# SICAM - SISTEMA DE COLETA E ANÁLISE DE MEDIÇÔES

**Mauro Tadeu Rezende Nalesso**[(1)]
Engenharia Civil na USP - São Carlos, Direito na FKB e MBA em Gestão Empresarial pela FGV. Presidente da ABES – subseção Itapetininga de 2001 a 2005. Atuou como engenheiro nas áreas de projetos, operação, produção, tratamento e disposição final dos Sistemas de Saneamento Ambiental. Atualmente responde pelo Setor Técnico na Sabesp de Itapetininga.

**Anderson Roberto de Oliveira**
Técnico Eletrotécnico e Técnico Processamento de Dados pelo Centro Paula Souza, Bacharel em Sistemas de Informação pela Universidade de Sorocaba, Graduando em Engenharia Elétrica pela Universidade Anhanguera de Sorocaba. Membro da SBC – Sociedade Brasileira de Computação. Atua como Engenheiro de Projetos de Automação e Tecnologia na Sabesp de Itapetininga.
**Endereço** [(1)]**:** Rua Virgilio de Rezende, 1097 – Centro – Itapetininga – São Paulo – CEP: 18200-046 – Brasil
Tel.: (15) 3376 9051 - E-mail**:** andersonoliveira@sabesp.com.br

## RESUMO

A maioria dos sistemas produtores de água encontra-se trabalhando com a sua capacidade máxima, e requerendo um aumento de vazão em função da demanda que aumenta dia após dia. Procurando adiar a necessidade de investimentos implantamos um programa na nossa unidade denominado MASPP "Método de análise e solução de problemas de perdas de água" com a finalidade de reduzir os índices de perdas.
Este programa teve como estratégia de implantação o ciclo do PDCA, onde temos o PLAN (planejar), DO (executar), CHECK (verificar), e ACTION (ação corretiva e de padronização). Dentro deste contexto surgiu a necessidade de criar uma ferramenta que melhorasse e facilitasse a coleta e análise dos itens de controle de uma forma padronizada. Para colocar essa necessidade em prática, partimos para a construção de um sistema informatizado, ao qual batizamos de SICAM – (Sistema de Controle e Análise de Medições), Porém esse Sistema estava ficando cada dia mais longe da operação do sistema produtor, e seus resultados acabavam por serem apenas visualizados sem qualquer interferência no Sistema Supervisor da Produção. A partir dessa demanda nasceu a remodelação do SICAM – (Sistema de Controle e Analise de Medições), Sistema o qual aborda uma forma mais inteligente o controle dos processos operacionais, diretamente ligados com as perdas físicas de água, envolvendo o tratamento, reservação, controle das válvulas redutoras de pressão, bombeamento, distribuição e manutenção, utilizando para tanto uma metodologia baseada no CEP (Controle Estatístico de Processos) onde se possibilita verificar o andamento do processo e com os resultados colhidos analisar de forma automática o comportamento esperado, ou seja, dentro de um padrão de trabalho pré-estabelecido, com metas ajustadas para redução do volume distribuído de água, automaticamente interferindo no processo de produção, visto que o novo SICAM é a integração do atual sistema com a Supervisão da Produção e assim desta maneira levantar dados para um melhor planejamento e correção de rumos que necessitem ser tomados. O presente trabalho também possibilita demonstrar se as boas práticas operacionais estão sendo seguidas ou ainda se o processo esta se comportando de forma imprevisível, indicando com isso a ocorrência de uma causa especial ou uma falha no mesmo. Possibilita também a tomada de decisões com o uso sistemático de ferramentas da qualidade alem de maior autonomia e segurança aos operadores para acionar os responsáveis de maneira rápida evitando assim maiores perdas do produto e respeito pelo meio ambiente

**PALAVRAS-CHAVE:** Sistema Produtor, Planejamento, Controle Estatístico, Processos, Tratamento, Bombeamento, Reservação, Redução de Volumes, Combate a Perdas, Operação, Padronização, Histórico de Dados.

## INTRODUÇÃO

Esse trabalho vem apresentar a automatização do processo de controle de perdas, dentro de um modelo computacional, utilizando coleta e analise estatística. Definindo padrões de comportamento, bem como traçando perfis do processo. Conseguimos de forma rápida prever causas e analisarmos se a mesma é comum

ou especial. Para que esse modelo computacional de automatização do controle de perdas viesse a tona criamos o SICAM (Sistema de Controle e Analise de Medições).

## OBJETIVO DO TRABALHO

Este trabalho tem como objetivo estabelecer formas de controle para combater e reduzir as perdas reais no sistema de abastecimento de água da Unidade de Negócio do Alto Paranapanema. Aborda uma forma de controle dos processos operacionais diretamente ligados com as perdas físicas de água, envolvendo o tratamento, reservação, controle das válvulas redutoras de pressão, bombeamento, distribuição e manutenção; utilizando para tanto, um controle estatístico de processos que possibilita verificar se os mesmos estão se comportando de forma esperada, dentro de um padrão de trabalho pré-estabelecido, com metas ajustadas para redução do volume distribuído de água. Também possibilita demonstrar que boas praticas operacionais estão sendo seguidas ou, ainda se o processo se comportar de forma imprevisível, indicar a ocorrência de uma causa especial ou uma falha no mesmo; possibilitando assim que as pessoas envolvidas possam tomar decisões utilizando-se para isso, do uso sistematizado de ferramentas da qualidade ou acionar os responsáveis de maneira rápida evitando assim maiores perdas do produto.

O uso desta forma de controle priorizou a facilitação do preenchimento de dados, bem como, o alcance da visualização dos resultados dia–a-dia e, em alguns processos, de hora em hora identificando as condições atuais de cada processo com o acompanhamento intensivo dos seus resultados. A demonstração em gráficos e na variabilidade estatística facilita a conscientização e mudança de comportamento de toda a força de trabalho envolvida nestes processos. Pois, demonstra como todos os processos estão interligados e interferem entre si para a redução do volume distribuído; além de possibilitar a consulta e acompanhamento dos resultados por toda a unidade, pois, o resultado fica disponível em rede gerando um histórico dos dados obtidos que fica protegido e disponível no servidor orientando e ajudando os responsáveis para tomadas de futuras decisões ou alocações de investimentos.

## METODOLOGIA UTILIZADA

Para que pudéssemos colocar em prática a idéia, e conseguíssemos alcançar algum objetivo, partimos para construção do Sistema Informatizado, ao qual batizamos de SICAM (Sistema de Controle e Analise de Medições). O Projeto SICAM foi composto por etapas, as quais seguem a Metodologia de Projeto de Sistemas sugerido pela Sarbanes Oxley, implantada na nossa Superintendência de Informática, que diz respeito de governança corporativa. Na 1ª Fase do Projeto, fomos atrás dos requisitos de negócio, ou seja, fomos buscar o que a área operacional realmente necessitava a fim de controlar seu processo de perdas, bem como, reconhecimento das experiências já vividas no combate a perdas. Com esse recurso nas mãos fomos, então, para a Análise do Sistema, onde a partir dessa fizemos a proposta do que seria o Sistema SICAM. Nessa proposta colocada aos demais responsáveis pelo combate a perdas, focamos que o Sistema seria uma ferramenta de Apoio a Decisão, pois, sua rapidez na recuperação da informação, bem como, sua confiabilidade, se tornaria a partir da homologação, uma ferramenta estrutural do Processo.
Na 2ª Fase do Projeto, partimos para estrutura computacional do Projeto, onde definiríamos qual o Banco de Dados a ser utilizado, qual plataforma de desenvolvimento, segurança dos dados, política de utilização e volatilidade do Sistema. De acordo com a nossa experiência, optamos por utilizar uma Plataforma de Desenvolvimento baseado na Web, e Banco de Dados MS SQL Server 2000, uma vez que a aplicação foi categorizada como Médio Porte, e, portanto, necessitaria de um Banco de Dados que suportasse esse volume de dados. Já a decisão de construir o sistema baseado em Ambiente Web, foi além de uma estratégia de Marketing do Sistema, foi à forma mais portável de se expandir à utilização do mesmo. Baseados na Metodologia de Projetos; seguimos um organograma constituído, e fizemos à codificação e interpretação da Matemática Estatística em linguagem computacional. Sobre a Matemática Estatística, é importante frisar que foi utilizado o CEP (Controle Estatístico de Processos), utilizando-se as Funções de Auto Correlação para definição de qual análise seria aplicada à série de dados, podendo ser:

- Valores Individuais;
- Amplitude Média;
- Valores Médios;
- Amplitude Móvel;
- Desvio Padrão;
- Desvio Médio Padrão;
- Valor Acumulado.

Concluída essa fase, fizemos o levantamento de dados históricos de todos os processos em que iríamos utilizar o Sistema, para que em cima desses, pudéssemos alimentar o Sistema que geraria valores, onde fixaríamos o LSC (Limite Superior de Controle), LIC (Limite Inferior de Controle), Média (Média dos Valores). Já a Meta, foi definida em cima da aplicação do percentual de redução de perdas estipulado pela Alta
Administração da unidade. Em seguida, partimos para fase de testes, onde apresentamos o Sistema aos Usuários Avançados, os que acabariam sendo os principais usuários do Sistema (Administradores). Durante uma semana foram realizados diversos testes, e corrigidos diversos erros. A partir desta finalização, providenciamos o treinamento e a homologação do Sistema, que ocorreu no dia 15/08/2006. Trinta dias depois realizamos a 1ª Reunião de Análise Critica do Sistema, onde foram pontuadas melhorias significativas, resultando na elaboração de Plano de Ação e Cronograma para serem realizadas.

## RESULTADOS OBTIDOS / ESPERADOS

Primeiramente como resultados obtidos temos:

- Controle do VD ( volume produzido e distribuído de água ).
- Levantamento das evidências objetivas, ou seja, informações qualitativas e/ou quantitativas.
- Registro dos fatos pertinentes ao sistema de produção e distribuição de água, bem como, levantar e identificar as causas especiais ocorridas durante um período de trabalho desejado.
- Verificar se os trabalhos desenvolvidos estão em conformidade com os procedimentos de trabalho pré-estabelecido para que as metas de VD possam ser atingidas.
- Tomadas de decisões mais rápidas, pois, este sistema proporcionou maior autonomia e segurança aos empregados envolvidos nos processos para que desenvolvam ações corretivas necessárias, pois, permite uma análise mais segura com base em dados e registros, podendo assim elaborar planos de ações imediatas.

As figuras de 1 a 8 representam os gráficos gerados pelo sistema que permite demonstrar se as boas práticas operacionais estão sendo seguidas ou ainda se o processo esta se comportando de forma imprevisível, indicando com isso a ocorrência de uma causa especial ou uma falha no mesmo, além de permitir uma maior segurança aos operadores nas tomadas de decisões.

**Figura1: Gráfico de Analise do Volume Disponibilizado, gerado no período de 30 Dias.**

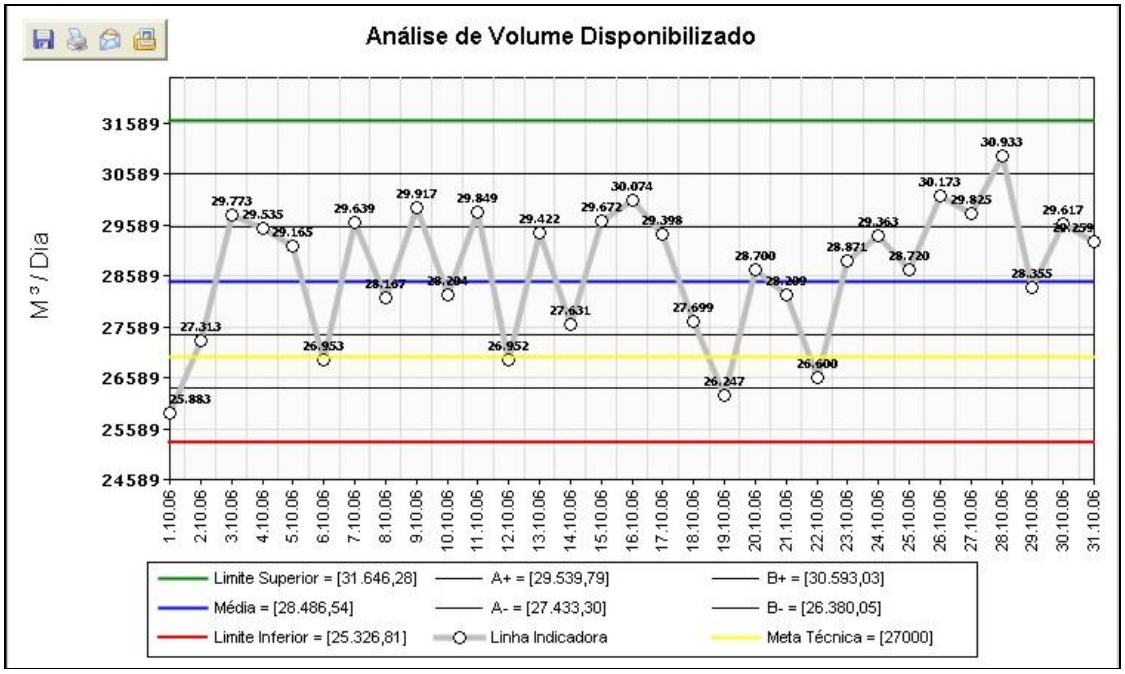



**Figura2: Gráfico de Analise da Amplitude do Volume Disponibilizado, gerado no período de 30 Dias.**

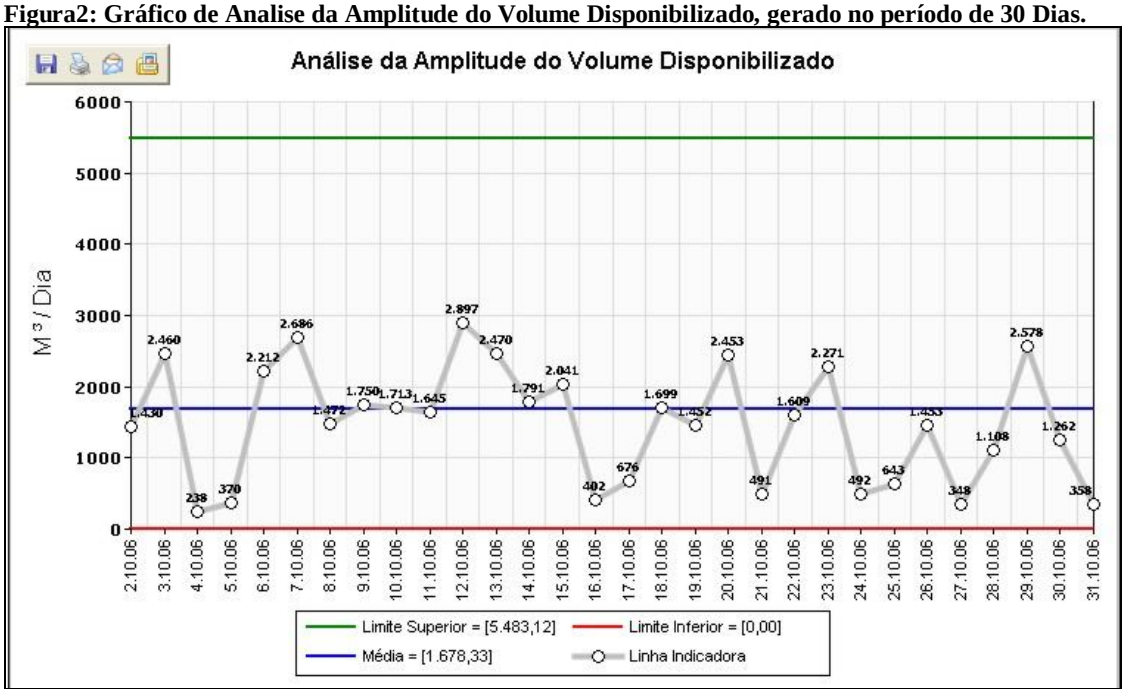



**Figura3: Gráfico de Analise do Nível de Reservação, gerado no período de 24 Horas.**

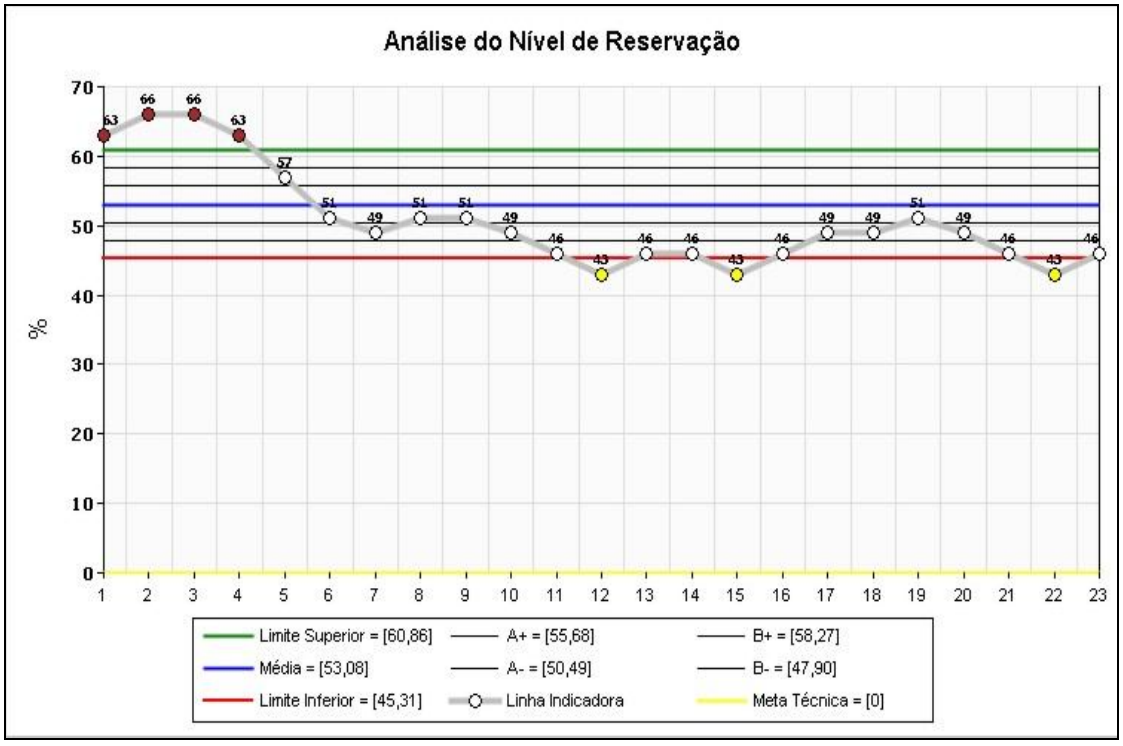



**Figura4: Gráfico de Analise da Amplitude do Nível de Reservação, gerado no período de 24 Horas.**

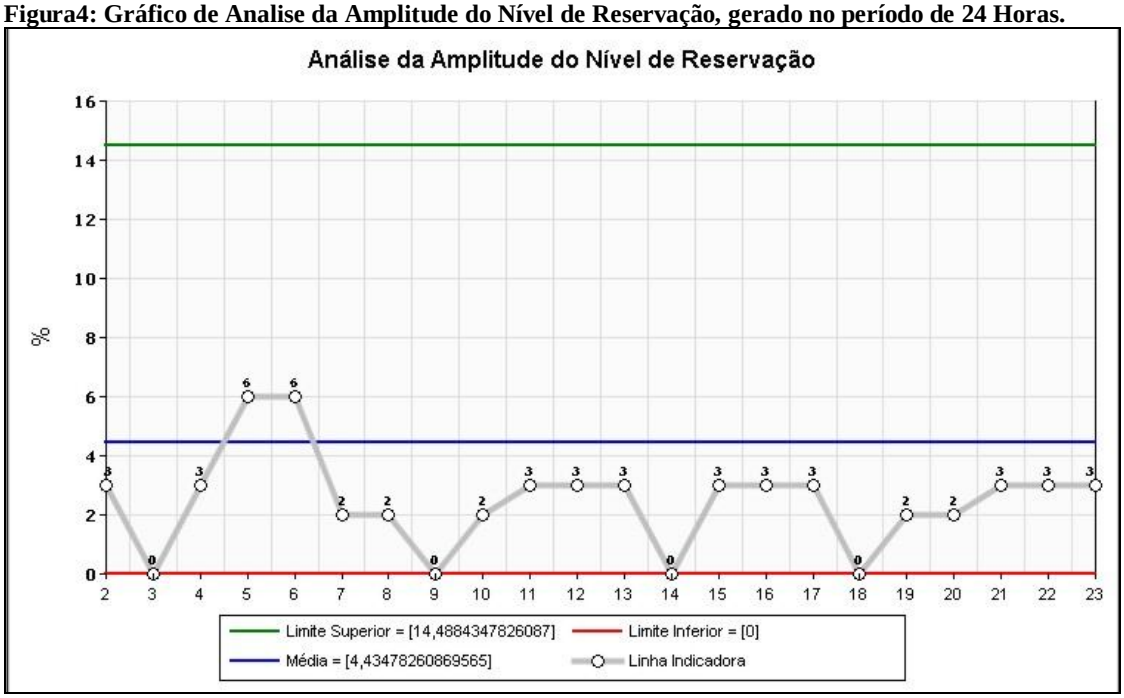


**Figura5: Gráfico de Analise de um Setor de Bombeamento, gerado no período de 30 Dias.**

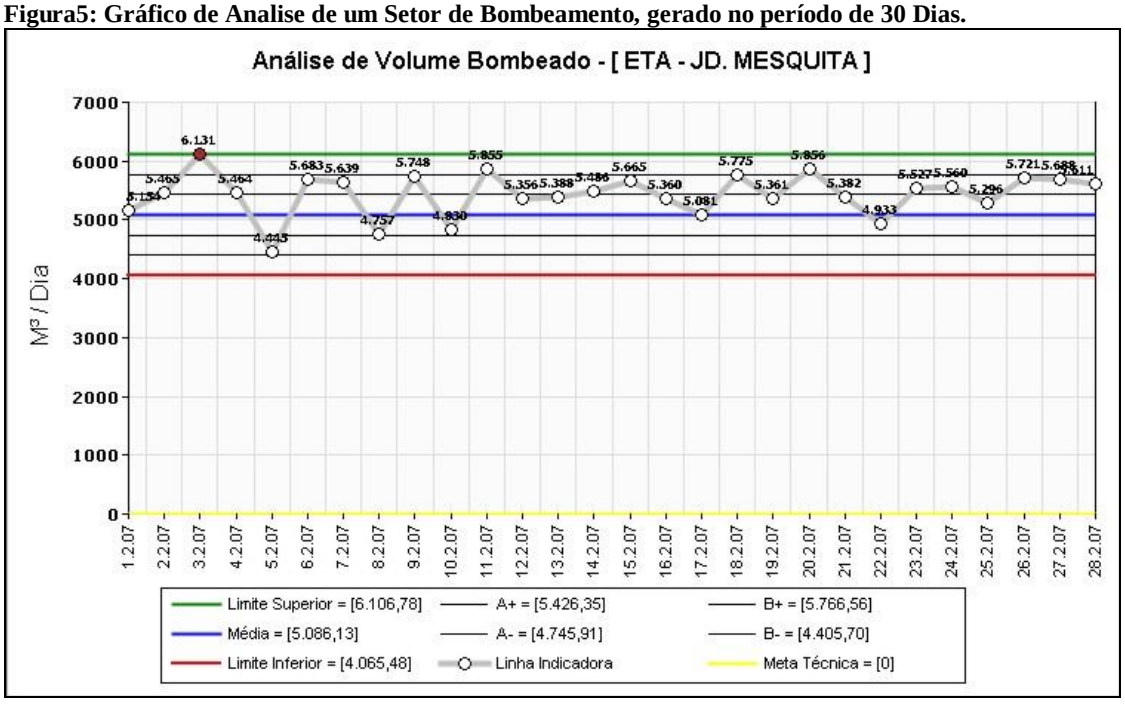



**Figura6: Gráfico de Analise da Amplitude de um Setor de Bombeamento, gerado no período de 30 Dias.**

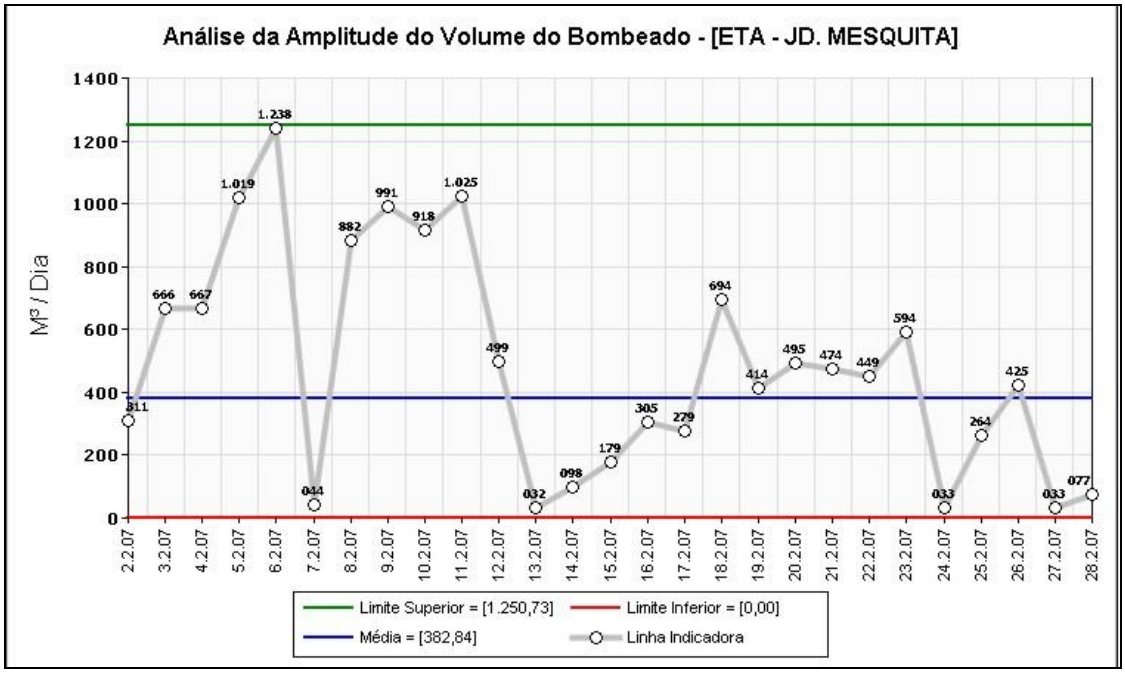


**Figura7: Gráfico de Analise de um Ponto Critico de Pressão.**

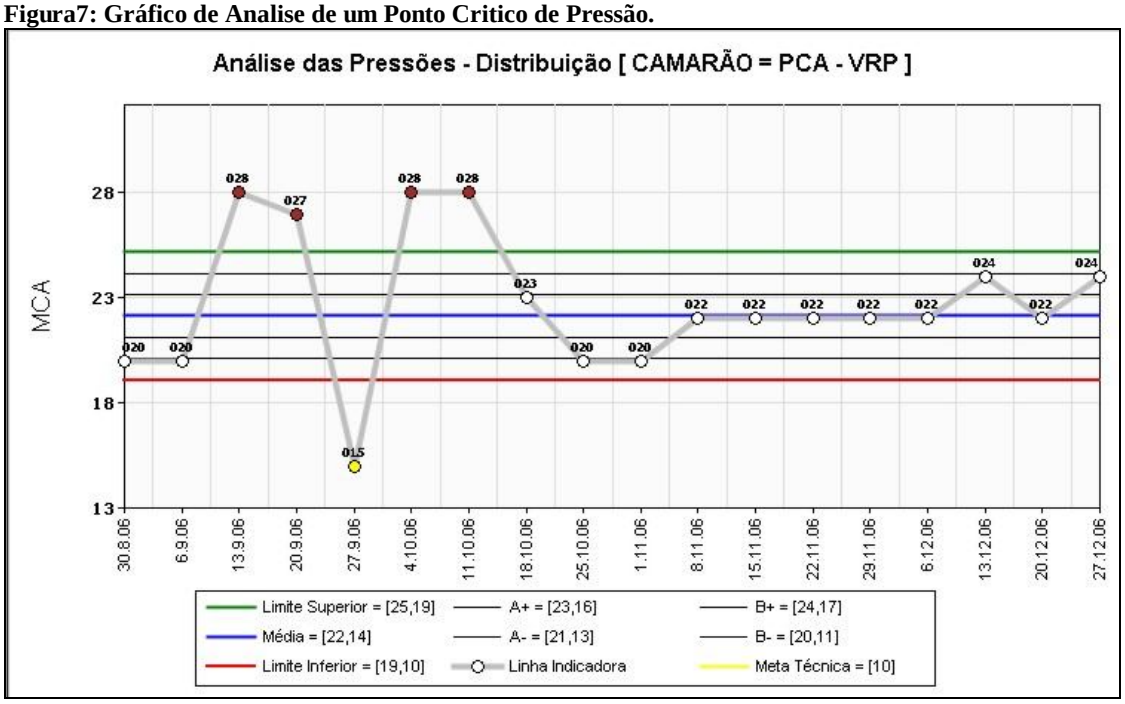
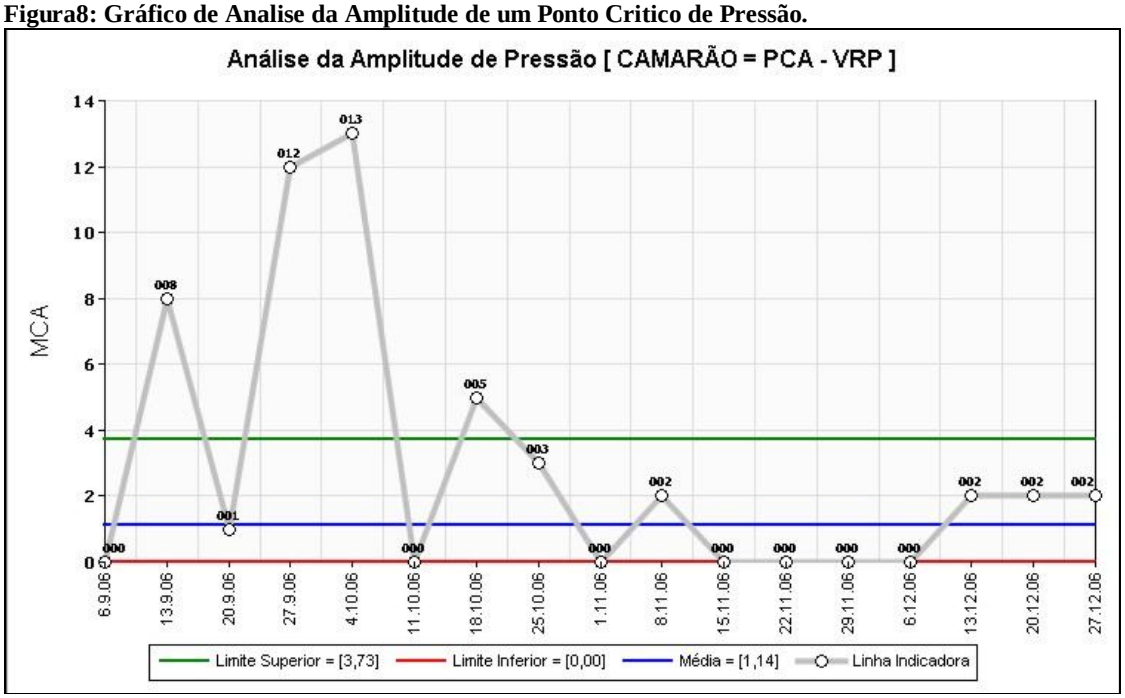



**Figura8: Gráfico de Analise da Amplitude de um Ponto Critico de Pressão.**



Como resultados esperados:

- Mudança comportamental dos empregados envolvidos no processo.
- Controle de variáveis nunca antes controladas.
- Aumento na confiabilidade do sistema produtor.
- Registro do histórico de dados do sistema produtor, podendo assim afinar cada vez mais o sistema, verificando suas deficiências, falhas e pontos críticos, e desta maneira, auxiliar na priorização de investimentos e obras necessárias para o bom funcionamento do sistema produtor.

Através dos dados, proporcionar a busca de metas mais audaciosas na redução do VD, sem que o cliente final seja prejudicado.

- Interface com a telemetria que está sendo implantada na nossa unidade, permitindo que os dados capturados pela telemetria alimentem diretamente o SICAM, evitando assim possíveis erros de digitação.
- Melhoria da eficiência hídrica ( redução do índice de perdas).
- Melhoria da imagem da companhia perante seus clientes.
- Expansão do sistema para as outras gerencias da nossa unidade, facilitando assim o registro destas variáveis além de possibilitar uma padronização na forma de coleta e análise de dados dos diversos sistemas produtores.

## CONCLUSÕES

Com este sistema poderemos de maneira bem clara e com uma linguagem simples acessar um levantamento histórico de diversos parâmetros, tais como níveis de reservatório, volumes produzidos de água por zonas de abastecimento, eficiência de VRP's, pressão máximas e mínimas em pontos estratégicos pré-determinados, volumes captados e tratados de água bruta, vazões disponibilizadas entre outros, possibilitando assim mapear as zonas de distribuição de água tratada que tenham problemas ou que apresentem maiores índices de perdas. Mostrar possíveis problemas de manutenção que mereçam atenção especial devido a uma auto-incidência de causas especiais levantadas pelo sistema e assim possibilitar um programa especifico de ações corretivas para eliminá-las e ainda criar procedimentos que evitem a reincidência das mesmas.

## RECOMENDAÇÕES

Expandir o uso deste sistema para o controle de VU( volume utilizado), bem como para toda a área de atuação da Unidade de Negocio Alto Paranapanema - RA, da companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp.

- Padronizar as formas de controle de VD e VU, nivelando as informações dos diversos sistemas de produção e distribuição de água de nossa unidade. Elaborar diretrizes a serem seguidas com base nos resultados obtidos para melhoria da eficiência hídrica
- Efetuar projetos de telemetria considerando a utilização do sistema, que já está preparado para receber os dados gerados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


1. GOUVEIA, Arthur – Controle Estatístico de Processos Aplicado A Empresas de Saneamento, Curitiba: HOperações, 2005. 80p.
2. SVENONIUS, E. Intellectual foundation of information organization. Cambridge(MA): MIT Press, 2001. 01 – 51p
3. VANZIN, D. D. Linguagens de marcação e o XML. Revista Abstração, ano 1, n. 1, dez. 2004. Disponível em: http://pet.inf.ufsc.br/abstracao. Acesso em: 12 maio 2006.
4. TAFNER, M.A. Análise Orientada a Objetos. Bookstore Livraria, 2001
5. LITWIN, Paul. Asp.Net, Para desenvolvedores de Web Sites. Ciência Moderna.2002.
6. MEDEIROS, E. Desenvolvendo software com UML. Pearson.2004.
7. COSTA, S. F. – Introdução Ilustrada À Estatística. São Paulo: Editora Harbra, 1992. 303p.
8. RAMOS, A. W. – CEP para Processos contínuos e em bateladas, São Paulo: Editora Edgard Blücher, 2000. 1- 30p.