassa. Entretanto com o estabelecimento do MASP-P no combate às perdas foi possível aumentar a eficiência

na operação e distribuição de água. Desde o início da implantação em 2006, houve uma redução de 31% no IPL, mas por outro lado, os custos associados com o tratamento e operação dos sistemas de abastecimento também foram reduzidos, bem como os insumos para o tratamento da água e consumo de energia elétrica.

No entanto, para que o resultado positivo fosse alcançado, outras ações foram necessárias, tais como: a criação de equipes multidisciplinares, o apoio da Alta Administração e a divulgação do projeto dentro da empresa.

Muitas limitações e deficiências técnicas foram superadas através do empenho e comprometimento da equipe com os objetivos do projeto, possibilitando o compartilhamento de conhecimentos e a integração entre os colaboradores. O resultado deste trabalho e a dedicação da equipe desta Unidade Regional foram reconhecidas pela Companhia, desta forma, as ações puderam ser replicadas à outras regionais.

Por fim, o Método para Análise e Solução de Problemas (MASP) está diretamente ligado ao processo de melhoria contínua da Companhia de Saneamento em estudo, sendo uma ferramenta eficaz para combater as perdas de água, permitindo o uso racional dos recursos hídricos, que cada vez estão mais escassos.

REFERÊNCIAS

ARIOLI, E.E. *Análise e solução de problemas: o método da qualidade total com dinâmica de grupo*. 1 ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 1998. 340 p.

CAMPOS, Vicente F. *TQC – Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)*. Belo Horizonte: Ed. INDG Tecnologia e Serviços, 2004.

CAGECE, Companhia de Água e Esgoto do Ceará. Gestão Total de Redução de Perdas. PRÊMIO NACIONAL DA QUALIDADE EM SANEAMENTO. PNQS – IGS. 2010.

CORRÊA, Henrique L.; CORRÊA Carlos A. *Administração de Produção e Operações*, São Paulo, Atlas, 2004.

DEMING, W.E. *Qualidade: a revolução na administração*. 1. ed. Rio de Janeiro: Marques-Saraiva, 1990.

FERREIRA, L. M. L. SANTOS, M. W. SILVA, M. G. MOREIRA, B. B. Utilização do MASP, através do ciclo PDCA, para o tratamento do problema de altas taxas de mortalidade de aves no setor avícola, Anais. XXX ENEGEP, 2010.

Giacchini, M. Andrade, A. G. Utilização da Água de Chuva nas Edificações Industriais. Anais do AEAPG - 2º - Encontro de Engenharia e Tecnologia dos Campos Gerais. Ponta Grossa, PR. 2008.

MORENO JUNIOR, I. Uma Experiência de Gestão de Recursos Hídricos: A Implantação de uma Proposta para o Estado do Rio de Janeiro. 2006. Dissertação - COPPE/UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.

OLIVEIRA, J.Z.N; TOLEDO, J. C. Metodologia de análise e solução de problemas (masp): estudo de caso em uma empresa de pequeno porte do setor eletroeletrônico; Anais do XV SIMPEP - Simpósio de Engenharia de Produção; 2008 São Paulo; BRASIL; Português.

SAMPARA, E.J.M; ADAMI, R. Análise de insumos e aplicação de sistemática de solução de problemas para geração de melhorias; Anais do ENEGEP XXIX - Encontro Nacional de Engenharia de Produção; 2009; Bahia; BRASIL;

SANEPAR , Companhia de Saneamento do Paraná. URTB Unidade Regional de Telêmaco Borba. *Acervo Técnico*, Telêmaco Borba.

SLACK, Nigel; CHAMBERS, Stuart; JOHNSTON, Robert. *Administração da Produção*. São Paulo: Atlas, 2007.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. São Paulo, 2008. Disponível em <<http://www.snis.gov.br/>> . Data de acesso em 25 Maio. 2011

SPERLING, M. *Princípios Básicos do Tratamento de Esgotos*, DESA-UFGM, Belo Horizonte, 1996.

TUBINO, DALVINO FERRARI. Manual de Planejamento e Controle da Produção. 2. ed. São Paulo, Atlas, 2009.

WERKEMA, M.C.C. *As Ferramentas da Qualidade no Gerenciamento de Processos*. Vol. 1. Belo Horizonte, MG: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995.

YIN, R.K. Estudo de caso: planejamento e métodos. 3. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.