

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
ENGENHARIA MECÂNICA

GUSTAVO DE CARVALHO BARCELOS
LEANDERSON CARNEIRO DA SILVA

**ESTUDO DOS REGISTROS DE MANUTENÇÃO DE
SEGMENTOS DAS MÁQUINAS DE LINGOTAMENTO
CONTÍNUO DA CST**

VITÓRIA
2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
ENGENHARIA MECÂNICA

GUSTAVO DE CARVALHO BARCELOS
LEANDERSON CARNEIRO DA SILVA

ESTUDO DOS REGISTROS DE MANUTENÇÃO DE SEGMENTOS DAS MÁQUINAS DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DA CST

Trabalho de Conclusão de curso
apresentado ao curso de Engenharia
Mecânica da Universidade Federal do
Espírito Santo como requisito parcial para
obtenção do título de Engenheiro
Mecânico.

Orientador: Prof. Oswaldo Paiva Almeida Filho

VITÓRIA
2005

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

ENGENHARIA MECÂNICA

GUSTAVO DE CARVALHO BARCELOS
LEANDERSON CARNEIRO DA SILVA

Trabalho de Conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Espírito Santo como requisito parcial para obtenção do título de Engenheiro Mecânico.

Aprovado em _____ 2005.

**ESTUDO DOS REGISTROS DE MANUTENÇÃO DE
SEGMENTOS DAS MÁQUINAS DE LINGOTAMENTO
CONTÍNUO DA CST**

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Oswaldo Paiva Almeida Filho
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador

Prof.
Universidade Federal do Espírito Santo

Prof.
Universidade Federal do Espírito Santo

RESUMO

Segmento é o conjunto de dispositivos que visam orientar o aço líquido, através de cilindros, que se escoam por ele para a obtenção de placas. O resfriamento da película solidificada da placa é obtido pela aspersão da água (bicos spray).

O Lingotamento Contínuo de Placas possui em sua extensão 14 segmentos em cada veio da máquina.

Em todo o componente mecânico pode ocorrer falha. Assim acontece com um segmento, podendo ser por quebra de cilindro, falha na lubrificação interna ou outro fator. Para tais fatos, a retirada e manutenção desse equipamento são feitas com urgência para esta não prejudique o plano de produção. Sabe-se que na CST, Companhia Siderúrgica de Tubarão, o tempo de parada, ou seja, disponibilidade do equipamento é rigorosamente controlado. Geralmente durante a parada de máquina de Lingotamento Contínuo devido a baixo saldo de gusa proveniente dos altos fornos para trocas e manutenções dos segmentos.

No entanto, com a implantação do Alto Forno 03, as paradas por baixo saldo de gusa serão minimizadas, fazendo com que as manutenções sejam, obrigatoriamente, realizadas nos períodos planejados das paradas de produção de placas.

Fez-se necessário recalcular o índice de disponibilidade dos segmentos das máquinas com o objetivo de, futuramente, avaliar um meio de reduzir o índice de falhas no equipamento e, conseqüentemente, aumentar a disponibilidade da planta.

Esse projeto de graduação visa a estudar as irregularidades encontradas e a influência das mesmas no índice de disponibilidade das máquinas de lingotamento contínuo 01 e 02, utilizando os históricos de ocorrências em 2004.

Palavras chaves: disponibilidade, Lingotamento contínuo, segmento.

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO	8
2	OBJETIVO	9
3	LINGOTAMENTO CONTÍNUO	10
3.1	CARACTERÍSTICAS	10
3.2	O PROCESSO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO	11
3.2.1	Máquina Vertical.....	11
3.2.2	Máquina Molde Curvo	13
3.3	OPERAÇÃO.....	14
3.4	IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DO PROCESSO NAS PROPRIEDADES METALÚRGICAS	15
3.4.1	Controle do Nível do Distribuidor e Molde	15
3.4.2	Taxa de Resfriamento do Molde e Resfriamento Secundário	15
4	EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS.....	16
4.1	TORRE GIRATÓRIA	17
4.2	DISTRIBUIDOR.....	18
4.3	MOLDE RESSONANTE.....	20
4.3.1	Lingotamento Duplo (“Twin”).....	22
4.3.2	Dimensões do Molde.....	23
4.3.3	Revestimento.....	24
4.3.4	Refrigeração.....	25
4.3.5	Fixação dos Termopares.....	26
4.3.6	Oscilação do molde	27
4.4	COMPONENTES REFRAATÓRIOS QUE CONDUZEM O AÇO LÍQUIDO	29
4.4.1	Válvula Longa.....	29
4.4.2	Válvulas Submersas.....	30
4.4.3	Formas e tipos.....	30
4.4.4	Sistemas de Selagem.....	30
4.5	SEGMENTOS.....	31
4.6	MÁQUINA DE CORTE.....	32
5	DIMENSÕES DE PLACAS	32
6	CONTROLE DE TEMPERATURA NO LINGOTAMENTO CONTÍNUO.....	33
6.1	CÁLCULO DA TEMPERATURA DO DISTRIBUIDOR	33
6.2	CÁLCULO DA TEMPERATURA DE PANELA	33
6.3	CÁLCULO DA TEMPERATURA DE VAZAMENTO	34
7	SEGMENTO	34
7.1	CARACTERÍSTICAS DOS SEGMENTOS DE ROLOS	35
7.2	GRUPOS FUNCIONAIS.....	35
7.2.1	Molde Ressonante - Conjuntos Técnicos	35
7.3	CONJUNTOS TÉCNICOS	36
7.3.1	Sistema de Acionamento dos Rolos.....	36
7.3.2	Sistema de Lubrificação dos Rolos:	36
7.4	CONSEQÜÊNCIAS DA FALHA FUNCIONAL DESTES SISTEMAS.....	37
7.4.1	Sistema de Troca de Largura Automática	37

7.4.2	Sistema de Refrigeração da Placa de Cobre	37
7.4.3	Sistema de Acionamento dos Rolos.....	37
7.4.4	Sistema de Lubrificação dos Rolos	37
8	INDICADORES	38
8.1	ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE	38
8.2	ÍNDICE DE FALHA	40
9	REGISTRO DE MANUTENÇÃO	42
10	RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
11	PROPOSTAS DE MELHORIAS	45
12	CONCLUSÃO	46
13	REFERÊNCIAS.....	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Esquema de uma máquina vertical de lingotamento contínuo.....	12
Figura 2 - Esquema mostrando o cone de solidificação do aço no molde e os sensores para controle de nível.	12
Figura 3 - Esquema mostrando uma máquina de molde curvo.....	13
Figura 4 - Esquema mostrando a colocação da barra falsa e início do lingotamento.	14
Figura 5 - Esquema geral dos equipamentos para produção da placa. 1. Torre Giratória; 2. Painel; 3. Distribuidor; 4. Molde; 5. Base frame + Segmento 0; 16	
Figura 6 - Esquema geral: 1. Torre Giratória; 2. Painel; 3. Distribuidor; 4. Molde; 5. Base Frame; 6. Segmentos; 7. Barra Falsa; 8. Máquina de Corte.....	16
Figura 7 - Esquema da Torre Giratória: À Esquerda painel vazio e à direita, painel cheio em posição de lingotamento.....	17
Figura 8 - Esquema do distribuidor.....	18
Figura 9 - Molde ressonante montado sobre a base frame.....	21
Figura 10 - Esquema da vista de topo do molde para lingotamento contínuo.....	21
Figura 11 - Representação esquemática da vista de frente do molde da MLC#2 da CST; (a) Lingotamento simples ; (b) Lingotamento Duplo (Twin).....	22

Figura 12 - Esquema de fixação de termopares no molde.....	27
Figura 13 - Representação esquemática do posicionamento dos sensores de nível de aço no molde da MLC#2 da CST.	28
Figura 14 - Esquema do molde mostrando o como ocorre a oscilação.....	29
Figura 15 - Esquema de uma válvula submersa.	31
Figura 16 - Fotos de alguns segmentos estocados na oficina.	35
Figura 17 - Índice de Disponibilidade dos segmentos do Lingotamento Contínuo 1 e 2.	41
Figura 18 - Índice de Disponibilidade dos segmentos do Lingotamento Contínuo 1 e 2 no ano de 2004.	41
Figura 19 - Identificação da posição do molde e segmentos 1 a 14 da máquina de Lingotamento Contínuo.	42

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Índice de Disponibilidade e meta 2004 dos segmentos das máquinas 1 e 2 do Lingotamento Contínuo da CST.	40
Tabela 2- Comparativo do Índice de Falha e meta 2004 dos segmentos das máquinas 1 e 2 do Lingotamento Contínuo da CST entre 2002 e 2004.....	40
Tabela 3 - Índice de Falha e meta 2004 dos segmentos das máquinas 1 e 2 do Lingotamento Contínuo da CST no ano de 2004.	40
Tabela 4 - Parâmetros de vida útil (toneladas) dos rolos / rolamentos, adotados para troca dos segmentos 1 a 14 da MLC#1 e MLC#2.	42
Tabela 5 - Tabela comparativa entre Toneladas produzidas e Recomendação do Fabricante da MLC#1.....	43
Tabela 6 - Tabela comparativa entre Toneladas produzidas e Recomendação do Fabricante da MLC#2.....	43
Tabela 7 - Tabela comparativa da % produção dos segmentos das máquinas 01 e 02.	44
Tabela 8 - Proposta de melhoria nº. 1	45
Tabela 9 - Proposta de Melhoria nº. 2.....	45
Tabela 10 - Proposta de Melhoria nº. 3.....	46

1 INTRODUÇÃO

A companhia Siderúrgica de Tubarão – CST, no seu pátio industrial, possui duas máquinas de Lingotameto Contínuo. O problema que colocaremos a seguir refere-se ao estudo do tempo que a unidade ficará parada, sem produzir, para que a equipe de manutenção em conjunto com a operação possa efetuar a troca de rolos nos segmentos das máquinas de Lingotamento Contínuo, para que o mesmo seja considerado nos planejamentos da produção de placas.

Para iniciar o lingotamento, sempre é necessário a colocação de um dispositivo intitulado “barra falsa” na máquina, para que após o reinício da produção a própria “barra falsa” encabece e “puxe” a primeira placa produzida. A partir deste ponto a equipe operacional retira a “barra falsa”, guardando-a em local próprio, e a unidade de Lingotamento Contínuo operará em regime normal.

Durante o processo normal os rolos dos segmentos trabalham em condições muito severas de temperatura, choques térmicos e pressões, vindo a se danificar (no final de sua vida útil). Sendo assim, existem registros de que a unidade de Lingotamento Contínuo necessite de paradas emergenciais, para a equipe de manutenção faça a devida troca do rolo.

O tempo para a troca do rolo é considerado a partir da parada emergencial da máquina, em que a equipe de operação deve liberar a máquina para a equipe de manutenção iniciar as atividades e até a troca do rolo se efetivar. A partir daí, ainda deve ser considerado o tempo até a máquina operar a plena carga, pois há necessidade da operação inspecionar toda a máquina e iniciar a inserção da “barra falsa”, para posterior produzir a primeira placa.

2 OBJETIVO

Este projeto visa a estudar as irregularidades encontradas e a influência das mesmas no índice de disponibilidade das máquinas de lingotamento contínuo 01 e 02 da Companhia Siderúrgica de Tubarão, utilizando os históricos de ocorrências em 2004. Será apresentado todo o histórico de manutenção do Lingotamento Contínuo focando, entretanto, os segmentos.

O objetivo final deste trabalho é, por meio de análise de histórico parcial de manutenção, apontar os principais focos de ocorrência de falha nos equipamentos e apresentar solução rápida para aumentar o índice de disponibilidade dos segmentos do Lingotamento Contínuo da CST.

3 LINGOTAMENTO CONTÍNUO

O Lingotamento Contínuo de aço que produz placa de aço a partir do aço líquido em um único equipamento foi o mais importante avanço tecnológico nos processos metalúrgicos desde os anos sessenta, pois permitiu a substituição do lingotamento convencional feito através de lingoteiras, que é um processo bastante oneroso porque envolve equipamentos adicionais como forno-poço, laminador desbastador, estripadores, manutenção de lingoteiras, transportes internos (pontes rolantes, etc.), para obter a placa de aço. O lingotamento contínuo eliminou os gastos com os equipamentos citados resultando além de redução de tempo e custo em melhoria da qualidade do aço.

A importância da solidificação nos processos metalúrgicos do Lingotamento Contínuo, tais como, estrutura cristalográfica, distribuição de inclusões não metálicas, micro e macro segregações e as propriedades mecânicas, estão intimamente ligadas aos fenômenos de solidificação do aço.

Desta forma, a transferência de calor durante a solidificação no processo de lingotamento contínuo influencia fortemente na qualidade do produto e na produtividade do processo, por isto, grande atenção é dedicada à automação deste item. Entretanto, existem outros fatores operacionais que também influenciam na qualidade e produtividade como nível do molde e do distribuidor, velocidade da máquina e são também controlados automaticamente.

3.1 CARACTERÍSTICAS

O Lingotamento Contínuo compreende a seguinte seqüência de operação:

- a) Fluxo do metal líquido através de um distribuidor para alimentar o molde;
- b) Formação de uma casca solidificada, no molde em cobre, resfriado a água;
- c) Extração contínua da peça;
- d) Remoção de calor do núcleo ainda líquido, por meio de sprays de água de resfriamento;
- e) Corte no comprimento desejado e remoção das peças.

Basicamente, uma instalação de Lingotamento Contínuo é constituída de:

- a) Uma calha de distribuição;
- b) O molde de cobre eletrolítico, resfriado a água, para formação da película de solidificação inicial;
- c) A zona de resfriamento secundário, por meio de jatos de água para complementar a solidificação;
- d) Rolos extratores, com velocidade regulável, para movimentação da barra produzida;
- e) Dispositivos para o corte das barras e o transporte das peças cortadas.

3.2 O PROCESSO DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO

Basicamente existem três tipos de máquinas de lingotamento contínuo, que são a máquina vertical, a de dobramento de tarugo, e a de molde curvo.

3.2.1 MÁQUINA VERTICAL

A máquina vertical que está mostrada na Figura 1 foi a primeira que surgiu, mas possuía o inconveniente de necessitar de instalações muito altas, em torno de 30 metros. O aço líquido é transferido para uma calha de distribuição (distribuidor) pelo fundo em painéis convencionais. O distribuidor serve para manter certo volume de aço líquido, de modo a alimentar o molde com uma pressão ferrostática constante e controlar a vazão do aço para o molde.

O molde (lingoteira) é fabricado de cobre ou grafite e tem um movimento oscilatório para reduzir a aderência do aço em suas paredes, além disto, utilizam-se lubrificantes à base de óleo ou grafite.

Durante a solidificação do aço no molde, o metal líquido forma um cone bastante alongado devido à fraca condutibilidade térmica do mesmo, como pode ser visto na Figura 2. O aço sai do molde na forma de barra ou placa e está sólida somente na sua extremidade com cerca de 12 micrômetros de casca solidificada.

O núcleo líquido é então solidificado logo abaixo na zona de resfriamento secundário (3 a 12 metros), onde recebe jatos de água (sprays) diretamente contra o veio. Isto tem como finalidade solidificar completamente a peça sem haver tensões ou deformações sucessivas.

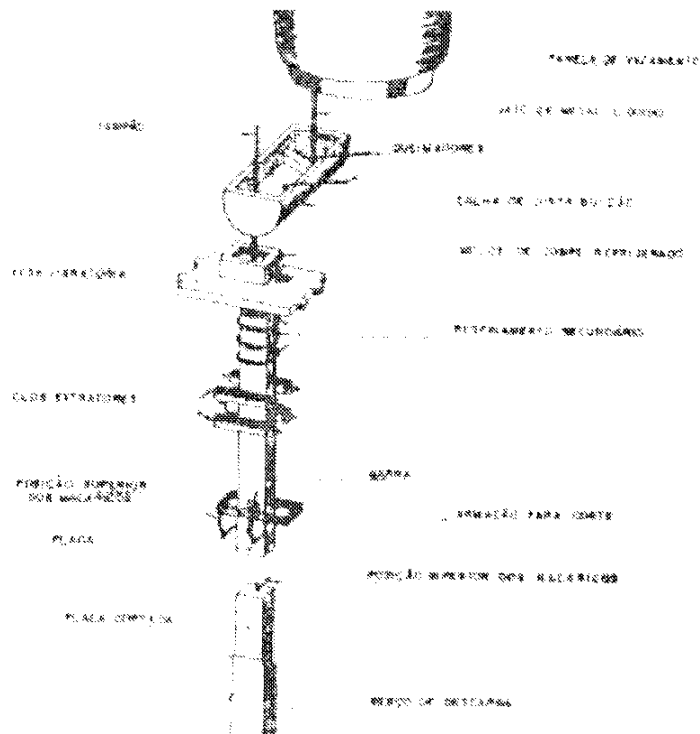


Figura 1 - Esquema de uma máquina vertical de lingotamento contínuo.

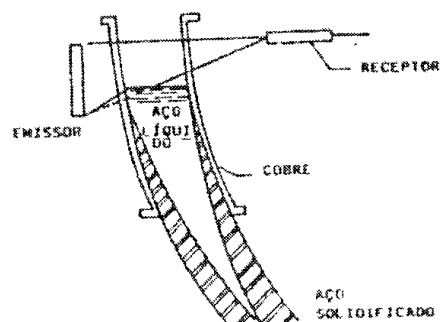


Figura 2 - Esquema mostrando o cone de solidificação do aço no molde e os sensores para controle de nível.

O molde possui comprimento de 50 a 80 cm, de modo a proporcionar que a pele solidificada tenha resistência própria, para não romper ou inchar em demasia. Após deixar o resfriamento secundário, o resfriamento da peça se faz por irradiação, e finalmente a peça é então cortada geralmente por maçaricos.

3.2.2 MÁQUINA MOLDE CURVO

Com o intuito de se reduzir a altura das instalações, foi desenvolvido um sistema de encurvar o metal no veio depois que a placa estiver toda solidificada.

As máquinas mais modernas são as de molde curvo, como visto na Figura 3.

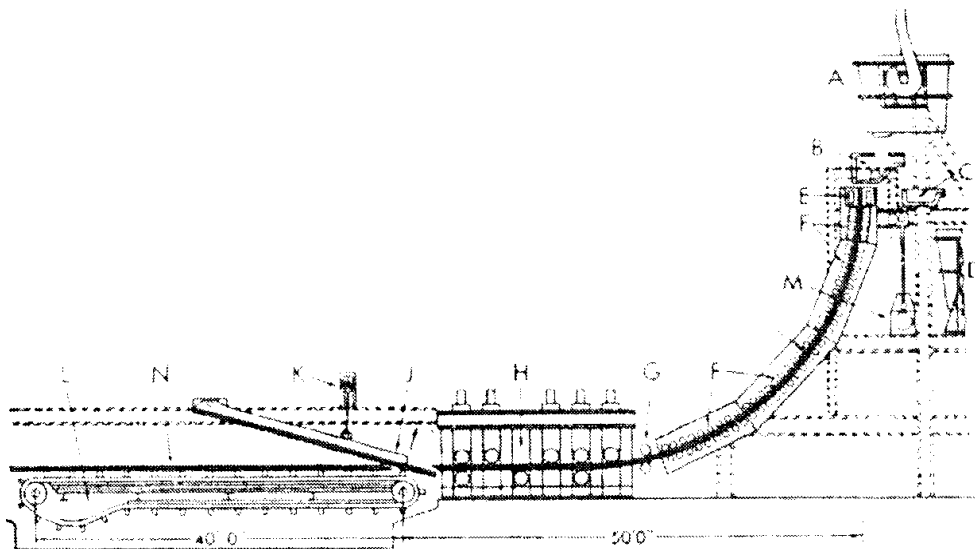


Figura 3 - Esquema mostrando uma máquina de molde curvo.

Nestas máquinas, a placa ainda não totalmente solidificada é encurvada na zona de resfriamento secundário, por roletes guia à temperatura de aproximadamente 1200°C.

Com isto a altura desta instalação fica um terço da altura da máquina vertical. Deste modo, estas máquinas podem agora ser instaladas no interior das alas de vazamento das Aciarias. As máquinas de Lingotamento Contínuo normalmente possuem mais de um veio de vazamento ao mesmo tempo, para maior produção.

3.3 OPERAÇÃO

Inicia-se o Lingotamento Contínuo com a colocação da barra falsa no fundo do molde. A barra falsa deve ter um comprimento de modo que esta possa ser puxada também pelos rolos extratores.

Inicia-se o vazamento do aço enchendo o molde até cerca de 100 mm da borda superior. Como o aço se solidifica rapidamente nas paredes do molde, então, logo que o aço atinja a altura normal de lingotamento no molde, começa-se a puxar a barra falsa. Vide Figura 4.

Quando a ponta da placa solidificada já estiver em contato com os rolos extratores, pode-se retirar a barra falsa.

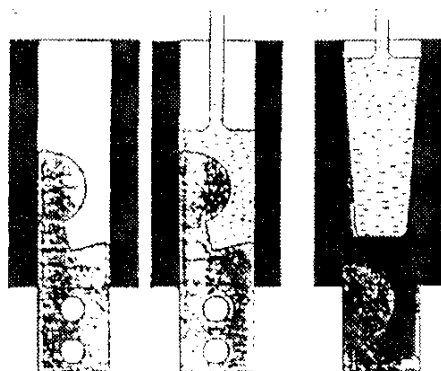


Figura 4 - Esquema mostrando a colocação da barra falsa e início do lingotamento.

3.4 IMPORTÂNCIA DO CONTROLE DO PROCESSO NAS PROPRIEDADES METALÚRGICAS

3.4.1 CONTROLE DO NÍVEL DO DISTRIBUIDOR E MOLDE

As variações de nível e as oscilações do molde favorecem o aparecimento de inclusões de escória e porosidades, também regiões com depressões que são preenchidas com pó lubrificante, causam defeitos superficiais como trincas longitudinais e transversais no produto.

3.4.2 TAXA DE RESFRIAMENTO DO MOLDE E RESFRIAMENTO SECUNDÁRIO

O resfriamento do veio tem a finalidade de acelerar a solidificação do aço, fortalecer a pele solidificada e refrigerar a máquina. A taxa de resfriamento do aço influencia nas propriedades metalúrgicas, pois afeta a distribuição de temperatura interna, uniformidade química e qualidade superficial. Um resfriamento inadequado contribui para a formação de trincas internas.

O resfriamento secundário também é influenciado pelo tamanho do produto, velocidade de lingotamento e projeto da máquina.

Hoje, o Lingotamento Contínuo representa mais de 90% da produção japonesa e já passa de 50% da produção brasileira. O desenvolvimento prossegue com o vazamento de placas finas, (entre 10mm e 55mm de espessura), ou mesmo de tiras, entre 1mm e 10 mm.

4 EQUIPAMENTOS PRINCIPAIS

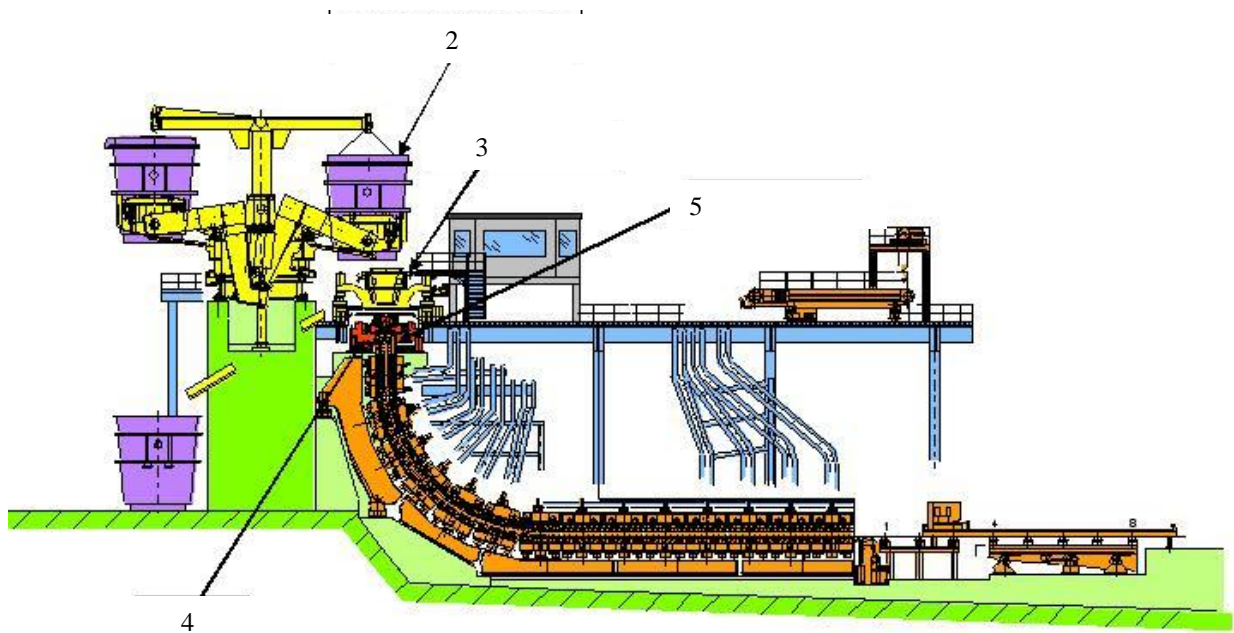


Figura 5 - Esquema geral dos equipamentos para produção da placa. 1. Torre Giratória; 2. Painela; 3. Distribuidor; 4. Molde; 5. Base frame + Segmento 0;

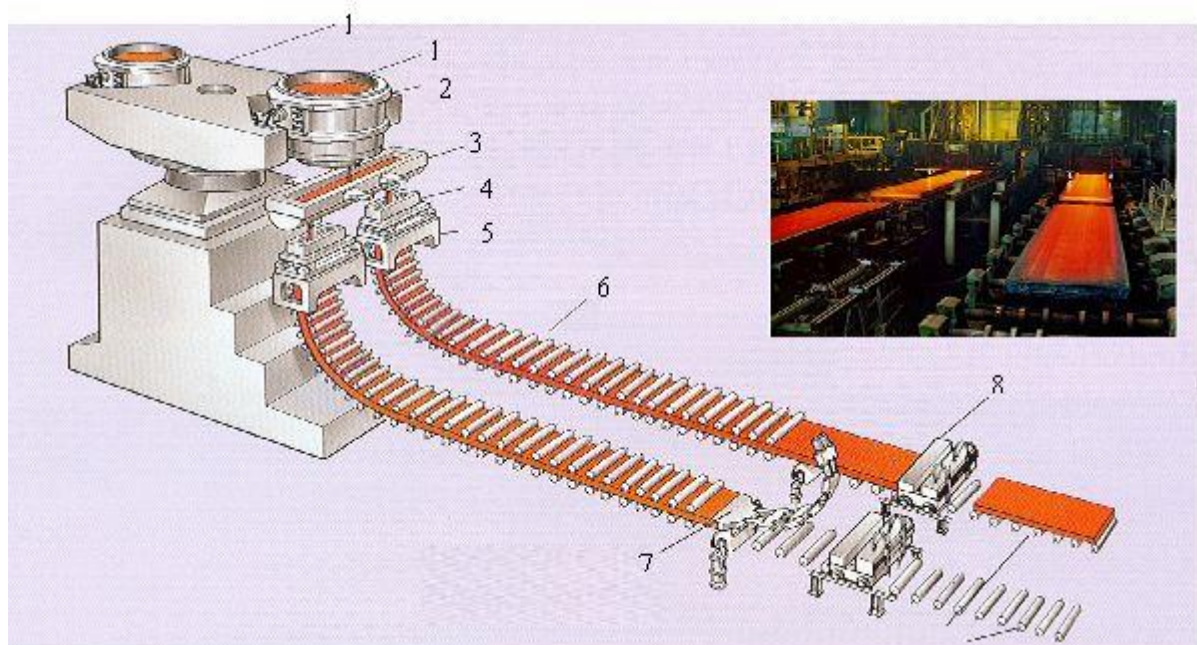


Figura 6 - Esquema geral: 1. Torre Giratória; 2. Painela; 3. Distribuidor; 4. Molde; 5. Base Frame; 6. Segmentos; 7. Barra Falsa; 8. Máquina de Corte.

4.1 TORRE GIRATÓRIA

A torre giratória recebe a panela de aço cheia, liberada pelo convertedor, sustentando-a sobre o distribuidor. A panela vazia é liberada para a área de preparação através de um giro de 180°, permitindo a troca rápida de panelas e dando continuidade ao processo.

O sistema de torre giratória apresenta as seguintes vantagens:

- Mais rapidez nas trocas de panelas;
- Maior segurança operacional;
- Maior facilidade de operação;
- Maior flexibilidade para fazer corridas seqüenciais.

A torre giratória possui três modos diferentes de acionamento. Em automático, ela só gira no sentido horário. No manual, pode ser movimentada nos dois sentidos. O sistema de acionamento da torre da torre giratória fica em um painel ao lado da cabina central. O projeto de construção da torre prevê, de um lado, uma panela cheia com aproximadamente 440t e do outro lado uma panela, após o lingotamento, com cerca de 130 t (o peso da panela mais o da escória). A Figura 7 mostra o esquema da torre giratória.

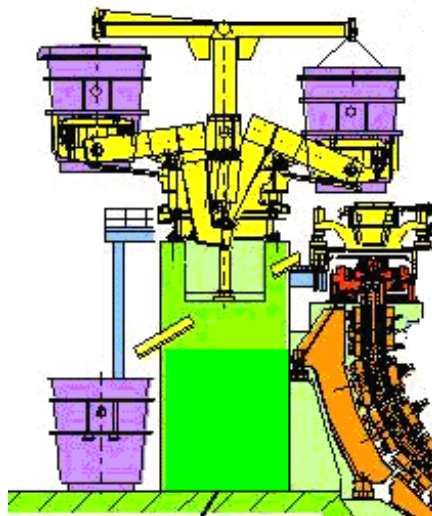


Figura 7 - Esquema da Torre Giratória: À Esquerda panela vazia e à direita, panela cheia em posição de lingotamento.

4.2 DISTRIBUIDOR

É utilizado na fase intermediária do processo entre a panela e o molde. A finalidade principal é distribuir o aço entre os dois veios da máquina, proporcionando condições de controle de vazão de aço para os moldes. A alimentação dos moldes é feita através de peças refratárias (válvulas submersas) adaptadas ao distribuidor que evitam o contato do aço com o ar atmosférico e orientam o fluxo de alimentação no molde. São fabricadas em alumina-grafite. Os distribuidores são revestidos de tijolos e massa refratária.



Figura 8 - Esquema do distribuidor.

A válvula submersa deve ser aquecida a partir do momento em que o convertedor começar o sopro da corrida. Não deve permanecer em aquecimento durante longo tempo para não ocorrer oxidação excessiva. Antes do convertedor iniciar o sopro, deve ser checadas as seguintes condições:

- Eventual quebra de controle de refratário;
- Ocorrência de quebra de alguma das barragens;
- Centralização correta do tampão sobre a válvula submersa;
- Condições gerais de aquecimento do distribuidor.

Quando o Distribuidor estiver frio são feitas as seguintes checagens:

- Existência de refratário solto dentro do distribuidor;
- Limpeza das tampas e assentamento corretos;

- Funcionamento do tampão e se a árvore do distribuidor desliza facilmente verificando se a mesma está com folga excessiva;
- Posicionamento do tampão em relação ao centro da válvula submersa;
- Vazamento nos tubos de injeção de argônio e fixação correta;
- Desgaste dos dentes da manete, mantendo perfeito engate entre os dentes e o furo da árvore;
- Assentamento das válvulas submersas, inclinações e o comprimento entre 600 a 650 mm (gabarito);
- Posicionamento dos furos das tampas onde encaixam os bicos dos aquecedores;
- Fixação das buchas da árvore do tampão, recusando o distribuidor que apresentara bucha amassada;
- Assentamento das barragens;
- Verificação da calha com gabarito;
- Comparar com o padrão, a altura do braço do tampão em relação à tampa, (material necessário: lanterna e trena).

O transporte e a sustentação do distribuidor sobre o molde durante lingotamento são feitos pelo carro distribuidor. Possui movimento transversal à máquina, transportando o distribuidor do pré-aquecimento até os moldes e vice-versa, além de possibilitar o seu içamento. Esses movimentos permitem posicionar adequadamente o distribuidor tanto sobre o pré-aquecedor quanto sobre o molde.

Algumas características, a saber:

- Curso de içamento normal, podendo ser acionado para cima e para baixo;
- Movimento norte-sul (ajuste de espessura) para posicionamento das válvulas submersas dentro do molde;
- Velocidade para o movimento de translação: - baixa velocidade e alta velocidade;
- Translação no sentido leste-oeste;
- Capacidade do projeto = 40 t para MCL#1 e 60 t para MCL#2.

Antes da sua utilização, o distribuidor e seus acessórios (tampão e válvula submersa) devem estar convenientemente pré-aquecidos. A temperatura interior do distribuidor para se iniciar o lingotamento deve ser de 1000 a 1100°C. Um pré-aquecimento insuficiente pode ocasionar, devido à queda da temperatura do aço nele vazado, vários acidentes operacionais dentre os quais o mais comum é o entupimento da válvula submersa e a impossibilidade de continuar o lingotamento e a conseguinte interrupção da série de corridas programadas.

Técnica de acendimento dos bicos:

- 1) Ligar o gás COG com pequena vazão nos quatros bicos;
- 2) Colocar fogo, em cada bico, com a vara indicada para esta posição;
- 3) Baixar os bicos;
- 4) Abrir lentamente ao ar.

Quando comparamos o Distribuidor da MCL#1 com o da MCL#2 notamos algumas diferenças:

- Capacidade do distribuidor (60t na MLC I e 45t na MLC II);
- Mecanismo de válvula gaveta;
- Mecanismo e montagem dos refratários no cassete;
- Teste do sistema de sustentação e troca rápida da válvula submersa no cassete.

4.3 MOLDE RESSONANTE

É composto por quatro placas de cobre, sendo uma superior, uma inferior, uma direita e uma esquerda, as mesmas moldam o formato da placa a produzir em sua espessura e largura, conforme o pedido do cliente. Vide Figura 9.

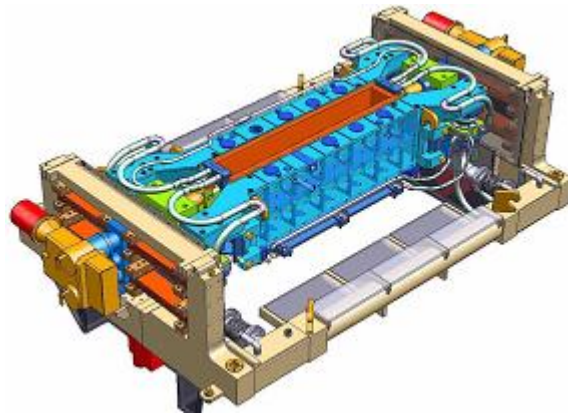


Figura 9 - Molde ressonante montado sobre a base frame

O objetivo do molde é promover a primeira solidificação (na superfície da placa), e direcionar o aço aos segmentos.

A estrutura de sustentação do molde chamada de “base frame” possui os seguintes acessórios:

- Vigas de sustentação;
- Conjunto de molas do sistema ressonante (máquina II);
- Cilindros de ajuste de largura;
- Tubulação de água do molde dos “foot” e “edge rolls”;
- Acoplamento das paredes estreitas (spindlers);
- Apoio do molde.

A Figura 10 mostra a vista de topo do molde com os seus acessórios eletromecânicos de maneira simplificada.

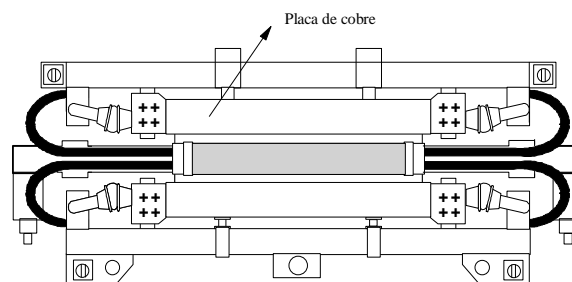


Figura 10 - Esquema da vista de topo do molde para lingotamento contínuo.

4.3.1 Lingotamento Duplo ("Twin")

O lingotamento duplo consiste na subdivisão do molde, utilizando placas separadoras, com duas novas faces de cobre, de modo a se permitir que se possa produzir placas com pequenas larguras (no caso da CST, máximo de 1050mm). Isto é possível devido às características de projeto da MLC#2, com placas de cobre com 2560mm de largura na face larga, o que torna possível sua divisão, como mostrado na Figura 11. O processo vem sendo utilizado em outras usinas desde a década passada, o que levou a CST a incorporá-lo na MLC#2 como alternativa para o aumento de produtividade.

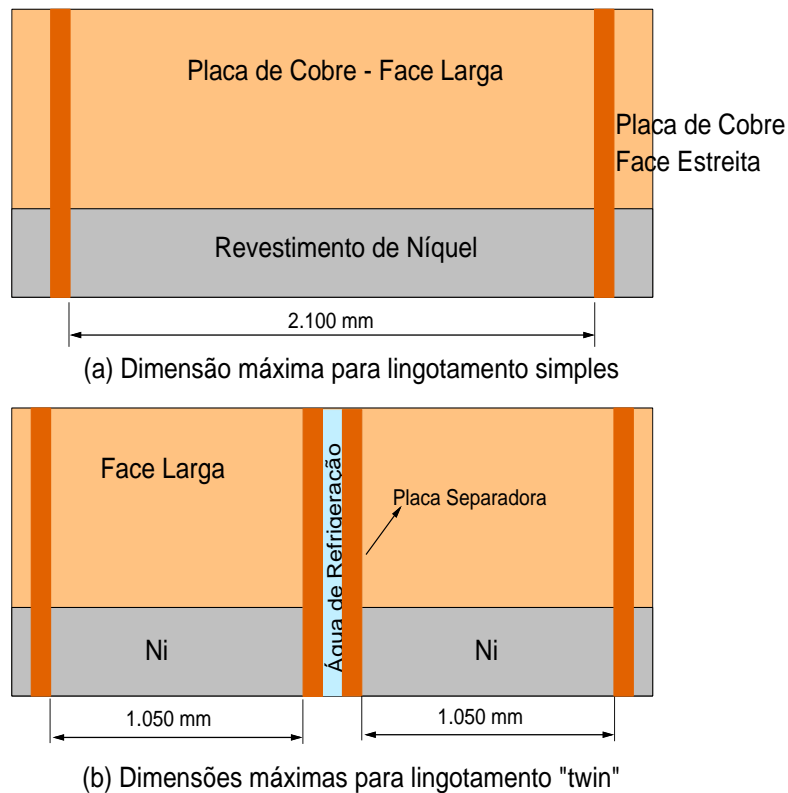


Figura 11 - Representação esquemática da vista de frente do molde da MLC#2 da CST; (a) Lingotamento simples ; (b) Lingotamento Duplo (Twin).

4.3.2 Dimensões do Molde

Espessura

Para compensar a contração da placa durante a sua solidificação, a espessura a ser ajustada no molde deve ser um pouco acima da espessura da placa a ser produzida. Este acréscimo na ajustagem do molde tem que ser de tal forma que, compense simultaneamente a contração da placa e a espessura a ser escafada. Se por exemplo, for fabricada uma placa de 250 mm de espessura, o molde deve ser ajustado com 260 mm, sendo 3 mm de acréscimo para compensar a escafagem e 7 mm para compensar a contração. Este acréscimo faz parte do projeto da máquina.

Largura

A contração do aço solidificado dentro do molde, provoca uma diminuição gradual de largura da placa que está sendo formada, à medida que está descendo molde. Torna-se então necessário que a largura ajustada no molde diminua gradativamente, desde o início até a saída do aço no molde. A esta diminuição gradual de largura dá-se o nome *taper* (conicidade).

O taper é definido por:

$$A + B / 2$$

A = largura da parte superior;

B = largura da parte inferior.

Para a definição dos valores de A e B, deverá ser multiplicada a largura da placa a ser obtida por constantes que depende da contração do aço.

4.3.3 REVESTIMENTO

No caso da MLC#1, as faces de trabalho das placas de cobre são usinadas para o mesmo raio de curvatura da máquina, de modo a compor o molde curvo.

Como o veio é formado no molde e extraído, existe erosão das placas de cobre, na parte inferior do molde.

Periodicamente, o molde deve ser retirado de operação e recuperado. As placas de cobre são re-usinadas para o raio original e, posteriormente re-utilizadas. As placas têm aproximadamente 60 mm de espessura e, usualmente são re-usinadas por quatro ou cinco vezes, quando então, são reconstituídas, através de deposição eletrolítica.

A largura do molde pode ser ajustada através da movimentação das faces estreitas. Os moldes das máquinas de lingotamento contínuo CST foram projetados para que se faça ajuste de largura com a máquina em operação. As quatro placas são mantidas juntas durante a operação. Para o ajuste de largura, a pressão de "clamp" do molde é reduzida para que as faces estreitas possam se mover entre as duas faces largas.

Durante o processo de solidificação, o aço sofre uma contração, e para manter o contato entre a face estreita e o veio, a largura da base do molde deve ser menor que a do topo. Esta variação de largura é chamada de conicidade (taper) do molde.

Se um bom contato entre o veio e a placa estreita não for mantido, apenas uma fina pele solidificada será produzida na face estreita, tornando muito elevado o risco de breakout ocorrer.

O veio se contrai tanto na largura quanto na espessura; todavia, a maior contração ocorre no sentido da largura. Para compensar a contração no sentido da espessura, a largura das placas da face estreita são levemente menores na base que no topo do molde.

O "taper" das faces estreitas é ajustado em função do grau do aço e da velocidade de lingotamento objetivada.

4.3.4 REFRIGERAÇÃO

Com o aumento da velocidade de lingotamento, a quantidade de calor dentro do molde também sofre um acréscimo e, conseqüentemente, o ΔT da água de resfriamento aumenta. Todavia, para altas velocidades de lingotamento, o tempo de residência do veio dentro do molde é diminuído, e em conseqüência disto, a pele solidificada terá espessura menor.

A energia térmica que é removida do molde pode ser dividida em duas partes: superaquecimento (superheat) e calor de solidificação (solidification heat). A temperatura do aço deve estar alta o suficiente para que não ocorra solidificação no distribuidor, mas não tão alta para que a solidificação dentro do molde possa ocorrer. A temperatura visada no distribuidor, normalmente, é de 25°C acima do líquido (superheat = 25°C).

Antes de iniciar a solidificação, a temperatura do aço deve ser reduzida para o líquido, e uma remoção adequada de calor promove um aumento da espessura de pele solidificada. O calor total extraído do molde mede o superaquecimento e o calor de solidificação; entretanto, a porção do superaquecimento deve ser subtraída do calor total para estimar o atual calor de solidificação extraído. Isto significa que a remoção de calor do molde varia também com o superaquecimento. É possível caracterizar estes valores e desenvolver sistemas de alarmes, integrados ao sistema de automação da máquina de lingotamento, que alerta o operador quando as taxas de remoção de calor estão muito baixas.

O sistema de refrigeração do molde permite apenas um controle grosseiro da extração total de calor do molde. Alguns estudos realizados com termopares, em diversas posições no molde para medir a transferência de calor. Estes estudos mostraram que a maior transferência de calor se dá na região do menisco e decresce até a base do molde. Isto é devido a maior espessura da pele sólida, que possui uma condutividade térmica menor, retardando a transferência de calor. A

transferência e também influenciada pelo grau do aço, tipo de pó fluxante, tipo de válvula submersa, etc.

4.3.5 FIXAÇÃO DOS TERMOPARES

No lingotamento contínuo o rompimento de pele é um problema grave, pois resulta uma perda de produção e equipamento danificado.

As principais causas são o “sticker” e o colamento de quinas, que podem ser causados por ações do operador tais como, mudanças rápidas de velocidade e altas variações no nível do molde, ou podem ocorrer quando tudo parecer bem na perspectiva do operador.

Durante a atividade de colamento no molde um padrão de temperatura distinto geralmente ocorre. Para utilizar esse padrão característico, sistemas de detecção de “sticker” baseados em termopares foram desenvolvidos para auxiliar o operador e evitar estes tipos de rompimento.

Os termopares são usados para coletar temperatura nos moldes, que processam sinais para o computador iniciando ações preventivas. O sistema de fixação de termopares no molde está evidenciado na Figura 12.

A localização dos termopares é crítica para a detecção dos “stickers”. Este sistema utiliza um arranjo de alta densidade de pares de termopares. Os termopares superiores estão localizados à 250 mm abaixo da parte superior da placa de cobre e os inferiores à 450 do mesmo.

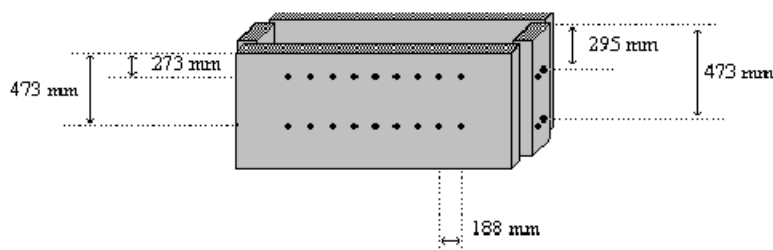


Figura 12 - Esquema de fixação de termopares no molde.

4.3.6 OSCILAÇÃO DO MOLDE

Os sistemas de controle automático de nível de aço no molde contribuem para a melhoria da qualidade do material produzido, resultando no decréscimo do número de trincas transversais e longitudinais na superfície das placas, na prevenção do aprisionamento de inclusões e pó fluxante, além de menor índice de esfoliação no produto final. O sistema permite, também, maior estabilidade na transferência de calor no molde e na sua lubrificação em altas velocidades de lingotamento, com influência direta sobre a produtividade e qualidade do processo, além de minimizar a formação de colamentos, que poderiam ocasionar o rompimento de pele (“break-out”).

Nas máquinas de lingotamento contínuo da CST, o nível de aço no molde é controlado, com sensores de correntes parasitas, com seus cabeçotes atuando tanto como transmissor como receptor (tecnologia NKK). As correntes parasitas medidas são relacionadas ao nível de aço no molde e, pela sua intensidade, determina-se a posição do menisco. O sinal é enviado a um controlador que opera, então, a abertura da válvula gaveta, regulando o fluxo de aço do distribuidor para o molde.

Para a MLC#2, que opera o lingotamento “twin”, foi necessário implantar um sistema que pudesse auxiliar o controle de enchimento de aço no molde durante a partida automática e durante a troca de distribuidor. A partida automática utiliza, inicialmente, os sinais de temperatura dos termopares do sistema de detecção de colamento para calcular a vazão de enchimento do molde, e controlar a abertura da

válvula, como mostrado na Figura 13. Nota-se, nesta figura, que o sistema radioativo (fornecido pela Berthold), pode auxiliar no controle da vazão da válvula submersa a partir de uma distância de 233mm do topo do molde, ao contrário do sistema de correntes parasitas, cujo controle se inicia a 150mm.

Após a partida, pode se manter o controle automático tanto com o sistema NKK, como com o sistema Berthold, mas, como este último sofre certa interferência das camadas de pó fluxante, resultando em menor precisão, o controle de nível é normalmente mantido com o sistema de correntes parasitas.

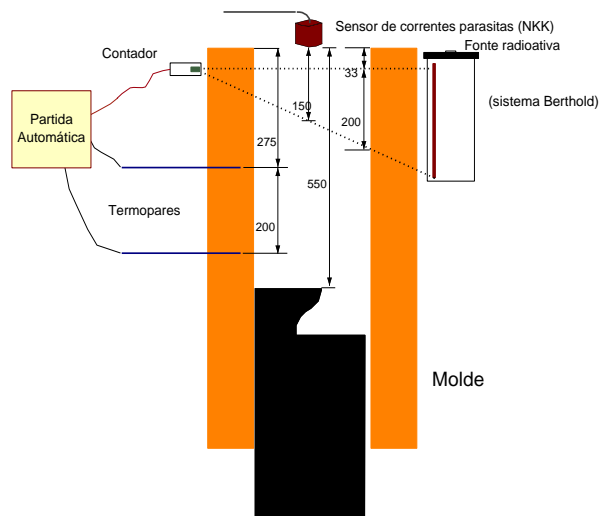


Figura 13 - Representação esquemática do posicionamento dos sensores de nível de aço no molde da MLC#2 da CST.

A oscilação do molde tem como finalidade principal, evitar o colamento do molde com a placa. Se houver este colamento, há um rompimento pela solidificada. A oscilação do molde tem influência nos defeitos superficiais como inclusões de pó e marca de oscilação.

Em qualquer instante, a placa em formação no molde está sofrendo duas ações: uma de extração devido a velocidade de lingotamento e outra ação devido a velocidade de oscilação do molde. Considerando-se, neste caso, quando o molde está subindo e quando está descendo. O movimento de oscilação, quando o molde desce, age como se empurrasse a placa, isto é, sua velocidade tem o mesmo

sentido que a velocidade de lingotamento. Quando o molde sobe, age como se estripasse a placa, e sua velocidade tem sentido contrário à da placa.

A utilização de um molde do tipo ressonante permite a adoção de cursos de oscilação pequenos (5mm) e de elevada freqüência (até 480 ciclos por minuto), reduzindo o índice de defeitos relacionados à marca de oscilação na superfície das placas, além de possibilitar a programação de diferentes curvas de oscilação, apropriadas para cada tipo de aço. No sistema, só oscila o sistema de cassette (constituído das placas de cobre e as jaquetas), através de um sistema hidráulico, como mostrado esquematicamente na Figura 14. Um ponto importante a salientar é a possibilidade de troca das placas de cobre da face estreita “in loco”, mantendo as placas da face larga. Isto fornece maior flexibilidade operacional, uma vez que a programação de fabricação de placas da CST contempla três diferentes espessuras.

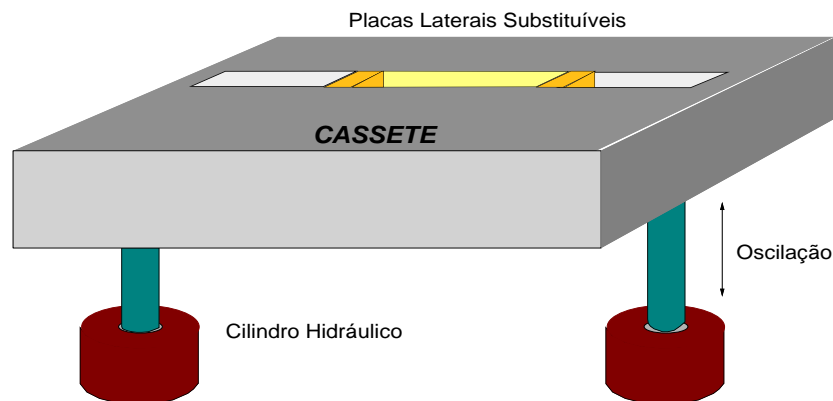


Figura 14 - Esquema do molde mostrando o como ocorre a oscilação.

4.4 COMPONENTES REFROTÁRIOS QUE CONDUZEM O AÇO LÍQUIDO

4.4.1 VÁLVULA LONGA

São constituídas de material refratário sendo que a válvula longa tem a função de direcionar o aço da panela para o distribuidor sem o expor ao ar. Além de manter a vazão de aço líquido para o molde.

4.4.2 VÁLVULAS SUBMERSAS

Constituída de material refratário cuja função é direcionar o aço do Distribuidor para os veios.

4.4.3 FORMAS E TIPOS

A válvula longa varia de quanto ao tipo de:

- Gás inerte (com injeção de nitrogênio, com injeção de argônio ou sem injeção);
- Formato (cilíndrico ou cônico);
- Fabricante (vários, sendo a Krosaki o principal fornecedor).

A válvula submersa varia de quanto ao tipo de:

- Tamanho de molde;
- Diferentes ângulos de saída (15° e 25°);
- Injeções de gás inerte (sem e com injeção);
- Fabricante (vários, sendo a Krosaki o principal fornecedor).

4.4.4 SISTEMAS DE SELAGEM

O sistema de selagem de ar é feito para ajuste de pressão, vazão e contrapressão nos circuitos de selagem e borbulhamento de argônio no distribuidor, visando à proteção do aço líquido contra a reoxidação pelo contato com o ar atmosférico e prevenção contra obstrução das válvulas do distribuidor. A selagem e borbulhamento de argônio são feitas em vários pontos no conjunto Painela - Distribuidor e Distribuidor - Molde.

LARGURA

Entre a válvula gaveta da panela e válvula longa.

DISTRIBUIDOR-MOLDE

- Entre a válvula superior, placa superior e válvula gaveta sendo que o borbulhamento é contra obstrução. Vide Figura 15.
- Entre a válvula inferior do distribuidor e a válvula submersa sendo a selagem o objetivo;
- No cassete da válvula gaveta com o objetivo de refrigerar as placas.
- Na válvula submersa com o objetivo do borbulhamento contra obstrução.

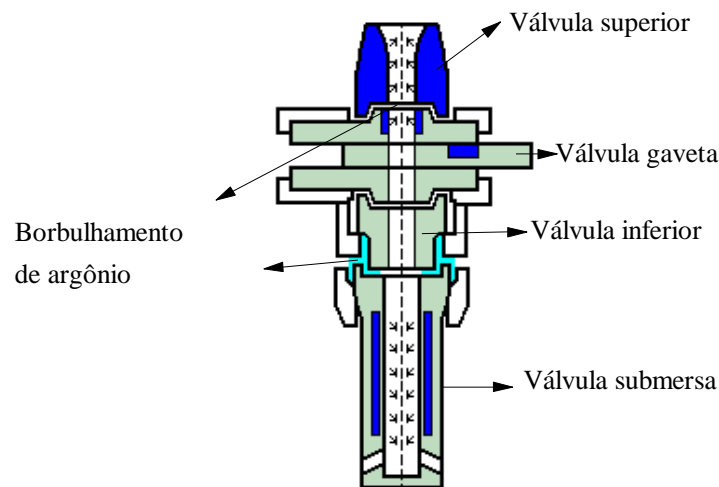


Figura 15 - Esquema de uma válvula submersa.

4.5 SEGMENTOS

Composto por mesa de rolos inferiores e superiores, sendo estes instalados após o molde e tem a função de manter a placa produzida em sua espessura especificada, transportando-a até a saída da máquina, quando esta placa já encontrar totalmente solidificada. O Lingotamento Contínuo 1 e 2 possuem 14 segmentos cada. Suas disposições são feitas de acordo com a configuração das máquinas sendo a máquina 1 do tipo curva e a máquina 2 do tipo Vertical curva com desdobramento progressivo. Como é o foco do nosso projeto, estaremos apresentando detalhes mais a frente.

4.6 MÁQUINA DE CORTE

A máquina de corte tem como função cortar e marcar as placas de acordo com o pedido do cliente.

As chamas dos maçaricos são provenientes de oxigênio e gás natural e reguladas através de válvulas. Existem três tipos de chamas:

- Chama piloto
- Chama de pré-aquecimento
- Chama de corte.

Ao efetuar o corte a máquina faz um pré-apoio no placão e posiciona-se no local aonde irá cortá-lo.

5 DIMENSÕES DE PLACAS

Os moldes são preparados para três espessuras de placas, 200, 225 e 250 mm, sendo que uma mudança de espessura só pode ser feita através de uma nova partida de máquina, pois, necessita de uma cabeça de barra falsa com a espessura desejada.

A largura das placas é diferenciada para máquina I e II no qual permitem ajustagens pelo avanço ou recuo das paredes laterais do molde.

Limites de largura:

MLC # 1: (800 - 1330) mm

MLC # 2: 690 mm - twin (948 - 1559) mm

O comprimento das placas também possui limite, que são de (5000 - 14000) mm e entre esse intervalo cada cliente especifica o mínimo e o máximo de comprimento que pode ser cortado.

6 CONTROLE DE TEMPERATURA NO LINGOTAMENTO CONTÍNUO

A eficiência de um Lingotamento Contínuo está intimamente relacionada com a temperatura do aço lingotado, visto que esta exerce acentuada influência, tanto na produtividade da máquina como na qualidade de produtos.

Pode ser assegurado que se for ótimo o acerto das temperaturas visadas, também será ótimo o funcionamento da máquina de lingotamento contínuo. Portanto é de muita importância a determinação correta das temperaturas nas diversas fases do processo e seu controle durante o lingotamento.

6.1 CÁLCULO DA TEMPERATURA DO DISTRIBUIDOR

As temperaturas do distribuidor são determinadas por acréscimo na temperatura líquidas que varia com o tipo de aço.

Estes valores são determinados empiricamente em cada usina, porém, para início de operação podem ser adotados os valores abaixo e alterados posteriormente.

6.2 CÁLCULO DA TEMPERATURA DE PANELA

A temperatura de panela é determinada, pelo acréscimo na temperatura do distribuidor. Este acréscimo visa compensar as perdas de temperatura durante a fase panela-distribuidor e manter o aço em temperatura adequada durante toda a operação de lingotamento. Este tempo de lingotamento depende das dimensões da placa, da velocidade de lingotamento e da capacidade da panela.

6.3 CÁLCULO DA TEMPERATURA DE VAZAMENTO

A temperatura de vazamento deve ser definida de tal forma que compense todas as quedas de temperatura na fase vazamento-panela (após argônio). Considera-se como temperatura de panela a temperatura medida na ala de lingotamento contínuo após o tratamento com argônio. No convertedor, será vazada numa temperatura mais elevada e o acerto de faixa, se necessário, será feito o resfriamento com canivete com canivete junto à injeção de argônio.

Estes acréscimos a serem determinados experimentalmente deverão ser constantemente analisados e modificados de acordo com a necessidade.

O cálculo da temperatura de vazamento deve considerar:

- queda de temperatura durante o vazamento convertedor-panela;
- queda de temperatura no transporte convertedor-lingotamento contínuo;
- espera na estação de argônio, etc.

7 SEGMENTO

Segmento é um componente mecânico responsável pelo escoamento do aço que entra no molde, refrigerando-o sendo assim solidificando, possibilitando a formação da placa de aço.



Figura 16 - Fotos de alguns segmentos estocados na oficina.

Composto por mesa de rolos inferiores e superiores, sendo estes instalados após o molde e tem a função de manter a placa produzida em sua espessura especificada, transportando-a até a saída da máquina, quando esta placa já encontrar totalmente solidificada.

7.1 CARACTERÍSTICAS DOS SEGMENTOS DE ROLOS

Suas disposições são feitas de acordo com a configuração das máquinas sendo a máquina 1 do tipo curva e a máquina 2 do tipo Vertical curva com desdobraimento progressivo.

7.2 GRUPOS FUNCIONAIS

7.2.1 MOLDE RESSONANTE - CONJUNTOS TÉCNICOS

SISTEMA TROCA DE LARGURA AUTOMÁTICA

Função: Durante o lingotamento de produção da placa este sistema é responsável por aumentar ou diminuir a largura da placa, conforme o pedido do cliente.

SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DAS PLACAS

Função: Durante o lingotamento o aço líquido introduzido no molde tem-se as dimensões especificadas para a formação da placa, contudo inicia-se o processo de solidificação da pele dessa placa a produzir, sendo este início de solidificação da pele externa de responsabilidade das placas do molde, pois as mesmas possuem canais de refrigeração onde passam água com alta velocidade ocasionando troca de calor entre faces das placas, tanto a placa de cobre como a placa produzida, levando a realização de formação de solidificação da placa de aço.

7.3 CONJUNTOS TÉCNICOS

7.3.1 SISTEMA DE ACIONAMENTO DOS ROLOS

Função: Tem como função tracionar os rolos para extração da placa produzida, em uma velocidade média de 1,5 m\m.

7.3.2 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DOS ROLOS:

Função: Esse sistema tem a responsabilidade de manter a lubrificação de todos os rolamentos dos rolos, pois a quebra de um dos rolamentos leva a perda da qualidade da placa, uma vez que se quebra um rolamento o rolo fica automaticamente desalinhado, formando deformações nas placas produzidas.

7.4 CONSEQÜÊNCIAS DA FALHA FUNCIONAL DESTES SISTEMAS

Ambos os sistemas citados acima, caso ocorra falha elétrica ou mecânica, paralisa a produção conforme descrita abaixo (exceto o sistema de lubrificação).

7.4.1 SISTEMA DE TROCA DE LARGURA AUTOMÁTICA

Falhando qualquer componente durante a operação, para-se imediatamente e troca-se o molde.

7.4.2 SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO DA PLACA DE COBRE

Falhando a refrigeração, poderá ocorrer fundição do cobre das placas. Contudo para-se o processo imediatamente caso o controle e temperatura das mesmas saírem do “set – point” operacional, trocando-se assim o molde (controle por PLC)

7.4.3 SISTEMA DE ACIONAMENTO DOS ROLOS

Como este sistema é responsável pela extração da placa produzida, caso o corra falta de acionamento é interrompida a produção imediatamente, até que se verifica a causa do problema (geralmente elétrico).

7.4.4 SISTEMA DE LUBRIFICAÇÃO DOS ROLOS

Sistema controlado por PLC e caso ocorra falha em alguns segmentos de imediato não se para a operação mais fica programado para as próximas horas em que ocorrem as paradas do equipamento para execução de limpeza operacional (em média 24 h contínuas de produção e 2 h de parada para limpeza). Atuando – se com essa parada no problema pelo pessoal do turno.

Geralmente um rolamento mal lubrificado devido à deficiência e lubrificação pelo sistema, trabalha-se normalmente 72 h. Ultrapassando as mesmas o rolamento está comprometido tecnicamente.

8 INDICADORES

8.1 ÍNDICE DE DISPONIBILIDADE

É a probabilidade de que um item possa estar disponível para utilização em um determinado momento ou durante um determinado período de tempo. Capacidade de um item para desenvolver suas funções em um determinado momento, ou durante um determinado período de tempo, nas condições de rendimentos definidos.

A disponibilidade de um item não implica necessariamente que esteja funcionando, mas que se encontra em condições de funcionar. Uma medida prática da disponibilidade de um item como parâmetro de referência é a definida pela relação entre tempo de operação (tempo real de funcionamento correto produzindo) e o tempo total que se necessita que funcione (tempo durante o qual se deseja produzir).

Capacidade de um item de estar em condições de executar uma certa função em um dado instante ou durante um intervalo de tempo determinado, levando-se em conta os aspectos combinados de sua confiabilidade, manutibilidade e suporte de manutenção, supondo que os recursos externos requeridos estejam assegurados. O termo “disponibilidade” é usado como uma medida do desempenho de disponibilidade.

A disponibilidade é a probabilidade de uma máquina estar produzindo ou disponível para produzir. A representação é DISP. Se a disponibilidade média é de 80%, quer dizer que, em média se pode ter o item ou máquina trabalhando ou disponível para trabalho em apenas 80% do tempo, embora não se possa precisar quanto tempo funcionará continuamente. Nos outros 20% do tempo o item da máquina não estará disponível, por diversos fatores que devem ser investigados. Note que parada de equipamento por falta de matéria prima ou por falta de encomendas não deve ser computada com indisponibilidade, e qualquer atividade de manutenção efetuada dentro do período programado deve ser computado como trabalho programado e, se só puder ser executado com a máquina parada, deve ser

computado apenas o tempo desta intervenção de manutenção com máquina não disponível. Normalmente, é calculada pela razão entre o tempo calendário total menos tempo de manutenção e tempo calendário total.

Logo, com a fixação deste conceito e a definição de suas correlações, podemos enfim distinguir o que é uma falha e quais as suas interferências no equipamento. Disponibilidade (DISP) – é a relação entre a diferença entre a quantidade de horas do período considerado (horas do calendário) e a quantidade de horas de intervenção pelo pessoal na manutenção (manutenção preventiva por tempo ou por estado, manutenção corretiva e outros serviços) para cada item observado e a quantidade total de horas do período considerado.

$$\text{DISP} = (\text{HCAL} - \text{HRMN}) / \text{HCAL} * 100$$

ou

$$\text{DISP} = (\text{TMEF} / (\text{TMEF} + \text{TMPR})) * 100$$

$$\text{Mas: HRMN} = \text{TMP} + \text{TMAC}$$

onde: HCAL é a quantidade de horas do período considerado
 HRMN quantidade de horas de intervenção pelo pessoal de manutenção
 TMEF é o tempo médio entre falhas
 TMPR é o tempo médio para reparo
 TMP é o tempo de manutenção programada
 TMAC é o tempo de parada acidental

O Índice de Disponibilidade possui grande importância na gestão da manutenção, pois é utilizado para a identificação e seleção dos equipamentos que estão com níveis de operação abaixo dos padrões determinados.

8.2 ÍNDICE DE FALHA

É a relação entre o tempo de parada acidental do equipamento e a quantidade de horas no período considerado (tempo calendário)

$$IF = (TMAC/TC) * 100$$

	DISP(%)			
	2002	2003	2004	Meta 2004
MLC#1	98,4	98,45	98,58	98,3
MLC#2	96,6	97,4	98,49	97,5
FORNO 1	99,7	99,87	100	99,6
FORNO 2	99,6	99,65	100	99,6

Tabela 1 - Índice de Disponibilidade e meta 2004 dos segmentos das máquinas 1 e 2 do Lingotamento Contínuo da CST.

	IF(%)			
	2002	2003	2004	Meta 2004
MLC#1	0,3	0,2	0,2	0,2
MLC#2	1,9	1,3	0,32	1,1
FORNO 1	0,1	0,01	0	0,1
FORNO 2	0,1	0	0	0,1

Tabela 2- Comparativo do Índice de Falha e meta 2004 dos segmentos das máquinas 1 e 2 do Lingotamento Contínuo da CST entre 2002 e 2004.

	Índice de Disponibilidade (DISP(%))											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Junh	Julh	Agos	Set	Out	Nov	Dez
MLC#1	98,64	98,58	98,54	98,56	98,66	98,64	98,59	98,44	98,57	98,61	98,54	98,61
MLC#2	98,76	99,24	98,49	98,4	98,48	98,33	98,42	98,6	98,43	98,07	98,27	98,37
Meta #1	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3	98,3
Meta #2	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5	97,5

Tabela 3 - Índice de Falha e meta 2004 dos segmentos das máquinas 1 e 2 do Lingotamento Contínuo da CST no ano de 2004.

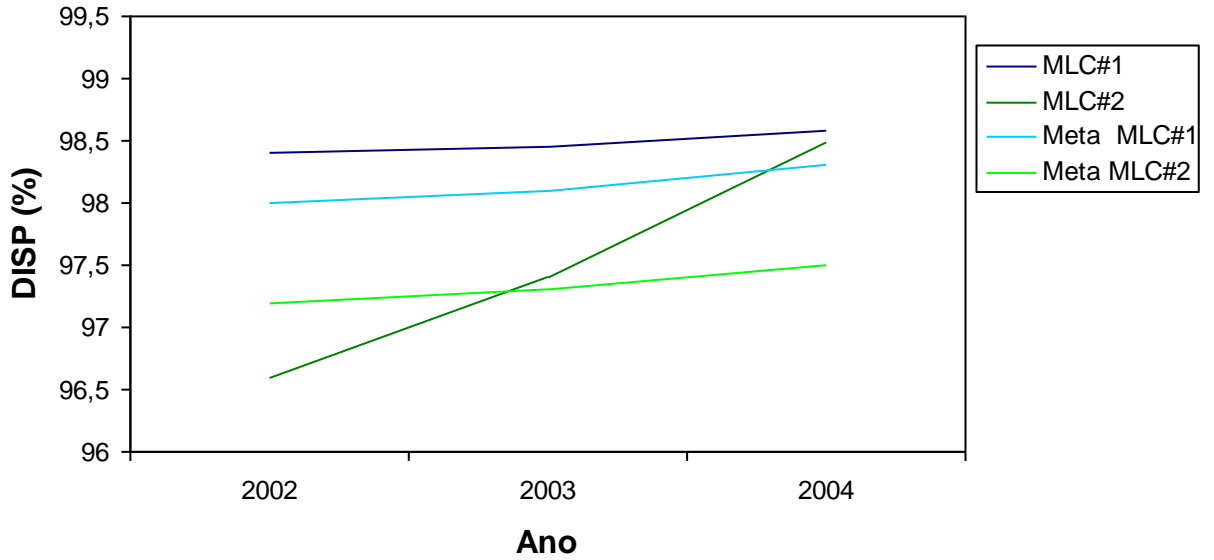


Figura 17 - Índice de Disponibilidade dos segmentos do Lingotamento Contínuo 1 e 2.

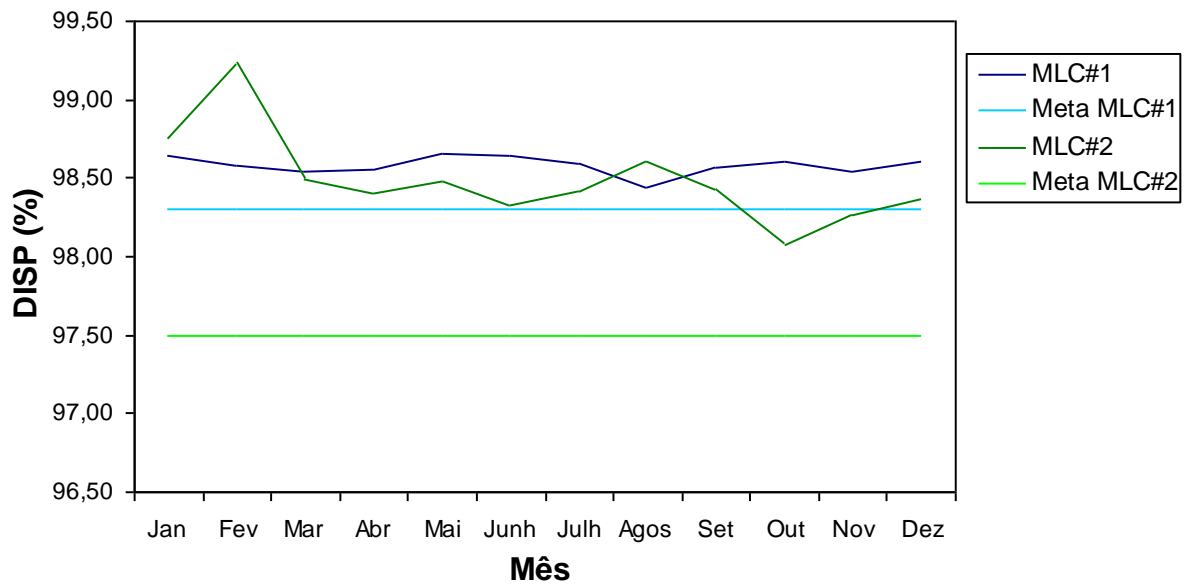


Figura 18 - Índice de Disponibilidade dos segmentos do Lingotamento Contínuo 1 e 2 no ano de 2004.

9 REGISTRO DE MANUTENÇÃO

Analisando o registro de manutenção de 2004, em anexo, verificamos que as falhas, tanto na máquina 1 quanto na 2, foram, em sua maioria das ocorrências em cima de quebra de rolamentos e mancais de rolos motrizes de diferentes segmentos. Entretanto, a maior parte de ocorrências estão sempre focadas na máquina n.º2, uma vez que, o sistema opera tanto na configuração single (1 placa contínua por veio) quanto na Twin (2 placas contínuas por veio). Com isso, há a possibilidade dos mancais dos segmentos estarem sofrendo esforços acima do que foi dimensionado pelo fabricante. Verifica-se, além disso, que os rolamentos estão falhando com tempos abaixo de sua vida útil estipulada. Veja abaixo parâmetros de vida útil da MLC#1 e MLC#2. Figura 19 e Tabela 4.

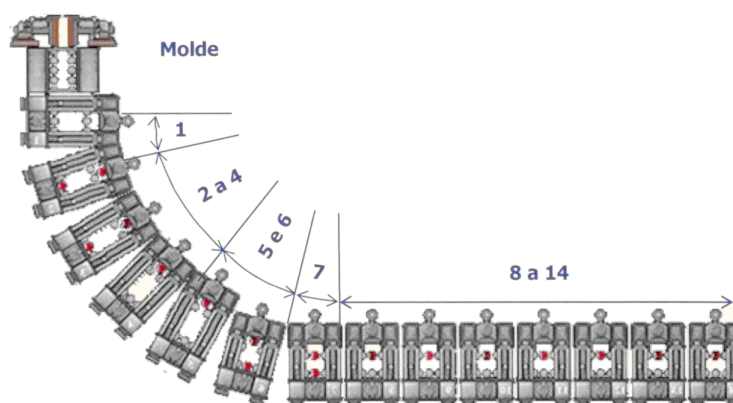


Figura 19 - Identificação da posição do molde e segmentos 1 a 14 da máquina de Lingotamento Contínuo.

Parâmetros de Vida Útil dos Rolos / Rolamentos dos segmentos 1 a 14					
MLC#1			MLC#2		
	Recomendação do Fabricante (x 10 ³ Ton.)			Recomendação do Fabricante (x 10 ³ Ton.)	
Posição dos segmentos na máquina	2003	2004	Posição dos segmentos na máquina	2003	2004
			1	679	712
1 a 3	1235	1358	2 a 4	697,5	731
4 a 6	1437	1580	5 a 6	925	971
7 a 8	672	739	7	771	809
9 a 14	1980	2079	8 a 14	1989	2187

Tabela 4 - Parâmetros de vida útil (toneladas) dos rolos / rolamentos, adotados para troca dos segmentos 1 a 14 da MLC#1 e MLC#2.

Na Tabela 4, verifica-se que a tolerância de vida útil no ano de 2003 é inferior ao de 2004. Significa que foram adotadas melhorias tais como revestimentos nos rolos, proteções contra exposição direta de radiação da placa quente e adoção de rolamentos com propriedades superiores aos do ano anterior.

Data	Posição	Toneladas real	Recom. Fabricante (ton.)
13/01/04	12	65.410	2.079.000
18/01/04	9	60.915	2.079.000
15/02/04	13	147.870	2.079.000
03/01/04	03	328.290	1.358.000
15/03/004	07	283.495	739.000

Tabela 5 - Tabela comparativa entre Toneladas produzidas e Recomendação do Fabricante da MLC#1.

Data	Posição	Toneladas real	Recom. Fabricante (ton.)
05/02/04	08	131.440	2.187.000
20/03/04	03	100.595	731.000
07/04/04	12	26.040	2.187.000
14/04/04	06	57.970	971.000
06/05/04	03	110.050	731.000

Tabela 6 - Tabela comparativa entre Toneladas produzidas e Recomendação do Fabricante da MLC#2.

As Tabelas 5 e 6 mostram que os rolamentos têm falhado muito antes do que indica a recomendação do fabricante. Isto nos leva a analisar a tomada de medidas com o objetivo de minimizar a ocorrência de falhas.

MLC#1		MLC#2	
Segmento	% Produção*	Segmento	% Produção*
03	24,17	03	13,76
09	2,93	08	6,01
12	3,14	12	1,19
13	7,11		

Tabela 7 - Tabela comparativa da % produção dos segmentos das máquinas 01 e 02.

*% Produção = (Toneladas Real / Recom. Fabricante) * 100

A Tabela 7 mostra o percentual de toneladas produzidas em relação ao recomendado pelo fabricante. Nota-se o quanto se perde de vida útil do equipamento e, conseqüentemente de produção, devido ao tempo que é gasto com as constantes trocas de peças e conjuntos montados.

10 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com toda essa análise, pode-se notar que, no que se refere aos parâmetros de vida útil, que os rolamentos / rolos dos segmentos 7 e 8, na máquina 1 e os dos segmentos 1 a 4 e o do segmento 7, na máquina 2 possuem a menor vida útil por tonelada das máquinas. Isso nos leva a crer que estes são os mais críticos e, por esse fato, deve-se dar maiores atenções.

Em relação aos rolamentos e mancais dos rolos motrizes que falharam apresentados no Histórico Parcial de Manutenção, em anexo, deve-se fazer todo um estudo voltado para o que realmente tem acarretado em tal situação para a apresentação de uma proposta de melhoria da peça utilizada ou o conjunto montado. Com isso, poderemos aumentar a probabilidade de uma máquina estar produzindo ou disponível para produzir – o chamado Índice de Disponibilidade.

11 PROPOSTAS DE MELHORIAS

Abaixo, estão as propostas elaboradas com o objetivo de aumentar a disponibilidade das máquinas, mais precisamente dos segmentos, das máquinas de Lingotamento Contínuo.

Projeto: Monitoramento das cargas exercidas sobre os mancais centrais da MLC#2.	
Problemas: Quebra dos rolamentos os mancais centrais da parte reta da máquina (seg. 8 a 14) com uma vida bem inferior à estimada.	
Impacto dos problemas: - Custo excessivo de manutenção para esses segmentos; - Perda de produtividade da máquina por necessidade de paradas para troca de segmentos ou redução da sua velocidade, devido à quebra desses rolamentos.	Solução(ões): Implantação de célula de carga para monitoramento das cargas que incidem sobre os rolamentos, para posterior definição de plano de ação.
Custo X Benefício: - aumento da produtividade e da confiabilidade da máquina.	

Tabela 8 - Proposta de melhoria nº. 1

Projeto: Contratação de consultoria para definir substituição dos segmentos das 2 máquinas por fim de vida útil.	
Problemas: Falta de parâmetros para definição sobre fim de vida útil da estrutura dos segmentos.	
Impacto dos problemas: - Perda de qualidade do produto devido a baixa rigidez da estrutura do segmento, causando deformações na placa; - Perda de produção pela necessidade de parada de máquina para troca de segmentos devido a deformação excessiva ou colapso de parte da estrutura do segmento	Solução(ões): Contratação de consultoria para diagnose da situação atual da estrutura dos segmentos e definição da programação para compra de novos segmentos.
Custo x Benefício: - Manutenção da confiabilidade e produtividade da máquina.	

Tabela 9 - Proposta de Melhoria nº. 2

Projeto: Gerenciamento dos principais equipamentos através de análise de tendências.	
Problema: Deficiência de análise crítica/ tendência no gerenciamento dos equipamentos.	
Impacto do problema: - Possibilidade de tomada de decisão incorreta e retrabalho por ineficácia de controle; - Falta da prática de análise de dados e tendência.	Solução(ões): Aprimorar e acompanhar de maneira sistêmica a tendência das variáveis de controle dos equipamentos.
Benefício: - Incorporação de uma cultura de análise de dados e tendências em equipamentos (controle) melhorando a confiabilidade dos mesmos.	

Tabela 10 - Proposta de Melhoria nº. 3

12 CONCLUSÃO

Apesar de todas as melhorias feitas no decorrer do tempo, o Lingotamento Contínuo da Companhia Siderúrgica de Tubarão, no que diz respeito ao tempo de operação de suas máquinas, ainda pode aumentar a disponibilidades de seus equipamentos, mais precisamente de seus segmentos, investindo em projetos de rolamentos, revestimentos dos seus rolos e proteção contra alta temperatura de seus mancais em maior escala, uma vez que suas falhas vem ocorrendo, em sua maioria, nestas áreas. Vale ainda dizer que todo o foco do trabalho foi feito em cima da manutenção e não foram citadas falhas de operação e elétrica.

13 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, L. A. **Manual de Siderurgia - Produção: conceitos básicos e aplicações.** São Paulo: Arte e Cultura – Vol. 1, 1997.

CAMPOS, V. F. **Tecnologia de Fabricação do Aço**, UFMG, Vol. 1, Belo Horizonte, 1983.

Mourão, Marcelo B. **Siderurgia para não siderurgistas.** AMB, São Paulo –SP, 2002.

Observações de campo da CST.

ANEXO

TABELA COM O HISTÓRICO PARCIAL DE MANUTENÇÃO DE 2004

SEMANA	PERÍODO	MÁQUINA		OCORRÊNCIA	PERDA
		MLC#1	MLC#2		
01	01/01 A 06/01		x	Falha no sistema de travamento entre as duas correntes da barra falsa utilizado para lingotamento twin (stopper).	Prolongamento da manutenção programada do dia 05/01 em 23 minutos
02	07/01 a 13/01	x		Lingotamento de 23 corridas no veio 1 da MLC-01 com a espessura (taper) do segmento 7 fora do padrão.	7 placas do lote da DKS desviadas para a Ironet, devido a falha espessura em um dos lados e escarragem de 9 placas para o LTQ.
03	14/01 a 20/01	x		Vazamento de óleo na retenção do bloco do cilindro hidráulico clamp segmento 10 do veio 02.	Parada de produção de 70 minutos perda de 200 litros de óleo Quintolubr IC 822 300
			x	Quebra do rolo motriz do segmento 09 veio 02. Atraso do início da troca do segmento.	Parada da máquina 1 por 202 minutos
06	04/02 a 10/02		x	Quebra do eixo da válvula manual tipo borboleta de retorno da água de molde do veio 4, mantendo-a fechada e impedindo a partida da máquina	Prolongamento da parada programada em 66 minutos (de 18:30 às 19:36 hs) no dia 05/02/2004; - Aquecimento da corrida no RH, com utilização de 290 kg de alumínio.
08	19/02 a 24/02		x	Identificado no dia 19/02, pela IPOS, caçamba de borracha da oficina de Segmentos contaminada com retentores impregnados com graxa, cabos elétricos e sacolas plásticas.	Registro de anomalia (Nº200402200081).
09	25/02 a 02/03	x		Vazamento de nitrogênio na linha de pressurização dos motores de acionamento das placas de cobre estreitas do molde nº8	Perda de produção de 43min. no veio 2 da MLC1.
10	03/03 a 09/03	x		Vazamento no sistema hidráulico principal, provocando desarme das bombas e consequentemente parada da MLC1.	Parada do lingotamento 01 de 69 minutos e perda de 1300 litros de fluido hidráulico.
			x	Marcação de placas nos veios 3 e 4	Troca do segmento 4 dos veios 3 e 4 ocasionando perda de produção de 185 min no dia 07/03.
13	24/03 a 30/03		x	Quebra da roda de translação da máquina de corte do veio 03	-Parada da MLC2 por 88 minutos -Perda de produtividade de 38 minutos
15	07/04 a 14/04		x	Projeção de água no interior do molde do veio 4.	Perda operacional de 1h18min na MLC2

SEMANA	PERÍODO	MÁQUINA		OCORRÊNCIA	PERDA
		MLC#1	MLC#2		
			x	Vazamento de água entre a placa estreita e a jaqueta, levando à troca da base frame nº4 do veio 4.	Perda operacional de 40min na MLC2
18	28/04 a 04/05		x	Baixa vazão de água e alta pressão nos bicos Spray do Segmento Zero – Veio 03	Parada da MLC#02 de 18:40 às 20:35 horas (02 Corridas)
19	05/05 a 11/05		x	Presença de umidade no TWIN B do molde do veio 3	Parada da Máquina 2 por 186 min: 01:55 às 03:27 e 04:29 às 06:03. Perda de 04 corridas.
21	19/05 a 25/05	x		Troca do Molde nº 8 do veio 2	Perda de produção na MLC#01 em 31 minutos devido ao prolongamento na troca de espessura
23	02/06 a 07/06		x	Quebra do mancal do rolo motriz do segmento 10 do veio 3	Perda de produção em 3h 15min na MLC2.
24	08/06 a 15/06		x	Quebra do mancal do rolo motriz do segmento 07 do veio 3 (Segmento com 587.000 ton)	Perda de produção em 52 min na MLC2
26	23/06 a 29/06		x	quebra do rolamento do rolo curto, segmento 09 do veio 4 (rolamento com 604.345 tons)	perda de produção em 01 h e 02 min na MLC2
			x	Parada da MLC2 para troca da Base Frame Nº3 do veio 4	Perda de produção em 1h 47 min equivalente a duas corridas na MLC2
27	30/06 a 06/07	x		Queima das mangueiras, cabos elétricos, válvulas e esteira do carro 01 da máquina de corte do veio 01	Parada de produção da MLC#01 por 135 min (17:15 às 19:30). Perda potencial de 2 corridas.
			x	Deteção visual de movimentação irregular das faces estreitas dos moldes dos veios 3 e 4 da MLC2, durante os ajustes / trocas de largura.	Tempo total de parada da MLC2 = 352', (ref. 01, 02 e 03/07/2004). Perda equivalente a 7 corridas
			x	Produção de 293 placas com excesso de comprimento no veio 3 da MLC2	Desvio de 293 placas para corte por XC (Excesso de comprimento)
29	14/07 a 20/07		x	Quebra do munhão central do rolo livre longo posição 50 superior, do segmento 5 do veio 4	Perda de produção em 2h 37min no dia 19/07/2004 na MLC2.
			x	Vazamento de água no separador TWIN na base frame do veio 4.	Perda de produção em 2h no veio 4 da MLC2.
30	21/07 a 27/07		x	Vazamento de água no separador TWIN na base frame do veio 3.	Perda de produção em 100 no veio 3 da MLC2.
			x	Vazamento de nitrogênio de refrigeração dos motores de ajuste de largura da base frame 01 do veio 03.	Perda operacional de 26 min na MLC2
32	04/08 a 10/08	x		Quebra do rolamento central do rolo longo inferior	Perda de produção em 1h 16 min no dia

SEMANA	PERÍODO	MÁQUINA		OCORRÊNCIA	PERDA
		MLC#1	MLC#2		
				posição 81 com 249.240 tons no segmento 12 do veio 2.	10/08/2004 na MLC1.
32	04/08 a 10/08		x	Quebra do Redutor de Translação do Carro da Ponte 46PR04.	Parada da Ponte 46PR04 por 23 hs.
			x	Atraso na troca dos cilindros osciladores do molde ressonante do veio 3.	-Prolongamento de parada programada por 52 min; -Perda potencial de 01 Corrida.
35	25/08 a 31/08		x	Vazamento de água entre a placa estreita e a jaqueta, levando à troca da base frame nº 6 do veio 4.	Atraso no retorno da MLC#2 na parada para troca de largura em 28 min. (de 17:30 às 17:58).
			x	Marcas na face B na região central da placa lingotada no veio 3.	Prolongamento da parada para troca de largura em 66 min. (de 16:14 às 17:30) devido inspeção interna no veio 3.
36	01/09 a 06/09	x		Quebra do rolamento central do rolo longo inferior posição 64 com 718.735 tons no segmento 09 do veio 2.	Perda de produção em 2h 30min no dia 03/09/2004 na MLC1
38	15/09 a 21/09		x	Vazamento de óleo na mangueira piloto do clamping do segmento 04 veio 04.	-Parada da MLC-02 128 min. -Perda de 2100 litros de óleo.
40	29/09 a 05/10	x		Marcas na face "B" nas placas lingotadas no veio 02	Perda de produção em 2h 37 min no dia 01/10/2004 MLC1
42	13/10 a 19/10		x	Vazamento de água no interior do molde cassete nº8, montado na base frame nº1.	Parada operacional em 96 min no veio 4 da MLC2.
			x	Falha fatal do oscilador do veio 4, onde estava montada a base frame nº5 com o cassete nº1.	Perda operacional em 133 min o veio 4 na MLC2.

RESUMOS DE FALHAS OCORRIDAS NAS MÁQUINAS DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO

Semana: 01

Período: 01/01/04 a 06/01/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Falha no sistema de travamento entre as duas correntes da barra falsa utilizado para lingotamento twin (stopper).

Causa básica: Critérios de projetos inadequados. Projeto não possibilita que o cilindro seja lubrificado através do lubrificador de linha, além de permitir a entrada de água no circuito durante a passagem da barra falsa por dentro do veio.

Causa imediata: Não atuação do cilindro pneumático que aciona o sistema devido a seu travamento.

Perda: Prolongamento da manutenção programada do dia 05/01 em 23 minutos (de 18:30 às 18:53 hs).

Semana: 02

Período: 07/01/04 a 13/01/04

Máquina: MLC-1

Ocorrência: Lingotamento de 23 corridas no veio 1 da MLC-01 com a espessura (taper) do segmento 7 fora do padrão.

Causa básica:

- *Comunicação deficiente:* O Supervisor responsável pela troca questionou apenas um mecânico se os calços estavam na posição correta.
- *Operação Eventual:* Apesar de não ser emergencial, a atividade de troca foi realizada fora do horário administrativo pelo turno mecânico com o auxílio do efetivo da Oficina de Segmentos. A equipe que normalmente realiza esta atividade é a equipe fixa da MSL.
- *Revisão Inadequada de Padrões:* Os padrões de inspeção das placas PT-PRO-INSP-423101 e 03 e PO-PRO-ACIA-76-6404 não contemplavam a necessidade de medida da espessura nos dois lados da placa. Desta forma, as placas tiveram suas medidas inspecionadas apenas externamente.

Causa imediata:

- *Descuido / Desatenção:* Após a troca do segmento 8 do veio 1 os 2 calços internos do segmento 7 permaneceram na abertura de 200 mm quando deveriam ter sido girados e posicionados na abertura de 225 mm.
- *Dificuldade na Coleta de Dados / Inspeção.*

Perda: 7 placas do lote da DKS desviadas para a Ironet, devido a falha espessura em um dos lados e escarfagem de 9 placas para o LTQ.

Semana: 03

Período: 14/01/04 a 20/01/04

Máquina: MLC-1

Ocorrência: Vazamento de óleo na retenção do bloco do cilindro hidráulico clamp segmento 10 do veio 02.

Causa básica:

- *Causas Físicas:* Desgaste no bloco causado por atmosfera agressiva
- *Manutenção inadequada:* O bloco não fazia parte do plano de inspeção
- *Padrão de Manutenção Inadequado:* Padrão de manutenção não contemplava o preenchimento dos orifícios com silicone

Causa imediata:

- *Causas Físicas:* Corrosão no bujão da válvula de retenção do bloco de segurança do cilindro hidráulico
- *Causas de trabalho:* Equipamento com defeito ou falha

Perda: Parada de produção de 70 minutos perda de 200 litros de óleo Quintolubr IC 822 300

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Quebra do rolo motriz do segmento 09 veio 02. Atraso do início da troca do segmento.

Causa básica:

- *Causas Físicas:* estava em análise pela engenharia da empresa.

Causa imediata:

- *Causas Físicas:* Quebra. Cisalhamento do rolo motriz e quebra do rolamento
- *Causas pessoais:* O supervisor do turno estava ocupado com atividades na aciaria no momento em que foi acionado, atrasando a troca do segmento

Perda: Parada da máquina 1 por 202 minutos

Semana: 06

Período: 04/02/04 a 10/02/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Quebra do eixo da válvula manual tipo borboleta de retorno da água de molde do veio 4, mantendo-a fechada e impedindo a partida da máquina

Causa básica:

- *Operação eventual:* Atuação emergencial na válvula para destravamento (com o uso de ferramentas), comprometendo sua vida útil.

Causa imediata:

- *Utilizar ferramenta de maneira imprópria:* Uso de chave de grifo diretamente no eixo da válvula pela equipe da manutenção mecânica/turno, impedindo a atuação do mecanismo de proteção contra sobrecarga.

Perda: Prolongamento da parada programada em 66 minutos (de 18:30 às 19:36 hs) no dia 05/02/2004; - Aquecimento da corrida no RH, com utilização de 290 kg de alumínio.

Semana: 08

Período: 19/02/04 a 24/02/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Identificado no dia 19/02, pela IPOS, caçamba de borracha da oficina de Segmentos contaminada com retentores impregnados com graxa, cabos elétricos e sacolas plásticas.

Causa básica:

- Não remoção do resíduo de graxa ao descartar os retentores
- Descarte em local indevido

Causa imediata:

- Retentores contaminados com graxa descartados na caçamba
- Descartado sacolas plásticas misturadas com material emborrachado utilizados pela empresa Estel(IEAL).

Perda: Registro de anomalia (Nº200402200081).

Semana: 09

Período: 25/02/04 a 02/03/04

Máquina: MLC-1

Ocorrência: Vazamento de nitrogênio na linha de pressurização dos motores de acionamento das placas de cobre estreitas do molde nº8.

Causa básica: Fim de vida útil.

Causa imediata: Oxidação das conexões.

Perda: Perda de produção de 43min. no veio 2 da MLC1.

Semana: 10

Período: 03/03/04 a 09/03/04

Máquina: MLC-1

Ocorrência: Vazamento no sistema hidráulico principal, provocando desarme das bombas e conseqüentemente parada da MLC1.

Causa básica:

- *Causas Físicas:* Possível falha de prensagem do terminal da mangueira.

Causa imediata:

- *Causas Físicas:* Desprendimento do terminal da mangueira hidráulica de acionamento do clamping de entrada do rebarbador do veio 01.

Perda: Parada do lingotamento 01 de 69 minutos e perda de 1300 litros de fluido hidráulico.

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Marcação de placas nos veios 3 e 4.

Causa básica: Causa Provável: Arreamento da barra falsa nos veios 3 e 4 ocorrido no dia 22/02.

Causa imediata: Quebra do rolamento no mesmo rolo/mancal para ambos os segmentos

Perda: Troca do segmento 4 dos veios 3 e 4 ocasionando perda de produção de 185 min no dia 07/03.

Semana: 13

Período: 24/03/04 a 30/03/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Quebra da roda de translação da máquina de corte do veio 03

Causa básica: Em análise pela engenharia.

Causa imediata: Quebra dos parafusos de fixação do disco de bloqueio e como consequência quebra do rolamento da roda motriz lisa da máquina de corte do veio 03

Perda:

- Parada da MLC2 por 88 minutos
 - Perda de produtividade de 38 minutos.
-

Semana: 15

Período: 07/04/04 a 13/04/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Projeção de água no interior do molde do veio 4.

Causa básica: Falha na vedação da tampa do molde, permitindo a penetração de escória durante a translação do carro distribuidor

Causa imediata: Queima da mangueira de alimentação de água da placa estreita.

Perda: Perda operacional de 1h18min na MLC2.

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Vazamento de água entre a placa estreita e a jaqueta, levando à troca da base frame nº4 do veio 4.

Causa básica: Oxidação prematura da jaqueta na região do spray do foot-roll.

Causa imediata: Deformação do anel de vedação da placa estreita.

Perda: Perda operacional de 40min na MLC2.

Semana: 18

Período: 28/04/04 a 04/05/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Baixa vazão de água e alta pressão nos bicos Spray do Segmento Zero – Veio 03

Causa básica: Presença de material metálico e não metálico no interior da tubulação (Máquina).

Causa imediata: Obstrução de 49, dos 66 bicos Spray, segmento Zero – Veio 03

Perda: Parada da MLC#02 de 18:40 às 20:35 horas (02 Corridas)

Semana: 19

Período: 05/05/04 a 11/05/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Presença de umidade no TWIN B do molde do veio 3

Causa básica:

- Condensação de vapor na região do molde.
- Deficiência na vedação da proteção do TWIN.

Causa imediata: Acúmulo de água na canaleta de apoio da proteção do separador TWIN. Projetando água para dentro do molde.

Perda: Parada da Máquina 2 por 186 min: 01:55 às 03:27 e 04:29 às 06:03. Perda de 04 corridas.

Semana: 21

Período: 19/05/04 a 25/05/04

Máquina: MLC-1

Ocorrência: Troca do Molde nº 8 do veio 2

Causa básica: Falha de manutenção durante o procedimento de alinhamento do Edger-roll

Causa imediata: Folga no parafuso de fixação do Edger-roll inferior do lado esquerdo

Perda: Perda de produção na MLC#01 em 31 minutos devido ao prolongamento na troca de espessura

Semana: 23

Período: 02/06/04 a 07/06/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Quebra do mancal do rolo motriz do segmento 10 do veio 3

Causa básica: Em análise

Causa imediata: Em análise

Perda: Perda de produção em 3h 15min na MLC2.

Semana: 24

Período: 08/06/04 a 15/06/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Quebra do mancal do rolo motriz do segmento 07 do veio 3 (Segmento com 587.000 ton)

Causa básica: Em análise

Causa imediata: Em análise

Perda: Perda de produção em 52 min na MLC2

Semana: 24

Período: 08/06/04 a 15/06/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Quebra do mancal do rolo motriz do segmento 07 do veio 3 (Segmento com 587.000 ton)

Causa básica: Em análise

Causa imediata: Em análise

Perda: Perda de produção em 52 min na MLC2

Semana: 26

Período: 23/06/04 a 29/06/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: quebra do rolamento do rolo curto, segmento 09 do veio 4 (rolamento com 604.345 tons)

Causa básica: Em análise

Causa imediata: Em análise

Perda: perda de produção em 01 h e 02 min na MLC2.

Semana: 26

Período: 23/06/04 a 29/06/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Parada da MLC2 para troca da Base Frame N°3 do veio 4

Causa básica: Presença de graxa nos Anéis de vedação de fixação jaqueta com a placa de cobre

Causa imediata: Vazamento de água no separador twin estreito.

Perda: Perda de produção em 1h 47 min equivalente a duas corridas na MLC2

.

Semana: 27

Período: 30/06/04 a 06/07/04

Máquina: MLC-1

Ocorrência: Queima das mangueiras, cabos elétricos, válvulas e esteira do carro 01 da máquina de corte do veio 01

Causa básica: Ruptura da mangueira de oxigênio de corte da esteira dentro da vida útil, provocando ruptura também da mangueira de GNP A vida das mangueiras é de 10 paradas, última troca executada em 12/03 conforme anexo.

Causa imediata: Incêndio no carro da máquina de corte 1 devido a vazamento de oxigênio e GNP

Perda: Parada de produção da MLC#01 por 135 min (17:15 às 19:30). Perda potencial de 2 corridas.

Semana: 27

Período: 30/06/04 a 06/07/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Detecção visual de movimentação irregular das faces estreitas dos moldes dos veios 3 e 4 da MLC2, durante os ajustes / trocas de largura.

Causa básica: Em análise

Causa imediata: Descompasso na oscilação entre as placas estreitas e largas. (em análise)

Perda: Tempo total de parada da MLC2 = 352', (ref. 01, 02 e 03/07/2004). Perda equivalente a 7 corridas

Semana: 27

Período: 30/06/04 a 06/07/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Produção de 293 placas com excesso de comprimento no veio 3 da MLC2

Causa básica:

- Desgaste da chapa de clamp do veio 3
- Desregulagem do pressostato de pré-clamping

Causa imediata: Escorregamento da máquina de corte após o clamp

Perda: Desvio de 293 placas para corte por XC (Excesso de comprimento)

Semana: 29

Período: 14/07/04 a 20/07/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Quebra do munhão central do rolo livre longo posição 50 superior, do segmento 5 do veio 4

Causa básica: Em análise pela IUN.

Causa imediata: Desvio de 1,3mm no espaçamento registrado pelo roll-gap.

Perda: Perda de produção em 2h 37min no dia 19/07/2004 na MLC2.

Semana: 29

Período: 14/07/04 a 20/07/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Vazamento de água no separador TWIN na base frame do veio 4.

Causa básica: Descuido / Falta de Atenção

Causa imediata: Montagem incorreta do anel de vedação do parafuso de fixação do separador TWIN. Não foi retirado o anel antigo, sendo montado o novo sobre o velho, causando a vedação insuficiente do conjunto.

Perda: Perda de produção em 2h no veio 4 da MLC2.

Semana: 30

Período: 21/07/04 a 27/07/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Vazamento de água no separador TWIN na base frame do veio 3.

Causa básica: Descuido / Falta de Atenção

Causa imediata: Montagem incorreta do anel de vedação do parafuso de fixação do separador TWIN. Não foi retirado o anel antigo, sendo montado o novo sobre o velho, causando a vedação insuficiente do conjunto.

Perda: Perda de produção em 100 no veio 3 da MLC2.

Semana: 30

Período: 21/07/04 a 27/07/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Vazamento de nitrogênio de refrigeração dos motores de ajuste de largura da base frame 01 do veio 03.

Causa básica:

- Oxidação prematura das conexões de aço carbono.
- Inspeção Inadequada

Causa imediata: Deformação da porca giratória da conexão tubulação de nitrogênio.

.

Perda: Perda operacional de 26 min na MLC2

Semana: 32

Período: 04/08/04 a 10/08/04

Máquina: MLC-1

Ocorrência: Quebra do rolamento central do rolo longo inferior posição 81 com 249.240 tons no segmento 12 do veio 2.

Causa básica: Em análise

Causa imediata: Em análise

Perda: Perda de produção em 1h 16 min no dia 10/08/2004 na MLC1.

Semana: 32

Período: 04/08/04 a 10/08/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Quebra do Redutor de Translação do Carro da Ponte 46PR04.

Causa básica:

- Existência de quinas-vivas no rasgo de chaveta
- Raio de concordância na redução de seção do eixo fora de norma.

Causa imediata: Fratura do eixo pinhão intermediário (item 27) por fadiga de flexo-torção que foi nucleada na quina do rasgo de chaveta e propagada pelo raio de concordância na redução de seção.

Perda: Parada da Ponte 46PR04 por 23 hs.

Semana: 32

Período: 04/08/04 a 10/08/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Atraso na troca dos cilindros osciladores do molde ressonante do veio 3.

Causa básica: Falta de conhecimento do serviço.

Causa imediata:

- Demora no impedimento
- Dificuldade na montagem do tubo de dreno do cilindro lado direito.

Perda:

- Prolongamento de parada programada por 52 min;
 - Perda potencial de 01 Corrida.
-

Semana: 35

Período: 25/08/04 a 31/08/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Vazamento de água entre a placa estreita e a jaqueta, levando à troca da base frame nº 6 do veio 4.

Causa básica: Oxidação prematura da jaqueta na região do spray do foot-roll.

Causa imediata: Deformação do anel de vedação da placa estreita.

Perda: Atraso no retorno da MLC#2 na parada para troca de largura em 28 min. (de 17:30 às 17:58).

Semana: 35

Período: 25/08/04 a 31/08/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Marcas na face B na região central da placa lingotada no veio 3.

Causa básica: Deficiência na refrigeração interna do rolo

Causa imediata: Acúmulo de carepa em torno do 5º rolo longo inferior do segmento 9 do veio 3.

Perda: Prolongamento da parada para troca de largura em 66 min. (de 16:14 às 17:30) devido inspeção interna no veio 3.

Semana: 36

Período: 01/09/04 a 06/09/04

Máquina: MLC-1

Ocorrência: Quebra do rolamento central do rolo longo inferior posição 64 com 718.735 tons no segmento 09 do veio 2.

Causa básica: Em análise

Causa imediata: Em análise

Perda: Perda de produção em 2h 30min no dia 03/09/2004 na MLC1.

Semana: 38

Período: 15/09/04 a 21/09/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Vazamento de óleo na mangueira piloto do clamping do segmento 04 veio 04.

Causa básica:

- Montagem Inadequada da mangueira (torcida). Em análise
- Desrespeito ao raio mínimo de curvatura. Em análise

Causa imediata: Rompimento do tubo interno da mangueira próximo ao terminal superior

Perda:

- Parada da MLC-02 128 min
 - Perda de 2100 litros de óleo
-

Semana: 40**Período:** 29/09/04 a 05/10/04**Máquina:** MLC-1**Ocorrência:** Marcas na face "B" nas placas lingotadas no veio 02.**Causa básica:** Falta de aperto dos parafusos de fixação do anel, permitindo a movimentação do rolamento e provocando sua quebra.**Causa imediata:** Carepa acumulada no rolo pos. 81 inferior devido quebra de rolamento.**Perda:** Perda de produção em 2h 37 min no dia 01/10/2004 MLC1.

Semana: 42**Período:** 13/10/04 a 19/10/04**Máquina:** MLC-2**Ocorrência:** Vazamento de água no interior do molde cassete nº8, montado na base frame nº1.**Causa básica:**

- Empeno da chapa superior do segmento zero nº2, devido geração de resíduos de oxidação da estrutura interna do segmento.
- Penetração da madeira de proteção contra breakout sob a grade de spray do foot-roll

Causa imediata: Rompimento do tubo de spray do foot-roll do molde.

Perda: Parada operacional em 96 min no veio 4 da MLC2.

Semana: 42

Período: 13/10/04 a 19/10/04

Máquina: MLC-2

Ocorrência: Falha fatal do oscilador do veio 4, onde estava montada a base frame nº5 com o cassete nº1.

Causa básica: Em análise pela Engenharia / Manutenção / Operação.

Causa imediata: Em análise pela Engenharia / Manutenção / Operação

Perda: Perda operacional em 133 min o veio 4 na MLC2.