

MONTAGEM REFROTÁRIA DOS LD's DA CST, UMA NOVA REALIDADE MUNDIAL ⁽¹⁾

Iram Antônio (2)
João Chiabi Duarte (3)
Joaquim **Ruela** de Araújo (4)
Josias Marques Barbosa (5)
Luiz Antônio R. do Valle (6)
Luiz Guilherme Mendes (7)
Ricardo Afonso **Braga** (8)
Sebastião Loureiro Filho (9)
Zelber Dettogne Nascimento (10)

RESUMO

A partir do objetivo de otimização do revestimento refratário dos convertedores da Companhia Siderúrgica de Tubarão (CST), iniciou-se uma avaliação sistemática deste processo na busca de soluções para redução do tempo de montagem que, simultaneamente, cumprissem as diretrizes da empresa quanto à segurança do trabalho, garantia da qualidade de montagem refratária e principalmente ao aumento da produtividade.

As ações estabelecidas envolveram mudanças sistemáticas nos equipamentos, métodos, engenharia de projeto do revestimento refratário, administração de pessoal e planejamento geral das atividades.

O trabalho evidencia como a CST alcançou a posição de “benchmarking” em tempo de montagem (54 horas) do revestimento refratário de seus convertedores, com aumento da produtividade de revestimento para 12,67 t / h aliado à conquista da meta de “**Zero Acidente**” e a outros benefícios obtidos com a implantação das melhorias.

Palavras chave: Converteedor, Refratário, Produtividade.

⁽¹⁾ Trabalho a ser apresentado no XXXV Seminário sobre Fusão, Refino e Solidificação dos Metais - A.B.M. - a ser realizado nos dias 17,18 e 19 de Maio de 2004 em Salvador, Bahia

⁽²⁾ Engenheiro Especialista de Refratários da Aciaria - CST

⁽³⁾ Gerente de Divisão da Aciaria - CST

⁽⁴⁾ Técnico de Controle de Refratários da Aciaria – CST

⁽⁵⁾ Consultor de Controladoria – CST

⁽⁶⁾ Gerente Geral do Departamento da Aciaria - CST

⁽⁷⁾ Técnico de Controle de Refratários da Aciaria - CST

⁽⁸⁾ Técnico de Controle de Refratários da Aciaria - CST

⁽⁹⁾ Coordenador de Refratários da MSA na CST

⁽¹⁰⁾ Supervisor de Aplicação de Refratários da MSA na CST.

1. INTRODUÇÃO

Para o desenvolvimento desse trabalho, adotamos como premissa o estudo de novos métodos de planejamento e execução do revestimento refratário dos Convertedores da CST, no qual torna-se necessário compreender os fatos motivadores de tal empreendimento.

Neste contexto, destaca-se a situação da CST de disponibilidade de apenas 02 convertedores para sua operação, com ritmo anual de 5.200.000 t de aço líquido, operando com apenas um convertedor durante as intervenções de troca de refratário no outro. Sabendo-se da premissa que a produção dos Altos-Fornos é maior que a capacidade de refino quando dispõe de apenas um LD, torna-se imperativa a redução dos tempos de parada para manutenção.

A busca de eficiência em seu processo tem vários elementos por vezes agravantes e outras como oportunidade de redução de custos, dos quais citamos abaixo:

- 1.1. O período de disponibilidade de apenas um convertedor é reconhecidamente crítico pela exposição de uma usina integrada ao risco de não ter como absorver a produção dos Altos-fornos.
- 1.2. A gusa líquida não absorvida no convertedor tem duas alternativas: ou é moldado na máquina de moldar gusa (pão-de-gusa) ou é vertido em baias forradas com escória no pátio de emergência. No primeiro caso há limitação de capacidade do equipamento (200 t / h) e no segundo caso pode gerar ocorrências ambientais (imperfeições do piso da baia, umidade residual nos períodos chuvosos, etc) que não são desejáveis para a empresa.
- 1.3. O excedente moldado retorna para o convertedor após beneficiamento, entretanto é agregado um custo da ordem de 10 ~ 20 US\$ / t, considerando as duas rotas possíveis e as perdas térmicas associadas à re-fusão.
- 1.4. O arranjo logístico durante a montagem, historicamente empregado levava a baixa produtividade da equipe de trabalho envolvida na atividade e assim, configurava oportunidade de redução de custos durante a realização do revestimento.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. Avaliação do processo de revestimento refratário do convertedor

Em função dos itens relacionados acima, resolveu-se estabelecer metas estratégicas de redução de tempo total da manutenção que passaram a nortear a análise de toda a equipe comprometida com as atividades.

O ponto de partida para a identificação das oportunidades, além da execução de reuniões técnicas abertas com “brainstorming”, passou-se ao acompanhamento detalhado das atividades “in loco”, verificação de desvios, análise de anomalias relatadas, estudo de tempos e movimentos, determinação das oportunidades de ganho nas atividades repetitivas, além da análise das condições de trabalho.

Após análise do processo existente foi possível estratificar as principais variáveis que afetavam diretamente o aumento do tempo de revestimento refratário do convertedor. A partir daí, foram realizados estudos baseados na melhoria contínua do processo, e definição de planos de ações estratégicos para os fatores causais levantados, como ilustrado no gráfico 1.

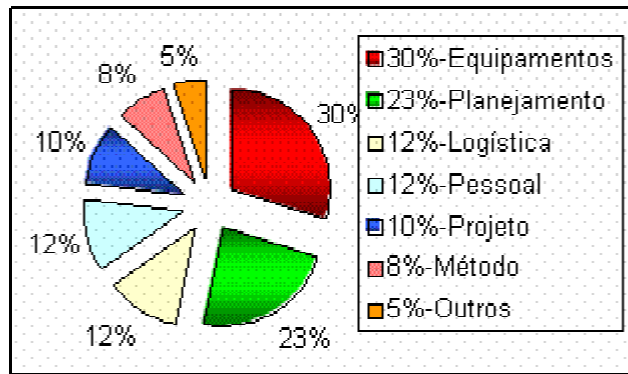


Gráfico 1 - Variáveis de processo que influenciam no aumento do tempo de revestimento.

2.2. Estudo das variáveis do processo

2.2.1. Equipamentos

Conforme o gráfico 1, os equipamentos representavam a maior gama de oportunidades de melhorias. A seguir, relacionamos as principais ações realizadas:

2.2.1.1. Alteração na posição dos olhais da plataforma de revestimento:

Os olhais de sustentação da plataforma de revestimento eram montados em linha, tornando-se limitada a sua área útil. A alteração de sua disposição trouxe os seguintes benefícios:

- eliminação de interferência das correntes de sustentação ao descer as padiolas;
- aumento da capacidade de abastecimento da área;
- aumento da velocidade do abastecimento;
- redução da interferência do operador na descarga de materiais;
- melhor espaço para circulação no interior do convertedor.

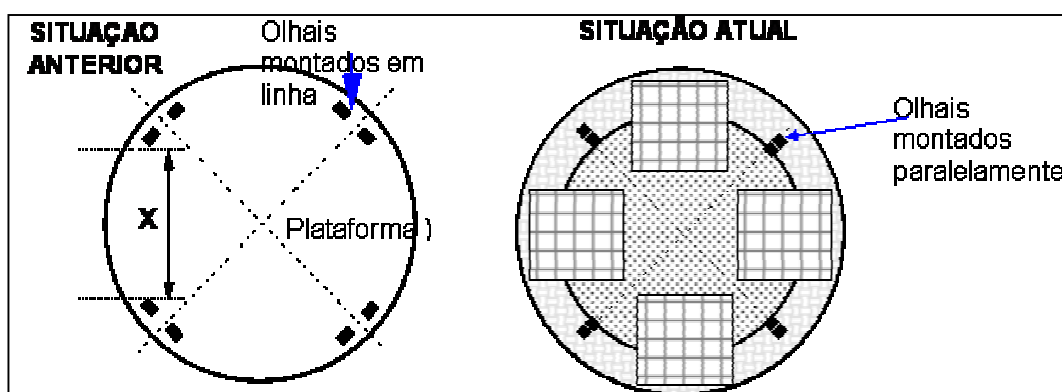


Figura 1 – Modelo esquemático do posicionamento dos olhais da plataforma de revestimento

2.2.1.2. Melhorias realizadas nas gaiolas de transporte de tijolos refratários:

Foram promovidas modificações nas bases das gaiolas de transporte de refratários, fundamentais para a atividade de abastecimento e também para a segurança da

equipe de montagem. As deficiências verificadas geravam repetição de movimentos, descentralização da gaiola na base e dificuldade de travamento dos pinos. Também foi feita a substituição do cabo de aço por cruzeta, que tornou a tarefa de posicionamento e travamento da gaiola na base mais segura e mais ágil (maior facilidade de alinhamento da gaiola e base, eliminação de interferência da altura útil da torre e minimização da ação do operador para posicionamento da gaiola).

2.2.1.3. Melhorias das condições de segurança

Para a eliminação de acidentes nesta atividade de risco, várias ações foram implementadas, conforme abaixo:

- 2.2.1.3.1. Enclausuramento da torre de revestimento, conforme figura 2, eliminando a queda de objetos e particulados no interior do LD;
- 2.2.1.3.2. Uso de centrais de ar condicionado para redução da temperatura ambiente no interior do LD;
- 2.2.1.3.3. Melhoria da iluminação na torre de revestimento e regiões de estocagem de refratários, através de substituição de lâmpadas convencionais por lâmpadas de vapor metálico;
- 2.2.1.3.4. Isolamento das regiões sobre a torre de revestimento, eliminando queda de objetos e particulados;
- 2.2.1.3.5. Implementação de plano de contingência para possível falta de oxigênio e energia elétrica no interior do LD, tendo em “stand-by”, máscaras especiais de emergência (sistema “arcofill”) e talha pneumática com sistema trava-quedas, respectivamente;
- 2.2.1.3.6. Implantação de uso de anel provisório de segurança sobre o anel do LD, visando garantir maior proteção contra a queda de objetos;

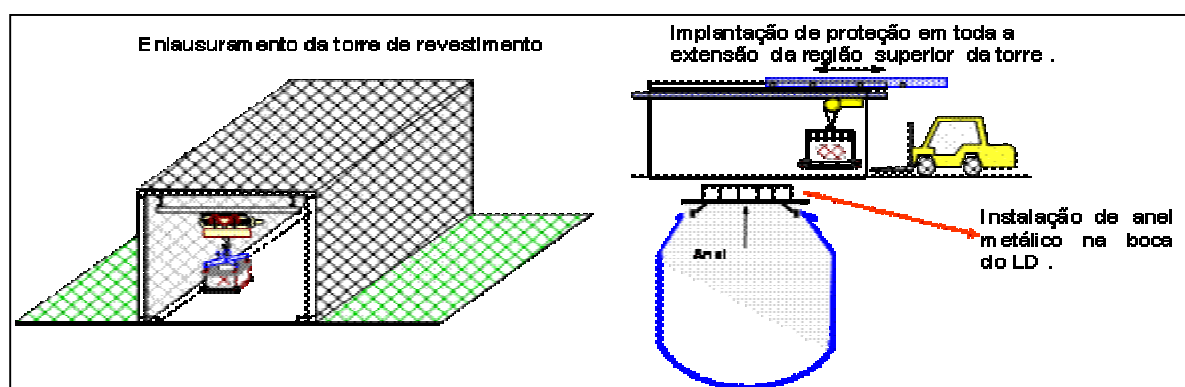


Figura 2 – Enclausuramento da torre de revestimento e instalação de anel provisório de segurança

2.2.1.4. Aumento da velocidade da talha elétrica para transporte de materiais e alteração do sistema de fixação das talhas de correntes

Uma das principais necessidades verificadas no estudo das variáveis, foi o aumento da velocidade de elevação da talha elétrica, que foi implementado após o

“revamping” da talha e aumento de velocidade de elevação de 9 m/min para 14,4 m/min e velocidade de translação e rotação de 6m/min para 12m/min.

2.2.2. Planejamento e Método

Além da série de melhorias de equipamentos até aqui relacionadas, outras observações similares foram realizadas e levaram a rearranjos na seqüência de várias tarefas associadas ao revestimento, padronização de todas as atividades e treinamento das equipes.

O planejamento para revestimento do convertedor, por sua vez, passou a incorporar o gerenciamento das ações de rotina e de melhoria, redefinindo planos de manutenção preventiva dos equipamentos e o estabelecimento de metas na busca da melhoria contínua dos resultados.

2.2.3. Logística dos materiais refratários

O revestimento do convertedor é uma atividade que possui uma seqüência lógica a ser seguida. Entretanto, demanda planejamento das etapas e arranjo logístico que compreenda todas as atividades. Os estudos realizados mostraram grande número de interrupções por suprimento inadequado. Observou-se que alguns itens chegavam ao interior do convertedor antes do momento de sua aplicação e outros apenas depois, quer dizer: havia muitas correções a serem feitas para a aproximação do “just-in-time”.

As fases da logística estão dispostas conforme o fluxo de processo, da Figura 3.

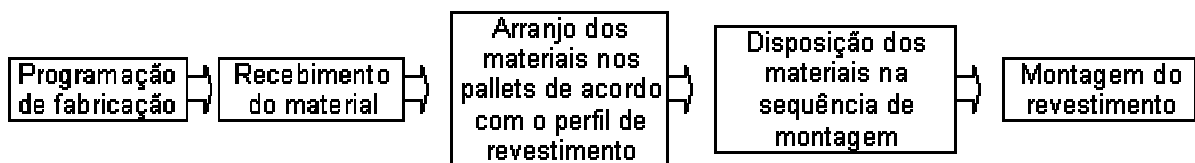


Figura 3 – Logística para revestimento do convertedor

Dentre as diversas implementações realizadas, destacam-se:

- Implementação de novas práticas de gestão de estoque, tratando a identificação e alocação do espaço físico conforme a seqüência de aplicação;
- Maximização da capacidade de carga dos pallets. Verificou-se que 60 % dos pallets apresentavam-se com carga muito abaixo de seu limite de segurança;
- Rearranjo da carga nos pallets de forma a facilitar e otimizar o seu desmonte manual para aplicação dos tijolos;
- Composição dos pallets em conformidade com a quantidade, dimensão e qualidade de cada anel de sua específica aplicação.
- Acréscimo de mais uma empilhadeira para o abastecimento.

2.2.4. Pessoal

Qualquer implementação de melhorias sem participação e comprometimento do homem está fadada ao insucesso. Ciente disso, o desenvolvimento iniciou com a participação efetiva das equipes, através da realização de “brainstorming”, que possibilitou à identificação de oportunidades e definição de ações para eliminação de anomalias. Outro fator relevante para o sucesso foi o apoio total das gerências

quando da apresentação das idéias e custos de sua implementação. Como conseqüência disto, o tempo de resposta entre a apresentação da sugestão e sua implementação sempre foi pequeno e acabava gerando estímulo para toda a equipe participar efetivamente do programa de melhoria contínua.

Outro fator inquestionável é o programa motivacional adotado em todas as campanhas de revestimento do convertedor, onde os integrantes da equipe de revestimento passaram a receber um prêmio, quando as metas de segurança e o tempo desafio de revestimento do LD são cumpridos.

2.2.5. Engenharia de Projeto de revestimento refratário

O projeto de revestimento passou por vários ajustes para atender as novas demandas e otimização do processo de revestimento, das quais destacam-se:

2.2.5.1. Região das ventaneiras

Aproveitando a implantação do sistema de sopro com controle múltiplo e alta vazão (sistema MTBI), as ventaneiras foram alteradas de formato cilíndrico para tronco-piramidais, de dimensões similares aos tijolos aplicados nesta região, conforme figura 4. Esta mudança possibilitou a redução de aproximadamente 11 horas no revestimento desta região.

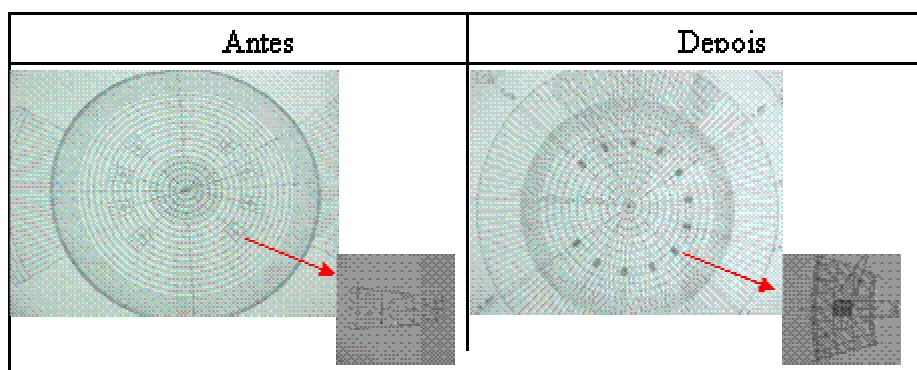


Figura 4 – Esquema de montagem das ventaneiras - alteração e formato.

2.2.5.2. Região do cilindro

Desenvolvimento de nova combinação dimensional para fechamento dos anéis de modo a reduzir de 02 (dois) para apenas um formato de tijolo. Essa mudança possibilitou também a redução do tempo demandado para a tarefa de 20 horas para 08 horas.

2.2.5.3. Região do revestimento permanente do cone inferior e cilindro

Aumento da altura dos tijolos e conseqüente otimização da montagem pela redução do número de anéis.

2.2.5.4. Região do cone superior

A geometria do cone superior, por ser complexa, acarretava maior tempo para a realização do revestimento permanente, além de tornar susceptível o seu desprendimento durante a demolição.

Uma análise mais acurada concluiu pela viabilidade técnica de substituição do revestimento em tijolos por uma composição monolítica, conforme figura 5, com conseqüente melhoria do desempenho e maior produtividade de aplicação.

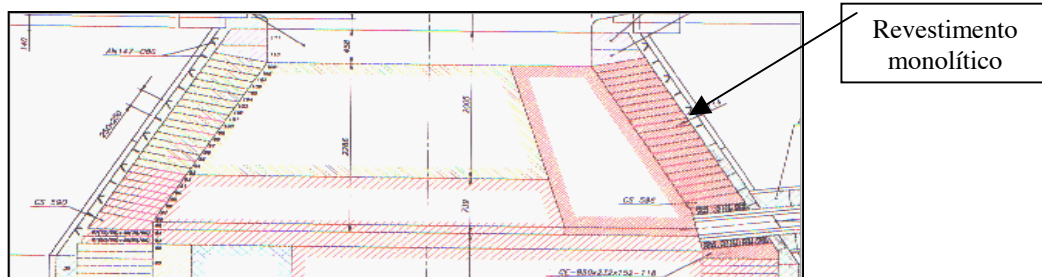


Figura 5 – Demonstração do cone superior

3. Resultados

Os resultados da aplicação das várias iniciativas foram surpreendentes, no qual citamos algumas delas:

- O tempo de revestimento, considerando inclusive a troca do revestimento permanente, foi reduzido de 288 para 54 horas em 2003, conforme gráfico 2;
- A produtividade aumentou mais de 500 %, evoluindo de 2,43 para 12,67 t/h ;
- E o alcance do “zero acidente” desde 2001 é a evidencia de que as atividades implementadas foram aquelas realmente necessárias;
- Nas últimas 13(treze) campanhas de revestimento do Convertedor foram observados recordes de produtividade que superaram as marcas anteriores, atingindo-se o melhor resultado de 45 horas e 09 minutos quando foram mínimas as intervenções no revestimento permanente, e 54 h quando foi necessária a troca do revestimento permanente, e o mais importante, sem nenhuma ocorrência de acidente.
- As campanhas motivacionais empreendidas em conjunto pelas empresas, foram um dos elementos principais para que se conseguisse o expressivo resultado de 62.400 homens-hora sem acidentes, nas atividades de montagem e manutenção refratária.

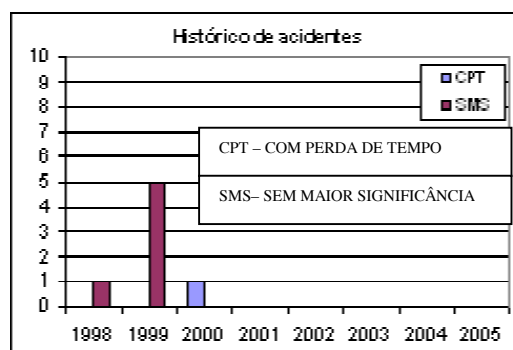
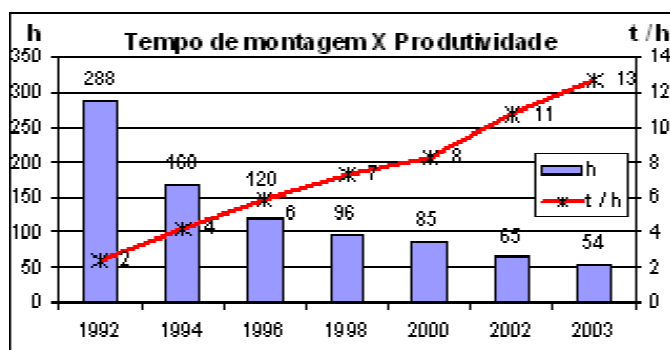


Gráfico 2 – Produtividade e Histórico de acidentes

4. CONCLUSÃO

No desenrolar deste trabalho pode-se observar que a partir de soluções elementares e a adoção de técnicas de observação, análise e planejamento, é possível se alcançar excelentes resultados.

As metas pré-estabelecidas foram suplantadas, tornando o processo de revestimento mais ágil e seguro, garantindo maior disponibilidade dos convertedores à operação, fruto de um trabalho realizado com participação efetiva de todo o grupo envolvido, cujo foco é a busca da melhoria contínua do processo de revestimento refratário dos convertedores.

As marcas mais relevantes deste trabalho foram :

- Redução significativa nos tempos de revestimento de 288 h para 54 h;
- Aumento da produtividade de 2.43 t/hora para 12.67 t/hora.
- 13 campanhas seqüenciais sem ocorrência de acidentes pessoais.
- Contribuição significativa para a redução dos custos de fabricação do aço líquido, uma vez que, a disponibilidade dos convertedores foi aumentada em 234 h, ou seja, considerando o ritmo atual de produção dos convertedores, a cada campanha o ganho potencial é da ordem de 74 mil toneladas de aço líquido (comparando-se com os resultados do ano de 1992).
- Mesmo sendo batidos recordes sucessivos de redução dos tempos de montagem refratária, não foi observada no período nenhum encerramento de campanha em função de falha de montagem do refratário.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, Vicente Falconi. Gerenciamento da rotina do trabalho. Belo Horizonte, p. 226-232, 1998 .

CHIAVENATO, Idalberto. Introdução á teoria geral da administração. 3ª. Edição. São Paulo, Mc Graw-Hill do Brasil, 1983.

DEMING, W. Edwards. Qualidade: a revolução da administração. Rio de janeiro, Marques-saraiva, 1990.

ISHIKAWA, Kaoru. TOC, Total Quality Control: Estratégica e Administração da Qualidade. São Paulo, IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.

WERKEMA, Maria Cristina Catarino . Otimização estatística de processos . Belo Horizonte, p. 13-26, 1996

CST's LD Refractory Assembly, a new concept ⁽¹⁾

Iram Antônio (2)
João Chiabi Duarte (3)
Joaquim **Ruela** de Araújo (4)
Josias Marques Barbosa (5)
Luiz Guilherme Mendes (6)
Ricardo Afonso **Braga** (7)
Sebastião Loureiro Filho (8)
Zelber_Dettogne_Nascimento.... (9)

ABSTRACT

In order to optimize the LD refractory assembly it was started a systematic evaluation of the process, aiming to find solutions to decrease the assembly time, increase productivity, ensuring quality and respecting safety requirements.

The work includes changes in methods, equipments, refractory assembly engineering, planning and personal management.

This paper shows the ways selected by CST to reach "benchmarking" in terms of productivity and safety procedures (Zero Accident).

Key Words: LD Converters, Refractory, Productivity.

⁽¹⁾ Trabalho a ser apresentado no XXXV Seminário sobre Fusão, Refino e Solidificação dos Metais - A.B.M. - a ser realizado nos dias 17,18 e 19 de Maio de 2004 em Salvador, Bahia

⁽²⁾ Engenheiro Especialista de Refratários da Aciaria - CST

⁽³⁾ Gerente de Divisão da Aciaria - CST

⁽⁴⁾ Técnico de Controle de Refratários da Aciaria – CST

⁽⁵⁾ Consultor de Controladoria – CST

⁽⁶⁾ Técnico de Controle de Refratários da Aciaria - CST

⁽⁷⁾ Técnico de Controle de Refratários da Aciaria - CST

⁽⁸⁾ Coordenador de Refratários da MSA na CST

⁽⁹⁾ Supervisor de Aplicação de Refratários da MSA na CST.