

MAXIMIZAÇÃO DE GESTÃO LABORATORIAL ATRAVÉS DA IMPLANTAÇÃO DE LIMS – SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE INFORMAÇÕES DE LABORATÓRIO EM PROCESSOS METALÚRGICOS¹

Alexsandro Márcio da Silva²
Chrysler Peres Fernandes Guimarães³
Lucio Oliveira Magalhães⁴
Wellington Sales de Araujo⁵
Reinaldo Carvalho De Oliveira⁶

Resumo

O objetivo do projeto foi implantar um sistema de gestão laboratorial (LIMS), em substituição aos antigos instrumentos de gestão, com o viés de suportar os requisitos de performance e confiabilidade exigidas por um laboratório de análises químicas e físicas a fim de atender os processos críticos de uma metalurgia operando com capacidade expandida de produção. As informações laboratoriais são base para decisões críticas e vitais no processo de metalurgia do aço e o tempo de resposta é fundamental para que ações preventivas e corretivas sejam tomadas em tempo, evitando perdas e retrabalhos com conseqüente redução de custos e maior garantia de qualidade do produto. Para a implementação, utilizou-se as melhores práticas de metodologias ágeis disponíveis no mercado, baseadas em iterações menores do ciclo de especificação, desenvolvimento e validação, permitindo que os usuários interagissem com o sistema mais cedo do que em metodologias tradicionais (*waterfall*) antecipando possíveis problemas de requisitos. Desenvolvido sobre uma plataforma consolidada no mercado, possui funcionalidades prontas para o uso sem prejuízo das necessárias customizações particulares do usuário. A estas qualidades, somou-se a experiência de toda a equipe de trabalho e o resultado foi uma implantação integrada que elevou produtividade, eficiência e qualidade nas tarefas diárias do laboratório.

Palavras-chave: LIMS; Metalurgia; Análises químicas; Análises físicas.

LABORATORY MANAGEMENT MAXIMIZATION THROUGH THE LIMS IMPLEMENTATION – LABORATORY INFORMATION MANAGEMENT SYSTEM IN THE METALLURGICAL PROCESSES

Abstract

The project goal was to implement a Laboratory Information Management System (LIMS), replacing the old management tools in order to meet the performance and reliability requirements of the chemical and physical laboratory and to support the critical processes of the metallurgical operating with expanded production capacity. The laboratory information are the base for critical decision make in the steel metallurgy process and the response time is crucial for preventive and corrective actions to be taken in time, avoiding rework and losses with consequent saving cost and greater assurance for quality product. For implementation, we used the best practices of agile methodologies available in the market based on smaller iterations of the cycle of specification, development and validation, allowing users to interact with the system earlier than the traditional methodologies (*waterfall*) anticipating possible requirements problems. Built on an established platform, the packed has features ready to use but, allow also necessary customizations for private requirements. These qualities, in addition to the team experience, the result were an integrated implementation that increased productivity, efficiency and quality in the daily tasks of the laboratory.

Key words: LIMS; Metallurgy; Chemical analysis; Physical analysis.

¹ Contribuição técnica ao 15º Seminário de Automação e TI Industrial, 20 a 22 de setembro de 2011, São Paulo, SP.

² Gerente de Projeto – Chemtech;

³ Técnico de Desenvolvimento Especialista – CSN;

⁴ Especialista de TI – CSN;

⁵ Supervisor do Laboratório da Aciaria – CSN;

⁶ Supervisor do Laboratório da Metalurgia de Redução – CSN.

1 INTRODUÇÃO

Para qualquer processo produtivo, as informações laboratoriais são a base vital para o atendimento dos requisitos mínimos da especificação do produto, e conseqüentemente, se torna uma ferramenta para proporcionar a melhoria contínua da qualidade do produto e o controle do seu processo de produção.

O gerenciamento das informações laboratoriais é a forma mais eficaz para tornar essa ferramenta um método eficiente no controle do processo produtivo. As rotinas dos laboratórios, ou fluxo de trabalho, são a base desse gerenciamento, que vai desde o momento da coleta da amostra para a análise até a entrega do produto final, com a emissão do certificado de qualidade.

O LIMS (*Laboratory Information Management System*)⁽¹⁾ é o sistema especialista que atua no gerenciamento das rotinas dos laboratórios e proporciona a análise em tempo real do processo para garantir que a qualidade do produto esteja dentro da especificação desejada. Este sistema gerencia todo o ciclo de vida das amostras (requisição, recebimento, preparação, análise, cancelamento/ rejeição, transmissão de resultados, verificação de resultados e comparação com a especificação do produto), mantém a rastreabilidade dos resultados das análises durante todo o processo produtivo, busca as informações automaticamente dos instrumentos do laboratório, armazena todo o histórico das informações, o que permite compartilhar as informações de controle de qualidade com outros sistemas, verifica as calibrações de rotina comparando os valores obtidos com os limites de trabalho dos padrões de verificação interna, garantindo a qualidade da medida dos equipamentos de análise.

No contexto da Metalurgia do Aço, o tempo de resposta do sistema com os resultados das análises para a tomada de decisão, é fundamental para que ações preventivas e corretivas sejam tomadas em tempo, evitando perdas e retrabalhos com conseqüente redução de custos e maior garantia de qualidade do produto.

Com o objetivo de maximizar a gestão dos laboratórios de análises químicas e físicas, para atender os requisitos de performance e confiabilidade exigidas por estes laboratórios dentro dos processos críticos de uma metalurgia operando com capacidade expandida de produção, a CSN implantou um sistema LIMS nos laboratórios de Espectrometria (Metalurgia do Aço) e Central (Metalurgia de Redução) em substituição dos sistemas legados.

1.1 Laboratórios

O Laboratório de Espectrometria é responsável pelos testes analíticos do processo de produção da Metalurgia do Aço (Figura 1) e pelas análises químicas das amostras de matérias-primas desse processo (aço, coque, sinter, escórias, minério de ferro, gusa, carvão, calcário, dolomito, pelotas, resíduos, entre outros materiais) na CSN.

A necessidade de resultados precisos com tempo de resposta extremamente curto são os maiores requisitos deste laboratório. O processo de Re-sopro é um exemplo desse requisito, pois esse processo crítico da metalurgia do aço necessita que os resultados de uma amostra estejam disponíveis em no máximo 2,5 minutos (a partir do recebimento da amostra no laboratório). Caso contrário, as correções inerentes do processo não poderão mais ser executadas, causando perda de especificação do produto, retrabalho em operações posteriores ou até mesmo perda do lote em casos extremos. Os instrumentos disponíveis no laboratório são analisadores por

combustão para Carbono e Enxofre, analisadores por combustão para Oxigênio e Nitrogênio (LECOs), Espectrômetros de Fluorescência de Raios-X e Espectrômetros de Emissão Ótica, que são integrados ao sistema de gestão do laboratório.

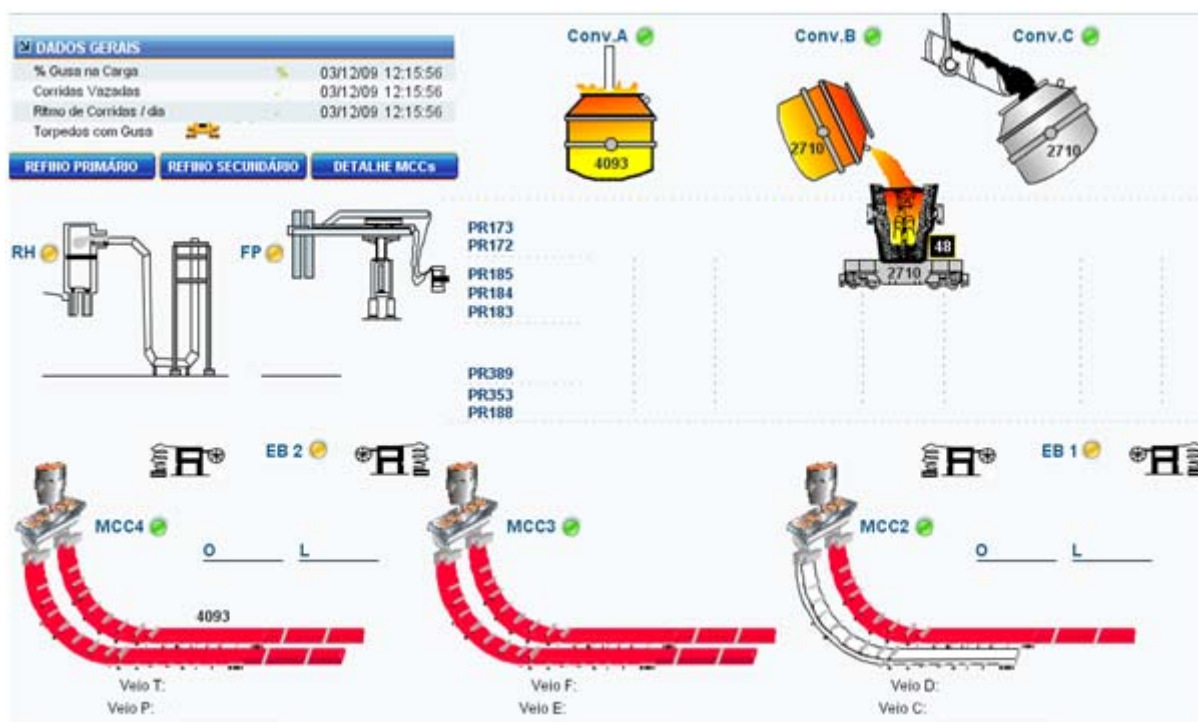


Figura 1. Esquema do processo metalurgia do aço.

O Laboratório Central é responsável pelos testes e ensaios físicos, físico-químicos, gravimétricos, termogravimétricos e instrumentais das diversas matérias-primas usadas no processo da Metalurgia de Redução (Figura 2). O requisito mais crítico desse laboratório é o volume de análises e a grande quantidade de cálculos complexos para geração de parâmetros calculados, baseados nas medições inferidas. O laboratório produz em média 7.200 resultados mensais, sendo a maior parte de análises de rotina.

Grande parte dos equipamentos é de geração antiga, não contendo interfaces micro-processadas que permitam coleta de resultados automáticos. Possuía vários sistemas que não se comunicavam e por esse motivo havia redundância na entrada de dados manuais.

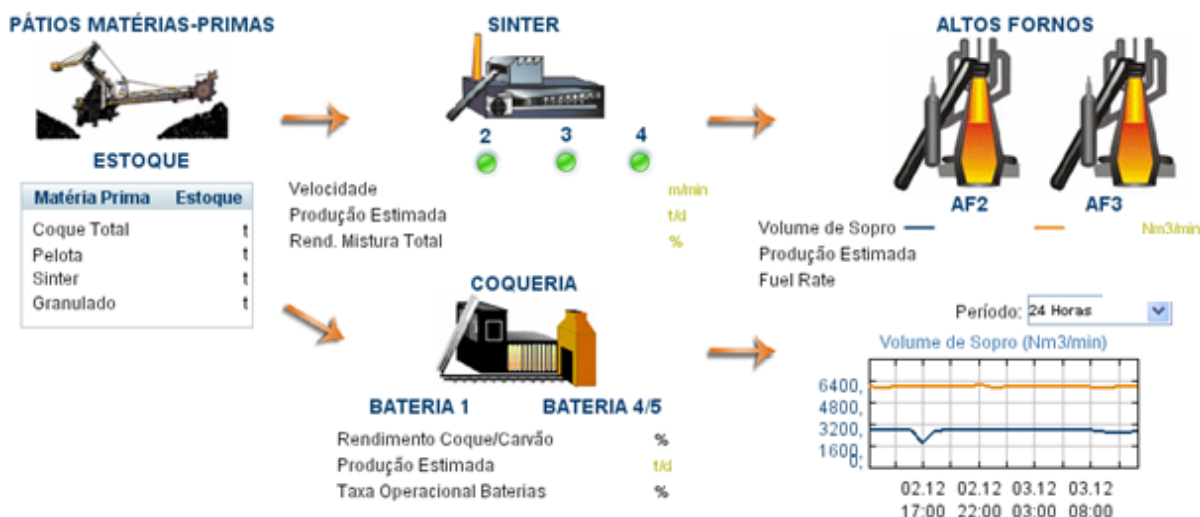


Figura 2. Esquema do processo Metalurgia da Redução.

1.2 Objetivos e Resultados Esperados

A substituição do sistema LIMS dos laboratórios de Espectrometria e Central foi motivada pelos reflexos que o avanço tecnológico da nova ferramenta e arquitetura proposta iria proporcionar. Tais reflexos atuariam diretamente: no aumento da produtividade nas atividades de rotina do laboratório, maior disponibilidade dos instrumentos, integração com outros sistemas de produção que dependem dos resultados das análises, mais agilidade na comunicação entre os dois laboratórios e também a acessibilidade do sistema.

Com o avanço tecnológico, problemas, como os listados abaixo, seriam solucionados de maneira eficiente:

- Sistema atual (Procom) com descontinuidade tecnológica, manutenção cara e restrita ao horário administrativo;
- Sistema operacional openVMS (*Open Virtual Memory System*) que limita o acesso ao sistema somente a rede do laboratório;
- integração com outros sistemas feita somente via BEA MessageQ;
- funcionalidades nos sistemas atuais que não cobriam todos os requisitos do laboratório;
- sistema não permite parametrização configurável;
- histórico limitado;
- carta CEP dissociada e manual;
- comunicação entre laboratórios via formulário CSN;
- instrumentos interligados ao sistema via um concentrador, onde a parada do mesmo acarreta em parada de todos os instrumentos do laboratório;
- gerenciamento de documentos, procedimentos, estoque, disponibilidade de equipamentos, calibrações, tratamento de anomalias e ativos dissociados;
- não havia trilhas de auditoria nas operações do laboratório;
- baixo nível de segurança;
- alto índice de entradas de dados manuais, monousuário e repetitivos; e
- sem integração com o sistema MES, Nível 2 e PIMS;

Todos esses fatores, uma vez solucionados, acarretariam em redução de custos pelo aumento da produtividade nas tarefas diárias do laboratório.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Metodologia de Implementação

Como metodologia de implementação, desde o levantamento de requisitos até a implantação, foi utilizado os conceitos e práticas de metodologias ágeis para desenvolvimento de *software*. Essa metodologia é representada por vários métodos, tais como *Scrum*,⁽²⁾ *Extreme Programming (XP)*⁽³⁾ e outros,^(4,5) cujo foco está em várias iterações no processo de requisitos e desenvolvimento, apresentando um produto pronto e evoluído a cada iteração.

Aplicando essa metodologia ao projeto LIMS na CSN, o sistema foi dividido em módulos, onde a especificação e desenvolvimento de cada módulo caracterizavam uma iteração. Desta forma, os módulos foram seqüenciados e priorizados de acordo com sua relevância para o laboratório e dependência entre eles. Dependendo também da complexidade do módulo e esforço necessário para o seu desenvolvimento, uma iteração poderia conter mais de um módulo, ou um módulo poderia estar presente em mais de uma iteração.

Separados em módulos funcionais, cada parte do sistema pôde ser analisada de forma criteriosa e comparada aos seus requisitos. Outro fator importante que essa metodologia ajudou a controlar foram as diferenças entre laboratórios, pois o mesmo módulo funcional poderia ter diferenças de requisitos quando aplicado em laboratórios diferentes.

Os módulos funcionais implantados foram: Gerenciamento de amostras, Gerenciamento de insumos e estoque, Gestão de ocorrências, Módulo de cadastro e configuração, Controle da calibração dos equipamentos, Controle estatístico do processo, Controle da verificação diária dos equipamentos e Módulo de interfaces.

2.2 Soluções Técnicas

A ferramenta utilizada na implantação do sistema LIMS na CSN foi o LABLynx,⁽⁶⁾ da empresa norte americana LABLynx, Inc. A interface de operação utilizada no sistema é baseada em telas *web*, construídas com ferramentas disponíveis no mercado para o desenvolvimento de sites Intranet, e acessadas via *browser*.

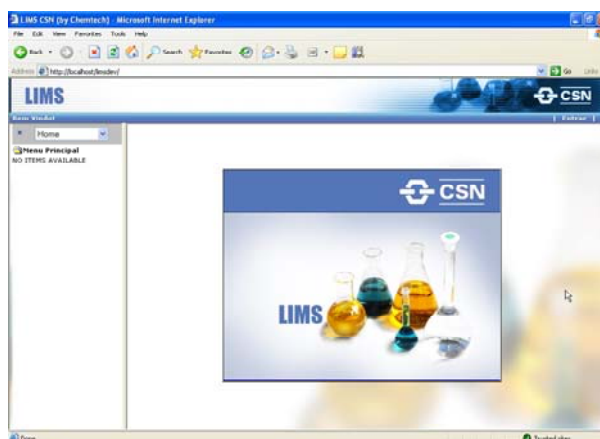


Figura 3. Tela de entrada do sistema LIMS.

Nesta ferramenta, foram desenvolvidos e configurados todos os módulos funcionais do sistema, cobrindo todos os requisitos funcionais do laboratório. Em relação à

arquitetura do sistema, a aplicação não fica mais restrita a rede do laboratório, pois o servidor LIMS passou para a rede corporativa da CSN, tornando a solução acessível a qualquer nível organizacional da empresa. O sistema operacional mudou para a plataforma Windows 2003 Server, o que permitiu também uma melhor integração com outros sistemas de apoio a produção (MES e PI) que utilizam essa mesma plataforma.

Para a comunicação com os instrumentos dos laboratórios, foi inserido na arquitetura do sistema um conversor RS232 x *Ethernet* individual para cada instrumento, em substituição do concentrador. Foi desenvolvido dentro do módulo de interfaces, um serviço que controla toda a comunicação entre o sistema e os instrumentos. Dessa forma toda a comunicação se dá diretamente entre os instrumentos e o servidor de aplicação, via rede *ethernet*, não necessitando mais de *desktops* ligados aos instrumentos somente para intermediar essa comunicação. A retirada do concentrador evita também as paradas gerais dos instrumentos quando necessitava de manutenção.

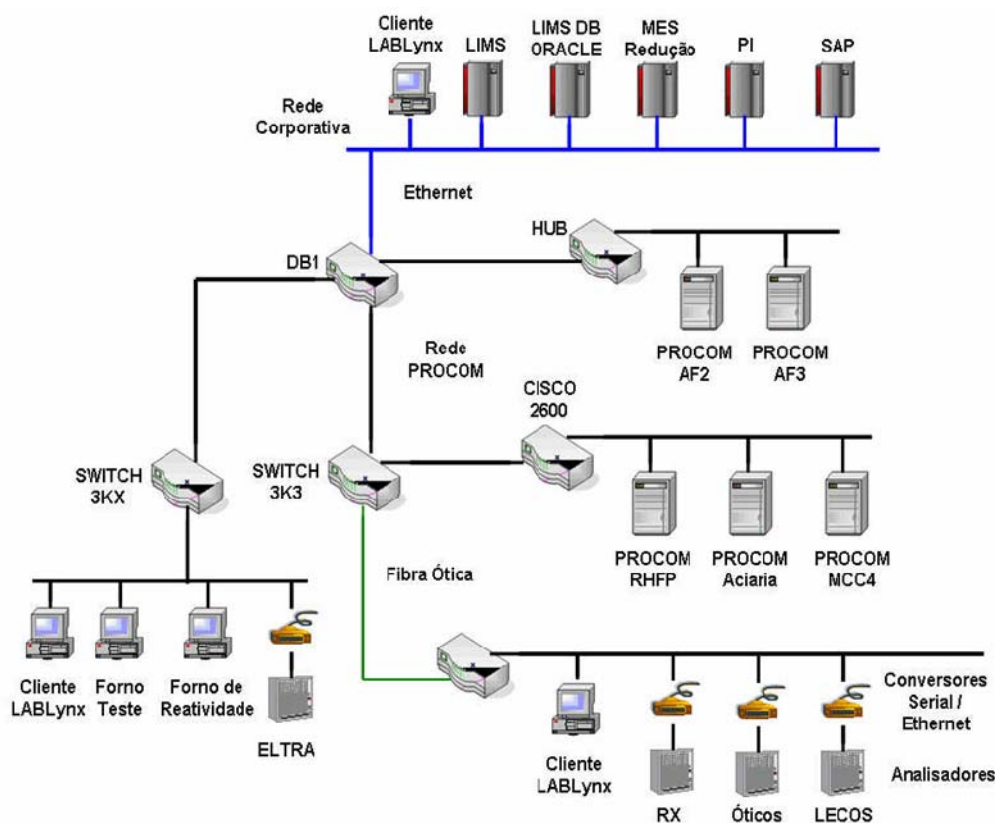


Figura 4. Arquitetura de rede do sistema LIMS.

A integração do sistema LIMS com outros sistemas se dá conforme listado abaixo:

- *webservices*: para os sistemas MES (Heimdall e Redução), sistema de especificação do aço (FEA);
- interface PI: biblioteca desenvolvida pela Chemtech utilizando as APIs de comunicação com o OSIsoft PI System;
- BEA MessageQ: para troca de mensagens com os PROCOMs da aciaria, Altos Fornos, RHFP e MCCs; e
- TCP/IP: para a comunicação com os instrumentos dos laboratórios.

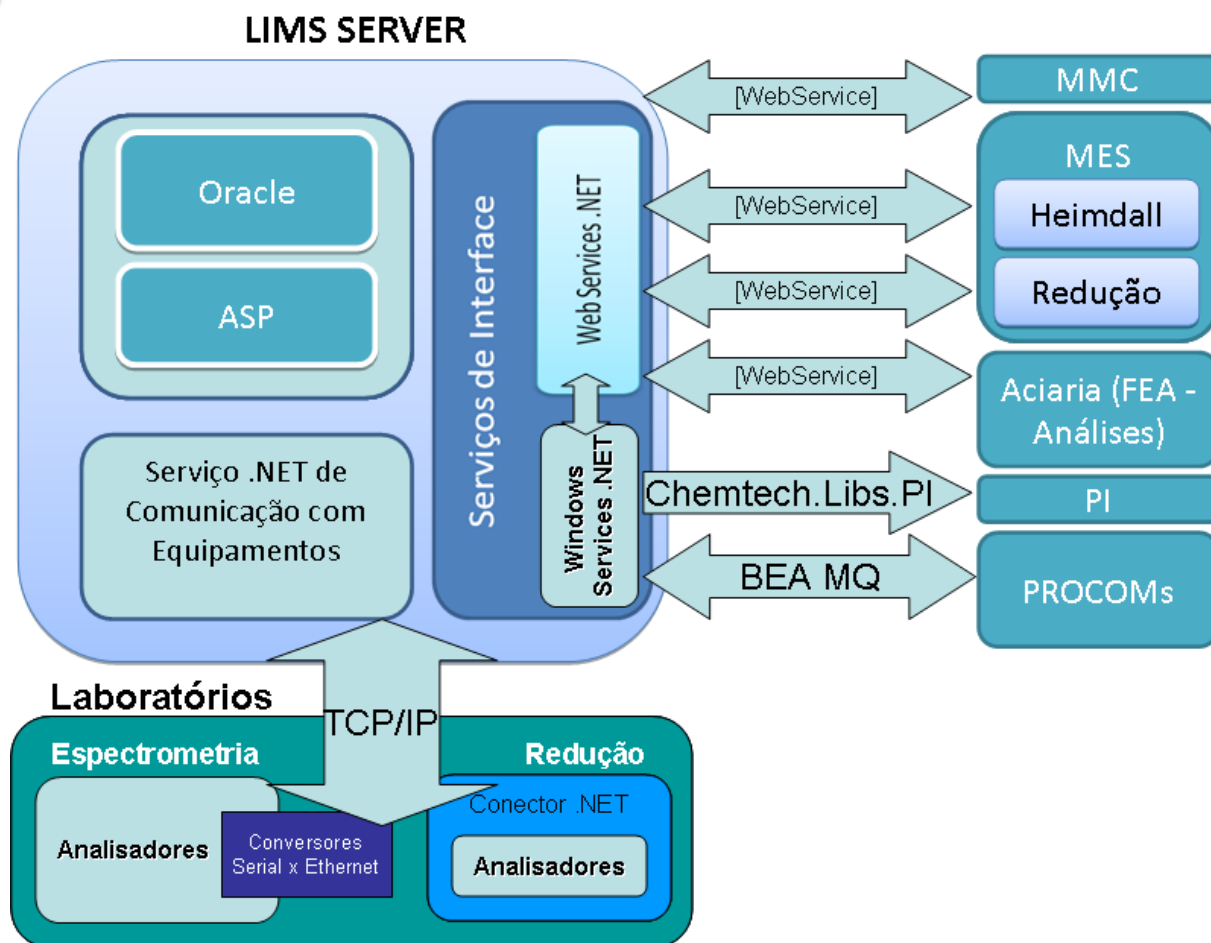


Figura 5. Integração do sistema LIMS com outros sistemas.

Para a implantação do sistema LIMS, devido à criticidade do processo, foi necessário o planejamento da troca dos sistemas a quente, ou seja, sem parada de produção e sem que as análises realizadas pelos dois laboratórios fossem interrompidas. A solução foi manter os dois sistemas, PROCOMs e LIMS rodando em paralelo, dividindo a demanda de análises dos laboratórios em duas partes, uma sendo executada pelo atual sistema e outra pelo LIMS. Os instrumentos também foram divididos entre os dois sistemas e conectados de forma proporcional a demanda de análises de cada um.

Conforme o sistema LIMS mostrou-se estável, toda a demanda dos laboratórios foi direcionada a ele. Os PROCOMs ainda ficaram disponíveis por algumas semanas como forma de contingência para o sistema LIMS.

3 RESULTADOS

Os resultados do projeto foram levantados e divididos em dois grupos: Qualitativos e Quantitativos.

3.1 Resultados Qualitativos

Tabela 1. Resultados qualitativos do projeto LIMS

Antes do LIMS	Após o LIMS
Apontamento em diversos sistemas / planilhas	Em um único sistema
Sistema com funcionalidades obsoletas	Moderno e flexível com possibilidade de expansão das funcionalidades
Sistema não permite parametrização	Parametrizável e customizável
Acesso ao sistema via KEA	Via intranet da CSN
Contrato de manutenção de hardware 8x5	Contrato manutenção hardware/software 24x7
Alto índice de retrabalho	Redução significativa de retrabalho
Precariedade na rastreabilidade, confiabilidade, histórico e segurança	Base de dados relacional e integrada
Estações de trabalho com baixa performance	Revitalização da rede e das estações trabalho
Sistema monousuário sem controle de acesso	Sistema multiusuário com controle de acesso
Carta CEP dissociada e manual	Carta CEP integrada e automatizada
Comunicação via formulário entre laboratórios	Integrada via sistema
Restrição do sistema inviabiliza automação com equipamentos e sistemas	Sistema moderno e flexível com possibilidades de novas integrações
Equipamentos ligados a um único concentrador	Conexão independente para cada instrumento
Gerenciamento de documentos dissociado do sistema	Gerenciado pelo sistema
Controle de estoque de produtos dissociado e manual	Gerenciado pelo sistema e semi-automático
Controle da disponibilidade / manutenção dos equipamentos dissociados	Gerenciado pelo sistema com gestão de prazos
Gestão de ativos e calibrações dissociados	Gerenciado pelo sistema
Procedimentos operacionais dissociados	Gerenciado pelo sistema
Sistema de tratamento de anomalias dissociado	Gerenciado pelo sistema com gestão de prazos

3.2 Resultados Quantitativos

Tabela 2. Resultados quantitativos do projeto LIMS

Após o LIMS
Redução no tempo de execução das análises em 13%, devido a não necessidade de anotar os resultados em formulários.
Economia de 24% em despesas de digitalização de fichas de composição química.
O sistema LIMS substituiu 5 sistemas que fazia a gestão dos laboratórios e também mais de 20 planilhas em Excel.
O projeto possibilitou a economia de 4% no orçamento de manutenção e melhorias dos laboratórios.

4 CONCLUSÃO

O projeto LIMS conseguiu atingir de forma completa os objetivos de sua implantação. Com a análise de seus resultados, definiu-se que o sistema LIMS deveria se tornar uma ferramenta corporativa, e que a sua expansão para os demais laboratórios da Usina já é uma estratégia. A prova dessa afirmação é a implantação desta mesma ferramenta no laboratório de análises químicas e físicas da Unidade Casa de Pedra.

Um ponto de extrema relevância para projetos de implementação de sistemas LIMS é o envolvimento no projeto dos clientes do laboratório (áreas que dependem das análises feitas pelo laboratório). Como o foco do projeto é a gestão do laboratório, é comum deixar os requisitos desses clientes como segundo plano. Esses requisitos podem ser tão complexos, que a adequação de suas ferramentas, processos e cálculos podem ter a dimensão do próprio projeto LIMS.

Outro fato relevante do projeto foi a unificação das informações do laboratório em um único sistema, o que possibilitou a desativação das planilhas de cálculos Laborato e Carvorato, que eram as duas principais fontes de consulta a dados históricos dos resultados. Além disso, o controle online da especificação do produto (FEA) que emite alerta para os técnicos informando que elementos apresentam valor incompatível com a especificação.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer a CSN e a Chemtech pela oportunidade de expor as experiências adquiridas neste trabalho, e também um especial agradecimento à equipe dos laboratórios e do projeto LIMS, que muito contribuíram para o sucesso do projeto.

REFERÊNCIAS

- 1 HILTON, Mary D. Laboratory Information Management Systems: Development and Implementation for a Quality Assurance Laboratory. Hardcover, Oct. 1994.
- 2 SCHWABER, Ken; SUTHERLAND, Jeff. SCRUM, 2008-2010. Disponível em: <<http://www.scrum.org/storage/scrumguides/Scrum%20Guide%20-%20PTBR.pdf#view=fit>>. Acesso em 18 Nov. 2011.
- 3 BECK, K.; ANDRES, C. Extreme Programming Explained: Embrace Change (2nd Edition). Paperback, Nov. 2004.
- 4 SANTOS, Rogério Guaraci; LUZ, Giulian Dalton. Métodos Ágeis. Instituto de Matemática e Estatística da Universidade de São Paulo, São Paulo, Disponível em: <http://www.ime.usp.br/~gdaltonl/ageis/ageis_6pp.pdf>. Acesso em: 16 Nov. 2011.
- 5 SOARES, Michel dos Santos. Comparação entre Metodologias Ágeis e Tradicionais para o Desenvolvimento de Software, Out. 2004. Disponível em: <<http://www.dcc.ufla.br/infocomp/artigos/v3.2/art02.pdf>>. Acesso em: 16 Nov. 2011.
- 6 LABLYNX, Inc. Elab Training Manual. Mar. 2009.