

SISTEMA DE GERENCIAMENTO DO LABORATÓRIO QUÍMICO DA ACIARIA DA ARCELORMITTAL TUBARÃO¹

Gercilio Carlos Zuqui Junior²
Alex Matilha³
Edgar Adrian⁴
Marcos Roberto Lima⁵
Vinícius Martins⁶

Resumo

O laboratório Químico da Aciaria é responsável pela realização de análises de um grande número de amostras diariamente, sendo fundamental para a operação de uma usina siderúrgica. Para melhorar a gestão operacional do laboratório identificou-se a necessidade do desenvolvimento de um sistema de gestão de amostras. Este trabalho visa apresentar todas as etapas do projeto deste sistema, englobando o processo de identificação dos fornecedores, customização do produto e implantação do sistema. Ao final deste serão mostrados os principais ganhos obtidos com a utilização do novo sistema.

Palavras-chave: Laboratório químico da aciaria; Aoluções LIMS; Gestão de amostras.

CHEMICAL LABORATORY MANEGEMENT SYSTEM OF STEELMAKING PROCESS OF ARCELOR MITTAL TUBARÃO

Abstract

The chemical laboratory of steelmaking process is responsible for a large amount of samples per day, being crucial for a steel plant operation. To improve the operational management of the laboratory it has been identified the necessity of developing a sample management system. This article will show all steps of the project, including supplier identification, product customization and startup. At the end of this article it will be shown the key achievements of the solution chosen.

Key words: Steelmaking chemical laboratory; LIMS solutions; Sample management.

¹ Contribuição técnica ao 14º Seminário de Automação de Processos, 6 a 8 de outubro de 2010, Belo Horizonte, MG.

² Especialista em Automação e Controle de Processo da ArcelorMittal Tubarão.

³ Gerente da Área do Laboratório do Aço e Teste Mecânico da ArcelorMittal Tubarão.

⁴ Especialista do Laboratório Químico da ArcelorMittal Tubarão.

⁵ Técnico de Análise de Via Úmida da ArcelorMittal Tubarão.

⁶ Especialista em Soluções LIMS da ICR3 Científica.

1 INTRODUÇÃO

O laboratório Químico da Aciaria é responsável pela realização de análises de um grande número de amostras diariamente provenientes de diversas unidades da usina, principalmente da aciaria. Através dos resultados gerados pelo laboratório torna-se possível a monitoração da qualidade no processo produtivo, mantendo a composição química do produto dentro das especificações. A gestão das amostras recebidas no laboratório é fundamental para possibilitar que todo este mecanismo funcione, uma vez que um problema neste pode ocasionar perdas no processo produtivo e conseqüentemente prejuízo. Em virtude disto, foi identificada a necessidade desenvolver um Sistema de Gerenciamento de Amostras.

O presente trabalho visa apresentar todas as etapas deste projeto, eglobando o levantamento de requisitos, a seleção dos fornecedores, a configuração para a realidade da ArcelorMittal Tubarão e a implantação do sistema. No final, serão apresentados os benefícios obtidos bem como as próximas etapas a serem desenvolvidas.

1.1 Situação Anterior

No processo operacional do laboratório vários procedimentos analíticos devem ser executados para geração dos resultados objetivados. Cada equipamento utilizado gera uma série de informações que devem ser avaliadas pelos técnicos do laboratório para identificação da composição do material em análise.

Um *middleware*, chamado Telex, foi desenvolvido para realizar a coleta das informações geradas pelos equipamentos e envio dos resultados. Estas informações eram enviadas para o computador de processo da Aciaria, que fazia a redistribuição caso necessário. Esta solução não preservava histórico dos resultados gerados por amostra, nem possuía a robustez necessária para atender um laboratório de tamanha importância para a usina.

1.2 Situação Objetivada

Desenvolver um sistema que auxilie o processo operacional e a gestão do Laboratório Químico da Aciaria.

2 METODOLOGIA

Este capítulo descreve a estratégia adotada para desenvolvimento do projeto, mostrando as soluções adotadas para cada aspecto identificado.

2.1 Requisitos

A definição de premissas e requisitos é fundamental para o sucesso do projeto. A geração da especificação técnica de contratação foi feita em conjunto pelas equipes da automação e do laboratório. O objetivo desta especificação era identificar as necessidades do laboratório, de forma a deixar bem claro para o fornecedor o trabalho que deveria ser desenvolvido.

A premissa da utilização de uma ferramenta LIMS (conhecidas com ferramentas LIMS – *Laboratory Information Management System*)⁽¹⁾ de mercado guiou o trabalho da identificação de requisitos. Dentre os quais, destacam-se:

- possibilitar o *tracking* das etapas envolvidas na análise da amostra;
- criar ferramentas que agilizem o processo operacional;
- armazenar os dados de forma histórica;
- criar ferramentas de gestão de performance;
- facilitar a integração entre as sub-unidades do laboratório; e
- prover o envio automático de resultados.

2.2 Identificação de Fornecedores

Para atender a premissa de utilizar uma ferramenta LIMS de mercado para a gestão de amostras, foi necessário identificar os fornecedores qualificados no mercado. A utilização deste tipo de ferramenta visa economizar tempo de desenvolvimento além de aumentar a confiabilidade da solução adotada, pois trata-se de um software de mercado largamente utilizado, testado e constantemente atualizado.

Uma pesquisa foi feita no mercado buscando os principais fabricantes de soluções LIMS. A solução proposta pela Labware LIMS Solutions foi selecionada para o projeto, em parceria com a ICR3, representante da mesma no Brasil.

2.2 Desenvolvimento do Projeto

O processo operacional do laboratório inclui uma grande variedade de materiais, procedimentos analíticos e tempos de reposta. Buscando facilitar o desenvolvimento e acompanhamento do projeto, este foi dividido nas seguintes etapas:

- Fluxo de Amostras de Rotina;
- Fluxo de Amostras de Tempo Real;
- Fluxo de Calibração;
- Fluxo de Amostras de Extra-Rotina;
- Integração com Equipamentos Analíticos; e
- Integração com os demais sistemas de Nível 2 e Nível 3.

2.3.1 Fluxo de amostras de rotina

As amostras de rotina contemplam todos os materiais que fazem parte da rotina diária do laboratório, não necessitando de resposta em tempo real. Estas análises podem possuir interação de duas ou mais sub-unidades do laboratório (preparação, via-úmida e espectrometria), tendo como principais instrumentos analíticos: Raio X, Lecos, Absorção Atômica e UV-Visível.

Os principais materiais analisados no fluxo de rotina são: matérias primas, gusa, ferro-ligas, escória de AF, fundição, recirculados e outros. Os instrumentos utilizados para estas análises são Raios-X e Lecos.

O fluxograma deste processo é apresentado a seguir:

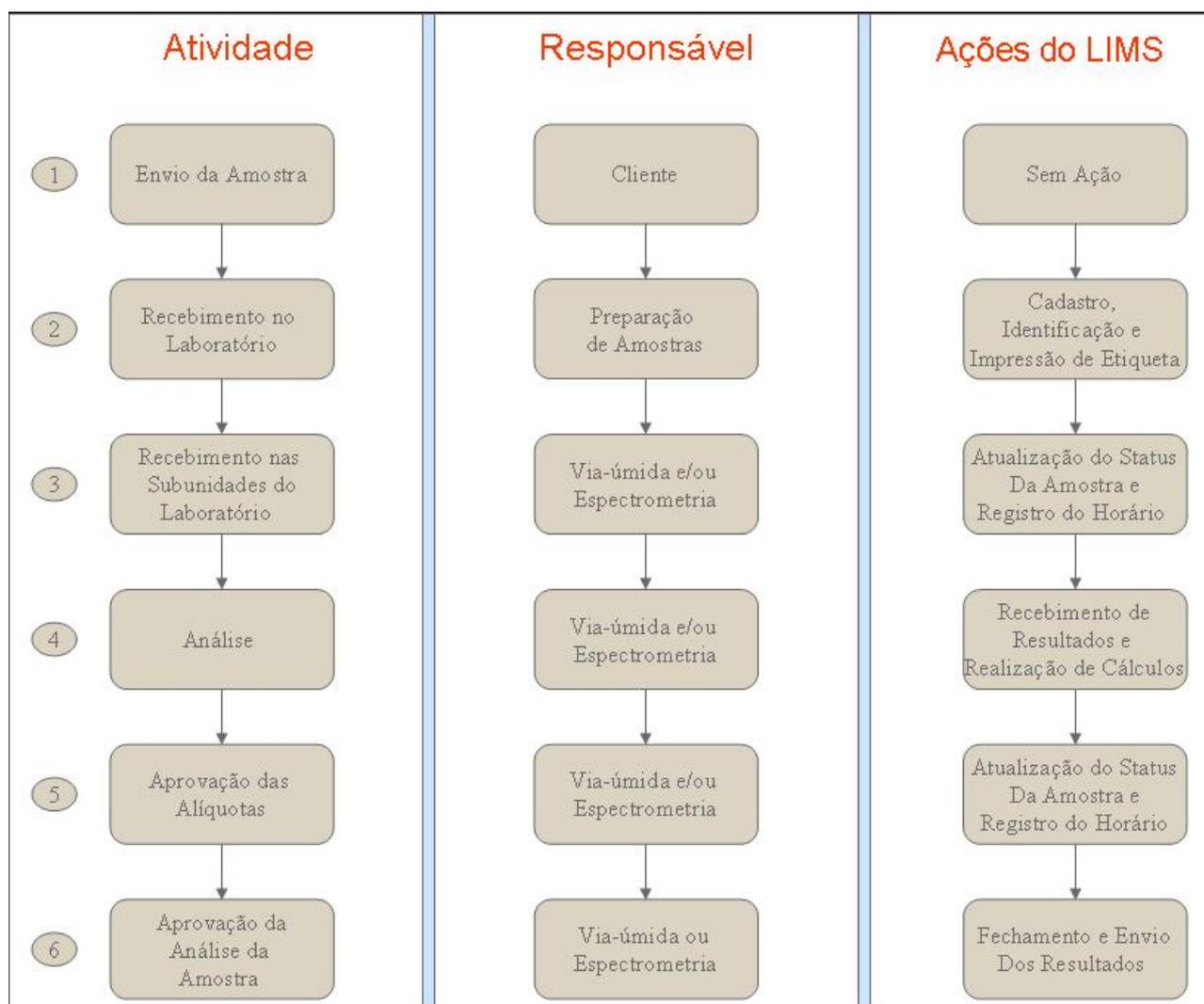


Figura 1 – Fluxo de Análises de rotina.

Este fluxo acontece da seguinte forma:

- Primeiramente o cliente envia amostra proveniente do processo produtivo para o laboratório;
- Esta será recebida na área de Preparação de Amostras, que é responsável pela preparação das amostras e redistribuição interna das mesmas. Neste momento o cadastro da amostra é feito no LIMS, ficando a cargo do sistema a identificação dos ensaios necessários, de acordo com o material e a origem, além da divisão da amostra em alíquotas, em função dos laboratórios que serão utilizados (preparação, via-úmida e/ou espectrometria). Cada etiqueta de código de barras impressa identificará as alíquotas dentro do laboratório.

Figura 2 – Cadastro de amostras.

- Cada alíquota gerada é recebida pelos técnicos de via-úmida e espectrometria, iniciando assim o processo de análise da amostra. Neste momento o sistema atualiza o status de cada alíquota e da amostra, bem como registra os horários.

Figura 3 – Recebimento de Amostras.

- Inicia-se então o processo de análise da amostra, onde serão executados os ensaios programados para cada alíquota. O sistema armazena todas as informações geradas, realiza os cálculos necessários e atualiza o status das alíquotas ao final de cada procedimento.

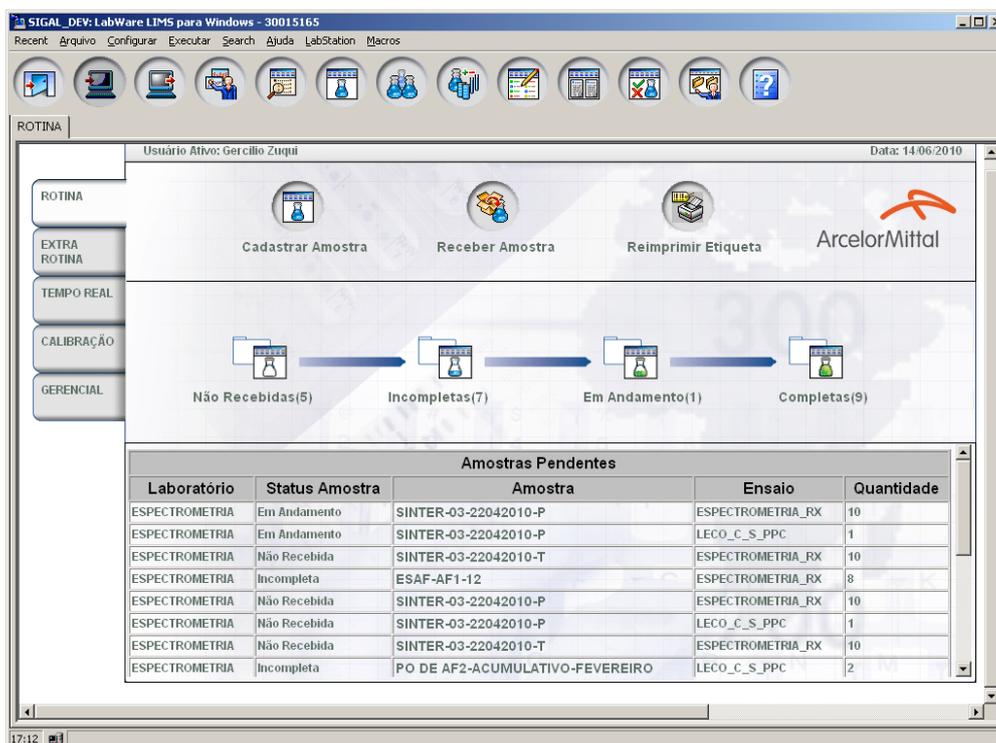


Figura 4 – Fluxograma de Rotina para os técnicos de via-úmida.

- Cada alíquota analisada é aprovada de forma individual pelos técnicos responsáveis e seus resultados serão utilizados na composição do resultado geral da amostra. O sistema registra o horário de aprovação e o responsável para cada alíquota;
- Após a execução todos os testes necessários, o técnico se responsabiliza por consolidar os resultados gerados. O sistema exibe todas as informações da amostra de forma clara, executa o cálculo de fechamento (quando necessário), e transmite os resultados na aprovação, de forma automática, para o cliente.

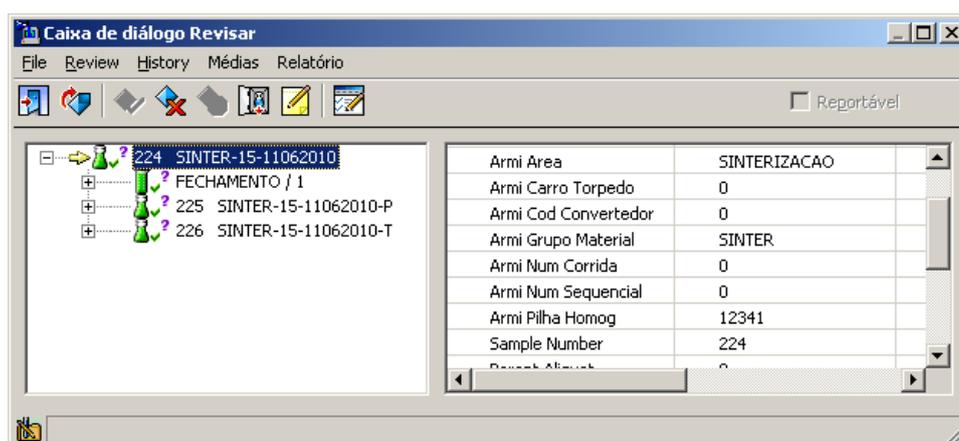


Figura 5 – Liberação de Resultados.

2.3.2 Fluxo de amostras de tempo real

O fluxo de tempo real trata de amostras provenientes de todas as unidades da Aciaria que demandam resposta em tempo real. O resultado da análise destas amostras guia às ações a serem tomadas para produzir o aço com a qualidade

requerida. Espectrômetros óticos e Lecos são os principais equipamentos utilizados para analisar estas amostras.

Para as análises de tempo real, a amostra chega ao laboratório via correio pneumático, é analisada e o resultado é liberado imediatamente. Estas informações são transmitidas para o computador de processo da Aciaria (BOF PROCOM) que as repassa diretamente para a operação da Aciaria através dos computadores de processo da cada área.

Estas amostras recebem tratamento especial, seguindo um fluxo operacional bem diferente das amostras de rotina, conforme descrito abaixo.

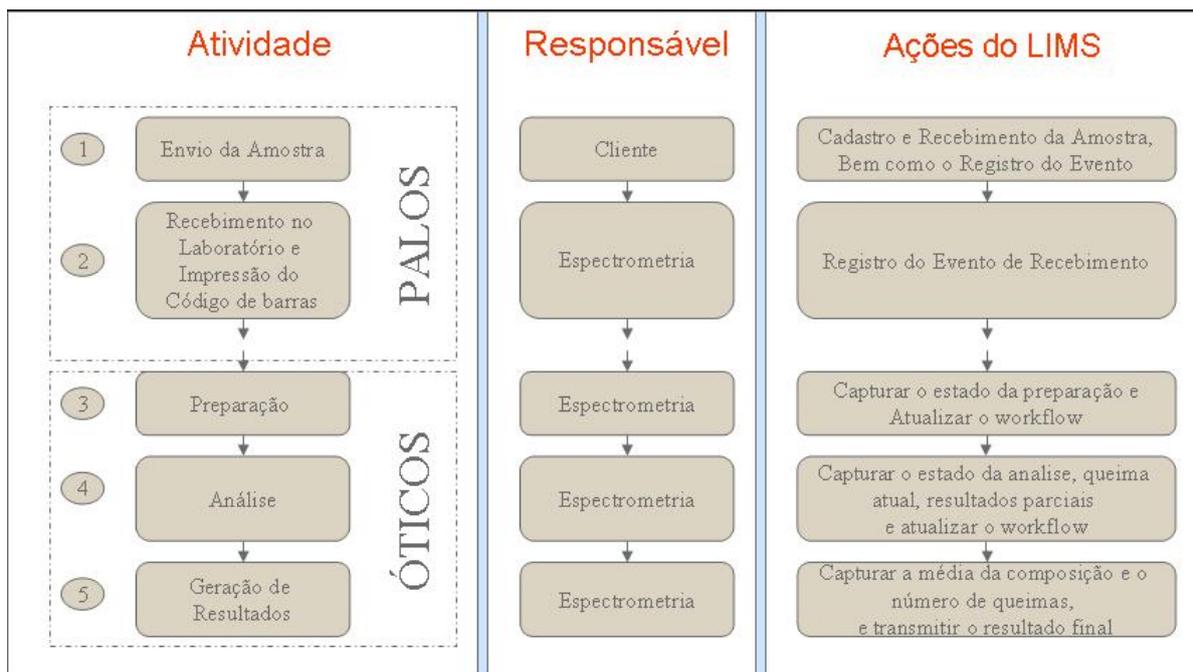


Figura 6 – Fluxo de comunicação Tempo Real.

- O cliente (operação da aciaria) envia amostra proveniente do processo produtivo para o laboratório via correio pneumático. No momento do envio, o sistema Supervisório do correio pneumático (PALOS) gera a identificação da amostra e envia uma mensagem com os dados da amostra para o LIMS. Baseado na mensagem, o LIMS cadastra e recebe a amostra, bem como registra o evento de envio.
- No momento em que a amostra chega ao laboratório, o técnico a retira do correio pneumático para iniciar o processo de análise. Baseado nesta ação o PALOS imprime a etiqueta com a identificação da amostra e envia uma mensagem informando o evento para o LIMS. Ao receber a mensagem, o LIMS registra a hora de recebimento da amostra.
- O técnico identifica e coloca a amostra no Espectrômetro Ótico, ficando o robô do espectrômetro ótico, chamado SMS, responsável pela preparação da mesma. O LIMS mantém uma comunicação com o SMS para manter-se informado, atualizando assim o workflow das amostras de tempo real.
- Após a preparação o SMS inicia a análise, podendo ser feita de duas a quatro queimas. Cada queima gera a composição da amostra, porém o resultado só é liberado quando uma média é atingida respeitando o desvio padrão adequado. O LIMS continua comunicando-se com o SMS para atualizar o

workflow de tempo real. O resultado da primeira queima é capturado para amostras do Convertedor.

- Ao atingir-se a média da composição dos elementos, o resultado é liberado pelo espectrômetro óptico. O LIMS captura o resultado gerado e o envia para o computador de processo da área cliente automaticamente. Algumas amostras, dependendo do aço sendo produzido, necessitam de análise em um dos Lecos. Neste caso, o LIMS captura as informações geradas pelo Leco e envia um resultado consolidado para o cliente.

O grande desafio para estas amostras é o volume (65% das 20.000 análises/mês) e o tempo de resposta (cerca de 4 min desde o envio da amostra até a resposta com os resultados). Como estas amostras tratam da composição do aço em produção na Aciaria, o tempo de resposta torna-se fundamental para dar produtividade à planta, pois atrasos na geração de resultados podem gerar grande impacto na Aciaria.

2.3.3 Fluxo de calibração

Estas são amostras com composição padrão utilizadas na calibração dos equipamentos analíticos e como referência para análises de rotina. O gerenciamento de seus resultados é importante para acompanhamento da operação de cada equipamento.

O LIMS é o responsável pela geração amostra, sua identificação, bem como o armazenamento de seus resultados.

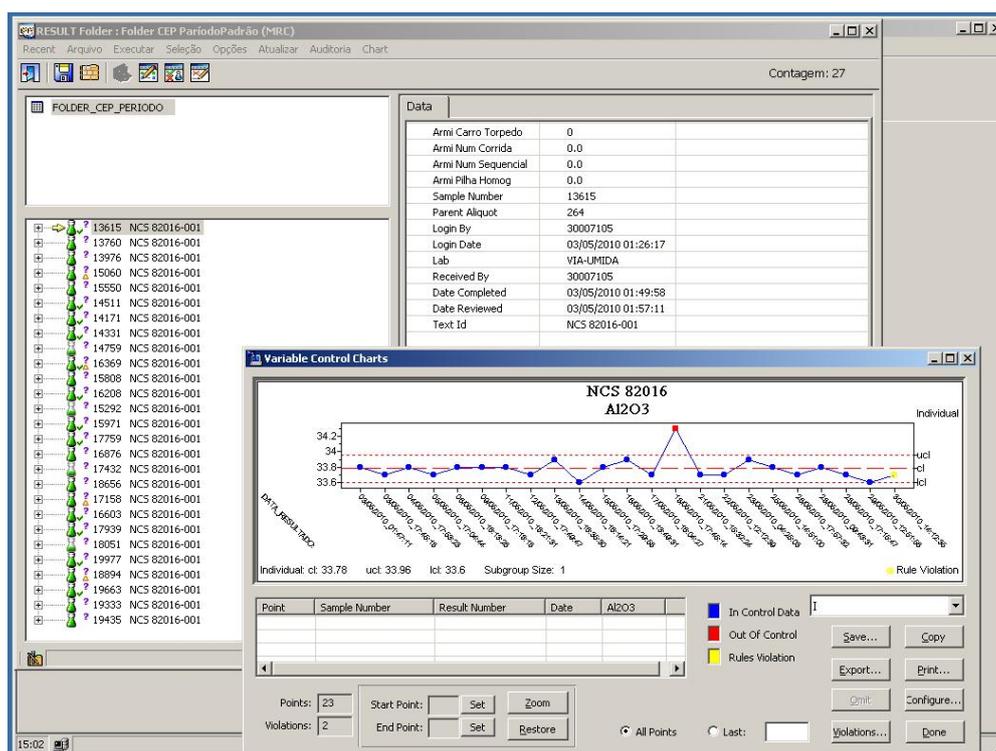


Figura 7 – CEP para o Fluxo de Calibração.

2.3.4 Fluxo de amostras de extra-rotina

Estas amostras contemplam os materiais que fogem da rotina do laboratório, sendo necessário um tratamento diferenciado para cada situação.

O fluxo operacional para estas amostras inclui mais etapas que para as demais, conforme descrito a seguir.

- Cadastramento da amostra pelo supervisor do Laboratório, onde os ensaios necessários, para a determinação da composição dos elementos requeridos, são identificados no LIMS.
- Execução dos procedimentos relacionados para as amostras pelo(s) técnico(s) responsável(eis), onde o LIMS é responsável pelo armazenamento de todos os dados envolvidos no processo;
- Consolidação do resultado final e envio do resultado por e-mail. O LIMS é responsável por exibir as informações de forma clara para os técnicos e supervisores, de forma a possibilitar a crítica das mesmas. Após aprovação o sistema envia os resultados por e-mail.

2.3.5 Integração com equipamentos analíticos

Este item é parte fundamental do projeto, uma vez que ele facilita o fluxo operacional do laboratório. Uma solução que não contemple a coleta automática esta fadada ao fracasso, pois esta se tornará um grande empecilho para a utilização do sistema, uma vez que ela irá atrapalhar a rotina dos técnicos.

Os resultados gerados pelos equipamentos dividem-se em dois tipos: arquivos texto e comunicação serial. Para tratar estas informações utilizou-se o Labstation, módulo de coleta de resultados incluso no pacote básico do software Labware LIMS. Através desta ferramenta desenvolveu-se uma lógica de tratamento para cada equipamento, que trata as particularidades de cada um, tais como: caracter de separação; divisor de linhas; posicionamento das informações.

A utilização do Labstation trouxe agilidade e versatilidade para o sistema, pois este separa a lógica de interpretação das informações brutas (provenientes dos equipamentos) do mapeamento lógico do processo analítico do laboratório.

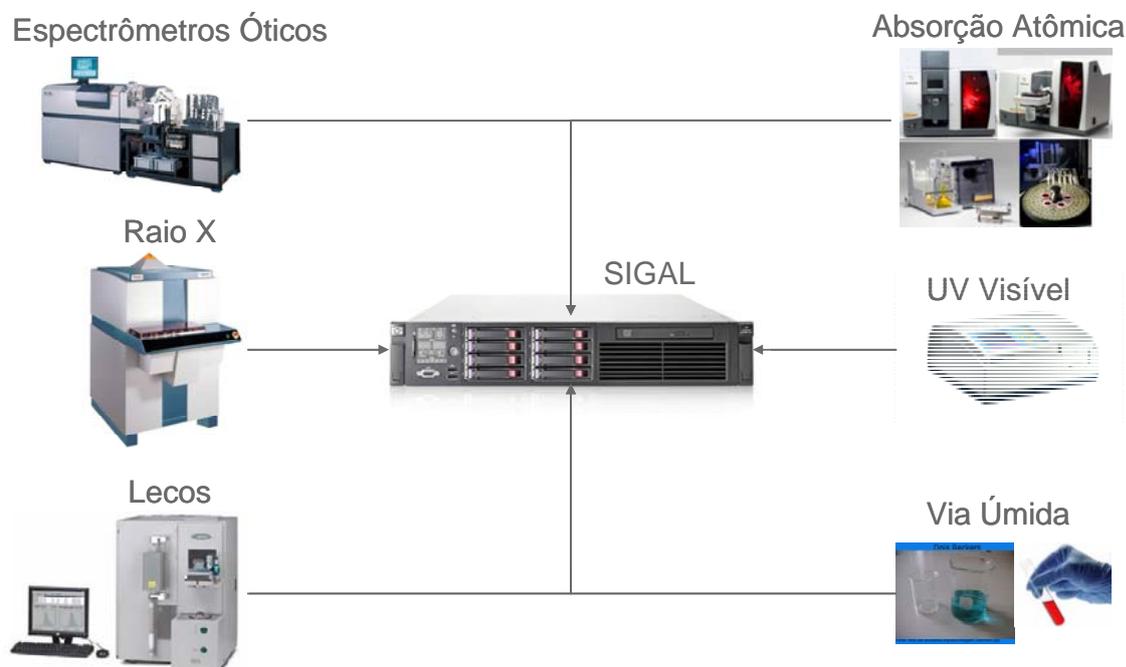


Figura 8 – Equipamentos Analíticos.

2.3.6 Integração com demais sistemas de nível 1, 2 E 3

Uma parte importante para o Sistema é sua integração com os demais sistemas de automação da usina. Várias interfaces de comunicação foram desenvolvidas, sempre buscando gerar o mínimo de impacto para os sistemas existentes.

A comunicação com o Sistema de Supervisão do Correio Pneumático (PALOS) foi desenvolvida utilizando um servidor socket para onde as mensagens de eventos são enviadas. A cada evento de envio/recebimento de amostras de tempo real o sistema PALOS envia uma mensagem para o LIMS. Estas informações são tratadas e armazenadas pelo sistema.

Foi implementada também a comunicação com os robôs dos espectrômetros óticos (SMS). Estes são responsáveis pela preparação e posicionamento da amostra dentro do espectrômetro. Para isto foi necessário criar um protocolo de troca de mensagens, de forma a identificar a atividade em execução pelo equipamento. Estas informações foram utilizadas para animar o workflow de tempo real, indicando a posição da amostra dentro do espectrômetro.

A geração de resultados depende da integração do LIMS com os demais sistemas de nível 2 e 3. Como software básico de comunicação foi utilizado o OMQ (Oracle Message Queue), middleware de comunicação TCP/IP desenvolvido a partir da solução da antiga Digital (DMQ). Um gateway, implementado em C++, foi desenvolvido para fazer a integração entre o OMQ e o LIMS. Esta integração é feita através de uma tabela de entrada e saída de mensagens na base de dados do LIMS.

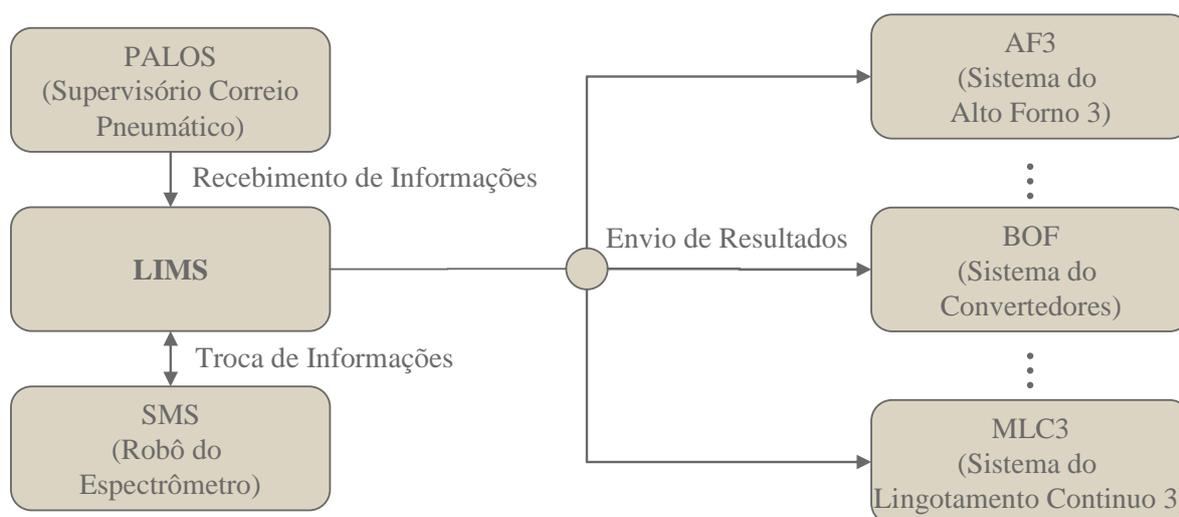


Figura 9 – Digrama de Comunicação do LIMS.

2.4 Implantação

Um ponto de atenção e dificuldade do projeto era sua implantação, uma vez que esta teria de ser feita com o laboratório operando normalmente. Para isto algumas estratégias foram adotadas:

- Manter a utilização das ferramentas existentes (descritos no item 1.1) em paralelo com a introdução do uso do novo sistema;

- Homologação de cada fluxo de amostra em separado, comparando os resultados gerados no LIMS com os gerados pelas ferramentas existentes (Telex);
- Liberar resultados de análise via LIMS por tipo de material e em etapas, de forma a tornar a entrada do sistema o mais transparente possível para os clientes do laboratório.

3 RESULTADOS

Após a implantação do sistema são percebidas melhorias significativas no processo operacional do laboratório, dentre as quais destacam-se:

- *Rastreabilidade de resultados*: todos os resultados analisados possuem data de conclusão e responsável, facilitando assim a identificação e correção de falhas;
- *Auditoria na entrada de informações*: cada resultado entrado é registrado nas tabelas de auditoria do sistema, permitindo assim o rastreamento assim qualquer alteração de valores;
- *Separação do processo de análise da geração de resultados para os clientes*: torna-se transparente para o técnico o envio de resultados para o cliente. Com o sistema, o técnico fica responsável apenas pela aprovação da amostra, deixando a cargo do sistema a montagem da mensagem a ser transmitida;
- *Recebimento automático de resultados dos equipamentos analíticos*: a coleta para os principais equipamentos analíticos foi implementada, facilitando as atividades do laboratório, além de reduzir a entrada de valores manuais;
- *Realização automatizada de cálculos*: o sistema se encarrega de realizar os cálculos presentes no processo analítico, dispensando assim o técnico da utilização de calculadora e formulários manuais;
- *Integração entre as unidades do laboratório*: os resultados gerados por cada sub-unidade do laboratório (preparação, via-úmida e espectrometria) podem ser vistos de forma unificada no sistema, eliminando, assim, a necessidade de passagem verbal de informações para o técnico responsável pela consolidação dos dados;
- *Controle das análises em carteira*: cada técnico ao efetuar o login no sistema visualiza as amostras em carteira para sua área (preparação, via-úmida e espectrometria);
- *Histórico operacional e Gestão de performance de equipes*: o sistema registra todas as informações referentes à passagem de uma amostra pelo laboratório de forma histórica, possibilitando, assim, a análise de resultados antigos e a gestão da performance de cada equipe;

4 EVOLUÇÕES FUTURAS

Em uma segunda etapa considera-se a criação de uma interface do sistema diretamente com os clientes do laboratório. Isto possibilitará a transferência para o cliente das atividades de cadastramento de amostras. Esta interface também permitirá o acompanhamento em tempo real do processo de análise pelo cliente.

5 CONCLUSÃO

Em um mercado tão competitivo quanto o de aço, a busca pela excelência operacional e qualidade total de seus produtos é fundamental para aumentar a competitividade de uma empresa. O sistema de gerenciamento de amostras do laboratório mostra-se bem alinhado com estes objetivos, uma vez que ele cria mecanismos que melhoram a gestão e a operação do laboratório, peça fundamental do processo produtivo da usina.

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a toda a equipe do projeto, que trabalhou duro para fazer deste um sucesso. Agradeço também a equipe da automação, que proveu suporte importantíssimo para a conclusão do sistema. E por último, mas não menos importante, a operação do laboratório que sempre se mostrou muito disposta a ajudar em todas as etapas do projeto.

REFERÊNCIAS

- 1 LIMS - Laboratory Information Management System, Wikipedia. Disponível em http://en.wikipedia.org/wiki/Laboratory_information_management_system.