

# LABORATÓRIO DE PLANTA DE ZINCO SEM PAPEL <sup>1</sup>

*Georgio Raphaelli do Nascimento*<sup>2</sup>  
*Guilherme Guimarães Guedes*<sup>3</sup>

## **Resumo**

Com uma abordagem prática este trabalho proporcionará uma visão do projeto de implantação de um sistema LIMS com o objetivo de eliminar totalmente o papel das atividades laboratoriais de controle de qualidade e monitoramento ambiental em uma planta de produção de zinco. Serão analisados os desafios práticos de implementação enfrentados e os resultados obtidos em um caso real.

**Palavras-chave:** Automação de laboratórios; LIMS.

## **PAPERLESS LABORATORY IN A ZINC INDUSTRY**

## **Abstract**

With a practical approach, this work will provide an overview of a LIMS system project deployment with the goal of completely eliminating the paper in the activities of a quality control and environmental monitoring laboratory in a zinc industry. It will consider the practical challenges faced in implementation and results in a real case.

**Key words:** Laboratory automation; LIMS.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 13º Seminário de Automação de Processos, 7 a 9 de outubro de 2009, São Paulo, SP.*

<sup>2</sup> *Consultor – Labsoft Tecnologia Ltda.*

<sup>3</sup> *Técnico – Votorantim Metais Zinco.*

# 1 INTRODUÇÃO

Dentre os maiores vilões da qualidade laboratorial atualmente estão os erros de transcrição de dados e cálculo manual de resultados, visto que o processo em geral baseia-se em papel carecendo de mecanismos de automação e implicando na transcrição de dados em diversas etapas do processo de registro e análise potencializando assim a incidência de erros.

Em ambientes regulamentados ou laboratórios com sistemas da qualidade estabelecidos o volume de registros é significativamente maior, fazendo com que a carga de trabalho administrativo dos analistas seja muito maior, trabalho este que não agrega valor e reduz o tempo do analista disponível para se dedicar a análise crítica dos resultados, capacitação individual e a implementação de melhorias. Aliado a isto o enxuto corpo técnico das organizações em função da manutenção de custos baixos, estabelece-se o ambiente que praticamente inviabiliza a produtividade e a confiabilidade dos resultados gerados.

Demonstraremos como a implantação de um processo 100% sem papel por meio de sistemas para automação e gestão de laboratórios e integração com os demais sistemas de produção pode contribuir na redução do tempo de entrega dos resultados à produção e com o aumento da confiabilidade e rastreabilidade dos resultados, contribuindo assim com a eficiência operacional da planta e com sistemas da qualidade ainda mais robustos.

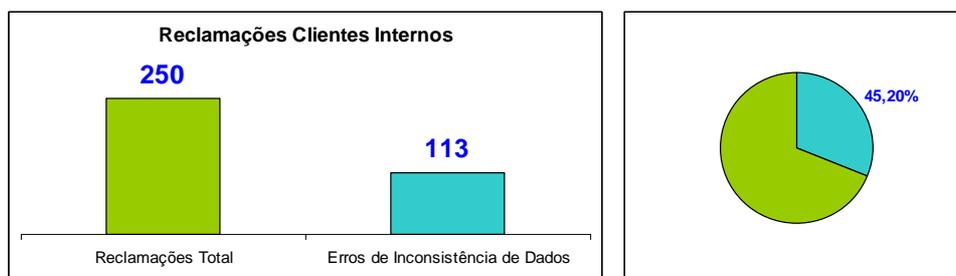
## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho está baseado na experiência prática do estudo e avaliação do projeto de acordo com a metodologia de Lean Seis Sigma e a implantação de um sistema LIMS integrado nos laboratórios de controle de qualidade e de monitoramento ambiental de uma planta de produção de zinco em MG.

### 2.1 Estudo do Processo com Lean Seis Sigma

Para estudo do processo e avaliação do projeto foi utilizada a metodologia Lean Seis Sigma definida no sistema de gestão,<sup>(1)</sup> onde foram detectadas as seguintes realidades:

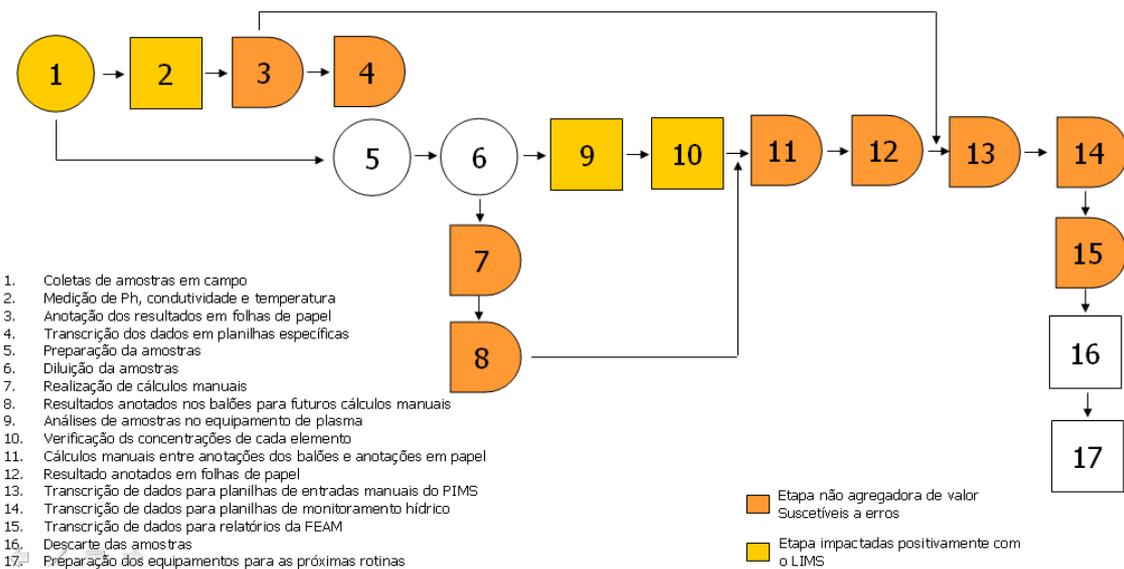
- 22% dos dados de processo (TAGs do PIMS) são gerados no laboratório;
- estimativa de redução de 5,5 horas por dia utilizadas na transcrição de dados;
- 45,2% das reclamações eram oriundas de inconsistência dos dados (Figura 1);



**Figura 1.** Identificação da maior fonte de reclamações nos clientes internos.

- foram levantadas 25 possíveis causas para a inconsistência de dados, das quais 18 foram priorizadas inicialmente (1º quartil) e finalmente 6 priorizados pela matriz de esforço X impacto, sendo que todos os 6 estão relacionados a inconsistência de dados gerados e suas formas de armazenamento;
- o sistema de medição do tempo de transcrição foi validado estatisticamente com 99,91% de variação de processo e 0,09% de variação da medição;
- levantado o mapa de processos do laboratório (Figura 2) e estimado o mapa de processo proposto após implantação do sistema LIMS (Figura 4);
- estatisticamente comprovado que o processo de transcrição de dados tem nível Sigma de -2,52 (Tabela 1).

**Mapa de Processos – Laboratório de Meio Ambiente – Coletas em Campo**



**Figura 2.** Fluxograma de Processos Laboratoriais antes da Implantação do LIMS.

**Tabela 1.** Capabilidade do processo antes do projeto LIMS

Variável	Defeitos <i>D</i>	Unidades <i>U</i>	Oport <i>OP</i>	Total Oport <i>TOP</i>	DPU <i>DPU</i>	DPO <i>DPO</i>	DPMO <i>DPMO</i>	Shift <i>Shift</i>	Capabilidade Long Term <i>Sigma-L</i>	Sigma <i>Z.B</i>
Entradas de Dados Manuais (volume mensal)	5000	5000	1	5000	1,0000	1,000000	1000000	1,5	-2,52	-1,02
								1,5		
								1,5		
								1,5		
								1,5		
								1,5		
<b>Total</b>	5000			5000		1,000000	1000000	1,5	-2,52	-1,02

Campos de Entrada	
<i>D</i>	Número Total de Defeitos
<i>U</i>	Número Total de Unidades
<i>OP</i>	Número de Oportunidades
<i>Shift</i>	Sigma Shift (Default: 1.5)

Campos Calculados	
<i>TOP</i>	U*OP
<i>DPU</i>	D/U
<i>DPO</i>	D/TOP = D/(U*OP)
<i>DPMO</i>	DPO * 1000000
<i>Sigma-L</i>	Nível Sigma Long Term
<i>Z.B.</i>	(Sigma-L)+Shift

Foram analisadas as seguintes alternativas para melhorar o processo e solucionar os problemas identificados:

- Add in PIMS – descartada por não atender os requisitos da Norma NBR ISO/IEC 17025;<sup>(2)</sup>
- desenvolvimento de sistema sob medida - descartado por não haver como assegurar qualidade, tempo de desenvolvimento demorado e alto custo de desenvolvimento; e

- adoção de LIMS padrão de mercado – escolhido por atender ao requisitos da Norma ISO17025, ser possível benchmarking e atender às ações levantadas no FMEA.

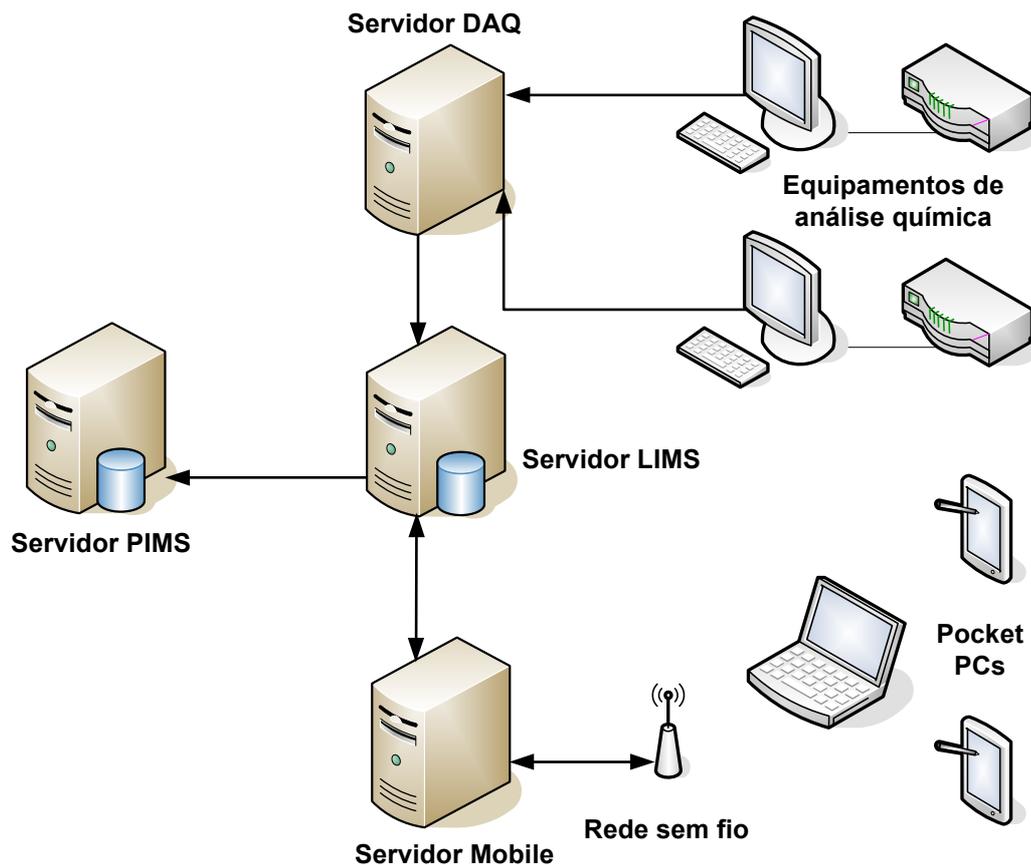
Com base nas oportunidades de melhoria detectadas e nas alternativas analisadas, o projeto de adoção de sistema LIMS padrão de mercado foi aprovado visto o resultado esperado para a empresa e a maior segurança oferecida pela alternativa.

## **2.2 Solução LIMS Adotada**

Após detalhado processo de seleção técnica que incluiu o fornecimento de consultoria de cada fornecedor para enumerar as oportunidades de melhoria e definir as soluções técnicas, bem como demonstração de protótipo de sistema com base na realidade do laboratório e nos dados levantados, foram selecionados possíveis fornecedores para o sistema LIMS que submeterão suas propostas técnicas e comerciais para avaliação e negociação.

Após seleção do fornecedor, o projeto de implantação dos sistemas seguiu a metodologia<sup>(3)</sup> estabelecida pelo fornecedor do LIMS e um plano de projeto específico para a realidade do laboratório em questão, que levou em consideração, basicamente, os seguintes recursos tecnológicos:

- automação do plano de amostragem para registro das amostras sem intervenção manual;
- sistema de automação e gestão das rotinas laboratoriais (LIMS – Laboratory Information Management System) para permitir a otimização dos processos laboratoriais propriamente ditos;
- aquisição de dados de análise diretamente dos equipamentos a fim eliminar totalmente o tempo e os erros associados à transcrição manual de dados onde viável (Figura 3);
- implantação do sistema de registro de dados brutos de análise diretamente em meio eletrônico e em tempo real por meio de Pocket PCs ligados a rede sem fio (Figura 3);
- integração com o sistema PIMS utilizado na planta para permitir a publicação automática dos resultados de análise e consulta pela área de processo (Figura 3).



**Figura 3.** Arquitetura simplificada da solução LIMS com integração e aquisição de dados.

A solução apresentada pelo fornecedor levou em consideração o fornecimento de serviços especializados de gestão de projetos, assessoria de implantação e desenvolvimento das integrações por equipe especializada em automação e informática laboratorial.

Complementarmente foram prestados serviços de consultoria em otimização de processos laboratoriais (OPL), onde os processos foram submetidos a uma análise crítica com base nas melhores práticas do mercado, utilização de recursos de automação e informática e atendimento de requisitos da NBR ISO/IEC 17025. Isto proporcionou maior simplificação dos processos por meio da eliminação ou substituição de algumas etapas e adequação de alguns processos para a futura acreditação do laboratório, maximizando assim os resultados com base do estudo dos itens fundamentais: Processos, Pessoas e Tecnologia.

### 3 RESULTADOS

O sistema LIMS permitiu aos laboratórios maior controle das atividades do laboratório, redução do trabalho e erros associados ao controle dos planos de amostragem, automação do ciclo de vida das amostras e análises, facilidade no controle de qualificação e distribuição de tarefas aos analistas, aquisição de dados de análise diretamente dos equipamentos, registro de dados brutos diretamente em meio eletrônico, cálculo automático dos resultados e comparação automática com os limites de especificação para emissão de pareceres, bem como a publicação automática dos resultados para o sistema PIMS da planta, entre outras funcionalidades importantes que garantiram de imediato que toda e qualquer

atividade realizada no sistema tenha o responsável, data e hora registradas garantindo confiabilidade, segurança e rastreabilidade total do processo de análise.

Com a automação do plano de amostragem foi possível eliminar o trabalho manual envolvido e garantir o cumprimento do plano de amostragem, contribuindo assim para um processo mais rápido e com a eliminação de potenciais erros de solicitação das amostras ao laboratório. Além disso, a integração dos sistemas LIMS e PIMS proporcionou que os resultados sejam informados à produção em menor tempo e sem erros, viabilizando que as decisões certas sejam tomadas no tempo certo.

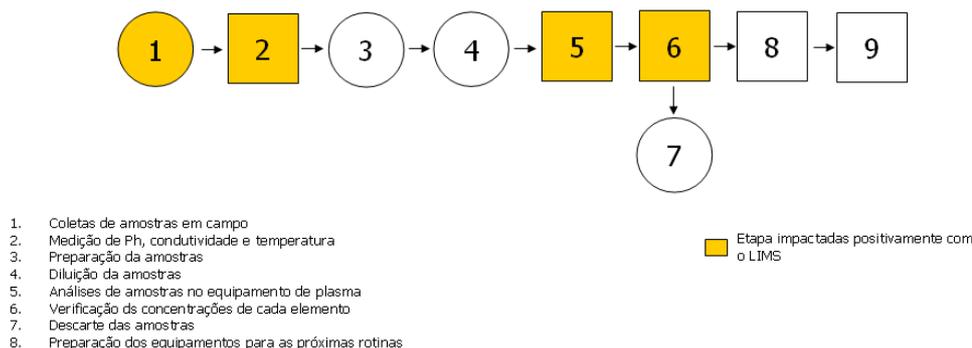
A integração com os equipamentos de análise para aquisição de dados dos resultados de análise garantiu a eliminação total do processo de transcrição de dados nas análises realizadas em determinados equipamentos, proporcionando imediatamente redução do tempo de liberação de resultados e dos erros associados. Neste caso, deve-se notar que um processo existente que não agregava valor ao processo, simplesmente deixou de existir e, desta forma, deixou de consumir recursos do laboratório.

O uso dos dispositivos móveis, por sua vez, garantiu a eliminação de duas ou mais etapas de transcrição de dados e cálculo manual de resultados, a comparação destes em relação aos limites de especificação do ponto de processo ou produto, proporcionando redução do tempo total de análise, eliminação de boa parcela dos erros humanos e devolução rápida dos resultados à produção, contribuindo para o aumento da qualidade e produtividade do laboratório.

Além disso, puderam ser avaliados muitos benefícios com o sistema, tais como:

- solicitação das amostras periódicas sem intervenção humana;
- eliminação das fichas de análise e cadernos de protocolo de amostras;
- eliminação das etapas manuais de transcrição de informações de amostras, dados brutos, cálculos e comparação dos resultados de análise com os limites (conforme evidência demonstrada nas Figuras 2 e 4);

#### Mapa de Processos – Laboratório de Meio Ambiente – Coletas em Campo



**Figura 4.** Fluxograma de Processos Laboratoriais depois da Implantação do LIMS.

- redução de dezenas de milhares de folhas de papel anualmente e conseqüentemente do espaço necessário para armazenamento;
- agilidade na rastreabilidade e resgate de informações do sistema;
- facilidade em gerir os tempos de resposta exigidos pelos departamentos;
- facilidade no estudo do comportamento dos produtos e matérias-primas;
- maior padronização do processo de análise independentemente do analista;

- adequação do laboratório de Meio Ambiente para acreditação segundo norma NBR ISO/IEC 17025;
- envio automático dos resultados de análise ao sistema PIMS;
- geração automática de laudos ambientais exigidos por órgãos legais;
- custo evitado na ordem de MMR\$ 1,3 com análises externas;
- Comprovação estatística que a implantação do sistema LIMS impactou positivamente no processo de transcrição de dados deslocando o nível Sigma do processo de -2,52  $\sigma$  para 3,24  $\sigma$  (conforme evidência nas Tabelas 1 e 2).

**Tabela 2.** Capabilidade do processo depois do projeto LIMS

Variável	Defeitos	Unidades	Oport	Total Oport	DPU	DPO	DPMO	Shift	Capabilidade Long Term	Sigma
	<i>D</i>	<i>U</i>	<i>OP</i>	<i>TOP</i>	<i>DPU</i>	<i>DPO</i>	<i>DPMO</i>	<i>Shift</i>	<i>Sigma-L</i>	<i>Z.B.</i>
Entradas de Dados Manuais (volume mensal)	3	5000	1	5000	0,0006	0,000600	600	1,5	3,24	4,74
								1,5		
								1,5		
								1,5		
								1,5		
<b>Total</b>	<b>3</b>			<b>5000</b>		<b>0,000600</b>	<b>600</b>	<b>1,5</b>	<b>3,24</b>	<b>4,74</b>

Campos de Entrada	
<i>D</i>	Número Total de Defeitos
<i>U</i>	Número Total de Unidades
<i>OP</i>	Número de Oportunidades
<i>Shift</i>	Sigma Shift (Default: 1.5)

Campos Calculados	
<i>TOP</i>	U*OP
<i>DPU</i>	D/U
<i>DPO</i>	D/TOP = D/(U*OP)
<i>DPMO</i>	DPO * 1000000
<i>Sigma-L</i>	Nível Sigma Long Term
<i>Z.B.</i>	(Sigma-L)+Shift

## 4 CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos após a implantação, evidenciou-se que um processo bem conduzido de implantação de sistemas para automação e informática laboratorial pode contribuir significativamente com a produtividade do laboratório e redução do tempo de entrega dos resultados de forma totalmente equilibrada com a qualidade dos resultados gerados, garantindo a eficiência operacional e confiabilidade dos resultados gerados.

Como benefício adicional pode-se também evidenciar o atendimento dos requisitos de confidencialidade, integridade e rastreabilidade indicados na NBR ISO/IEC 17025, tornando assim o sistema da qualidade ainda mais robusto e facilmente auditável.

Desta forma, além dos resultados positivos no processo laboratorial, é possível proporcionar resultados mais confiáveis e em menor tempo para que os operadores e gestores de produção possam tomar decisões acertadas rapidamente, contribuindo assim com a redução de custos de produção e maior qualidade dos produtos.

## REFERÊNCIAS

- 1 Sistema de Gestão Votorantim – Metodologia LEAN Seis Sigma.
- 2 ISO/IEC 17025:1999 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories.
- 3 Manual de Engenharia de Aplicação – Labsoft Tecnologia Ltda – 2008.