

ESTRATÉGIA DE OPERAÇÃO DO PÁTIO DE PLACAS DO LTQ NA ARCELORMITTAL TUBARÃO ¹

Luciano Milanez Mazzi²
Luiz Roberto Zorzanelli³
Rotian Sergio F. Barros⁴

Resumo

O Pátio de Placas originalmente projetado para uma produção de 2MT/ano apresenta-se hoje como uma área crítica para expansão da produção do Laminador de tiras a quente (acima de 4 MT) principalmente em função da inviabilidade de implantação de novos equipamentos e alteração do leiaute. Além disto, a alteração do mix de produção, em função do mercado, alterou o ponto ótimo para o qual foi projetado. Este trabalho tem objetivo de descrever as dificuldades, tecnologias e soluções viabilizadas ao longo de quatro anos bem como os resultados já obtidos.

Palavras-chave: Pátio de placas; Automação; Simulação; Laminador de tiras a quente.

ARCELORMITTAL TUBARÃO HOT STRIP MILL SLAB YARD OPERATIONAL STRATEGY

Abstract

In the Hot Strip Mill Expansion project to reach 4.0 Mt/y production, one of the critical areas was the Slab Yard, originally designed for 2.0 Mt/y. Equipment addition and layout modification constraints have to be considered. Also, some changes in the production mix, caused by the market demands, had modified the original optimal operational point. This work describes the main challenges and technological solution during the last 4 years and achieved results.

Key words: Slab yard; Automation; Simulation; Hot strip mill.

¹ Contribuição técnica ao 14º Seminário de Automação de Processos, 6 a 8 de outubro de 2010, Belo Horizonte, MG.

² Especialista de Engenharia de Automação da ArcelorMittal Tubarão. Engenheiro Eletricista pela Universidade Federal do Espírito Santo (1995). Mestre em Engenharia Elétrica pela UFES (2002).

³ Especialista de Engenharia de Automação da ArcelorMittal Tubarão. Engenheiro Eletricista.

⁴ Especialista de Engenharia de Automação da ArcelorMittal Tubarão. Bacharel em Ciências da Computação.

1 INTRODUÇÃO

O Pátio de Placas é uma área para armazenamento temporário de placas que devem ser enfiadas obedecendo a uma seqüência específica fornecida pela instrução de laminação. As Placas são enviadas para o Pátio através de duas mesas de rolos diretamente conectadas aos dois lingotamentos contínuos existentes, removidas das mesas de rolos através de pontes rolantes e enviadas a locais específicos, denominados endereços, onde são empilhadas até a altura de 3 metros. Placas podem ser recebidas também através de vagões provenientes da área de condicionamento de placas, também sendo removidas por ponte e empilhadas nos endereços. Após o recebimento da instrução de laminação as placas devem ser localizadas e colocadas em seqüência, geralmente utilizando outro endereço e enviada para a mesa de enfiamento na ordem correta, também através de ponte rolante. Existe um conjunto de endereços especiais dentro de uma área cercada por refratários denominada *Hot-Box*. A finalidade do *Hot-Box* é manter a temperatura de placas que seriam instruídas rapidamente, economizando combustível e aumentando a produtividade do forno. As placas estocadas podem ter o destino alterado e não serem mais laminadas devendo retornar à área de condicionamento através da mesma linha férrea destinada ao recebimento. Por fim, placas enfiadas que por algum motivo não foram laminadas devem retornar ao pátio após o desenfiamento, recebendo o nome de placa revogada.

O projeto inicial previa um mix com placas em torno de 8 metros e peso menor que 20 Toneladas. Isto possibilitava um grande número de endereços (350) e as pontes foram dimensionadas para movimentar até três placas simultaneamente (máximo de 60 toneladas). Considerava também que as placas provenientes da área de condicionamento seriam apenas placas condicionadas (correção de defeitos leves) e placas enviadas ao condicionamento seriam exceção. A mesa de rolos enfiamento estendia a duas áreas do pátio (dividido em 3 partes A, B e C, sendo C a mais próxima do forno com 2 pontes no pátio “C” e “B” e apenas uma ponte no Pátio “A”), placas instruídas que se encontravam no Pátio “A” eram transportadas para os Pátios “B” ou “C” através de dois carros de transferência com capacidade de 80 Toneladas e até três placas.

Devido a demanda do mercado o mix mudou (em grande parte) para placas acima de 9 metros e peso entre 25 toneladas e 40 toneladas reduzindo o número de endereços para 280 e a capacidade de transporte das pontes para 1,4 placas em média. Isto passou a afetar também a formação de instruções de laminação, que busca otimizar primeiramente o laminador e de forma secundária os movimentos no Pátio de Placas. As instruções passaram a ser formadas por placas mais dispersas e fora de ordem exigindo mais movimentos de pontes rolantes para prepará-las para serem enfiadas (processo que é chamado *montagem de campanha*). Como consequência o recurso de ponte rolante ficou crítico e o processo já não conseguia receber todas as placas do Lingotamento Contínuo, estas placas eram então enviadas ao condicionamento sem necessidade (sem evento de qualidade) para retornarem ao pátio piorando a disponibilidade de pontes, pois o recebimento via vagão é mais dispendioso. Além disto, o número de placas no pátio enviadas a área de condicionamento aumentou significativamente devido à criação de um novo produto (chapa extra grossa) e oportunidades de vendas de placas, mesmo que esteja no pátio. Novamente o recurso de ponte foi fortemente impactado e mesmo durante o período de produção de 2.0 MT a manutenção deste nível sempre foi

crítica, demandando um grande número de intervenções do operador no sistema de gerenciamento (Sistema de Automação).

O aprendizado ao longo do tempo possibilitou a alteração de métodos operacionais e adaptações no sistema de controle possibilitando estender a produção até o patamar de 2,8 MT/Ano. Havia um consenso entre operação, produção e automação que para ultrapassar este limite todo o processo do Pátio de Placas deveria ser reavaliado, verificando se havia ou não possibilidade de atingir o nível desejado.

Devido às características do processo totalmente não determinístico a modelagem matemática mostrou-se extremamente complexa e de difícil interpretação. O relaxamento para permitir a solução das equações formuladas reduzia de forma significativa a precisão dos resultados. Geralmente este é um marco para alterar as ferramentas clássicas de estudo para simulação. O setor de produção (Engenharia de Produção) rapidamente identificou que mesmo uma simulação seria complexa para ser efetuada por profissionais da própria empresa, assim foi contratada uma empresa com vasta experiência de simulação de processos similares. Já após a reunião de *kick-off* foi constatado que a simulação deveria ser fortemente baseada em dados estatísticos. Boa parte do ano de 2005 foi reservada a coleta de dados. O resultado final foi apresentado no segundo semestre de 2007. Durante a avaliação do projeto de expansão do LTQ,⁽¹⁾ todos cenários estudados que atingiram a marca de 4.0 MT/Ano utilizavam um conceito totalmente novo que foi denominado de “Pátio Especializado”. Basicamente todos os cenários incluíram a adição de uma ponte no Pátio “A”, a extensão da mesa de enformamento até o Pátio “A” e o aumento da capacidade das pontes para 66 toneladas. O que caracteriza Pátio Especializado é destinar um pátio (A, B ou C) apenas para enformamento e outras seções para o recebimento. Para esta filosofia também era necessário a inclusão de um terceiro carro de transferência. A Figura 1 mostra os resultados obtidos para este cenário.

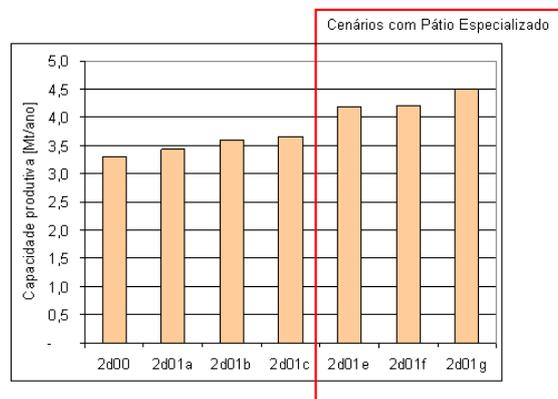


Figura 1: Principais cenários analisados.

Decidido a nova filosofia a Engenharia de Automação verificou a necessidade de um novo sistema de gerenciamento do Pátio de Placa. No primeiro semestre de 2008 a especificação do novo sistema foi finalizada e a empresa que desenvolveria o sistema foi contratada. Em novembro de 2008 o sistema estava pronto para implantação. Apesar da filosofia a ser adotada ser a de “Pátio Especializado” o sistema foi preparado para trabalhar também com a filosofia de Pátio Convencional para possibilitar uma migração suave (operacionalmente era uma mudança radical).

2 DETALHAMENTO

2.1 Negócio do LTQ

O negócio do LTQ consiste na transformação de uma placa em uma bobina de aço com características físicas e metalúrgicas conforme especificada por um cliente em particular.

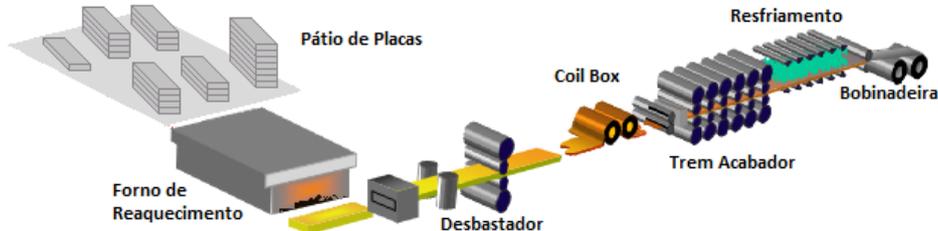


Figura 2: Principais equipamentos do laminador da ArcelorMittal Tubarão.

Na Figura 2 são exibidos os principais processos do LTQ, a seguir é descrito a ação destes processos:

- placas de aço armazenadas no pátio de placas são ordenadas de acordo com critérios específicos (instrução de laminação) e enviada ao forno de reaquecimento obedecendo esta ordem;
- estas placas são aquecidas no forno de reaquecimento;
- após atingir a temperatura desejada uma placa é extraída do forno passando pelo descarepador e iniciando o seu processamento num laminador reversível denominado desbastador. o desbastador irá realizar uma redução inicial de espessura do material e definir a sua largura. ao fim deste processamento obtém-se um material denominado esboço;
- o esboço segue para um mecanismo denominado coil box, onde será enrolado a fim de diminuir a perda térmica e aumentar a sua homogeneidade; e
- a medida que o material é desenrolado do coil box ele é processado em um laminador de 6 cadeiras denominado trem acabador. ao fim deste processamento teremos o material com suas dimensões finais definidas, e agora denominado tira.

Nota: Atualmente um novo produto foi desenvolvido em que a placa passa apenas pelo Desbastador e retorna ao Pátio de Placas; este produto é denominado Chapa Extra Grossa.

2.2 Negócio do Pátio de Placas

O Pátio deve receber placas do lingotamento contínuo e da área de condicionamento de placas, mover estas placas para pilhas denominadas endereços, seqüenciar (ordenar em endereços) placas de acordo com instruções de laminação preparadas pela área de programação e então enviar estas placas para o forno de reaquecimento. Eventualmente deverá enviar placas para a área de condicionamento de placas, bem como receber placas desenfundadas e não laminadas (impedidas de laminar por questões técnicas ou pelo fato de ser uma chapa grossa).

Para realizar o negócio o Pátio possui uma área específica e um conjunto de equipamentos para movimentação de placas, uma arquitetura de controle convencional e uma série de regras definidas por padrões operacionais. Os diversos processos para realizar o negócio são denominados de funcionalidades.

2.2.1 Configuração do pátio de placas

Na configuração atual o Pátio de Placas possui uma área total de 7.200 m² dividido em três partes denominadas Pátio 'A', Pátio 'B' e Pátio 'C'. Cada parte possui duas pontes rolantes com capacidade de transportar três placas até o limite de 66 toneladas. Três carros de transferência para movimentação de placas entre os pátios. Duas mesas de rolos com extensão que vai do Pátio 'C' até os dois lingotamentos continuo e uma mesa de rolos para movimentar a placa até a entrada dos fornos, esta mesa tem extensão que cobre os três pátios e uma mesa de rolos (denominada mesa de rejeito) que inicia no Pátio 'C' e é conectada na área de descarregamento dos fornos. A Figura 3 é uma visão esquemática do pátio após expansão e a Figura 4 é uma foto real com indicação dos equipamentos.

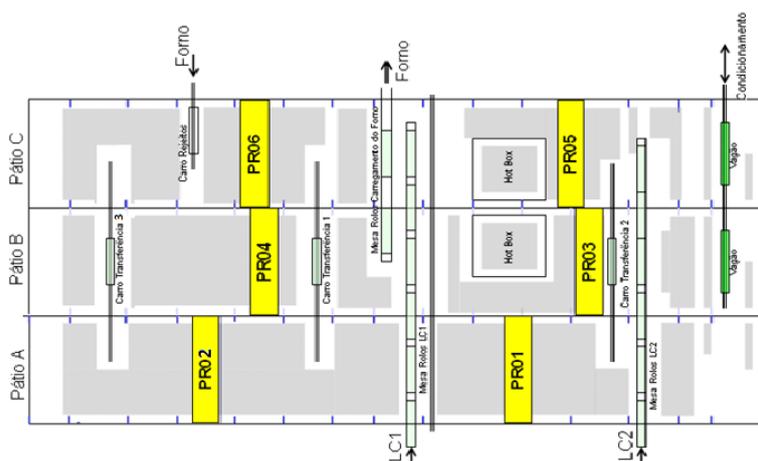


Figura 3: Principais equipamentos do laminador da ArcelorMittal Tubarão.

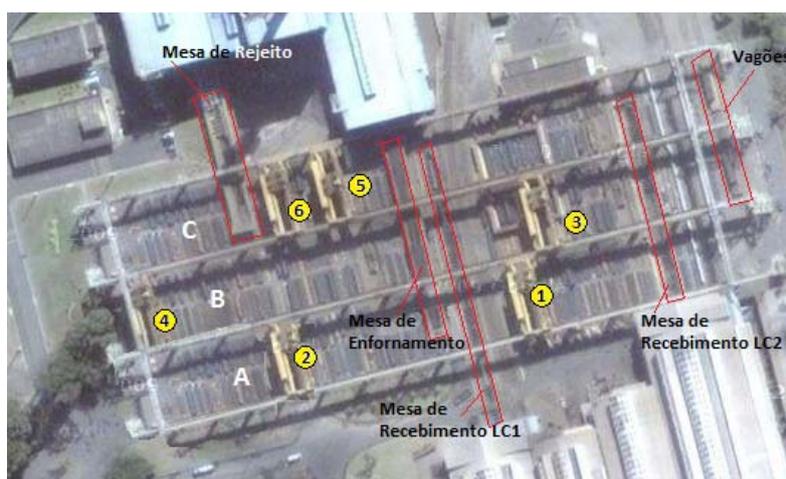


Figura 4: Principais equipamentos do laminador da ArcelorMittal Tubarão.

2.2.2 Funcionalidades

As funcionalidades básicas do Pátio de Placas são:

- Tracking ou Rastreamento – Monitorar todas as movimentações das placas identificando sua posição instantânea;

- Recebimento de Placas – Determinar um endereço para placa de acordo com as características físicas, agrupando otimizando a quantidade de endereços e a quantidade de movimentos para seqüenciamento;
- Envio de Placas – Posiciona no vagão as placas a serem removidas do pátio
- Reorganização – Após o consumo de placas as pilhas ficam com um baixo número de placas, está funcionalidade reagrupa as placas de mesmas características liberando endereços;
- Montagem de Campanha – Sequencia as placas para que as mesmas possam ser enviadas para a mesa de enformamento;
- Enformamento – Enviar placas seqüenciadas para a mesa de enformamento;
- Relatórios – relatórios e históricos para acompanhamento e planejamento.

2.2.3 Estratégia de controle

O LTQ adota uma arquitetura de controle convencional, assim as funcionalidades descritas são gerenciadas por um sistema de controle de Nível 2, suportado por um sistema de Nível 1.

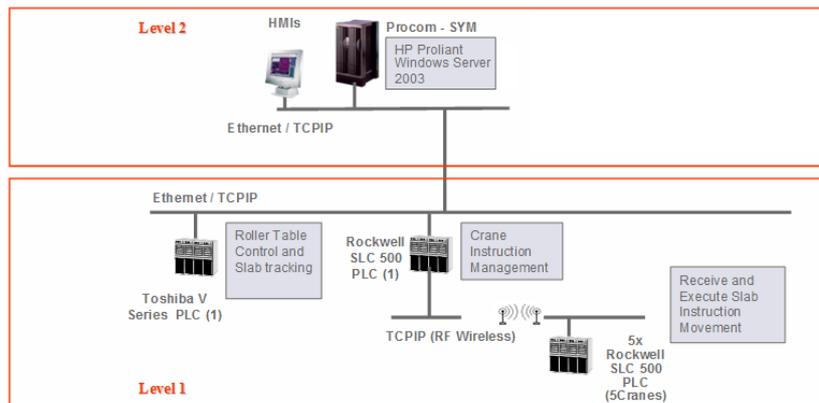


Figura 5: Arquitetura de Hardware básica do sistema de controle

Neste tipo de arquitetura o principal componente de Nível 2 é computador de processo ou Procom (Process Computer) que no caso do pátio tem o nome particular de SYM (legado de Slab Yard Management) .

O sistema foi desenvolvido na linguagem C# .Net 2.0 com base de dados Oracle e o método de comunicação com as estações de operação é o Microsoft Remoting.

O sistema é conceitualmente Cliente-Servidor, porém algumas funcionalidades podem ser processadas de forma distribuída para simulação ou mesmo otimização.

Uma visão lógica e outra física da estratégia de controle é mostrada na Figura 6.

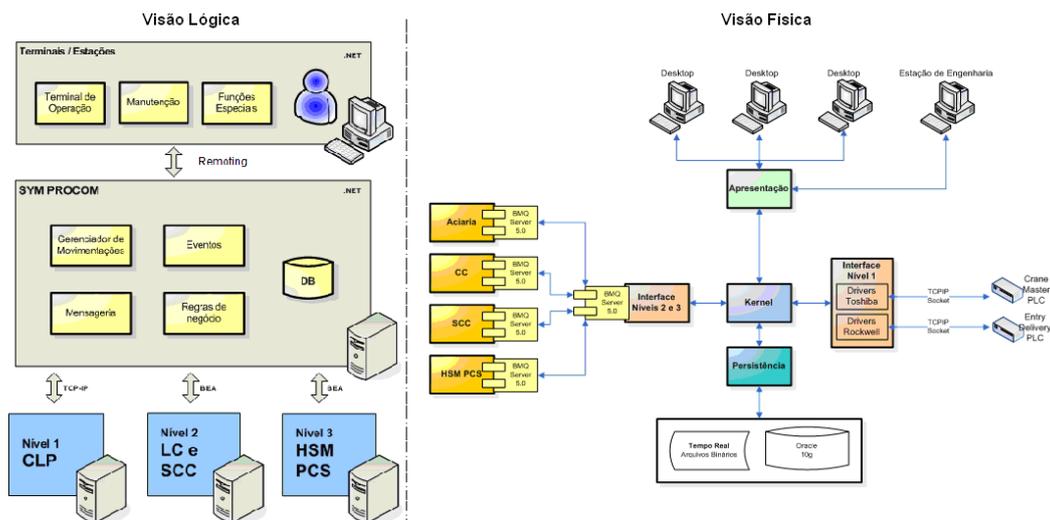


Figura 6: Visão do sistema de controle.

3 ALGORITMOS BÁSICOS

3.1 Visão Geral

O SYM foi especificado a filosofia de operação denominada Pátio Especializado. Devido à dependência intensa de equipamentos para esta filosofia foi especificado também um forma de contingência que é basicamente um retorno a filosofia de Pátio Convencional (pelo período em que durar a falha). Na Figura 7 e mostrado o fluxo de placas (em vermelho placas recebidas e em azul placas enforçadas) para ambas filosofias. Não há alteração nos algoritmos de todas as funcionalidades entre uma filosofia e outra, exceto para o algoritmo para montagem da campanha. Para as funcionalidades de recebimento, envio e reorganização basta apenas bloquear o pátio necessário para atender a filosofia desejada. O tracking e o enforçamento são independentes da filosofia. O algoritmo de montagem da área de campanha para uma ou outra filosofia que originalmente era o mesmo ficou incompatível após as melhorias identificadas.

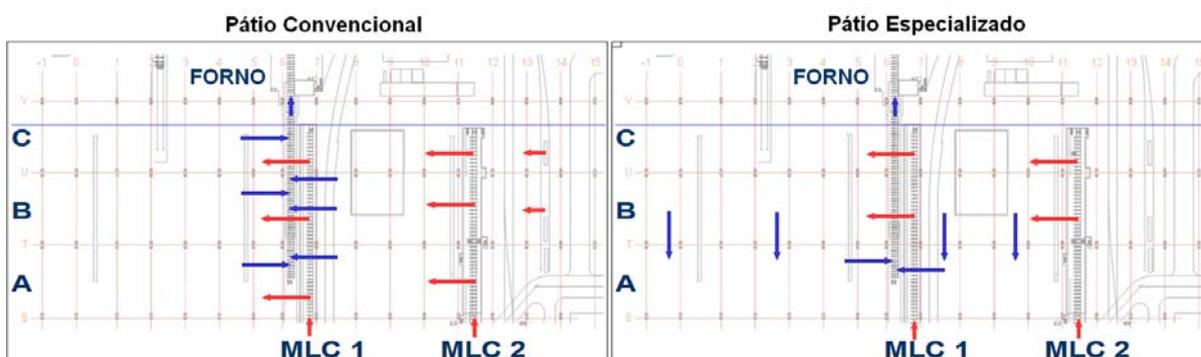


Figura 7: Fluxo de placas no Pátio Convencional e no Pátio Especializado.

Em geral a saída dos algoritmos é uma ou várias instruções de movimentação de placas pelas pontes rolantes. Como o recurso 'Ponte Rolante' é limitado existe uma prioridade para as instruções em função da funcionalidade que a gerou. Assim, as prioridades vão de zero (mais prioritária) até seis (menos prioritária) descritas a seguir:

- 0 – Movimentação manual (interferência do operador para correção de desvios);
- 1 e 2 – Reservadas para enformamento direto (Ainda não faz parte do processo do LTQ);
- 3 – Enformamento;
- 4 – Recebimento dos Lingotamentos;
- 5 – Montagem da área de campanha;
- 6 – Recebimento e envio para vagões.

As instruções geradas são inseridas em uma fila de instruções sendo servidas de acordo com a prioridade. Existem várias limitações para execução de uma movimentação, ex: pontes concorrentes no mesmo vão, disponibilidade de carro de transferência, disponibilidade de mesa, etc. Assim, caso nenhuma instrução de uma determinada prioridade possa ser executada, quando um recurso for disponibilizado, busca-se uma instrução no grupo prioritário seguinte e assim sucessivamente.

3.2 Algoritmo de Recebimento dos Lingotamentos

Existe um limite para a quantidade de placas que podem permanecer nas mesas de rolos. Quando este limite é atingido as placas que deveriam ser enviadas para o LTQ são enviadas para a área de Condicionamento de Placas (sem necessidade, pois as placas devem ser enviadas ao condicionamento somente quando ocorrer um evento de qualidade). O algoritmo deve balancear entre otimizar os endereços, caso a mesa não esteja cheia ou priorizar a remoção da placa caso contrário. O algoritmo é dividido em duas etapas. A primeira determina qual o pátio que a placa deve ser destinada (em função de recursos como disponibilidade de endereços, números de instruções na fila para o pátio, similaridades com as placas já empilhadas, etc.). A segunda etapa ocorre quando a placa chega ao pátio determinado e determina qual ponte removerá a placa da mesa. Para evitar concorrência pelo vão das pontes a seleção de endereços e da ponte rolante que a executará é feita de forma, sempre que possível, que o endereço final não esteja no percurso da outra ponte

3.3 Algoritmo de Recebimento por Vagão

Este algoritmo visa otimizar o empilhamento de placas similares buscando evitar o conflito de posicionamento entre pontes rolantes.

3.4 Algoritmo de Envio de Placas por Vagão

As placas que são movimentadas do LTQ para a área de condicionamento, quando instruídas, devem ser empilhadas no vagão de acordo com padrões específicos. Além disto, elas em geral então distribuídas aleatoriamente nas pilhas. O algoritmo deve selecionar as placas que atendam aos padrões e remover, novamente obedecendo a regras de movimentação, as placas na pilha que não serão enviadas para o vagão.

3.5 Algoritmo Reorganização

O algoritmo busca pilhas com baixo número de placas similares montando pilhas mais altas liberando endereços a performance dos algoritmos de recebimento e montagem da área de campanha.

3.6 Algoritmo de Enfornamento

Este algoritmo avalia a disponibilidade da mesa de enfornamento, busca as placas na seqüência de enfornamento, e gera uma instrução para que a mesma seja movimentada. Se a placa da vez não estiver em uma posição que possa ser movimentada o algoritmo busca uma similar, caso não exista uma similar o algoritmo para e um alarme é emitido.

3.7 Algoritmo de Montagem da Área de Campanha

Pilha sequenciada é uma pilha de placas instruídas para laminação onde uma placa qualquer possua um número de sequencia de enfornamento inferior a todas as placas abaixo (o valor de do número de sequencia de uma placa não programada é infinito). Quando uma instrução de laminação é recebida pelo SYM as placas estarão empilhadas fora de sequencia e distribuídas por várias pilhas. Este algoritmo deverá gerar as instruções de movimentação para montar pilhas sequenciadas.

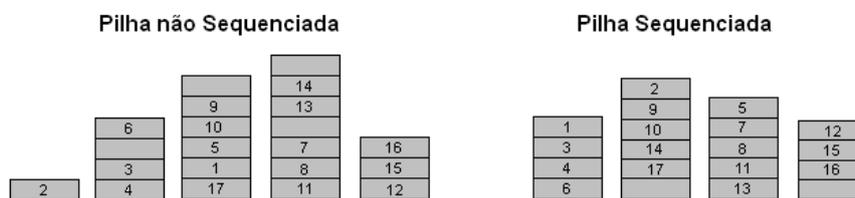


Figura 8: Configuração das Pilhas.

Este algoritmo possui restrições significativas, listadas a seguir:

- as instruções geradas por este algoritmo são de baixa prioridade, portanto, o número de instruções geradas devem ser extremamente otimizadas;
- manter um número de placas sequenciadas acima de 60, sendo que o o algoritmo que consome estas placas (Enfornamento) possui prioridade 3;
- *montar as pilhas sequenciadas o mais próximo possível* da mesa de enfornamento (otimizar o enfornamento);
- evitar conflito no trajeto das pontes, com prioridade para a ponte que estiver enfornando;
- otimizar endereços (pilhas altas) pois a área próxima a mesa de enfornamento é nobre;
- o estado do Pátio sofre mudanças bruscas;
- remover as placas não programadas para pilhas com placas similares.

Principalmente devido a mudanças bruscas a estratégia de algoritmo que melhor se adaptou foi a de "Algoritmo Guloso". A principal característica é que ele tenta fazer o melhor em um instante de tempo relativamente curto comparado a constante de tempo do processo, o que nem sempre é o melhor considerando períodos grandes. Já que o estado muda rapidamente, algoritmos que fazem projeções para períodos maiores não se mostraram viáveis. Uma visão simplificada do algoritmo utilizado é mostrado na Figura 9.

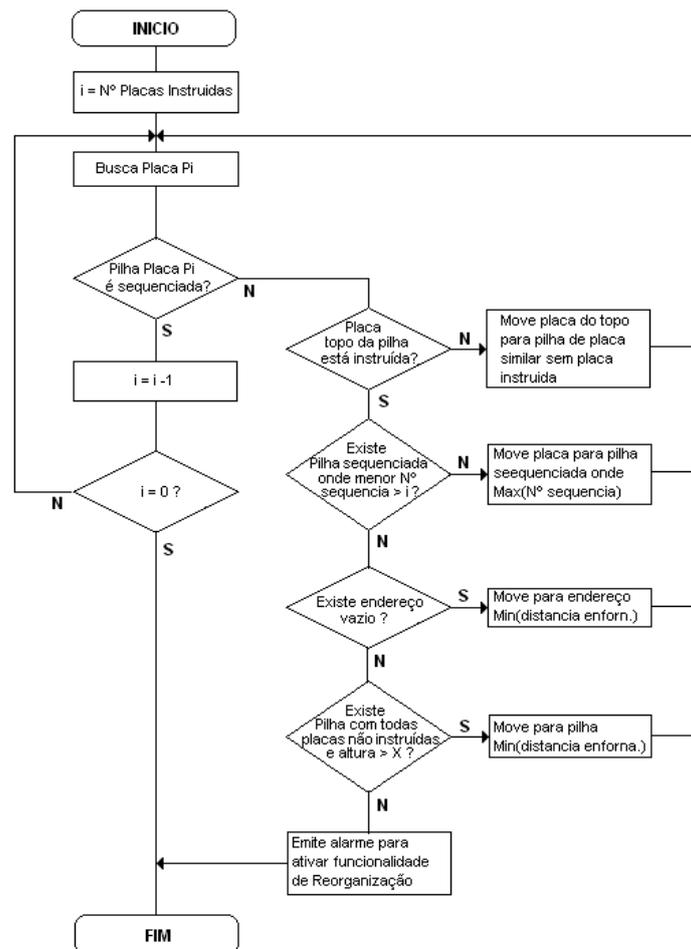


Figura 9: Pilhas não seqüenciadas.

Uma característica importante deste algoritmo é que as pilhas que já estejam seqüenciadas, ou que durante o processo se tornem seqüenciadas não são mais alteradas (a não ser que o estado do pátio mude, por exemplo placas seja incluídas ou removidas da instrução). Isto significa que o tempo para montagem da área de campanha será reduzido significativamente, mas pode ocorrer degradação na eficiência do enformamento. Para tentar resolver este problema foi criada uma funcionalidade auxiliar para reorganizar as pilhas já seqüenciadas que aumentará a eficiência do pátio em geral (aumenta a altura das pilhas seqüenciadas próximas a mesa de enformamento). Esta funcionalidade ficou separada do algoritmo principal para ser usada somente quando houver disponibilidade de ponte rolante.

4 INTERFACE HOMEM x MÁQUINA

4.1 Visão Geral

Em sistemas automáticos onde ocasionalmente os recursos não atendem a demanda do processo são necessárias atuações drásticas do operador. Sendo este o caso do Pátio de Placas procurou-se implementar uma IHM que permitisse visualizar o processo com o máximo de detalhe possível. As telas foram desenhadas mantendo uma equivalência da posição das áreas e dos equipamentos. Com a animação o operador tem uma visão precisa de onde determinado equipamento ou pilha está. Um número incomum de funcionalidades da IHM foram criadas apenas

para suporte a decisão para atuação do operador (operação manual). A necessidade de atuação (interferência na operação em automático) é denominada *Evento Crítico*. Para as funcionalidades de montar área de campanha, descarregar e carregar vagão e reorganização onde ocorrem muitos eventos críticos, devido a baixa prioridade. Foi então desenvolvida uma funcionalidade de simulação visual passo a passo das movimentações que permitem ao operador a melhor decisão em função dos recursos que ele tem no momento, terá ou deixará de ter (ex. Um ponte rolante irá parar para manutenção e retornará após um período de 3 horas).

4.2 Telas Básicas (Exemplos)

A tela de visão geral é uma representação proporcionalmente fiel ao leiaute do Pátio. Códigos de cores são utilizados para representar o estado de cada endereço, placa, equipamento, etc. De forma similar a utilizada no design de sistemas supervisórios de Nível 1.



Figura 10: Tela de Visão Geral.

A tela de instruções de transporte exibe o estado das pontes rolantes, as instruções sendo executadas e as instruções na fila. O operador tem a possibilidade alterar a atribuição de pontes rolantes a determinadas instruções (a atribuição é realizada automaticamente) bem como a prioridade. Esta ação é necessária quando surgem eventos críticos. Esta tela também indica instruções geradas mas impossibilitadas de serem executadas que requerem portanto a ação do operador.

Visualizar Endereços	Status Transporte	Instrução Transporte	Instrução Carregamento	Multifunção	Campanha	Status Comunicação				
Execução de Instruções: Manual/Automático										
Em Execução										
Equipamento	Seqüência	Prioridade	De	Para	Placa 1	Placa 2	Placa 3	Origem	Destino	
Planta P103	34461	8	YB28809	YB18702	3187757541	1762829531		YB288	YB187	
Planta P104										
Planta P105										
Planta P106										
Caixa TCR1										
Caixa TCR2										
Caixa TCR3										
Aguardando Execução										
Seqüência	Seq. Referência	Prior.	Equip.	De	Para	Placa 1	Placa 2	Placa 3	Origem	Destino
34472	34461	8	PS04	AD18118	AD20302	318785831	3187757541		AD181	AD203
34475		8	FBI0109	YB23102	318992521	318992511			FBI01	YB231
34477		8	FBI0107	YB13204	274338841	274337871			FBI01	YB132
34478	34477	8	YB17305	YB23102	274337871				YB173	YB231
34479		8	FBI0105	YB25501	176283101	176283102			FBI01	YB225
34480		8	FBI0102	YB15501	274338951	176287102			FBI01	YB125
34481	34480	8	YB15502	YB13102	176287101				YB125	YB131
34482		3	CC80101	FC38401	274387821	274386403			CC801	FC384
34483	34482	3	FC38402	FC38401	274386403				CC801	FC384
34484	34483	3	CC80101	FC38301	274386401		274387703		CC801	FC383
34485	34484	3	FC38302	FC38301	274387703				CC801	FC383
34486	34485	3	YB21802	FC38301	274386402				YB218	FC383
34487	34486	3	YB18101	FC38301	274387701	274386405			YB181	FC383
34488	34487	3	FC38301	FC38301	274386405				YB181	FC383
34491		4	SB18501	YB23304	274394511				SB185	YB233

Figura 11: Tela Instruções de Transporte.

Na tela de Instruções de carregamento são visualizadas as instruções de laminação, a sequencia de enformamento, os endereços das placas instruídas etc.

Visualizar Endereços	Status Transporte	Instrução Transporte	Instrução Carregamento	Multifunção	Campanha	Status Comunicação					
Filtro											
Instrução de Carregamento: LF051024			Chave de Carregamento								
			Ordem Total Placas Instruídas: 21								
			Ordem Instruções Disponíveis: 3								
			Total de Placas: 68								
No	Ident da Placa	Instr. Placa	DIC	Endereço	Largura	Expressão	Item Prog.	Comprimento	Peso	Mo. Costado	Cod ID
1	274386403	S0802021	F	CC80102	1125	225	C089	11351	22721	021460801	0043305
2	274387703	S0801703	F	CC80101	1125	225	C089	11350	22719	021460801	0043306
3	274387703	S0801703	F	CC80102	1125	225	C089	11350	22719	021460801	0043307
4	274386401	S0800301	F	CC80101	1125	225	C089	11352	22723	021460801	0043308
5	274386402	S0800302	F	YB21802	1125	225	C089	11351	22720	021460801	0043309
6	274386401	S0800301	F	YB18102	1125	225	C089	11348	22715	021460801	0043310
7	274387701	S0801701	F	YB18101	1125	225	C089	11350	22718	021460801	0043311
8	319086705	S0202001	F	VIA1506	1019	225	C100	10499	10907	021467001	0043312
9	319086707	S0202071	F	VIA1703	1019	225	C100	9100	10472	021467001	0043313
10	319086705	S0202051	F	VIA1703	1019	225	C100	10499	10906	021467001	0043314
11	319094404	C7900001	F	VC12302	1020	225	C089	11444	20014	021463602	0043315
12	274387704	S0798401	F	VIA1201	1020	225	C089	10275	10014	021461103	0043316
13	176333001	S0017001	F	VIA1511	1020	225	C100	10500	10940	021467001	0043317
14	274386703	S0017703	F	AC10203	1020	225	C085	11445	20009	021460803	0043318
15	274386702	S0017702	F	VC22400	1020	225	C085	11440	20704	021460803	0043319
16	176333001	S0017001	F	VIA1502	1020	225	C085	10500	10901	021467001	0043320
17	176333003	S0017003	F	VC20002	1020	225	D010	10499	10907	021467003	0043321
18	176334607	S0017407	F	VC20000	1020	225	D010	11450	20700	021461414	0043322
19	274386701	S0017001	F	VC20000	1020	225	D010	11449	20700	021461414	0043323
20	176333004	S0017004	F	VC15502	1020	225	D010	10497	10900	021461301	0043324
21	176333003	S0017003	F	VC10100	1020	225	D010	10500	10910	021461301	0043325

Figura 12: Tela de Instruções de Carregamento (instruções de laminação).

A tela de campanha permite uma visão de todo pátio simultaneamente. O operador pode facilmente identificar quais pilhas sequenciadas (em verde) e quais não (em vermelho). A faixa de atuação dos algoritmos é configurada nesta tela (todo o pátio, faixa, seleção ou endereço). As simulações e o passo a passo também são visualizadas a partir desta tela.

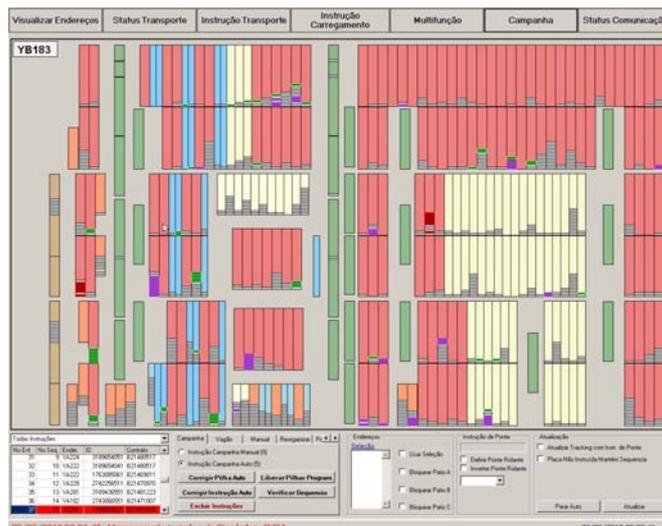


Figura 13: Tela de Campanha.

4.3 Telas de Suporte (Exemplos)

As telas de suporte, que na verdade são janelas, visam auxiliar o operador na ocorrência de um evento crítico. Assim, são acionadas a partir da tela de parte do processo ao qual está relacionada.

Como o nome diz, a tela de multifunção possui várias funcionalidades. Uma das mais utilizadas é a busca de todas as placas similares a uma placa de referência e é utilizada para busca de endereços compatíveis de forma manual. O estado das placas e das pilhas são representados por códigos de cores.

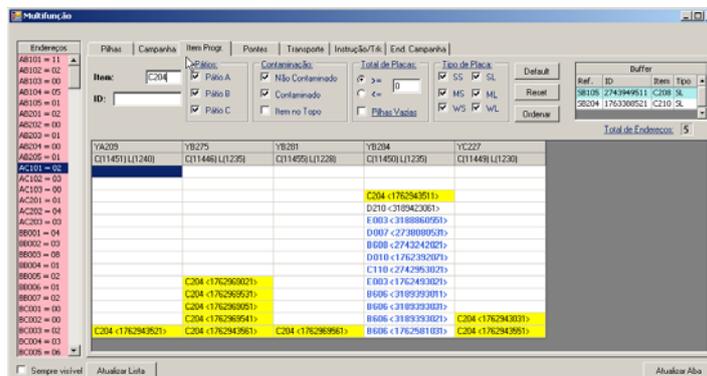


Figura 14: Tela Multifunção.

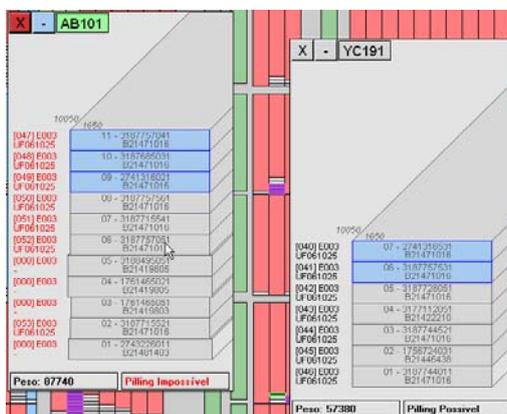


Figura 15: Tela de Visualização de Pilhas

A tela de visualização de pilha permite verificar o estado de cada placa e da pilha em um endereço selecionado (através de um clique). As placas são desenhadas de forma proporcional principalmente para avaliação rápida das diferenças de largura.

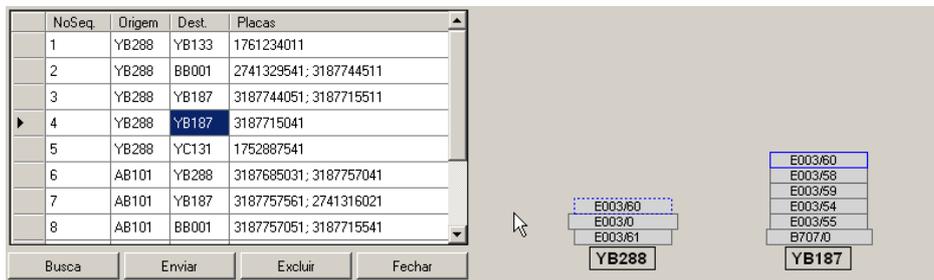


Figura 16: Tela Simulação Passo a Passo.

Na tela de simulação passo a passo o operador pode ativar uma funcionalidade de forma simuladas, avaliar as instruções de movimentação criadas e validar estas instruções para que sejam executadas. Pode também capturar as intruções na fila de instruções e fazer análises de eventos críticos de forma antecipada.

5 RESULTADOS E PROPOSIÇÕES FUTURAS

Nas Figuras 17 e 18 é uma forma de avaliar o desempenho do pátio. O LTQ ainda não atingiu a produção plena de 4,0 T/Ano devido a vários fatores, inclusive variações no mercado, porém, que o pátio está preparado para esta demanda. Pode se notar, na Figura 19, que o as curvas de enforamento e recebimento caminham juntas em geral.

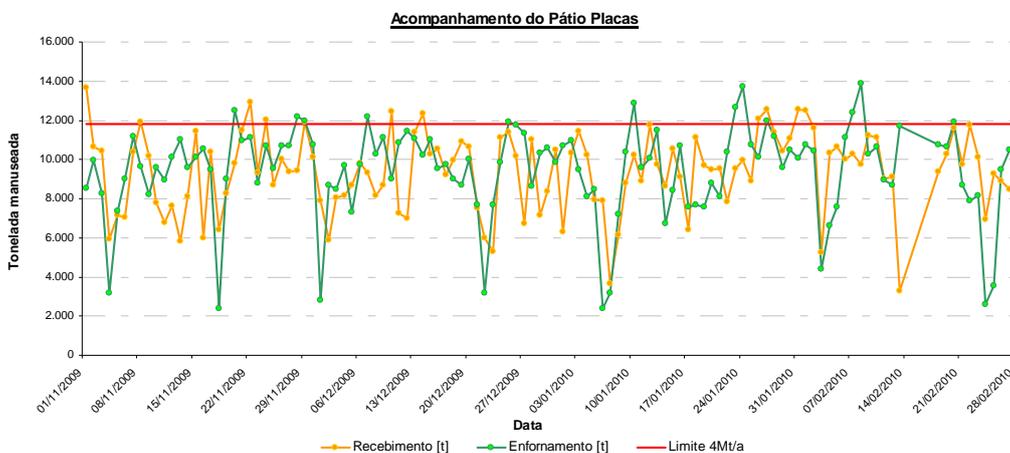


Figura 17: Acompanhamento Recebimento/Enforamento.

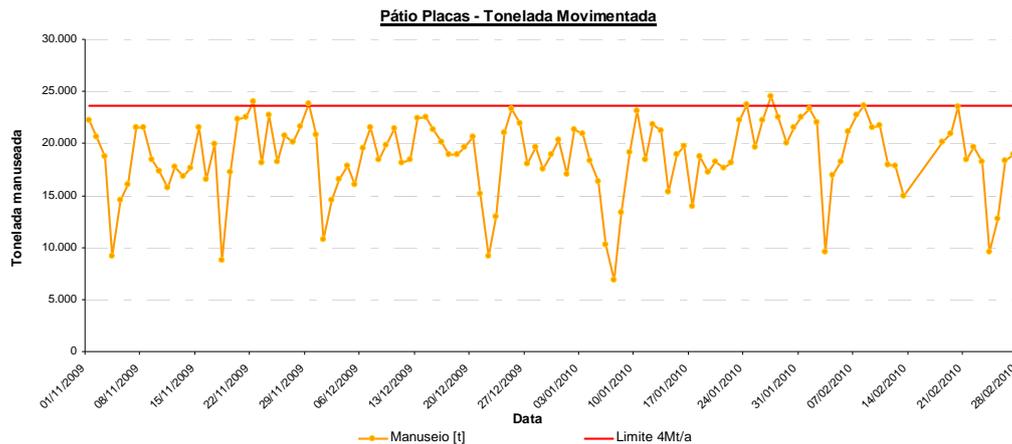


Figura 18: Acompanhamento Movimentação em toneladas.

Oportunidades de melhorias na filosofia de pátio convencional ainda são identificadas, as principais dependem da forma como são elaboradas as instruções de laminação que são sazonais (dependem do mix que dependem do mercado). Um trabalho de melhoria contínua é realizado para tornar o sistema cada vez mais flexível para se ajustar a estas variações.

Os algoritmos para a filosofia de Pátio Especializado foram mantidos. O principal motivo é que a característica que torna o mesmo muito desvantajoso é que atualmente muitas pilhas já são instruídas totalmente e já seqüenciadas não requerendo movimentação. Esta oportunidade não pode ser aproveitada no pátio especializado. Porém, como este efeito é conseguido de forma secundária está condição pode ser alterada e com certeza oportunidades de melhorias também serão identificadas.

REFERÊNCIAS

- 1 MAZZI, L. M.; JESUS R. E.; BARROS, R. S. F.; BOTELHO, A. O.; SOUZA, F. V.; RIBEIRO, J. W. L.; ZORZANELLI, L. R.; EXPANSÃO DO LAMINADOR DE TIRAS A QUENTE DA ARCELORMITTAL TUBARÃO in: 13º Seminário de Automação de Processos, 7 a 9 de outubro de 2009, Minas Gerais