

IMPLANTAÇÃO DO LIMS NO LABORATÓRIO DA ARCELORMITTAL VEGA *

*Odair Mauricio Machado*¹
*Northon Cavazzoni*²
*Alexander Botelho*³
*Eder Serafim*⁴
*Gelson Beltrame*⁵⁷

Resumo

A implantação do LIMS (Sistemas de Gerenciamento de Informações de Laboratório) surgiu da necessidade do Laboratório ArcelorMittal Vega se atualizar tecnologicamente afim de melhorar rastreabilidade de informações e sistematizar a execução de atividades dentro do Laboratório. Os colaboradores destinavam muito tempo à manipulação de planilhas utilizadas no armazenamento e controle das análises, deixando o negócio vulnerável aos requisitos da Norma ISO / TS 16949 em todo o Laboratório.

Anterior ao sistema, todo o cadastro, controle e gestão dos ensaios eram realizados em planilhas, que são mantidos pela equipe do Laboratório. Os maiores impactos no uso das planilhas são caracterizados pelos erros de transcrição de dados e cálculo manual de resultados nas diversas etapas do processo, potencializando assim a incidência de erros e muito tempo dos colaboradores envolvidos na gestão dos documentos.

O trabalho demonstra o processo de implantação do LIMS no Laboratório, sua integração com equipamentos de análise e sistema de Nível 3, além de benefícios alcançados em termos de confiabilidade, redução de tempo para análises e benefícios para sistema de qualidade.

Palavras-chave: Sistema; Automação, Laboratório, Web

IMPLEMENTATION OF LIMS IN THE LABORATORY OF ARCELORMITTAL VEGA

Abstract

The implementation of LIMS (Laboratory of Information Management Systems) arose from the need for a management system of the ArcelorMittal Vega Laboratory and related areas. A lot of the time of the collaborators was destined to the manipulation of spreadsheets that was used for the storage and control of the analyzes, leaving the business vulnerable to the attendant of the requirements of Standard ISO / TS 16949 throughout the Laboratory.

Prior to the system, all the registration, control and management of the tests are carried out in spreadsheets, which are maintained by the Laboratory team. The greatest impacts in the use of spreadsheets are characterized by errors in transcription of data and manual calculation of results in the various stages of the process, thus increasing the incidence of errors and a lot of time of employees involved in document management.

The work demonstrates the process of implementing LIMS in the Laboratory, its integration with analysis equipment and Level 3 system, besides benefits achieved in terms of reliability, time reduction for analysis and benefits for quality system.

Keywords: System; Automation, Laboratory, Web.

- ¹ *Engenheiro Eletricista, Especialista de Automação, Divisão de Engenharia de Automação de Processos, Departamento de Tecnologia da Informação e Automação de Processos, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC, Brasil.*
- ² *Engenheiro Eletricista, Especialista de Automação, Divisão de Engenharia de Automação de Processos, Departamento de Tecnologia da Informação e Automação de Processos, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC, Brasil.*
- ³ *Engenheiro Eletricista, Especialista de Automação, Divisão de Engenharia de Automação de Processos, Departamento de Tecnologia da Informação e Automação de Processos, ArcelorMittal Tubarão, Serra, ES, Brasil*
- ⁴ *Engenheiro Eletricista, Especialista de Automação, Divisão de Engenharia de Automação de Processos, Departamento de Tecnologia da Informação e Automação de Processos, ArcelorMittal Vega, São Francisco do Sul, SC, Brasil.*
- ⁵ *Engenheiro Metalúrgico, Especialista Laboratório, Laboratório Metalúrgico, ArcelorMittal Vega.*

1 INTRODUÇÃO

O Laboratório da ArcelorMittal Vega é responsável pelos ensaios de liberação dos produtos produzidos pelas linhas de produção (ensaios rotineiros), além de atender demandas internas de experiências e desenvolvimentos das demais gerências da empresa (ensaios extra-rotinas e planos de experiência).

- **Ensaios Rotineiros:** Os produtos da ArcelorMittal Vega (bobinas de aços planos) são amostrados em suas linhas de produção gerando amostras físicas de aço. Tais amostras são identificadas e enviadas ao laboratório para ensaios. Nesse grupo de ensaios, também são analisadas as amostras identificadas de insumos, soluções, e banho do pote do zinco, que afetam a qualidade das bobinas das linhas de Laminação e Galvanizações.
- **Ensaios extra-rotina e plano de experiência:** As atividades relacionadas às experiências e desenvolvimentos são indicadas pelas áreas da empresa e geridas pelo Laboratório. Tais atividades envolvem análise laboratorial de chapas de aço, insumos das linhas de produção entre outras demandas.

Antes da implantação do sistema, todo o cadastro, controle e rastreabilidade dos resultados e amostras eram realizados pela utilização de 125 planilhas que, além de consumindo tempo considerável da equipe para registros e análises, eram passíveis de erros, não garantindo a integridade dos dados.

A implantação do LIMS utilizando uma interface Web, supre essas fragilidades do controle manual, isso, sem a necessidade de instalação na estação de Trabalho, permite uma rápida e eficiente distribuição para operação do sistema. O LIMS fornece aos seus usuários todas as funções diárias requeridas tais como inclusão e registro de amostra, edição de testes, recebimento de amostras, entrada de resultados, revisão completa, emissão de relatórios, visualização de gráficos, gerenciamento de instrumentos. O sistema também é dotado de um controle de acesso, que permite atribuir direitos de acesso personalizados a cada tela, para cada usuário, por um administrador.

Foi desenvolvido um App Mobile para iOS com Captuvo Honeywell com leitor de código de barras, com objetivo de auxiliar e dar agilidade nas etapas de coleta e recebimento do Laboratório Mecânico e na etapa de batelada do Químico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Como o intuito de realizar a implantação de um sistema integrado no Laboratório para gestão dos ensaios de controle dos processos e liberação dos produtos que possuísse gestão confiável das informações, o projeto foi iniciado realizando uma Especificação Técnica, para estabelecer as condições para o fornecimento de serviços para o desenvolvimento, implementação e comissionamento do LIMS. Buscando atender as particularidade do Laboratório e dos Processos da ArcelorMittal Vega.

Aproveitando a sinergia com a equipe de automação da ArcelorMittal Tubarão e a experiência na implantação e desenvolvimento do LIMS no Laboratório de Ensaios Mecânicos do Laminador de Tiras a quente, houve a participação do especialista de automação da área para transferência do know-how garantindo uma especificação mais robusta para se obter uma solução para o Gerenciamento do Laboratório de Vega com maior abrangência aos fluxo de análises.

Em um processo de implantação de LIMS, se destacam dois tipos. O primeiro, vamos chamar de LIMS de caixa, também conhecido como softwares de prateleira, que são software comercializado de forma padronizada que são configuráveis para atender as necessidades do Laboratório, sendo o numero de licenças uma variável que afeta o custo da implantação. O segundo tipo de LIMS, vamos associar aos softwares configuráveis desenvolvidos por empresas especializadas na área e desenvolvem o sistema de acordo com as especificações, sendo possível a personalizações de relatórios, formulários, métodos e logotipos, entretanto, o processo de implementação é mais longo e trabalhoso, por outro lado o cliente tem acesso ao código fonte o que facilita a manutenção e melhorias, não ficando preso ao custo oriundo do número de licenças de usuários que acessam o sistema.

Concluída a fase de especificação, foram selecionados possíveis fornecedores para o sistema LIMS que submeteram suas propostas técnicas e comerciais para avaliação e negociação. A empresa vencedora foi com a Lynx Process – uma empresa parceira que pertence ao grupo TSA que já tinha LIMS já desenvolvido e seria aderente ao Laboratório de Vega passando pelo processo de desenvolvimento requerido na especificação técnica.

Os valores e os fatores de competitividade predominantes pela definição da LYNX são brevemente descritos a seguir:

- Custo da solução alinhada ao Budget (Custo de Manutenção e Licenciamento);
- Fornecimento de todo código fonte, permitindo alterações futuras;
- Flexibilidade de cadastro e fórmulas de novos ensaios pelos usuários finais;
- Possibilidade futura de sinergia com ArcelorMittal Tubarão e outros sites;
- Experiência no desenvolvimento de LIMS em outras empresas.

Após esta etapa, foram elaboradas as Especificações de Requisitos com a participação da LYNX, a equipe de automação da ArcelorMittal Tubarão e equipe técnica do Laboratório, o que permitiu detalhar os requisitos funcionais e não funcionais, descrevendo o funcionamento da aplicação; estabelecendo o protótipo de telas, mensagens, comandos e restrições.

Essas especificações permitiram o desenvolvimento de um sistema capaz de integrar o processo definido pelo cliente, mantendo as boas práticas já desenvolvidas pela equipe técnica do Laboratório, e a proposta inicial de obtermos um LIMS que trouxesse ganhos para o negócio, beneficiando o usuário final com instruções do fluxo laboratorial e o gerenciamento das informações do laboratório integradas no sistema.

Concluída essa etapa, iniciou-se o processo de desenvolvimento.

2.2 Solução LIMS adotada

A partir dos modelos produzidos na etapa de levantamento e projeto, o LIMS foi desenvolvido com uma aplicação Web na plataforma ASP.NET 2013 com C#, utilizando banco de dados Oracle 12C. Para esta arquitetura, foi disponibilizados um servidor virtual com Windows Server 2012 R2 dedicado para as aplicações e outro servidor, também com Windows Server 2012 R2 dedicado para o banco de dados.

Foi adotado o framework da empresa parceira, com a experiência do desenvolvimento e implantação de LIMS em outras empresas. Esse framework foi atualizado para atender as especificações da ArcelorMittal Vega, propiciando o

desenvolvimento do sistema em três camadas (base de dados, camada de negocio e apresentação).

As três partes de um modelo funcionam de maneira que o software executado em cada camada possa ser substituído sem prejuízo para o sistema. De modo que as atualizações e correções de defeitos podem são feitas sem prejudicar as demais camadas.

Foi adotado o modelo clássico MVC (Model-View-Controller), que alia baixo acoplamento entre camadas, escalabilidade e facilidade de manutenção.

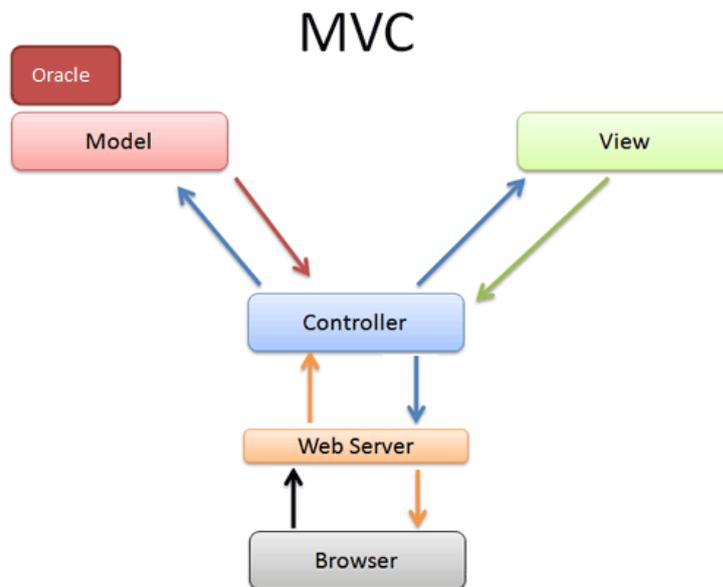


Figura 1. Arquitetura padrão do Software LIMS

O NHibernate foi utilizado para realizar o mapeamento Objeto-Relacional dos dados contidos no banco de dados, transformando as tabelas do banco em Classes e os dados do banco em Objetos, para que durante o processo de manutenção e melhorias do sistema a equipe de automação não precisasse de preocupar com o acesso aos dados, focando no desenvolvimento da lógica de negócio do sistema e facilitando com isso o desenvolvimento e a manutenção do sistema. O sistema foi desenvolvido de forma que qualquer informação gravada no banco do LIMS é realizada através dos métodos Web Services do sistema.

2.3. Comunicação e Distribuição

O LIMS recebeu recursos para integração com equipamentos do laboratório tais como: medidor de CP (corpo de prova), máquinas de tração, rugosímetro, durometrôs, máquina de plasma, balanças, tituladores e demais equipamentos. Essa integração foi implementada basicamente de duas formas: leitura dados na porta serial dos equipamentos e leitura/escrita de arquivos tipo “.txt”, “.csv” gerados pelo software dos equipamento do laboratório.

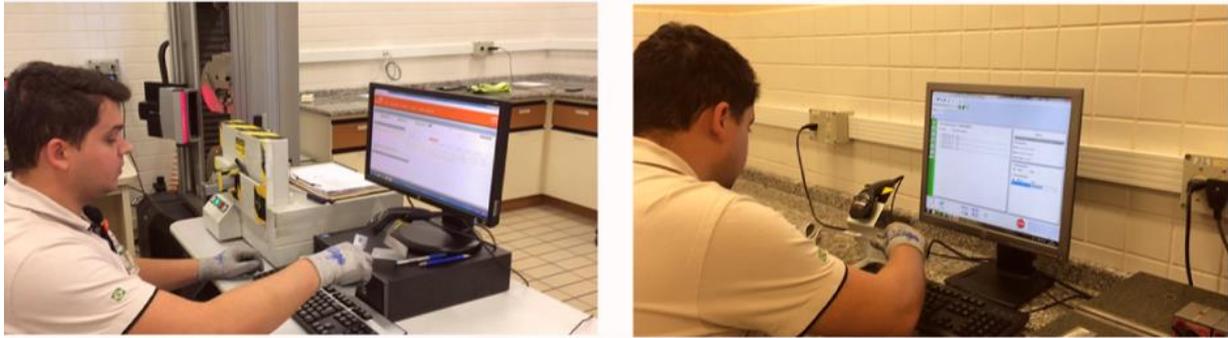


Figura 2. LIMS em operação no Laboratório

Tal integração garantiu a eliminação do tempo despendido na transcrição de dados e potenciais erros associados.

Como já abordado, na arquitetura distribuída em camadas utilizadas, a camada apresentação do LIMS foi disponibilizada via Web, desenvolvida em HTML, de modo que poder ser executada pelo navegadores mais modernos como Chrome, Firefox, Microsoft Edge, possibilitando o acesso ao sistema em qualquer lugar da planta, reduzindo o impacto das alterações e atualizações da aplicação, uma vez que o LIMS é utilizado pela equipe do laboratório e também e pelas equipes de operação nas cabines da linha de Laminação e das linhas de Galvanização 1 e 2 para retirada e identificação das amostras de processo (Emulsão e Zinco), conforme visto na figura 2 que ilustra a visão geral do LIMS no site da ArcelorMittal Vega.

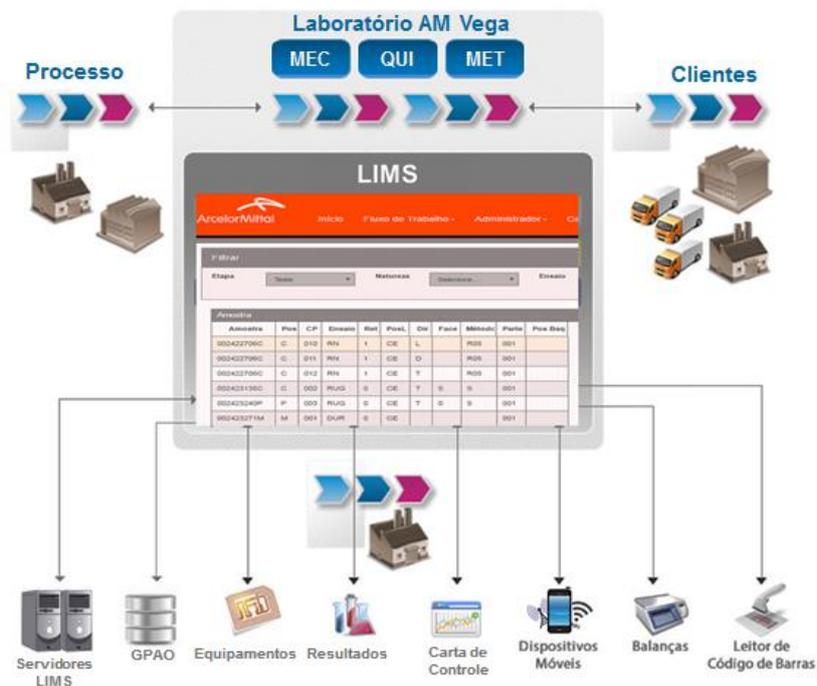


Figura 2. Visão Geral do LIMS no Negócio

Os servidores do LIMS foram configurados no domínio da automação, e tem interface com os computadores de análises do Laboratório que estão nesse mesmo domínio. Além dos equipamentos/instrumentos, o LIMS se comunica com o Nivel3, que esta no domínio da rede corporativa e através de mensagens geradas em XML são inseridas as mensagens da interface nas tabelas SEND/RECEIVE acessadas

por DBLink de ambas. O acesso ao LIMS, é realizado pelo navegador de qualquer estação do site da ArcelorMittal Vega.

Desta maneira, foi utilizada a arquitetura ilustrada na figura 3:

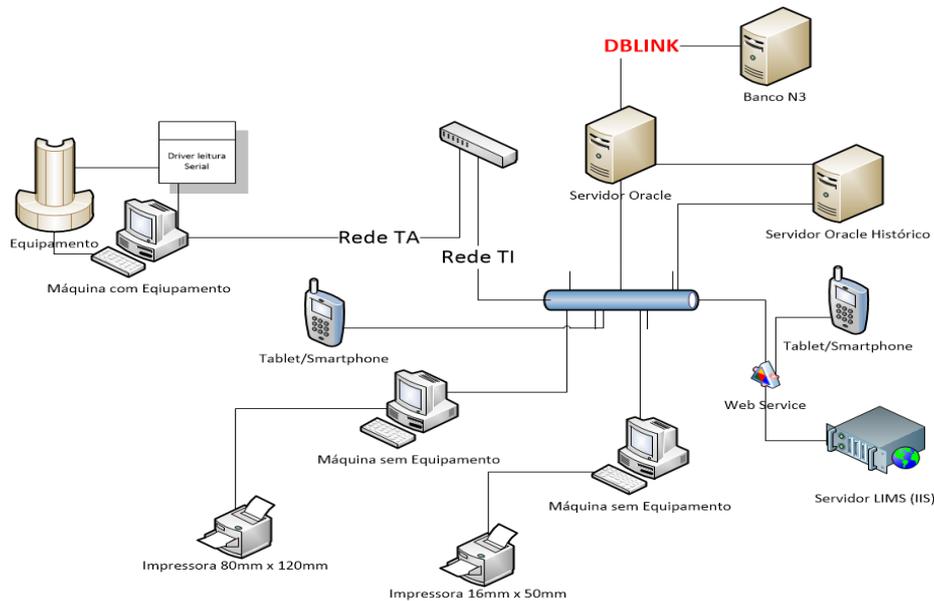


Figura 3. Arquitetura de Comunicação do LIMS

Também, foram adquiridas três impressoras DataMax para impressão de etiquetas, o que permite o reconhecimento das amostras durante todo do fluxo.

O produto final da fase de Execução do projeto é composto dos artefatos de software compostos da seguinte estrutura:

- Sistema LIMS Web atendendo as demandas laboratoriais de Vega
- Pacotes de Códigos-Fonte
- Manuais de operação e técnicos

A solução implantada levou-se em consideração, todos os processos de ensaios no Laboratório, a geração de amostras no processo, o fornecimento de serviços para integração com os equipamentos de análise e com o Nível 3, suporte para implantação.

Para atender a todas as funcionalidades levantadas, o sistema foi construído tendo como exemplo o modelo de dados como mostrado na figura 4:

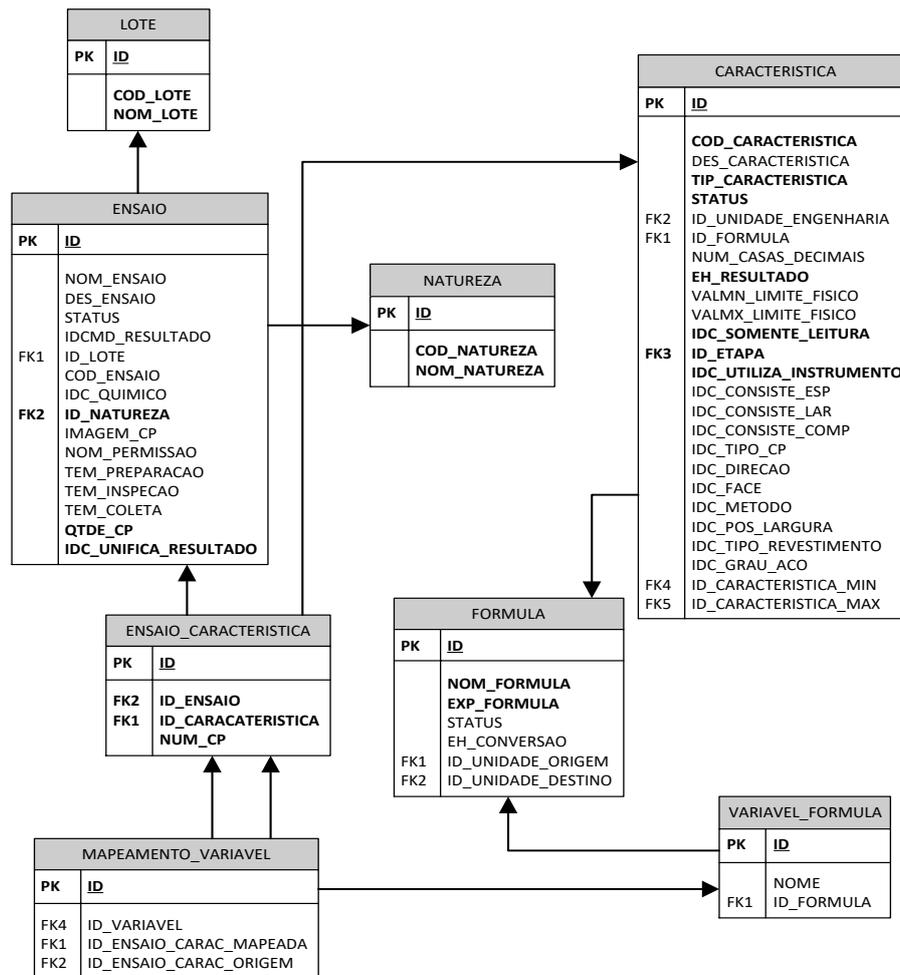


Figura 4. Modelo de Dados do Sistema - Módulo Ensaio

Resumidamente, os requisitos do sistema alcançados são:

- Acesso WEB com layout responsivo ilustrada na figura 5;
- Cadastro de grupos, usuários, características, unidades de engenharia, carta de controle, defeitos, justificativa, equipamentos, ensaios, formulas, estocagem, pilha, impressoras, instrumentos, insumos, amostras testemunhas;
- Solicitação de Serviços para atendimento dos testes de Extra-Rotina;
- Interface de dados de análise dos equipamentos a eliminando totalmente o tempo e os erros associados à transcrição manual de dados;
- Recebimento de amostras para ensaios mecânicos a partir da aplicação Mobile.
- Registros de log das operações
- Integração com o Nível 3 utilizado na planta para validar a liberação de produto de forma automática.
- Comunicação com os equipamentos laboratoriais, e quando aplicável, para envio de parâmetros (presets) de configuração antes da execução de cada ensaio.
- Armazenamento das informações controladas pelo sistema em banco de dados Oracle.
- Gerenciamento dos ensaios previstos, contemplando:

- Registro de amostras e corpos de prova
- Registro e gerenciamento de ensaios de rotina, extra-rotina e de experiência.
- Impressão de etiquetas padronizadas para as amostras, corpos de prova e identificação de recipientes de laboratório.
- Gerenciamento da execução da inspeção dos corpos de prova
- Gerenciamento da execução dos ensaios
- Gerenciamento de Baquelites;
- Gerenciamento de Reagentes Químicos
- Gerenciamento de reagentes químicos
- Gerenciamento de instrumentos e equipamentos de Laboratório
- Gerenciamento de sobras referentes aos testes realizados e peças de reclamação de clientes (amostras testemunhas).
- Automação da geração das amostras de processo;
- Lembrete de vencimentos via e-mail;
- Emissão de relatórios padronizados criado especificamente para cada tipo ensaio contemplado pelo sistema e exportáveis para formato pdf e Excel
- Cartas de Controle para comparar o valor medido e histórico da verificação periódica padrão
- Registro dos Logs do Aplicativo
- Status de Comunicação
- Tela de Visão Geral dos ensaios

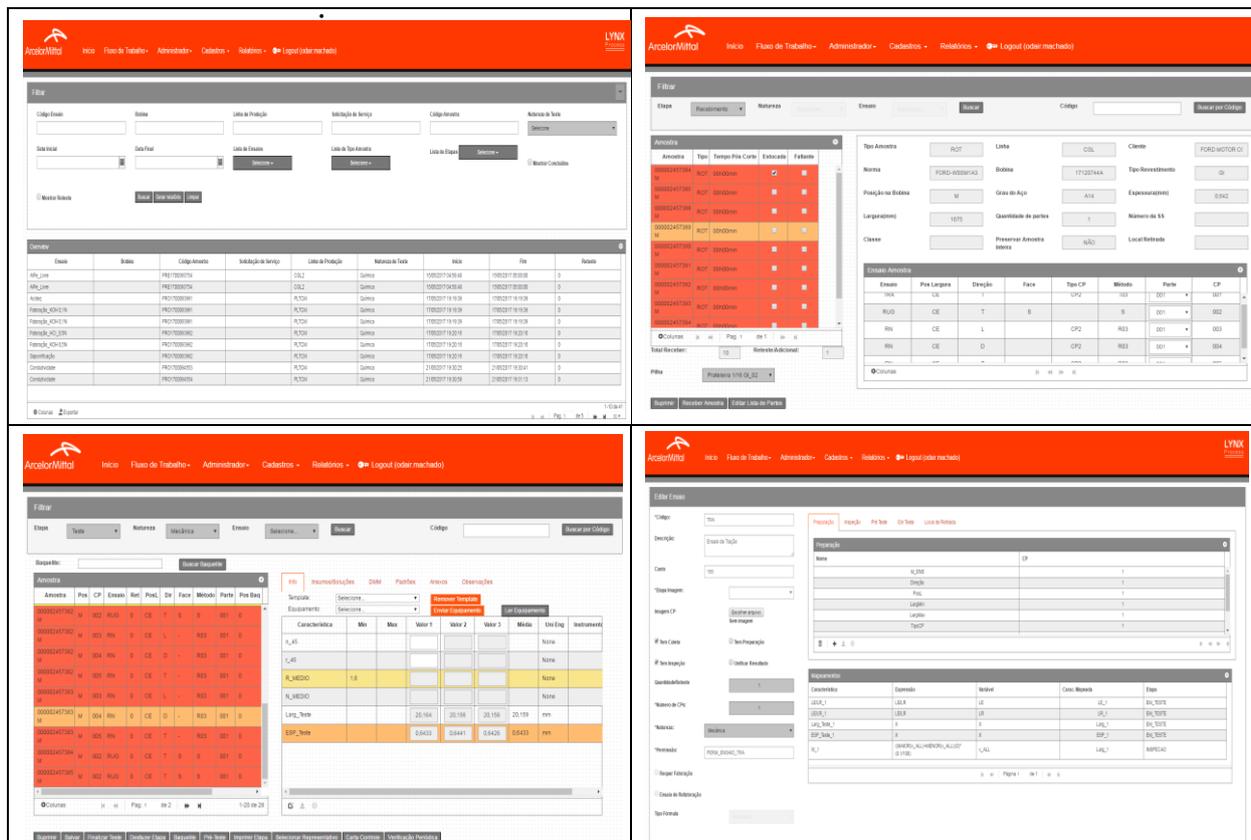


Figura 5. Telas de Operação LIMS

A implantação foi dividida em três etapas conforme abaixo;

- Ensaio Mecânico:
 - Implantação de Interface com equipamentos
 - Interface com Nível 3
- Ensaio Químico:
 - Implantação de Interface com equipamentos
 - Implantação dos templates operacionais
 - Gerenciamento de instrumentos, equipamentos, insumos e soluções
- Ensaio Metalográfico:
 - Implantação módulo de SS (solicitação de Serviços)

No processo de desenvolvimento e implantação do LIMS foram encontradas algumas dificuldades, dentre as quais destacamos a complexidade das mudanças não somente na estrutura de processo do laboratório, mas também a necessidade de mudança do processo de geração das amostras nas linhas de produção. Isso levou os envolvidos a maior necessidade participação e comprometimento para garantir o sucesso para satisfazer as alterações demandas. Abaixo citamos as principais dificuldades e mudanças realizadas para implantação do LIMS

- Especificação da interface do Nível 3/LIMS: para atender o negócio, foram demandadas modificações no modelo de retirada da amostra, buscando a propagação do resultado para linha posterior precisando mais tempo de teste entre os sistemas para validar os fluxos de dados.
- Regras de Negócios de maior complexidade: para garantir a correta implantação validando as etapas dos fluxos de análise, foi demandado maior tempo, para garantir o fluxo de amostragem, o que deixou o processo de homologação mais extenso.
- Complexidade do Cadastramento: um volume de itens maior que o inicialmente previsto, foi inserido na base de dados. Também foi necessário realizar o recadastramento dos itens em função da necessidade de reajustar as regras de negócios à realidade do Laboratório.
- Dificuldades para implantar a interface dos equipamentos: foi necessário incluir regras de negócios para tratar os dados de alguns equipamentos durante a transferência dos dados. Alguns equipamentos não tinham os manuais com detalhamento da interface, aumentando o tempo de testes e validação das medições.
- Modificações nas regras de negócio no Nível 3: foi aprimorado o fluxo de teste de interface entre o LIMS e Nível 3, contemplando as mudanças no tratamento dos dados recebido do LIMS para garantir o fluxo das informações, e a propagação dos resultados de análise para linha de produção avante, sem afetar a liberação de produtos e sem impactos para o negócio.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na ArcelorMittal Vega, o LIMS tem contribuindo significativamente para eficiência operacional do Laboratório, proporcionado melhor controle de seus fluxos de análises, sendo capaz de reduzir o trabalho.

Em primeiro lugar, **é importante mencionar** o ganho das interfaces desenvolvidas com o Nível 3 e equipamentos do Laboratório, que além de eliminar perdas de tempo pelo processo de transcrição dos dados de análises dos equipamentos, também garantem maior confiança nos resultados, através dos limites estabelecidos durante cadastramento dos ensaios ou ainda recebidos pela interface do Nível 3, deixando assim, de consumir recursos do Laboratório na gestão das planilhas, principalmente nas atividades do Mecânico e Químico.

O segundo ponto a considerar é o maior grau de segurança e rastreabilidade em cada etapa do processo de análise, pois o LIMS permite que toda atividade realizada no sistema tenha o responsável, data e hora registradas, além de menor tempo na execução das atividades. Vale a pena destacar a otimização do tempo para executar o recebimento de amostras físicas de aço das bobinas das linhas de produção no laboratório, de 140 s para 25 s, trazendo uma redução de 80% do tempo destinados para esta atividade com ganhos para o processo da ordem de 100 h/mês.

Destaca-se também, o uso da aplicação Mobile para o LIMS no Laboratório ilustrado na figura 6, que auxilia no processo de coleta, recebimento e descarte de amostras no fluxo no Mecânico e ainda no processo de batelada na análises do Químico, otimizando o tempo dessas etapas no processo laboratorial. **A implantação das funcionalidades com aplicação Mobile diminuiu ainda mais o tempo de recebimento das amostras, passando de 25 s para 5 s, registrando um ganho total de 16,5 horas/mês.**

Do ponto de vista tecnológico, o desenvolvimento do sistema LIMS para o Laboratório de Vega com a empresa parceira tem proporcionado soluções mais amplas e confiáveis, além da garantia de que o sistema continuará em constante evolução, uma vez que o framework de desenvolvimento esta desenvolvido no Visual Studio.Net, uma ferramenta de desenvolvimento de alta produtividade, e que tem um investimento da Microsoft no lançamento de novas versões, propiciando ao LIMS a atualização, manutenção e melhorias de forma ágil e segura. Ainda do ponto de vista de desenvolvimento, a experiência da equipe de automação da ArcelorMittal Tubarão e do fornecedor em implantações de LIMS, permitiu antecipar os principais entraves e dificuldades, ajudando no desenvolvimento de uma Especificação de Requisito mais assertiva as necessidades do Laboratório.



Figura 6. App LIMS para iPhone 5S com Captuvo Honeywell

Como o Laboratório sempre esta passando por alterações em seus processos para atender novos requisitos e demandas relacionadas aos seus clientes internos e externos, o framework utilizado pelo LIMS, permite que estas novas configurações

sejam desenvolvidas e implantadas, assim que validadas no ambiente de desenvolvimento e testes.

Todo processo de automação proporcionado pela implantação LIMS permitiu o Laboratório otimizar suas rotinas e auxiliando na tomada de decisão da equipe própria absorver o processo de coleta de amostras anteriormente realizados por uma empresa terceira.

Por último e não menos importante, a implantação do LIMS ajuda o Laboratório da ArcelorMittal Vega a garantir as métricas de auditoria nos sistemas de gestão da qualidade da empresa deixando os processos mais robustos, além de facilitar a vida dos técnicos, especialistas, gestores e auditores na rastreabilidade dos processos.

3 CONCLUSÃO

A implantação do LIMS na ArcelorMittal Vega, propicia a expansão da Automação no Laboratório consolidando uma série de benefícios na gestão e execução dos ensaios ao Laboratório, reduzido perdas e proporcionado maior agilidade e confiabilidade na realização dos ensaios que impactam diretamente a liberação de produto da empresa com impacto positivo para o negócio, trazendo até ganhos de segurança, pois as impressoras de etiquetas substituíram a Marcadora de Corpo de Prova proporcionado menores índices de ruído, maior ergonomia e agilidade na fase de recebimento.

O LIMS também permitiu maior sinergia com as áreas clientes e de apoio do Laboratório, pois através de um link de acesso disponível na intranet da empresa, a plataforma Web do sistema permite rastreabilidade e acompanhamento da análise das amostras de qualquer lugar do site.

Para concluir, pela eliminação da entrada manual de dados, as fragilidades do controle de sistema manual de planilhas foram supridas, proporcionando ao Laboratório, registros automáticos dos dados dos equipamentos de análise, com maior garantia na integridade e sigilo das informações, além de melhor padronização dos processos e gerenciamento das atividades do Laboratório por meio de Relatórios automáticos, o que proporciona maior garantia no atendimento dos diversos requisitos da norma NBR ISO/IEC 17025, contribuindo para obtermos um fluxo Laboratorial mais robusto no processo de manutenção e validação do sistemas de gestão da qualidade.

REFERÊNCIAS

- 1 ROZANSKI, N.; WOODS, E. Software Systems Architecture: working with stakeholders using viewpoints and perspectives. 2.ed. [S.l.]: Addison-Wesley, 2011. v.1
- 2 Manual de Engenharia de Aplicação – LYNX Process – 2016
- 3 ISO/IEC 17025:1999 General requirements for the competence of testing and calibration laboratories .