

SOLUÇÃO DE WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM NO PÁTIO DE ESTOCAGEM NA SAÍDA DO LAMINADOR DE TIRAS A FRIO #3 DA COMPANHIA SIDERÚRGICA NACIONAL¹

Arlei Fonseca Barcelos²

Jose Luiz Costa Pereira³

Julio Cesar Ávila de Oliveira⁴

Luiz Carlos de Paula Junior⁵

Luiz Fernando Witte Borges⁶

Victor Hugo Paiva Ferreira⁵

Oswaldo Caputti Junior⁷

Antonio de Padua Sobreira Leal⁸

Resumo

Buscando melhor qualidade e agilidade no serviço de estocagem, a solução de WMS - *Warehouse Management System* - no pátio de armazenamento do Laminador de Tiras a Frio #3 apresentou-se como uma potencial solução. O objetivo é a rastreabilidade na localização das bobinas desde sua produção no Laminador, passando pelo embarque e o transporte das mesmas aos pátios de entrada dos equipamentos da rota de produção ou entrepostos de embarque. Com esta solução no armazenamento de bobinas no pátio, o sistema utiliza um algoritmo para informar aos operadores das pontes rolantes o melhor local para armazenar uma bobina produzida, ou então, qual a localização da próxima bobina que deve ser escoada do pátio. Isto reduz, de forma eficiente e segura, o tempo de localização de cada bobina armazenada. A solução apresentada visa diminuir as paradas de produção por falta de local para estocagem e evitamos o transito de operadores entre as bobinas para identificação e localização das mesmas, reduzindo o risco de acidentes.

Palavras-chave: Laminação; Procom; WMS; Controle pátio.

SOLUTION OF THE WAREHOUSE MANAGEMENT SYSTEM AT THE END OF COLD STRIP MILL AT CSN

Abstract

Looking for a better service quality and agility in storage, the solution of WMS - *Warehouse Management System* - in the storage yard of the Cold Strip Mill # 3 was presented as a potential solution. The objective is to trace the location of the coils from their production in the mill, through the shipment and transportation thereof to the forecourts of the equipment of the production route of shipment or cold. With this solution in the storage of coils in the courtyard, the system uses an algorithm to inform operators of cranes the best place to store a coil produced, or, what is the location of the next coil to be drained from the courtyard. This reduces, efficiently and safely, the time location of each coil stored. The solution presented aims to reduce downtime due to lack of local storage and to avoid the traffic of operators between the coils to identify and locate them, reducing the risk of accidents.

Key words: Strip mill; Procom; WMS; Courtyard control.

¹ Contribuição técnica ao 15º Seminário de Automação e TI Industrial, 20 a 22 de setembro de 2011, São Paulo, SP.

² Engenheiro Especialista - Companhia Siderúrgica Nacional.

³ Especialista de Tecnologia da Informação - Companhia Siderúrgica Nacional.

⁴ Engenheiro de Manutenção - Companhia Siderúrgica Nacional.

⁵ Analista de Tecnologia da Informação - Companhia Siderúrgica Nacional.

⁶ Técnico Desenvolvimento Especialista - Companhia Siderúrgica Nacional.

⁷ Engenheiro Especialista - Companhia Siderúrgica Nacional.

⁸ Gerente de Projetos - Companhia Siderúrgica Nacional.

1 INTRODUÇÃO

Visando uma maior agilidade e rastreabilidade no processo de escoamento do produto do LTF#3, somado a otimização da estocagem de bobinas a frio do Laminador de Tiras a Frio #3 (LTF#3) da Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), foi constatada a necessidade de se aperfeiçoar a sua logística de armazenagem atual. Com base neste problema, a CSN viu a oportunidade de implantar uma solução WMS (*Warehouse Management System*) acompanhada de uma automatização em suas pontes rolantes.

Um sistema do tipo WMS é uma parte importante da cadeia de suprimentos, pois tem a capacidade de maximizar o uso do valioso espaço nos armazéns, fornecendo uma rotação dirigida de estoques, criando diretivas inteligentes de picking que é a separação e preparação do item em estoque, consolidação automática e *cross-docking* onde o item recebido é redirecionado sem armazenagem prévia. O sistema também dirige e aperfeiçoa a disposição de *put-away*, ou seja, colocação no pátio de estocagem, baseado em informações de tempo real sobre o *status* da sua utilização.

Um WMS operacional significa que a empresa depende menos da experiência das pessoas, uma vez que o sistema possui uma inteligência para uma melhor posição de armazenagem.

2 ENTENDIMENTO DA SITUAÇÃO INICIAL

Atualmente, o LTF#3 produz para as demais linhas operacionais da CSN, a saber: LRCC, L ZC1, LZC2, LZC3, FRCX1, FRCX2, FRCX4, LRC4, LLE2, GSD. Para apoio no escoamento o LTF#3 conta ainda com duas pontes rolantes com capacidades de 75 toneladas cada, um vagão elétrico e vagões ferroviários.

O controle de logística atual do pátio de estocagem do Laminador de Tiras a Frio #3 é totalmente manual. Após a produção de uma determinada bobina, ela segue através de uma viga móvel onde é pesada, *cintada*, ou seja, a bobina é envolvida por uma fita metálica e depois identificada. Após esse processo, a bobina está pronta para ser transferida para o armazém de estocagem do laminador. Para esse transporte, um operador do laminador informa para o operador da ponte rolante que o mesmo deva retirar a bobina produzida e transferi-la para o pátio de estocagem. Dependendo do momento, esta bobina pode ser transferida via ponte rolante para área de inspeção (*roll-out*) onde o material é desenrolado e inspecionado e só depois transferida para o pátio.

Antes de ser enviada para o próximo equipamento de produção, há a necessidade de que esta bobina seja identificada no pátio de estocagem do LTF#3 por um colaborador (marcador de bobinas). Este colaborador tem que se deslocar de sua linha de produção até o pátio de estocagem do LTF#3 para identificar as bobinas e liberar para o operador da ponte rolante o abastecimento destas nos transportadores de bobinas. Este processo demanda muito tempo, mão de obra e expõe o homem ao perigo. Após identificadas, os códigos das bobinas são escritos em um quadro negro localizado no próprio pátio de estocagem do LTF. O operador da ponte rolante visualiza neste quadro negro qual é a seqüência de abastecimento que as próximas linhas de produção necessitam. Dá seqüência a este escoamento para atender as necessidades das linhas de produção subseqüentes. Este transporte pode ser feito via carro transportador e ou pranchas ferroviárias.

3 SOLUÇÃO APRESENTADA

Com o objetivo de melhorar o fluxo de abastecimento e escoamento da produção do LTF#3, a CSN decidiu buscar no mercado soluções prontas capazes de atender ao escopo solicitado. Pela grande dificuldade em localizar um produto específico que atendesse ao laminador, verificou-se então, a necessidade de desenvolvimento de um sistema. Este novo sistema deve ter arquitetura cliente/servidor agregado a um banco de dados relacional, utilizando um software de desenvolvimento com tecnologia em automação capaz de programar um algoritmo computacional para o tratamento específico do fluxo de abastecimento e escoamento do LTF#3 e a capacidade de interagir com o sistema de nível 3 da CSN trocando mensagens XML através de um EAI.

Dessa forma, iniciou-se um processo de contratação de uma empresa que possuísse conhecimentos sobre os produtos acima, bem como experiências em projetos de TI e TA.

Realizada a contratação, iniciou-se o processo de análise do fluxo do abastecimento, implantação do algoritmo de otimização e também da automação das pontes rolantes.

4 DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA

No desenvolvimento do WMS do LTF#3 foi utilizado o *Factory Talking* para o desenvolvimento das IHM e do algoritmo de estocagem, o SQL Server 2005 para o banco de dados e para a interface de comunicação entre o WMS e o MES foi utilizada a linguagem C# do *Visual Studio 2010*.

Na automatização das pontes rolantes foi confeccionado um sistema composto por um PLC na sala de controle, com dois painéis remotos, um em cada ponte. O sistema WMS gerencia a movimentação das pontes pelo pátio do LTF3 através de encoder instalado em cada ponte rolante seguindo uma orientação X-Y para localização dos berços.

Resumidamente, a estrutura do Sistema do WMS esta distribuída como se segue.

4.1 Servidor

Instalado na sala do Procom, utilizando filosofia cliente/servidor:

- serviço de monitoração e controle (telas sinóticas);
- serviço de comunicação com o PLC Principal;
- serviço de comunicação com os leitores de RFID;
- serviço de comunicação com o sistema MES;
- banco de dados SQL Server; e
- serviço de gerenciamento de ativos (utilizado para verificar se houve alterações dos aplicativos do PLC).

4.2 Estações Clientes de Supervisão

Estas estações são clientes da estação servidora (item anterior) e executam a versão cliente do sistema supervisório. Como segue:

- 1 estação (IHM) instalada próxima à balança (na viga de saída do laminador);
- 2 estações (IHM), cada qual instalada dentro da cabine de controle das pontes rolantes do pátio do LTF3.
- 1 estação (Desktop) instalada na cabine do anotador de saída;
- impressora de etiqueta – 1 impressora térmica Zebra para a impressão das etiquetas térmicas de identificação das bobinas. Equipamento localizado junto a IHM próxima à balança.

4.3 Estação de Desenvolvimento

Estação de desenvolvimento localizada na sala do Procom e executando:

- programa de comunicação com o PLC;
- programa de programação do PLC;
- programa cliente de gerenciamento de ativos;
- programa de configuração e desenvolvimento *factory talking*; e
- programa de configuração de etiquetas.

As estações de supervisão monitoram a localização das bobinas na viga de saída, no *roll-out* e no berço de estocagem, bem como informam ao operador a posição de estocagem sugerida pelo sistema.

Através do sistema de senhas, o usuário terá acesso a funcionalidades distintas do sistema.

As principais funcionalidades do sistema WMS do LTF#3 são as seguintes:

4.3.1 Interação com o sistema MES

O sistema WMS possui uma interação com o MES através de *WebService*. Essas mensagens são usadas pelo WMS para auxiliar no armazenando de informações e *tracking* (rastreamento) das bobinas produzidas. Os diferentes tipos de mensagem são:

- lista de bobinas produzidas: bobinas a serem produzidas pelo laminador;
- lista de saída de bobinas: bobinas que devem ser movidas para outros equipamentos seguindo o fluxo de produção;
- atualização de identificação de bobina: esta lista serve para que o MES passe para o WMS a identificação correta de bobinas que tenham sido partidas;
- remoção de bobinas da lista de produção: o MES envia para o WMS uma mensagem indicando que determinada bobina deve ser removida da lista de bobinas que serão produzidas; e
- remoção de bobinas da fila de saída: o MES poderá enviar para o WMS uma mensagem indicando que determinada bobina deve ser removida da lista de saída de bobinas.

4.3.2 *Tracking* da viga de saída (fila de saída do laminador)

Consiste em uma fila de até quatro posições (berços incluindo a balança), mapeadas no chão de fábrica por onde as bobinas saíram do laminador e se deslocarão com a ajuda de um sistema de transporte mecânico de deslocamento linear, passando por um berço que contém uma célula de carga (balança) para pesagem e afixação de

uma etiqueta e seguindo para os berços subsequentes (até 10) a fim de serem retiradas pela ponte (já com as etiquetas afixadas).

4.3.3 Relatórios

O sistema possui a possibilidade de geração de relatórios gerenciais, entre eles:

- relatório gerencial de logística;
- relatório detalhado de transporte;
- relatório de falhas; e
- relatório de inventário do estoque.

4.3.4 Telas sinóticas

O sistema possui telas nas IHM das pontes e da viga com funções *touch screen* (sensíveis ao toque) que permitem a interação dos operadores com o mesmo, ou através de acesso convencional (*mouse/teclado*) para as demais estações.

O WMS se utilizará de animação de textos, objetos visíveis, objetos piscantes e animação de cores para informar e/ou alertar o usuário sobre as ações que estão sendo tomadas.

Abaixo descrevemos as telas sinóticas que farão parte do sistema supervisor do WMS:

- 1ª tela sinótica - viga de saída: esta tela apresenta ao operador (Figura 1):
 - lista de bobinas programadas (sequência das próximas 100 bobinas, com *scroll*) recebida do MES, na sequência *roll-out*, descarte, partidas, manuais e programadas por data;
 - identificação da bobina que poderá estar no *roll-out*;
 - identificação da bobina que poderá estar no descarte;
 - botão para pesar uma bobina selecionada;
 - botão para enviar a bobina selecionada para *roll-out*;
 - botão para tratamento de bobina partida;
 - botão para impressão da etiqueta de uma bobina selecionada; e
 - fila de saída das bobinas já pesadas e identificadas pelo operador.

Sistema WMS - LTF3 - CSN Viga de Saída

Bobina no Descarte			Bobina no Roll Out			Balança	
Ident.			Ident.			Peso (T)	00.0
Peso Nom. (T)	0.0		Peso Nom. (T)				
Largura (mm)	0.00		Largura (mm)				
Espess. (mm)	0		Espess. (mm)				
Próx.Eq.			Próx.Eq.				

PONTE PR-313 Posição ROLL
 PONTE PR-314 Posição KCS
 111122211
 ABASTECER ABASTECER

Bobinas MES			Comandos		Bobinas Pesadas				
Ordem	Identificação	Próx. Eqpto			Identificação (Este)	Espessura (mm)	Largura (mm)	Peso Real (T)	Próx. Eqpto
15			ROLL OUT DESABILITADO		01	0	0.00	00.0	
14			TIRAR DO DESCARTE DESABILITADO		02	0	0.00	00.0	
13			BOBINA PARTIDA DESABILITADA		03	0	0.00	00.0	
12			IMPRIMIR...		04	0	0.00	00.0	
11			PESAR DESABILITADO		05	0	0.00	00.0	
10					06	0	0.00	00.0	
09					07	0	0.00	00.0	
08					08	0	0.00	00.0	
07					09	0	0.00	00.0	
06	1111155555	GSD			10	0	0.00	00.0	
05	1111144444	FRCX4			11	0	0.00	00.0	
04	1111133333	FRCX2			12	0	0.00	00.0	
03	1111122222	FRCX1			13	0	0.00	00.0	
02	1111177777	LZC1			14	0	0.00	00.0	
01	1111222211	RDQ			15	0	0.00	00.0	

VIGA DE SAÍDA PATIO (PR-313) PATIO (PR-314) DIAGNÓSTICO MANUTENÇÃO RELATORIOS PR-313: ABASTECER PR-314: ABASTECER Alarma Falhas=1 Usuário SUPER3 Equipa: A Comunicação Ok Estação MANUT 6/2/2011 8:38:43 PM

Figura 1. Layout da tela da viga de saída.

- 2ª tela sinótica - pátio de armazenamento: esta tela (Figura 2) é baseada no *layout* do pátio e também possuirá duas listas: lista de bobinas pesadas e lista de bobinas para saída. A tela apresenta ao operador mensagens na função *roll-out* e descarte (com alertas ou instruções) para a realização de operações de *roll-out*, armazenamento no pátio, remoção de bobinas para saídas, etc. Nesta tela estão mapeadas as áreas de destino das bobinas vindas do MES/Viga de Saída, sendo que o preenchimento de cada área terá uma cor distinta, a saber:
 - LRCC: 64 berços – verde limão;
 - LZC1: 38 berços – azul claro;
 - LZC2: 38 berços – verde escuro;
 - LZC3: 33 berços – amarelo;
 - FRCX1: 12 berços – rosa;
 - FRCX2: 12 berços – amarelo claro;
 - FRCX4: 33 berços – marrom;
 - LRC4: 5 berços – lilás;
 - LLE2: 5 berços – vinho;
 - GSD: 82 berços – laranja; e
 - RDQ: 21 berços – vermelho.

Esses códigos de cores para cada área de destino da bobina têm por objetivo facilitar o transporte da mesma pelo operador da ponte. Os berços terão cores de fundo de acordo com o mapeamento de cada uma das áreas listadas acima. Cada berço do pátio que estiver ocupado deve ter a cor de fundo correspondente ao padrão (de cores) do código de Próximo Equipamento da bobina nele armazenada, mesmo que ele seja armazenado em um berço previsto para outra área. Por exemplo, uma bobina destinada ao LZC1 que for armazenada em um berço mapeado para o FRCX2 terá a cor Azul Clara sobre um fundo Amarelo Claro, o que torna mais fácil a identificação de bobinas que não estão nas áreas previstas.

Ainda relacionado à questão das cores do berço, temos duas definições, que serão adotadas independente da cor de fundo:

- a cor branca será usada para mostrar que o berço está vazio. Por exemplo: um berço branco na área vermelha representa uma posição vaga na área de RDQ; e
- a cor cinza será usada para indicar um berço bloqueado. O bloqueio de um berço informa ao sistema que aquela posição não deverá ser sugerida pelo algoritmo no momento de armazenamento de bobinas. Por exemplo: um berço cinza na área amarela representa uma posição bloqueada na área LZC3.

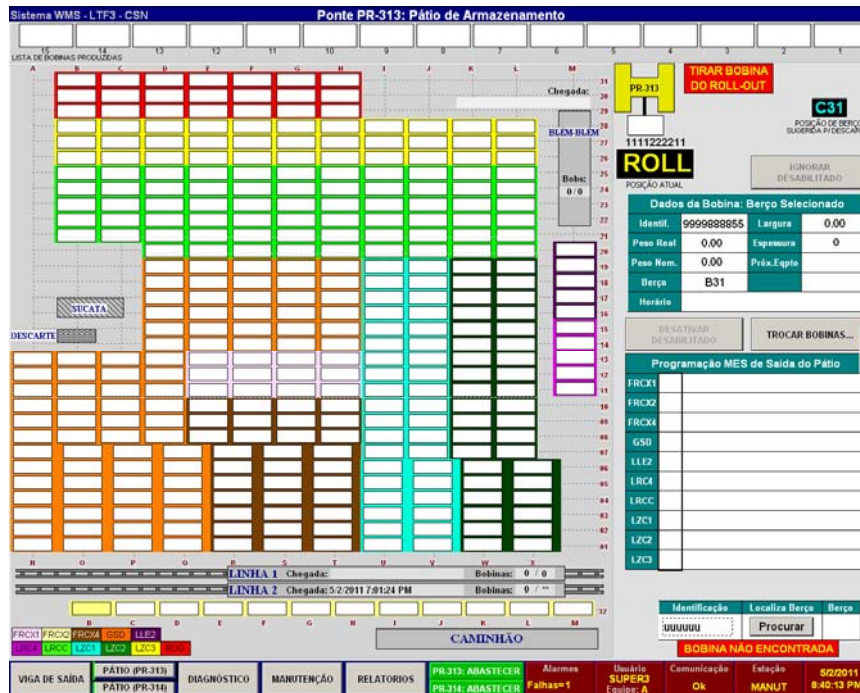


Figura 2. Layout da tela do pátio de armazenamento.

- 3ª tela sinótica – diagnóstico: esta tela (Figura 3) mostra a arquitetura do sistema com sinalização da comunicação entre os equipamentos, assim como as falhas detectadas nos equipamentos caso os mesmos possuam diagnósticos que possam ser consultados.
À partir da análise do *Hardware* envolvido na solução do WMS, as seguintes falhas são previstas:
 - falhas na rede;
 - falhas na rede *wireless*;
 - falhas relativas ao PLC;
 - falhas na calibração (baseado em percentual de tolerância);
 - falhas operacionais:
 - bobina sendo armazenada em posição já ocupada no sistema, mas vazia na realidade;
 - bobina sendo colocada em área não mapeada (berços ou destinos finais);
 - bobina armazenada próxima do limite de tolerância;
 - bobina armazenada fora do limite de tolerância.
 - falhas de *software*;
 - falha na comunicação com o banco de dados.

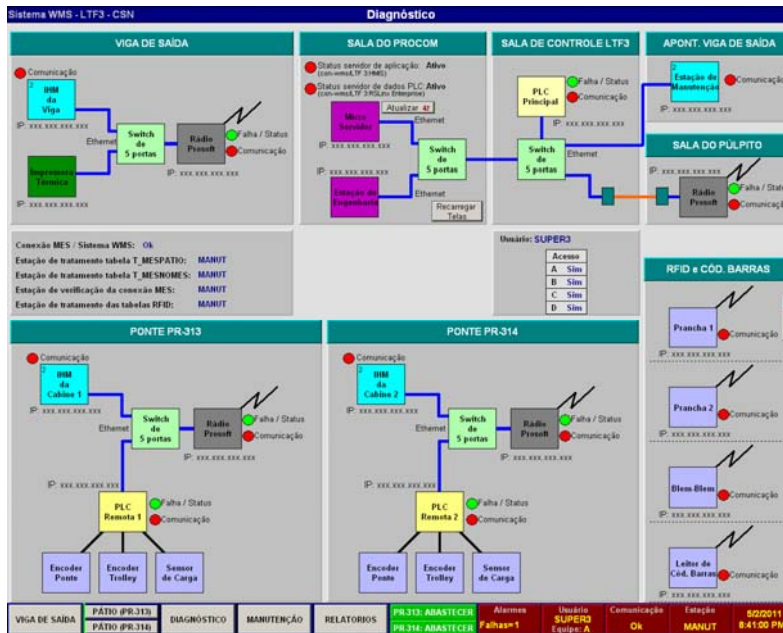


Figura 3. Tela de diagnóstico do WMS.

- 4ª tela sinótica – manutenção: esta tela (Figura 4) contém alguns quadros que permitem a configuração do sistema e de alguns de seus parâmetros, assim como a atualização das informações dos berços do Pátio de Armazenamento no caso de parada do banco de dados ou alguma falha no sistema. Essa tela é usada pelo operador do computador da sala da cabine de saída, sendo que em alguns casos ele terá de interagir com os operadores das pontes rolantes.

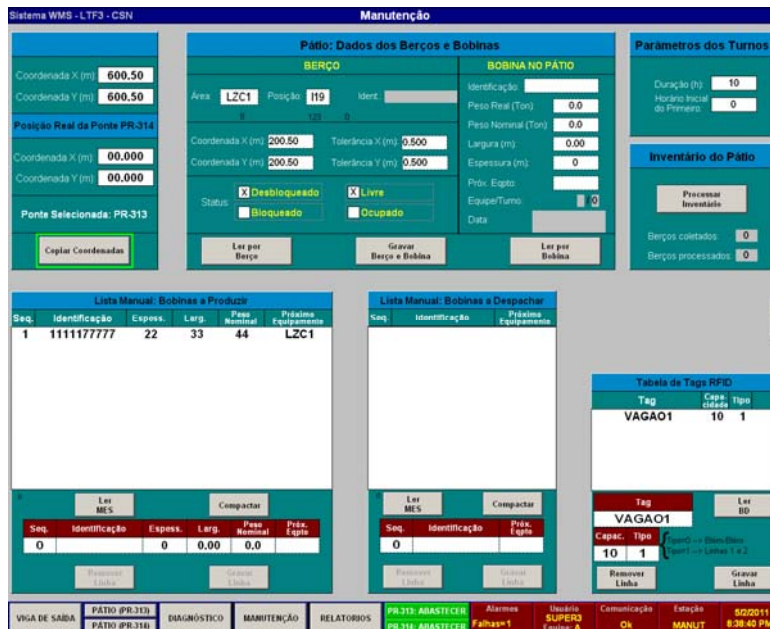


Figura 4. Tela de manutenção do WMS.

4.3.5 Sistema de impressão de etiquetas térmicas (saída do laminador)

A arquitetura do sistema de impressão (Figura 6) consiste em uma IHM Industrial Touch Screen, um rádio para receber as informações do WMS e uma impressora térmica. A impressão da etiqueta com os dados recebidos do WMS via rádio será acionada pelo operador através da IHM da Viga. A impressora fará parte de uma rede Ethernet/IP.

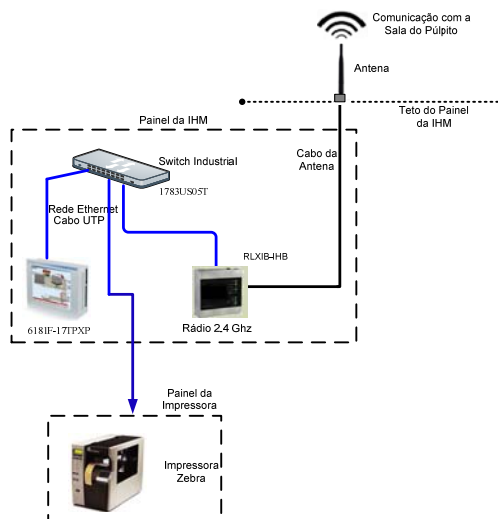


Figura 6. Layout da arquitetura do sistema de impressão de etiquetas térmicas.

4.3.6 Automação das Pontes Rolantes – PR-313 e PR-314

A Ponte é responsável pelo transporte das bobinas entre as áreas mapeadas no Laminador, a saber:

- pátio de armazenagem: pátio de bobinas com capacidade para armazenamento de até 353 bobinas (1 berço para cada bobina);
- Blém-Blém: local de onde as bobinas serão encaminhadas ao setor de zincagem LRCC#1 (devendo retornar após este processo). O Blém-Blém possui capacidade para até 3 bobinas;
- linha 1: local de onde as bobinas serão encaminhadas para um outro setor da CSN externo ao LTF 3. As pranchas que trafegam nessa linha serão configuradas na tela de manutenção de tags com suas informações (identificação, tag e capacidade);
- linha 2: local de onde as bobinas serão encaminhadas para um outro setor da CSN externo ao LTF 3. As pranchas que trafegam nessa linha serão configuradas na tela de manutenção de tags com suas informações (identificação, tag e capacidade);
- roll-out: área de inspeção com capacidade para 1 bobina;
- berço de descarte: área onde as bobinas podem ser levadas para corte, e depois voltam para serem pesadas novamente;
- área de sucata: caçamba na qual as sucatas serão sucateadas;

Na Figura 7 há um ilustrativo dos equipamentos a serem instalados em uma das pontes rolantes.

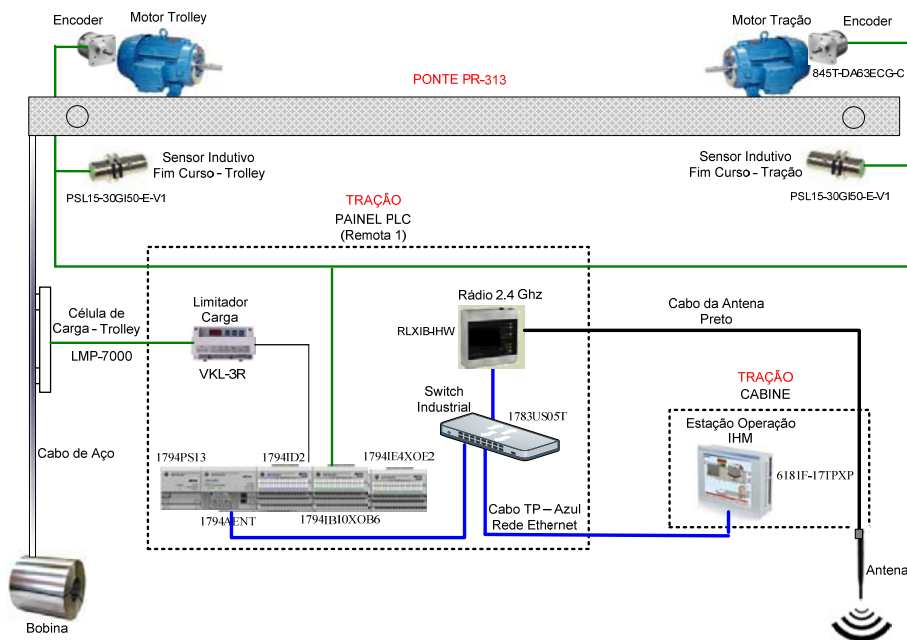


Figura 7. Layout dos equipamentos ligados às pontes remotas.

4.3.7 Sistema de pesagem

O peso da bobina será obtido através de comunicação com PLC da *Rockwell (ControlLogix)* já existente que recebe o peso das bobinas na balança da viga de saída.

4.3.8 Sistema de RFID

Existirão três equipamentos de leitores de RFID modelo IF61 (Figura 8) que estarão estrategicamente instalados próximos à passagem do Blém-Blém e das Linhas 1 e 2.

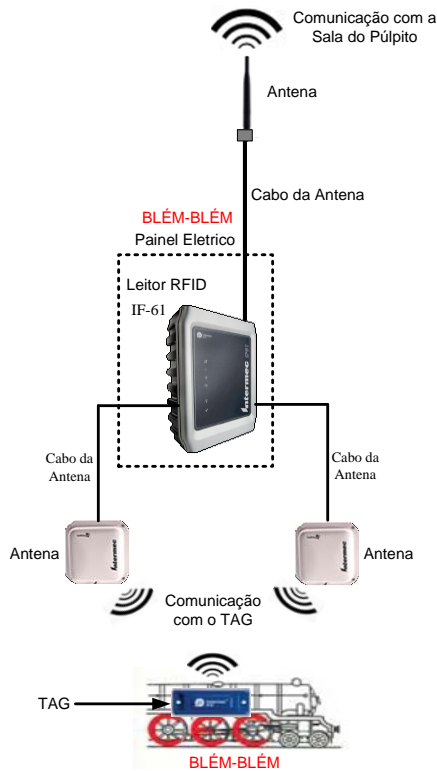


Figura 8. Layout da configuração dos leitores RFID com o Blém-Blém.

5 BENEFÍCIOS

Os benefícios proporcionados pelo sistema WMS no LTF#3 podem ser classificados em qualitativos e quantitativos.

5.1 Benefícios Qualitativos

5.1.1 Operacional

- Interface Homem Máquina com vários recursos facilitando a operação;
- rapidez na localização das bobinas para escoamento;
- rapidez na localização de berço vago no pátio; e
- totalização dos tempos de armazenagem e escoamento do pátio.

5.1.2 Segurança

- Ausência de transito de pessoas dentro do pátio de armazenagem com isso evitando-se acidentes.

5.1.3 Processo

- Rastreabilidade da movimentação de bobinas;
- histórico das movimentações de bobinas;
- rapidez e confiabilidade do controle do armazém; e
- diminuição das paradas de produção por falta de local para estocagem.

5.2 Benefícios Quantitativo Estimado

Com histórico de um ano, foi registrado um alto número de ocorrências de paradas por falta de área de estocagem contabilizando um total de horas com grande impacto na produção. Considerando a produtividade do LTF#3 e a sua contribuição bruta no valor do produto final, temos o valor que o LTF#3 deixou de produzir nesse período (Quadro 1).

Quadro 1. Cálculo quantitativo estimado

Perda de Produção por Falta de Área de Estocagem (ANO)			
Total de horas de Paradas (h)	X	Produtividade (t/h)	= Perda Total de Produção (t) = Valor que deixou de produzir (R\$)
			16.648.200

Baseado nos valores acima podemos considerar que em média a perda de produção por mês do LTF#3 é de R\$ 1.387.350,00.

6 CONCLUSÃO

O sistema de WMS no LTF#3 se torna atrativo em virtude do que se pode evitar em relação à perda de produção por falta de estocagem anual.

Outro ponto importante de se analisar é que com o sistema WMS é reduzido o tempo de exposição a risco dos operadores ao transitar no pátio de estocagem entre as bobinas e também em relação ao transito sob carga suspensa de aproximadamente 30 toneladas.

Para o futuro, a CSN estima em expandir essa solução para os demais pátios de estocagens.