

AUMENTO DA PRODUTIVIDADE DAS MÁQUINAS DE LINGOTAMENTO CONTÍNUO DA COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO – CST ⁽¹⁾

Carlos Alberto Perim ⁽²⁾
Dimas Bahiense Moreira ⁽³⁾
João Chiabi Duarte ⁽⁴⁾
Marcelo Ferraz Matos ⁽⁵⁾
Altemar Dettogne do Nascimento ⁽⁶⁾

Resumo

A CST implantou sua máquina de lingotamento contínuo número 1, com capacidade nominal de 1.800.000 t/ano, em 1995. Posteriormente, em 1998, a CST partiu sua CCM#2 com capacidade nominal de 2.400.000 ton. Através de melhorias contínuas no processo de produção, manutenção e de qualidade dos equipamentos, foi possível, ao longo dos anos, atingir capacidades reais de produção bem acima da capacidade nominal inicial estabelecida para cada uma das máquinas, estando a CST hoje apta a produzir 5.300.000 t/ano em suas duas máquinas de lingotamento contínuo. Neste trabalho, serão apresentados os principais desenvolvimentos que contribuíram para este resultado, destacando-se o desenvolvimento contínuo do processo twin na MLC#2, a melhoria de qualidade da manutenção, conduzindo a estabilização operacional das máquinas, a redução do número de break-outs, projetos de aumento de velocidade de lingotamento para os aços com maior volume de produção e a capacitação dos operadores, com certificação através de institutos técnicos brasileiros.

Palavras-chave: Lingotamento contínuo, produtividade, lingotamento duplo (twin).

(01) Contribuição técnica a ser apresentada XXXVI Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais – Internacional, Vitória, 16 a 18 de Maio de 2004.

(02) Membro da ABM, Especialista de Lingotamento Contínuo.

(03) Membro da ABM, Unidade Técnica de Aciaria.

(04) Membro da ABM, Departamento de Aciaria.

(05) Membro da ABM, Seção de Lingotamento Contínuo.

(06) Membro da ABM, Especialista de Lingotamento Contínuo.

1 INTRODUÇÃO

A Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) colocou em operação, em abril de 1995, a sua primeira máquina de lingotamento contínuo, com capacidade nominal de 1,8 milhões de t/ ano.⁽¹⁾ Esta primeira máquina superou as expectativas no que se refere ao seu ritmo de produção, e desde o seu start-up, o número diário de corridas lingotadas esteve sempre acima do programado, atingindo-se a capacidade nominal da máquina logo no terceiro mês de operação.⁽²⁾

Em fevereiro de 1998, a CST iniciou, com sucesso, a operação de sua máquina de lingotamento contínuo nº2 (MLC#2). A distribuição da capacidade nominal e o real alcançado de produção de placas na CST, após a introdução das duas máquinas de lingotamento contínuo número 1, são mostrados na Figura 1.

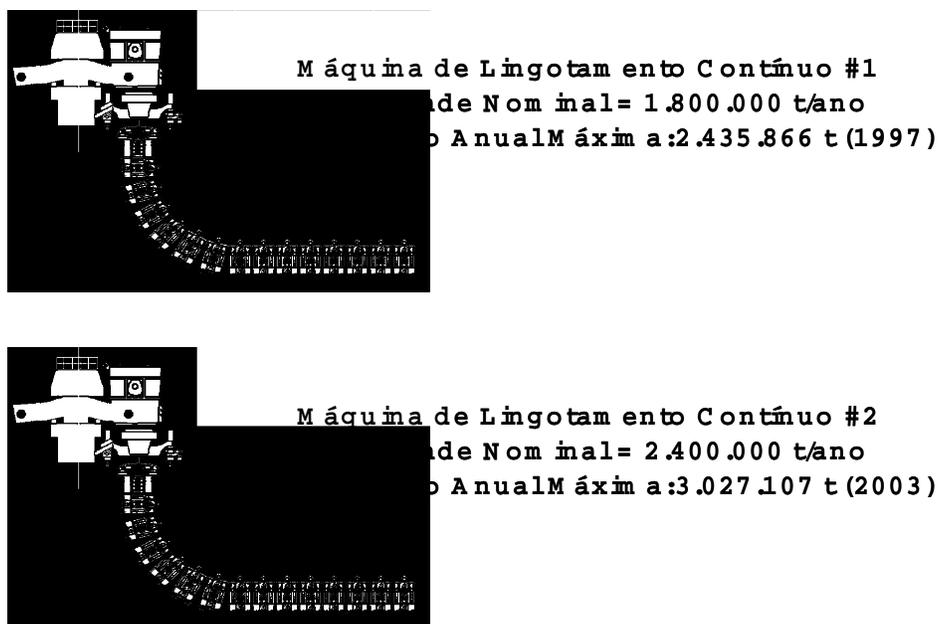


Figura 1. Capacidades nominal e máxima obtidas nas MLC's da CST.

A capacidade conjunta de produção das máquinas de lingotamento contínuo da CST é de 5.300.000 t/ano. Este valor, hoje consolidado, é fruto de uma série de projetos de melhoria de desempenho dos equipamentos, de melhoria de processo, de capacitação de pessoal, entre outros. Neste trabalho, serão apresentadas, de forma resumida, algumas das principais ações e projetos que levaram a CST a alcançar este resultado.

2 PROJETOS DESENVOLVIDOS NA CST

Diversos projetos foram desenvolvidos visando obter uma contínua melhoria do desempenho dos equipamentos. Dentre estes projetos serão destacados, a seguir, os que contribuíram com um impacto mais significativo na maior produtividade das máquinas de lingotamento contínuo da CST.

2.1 Desenvolvimento do Processo Twin na MLC#2

Para que a capacidade nominal de 2,4 milhões de toneladas da MLC#2 fosse alcançada com menor dependência das dimensões programadas para produção, a CST incluiu no projeto o modo de lingotamento duplo conhecido como "twin", utilizado na produção de placas estreitas. Numa mesma largura, este processo praticamente dobra a produtividade da máquina de contínuo, quando se compara com a produção de um mesmo material com o uso de dois veios, como mostrado na Figura 2.

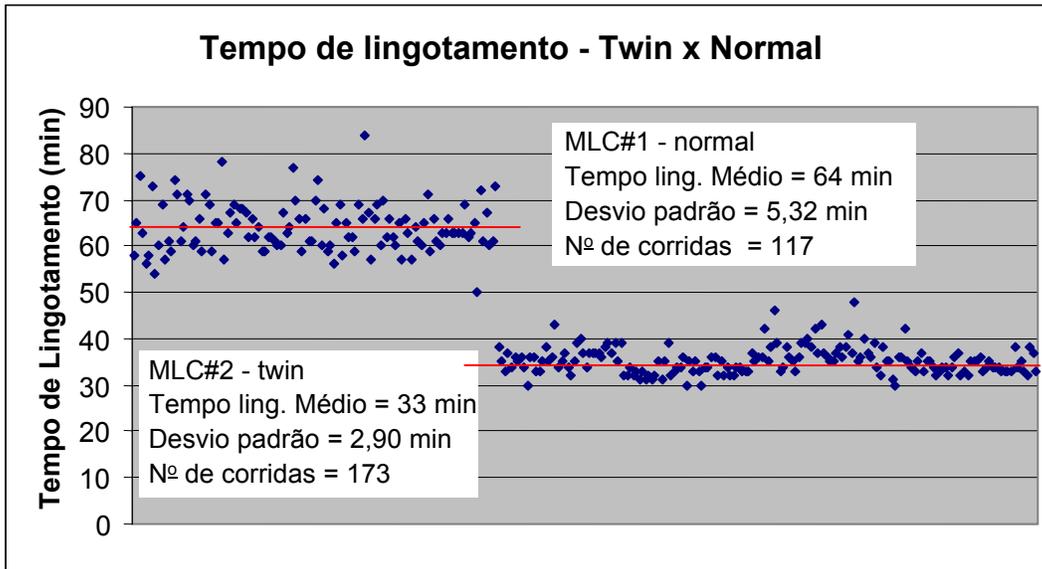


Figura 2. Tempo de lingotamento para um mesmo tipo de aço, com a mesma largura, produzido em lingotamento simples e duplo (twin)

Diversos problemas impediram o uso pleno desta tecnologia na MLC#2⁽³⁾ da CST, principalmente a ocorrência de elevado encurvamento lateral nas placas. Através de modificações realizadas com sucesso no sistema de resfriamento secundário, os problemas relativos a este encurvamento foram solucionados.⁽⁴⁾ A partir de julho de 2002, toda a programação de placas estreitas da CST pode ser priorizada para o modo twin, conforme ilustrado na Figura 3.

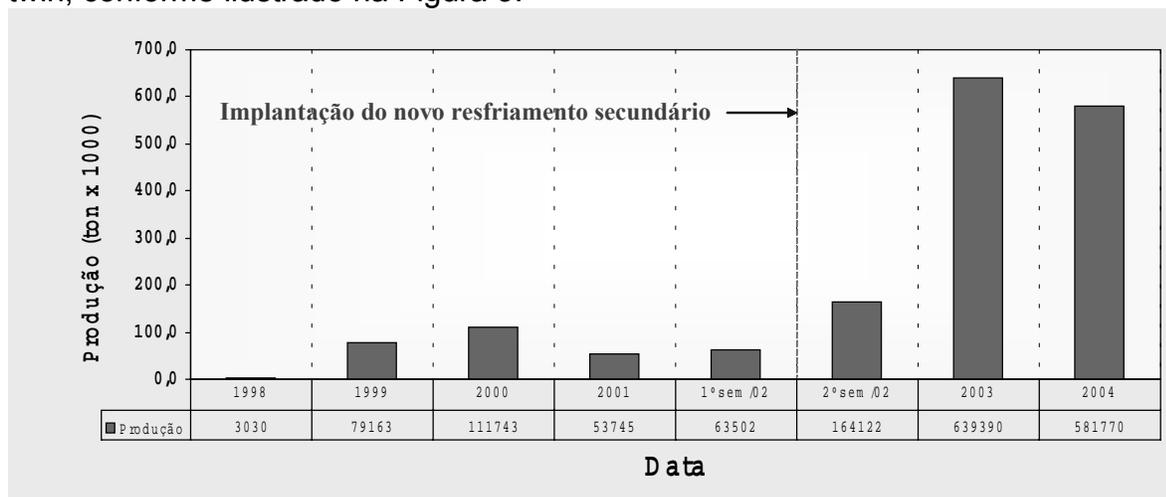


Figura 3. Evolução da produção em modo "twin" na CST desde a partida da MLC#2.

2.2 Estabilização Operacional da MLC#2

Uma das principais razões de parada de uma máquina de lingotamento contínuo é motivada pela troca de segmentos, em função de quebra, desgaste, empeno ou outros motivos que venham impactar na qualidade das placas produzidas. Estas paradas, se em número elevado, conduzem a uma significativa perda de produção nas máquinas. No caso da CST, foi observado que esta perda se concentrava principalmente na MLC#2,⁽⁵⁾ onde se observou uma elevada ocorrência de mancais defeituosos na parte reta da máquina, correspondente às posições dos segmentos de 8 a 14, conforme ilustrado na Figura 4.

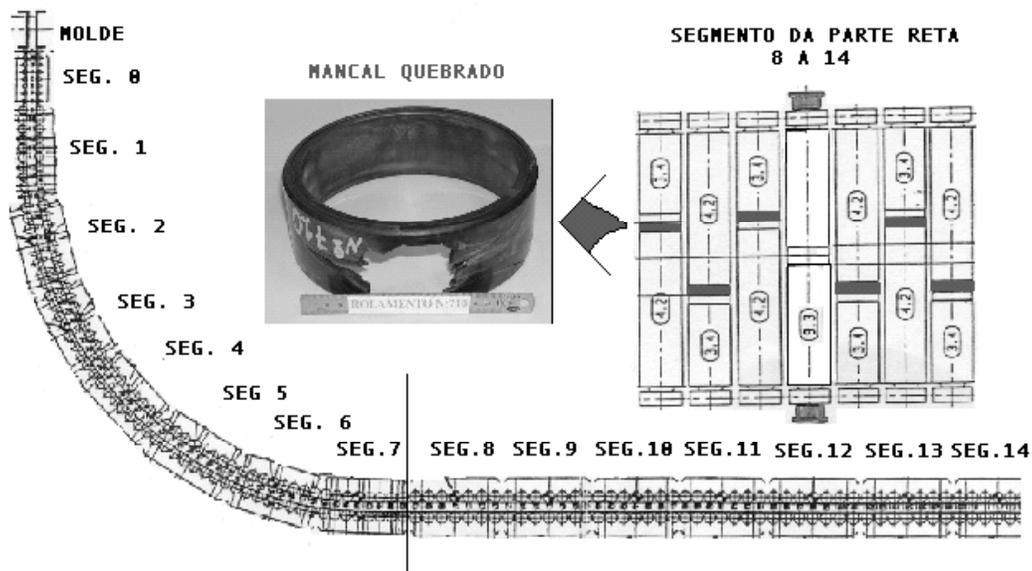


Figura 4. Posição dos segmentos com maior tendência de quebra na MLC#2.

Foi realizada uma análise detalhada das principais causas das falhas prematuras destes segmentos nestas posições. Em 2002 foi iniciado um projeto para melhorar o desempenho dos mancais, onde os principais pontos atacados com sucesso foram:

- instalação de célula de carga para identificar as etapas de lingotamento que provocam esforços mais críticos sobre os mancais (veio parado, troca de distribuidor, início de seqüência, etc.);
- troca do projeto dos mancais;
- viabilização da utilização de graxas resistentes às altas temperaturas;
- melhoria do projeto de selagem dos rolamentos; e
- redução do número de rompimentos de pele (breakouts), sendo realizado um projeto específico para este fim.

Ao todo, o plano de ação elencou 31 pontos a serem atacados neste projeto. O resultado final mostrou um aumento significativo na vida média dos rolamentos da região estudada, conforme mostrado na Figura 5.

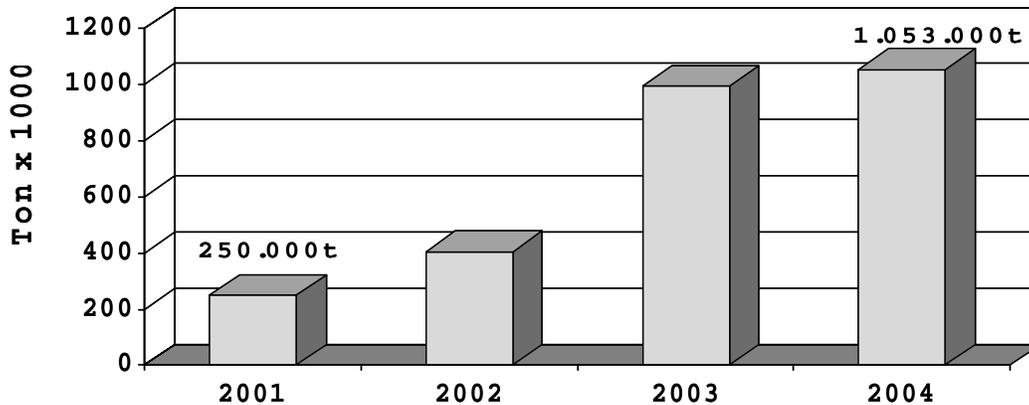


Figura 5. Evolução da Vida Média dos Mancais da MLC#2 da CST.

2.3 Redução do Número de Break Outs

Foi observada a elevada ocorrência de quebra de rolamentos em períodos imediatamente após a ocorrência de rompimento de pele. Este fato pode estar associado ao agarramento de placas solidificadas que conduzem a um elevado esforço mecânico para sua remoção. Assim, um projeto de redução deste evento foi conduzido pela CST,⁽⁶⁾ e que resultou numa sensível redução dos rompimentos, conforme ilustrado na Figura 6.

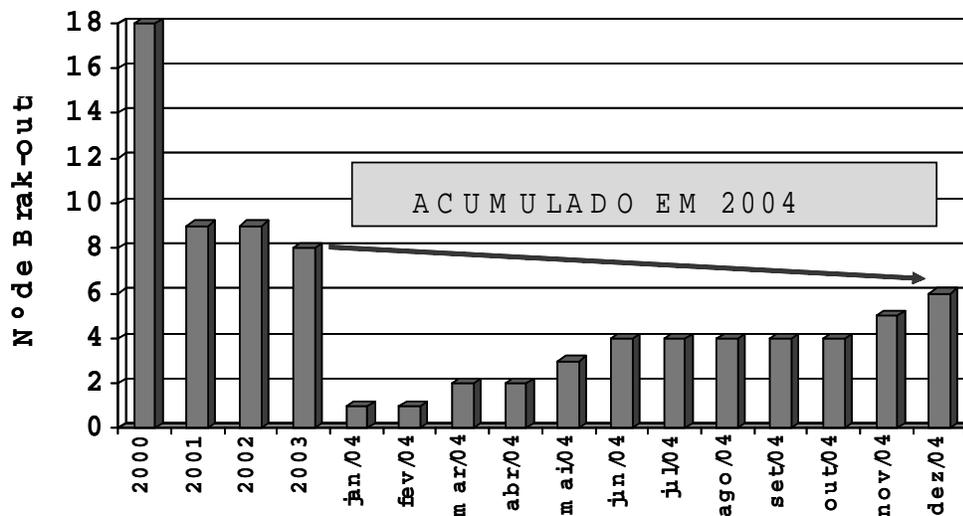


Figura 6. Evolução do número de break outs na CST (2000-2004).

2.4 Aumento da Velocidade de Lingotamento das Máquinas de Contínuo

O aumento de velocidade em uma máquina de lingotamento contínuo conduz a resultados imediatos sobre a produtividade. Entretanto, há um limite para estes ganhos, que são limitados devido a influência da velocidade de lingotamento sobre a qualidade interna ou superficial, ou ajustes que devem ser feitos nos parâmetros de produção de forma a permitir que se torne viável este aumento de velocidade.

Na CST, foi elaborado um projeto para aumento da velocidade de lingotamento em aços baixo carbono e aços peritéticos.⁽⁷⁾ Para viabilizar este projeto, foram necessárias alterações no projeto do resfriamento secundário da MLC#1, de forma a suprir a máquina com a quantidade de água adequada para viabilizar o aumento de velocidade de lingotamento. De igual forma, para o aumento de velocidade do aço peritético, houve uma adequação das características do pó fluxante, com o desenvolvimento de um pó com menor viscosidade e maior temperatura de cristalização. Também foi necessário limitar o aumento a determinados tipos de aços cuja composição química fosse adequada a este aumento, assim como limitar este aumento a um determinado superaquecimento do aço.⁽⁷⁾ Como resultado do projeto, houve a padronização das novas condições de velocidade testadas (Figura 7), que representou um aumento médio de 6,5% na velocidade recomendada nas duas máquinas de lingotamento contínuo, para os tipos de aços estudados.

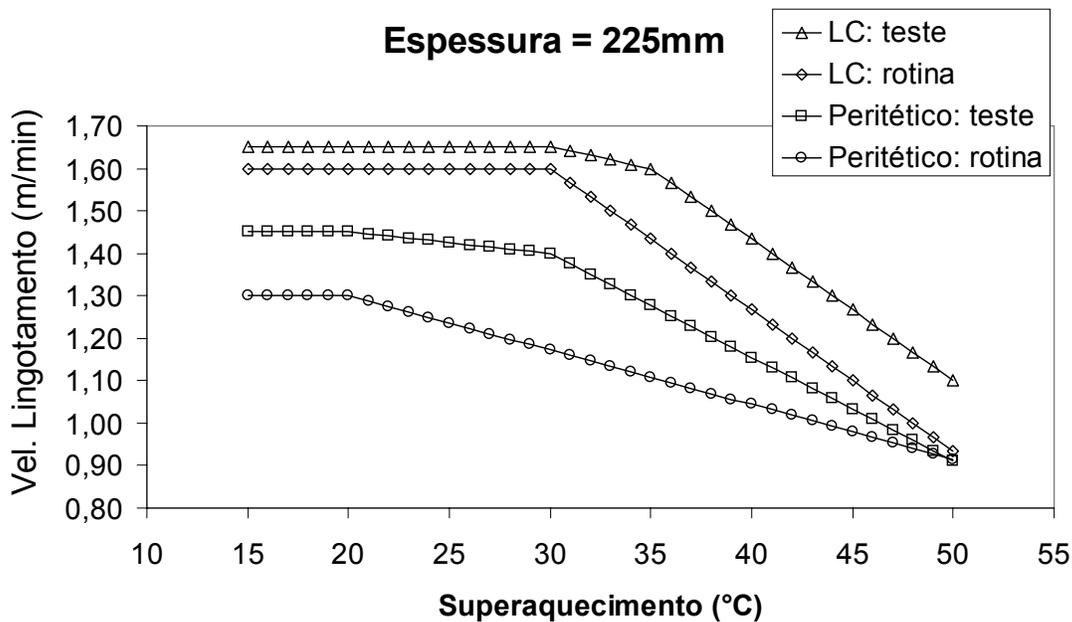


Figura 7. Aumento de velocidade para os aços peritéticos e baixo carbono na CST⁽⁷⁾.

2.5 Certificação dos Operadores do Lingotamento Contínuo

Um dos pontos chave do sucesso para o melhor desempenho das máquinas de lingotamento contínuo foi o programa de qualificação e certificação de todos os operadores. Este programa foi centrado nos seguintes objetivos:

- Estabelecimento de itens de conhecimentos mínimos (técnicos, habilidades e atitudes) que um profissional deve ter para o bom desempenho de suas funções.
- Definição das ferramentas adequadas para comprovar se o profissional já possui os conhecimentos mínimos estabelecidos na Norma de Requisitos.
- Redução da variabilidade e redução dos erros operacionais.

Todos operadores foram submetidos a um intenso treinamento técnico e prático. A qualificação foi outorgada através de testes teóricos, onde a performance mínima exigida foi de 70%. Em seguida, houve a certificação, onde foi utilizada a metodologia do DSV – Diagnóstico pelo Supervisor, com algumas pequenas adaptações. O principal objetivo desta ferramenta foi avaliar o cumprimento dos PO's – Padrões Operacionais.

Os operadores foram treinados através de uma parceria CST/CEFETES, sendo que em agosto de 2003, 100% do efetivo do lingotamento contínuo já havia concluído a certificação.

Esta certificação atingiu plenamente seus objetivos, estando hoje os operadores do lingotamento contínuo da CST desempenhando suas funções com influência reduzida na variabilidade do processo, contribuindo assim para melhor performance do processo e dos equipamentos da CST.

3 CONCLUSÃO

- A CST implantou duas máquinas de lingotamento contínuo, com capacidade nominal conjunta de 4.200.000 ton/ano;
- Através de uma série de projetos internos, a CST conseguiu elevar a capacidade de produção conjunta para 5.300.000 ton, o que representa mais de 25% acima da capacidade nominal inicial conjunta das máquinas;
- Para atingir este objetivo, alguns projetos tiveram contribuições relevantes, a se destacar o desenvolvimento contínuo do processo twin na MLC#2, a estabilização operacional das máquinas, a redução do número de break-outs e o projeto de aumento de velocidade de lingotamento para os aços com maior volume de produção;
- Visando a redução da variabilidade no processo e a redução dos erros operacionais, a CST concluiu, com êxito, o processo de qualificação e certificação dos operadores de seu lingotamento contínuo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- 1 MATOS, M. F.; SILVA, A. G.; FONTES, R. S.; SOARES, L. A.; MELO, W. G. V.; CARDOSO, G.I.S.L. Implantação do lingotamento contínuo de placas na Companhia Siderúrgica de Tubarão. In: CONGRESSO ANUAL DA ABM, 50., 1995, São Pedro. **Anais...** São Paulo: ABM, 1995. p. 471-478.
- 2 CARDOSO, G. I. S. L.; PERIM, C. A.; SOARES, L. A.; MELO, W. G. V.; SOUZA JÚNIOR, J. A.; MATOS, M. F. Desenvolvimentos técnicos no lingotamento contínuo da Companhia Siderúrgica de Tubarão-CST-Brasil. In: SEMINÁRIO “INNOVACIONES TECNOLOGICAS EN ACERIA Y COLADA CONTINUA, 1998, Santiago, Chile.
- 3 PERIM, C. A.; CUNHA, R. R.; NASCIMENTO, A. D.; SOUZA JUNIOR, J. A.; SILVA, A. G. O lingotamento twin na máquina de lingotamento contínuo número 2 da Companhia Siderúrgica de Tubarão – CST. In: SEMINÁRIO DE ACERIA, 13., 2001, Buenos Aires. p.17-25.
- 4 NASCIMENTO, A. D.; MOREIRA JUNIOR, D. M.; MATOS, M. F.; PERIM, C. A.; SILVA, A. G.; CUNHA, R. R.; SANTOS, S. S. Production and quality results of twin casting process at CST. In JOURNÉES SIDÉRURGIQUES INTERNATIONALES, ATS, 2003, Paris. Paris: Editions de la Revue de Métallurgie, 2003. p. 214-215.
- 5 GOMES, S. R.; NASCIMENTO, A. D.; MATTEDI, S. L.; PASSOS, J. C. O.; CRAVO, V. O.; GOMES, R. A.; SILVA, A. G. Continuous casting no 2 operational stabilization at CST. **La Revue de Métallurgie**, Paris, p. 473-477, Jun. 2004.
- 6 NASCIMENTO, A. D.; SOUZA JUNIOR, J. A.; SILVA, A. G.; SANTOS, S. S.; PERIM, C. A.; NASCIMENTO, J. S.; PASSOS, J. C. O. Breakout index reduction in continuous casting machines at CST. In: JOURNÉES SIDÉRURGIQUES INTERNATIONALES, ATS, 2001, Paris. Paris: Editions de la Revue de Métallurgie, 2001. p. 220-221.
- 7 FURTADO, H. S.; SANTOS, S. S. Increase in casting speed of low carbon and peritetic steel grades at CST continuous casting #1. In: JOURNÉES SIDÉRURGIQUES INTERNATIONALES, ATS, 2004, Paris. Paris: Editions de la Revue de Métallurgie, 2004. p. 164-165.

PRODUCTIVITY INCREASING IN THE CONTINUOUS CASTING MACHINES AT COMPANHIA SIDERÚRGICA DE TUBARÃO – CST

Abstract

Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST) has been in operation since 1983, and its main products are steel slabs and hot rolled coils. Until 1995, the whole production was performed using the ingot casting / slabbing mill route and the total slab production was around 3 millions ton per year. CST commissioned its first continuous casting machine (CCM#1) in April 1995, with nominal capacity of 1.800.000 t/year. In February 1998, CST started up the operation of its continuous casting machine number 2 (CCM#2), with nominal capacity of 2,400,000 t/year. By using continuous improvement in the production process, maintenance and the latest technologies and equipment, it became possible for CST to achieve a total production much higher than the nominal capacity established for each continuous casting machine. The record of CCM#1 is 2,461,666 metric tons of slabs produced in a year. In the same way, the record of CCM#2 achieved 3,027,107 tons in 2003. Nowadays, CST is able to produce until 5,300,000 ton of slabs in both casters. This paper describes the main features that have been contributed for the casting operational improvements, emphasizing the development of twin casting process in CCM#2; the quality improvement of maintenance, leading to the caster's improved performance; the reduction in the number of break-outs; the continuous increasing casting speed for several steel grades. It is also describable the training of operational people, which qualification and certification is being provided by ABM (Brazilian Society for Materials and Metallurgy).

Key-words: Key Words: Continuous Casting, productivity, twin casting