

# SAA – SISTEMA MES PARA A INTEGRAÇÃO DA ACIARIA<sup>1</sup>

Bruno José Timponi França<sup>2</sup>

João Carlos Gual<sup>3</sup>

Bruno Pinto Coelho Ataíde<sup>4</sup>

João Conceição de Souza<sup>5</sup>

Ormino Carlos de Godoy<sup>6</sup>

Delmar Barros Ribeiro<sup>7</sup>

Luís Gustavo O Amaral Mello<sup>8</sup>

Alessandro Ribeiro Lage<sup>9</sup>

Sérgio Miguel Albarracín<sup>10</sup>

## Resumo

Até a década de 90, os sistemas de automação eram isolados em ilhas independentes e distantes dos sistemas corporativos. Os primeiros sistemas de planejamento da manufatura (MRP) surgiram no início da década de 70 e eram responsáveis pelo planejamento de necessidades de materiais. Estes sistemas evoluíram para os sistemas MRPII nos 20 anos seguintes, sendo substituídos pelos chamados sistemas ERPs. A partir de então, surgiram os sistemas MES, com o objetivo de suprir o grande espaço que existia entre os sistemas corporativos e os sistemas de automação. Como evolução destes sistemas hoje existem os atuais e incipientes sistemas colaborativos, com o objetivo de integrar os ambientes de negócios, de produção, da cadeia de valores e de ciclo de vida dos produtos da empresa. Este trabalho apresenta um sistema MES, que aplicando conceitos da tecnologia da informação, transforma as demandas dos clientes em planos de execução, possibilitando ganhos de produtividade, competitividade e qualidade. Nas notas introdutórias, item 1, encontram-se descritas de forma sucinta a metodologia, objetivos e os resultados do sistema exposto. O item 2 apresenta com um nível maior de detalhes, os componentes físicos do sistema e os métodos utilizados na implantação do mesmo. Os resultados alcançados, as relações destes resultados com outros autores e a conclusão, são apresentados nos itens 3 e 4.

**Palavras-chave:** MÊS; PIMS; SAP; Qualidade.

## Abstract

Until the 90's, the Automation Systems were isolated in islands on a great way off from the Corporate Systems. The first manufacture planning systems (MRP) appeared in the early 70's and was responsible for the materials planning activities. In the 20 following years these systems evolve to the MRPII systems, being substituted by the ERP applications. In the early 90's, the MES systems appeared, with the purpose of closing the gap between the corporate (ERP) and the automation systems. The collaborative systems appeared as an evolution in this structure, with the aim of integrating the business and the production environment of the organization. This work presents a MES application, which applies information technology concepts to transform the customers' demands in execution plans, providing gains of productivity, competitiveness and quality. The introductory notes, detailed in item 1, describe the methodology, objectives and the results of the exposed system. Item 2 presents the system's components and the methods used at the startup phase. Finally, in items 3 and 4, it is presented the project results, its analysis and the conclusion.

**Key words:** MES; PIMS; SAP; Quality.

---

<sup>1</sup> Trabalho apresentado no XXXVII Seminário de Aciaria - Internacional, 21 a 24 de maio de 2006, Porto Alegre, RS

<sup>2</sup> Eng. Elétrica pela UFMG.

<sup>3</sup> Eng. de Minas pela USP.

<sup>4</sup> Eng. de Automação pela PUC-MG.

<sup>5</sup> Matemática pela UNIMEP.

<sup>6</sup> Graduando em Eng. Eletrônica.

<sup>7</sup> Mecânica e pós graduado em Eng. da Qualidade.

<sup>8</sup> Eng. Mecânica com MBA em Gestão Empresarial.

<sup>9</sup> Eng. Eletrônica e Telecomunicações.

<sup>10</sup> Técnico de Eletrônica Industrial.

## **1 INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de sistemas para o planejamento de demanda de materiais (MRP) não teve muita atenção até o início da década de 70.<sup>(1)</sup> A partir de então, os sistemas MRP começaram a receber maior atenção devido ao aumento do uso de computadores digitais. Nos anos seguintes, os sistemas MRP tiveram suas funções estendidas ao planejamento de negócios, produção e de capacidade,<sup>(1)</sup> passando a serem chamados de sistemas MRPII.

A partir da década de 90, estes sistemas passaram a serem substituídos pelos sistemas ERPs.<sup>(2,3)</sup>

Com o objetivo de suprir o grande espaço que existia entre os sistemas corporativos e os sistemas de automação, surgiram finalmente os sistemas MÊS.<sup>(4)</sup>

O SAA integra o sistema corporativo aos vários sistemas de chão de fábrica já existentes, como o EAF, LRF, MLC, SEs, LAMINAÇÃO e ETA.

Destacam-se as funções de recebimento das Ordens de Produção (Ops) do SAP, acompanhamento e rastreamento destas Ops, devolução ao SAP dos resultados e insumos gastos, associados aos respectivos itens de qualidade.

A solução adota a arquitetura em três camadas: servidor de dados, servidor de aplicação e clientes.

A primeira camada é composta de dois servidores. O primeiro servidor é utilizado para implementar as funções PIMS e o segundo servidor para realizar o rastreamento, armazenar registros de qualidade, interface com o sistema corporativo e demais sistemas.

A segunda camada é composta de um servidor de aplicação, com as funções de atender à solicitação dos clientes, montagem de relatórios, acesso aos bancos de dados e drivers específicos.

Os clientes são usados pela operação, manutenção, Staff da engenharia e gerencias, promovendo a integração dos setores da Usina.

Os objetivos principais do projeto foram alcançados, mediante o acompanhamento e garantia de padrões de qualidade das Ops, rastreamento de produtos, integração da usina e economia de energia. A implantação seguiu rigorosamente o cronograma, sem provocar parada e perda de produção.

O objetivo deste trabalho é apresentar as etapas de especificação, desenvolvimento e implantação do sistema.

## **2 COMPONENTES E MÉTODOS**

### **2.1 Configuração de Hardware**

O sistema foi desenvolvido tendo-se como base a família de micro computadores compatíveis com IBM PC, sendo composto das seguintes unidades:

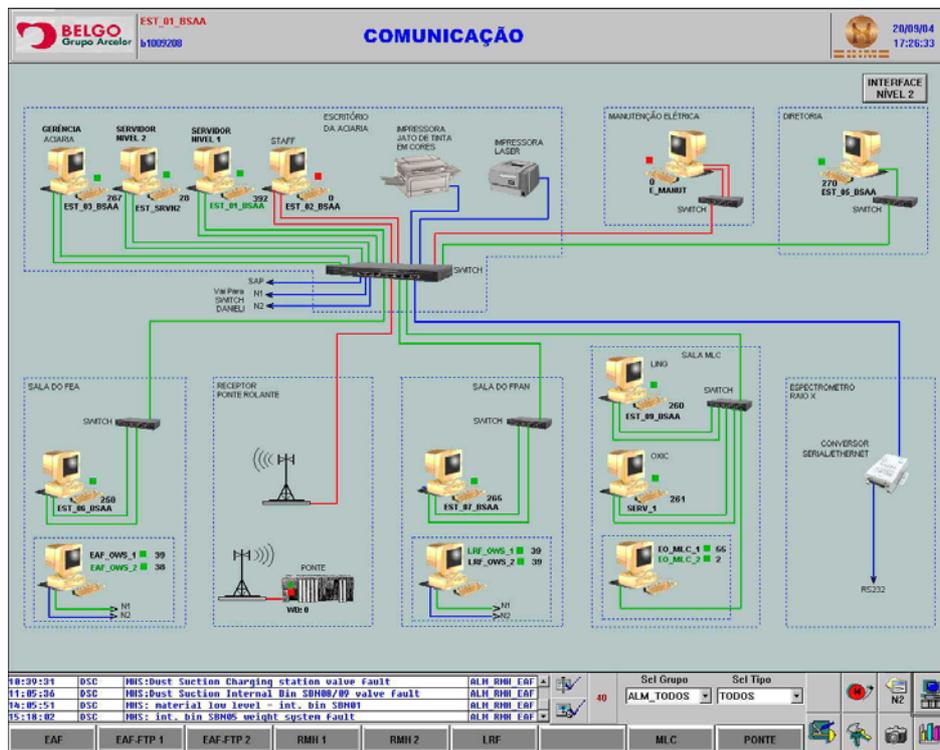
**Tabela 1.** Detalhamento dos componentes do sistema

Estação	Localização	Função
1	Sala de Servidores da Usina	Servidor de funções N1
1	Sala de Servidores da Usina	Servidor de funções N2
1	Sala de Servidores da Usina	Estação de Manutenção
2	Escritório da aciaria	Estação cliente
1	Gerencia da aciaria	Estação cliente
1	Gerencia Geral da Aciaria	Estação cliente
2	Sala do EAF	Estação cliente
1	Sala do FTP	Estação Cliente
2	Sala MLC	Estação Cliente

Fonte: elaborado pelo autor

Outros elementos de redes como os Switchs, terminal server, impressoras, conversores de mídia, cabos UTPs, cabos de fibra ótica foram usados na integração do sistema.

A configuração de hardware do sistema é apresentada na Figura 1.



Fonte: tela capturada do sistema SAA na BMP

**Figura 1.** Configuração do sistema.

## 2.2 Conceitos Básicos

Como já mencionado, a solução adota a tecnologia da arquitetura em três camadas, ou seja, servidor de dados, servidor de aplicação e os clientes.

A camada de dados prove, à camada de aplicação, dois tipos de informações distintas: dados adquiridos do processo através das interfaces com os diferentes dispositivos de nível 1 no chão de fábrica, e dados provenientes dos bancos de dados relacionais SQL Server, ORACLE e de portais de conexão com outros bancos

e sistemas já existentes nas aplicações de processo do EAF, LRF, MLC, laboratório de análise química, SAP, banco corporativo e outros. Nesta camada são também armazenados: as ordens de produção (OPs) provenientes do SAP, o acompanhamento das Ops durante as fases de produção, as análises químicas, os relatórios, os procedimentos operacionais, os controles de documentos, os boletins dos turnos, o controle de qualidade dos produtos e vários outros dados.

A segunda camada é a de aplicação responsável pelo atendimento aos pedidos de serviço das estações clientes e a implementação das regras de negócio do processo. Dentre as funções mais importantes desta camada podemos citar :

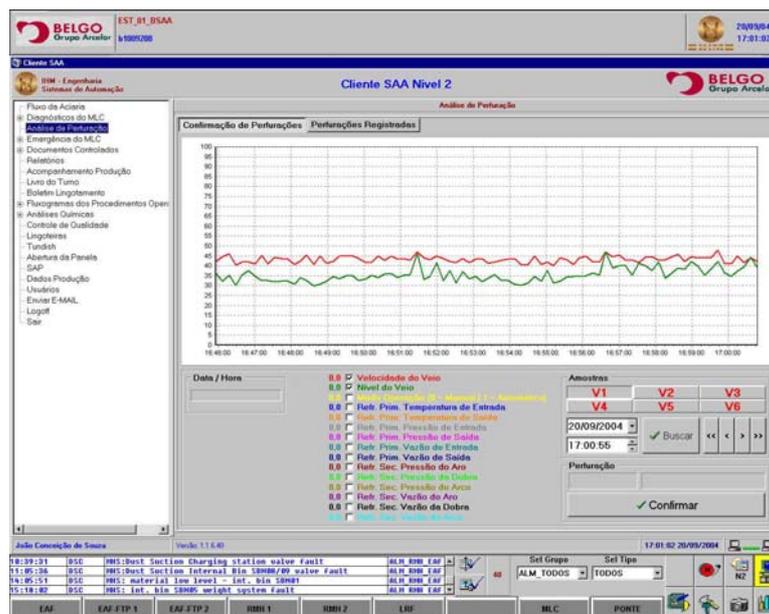
- 1) **Interface com o sistema SAP.** Recebe do SAP as ordens de produção, armazena estas OPs no banco SQL Server e as encaminha aos sistemas de nível 1 para execução. O SAA passa então a acompanhar e a registrar todos os eventos e ocorrências do processo associadas com esta ordem, como por exemplo, a qualidade do produto, o tap to tap, análises químicas, tempo de vazamento, temperaturas do aço, etc. Uma vez finalizada, a ordem de serviço é enviada de volta ao SAP, acompanhada com os dados associados da produção, como as análises químicas, insumos consumidos (energias, ligas, sucatas), estratificados por tipo e por centro de custo.
- 2) **Interface com o sistema de montagem dos cestos de sucata.** O sistema fornece dados ao sistema de montagem do cestão. Este sistema foi desenvolvido pela equipe da Belgo, para auxiliar o operador da ponte rolante na montagem do cestão de cargas, orientando o operador quanto aos materiais e pesos a serem inseridos no cesto para cada extrato de carga do EAF.
- 3) **Interface com os espectrômetros de análise química.** As amostras para análise química, são obtidas no EAF e no LRF, sendo analisadas em espectrômetros de Raio X e óptico. O sistema recebe as análises dos espectrômetros, armazenando-os nos bancos relacionais. A interface entre o espectrômetro e o SAA é implementada através de um terminal server, que interliga a rede ethernet do SAA a uma porta serial do espectrômetro.
- 4) **Controle do fluxo da aciaria.** Esta função disponibiliza informações importantes para a logística da operação como: número da corrida em andamento em cada área, tempo restante para liberação da panela por área, tempo de folga em relação ao MLC, tempo de forno ligado, tap to tap, consumos, número de tarugos lingotados por veio, etc. A figura 2 mostra como a informação é vista através das estações clientes.

	FEA	FPAN	MLC				
CORRIDA	48477	48476	48475				
CORRIDA ESPERA	-						
METAL FPAN (min)	-	19	-				
ADIANTE/MLC (min)	-15	3	0				
TAP TO TAP (min)	11	15	27				
LIGADO (min)	11	2	-				
PARADO (min)	0	13	-				
ENERGIA (kWh)	13.29	0.64	-				
POTÊNCIA (kWh)	74.90	13.40	-				
O2 (Nm3)	0.00	-	-				
GN (Nm3) QUEIM.	0.00	-	-				
O2 (Nm3) QUEIM.	0.00	-	-				
FIM ESTIMADO (min)	69	30	38				
Fase	CEST01_34%CARB.	BELGO_MAIN_ALLOY	-				
Aço	CA50R	CA50R	-				
	VEIO 1	VEIO 2	VEIO 3	VEIO 4	VEIO 5	VEIO 6	TOTAL
CONT. TARUGOS	8	8	8	10	0	8	42
Corrida do MLC:	10147						
Conjugação:	8						

Fonte: tela captura do sistema SAA na BMP

Figura 2. Fluxo da Aciaria

- 5) **Análise de perfuração.** Após ocorrer a perfuração de um veio, o operador poderá selecionar o instante da ocorrência através de gráficos históricos em que aparecem agrupadas as principais variáveis do lingotamento. O sistema então armazena no banco o registro da perfuração com as informações previamente coletadas, tais como: tipo do aço, número da corrida, as análises químicas, as temperaturas e pressões das refrigerações primária e secundária, o nível e o tipo do distribuidor, o molde e suporte que estavam em uso e o gráfico com o histórico de tendência. Estes dados permitem então o diagnóstico dos motivos operacionais que provocaram a perfuração, favorecendo ações preventivas que minimizem estas ocorrências. A Figura 3 mostra como o operador seleciona o instante da perfuração.



Fonte: tela captura do sistema SAA na BMP

Figura 3. Detecção de perfuração no veio

- 6) **Controle de qualidade.** O controle de qualidade do produto é montado através de dados que são armazenados pelo sistema durante toda a fase da fabricação daquela OP, terminando no lingotamento com o parecer do inspetor de qualidade. Dentre os principais dados armazenados estão os controles dimensionais, as análises químicas, as peças aprovadas, a localização dos tarugos, etc.
- 7) **Documentos de qualidade.** O sistema faz o controle de documentos da qualidade, como os procedimentos operacionais, roteiros metalúrgicos, etc. Estes documentos podem ser acessados através de qualquer estação cliente. Uma vez revisados e validados os documentos no servidor do SAA, as estações clientes tem acesso a sua última versão.
- 8) **Relatórios.** Dentre os principais relatórios disponibilizados pelo sistema, destacam-se os relatórios de produção diária da aciaria, a performance da aciaria, a produção de tarugos, os controles dimensionais e empenamentos, a análise química do aço e da escória, os boletins do turno, etc. Estes relatórios podem ser visualizados nas estações clientes.

Os clientes, representados pela terceira camada do sistema, são espalhados geograficamente na usina, e exibem uma série de informações tanto de processo como proveniente da camada de aplicação.

Os agentes, clientes, estão engajados em atividades compartilhadas, trabalhando em conjunto para um objetivo comum, fazendo com que o sistema, tenha funcionalidades de um sistema colaborativo. A Figura 4 mostra a tela de entrada das funções do nível 2 nas estações clientes.



Fonte: tela captura do sistema SAA na BMP

**Figura 4.** Funções nível 2

### 3 RESULTADOS

O principal objetivo do sistema, que foi integrar os setores de planejamento, produção e de controle aos diversos níveis decisórios da Usina,<sup>(5)</sup> permitindo a otimização de atividades produtivas, foi plenamente alcançado.

Outros objetivos importantes também alcançados foram:

- Rastreamento e acompanhamento das Ordens de Produções e produtos efetivamente gerados na Aciaria.
- Acompanhamento da qualidade do produto.
- Melhoria na capacidade de comunicação entre produção da aciaria, gerencia e staff da engenharia de produção, gerencia da usina, planejamento da produção, planejamentos de recursos, gerenciamento da cadeia de suprimentos.
- Comunicação direta entre fabrica e gerencia.
- Facilidade para inclusão de estações clientes adicionais em qualquer ponto da rede dentro da instalação industrial.
- Emissão de todos os relatórios periódicos, gerenciais, de acompanhamento e controle da produção.
- Disponibilidade imediata do “status” produtivo da Aciaria para o “staff” e diretoria da Usina.

### 4 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Os seguintes benefícios podem ser observados no sistema (SAA), quando comparado com outros sistemas de nível 2 :

- O sistema foi instalado com a planta em funcionamento, sem descontinuidade do processo produtivo e portanto sem perdas de produção.
- A associação do produto com as Ops são feitas automaticamente pelo sistema e apenas após a definição do mesmo. Este artifício reduz ou mesmo acaba com as interferências manuais da equipe de processo, mesmo em casos extremos, em que o produto fuja de sua especificação original. Neste caso, o SAA procura uma nova ordem de produção para poder enquadrar aquele produto.
- A característica de sistema colaborativo permite que trabalhem em conjunto, os operadores das áreas, os operadores de ponte rolante, a manutenção, a equipe de processo, o staff da aciaria, a gerencia da aciaria, a gerencia geral da usina e a equipe de planejamento da produção. Os objetivos comuns são atingidos com mais facilidade, uma vez que os diversos setores estão empenhados em atividades compartilhadas para um mesmo fim.
- Interface com vários outros sistemas, como: EAF, LRF, MLC, TL1, ETA, Pontes Rolante, Laboratório de análise química, SAP etc.
- Nas seguintes camadas, foram usados sistemas padrão de mercado: PIMS (camada 1), Clientes(camada 3) para visualização de processo (sinóticos, tendências, etc).
- Foi desenvolvido em Delphi as seguintes camadas : Servidor de Aplicação ( camada 2 ), Clientes ( camada 3 ) para exibição de relatórios e outras interfaces com servidor de aplicação.

- As informações disponibilizadas pelo sistema permitiram enfiar a quente os tarugos a serem laminados, com grande economia de energia.
- Apontamento de tarugos na saída do lingotamento.

O SAA constituirá o elo de viabilização para a implantação de modelos de estudo, de eficiência, e de otimização, uma vez que as informações necessárias para estes desenvolvimentos, são facilmente extraídas de seus bancos de dados.

### **Agradecimentos**

As etapas de especificação, desenvolvimento e implantação do sistema se tornaram mais rápida e segura, com a participação das empresas e profissionais, aos quais passamos nominalmente a agradecer :

#### **Empresas :**

- Belgo Mineira Piracicaba
- IHM Engenharia e Sistemas de Automação

#### **Profissionais :**

- José Fernando Bosi Filho
- Delmar Barros Ribeiro
- Luís Gustavo O Amaral Mello
- Marcelo Murta
- Alessandro Ribeiro Lage
- João Conceição de Souza
- Ormino Carlos de Godoy
- Sérgio Miguel Albarracin
- José Márcio Garcia de campos

### **REFERÊNCIAS**

- 1 YEUNG, J. H. Y. ; WONG, W. C. K. Parameters affecting the effectiveness of MRP systems: a review. **International Journal of Production Research**, v.36, n.2, p.313-332, Fev. 1998.
- 2 SALAZAR, M. E. **Plant Maintenance Resource Center**. Understanding the Concepts of MRPII/ERP, abril 2005. Disponível em : <[http://www.plant-maintenance.com/articles/ERP\\_concepts.shtml](http://www.plant-maintenance.com/articles/ERP_concepts.shtml)>. Acesso em: 28 Maio 2005.
- 3 HOLLAND, C. P. ; Light, B. A Critical Success Factors Model For ERP Implementation. **IEEE Software**, v.16, n.3, p.30-36, Maio/Jun. 1999.
- 4 SEELEY, R. S. **Medical Device & Diagnostic Industry Magazine**. Manufacturing Execution Systems, Nov. 1997. Disponível em: <<http://www.devicelink.com/mddi/archive/97/11/014.html>>. Acesso em: 25 Maio 2005.
- 5 FENG, S. C. **Journal of Manufacturing Systems**. Manufacturing planning and execution software interfaces, 2000. Disponível em: <[http://www.findarticles.com/p/articles/mi\\_qa3685/is\\_200001/ai\\_n8881618](http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3685/is_200001/ai_n8881618)>. Acesso em: 23 Maio 2005.