

Geraldo Salatiel Andrade Silva(1)

Elizeu Bózio(2)

R E S U M O

Apresenta-se a evolução do Programa de Modernização do Laminador de F.M. da Siderúrgica Fi-El. Esta evolução desenvolveu-se em duas etapas, todas voltadas para melhoria da produtividade e qualidade, culminando com a instalação do Laminador Acabador sem torção Ashlow.

Ressaltam-se medidas de caráter operacional que resultaram em incrementos de produtividade e compatibilização das capacidades produtivas dos diversos órgãos do sistema.

Introduziu-se o índice de consumo energético entre os diversos índices de controle Gerencial, obtendo-se, através de diversas medidas operacionais, resultados de economia.

Destaca-se o processo de enformamento a quente de tarugos. Compara-se através de gráficos e tabelas, os resultados obtidos ao longo do Programa de Modernização.

1) Membro da ABM e da COLAM - Engenheiro Metalúrgico e Gerente do Departamento de Laminação da Siderúrgica Fi-El S/A.

2) Engenheiro Mecânico e Assistente da Gerencia de Laminação da Siderúrgica Fi-El S/A.

1. INTRODUÇÃO

1.1. A EMPRESA

A Usina da Siderúrgica Fi-El S/A é de característica não-integrada, dotada em sua Aciaria Elétrica com dois fornos Elétricos a arco e uma unidade de Lingotamento Contínuo.

Uma produção lingotada de aproximadamente 110.000 t de tarugos anuais.

Produtora de Fio-Máquina e Arames Trefilados de Aços Comuns e Especiais.

A Empresa nasceu há mais de 50 anos na cidade de São Paulo com uma Fábrica de Condutores Elétricos de onde se originou o nome Fi-El (Fios Elétricos)

Posteriormente transferindo-se para São José dos Campos no Vale do Paraíba, onde foi incorporada a parte ferrosa.

1.2. PROGRAMA DE MODERNIZAÇÃO

A evolução do Programa de Modernização do Laminador de Fio-Máquina da Siderúrgica Fi-El S/A, permitiu em sua primeira etapa a partir de maio de 1977, significativo aumento na produção de laminados.

Basicamente nesta primeira etapa o Programa de Modernização compõe-se na substituição do Forno de Reaquecimento, Laminador Desbastador e Laminador Intermediário.

Dando continuidade ao Programa de Modernização, entrará em operação no fim deste ano, um Laminador Acabador sem torção, equipado com sistema de resfriamento à água de alta pressão e resfriamento a ar controlados.

Espera-se atingir nesta segunda etapa do Programa de Modernização uma produção anual de 150.000 t de laminados.

2. "LAY-OUTS" DAS INSTALAÇÕES

2.1. A figura I mostra o "lay-out" com o qual operou-se desde 1960 até maio de 1977, suas características principais são mostradas nos quadros 1, 2 e 3 a seguir.

QUADRO 1

MATERIAL FABRICADO	
Dimensões Laminadas	Ø 6,5mm a 12,5mm
Dimensão das Bobinas	Øi 700mm e Øe 1000mm
Peso	85 Kg

QUADRO 2

FORNO DE REAQUECIMENTO	
Tipo	Empurrador
Dimensões	12,0 x 3,8 metros
Semi-Produto	Lingotes
Capacidade	8,0 t/h
Combustível	Óleo
Zona de Aquecimento	01
Enfornamento	Frontal
Desenfornamento	Lateral
Número de Queimadores	02 Frontais 02 Laterais

QUADRO 3

Laminador Características	Desbastador	Intermediário	Acabador
Tipo	Trio	Duo	Duo
Número de Passes	09	04	08
Motor	850 HP	570 HP	02 x 850 HP
Cilindro	380 x 1070 mm	320 x 700 mm	300 x 600 mm
Mancal	Fibra	Fibra	Fibra
Calibragem	Quad - Oval	Quad - Oval	Quad-Oval-Red.
Nº de Cadeiras	01	02	08

2.2. A figura II mostra o "lay-out" com o qual opera desde maio de 1977.

Introduziu-se no sistema na primeira etapa, um novo Forno de Reaquecimento de Tarugos, um Trem Desbastador e um Trem Intermediário Contínuo.

Modernizando-se parcialmente o conjunto Laminador, desenvolveu-se ao longo de três anos melhorias operacionais no Trem Acabador existente, já que a Empresa optou em não modernizar totalmente os equipamentos existentes.

Elevou-se nesta primeira etapa do Programa, a produção que em 1976 foi de 34.700 t para 95.400 t em 1980.

As características básicas do "lay-out" da figura II, são mostradas nos quadros 4, 5 e 6 a seguir.

QUADRO 4

MATERIAL FABRICADO	
Dimensões Laminadas	Ø 6,5mm a 12,5mm
Dimensão das Bobinas	Øi 700mm e Øe 1000mm
Peso	110 Kg

QUADRO 5

FORNO DE REAQUECIMENTO	
Tipo	Empurrador
Dimensões	22,5 x 4,5 metros
Semi-Produto	100 x 100 x 3150 mm
Capacidade	25 t/h
Combustível	Óleo
Zonas de Aquecimento	02
Enfornamento	Frontal
Desenfornamento	Frontal
Números de Queimadores	08

QUADRO 6

Laminador Características	Desbastador	Intermediário	Acabador
Tipo	Trio com Mesa Basculante	Duo Contínuo	Duo
Número de Passes	07	06	08
Motor	3570 HP	02 x 1400 HP	02 x 850 HP
Cilindro	520 x 1500 mm	345 x 700 mm	300 x 600 mm
Mancal	Rolamento	Rolamento	Fibra
Calibragem	Quad - Oval	Quad - Oval	Quad-Oval-Red
Nº de Cadeiras	01	06 - Horizontal	08

Observa-se que o Trem Acabador desta primeira etapa do Programa, tem praticamente as características do citado no quadro 3.

Algumas modificações foram realizadas para que melhores resultados fossem alcançados com relação a produção e produtividade do conjunto instalado.

As principais modificações introduzidas no Trem Acabador, foram as seguintes:

a - Inclusão de uma dobradora de quatro veias entre a 6ª e 7ª cadeiras, reduzindo consideravelmente o índice de sucata, bem como as interrupções no ritmo de operação.

b - Substituição do sistema de fixação do barrão de entrada, alterando-se a configuração das cadeiras existentes.

Projeto e execução realizados na própria Usina.

c - Aumento de quatro metros no comprimento das galeias dos ovais. Esta obra foi realizada em vinte dias sem interrupção do sistema produtivo.

d - Substituição das guias secas por guias roletes na cadeira acabadora.

2.3. A figura III mostra o "lay-out" com o qual estará operando-se no fim deste ano.

Basicamente esta segunda etapa compõe-se da instalação do conjunto Acabador Ashlow, já que as unidades anteriores são as mesmas citadas no quadro 6.

São características principais do conjunto Acabador:

a - Laminador Acabador ASHLOW

Composto de dez cadeiras sem torção, arranjadas numa configuração oposta a 45º alternativamente com cadeiras esquerdas e direitas, projetado para laminar Aços ao Carbono, Aços de Baixa Liga e Aços Inoxidáveis; em produto final de \varnothing 5,5mm a \varnothing 13mm.

O Laminador irá trabalhar com uma velocidade de aproximadamente 50m/s, dotado com roletes de 216 x 164 x 64 mm, que confere ao material laminado estreitas variações dimensionais, bem como acabamento superficial desejado.

Espera-se que com estas melhorias de qualidade no produto final, resultados satisfatórios sejam alcançados na Trefilação.

A transmissão se efetuará por intermédio de dois eixos, acionados por uma caixa de sincronismo, a qual está acoplada a dois motores de corrente contínua de 1800 HP cada.

Todas as cadeiras são individuais com caixas de redução independentes, sendo que este projeto modular melhora a eficiência pela simplificação da manutenção e dos procedimentos de substituição das cadeiras e conseqüentemente reduzindo os tempos improdutivos.

b - Sistema de Resfriamento a Água de Alta Pressão

O sistema possui um comprimento aproximado de dezes seis metros, dividido em quatro seções com controle individual, que podem ser combinados para resfriar o material, conferindo ao mesmo adequadas características físicas através do controle da estrutura nas diferentes seções laminadas.

c - Transportador de Espiras

O sistema possui um comprimento aproximado de trinta metros, dividido em quatro seções de rolos, comandadas individualmente por motores de velocidades reguláveis.

Através do controle individual de cada seção, permite-se no transporte pequenos incrementos de velocidade em relação a seção anterior.

O sistema de resfriamento a ar é composto de doze ventiladores de alta capacidade.

Combinando-se o resfriamento lateral controlado com o deslocamento relativo das espiras, evita-se a formação dos chamados "pontos negros", o que confere ao material laminado uma homogeneidade metalúrgica satisfatória.

d - Melhorias Esperadas na Segunda Etapa

As principais vantagens esperadas deste novo conjunto, podem ser resumidas como:

1 - Aumento da produção e da produtividade da Laminação.

2 - Melhoria satisfatória na qualidade de Fio-Máquina.

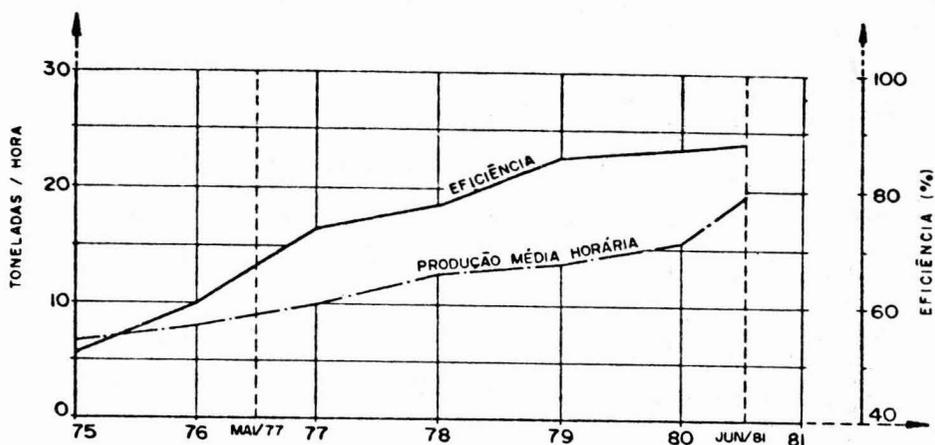
3 - Redução do percentual de carepa do Fio-Máquina, reduzindo o tempo de decapagem, quer quimicamente ou mecanicamente.

4 - Aumento do peso das bobinas para 450 Kg, melhorando a eficiência da Laminação e Trefilaria.

3. RESULTADOS OPERACIONAIS

Apresentamos a seguir os dados comparativos anteriores do índice da primeira etapa até praticamente ao final da mesma etapa.

3.1. A figura IV mostra a evolução da produção média horária.



**FIG IV - PRODUÇÃO MÉDIA HORÁRIA
EFICIÊNCIA, RAZÃO ENTRE HORAS TRABALHADAS
E HORAS PROGRAMADAS.**

A evolução média horária de 1976 para 1977, justifica-se principalmente pela entrada em operação do Lingotamento Contínuo, substituindo gradativamente os lingotes existentes.

A partir de maio de 1977, início da primeira etapa, esta evolução foi mais acentuada em virtude da melhoria da eficiência.

Outro fator importante foi o trabalho desenvolvido com pessoal que efetua a dobra manual das barras no Acabador, incorporando a isto as melhorias operacionais citadas anteriormente.

3.2. O gráfico da figura V mostra o ganho obtido no rendimento metálico, definido como: a razão entre o peso do material bobinado e o peso do material enforado.

Providências foram tomadas durante o período que compreende a primeira etapa, para que fosse conseguido sensíveis melhorias no rendimento metálico.

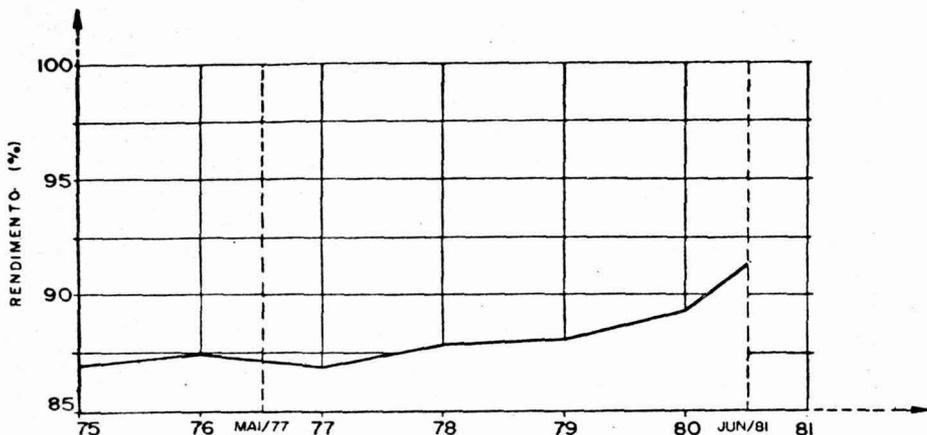


FIG V - RENDIMENTO METÁLICO, RAZÃO ENTRE TONELADA BOBINADA E TONELADA ENFORNADA.

Considerando a disposição do "lay-out" que não favorece os contatos entre a linha acabadora e as linhas primárias e intermediárias, um sistema de comunicação foi desenvolvido entre os púlpitos, para um melhor desempenho.

A calibragem do Trem Acabador sofreu pequenas modificações favorecendo cadeiras onde o desgaste dos canais era mais acentuado.

Um sistema digital de controle para despontes foi desenvolvido para reduzir perdas metálicas e paradas no Laminador Contínuo.

Aumento gradativo do peso de tarugos, após a execução do trabalho de aumento das galerias, melhorando a eficiência e reduzindo o índice de sucata.

3.3. Qualidade

A figura VI mostra a evolução da qualidade, definida como: a razão entre o peso do material de segunda qualidade e o peso do material bobinado.

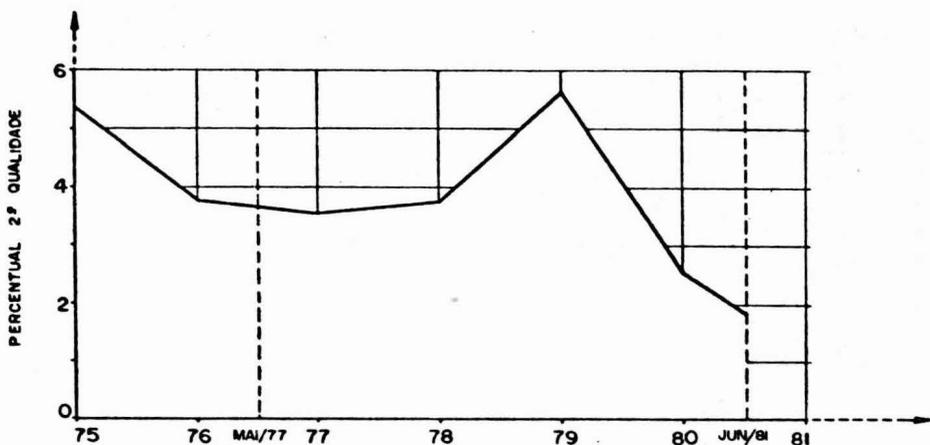


FIG VI - MATERIAL DE 2ª QUALIDADE, RAZÃO ENTRE TONELADA DE 2ª QUALIDADE E TONELADA BOBINADA DE 1ª + 2ª QUALIDADE

Apesar de não ter-se valores quantitativos por tipo de defeito, tais como: ovalização, dobras, trincas, frisos, etc.

O gráfico é apresentado incluindo todos estes defeitos aos quais define-se como segunda qualidade.

4. EVOLUÇÃO NA ECONOMIA DE COMBUSTÍVEL

Desde a instalação do primeiro conjunto da Laminação em 1960 até maio de 1977, não houve por parte da Empresa Siderúrgica, uma preocupação maior com este insumo energético.

O consumo específico médio desde o período inicial em 1960 até maio de 1977, foi de aproximadamente 110 Kg/t enforçada.

Na figura VII a seguir, nota-se que no período de 1976/1977 a redução apresentada no gráfico de 89% foi basicamente devido a entrada em operação do novo forno de reaquecimento.

A redução no período de 1977/1979 de aproximadamente 26%, alcançada através de medidas de racionalização e do aumento da produtividade na Laminação.

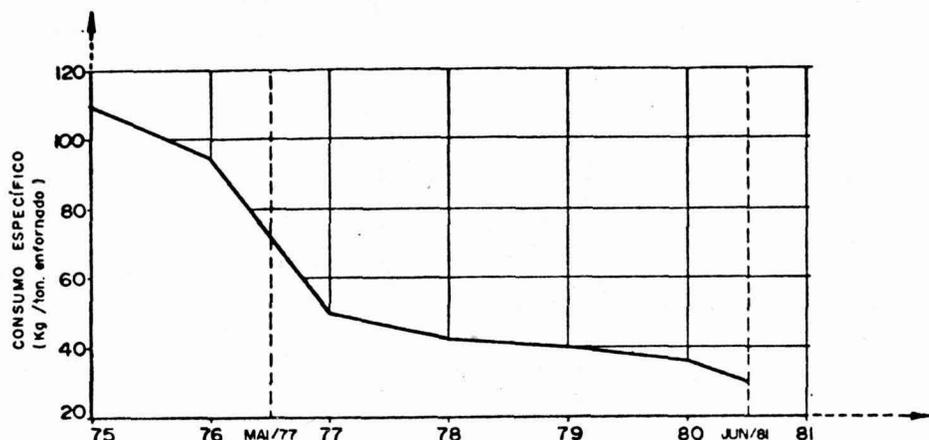


FIG VII - CONSUMO ESPECÍFICO

No período compreendido entre 1979 e junho de 1981, observa-se uma inclinação mais acentuada no gráfico, alcançando no período uma redução de 27%, a qual foi realizada com a implantação das seguintes medidas:

- a - Conscientização da realidade energética em treinamento específico com os operadores de forno.
- b - Melhoria das técnicas operacionais.
- c - Redução dos tempos improdutivo.

Também neste período foi criada a Comissão Interna de Energia.

4.1. Operação de Enforçamento Direto

O enforçamento direto na Laminação compõe uma medida de redução de combustível na etapa definida pelo Governo como a médio prazo.

Espera-se conseguir uma redução em torno de 20% no consumo específico após a implantação definitiva desta medida.

Divide-se o enforçamento direto em dois tópicos principais:

- a - Desenvolvimento do processo produtivo
- b - Implantação das práticas operacionais

Vale ressaltar que hoje o sistema de enforçamento direto é feito na Siderúrgica FI-El S/A em caráter experimental

e por esta razão são usados recursos e dispositivos sem investimento adicional.

O gráfico abaixo da figura VIII mostra os resultados alcançados durante os seis primeiros meses do período experimental do enforçamento direto.

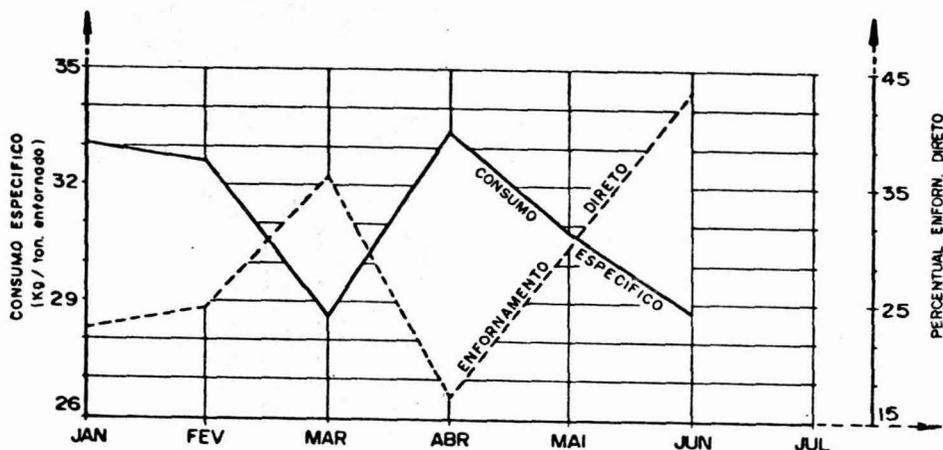


FIG VIII - CONSUMO ESPECÍFICO DE 1981 COM OS ÍNDICES DE ENFORÇAMENTO DIRETO.

Mostra-se na figura uma relação entre o índice de enforçamento direto e o consumo específico apresentado.

5. CONCLUSÃO

O Programa de Modernização do Laminador de Fio-Máquina da Siderúrgica Fi-El S/A, em sua primeira etapa atingiu satisfatoriamente os resultados esperados de produção e produtividade em seus vários aspectos.

Agradecimentos

Aos amigos da Siderúrgica Fi-El S/A, pela colaboração prestada.

À Diretoria da Empresa pela autorização da publicação deste trabalho.

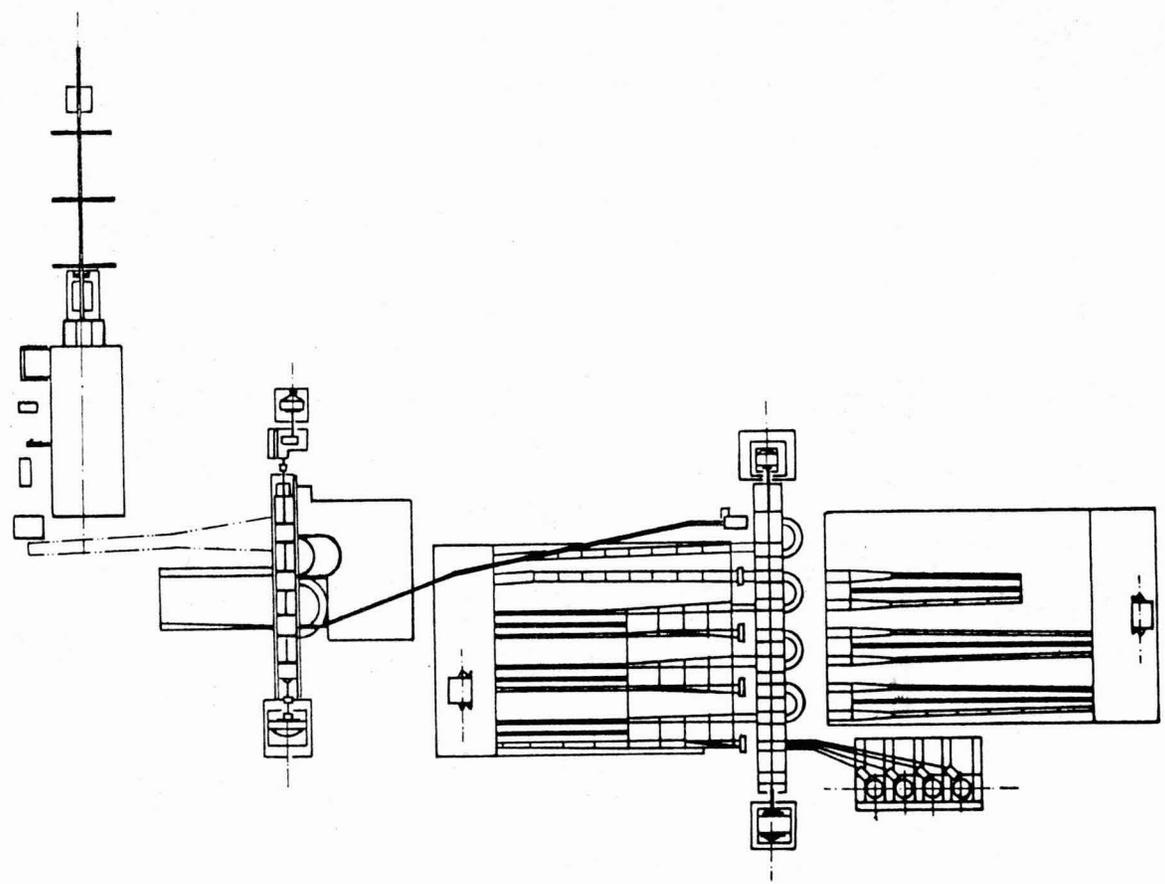


FIG I - Lay-out do primeiro laminador da Siderúrgica Fi-El.

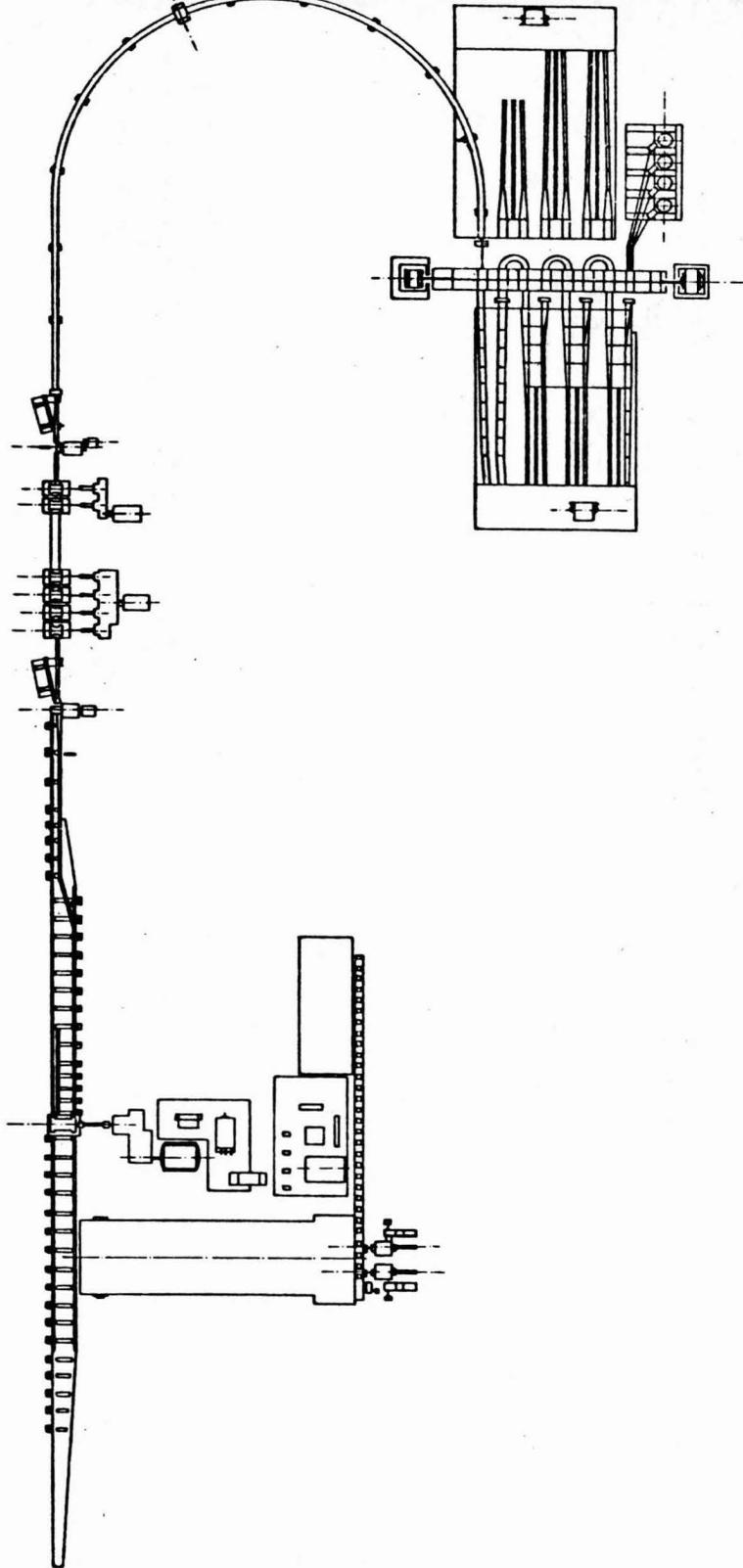


FIG II -- Lay out referente à primeira etapa do programa de modernização da Siderúrgica Fi-El.

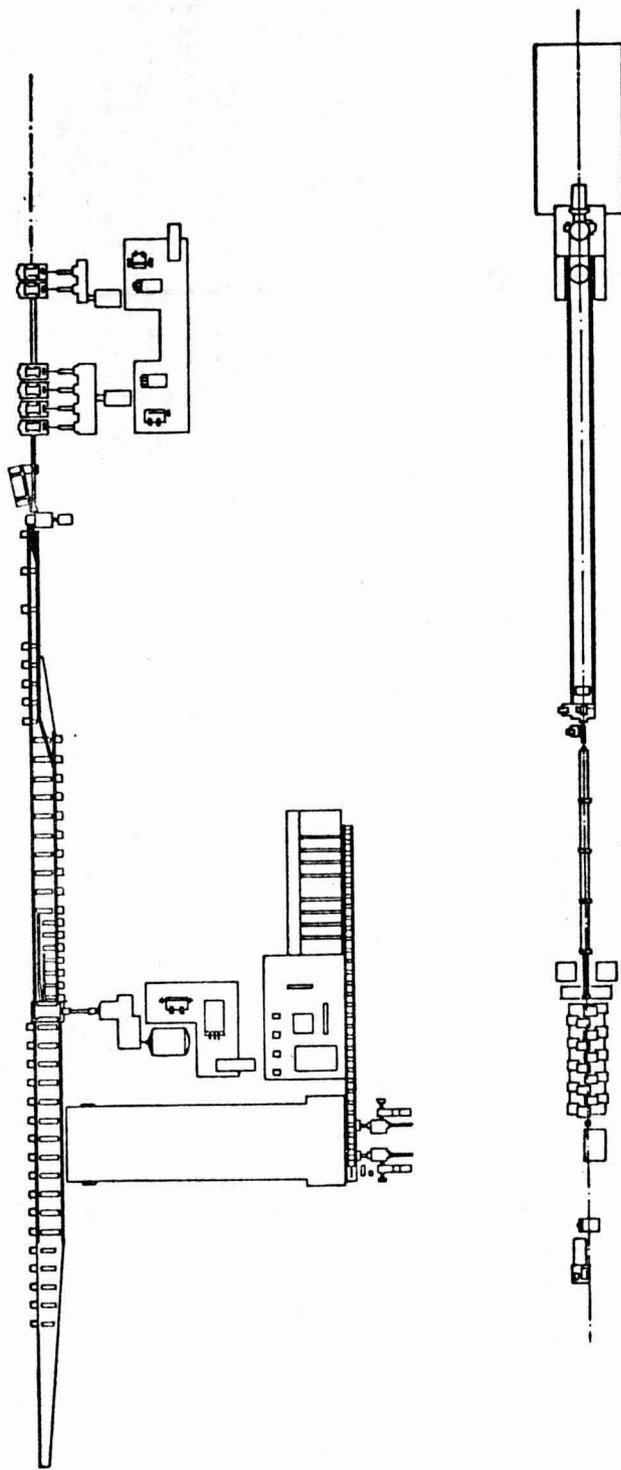


FIG III - Lay-out referente à segunda etapa de modernização do laminador de fio máquina da Siderúrgica Fi-El.

S Y N O P S I S

WIRE ROD MILL MODERNIZATION FOR SIDERÚRGICA FI-EL S/A

The following is a presentation of the wire rod mill modernization schedule.

This schedule takes the form of two phases.

The first to improve quality and tolerance.

The second to obtain a production balance and increase productivity and will be accomplished as a result of installing a new Ashlow No-Twist finishing mill.

The operational procedures described, explain how the increase in productivity will be achieved whilst maintaining a balance with the existing equipment.

The introduction of the energy consumption index resulted in several new operational procedures the principal are being the transfer of hot billets direct to the wire rod mill re-heating furnace.

The savings in energy consumption following.

This operational change are clearly indicated in diagramatic form.

