

# IMPLEMENTANDO SISTEMA M.E.S. EM UMA LINHA DE PRÉ-PINTURA: PARTICULARIDADES E DIFICULDADES<sup>1</sup>

*Carlos Henrique Novaga Alves<sup>2</sup>, João Batista Nogueira de Oliveira<sup>3</sup>*

Este trabalho tem por objetivo mostrar as funcionalidades existentes num sistema MES para uma linha de pré-pintura, suas particularidades e as dificuldades encontradas na implementação do sistema na CSN, filial Paraná. Inicialmente foram elaboradas as especificações funcionais do sistema, atentando principalmente para as particularidades da linha como: divisão de bobinas para mais de um cliente, cálculo de peso diferenciado, processamento realizado em duas etapas e testes de qualidade. O desenvolvimento foi realizado utilizando a metodologia XP (*Extreme Programming*), onde pequenas versões eram liberadas aos usuários para testes e homologação. Finalizados o desenvolvimento e os testes unitários, deu-se início aos testes integrados com participação direta do usuário, envolvendo integrações com Nível 2 de automação e o ERP da empresa. A implementação do MES e a integração dos sistemas de automação ao modelo integrado de negócios (MIN) foram realizadas com sucesso. Toda a produção de material pré-pintado é controlada pelo sistema, desde a entrada do pedido do cliente até a entrega, passando pela programação de bobinas, abastecimento e apontamento de produção, consumo de tinta e testes de qualidade realizados no material na própria linha de produção. É possível garantir aos clientes material com qualidade CSN com *lead time* de até dois dias.

Palavras-chave: MES, pintura, sistema

---

<sup>1</sup> VIII SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS  
6 a 8 de Outubro de 2004 - Belo Horizonte - MG – Brasil

<sup>2</sup> Líder de Projetos, Chemtech

<sup>3</sup> Especialista de TI, Companhia Siderúrgica Nacional

## INTRODUÇÃO

A Companhia Siderúrgica Nacional dispõe de um modelo integrado de negócios (MIN), composto pelos sistemas SAP R/3, MES – Heimdall, APS – Aspentech e Impromptu, que permite integrar os sistemas de chão-de-fábrica aos sistemas corporativos.

As novas unidades de processamento (galvanização, pintura, decapagem e laminação) que foram montadas na filial CSN-PR, em Araucária-PR, foram integradas ao MIN, de forma que estes quatro equipamentos, seus periféricos (p. ex., embalagens) e suas futuras expansões se integrem ao processo da CSN, permitindo o planejamento e o acompanhamento de forma consolidada.

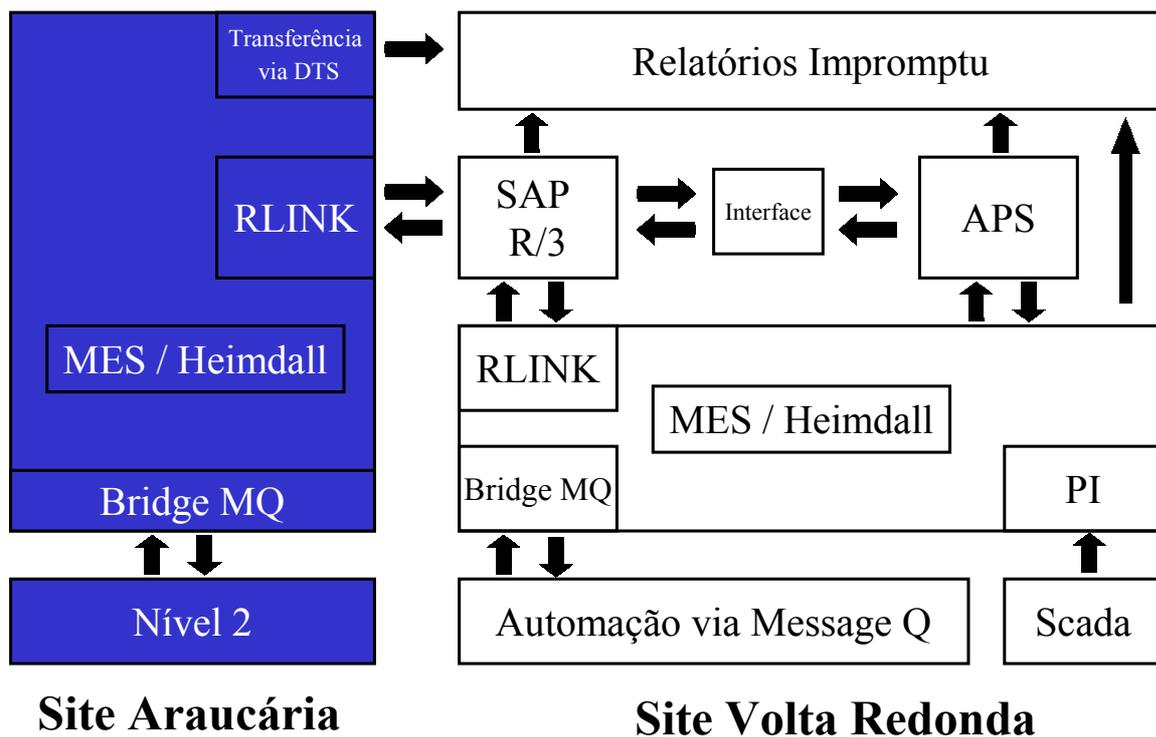


Figura 1. Camada MES

Dados de produção e de qualidade gerados continuamente pelo processo produtivo são tratados na camada MES de acordo com suas características. Os dados são enviados para o sistema com banco de dados relacional (Heimdall). Essa camada armazena de forma organizada e de fácil acesso tais informações, possibilitando visualização e pesquisas por parte dos usuários (vide figura 2).

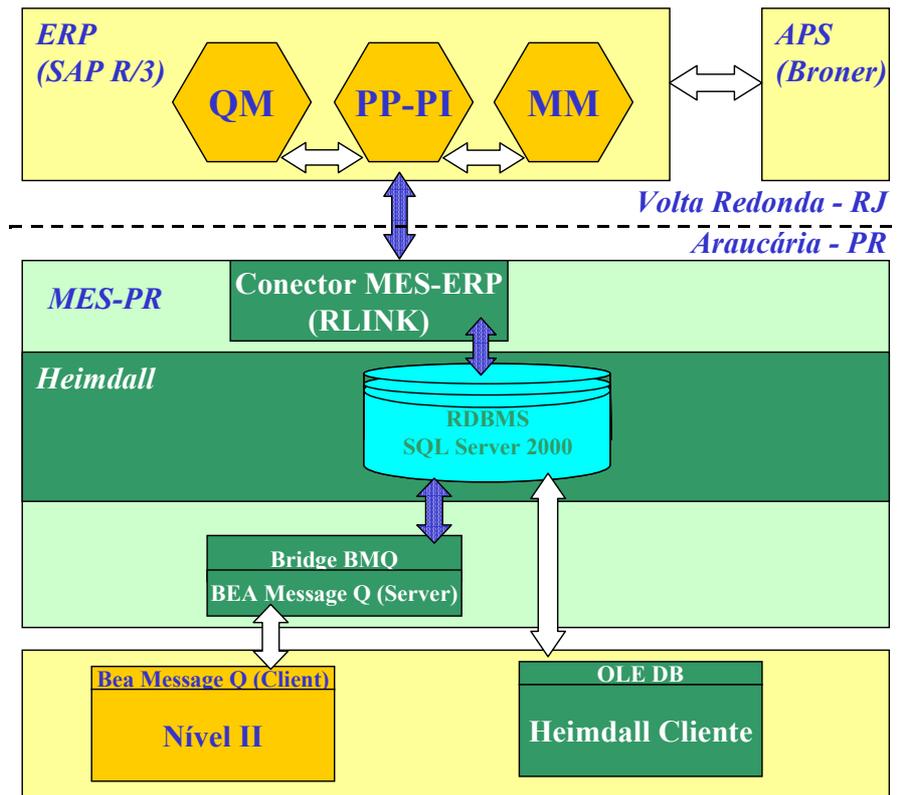


Figura 2. Arquitetura Lógica

As transações de dados (instruções e mensagens) entre o banco de dados de produção (Heimdall) e o ERP são realizadas através do conector RLINK, ligado ao módulo PP-PI do SAP R/3.

O MES recebe as ordens de processo enviadas pelo SAP R/3 após um prévio tratamento e intervenção da programação e operação, as envia para os sistemas de chão de fábrica (Nível II).

Por sua vez, os sistemas Nível II, durante e após a execução dessas ordens, enviam ao MES os dados de produção, análise de qualidade e paradas de equipamentos. O MES é o responsável por consolidar e enviar à camada ERP as características de produção requeridas por esta.

A entrada de dados de qualidade para o módulo QM do SAP R/3 é feita por estações clientes SAP R/3 instaladas nos laboratórios de análise. Outros dados referentes ao módulo QM, como solução de qualidade, são tratados pelo SAP R/3 e enviados ao MES por meio do módulo PP-PI e do RLINK. Excepcionalmente na linha de pintura, como existem análises que são realizadas na linha de produção, os testes de qualidade são digitados e criticados no MES para posterior envio ao SAP R/3.

Como possui um mercado mais específico, a linha de pré-pintura trabalha com volumes de pedidos bem menores quando comparados com outras linhas de acabamento. Com isso, uma mesma bobina pode ser dividida para vários clientes. Esta particularidade alterou o conceito, e o desenho, existente até então onde uma bobina necessariamente fazia parte de um grande volume destinado a apenas um cliente.

A linha de pintura ainda possui outras particularidades. Dependendo do sistema de pintura aplicado (conjunto(s) de tinta(s) utilizada(s) no processo), uma bobina pode ser processada mais de uma vez. O sistema deve entender isto como etapa do processo (segundo passe) e não como um retrabalho.

O peso das bobinas produzidas não pode ser calculado simplesmente através das dimensões do material e uma densidade padrão. Uma bobina pré-pintada pode possuir filme protetivo e/ou decorativo (que, neste caso, substitui a aplicação de tinta). Estes materiais, bem mais leves que o aço, alteram a densidade do material pré-pintado e devem ser considerados conforme a equação abaixo. Esta equação foi baseada na média ponderada de cada elemento do produto final.

$$\rho_B = \frac{\rho_A E_A + \rho_T E_T + \rho_P E_P + \rho_D E_D}{E_A + E_T + E_P + E_D} \quad (1)$$

Onde:  $\rho$  = densidade do material  $i$   
 $E$  = espessura do material  $i$   
 $B$  = bobina pré-pintada  
 $A$  = bobina substrato  
 $T$  = tinta  
 $P$  = filme protetivo  
 $D$  = filme decorativo

Em Proteção Anticorrosiva, Sistema de Pintura compreende todo o conjunto de materiais que serão aplicados sobre um determinado substrato (tipo de pré-tratamento, *primer* superior e inferior e acabamento superior e inferior) para conferir as propriedades desejadas. No sistema de pintura recebido pelo MES estão especificados além dos códigos dos materiais que serão aplicados, os pesos de camada de pré-tratamento, camadas de *primer* e acabamento e todas as características (tolerância de cor e espessuras, brilho, resistência ao impacto, flexibilidade e dureza) que o material acabado deverá apresentar para ser considerado QP (primeira qualidade).

Quando se muda o sistema de pintura na linha de produção, os dados de processo (*set-point*) devem ser reajustados para atender a nova especificação. Para este ajuste o equipamento precisa de um certo tempo (a mudança da temperatura de cura nos fornos, por exemplo). Para que a linha não pare é utilizada nesta fase de transição bobinas de baixa qualidade conhecidas como *dummy coil* ou ainda bobinas sacrifício. Estas bobinas são grampeadas no final da última bobina produzida e assim que o equipamento foi ajustado ela é grampeada em uma nova bobina que receberá o novo sistema de pintura, para que o processo de pintura continue normalmente. Como nesta bobina *dummy* não é aplicado nenhum tipo de tinta, ela pode ser reutilizada inúmeras vezes até que seu tamanho seja inferior ao tamanho mínimo da linha.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a implementação do sistema os trabalhos foram divididos nas seguintes etapas:

- Análise do sistema (mobilização da equipe, reunião de *kickoff*, levantamentos, elaboração do cronograma detalhado do projeto);
- Elaboração de especificações funcionais do sistema;
- Elaboração da especificação de hardware;

- Desenvolvimento dos módulos do sistema (Heimdall, Bridge MessageQ para interface com N2, Bridge MES/Rlink para interface com R/3, interface DTS com Impromptu) ;
- Testes unitários;
- Acompanhamento dos testes integrados, conforme cronograma e alinhado com os prazos da implementação do Nível 2 para testes integrados com o MES;
- Acompanhamento da partida;
- Operação assistida.

Na etapa de desenvolvimento utilizou-se da metodologia XP (*Extreme Programming*) onde a cada conjunto de funcionalidades desenvolvidas uma nova versão do sistema era liberada para testes, validação e aprovação dos usuários. Desta forma, foi possível definir ‘pequenas’ metas (data de cada versão) durante a fase de desenvolvimento garantindo-se a data final e o objetivo da etapa, versão final do sistema, cumpridos. Também desta forma é possível confrontar o desenho especificado no início do projeto com a real necessidade e o interesse do usuário final, evitando-se ‘surpresas’ na liberação da versão final.

## RESULTADOS

Para os testes de qualidade realizados ainda na linha de produção, foi desenvolvida uma tela específica que deve ser preenchida antes do envio dos dados para o SAP. Previamente, o sistema ao receber os dados correspondentes ao pedido do cliente (Ordens de venda) recebe também os valores limites para cada teste. Em posse destes dados o sistema pode criticar os valores dos testes apontados pelo usuário e, quando fora do limite, informa a produção ao SAP indicando a necessidade de segregação para a qualidade.

Lado Superior					Lado Inferior				
	Lado Operador	Lado Motor	Tolerância	Resultado		Lado Operador	Lado Motor	Tolerância	Resultado
Cor L	<input type="text"/>	<input type="text"/>	6.00 - 9.00		Cor L	<input type="text"/>	<input type="text"/>	6.00 - 9.00	
Cor a	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0.00 - 3.00		Cor a	<input type="text"/>	<input type="text"/>	0.00 - 3.00	
Cor b	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3.00 - 6.00		Cor b	<input type="text"/>	<input type="text"/>	3.00 - 6.00	
Esp. Tinta	<input type="text"/>	<input type="text"/>	80 - 90		Esp. Tinta	<input type="text"/>	<input type="text"/>	80 - 90	
Impacto	<input type="text"/>	<input type="text"/>	50 - 60		Impacto	<input type="text"/>	<input type="text"/>	50 - 60	
Flexibilidade	<input type="text"/>	<input type="text"/>	95 - 99		Flexibilidade	<input type="text"/>	<input type="text"/>	95 - 99	
Esp. Primer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	10 - 30		Esp. Primer	<input type="text"/>	<input type="text"/>	10 - 30	
Brilho	<input type="text"/>	<input type="text"/>	20 - 30		Brilho	<input type="text"/>	<input type="text"/>	20 - 30	
Cura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	30 - 40		Cura	<input type="text"/>	<input type="text"/>	30 - 40	
Dureza Lápis	<input type="text"/>	<input type="text"/>	40 - 50		Dureza Lápis	<input type="text"/>	<input type="text"/>	40 - 50	
Aderência	<input type="text"/>	<input type="text"/>	10 - 20		Aderência	<input type="text"/>	<input type="text"/>	10 - 20	
Cor Visual	<input type="text"/>	<input type="text"/>			Cor Visual	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Roll Form	<input type="text"/>	<input type="text"/>			Roll Form	<input type="text"/>	<input type="text"/>		
Reflectância	<input type="text"/>	<input type="text"/>							

**Resultado Geral:**

Figura 3. Tela de testes de qualidade

Para o cálculo de peso diferenciado a equação (1) foi utilizada. Os valores de espessura são oriundos da dimensão da bobina e dos valores recebidos juntamente na Ordem de Venda. Para os valores de densidade são usados valores médios previamente calculados e armazenados no sistema.

Dependendo do sistema de pintura a ser aplicado, uma bobina pode receber mais de dois tipos de tintas diferentes. Como a linha aplica somente dois tipos de tinta por passe, pode haver necessidade de um segundo passe. Para que o sistema suportasse este novo cenário, foram incluídas nas informações de Ordem de Venda um parâmetro, informando quantos passes a bobina deve sofrer, e as características específicas do segundo passe (tipo de tinta, limites dos testes de qualidade, etc...). Sabendo em que passe uma bobina está, o MES informa corretamente o Nível 2 os tipos de tintas a serem aplicadas e se a bobina deve ser dividida ou não (para otimização do processo a divisão deve ocorrer somente no último passe). Também é possível criticar corretamente os testes de qualidade realizados em cada passe.

Para que o processamento de bobinas *dummy* no sistema, definiu-se que este tipo de material fosse sempre atrelado a um tipo de Ordem de Venda específica. Ao receber um material que ‘pertença’ a este tipo de ordem de processo o MES aplica uma tratativa diferenciada. Este tipo de material fica sempre no final da seqüência de programação com cor diferenciada. Assim que o usuário achar necessário seu uso, ele indica ao sistema realizando o ‘abastecimento’ do material na linha. Uma vez processado, o operador atualiza as dimensões da bobina (caso tenham sido alteradas) e confirmando a produção o sistema automaticamente retorna o material para a seqüência de programação (na posição final). Este procedimento pode ser realizado inúmeras vezes até que o material não possa ser mais usado (tamanho da bobina inferior ao tamanho mínimo possível). Quando não puder mais ser usada o usuário deve sinalizar a produção segregando o material para a qualidade. A qualidade, reconhecendo que o material se trata de uma *dummy coil*, o envia para sucata.

O sistema ainda foi adequado para permitir a divisão de bobinas para mais de um cliente. Em virtude de um “congelamento” no SAP R/3 devido a um *upgrade*, não foi possível realizar as alterações no sistema para contemplar o novo desenho.

## **DISCUSSÃO**

As funcionalidades já existentes no modelo utilizado na unidade de Volta Redonda da CSN foram desenvolvidas e implementadas sem problemas.

As novas funcionalidades que surgiram devido às particularidades da linha de pintura tiveram que ser previamente analisadas.

O novo cálculo de peso de bobinas pré-pintadas se aproxima muito bem do peso real da bobina e serve perfeitamente como contingência na falha de balança.

A entrada no MES de testes de qualidade também foi implementada com sucesso e se encaixou muito bem ao processo da linha, já que os testes são realizados ainda na linha de produção e define o destino do produto pré-pintado.

O segundo passe de bobinas pré-pintadas também foi bem adaptado ao sistema, permitindo o acompanhamento e a obtenção das informações corretas para cada etapa do processo de pintura.

## **CONCLUSÃO**

Conclui-se que a implementação de um sistema crítico, quando realizada através de uma metodologia adequada e quando bem gerenciada e executada geralmente conduz os resultados para os objetivos almejados.

Após a partida do sistema verificou-se que todas as ações tomadas no sentido de minimizar impactos no sistema em Produção surtiram os efeitos

desejados. As metas foram cumpridas nos prazos estipulados, não foi verificada nenhuma parada do sistema e praticamente a linha não parou em nenhum momento por causa do sistema.

## **AGRADECIMENTOS**

Para realização deste trabalho foi de suma importância a participação dos Engenheiros de Processo da linha de pré-pintura, José Carlos Evangelista Misurelli Junior e Luiz Gustavo de Freitas (CSN-PR), do Gerente de Projeto, Maurício de Souza Miele (Chemtech), dos Consultores, César Augustus Coelho Tavares e Sérgio André Sottomano (Chemtech), e da equipe de desenvolvimento, Gérson José Rizzo Garofano (Chemtech), Lúcio Oliveira Magalhães (CSN-VR), Janete Terezinha Ferreira da Silva Lecheta e Karine Danielle Gondek (CSN-PR)

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

MIELE, M.S.M., FONSECA, R.P, SOTTOMANO, S.A., LIMA, M.J.R, CARMO, R.W., CARDOSO JR, HELCIO e FERREIRA, C.C.N. Caso de sucesso na migração de plataforma de um sistema crítico 24x7 na planta de produção industrial da CSN. **Anais do VII Seminário de Automação de Processos**, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 2003.

# IMPLEMENTING M.E.S SYSTEM IN A CONTINUOUS COATING LINE: DETAILS AND DIFICULTIES<sup>1</sup>

*Carlos Henrique Novaga Alves<sup>2</sup>, João Batista Nogueira de Oliveira<sup>3</sup>*

This paper presents the existing functionality in a MES system for a daily continuous coating line, its particularities and the difficulties found in the implementation of the system in the CSN, Paraná branch. Initially the functional specifications of the system had been elaborated, attempting against mainly for the particularities of the line like: coil split for more than a customer, calculation of differentiated weight, processing carried through in two stages and tests of quality. The development was carried through using XP methodology (Extreme Programming), where small versions were developed to the users for tests and validation. Finished the unitary development and tests, integrated tests was started with direct user participation, involving integration with Level 2 of automation and ERP of the company. The implementation of the MES and the integration of the systems of automation to the integrated model business-oriented (MIN) had been carried through successfully. All the production of coating coils is controlled for the system, since the entrance of the customer order until the delivery, passing for the coils programming, entrance and production, coating consumption and tests of quality, carried through in the material in the line. It is possible to guarantee to the customers material with quality CSN with lead time of up to two days.

## **Keywords**

MES, coating, system

---

<sup>1</sup> VIII SEMINÁRIO DE AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS  
October, 6<sup>th</sup> to 8<sup>th</sup>, 2004 - Belo Horizonte - MG – Brazil

<sup>2</sup> Development Engineer, Chemtech

<sup>3</sup> IT Specialist, Companhia Siderúrgica Nacional