

# INTEGRAÇÃO DOS SISTEMAS DE AUTOMAÇÃO DA LAMINAÇÃO COM O SISTEMA MES NA ARCELORMITTAL PIRACICABA<sup>1</sup>

Altamir Neves Gomes<sup>2</sup>  
André Luiz Barbosa Carvalho<sup>3</sup>  
Frank Reinaldo Buzelli<sup>4</sup>  
Gerson Rodrigues da Silva<sup>4</sup>  
Gleyson de Campos Caneva<sup>5</sup>  
Leonardo Henrique Woitowicz<sup>6</sup>  
Paulo Gustavo da Silva Bicalho<sup>7</sup>

## Resumo

A integração dos diversos sistemas industriais de informação é um desafio tecnológico que uma vez alcançado pode trazer vantagens competitivas para a empresa do ponto de vista gerencial. O fluxo de informações necessárias para a tomada de decisões deve basear-se em três pilares: qualidade, confiabilidade e disponibilidade das informações. Esse trabalho mostra como foi feita a integração dos sistemas de automação com o nível gerencial do MES garantindo atendimento a esses pilares. Para o desenvolvimento da solução foi utilizada a tecnologia .NET integrando-se os sistemas de controle BOSCH e SIEMENS com o sistema MES através fila de mensagens. O tratamento dos dados brutos transformando-os em informação também é contemplado nesse trabalho.

**Palavras-chave:** Integração de dados; Automação em tempo real; MES.

## DATA INTEGRATION – A PRACTICAL APROACH INTEGRATING AUTOMATION AND MANAGEMENT SYSTEMS AT ARCELORMITTAL PIRACICABA

### Abstract

Data integration through the several industrial information systems is a technological challenge that once achieved may result in a competitive advantage for companies thou the management point of view. The information flow necessary for the decision making process must be handled over three key objectives: quality, reliability and available information. This paper demonstrates how the integration between the automation systems and the management systems (MES) was done assuring the achievement of the three goals. .NET technology was used during the development of the solution integrating BOSCH and SIEMENS PLC's with the MES system throw message queue

**Key words:** Data integration; Real-time automation; MES.

<sup>1</sup> Contribuição técnica ao 47º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 26 a 29 de outubro de 2010, Belo Horizonte, MG.

<sup>2</sup> Supervisor de Manutenção da ArcelorMittal Piracicaba

<sup>3</sup> Gerente de Manutenção da ArcelorMittal Piracicaba

<sup>4</sup> Técnico de Manutenção da ArcelorMittal Piracicaba

<sup>5</sup> Líder TI de Site da ArcelorMittal Piracicaba

<sup>6</sup> Engenheiro de Controle e Automação da ArcelorMittal Piracicaba

<sup>7</sup> Estagiário de Automação da ArcelorMittal Piracicaba

## 1 INTRODUÇÃO

Na era da informação, dados transformados em conhecimento no momento certo trazem um diferencial no auxílio à tomada de decisão nas empresas. Por esse motivo as empresas buscam cada vez mais ter informações dos seus processos internos e externos em tempo hábil a mudar o rumo das diretrizes gerenciais na velocidade da demanda de mercado.

Esse fluxo de informações, tão importante para o andamento dos negócios, tem origem de longa data com os inúmeros relatórios de processo gerados a partir de medições de campo feitas desde o início dos processos industriais. Esses dados trabalhados geram informações valiosas para o corpo gerencial das empresas como produção, produtividade, rendimento, consumos, etc. Na concorrência gerada pela globalização dos negócios e mercados essas informações têm papel determinante na gestão dos custos e resultados industriais.

Esse trabalho mostra um estudo de caso de integração de dados de forma a melhorar o fluxo de informações na ArcelorMittal Piracicaba. O objetivo é mostrar as ferramentas aplicadas e como a integração dos sistemas digitais existentes foi realizada. Os resultados obtidos são explicados e a metodologia de condução do projeto com base na metodologia do PDCA é detalhada.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para a condução do projeto foi usada a metodologia do PDCA (*Plan, Do, Check, Act*). Essa maneira de trabalho, que tem raiz na metodologia Seis Sigma,<sup>(1)</sup> assegura que o sucesso final do projeto seja garantido por suas etapas intermediárias. Na etapa de planejamento o problema é estudado a fundo. O conhecimento gerado por esse estudo garante que a solução implementada na etapa *Do* seja pontual e eficaz. Depois a efetividade das ações é comprovada na etapa *Check*. Por fim, o ciclo do projeto termina com uma etapa de padronização garantindo que o projeto faça parte da rotina da empresa.

### 2.1 Identificação do Problema – A Pirâmide da Automação

A pirâmide de automação é uma representação gráfica do fluxo de informação nas empresas e as tecnologias empregadas. Uma representação simplificada pode ser vista a seguir.



Figura 1. Pirâmide da Automação.

Na base da pirâmide estão os sensores e atuadores. Nesse nível os dados são abundantes porém pouco informativos do ponto de vista gerencial. Um exemplo em um laminador pode ser o sinal de uma fotocélula indicando presença de material. Esse dado isolado não traz nenhuma informação útil para tomadas de decisões gerenciais, ele serve apenas para o correto funcionamento do processo. Esse controle de processo é feito pelo nível acima, onde estão os CLP's (Controladores Lógicos Programáveis). Os CLP's são utilizados a algum tempo nas indústrias e permitem o controle de acordo com os requisitos do processo. Voltando ao exemplo, aqui esse sinal de fotocélula garante, por exemplo, a abertura de determinada válvula. Nesse nível os dados de corrente e/ou tensão começam a virar informação, como "presença de barra". As informações ainda são poucas, prevalecendo os dados. No nível acima, temos os sistemas de supervisão. Esses sistemas são a interface do processo produtivo com os operadores de produção. Aqui os dados do processo começam a virar informações úteis para a tomada de decisões gerenciais. É nesse nível que o sinal da fotocélula vira uma informação de que houve um tarugo laminado, ou seja, contabiliza-se a produção. O nível acima está o sistema MES, cujo objetivo maior é garantir que os dados dos diversos processos, transformados em informação auxiliem na tomada de decisões com base nas diretrizes da empresa. Os sistemas MES (*Manufacturing Enterprise System*) têm informações trabalhadas que auxiliam na programação da produção, preparação para manutenção, entre outros além de garantir cálculo de indicadores importantes como utilização, produtividade, OEE (*Overall Equipment Effectiveness*), etc. No último nível temos os sistema ERP (*Enterprise Resource Planning*), que gerenciam todos recursos da empresa e garantem interface entre os diversos departamentos: produção, recursos humanos, acionistas etc.

O que se percebe pela descrição acima é que o sinal da fotocélula do exemplo é necessário em todos os níveis acima com o devido tratamento. Portanto como garantir que esses dados trafeguem pelos diversos sistemas de diversos fabricantes de maneira rápida e confiável? Esse problema de automação é respondido pela integração de dados e o caso prático adotado nesse projeto é mostrado a seguir.

## **2.2 Identificação do Problema – A Estrutura de Automação da ArcelorMittal Piracicaba**

Para a compreensão do projeto, são necessárias algumas explicações das premissas colocadas. São dois laminadores na usina de Piracicaba: um de 2004 e um de 1999 de fabricantes diferentes que usam sistemas de automação diferentes. O Trem Laminador 1 usa CLP's BOSCH, SIEMENS S7 e SAIA, Supervisórios Indusoft e redes Ethernet e FMS. O Trem Laminador 2 usa CLP's SIEMENS S5 e S7, Supervisórios Intouch e rede Ethernet. O sistema MES é comum, usa a plataforma Java e se comunica com os sistemas de automação através de filas de mensagem.

A estrutura descrita acima possibilita uma infinidade de soluções de integração, porém o custo e a facilidade de manutenção do sistema eram pré-requisitos para a escolha. Assim sendo, optou-se por desenvolver-se uma solução usando a tecnologia *.NET* da *Microsoft*, já que em contato com o fabricantes dos equipamentos, todos eles dispunham de bibliotecas de comunicação usando essa tecnologia. Quanto à facilidade de manutenção, a tecnologia *.NET* é bastante empregada por ser fácil de manter, rápida, e por ter vários recursos poderosos para integração entre sistemas.

Antes da realização desse projeto, a integração entre os sistemas de automação e os sistemas gerenciais existia, porém era feita por um operador. Assim, as informações estavam sujeitas a erros humanos e atrasos na disponibilidade de informações. Essas dificuldades eram contornadas por criação de procedimentos, treinamentos e validações de dados, o que representa custos. A idéia do projeto é retirar parte desse trabalho burocrático dos operadores garantindo esforços maiores em produtividade e qualidade.

### 2.3 A Solução Proposta

No final da etapa de planejamento, com o problema bem conhecido, as implicações estudadas e avaliadas, desenvolveu-se um plano de ação. Essas ações vão desde a elaboração do novo sistema até as novas padronizações de processo demandadas pelas alterações.

A solução proposta foi modular para facilitar manutenções e expansões futuras do sistema. A Figura 2 ilustra o sistema proposto.

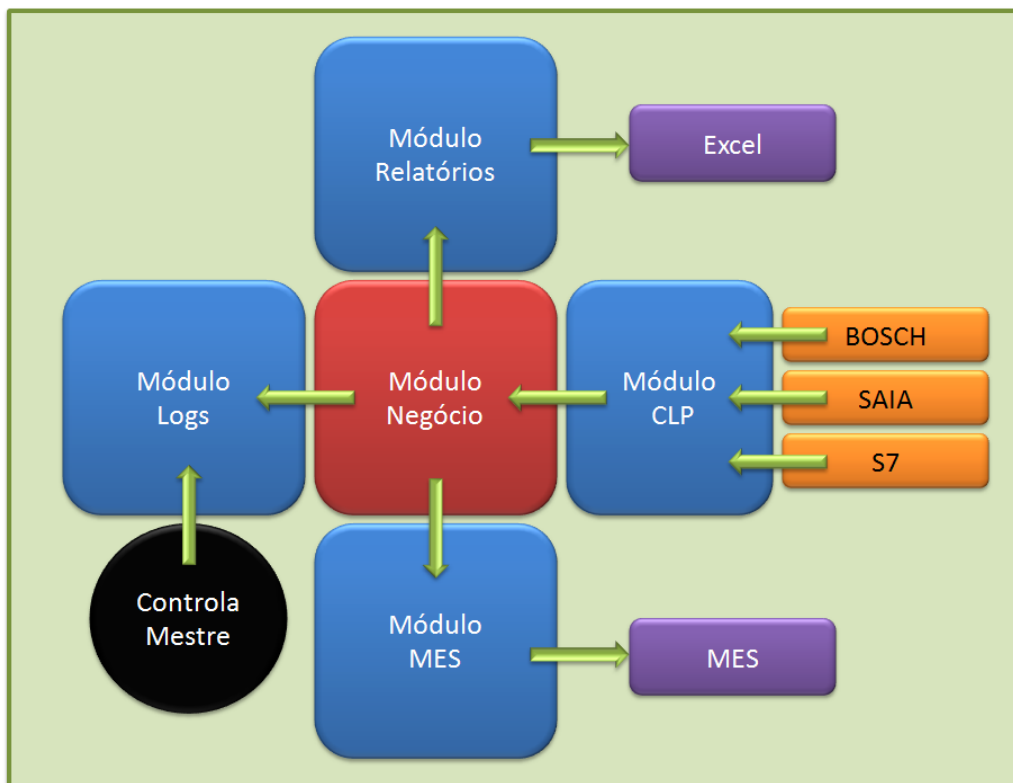


Figura 2. Arquitetura do Sistema.

O sistema desenvolvido na linguagem de programação C# .NET, utiliza o Microsoft Visual Studio 2005. O sistema foi feito usando orientação a objetos justamente pela modularidade dessa arquitetura e pela facilidade de expansão.

Como se percebe, cada um dos módulos têm funções bem definidas:

- *Módulo CLP* – é uma estrutura que representa um CLP. Usando esse módulo é possível conectar a um CLP, desconectar, verificar o status de comunicação, ler dados de um endereço e escrever dados. Assim, caso desejar-se colocar um novo CLP para ser consultado pelo sistema, basta criar um novo objeto do tipo CLP e configurá-lo corretamente. O grande problema

desse módulo foi mensurar o tempo de leitura. Foram feitos vários testes de desempenho considerando a arquitetura mestre/escravos explicada a seguir e concluiu-se que uma taxa de amostragem boa para o processo e para o bom funcionamento do sistema era de 350 milissegundos.

- *Módulo BOSCH* – um dos CLP's usados no Trem Laminador 1 é o BOSCH CL500. Usa-se também o modelo CL400. Esse módulo, portanto tem o objetivo de encapsular particularidade dos CLP's BOSCH como o endereçamento. Esse módulo usa uma DLL (*Dynamic Link Library*) fornecida pelo fabricante com os métodos disponíveis.
- *Módulo SAIA* – Os CLP's SAIA usados, não possuem acesso à rede Ethernet, toda comunicação é feita por rede FMS. Além disso, não existem bibliotecas disponíveis que encapsulam os métodos de escrita e leitura. Como todos os SAIA's comunicam com o BOSCH, foi criada uma ponte para que os dados dos SAIA's pudessem ser lidos através dos CLP's BOSCH. Essa foi a maneira mais fácil de garantir a comunicação com esses controladores que também calculam dados importantes para serem enviados ao MES.
- *Módulo Siemens S7* – Esse módulo usa uma biblioteca (DLL) gratuita que permite acessar dados de CLP's S7. Também todo endereçamento é encapsulado de maneira a ficar transparente para o usuário bastando somente configurar o endereço o qual se deseja consultar ou escrever.
- *Módulo de Negócio* – Esse módulo encapsula os métodos responsáveis por transformar os dados dos CLP's em informação. São feitas totalizações, cálculos de tendências, entre outros para que esses dados sejam enviados ao MES ou módulo de relatórios.
- *Módulo MES* – Esse módulo encapsula a fila de mensagens. Todas as mensagens enviadas para o MES passam pelo Message Queue. Os dados a serem enviados para o MES têm formato predefinido e são gerados pela camada de negócio.
- *Módulo Relatórios* – Esse módulo gera alguns relatórios necessários para o gerenciamento que não são feitos pelo MES. Ele exporta dados para planilhas Excel que podem ser usadas com dados de processo em tempo real. Esse módulo é um dos mais complexos por exigir integração entre redes de processo e rede corporativa. Essas redes são separadas logicamente e a integração entre elas é feita somente por troca de arquivos. Sabe-se que essa não é a maneira ideal de integração por ser lenta em alguns casos, mas dados o escopo das aplicações não há necessidade de ótimo desempenho.
- *Módulo Gerenciador de Mestres* – a arquitetura do sistema previu uma estrutura mestre/escravo. Assim, se por algum motivo o mestre cai, o escravo assume a função de mestre e continua transmitindo as informações. Foi previsto trabalhar-se com mais de um escravo por segurança e atualmente se trabalha com um mestre e dois escravos.
- *Módulo de Logs* – esse é um módulo que fornece em arquivos de texto diagnósticos do funcionamento do sistema. Ele foi muito utilizado durante o start-up do sistema porém com o funcionamento consolidado raramente esse módulo é usado.

A característica modular do sistema permitiu que ele fosse lançado em etapas, garantindo consolidação de cada um dos módulos individualmente antes de desenvolver-se um novo módulo.

Outra característica que favoreceu a aceitação do sistema foi a interface. Desde a concepção pensou-se em uma interface simples e objetiva que favorecesse

a manutenção e aceitação por parte dos técnicos/operadores. Por isso a interface gráfica proposta é somente a conexão com cada um dos CLP's representada por um semáforo que quando verde indica funcionamento normal e quando vermelho indica falha. A cor amarela indica que o sistema está sendo carregado. Todos os diagnósticos podem ser feitos pelos arquivos gerados pelo Módulo de Logs.

### **3 RESULTADOS**

O sistema foi desenvolvido em três meses e o *start-up* foi feito durante um mês. Durante esse tempo final, vários ajustes foram feitos e desde então o sistema vem funcionando corretamente.

O resultado previsto no início do projeto foi alcançado. Informações de produção e produtividade podem ser acompanhados em tempo real pelo sistema MES e pelos relatórios gerados. Isso trouxe agilidade na tomada de decisões principalmente de produtos a serem produzidos e estratégias de paradas de manutenção.

Atualmente dados de enformamento, desenformamento, temperatura do tarugo enformado, produção são todos transmitidos automaticamente para o Sistema MES ou para o Módulo de Relatórios. Garantindo que as informações estejam disponíveis em tempo real e com alta confiabilidade dos dados.

Outro bom resultado que vale a pena ser mencionado foi o custo do projeto. O custo foi relativamente baixo considerando que projetos de integração de sistemas de automação têm custo elevado. Isso mostra que uma equipe bem preparada que domine ferramentas de automação pode fornecer soluções simples e de fácil manutenção porém com grande valor agregado aos processos internos da empresa.

### **4 DISCUSSÃO**

Os benefícios advindos com a implantação do sistema levam à confirmação que os dados de processo são imprescindíveis tanto para o controle do processo quanto para a tomada de decisão gerencial.

Durante o projeto, ficou claro que, a adoção de várias plataformas diferentes de sistemas de automação é um gargalo quando se deseja garantir o fluxo de informação demandado pelas empresas. Sistemas antigos, legados podem representar atrasos nas estratégias adotadas mostrando a forte relação entre a automação e a gestão dos negócios. Por isso, cada vez mais devemos buscar padrões consolidados de comunicação e integração para não ficarmos reféns da tecnologia.

Outro ponto que deve ser levantado é a importância da qualidade da informação. Após a implantação do sistema, percebemos alguns processos estavam com a taxa de amostragem inadequada fornecendo informações imprecisas para a tomada de decisões. Assim, a qualidade dos dados deve ser aferida, e foi escopo desse projeto garantir um procedimento de aferição das informações fornecidas aos sistemas superiores.

### **5 CONCLUSÃO**

Na era da informação, dados transformados em conhecimento em tempo real e com qualidade devem ser buscados cada vez mais. Os sistemas de automação possuem alguns padrões conhecidos de integração como o OPC (*Ole For Process*

*Control*).<sup>(2)</sup> Sistemas legados porém não possuem interface ou possuem interface restrita para a comunicação, como é o caso dos CLP's SAIA.

Garantir a automação do fluxo de informações permite que os dados sejam mais confiáveis e mais disponíveis, deixando a tomada de decisões gerenciais mais precisas. O conhecimento de ferramentas de automação é necessário para mostrar a possibilidade de interferir nos processos tornando-os melhores e mais seguros.

## REFERÊNCIAS

- 1 PEREZ-WILSON, M. *Seis Sigma: compreendendo o conceito, as implicações e os desafios*. Tradução Bazan Tecnologia e Lingüística. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1999.
- 2 FONSECA, M. *Comunicação OPC – Uma abordagem prática*. Vitória: VI Seminário de Automação de Processos, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais.