

# SISTEMA DE MOVIMENTAÇÃO AUTOMÁTICA DE SEMI-PRODUTOS E PRODUTOS NO ACABAMENTO<sup>1</sup>

*Neimar de Oliveira Sobreira<sup>2</sup>*

*Paulo Cezar Loures<sup>3</sup>*

*Romulo Lourenço Vidal<sup>4</sup>*

*Julio Cesar dos Santos Ferreira<sup>5</sup>*

*Josemar Moraes de Souza<sup>6</sup>*

*Diogo Barcellos Moraes<sup>7</sup>*

## Resumo

A área de Acabamento Resende é composta de 2 naves principais, onde estão locadas as máquinas produtivas, e alinhados os estoques acabados. Uma terceira nave montada transversalmente é destinada ao abastecimento de matéria prima para as máquinas de produção. Cada uma das naves está equipada com duas pontes rolantes totalizando quatro pontes, sendo duas com carro giratório, todas comandadas automaticamente via radio frequência (RF) por um Programador Lógico Controlado central desempenhando funções pré-programadas, além de um segundo comando, também, via RF para eventual operação manual. O conceito que direciona a concepção desta área produtiva é maximizar a segurança de processos e pessoas com alta produtividade, criando uma área onde haja a menor exposição do homem ao risco, através da automatização das seguintes operações: Movimentação de semi-produtos (bobinas de Fio Máquina e Vergalhão) e produtos (CA50 barra, cantoneiras e Barras Chatas) com endereçamento lógico; Amarração, acondicionamento e pesagem; Estocagem e desestocagem (pré-carregamento) de produtos acabados; Traqueamento instantâneo de cada unidade produzida integrada ao SAP.

**Palavras Chaves:** Programador logico controlado; SAP.

## MOVEMENT SYSTEM AUTOMATIC SEMI-PRODUCTS AND PRODUCTS IN DOWNSTREAM

### Abstract

The Downstream Resende consists of 2 main ships, which are leased all productive machines, and aligned on the same ship inventories relevant finished. A third ship transversely mounted is intended to supply raw material for production machines. Each spacecraft is equipped with 2 cranes totaling 04 bridges, 2 with swivel car. All automatically controlled via radio frequency (RF) by a Logic Controller Program central performing pre-programmed functions, plus a second command also via RF for any manual operation. The concept that drives the design of this production unit (Votorantim Steel - Unit Resende, RJ) is to maximize the safety of people and processes with high productivity, creating a factory where there is the slightest human exposure to risk by automating the following operations: Every movement of semi-products (wire coil and rebar coil) and products (CA50 bars, angles and flats) with logical address; Tying, wrapping and weighing; Stocking and destocking (preload) of finished products; Tracking snapshot of each unit produced integrated with SAP (structure already done).

**Keywords:** Logic controller program; SAP

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 50º Seminário de Laminação – Processos e Produtos Laminados e Revestidos, 18 a 21 de novembro de 2013, Ouro Preto, MG, Brasil.*

<sup>2</sup> *Engenharia Elétrica. Engenheiro Eletricista. Votorantim Siderurgia. Resende, RJ, Brasil.*

<sup>3</sup> *Administração de Empresas. Administrador. Votorantim Siderurgia. Resende, RJ, Brasil.*

<sup>4</sup> *Engenharia Elétrica. Engenheiro Eletricista. Votorantim Siderurgia. Resende, RJ, Brasil.*

<sup>5</sup> *Técnico Mecânico. Técnico em Mecânica. Votorantim Siderurgia. Resende, RJ, Brasil*

<sup>6</sup> *Técnico Elétrica. Técnico em Elétrica. Votorantim Siderurgia. Resende, RJ, Brasil.*

<sup>7</sup> *Técnico Mecânico. Técnico em Mecânica. Votorantim Siderurgia. Resende, RJ, Brasil*

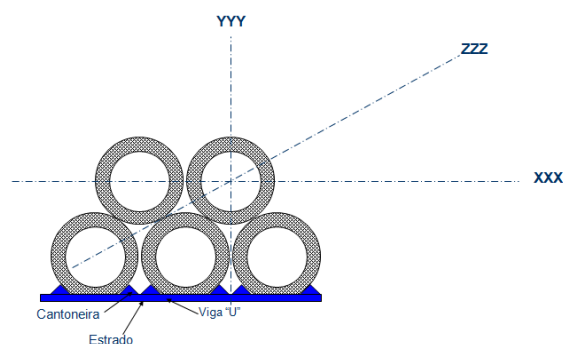
# 1 INTRODUÇÃO

Este trabalho tem o objetivo apresentar um sistema de movimentação automática de semi-produtos e produtos através de 4 pontes rolantes automáticas sem a intervenção operacional, comandadas via Programador Lógico Controlado (PLC) e rádio frequência de dados. Os semi-produtos são: bobinas de fio-máquina e bobinas de vergalhão, produtos são: feixes de barras retas vergalhão CA50 12 metros, feixes de barras retas CA60 12 metros, feixes de barras retas cantoneira 6 metros, feixes de barras chatas retas 6 metros e bobinas de CA60.

## 2 DESCRIÇÃO

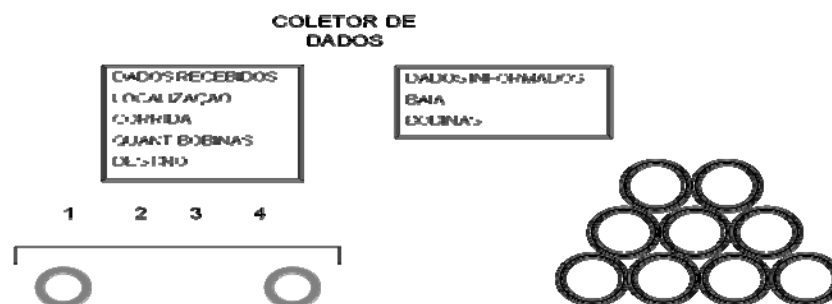
### 2.1 Recebimento E Estocagem De Bobinas

As bobinas pesadas e identificadas na saída do laminador são estocadas em área externa. A localização física da área em que cada bobina / lote foi estocada é inserida no SAP. Esse lançamento permite, além de rastreamento e inventário, a rápida localização no momento do carregamento das carretas de transporte, que são o primeiro elemento da automação do Downstream, conforme a seguir:



**Figura 1.** Coordenadas das Bobinas na área de estocagem.

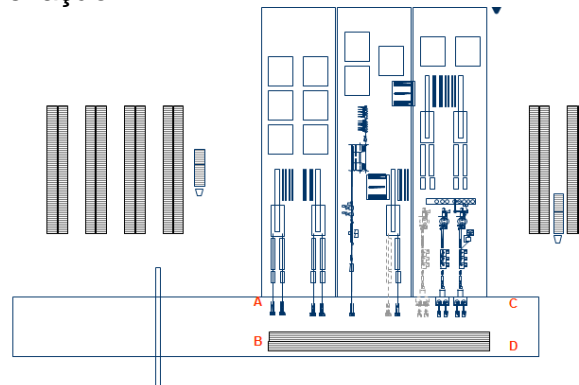
O Operador da empilhadeira recebe em seu coletor de dados (wireless) a sequência de lotes que devem ser carregados nas Carretas de Transporte de Bobinas (carreta) – lote; quantidade; N° sequencial. As bobinas são posicionadas de forma contínua e sequencial do início para o final da carreta. Neste momento o N° individual de cada bobina é lido e armazenado, criando a 1ª informação para indexação sequencial de estoques.



**Figura 2.** Recebimento de dados e posicionamento das bobinas na carreta.

A carreta é posicionada por um trator em uma das 2 regiões de recebimento que é fisicamente limitada no piso do galpão de modo a garantir o posicionamento das bobinas na precisão requerida. Em seguida, o trator retira a outra carreta, já

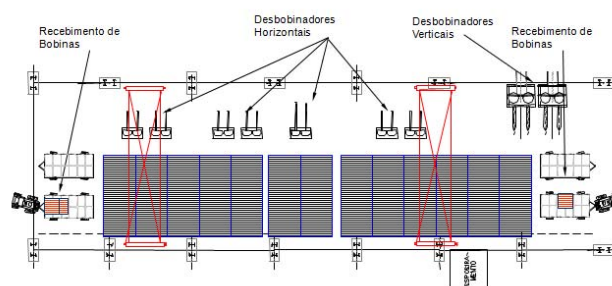
descarregada no ciclo anterior, retornando para o pátio externo para o próximo carregamento. A posição onde foi posicionada a carreta deve ser informada pelo operador do transporte ao Sistema de Controle Supervisório (supervisório) como a 2ª informação para indexação.



**Figura 3.** Layout geral - área de movimentação automática.

O supervisório no momento determinado, após análise da lógica interna e das prioridades parametrizadas, comanda uma das pontes a se posicionar para retirar a primeira bobina da carreta. Uma vez que a coordenada espacial de cada uma das bobinas sobre a carreta está parametrizada, o comando se limita a descrever uma rota de deslocamentos dos 03 acionamentos existentes na ponte, contando com os recursos de controle das rampas de velocidades dos inversores de frequência. Estas 02 pontes contam com sensores de distância a laser nos 03 eixos com redundância para segurança nas decisões tomadas pelo supervisório. Um último sensor laser é utilizado para confirmação de presença da bobina ou do espaço disponível a ser esclarecido nos próximos itens.

A bobina retirada da carreta é transportada pela ponte, por uma rota predefinida e posicionada na área de estocagem de bobinas, onde cada posição possível na formação da pilha é mapeada, desta forma O supervisório determina e registra o endereço de cada bobina. Simultaneamente, o SAP é informado da presença de cada uma das bobinas neste estoque intermediário, que habilita a próxima etapa do processo que é o “Abastecimento Automático das Máquinas”, ou seja, o estoque intermediário precisa estar formado para que as máquinas possam solicitar ao supervisório para serem abastecidas.



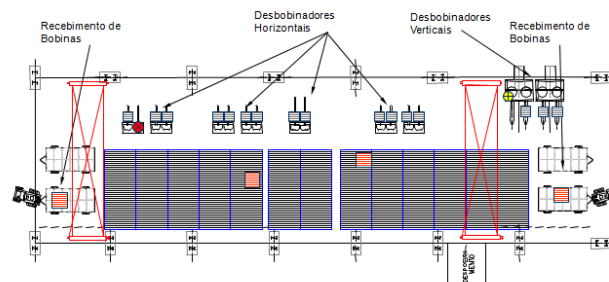
**Figura 4.** Layout geral - área de estocagem de semi-produtos e abastecimento.

## 2.2 Abastecimento Automático das Máquinas

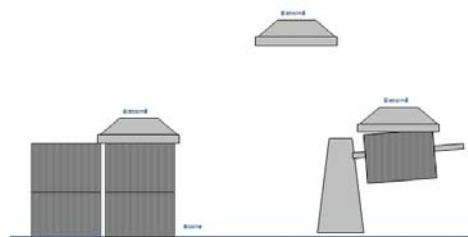
Cada uma das máquinas produtivas contém dois pontos de alimentação, para Fio Máquina ou Vergalhão em rolo, sendo um em uso e o outro como pulmão. A medida

que um dos dois é completamente consumido, um sinal é enviado ao supervisor, informando da necessidade de reabastecimento. Simultaneamente, é calculado o tempo limite para que a máquina possa aguardar, baseado na produtividade padrão do produto em processo. Esse tempo é um dos parâmetros para decisão das prioridades de abastecimento.

- No momento determinado, após análise da lógica interna e das prioridades parametrizadas, uma das pontes se desloca orientada pela coordenada espacial parametrizada, para a posição da bobina a ser transportada.
- A ponte rolante contando com os recursos de controle das rampas de velocidades dos inversores de frequência e dos sensores de distância a laser nos 03 eixos com redundância para segurança, posicionam o eletroímã sobre a bobina a ser transportada. Um sensor laser confirma a presença da bobina na posição.
- Após a magnetização da bobina, a ponte rolante segue curso para a posição do desbobinador a ser abastecido.
- Após o abastecimento, o sistema de controle supervisor sinaliza para o operador do abastecimento, através de sinal luminoso, que a bobina está liberada para solda de interligação com a bobina que está em processo.
- Após o término da solda, o operador, através de comando localizado próximo ao desbobinador, libera a bobina para ser processada pela máquina.



**Figura 5.** Layout geral – sinalizações: abastecer pay off e termino processo de soldagem.

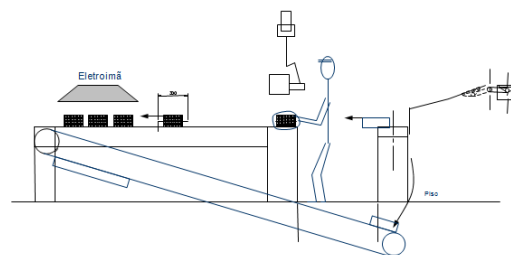


**Figura 6.** Abastecimento de bobinas através de eletroímãs.

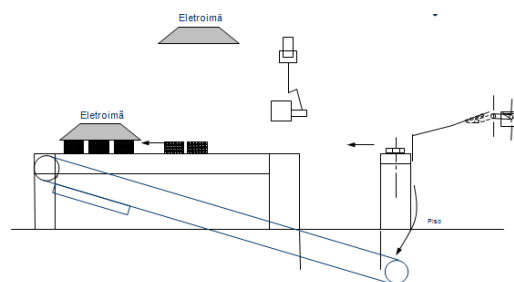
### 2.3 Laminador de Perfis Leves

O supervisor da saída do LPL informa ao sistema de controle supervisor a disponibilidade da carga de 3 feixes para ser transportada para o estoque. Simultaneamente, é calculado o tempo limite para que a máquina possa aguardar, baseado na produtividade padrão do produto em processo e o espaço disponível para acumular feixes. Esse tempo é um dos parâmetros para decisão das prioridades de retirada de produto, que se dá da seguinte forma:

- Os feixes estão em posição definida garantida pela automação da corrente que retira os feixes.
- O supervisor no momento determinado, após análise da lógica interna e das prioridades parametrizadas, comanda a ponte rolante a se posicionar para retirar o conjunto de feixes. Uma vez que a coordenada espacial do conjunto de feixes está parametrizada e fixa, o comando se limita a descrever uma rota de deslocamentos dos 03 acionamentos existentes na ponte, contando com os recursos de controle das rampas de velocidades dos inversores de frequência. As pontes rolantes contam com sensores de distância a laser nos 03 eixos com redundância para segurança nas decisões tomadas pelo supervisor. Um último sensor laser é utilizado para confirmação de presença do conjunto de feixes.
- Os feixes são transportados por eletroímãs. A ponte segue por uma rota predefinida e posiciona os feixes em uma das posições da área de estocagem de feixes, onde cada posição possível na formação da pilha é mapeada, desta forma o supervisor determina e registra o endereço de cada conjunto de 3 feixes. Simultaneamente, o SAP é informado da estocagem dos feixes, que habilita a próxima etapa do processo que é o “Carregamento Automático - Expedição”, ou seja, o estoque de produto precisa estar formado para que a expedição possa solicitar ao supervisor o carregamento.



**Figura 7.** Mesa de saída LPL – formação de feixes para carregamento.



**Figura 8.** Mesa de saída LPL – Retirada de material através do eletroímã.

### 2.3.1 Laminador a frio

O LF tem a função de produzir arame CA-60 empregando como matéria prima fio máquina. O processo consiste reduzir à frio a sessão transversal do fio máquina, utilizando para cada passe um conjunto de 3 discos. Para atingir a sessão final o fio máquina pode passar por até 3 passes, no último passe são montados os discos recartilhados que vão produzir os entalhes e marcações características do produto. O arame produzido é bobinado em carretéis de até 2,5 toneladas. O número de espiras bobinadas é pré-programado, assegurando o peso dentro da faixa esperada. Outro

produto produzido no LF são rolos de até 200 kg, produzidos em um bobinador estático. Os carretéis produzidos são amarrados automaticamente na máquina utilizando fita metálica. Após amarrados, um dispositivo automático retira o carretel da máquina e deposita sobre o caminho de rolos, onde será pesado e disponibilizado para a transferência para o estoque. Os rolos produzidos serão amarrados automaticamente na máquina. O operador auxilia na saída dos rolos da máquina para o gancho “C” de transporte para o estoque.

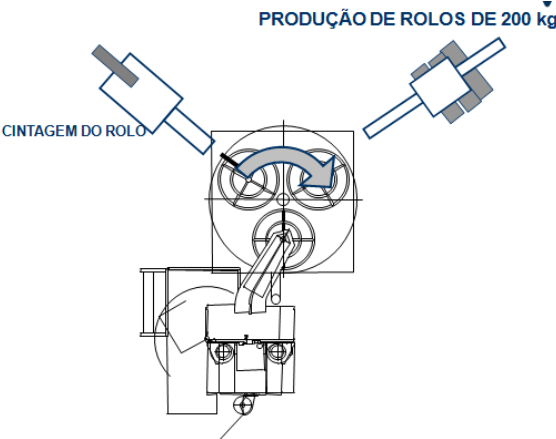


Figura 9. Mesa giratória para formação dos rolos 200kg.

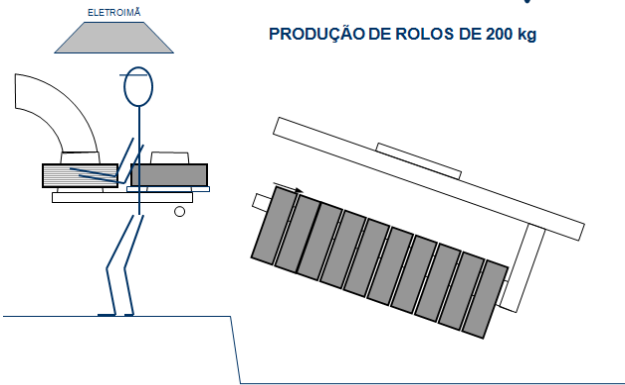


Figura 10. Posicionamento dos rolos dentro do gancho “C”

ESTOCAGEM DE ROLOS DE 200 kg

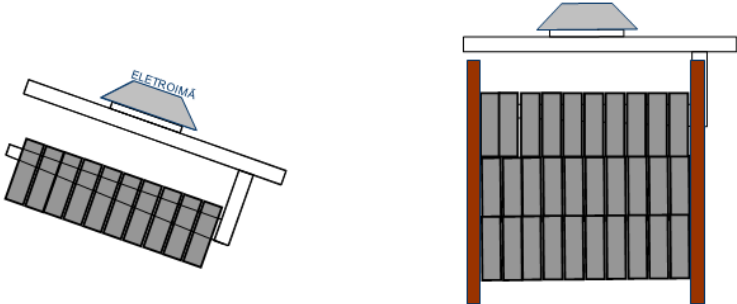


Figura 11. Estocagem rolos 200kg.

### PRODUÇÃO DE CARRETEL 2.500 kg

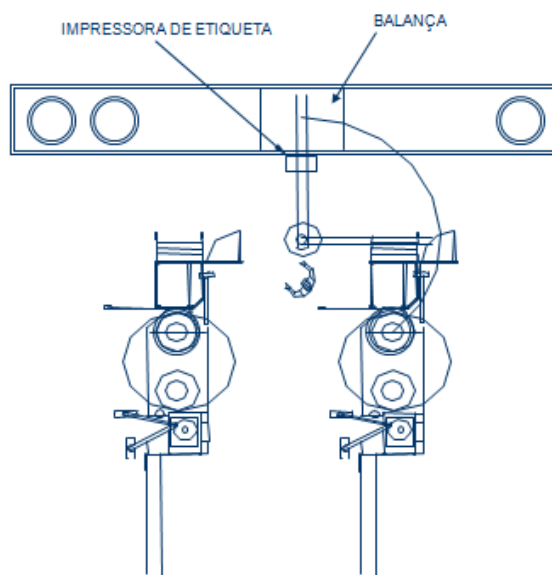


Figura 12. Mesa de saída dos carretéis.

### ESTOCAGEM DE CARRETEL 2.500 kg

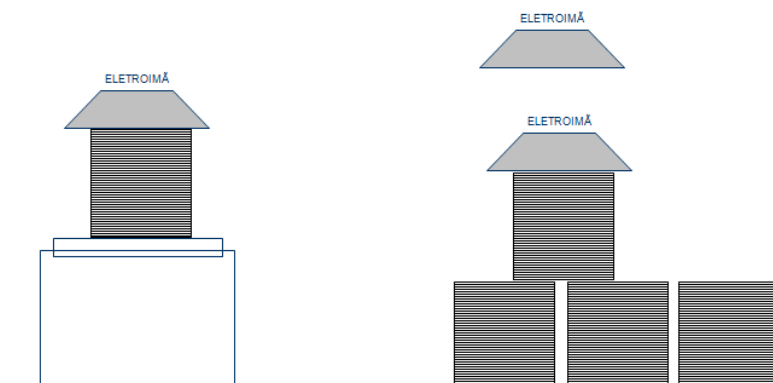
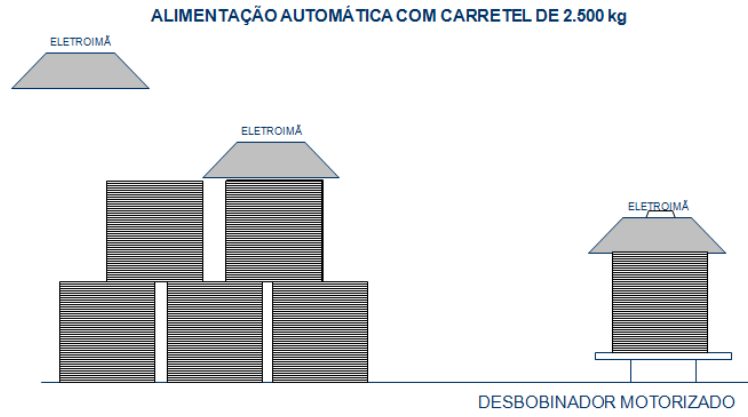


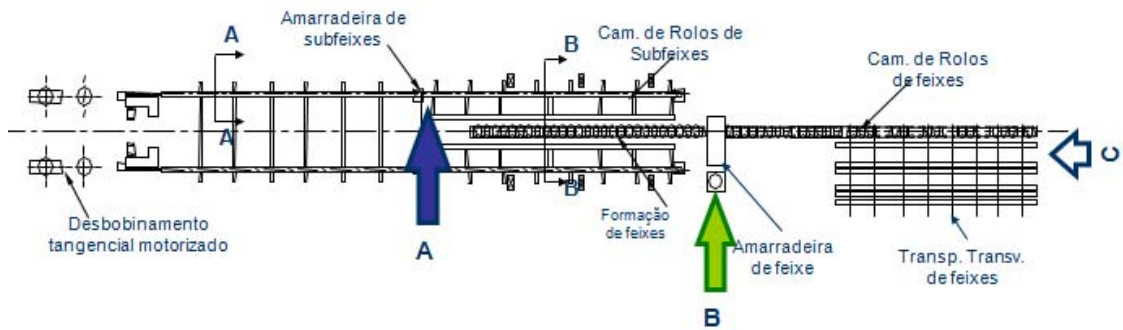
Figura 13. Área de estocagem dos carretéis.

#### 2.3.2 Endreitadeira CA60

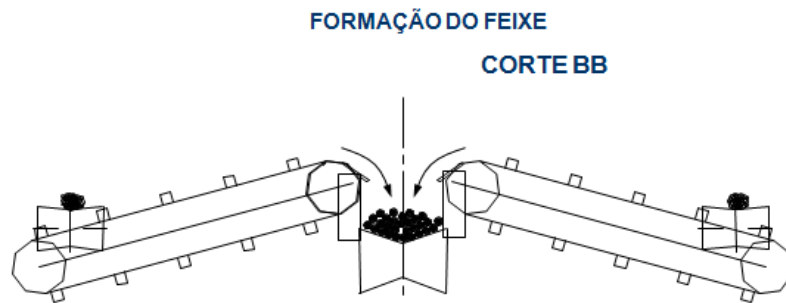
O endreitamento de CA-60 tem por objetivo transformar o arame dos carretéis em feixes em barras retas. O processo consiste passar o arame por um conjunto de rolos endireitadores. A máquina endireita o material, corta em comprimento de 12 metros e forma o subfeixe com o número de barras definidas na programação.



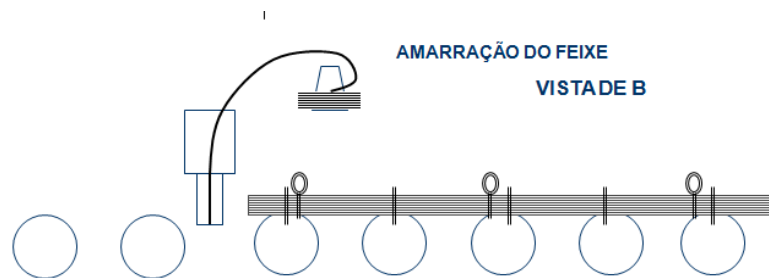
**Figura 14.** Abastecimento das Endireitadeiras CA60.



**Figura 15.** Layout das Endireitadeiras CA60.



**Figura 16.** Formação de feixes CA60.

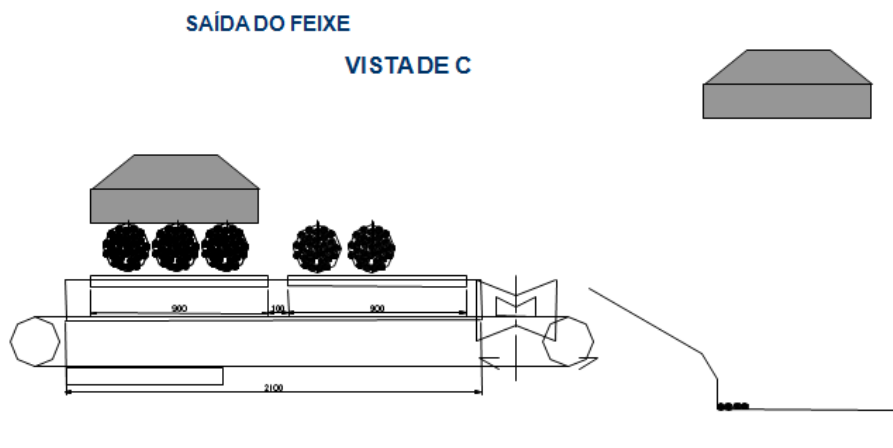


**Figura 17.** Amarração dos feixes CA60.



O supervisor da saída da endireitadeira CA60 informa ao sistema de controle supervisor a disponibilidade da carga de 3 feixes para ser transportada para o estoque. Simultaneamente, é calculado o tempo limite para que a máquina possa aguardar, baseado na produtividade padrão do produto em processo e o espaço disponível para acumular feixes. Esse tempo é um dos parâmetros para decisão das prioridades de retirada de produto, que se dá da seguinte forma:

- Os feixes estão em posição definida garantida pela automação da corrente que retira os feixes. O supervisor no momento determinado, após análise da lógica interna e das prioridades parametrizadas, comanda a ponte rolante a se posicionar para retirar o conjunto de feixes. Uma vez que a coordenada espacial do conjunto de feixes está parametrizada e fixa, o comando se limita a descrever uma rota de deslocamentos dos 03 acionamentos existentes na ponte, contando com os recursos de controle das rampas de velocidades dos inversores de frequência. As pontes rolantes contam com sensores de distância a laser nos 03 eixos com redundância para segurança nas decisões tomadas pelo supervisor. Um último sensor laser é utilizado para confirmação de presença do conjunto de feixes
- Os feixes são transportados por eletroímãs. A ponte segue por uma rota predefinida e posiciona os feixes em uma das posições da área de estocagem de feixes, onde cada posição possível na formação da pilha é mapeada, desta forma o supervisor determina e registra o endereço de cada conjunto de 3 feixes. Simultaneamente, o SAP é informado da estocagem dos feixes, que habilita a próxima etapa do processo que é o “Carregamento Automático - Expedição”, ou seja, o estoque de produto precisa estar formado para que a expedição possa solicitar ao supervisor o carregamento.



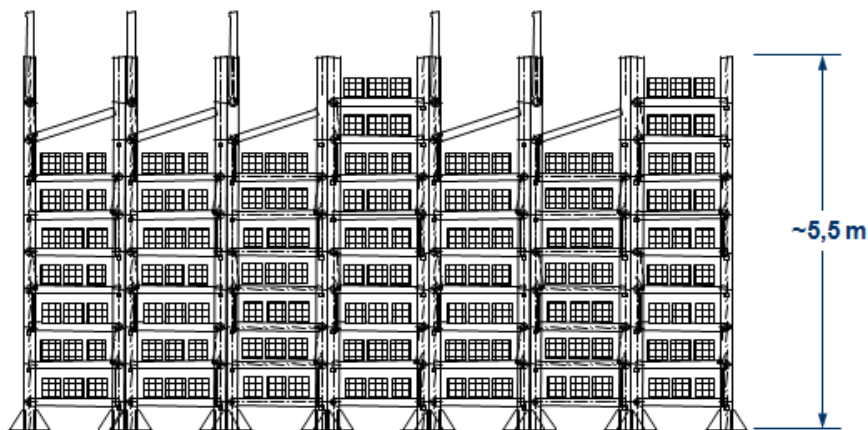
**Figura 18.** Mesa de saída CA60 – Retirada dos feixes através de eletroímã.

### 2.3.3 Estocagem e desestocagem automática

O operador da Expedição recebe via SAP as informações de carregamentos, identificadas pela placa do veículo e transfere as informações para o sistema de controle supervisor. No supervisor, o operador seleciona o veículo que será carregado, identificado através da placa e realiza uma análise da ordem de carregamento dos produtos, ajustando, se necessário. Após a definição da ordem, o operador libera a ponte rolante iniciar o ciclo de desestocagem. A desestocagem se dá da seguinte forma:

- O supervisor, partindo da premissa de retirar os produtos mais antigos no estoque (FIFO), informa para a ponte rolante as coordenadas do conjunto de feixes (03) a serem desestocados.
- Uma vez que a coordenada espacial do conjunto de feixes está parametrizada, o comando se limita a descrever uma rota de deslocamentos dos 03 acionamentos existentes na ponte, contando com os recursos de controle das rampas de velocidades dos inversores de frequência. As pontes rolantes contam com sensores de distância a laser nos 03 eixos com redundância para segurança nas decisões tomadas pelo supervisor. Um último sensor laser é utilizado para confirmação de presença do conjunto de feixes.
- Após posicionada, a ponte magnetiza os eletroímãs e retorna a área de carregamento por uma rota predefinida. Próximo a área de carregamento, a ponte rolante pára e aguarda o operador assumir os comandos.
- O operador assume, via controle remoto, os comandos da ponte rolante e posiciona os produtos no veículo.
- Após o carregamento do veículo, o operador conduz a ponte rolante até uma área definida e libera os comando para o supervisor.
- O supervisor informa para a ponte rolante as coordenadas do próximo conjunto de feixes (três) a serem desestocados. Caso a quantidade de produto a ser carregado não seja múltipla de 3, o operador ao assumir o controle da ponte rolante, descarrega a carga em local definido, separa a quantidade de produto necessária e carrega o veículo.
- O supervisor tem as informações de corrida e peso dos feixes que foram desestocados para a emissão dos certificados de qualidade e baixa do estoque no SAP.

#### BARRAS RETAS CA50/CA60 e PERFIS



**Figura 19.** Sistema de estocagem automática vertical.

### 3 DISCUSSÃO

Este projeto foi concebido após inúmeras visitas a empresas com sistema de movimentação de cargas, produtos em modo automático simples, onde após entendimento de todo o sistema foi elaborado pela Votorantim Siderurgia um sistema único no Brasil de movimentações completa até a desestocagem para carregamento de material via carretas sem a presença do ser humano próximo aos riscos gerados por cargas suspensas. Projeto foi implantado junto a nova unidade de produção que foi montada no Sul Fluminense interior do Rio de Janeiro área de acabamento de produtos.

### 4 RESULTADOS

Eliminação da exposição ao risco do ser humano, agilidade no abastecimento de máquinas, retirada de produtos, estocagem vertical com maior capacidade em menor área (m<sup>2</sup>), inventário online de matéria prima, material intermediário e produtos, garantindo correto índice de rendimento metálico. Monitoramento online dos processos, garantia de execução do (FIFO - first in first out) – primeiro material estocado será o primeiro material a ser retirado para carregamento de carretas e otimização de mão de obra.

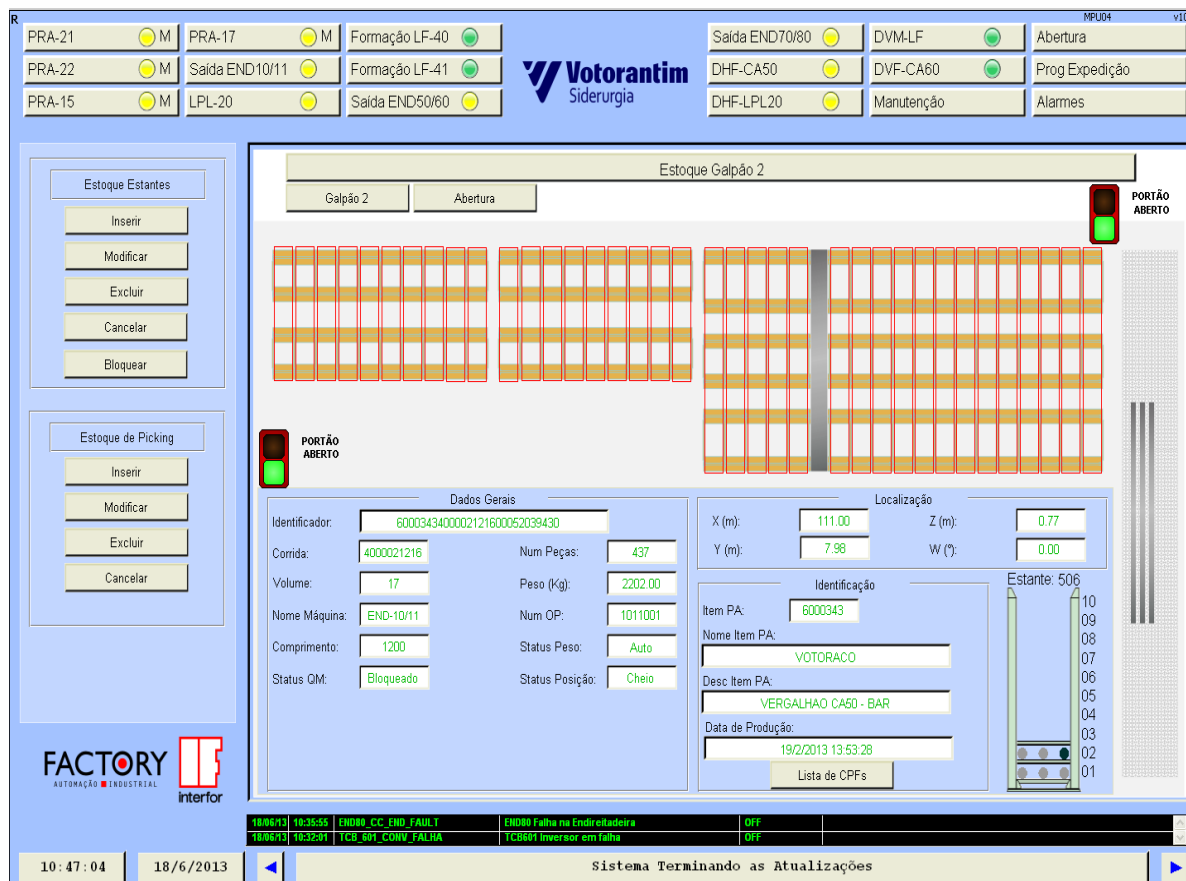


Figura 20. Sistema Supervisorio – Inventário online.

### 5 CONCLUSÃO

Este sistema de movimentação automática na área de acabamento garantiu a eliminação da exposição do homem aos riscos, otimização da mão de obra,

assertividade nos estoque, qualidade no armazenamento dos produtos, aumento no carregamento de caminhões e redução no índice de paradas de equipamentos (pontes rolantes) devido a correta utilização conforme parâmetros estabelecidos.

## 6 Layout Equipamentos

- Galpão de estocagem para Bobinas (Fio Máquina e Vergalhão) – Capacidade de estoque seco 1.520 toneladas

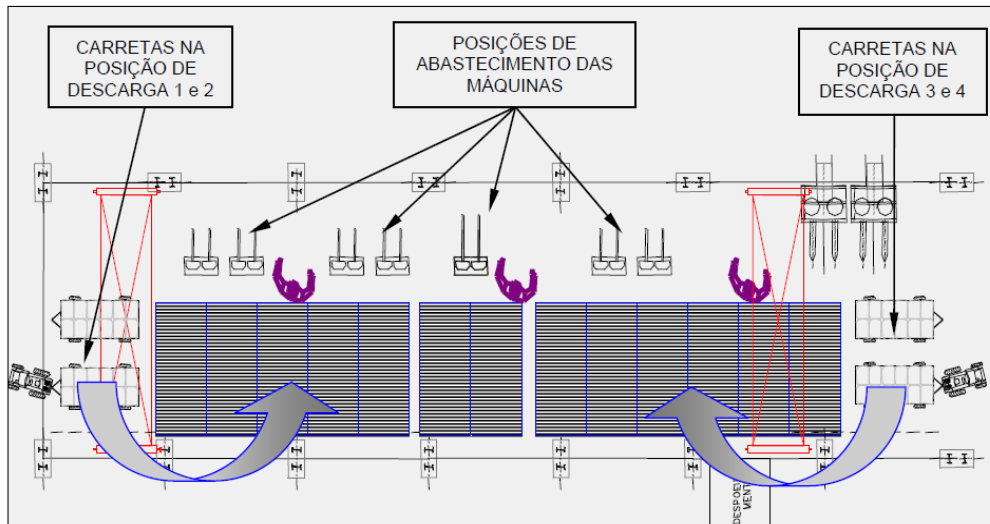


Figura 21. Movimentação de bobinas no galpão de estocagem.

### 6.1 Laminador de Perfis Leves

Mix de Produtos: Cantoneira, Barra Chata e Barra Quadrada

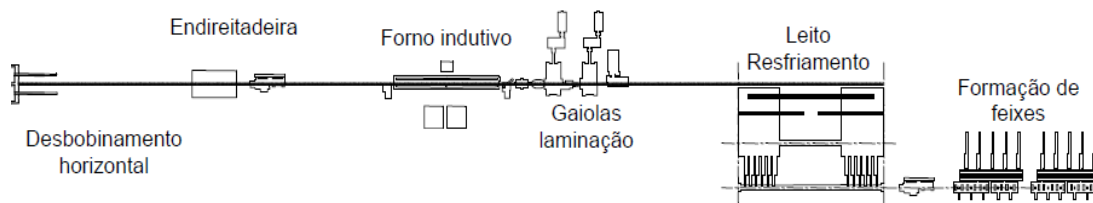


Figura 22. Layout do Laminador de Perfis Leves

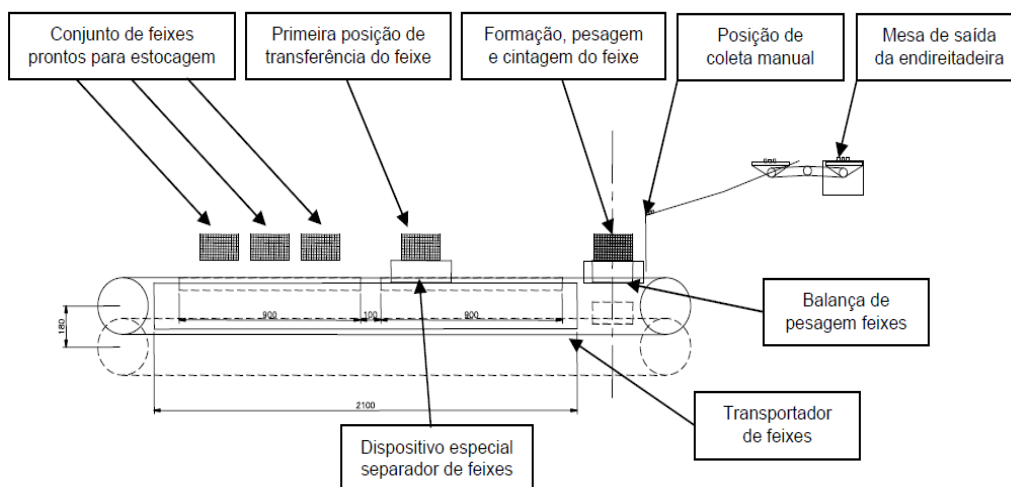


Figura 23. Layout da Descarga do Laminador de Perfis Leves

## 6.2 Laminador a Frio

Velocidade de processamento – 18m/s

Mix de Produtos: 3,40mm; 4,20mm; 5,00mm; 6,00mm;  
CA60 rolo

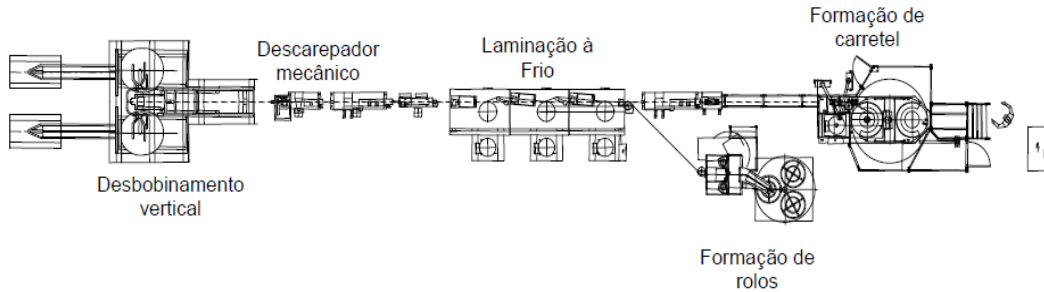


Figura 24. Layout do Laminador a Frio

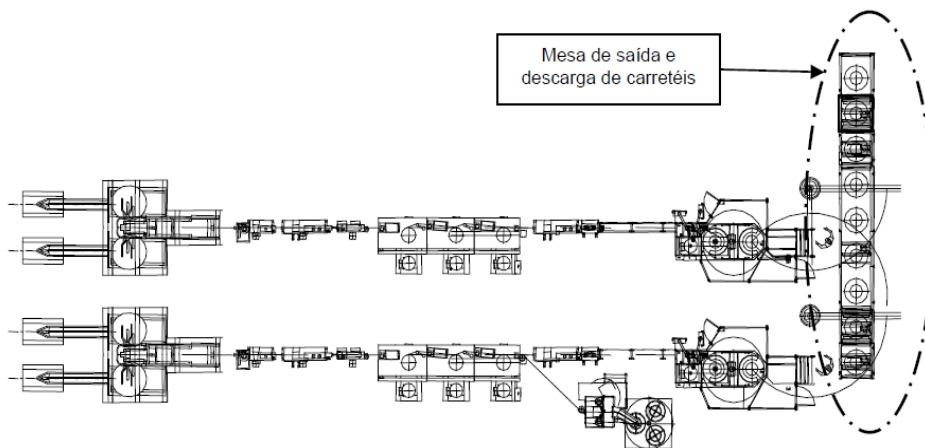


Figura 25. Layout da descarga de carretéis no Laminador a Frio

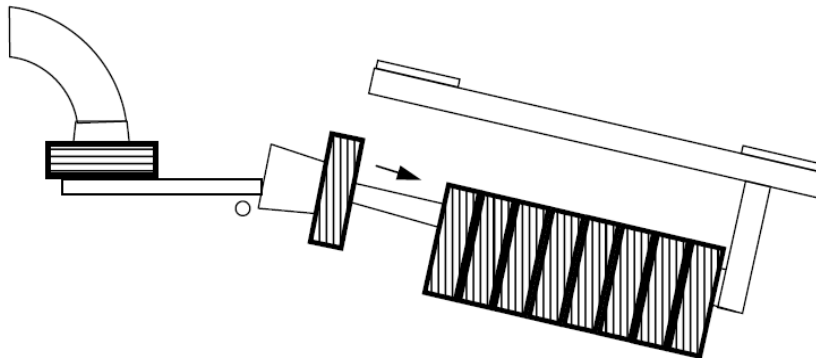


Figura 26. Descarga de rolos CA60 no Laminador a Frio

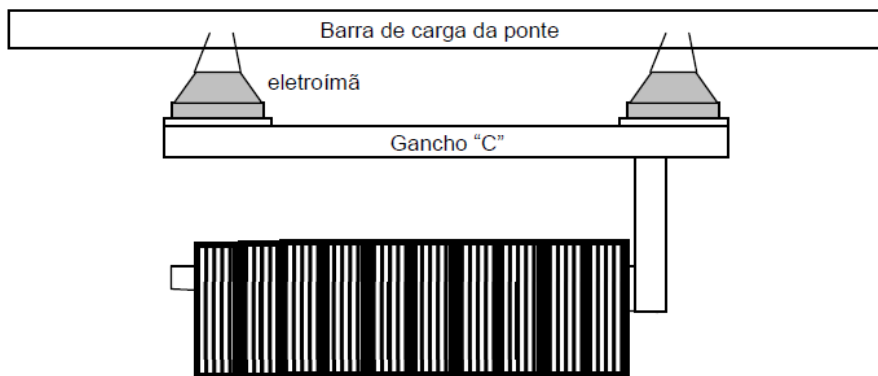


Figura 27. Gancho "C" para transporte de rolos CA60 produzidos no Laminador a Frio

### 6.3 Endireitadeira CA60

Velocidade de processamento – 6m/s  
Mix Produtos – Barra reta 12m  
Bitolas: 4,20mm; 5,00mm; 6,00mm;

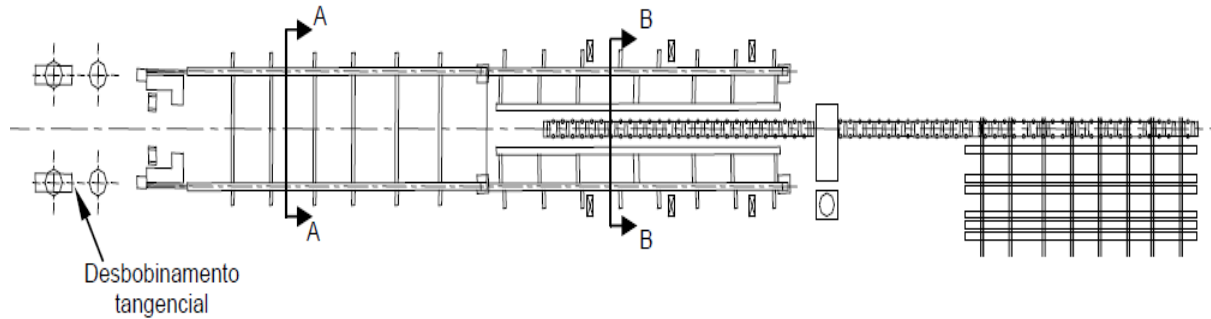


Figura 28. Layout da Produção de Arame CA60 reto

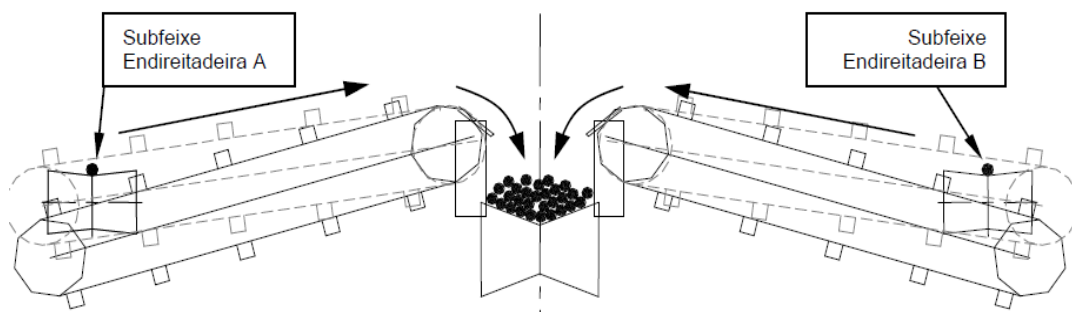


Figura 29. Descarga de subfeixes de arame CA60

### 6.4 Endireitadeira CA50

Velocidade de processamento – 6m/s  
Mix Produtos – Barra reta 12m  
Bitolas: 6,30mm; 8,00mm; 10,00mm;

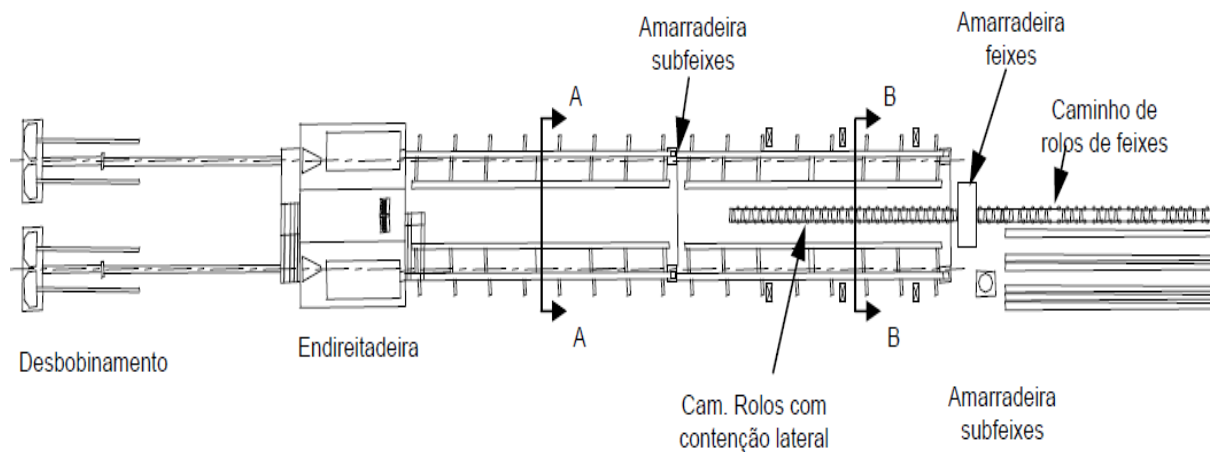
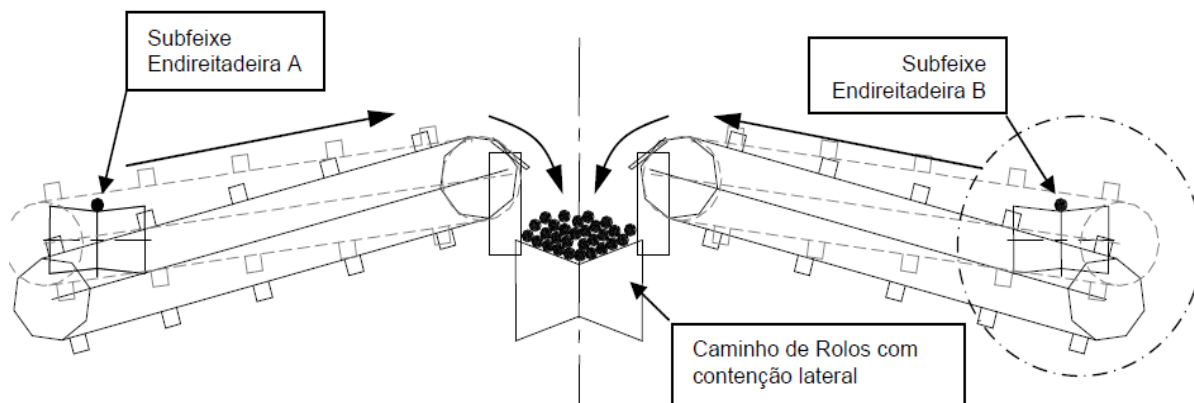
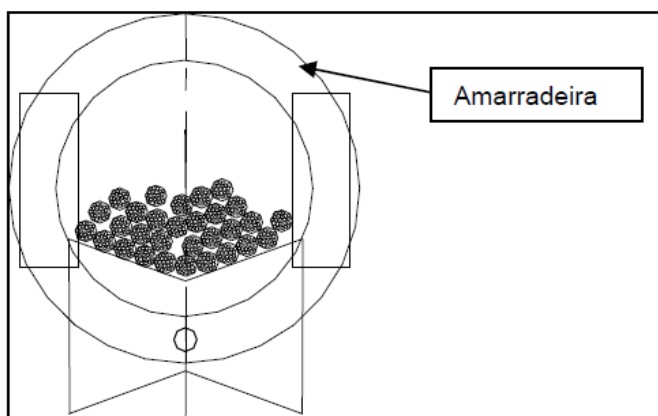


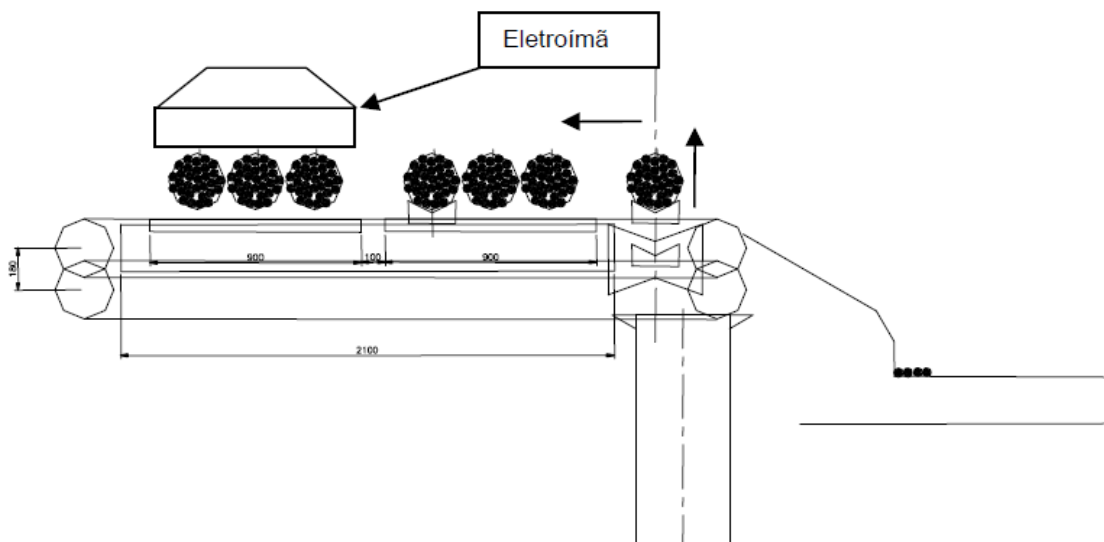
Figura 30. Layout da Produção de Arame CA50 reto



**Figura 31.** Detalhe da transferência de subfeixes para feixes



**Figura 32.** Detalhe da amarração de feixes



**Figura 33.** Detalhe da descarga e transferência de feixes