

# SISTEMA DE CONTROLE E OPERAÇÃO DO PÁTIO DE PLACAS DA ARCELORMITTAL TUBARÃO<sup>1</sup>

*Ebenezer Silva de Oliveira<sup>2</sup>*  
*Fausto Coelho dos Santos<sup>3</sup>*  
*Denilson Marcelino Costa<sup>4</sup>*  
*Marcelo Dias Correa<sup>5</sup>*  
*Fábio Cardoso Coutinho<sup>6</sup>*

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho é apresentar a solução desenvolvida na ArcelorMittal Tubarão para a implementação de um sistema de controle e operação para o Pátio de Placas de Aço. Serão apresentados os ganhos obtidos a partir da utilização de um sistema automatizado neste processo, demonstrando como as operações eram realizadas antes deste trabalho, para destacar os benefícios obtidos pela implementação do sistema. Também serão apresentados detalhes do sistema desenvolvido (arquitetura, dispositivos, telas etc...) para demonstrar a forma que os diferentes dispositivos móveis foram usados para implementar a melhor solução em cada necessidade.

**Palavras-chave:** Coletores; Radiofrequência; Operação; Pátio.

## **SYSTEM FOR CONTROL AND OPERATION OF THE SLAB YARD OF ARCELORMITTAL TUBARAO**

## **Abstract**

The objective of this article is to present the solution developed in ArcelorMittal Tubarão for the implementation of a system for control and operation of Steel Slabs Yard. It will be presented the gains obtained from the use of an automated system in the Yards processes, demonstrating how the operations were carried out prior to this work to highlight the benefits obtained by the implementation of system. It also will be presented details of the developed system (architecture, devices, screens, etc. ...) to show the way that different mobile devices were used to implement the best solution in each issue.

**Key words:** Collectors; Wireless; Operation; Yard.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 12º Seminário de Automação de Processos, 1 a 3 de outubro de 2008, Vitória, ES*

<sup>2</sup> *Gerente de Negócios na ATAN SISTEMAS; MBA pela Fundação Dom Cabral*

<sup>3</sup> *Analista de Sistemas pela ArcelorMittal Tubarão; MBA pela Fundação Dom Cabral*

<sup>4</sup> *Engenheiro de Sistemas pela ATAN SISTEMAS; Msc pela UFMG*

<sup>5</sup> *Gerente de Projetos pela ATAN SISTEMAS; Msc pela UFMG*

<sup>6</sup> *Engenheiro de Sistemas pela ATAN SISTEMAS; Bacharel em Engenharia Elétrica pela UFMG*

## 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem por objetivo apresentar a solução desenvolvida na ArcelorMittal Tubarão<sup>(1)</sup> para a automação do Pátio de Placas da ArcelorMittal Tubarão.

O desenvolvimento de um sistema de automação deste tipo passa por desafios que vão desde a seleção de equipamentos aptos para utilização nas condições hostis do ambiente industrial até o estabelecimento de processos que façam o balanço adequado entre padronização e praticidade.

Este trabalho apresentará primeiramente o cenário inicial e os desafios que levaram à necessidade de desenvolvimento deste trabalho, e em seguida, qual a metodologia utilizada para a elaboração deste projeto.

A seguir serão apresentadas as características do sistema desenvolvido e os resultados alcançados com a sua utilização. A análise dos resultados será relacionada com os desafios listados na apresentação do cenário demonstrando como os problemas conhecidos foram devidamente endereçados.

Por fim, na conclusão do trabalho serão apresentados os novos desafios que surgiram a partir da sua implantação e os próximos passos.

## 2 O PÁTIO DE PLACAS DA ARCELORMITTAL TUBARÃO

Do ponto de vista de Processos de Negócio,<sup>(2)</sup> o Pátio de Placas<sup>1</sup> cumpre o papel de agente de ligação entre os processos de Produção e Atendimento aos Pedidos na ArcelorMittal Tubarão. A **Figura 1** apresenta o fluxo da produção na ArcelorMittal Tubarão.

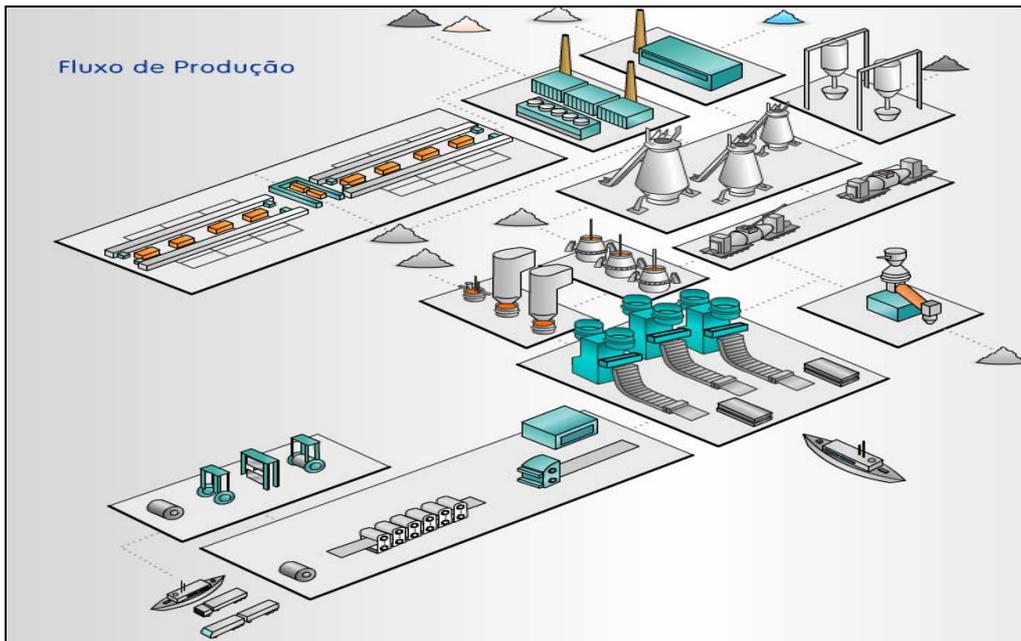
Conforme apresentado na **Figura 1** (de uma forma bem resumida) o aço líquido é produzido na Aciaria e modelado nos equipamentos de Lingotamento Contínuo para tomar a forma de Placas de Aço – um dos produtos semi-acabados produzidos na ArcelorMittal Tubarão.

Seguindo o fluxo apresentado, as placas produzidas podem seguir para dois destinos distintos: o LTQ, para a produção de bobinas de aço semi-acabadas; ou para a entrega, no caso de placas produzidas para o atendimento a pedidos de placas semi-acabadas.

No segundo caso, as placas que seguem para o atendimento aos pedidos passam por um processo de condicionamento para serem finalmente armazenadas no Pátio de Placas. A partir deste ponto elas serão identificadas e agrupadas para o envio aos clientes, de acordo com o modal (marítimo, ferroviário ou rodoviário) a ser usado.

---

<sup>1</sup> Quando nos referimos ao Pátio de Placas, estamos nos referindo de fato ao Processo de Negócios Pátio de Placas, e não a um local físico. O Processo de Negócios Pátio de Placas possui vários Pátios (locais de armazenamento), identificados por números (por exemplo: Pátio 1, Pátio 6, etc...)



Fonte: <http://www.arcelormittal.com/br/tubarao>

**Figura 1** – Fluxo de Produção da ArcelorMittal Tubarão

### 3 DESAFIOS

A uma primeira vista, a operação do Pátio de Placas parece um simples processo responsável por armazenar e agrupar as placas produzidas para o devido encaminhamento ao cliente.

Uma análise um pouco mais detalhada demonstrará que, por ser um processo que faz a ligação entre processos de negócios distintos, ele poderá se tornar um gargalo<sup>(3)</sup> se não for corretamente operado.

O primeiro desafio a ser considerado é a **manutenção do ritmo da operação**. Durante a elaboração do projeto os dados oficiais de produção da ArcelorMittal Tubarão (então chamada CST)<sup>(1)</sup> apontavam para a produção de aproximadamente 5 Milhões de Toneladas de aço durante o ano de 2004, dos quais aproximadamente 3 Milhões de toneladas eram de produção específica de placas semi-acabadas. Se considerarmos que uma placa média pesa cerca de 20 toneladas, e se desconsiderarmos os tempos de paradas nos equipamentos, chegaremos à conclusão que o Pátio de Placas recebe pelo menos 1 (uma) nova placa a cada 3 (três) ou 4 (quatro) minutos. Sendo assim, qualquer parada superior a este tempo (quatro minutos) neste processo causará alguma consequência em algum outro processo.

A ocupação dos pátios deve ser feita com cuidado, pois existem aqui dois problemas a serem resolvidos: o primeiro é a **identificação do produto**. A pintura da identificação das placas é feita quando a placa é colocada na primeira pilha, localizada em uma área do pátio específica para esta finalidade. A partir do momento que a placa deixa o equipamento e vai para esta pilha de pintura, a ocorrência de qualquer erro no registro da posição desta placa poderá conduzir à identificação incorreta da placa. A ocorrência de um único erro nesta etapa pode causar um erro na marcação da placa, e conseqüentemente o envio de um produto fora de especificação para o cliente. Em um caso extremo, dependendo da utilização para a qual a placa está destinada, um simples erro de identificação pode vir a custar centenas de milhares de dólares.

O outro problema relacionado à ocupação dos pátios é a necessidade de fazer um correto **planejamento para utilização do espaço nos pátios**. A ocupação dos pátios define a facilidade ou a dificuldade para se acessar os itens de um determinado pedido. A organização do pátio também está relacionada à quantidade de operações necessárias para se movimentar ou despachar um pedido. Se por exemplo, os itens de um pedido **(A)** forem armazenados em uma posição muito próxima a de outro pedido **(B)**, isto poderá demandar que, no momento da retirada dos itens do primeiro pedido **(A)** o segundo pedido **(B)** tenha que ser movimentado desnecessariamente. Este problema se complica à medida que adicionamos novos pedidos na análise. Sendo assim, vemos que erros no planejamento da ocupação de um Pátio podem causar aumento exponencial da necessidade de movimentações.

O **acompanhamento** da ocupação do pátio sem a utilização de um sistema de automação não permite o acesso on-line às informações de ocupação do Pátio. Pela definição este problema é sério, pois implica no fato de que a equipe usará na maior parte do tempo informação desatualizada sobre a ocupação do pátio e sobre o posicionamento das Placas. Na prática, antes da entrada do sistema, um mapa do Pátio era mantido através do registro de todas as movimentações por parte dos operadores em formulários de papel. Para garantir a integridade das informações, rotinas de checagem das pilhas eram executadas 2 (duas) vezes por dia.

Devido à falta de informação on-line, há várias restrições nas estratégias de planejamento e ocupação dos pátios. Devido à necessidade de preenchimento de formulários em papel, cada movimentação precisa ser acompanhada do registro em papel, o que representa um custo adicional em termos de tempo de operação. Além disto, o registro em papel implica em ocorrência de erros, tanto humanos – por exemplo, um operador que registra com erro as informações de uma movimentação – quanto de compreensão / interpretação – por exemplo, a interpretação de um texto registrado às pressas pode conduzir à compreensão incorreta do registro. O uso deste tipo de registro aumenta também as possibilidades de burlar os padrões operacionais devido à alta flexibilidade dos registros em papel.

Todos estes problemas eram conhecidos e satisfatoriamente administrados até o ano de 2004, mas foi necessária a sua revisão devido à expansão prevista para a planta, projeto conhecido como 7,5 Milhões de Toneladas. Este projeto consistia em aumentar a produção da usina em 50% através da aquisição de uma linha de produção de aço completa (um novo alto forno, um novo convertedor, uma nova máquina de lingotamente contínuo etc...). O projeto dos 7,5 Mt foi realizado pela ArcelorMittal Tubarão durante os anos de 2004 e 2005.

Com o planejamento da entrada do projeto dos 7,5 Mt, todos os desafios listados nesta seção foram potencializados devido ao aumento da produção, e conseqüentemente, do volume de placas armazenado no pátio.

#### **4 METODOLOGIA**

A necessidade de se desenvolver este sistema abriu a oportunidade para a análise e revisão dos processos e operações no Pátio de Placas. A metodologia utilizada para isto foi baseada nas disciplinas de análise de processos (*BPM – Business Process Modeling*<sup>(2)</sup>) utilizando técnicas de UML (*Unified Modeling Language*<sup>(4)</sup>) para documentação e representação.

O primeiro passo foi elaborar um mapa de todos os processos envolvidos diretamente na operação do Pátio de Placas. A partir do mapa inicial de processos e das interações entre eles, foi elaborado o mapeamento refinado de todas as

operações que eram realizadas e que poderiam ser impactados por um sistema de automação.

A seguir, os desafios listados na seção anterior foram mapeados em mapas de processo e foram avaliadas as possíveis soluções considerando a ferramenta de software a ser desenvolvida. Foram avaliadas também as sugestões de melhorias colhidas com todos os stakeholders do projeto ao longo das fases de levantamento e análise.

Ao final da fase de análise foram elaborados novos mapas de processos que consideravam a iteração com o sistema. Os novos mapas de processo foram então validados com todos os stakeholders e em seguida aprovados pelas gerências responsáveis pelo processo.

Com os novos processos mapeados, os requisitos do Sistema a ser desenvolvido foram automaticamente definidos, pois o papel do sistema e as funcionalidades a serem construídas foram devidamente identificados nos mapas de processo.

A seguir foi realizada uma etapa de análise de sistemas para garantir que todos os requisitos de software estavam devidamente detalhados, além de garantir a integridade do sistema. Nesta etapa foram definidas: as interfaces com outros sistemas, as tecnologias a serem usadas, a arquitetura de camadas etc...

## 5 RESULTADOS

A listagem a seguir apresenta os processos que foram revisados, alterados ou afetados pela entrada do sistema durante o desenvolvimento deste projeto:

- Recebimento de Placas na Pré-Pilha
- Movimentação de Placas na Pré-Pilha
- Checagem de Marcação na Pré-Pilha
- Movimentação de Placas no Pátio Interno
- Movimentação de Placas para o Pátio Externo
- Movimentação de Placas para o LTQ
- Recebimento de Placas no Pátio Externo
- Checagem de Pilhas
- Liberação de envio de Placas para o Porto
- Despacho
- Planejamento de Ocupação dos Pátios

A documentação de cada processo foi feita utilizando-se a linguagem UML.

### 5.1 O Sistema

O Sistema foi desenvolvido baseado no modelo em três camadas.

A camada de interface é composta de três interfaces distintas: a interface de operação, por onde os operadores acessam o sistema; a interface de administração, e a interface de serviços (*webservices*). Nesta camada foi utilizada a tecnologia Java para a geração dinâmica das páginas, além de linguagens interpretadas pelo browser (html, javascript, etc...). O servidor de aplicação utilizado foi o WebSphere.

A camada de Negócios foi implementada na tecnologia Java sobre o servidor de aplicação WebSphere. A camada de persistência foi implementada por um banco de dados Oracle.

A comunicação entre as camadas de Apresentação e Negócio foi implementada utilizando a tecnologia WebService. A comunicação entre a camada de Negócios e a camada de Persistência foi implementada utilizando a tecnologia JDBC.

Para que os operadores do Pátio pudessem acessar o sistema de forma prática, foram utilizados coletores de dados baseados na tecnologia Windows Mobile 2003. O software é executado dentro de uma versão do Internet Explorer apropriada para o equipamento.

Os operadores de ponte rolante utilizaram uma interface específica para este tipo de operação: um computador industrial sem teclado, equipado com uma tela sensível ao toque (*touch screen*), Windows XP. O sistema é executado a partir do browser Internet Explorer.

Houve necessidade de desenvolver algumas funcionalidades para os responsáveis pelo planejamento da ocupação do pátio. Estas funcionalidades foram desenvolvidas para serem utilizadas a partir de um módulo específico, que fica dentro do portal corporativo da ArcelorMittal Tubarão.

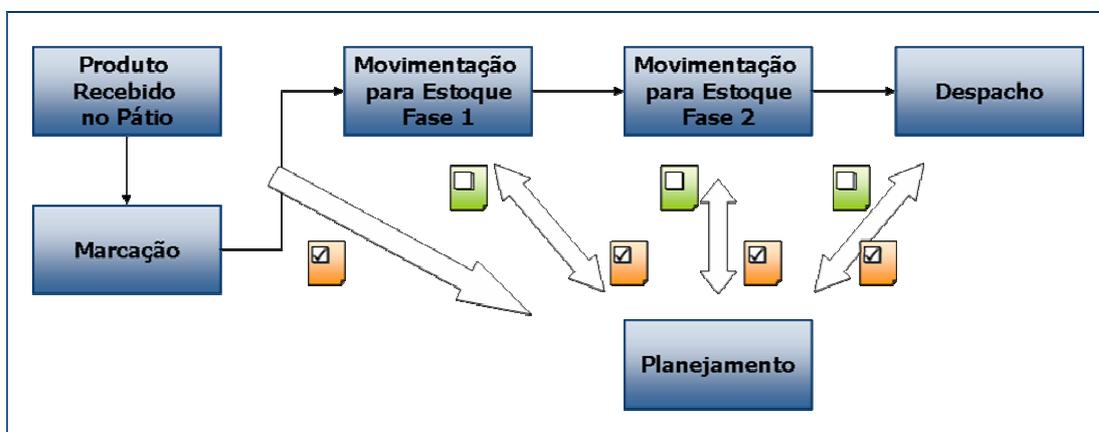
Para evitar que pessoas não autorizadas viessem a acessar o sistema, foi implementada toda a integração com o ambiente de rede da ArcelorMittal Tubarão, para garantir que cada pessoa só tenha acesso às funcionalidades às quais possui a devida responsabilidade.

## 6 DISCUSSÃO

O desenvolvimento do sistema possibilitou à ArcelorMittal Tubarão abandonar o antigo controle da ocupação dos Pátios, que era realizado através de uma série de formulários e vários controles paralelos de responsabilidade dos operadores, para realizar todo este controle em um único sistema, completamente integrado, desenhado para cada função específica dentro de seu pátio.

A **Figura 2** apresenta a operação do Pátio antes da implementação do Sistema. As pequenas caixas ao lado das setas representam o tráfego de informações (instruções e resultados) para as operações com as placas.

Com a entrada do Sistema, todos estes registros intermediários foram eliminados. A informação está disponível automaticamente a partir do momento em que é registrada no sistema. No momento em que o operador retira uma placa de uma posição ele indica no sistema qual a posição onde ele está realizando a operação. O sistema já apresenta os dados da placa e sugere (de acordo com o planejamento existente para o pedido) algumas sugestões de local de armazenamento para a placa. Qualquer consulta realizada neste momento na pilha de onde a placa saiu indicará que a placa está em operação.



**Figura 2** – Fluxo da informação na operação do Pátio de Placas antes da entrada do Sistema

A partir do momento que o operador finaliza a movimentação, a posição final é informada e o sistema já está atualizado e a informação disponível para que outros operadores executem as próximas etapas do processo.

Através das funcionalidades de planejamento da ocupação do Pátio, os itens de um pedido já são programados para uma determinada área, de acordo com o planejamento de retirada. Os responsáveis pelo planejamento têm total acesso às informações de ocupação do Pátio no momento de planejar a ocupação de alguma área. Os responsáveis pela operação já tem os destinos indicados para cada grupo de placas. No caso de alterações no planejamento, elas são automaticamente refletidas em todos os equipamentos do sistema.

A definição dos equipamentos foi um desafio para o projeto devido às condições hostis do ambiente do Pátio para os equipamentos.

Foram usados equipamentos específicos para a área industrial para garantir que o sistema não causaria interrupções na operação do Pátio. Foi elaborada também uma estratégia de sobressalentes baseada em kits prontos para substituição no caso de falhas.

O equipamento escolhido tem apresentado excelentes resultados do ponto de vista de durabilidade e de desempenho.

## **7 CONCLUSÃO**

Uma das decisões mais acertadas deste projeto foi a escolha da metodologia a ser usada em seu desenvolvimento. Esta metodologia conduziu o projeto na direção do uso racional da tecnologia e possibilitou que a realização do investimento se tornasse o momento de avaliar e incrementar todos os processos da área.

Com base nesta experiência, o desafio agora é a realização de um projeto semelhante para a área de Condicionamento, que é o processo imediatamente anterior ao Pátio de Placas no Fluxo de Produção da ArcelorMittal Tubarão.

Outro desdobramento interessante para este trabalho será a utilização de equipamentos de acionamento automático para o posicionamento das pontes rolantes e para o controle das garras. Isto possibilitará uma total integração com o sistema, aumentando ainda mais a produtividade na movimentação de placas.

## **REFERÊNCIAS**

- 1 Site corporativo da ArcelorMittal Tubarão ([www.arcelormittal.com/br/tubarao](http://www.arcelormittal.com/br/tubarao)) – extraído em 17/06/2008
- 2 Jean-Jacques Dubray, “A Novel Approach for Modeling Business Process Definitions,” 2002. <http://www.ebpml.org/ebpml2.2.doc>. Acesso em 18/06/2008.
- 3 Cox, Jeff; Goldratt, Eliyahu M. (1986). “*The goal: a process of ongoing improvement*” - Croton-on-Hudson, NY - North River Press
- 4 Fowler, Martin, “UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Objecto Modeling Language”, Addison-Wesley, 2004