

CENTRO UNIVERSITÁRIO DO SUL DE MINAS UNIS – MG

ENGENHARIA MECÂNICA

LEONARDO WILLIAM RIBEIRO

Biblioteca Monsenhor Domingos Prado Fonseca

N. Class. *M 621.4022*

Cutter *B 484r*

Ano/Ed. *2010*

**SISTEMA DE BIBLIOTECAS
FEPESMIG**

BIBLIOTECA MONSENHOR DOMINGOS PRADO FONSECA

**REDUÇÃO DA PERDA DE TEMPERATURA DE METAL LIQUIDO DURANTE A
TRANSFERÊNCIA ENTRE FORNOS.**

Varginha - MG

2010

LEONARDO WILLIAM RIBEIRO

**REDUÇÃO DA PERDA DE TEMPERATURA DE METAL LIQUIDO DURANTE A
TRANSFERÊNCIA ENTRE FORNOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao curso de Engenharia Mecânica do Centro
Universitário do Sul de Minas – UNIS/MG
como pré-requisito para a obtenção do grau
de Engenheiro Mecânico, sob a orientação do
Prof. Luiz Carlos Guedes.

Varginha - MG

2010

LEONARDO WILLIAM RIBEIRO

**REDUÇÃO DA PERDA DE TEMPERATURA DE METAL LIQUIDO DURANTE A
TRANSFERÊNCIA ENTRE FORNOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Engenharia Mecânica
do Centro Universitário do Sul de Minas –
UNIS/MG como pré-requisito para a obtenção
do grau de Engenheiro Mecânico pela banca
Examinadora composta pelos membros: Prof.
Esp. Mairo Mazzeu Silveira, Prof. Ms.
Alessandro Ferreira Alves e Prof. Luiz Carlos
Vieira Guedes.

Aprovado em 02/12/2010



Prof^o Ms. Alessandro Ferreira Alves



Prof^o Esp. Mairo Mazzeu Silveira



Prof^o. Luiz Carlos Vieira Guedes.

OBS.:

Dedico este trabalho aqueles que contribuíram e acreditaram na sua realização. Principalmente a minha e família e a minha namorada que me deu todo apoio para que pudesse concluir mais uma etapa estudantil de minha vida. Agradeço também a Deus que me guiou e orientou durante esses cinco anos.

Agradeço aos meus pais, a minha namorada, professores, amigos e colegas pôr terem contribuído na execução deste trabalho.

“O sucesso é um professor perverso. Ele seduzas pessoas inteligentes as faz pensar que jamais vão cair”.

(Bill Gates)

RESUMO

O mercado consumidor vem exigindo cada vez mais variedades de produtos que possuam qualidade, confiabilidade e preços adequados. Isto possui um reflexo direto nas linhas de produção das indústrias. A viabilidade técnica e econômica de um processo baseiam-se em redução do tempo de produção e eliminação de perdas. Para que estas metas sejam alcançadas é necessário gerenciar o processo, Sendo assim, uma análise feita nas calhas de transferência de metal líquido entre fornos, onde verificou uma grande perda de temperatura, durante o processo. O objetivo geral desse trabalho é apresentar a metodologia utilizada na implementação de um novo revestimento nestas calhas de transferência. O estudo de caso visto neste trabalho foi feito com uma estimativa de 12 meses com retorno do custo benefício usado em linha de fundição de rodas de alumínio composto com 7% e 11% de silício.

Palavras-chave: : Redução.

ABSTRACT

The consumer market is demanding more and more varieties of products with reliable quality, reasonable prices. This has a direct reflection on the production lines of industry. The technical and economic feasibility of a process based on reduction of production time and Elimination of losses. To ensure that these goals are met is necessary to manage the process, Thus, an analysis made in the gutters for the transfer of liquid metal from furnaces, which found a large heat loss during the process. The goal of this paper is to present the methodology used implementation of a new coating on these transfer rails. The case study seen in this work was done with an estimated 12-month return on the cost benefit of line used in smelting aluminum wheels made with 7% and 11% silicon.

Keywords: Reduction.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Foto. 1 – Alumínio agarrado.....	20
Foto. 2 – Dificuldade em movimentação das calhas.....	20
Foto. 3 – Deformação das calhas.....	21
Fig. 3 – fluxograma do processo de fabricação de rodas	24
Foto. 4 – Alumínio agarrado e cantos vivoso	21
Fig.1 – Diagrama causa raiz	25
Fig. 1 – desenho em 2D	28
Foto. 5 – Sistema de Transferencia antigo	30
Foto. 6 – Calha movel.....	31
Foto. 7 – Curva movel da calha	31

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico. 1 – Consumo de refratario	18
Gráfico. 2 – Aquecimento x tempo.....	19

LISTA PLANILHAS

Tabela 1 – temperatura nas interfases com concreto refrátario aluminoso 50	26
Tabela. 2 – temperatura nas interfases com concreto refrátario SIALLOY 70.....	26
Tabela. 3 – temperatura na tampa com concreto refrátario SIALLOY 70	27

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO DO TRABALHO	15
2.1 Objetivo Específico	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	16
4. DESENVOLVIMENTO	17
4.1 O projeto.....	17
4.2 Características do material	17
4.2.1 Gráficos	18
4.2.3 Gráfico Consumo	18
4.2.4 Gráfico variação de temperatura	19
4.3.1 Hipóteses	20
4.3.2 Análises.....	22
4.4 Situações Atual	22
4.4.1 Principais problemas	22
4.4.2 Análise do fluxograma do processo.....	23
4.4.3 Perfil térmico da parede atual.....	26
4.4.3 Perfil térmico da parede apósl	26
4.4.4 Perfil térmico da tampa.....	27
4.5.1 Pré-projeto	27
4.5.2 Proposta.....	28

4.5.3 Parede.....	29
4.5.4 Fundo.....	29
4.5.5 Tampa.....	29
4.6.1 Análises de resultados.....	29
4.6.4 Resultados Comparativos.....	30
4.6.5 Comparativos entre Refratários.....	30
4.7.1 Análises de resultados.....	31
5. RESULTADOS OBTIDOS.....	32
5.1 Outros ganhos.....	32
CONCLUSÃO.....	33
BIBLIOGRAFIA.....	34

INTRODUÇÃO

A constante necessidade das empresas se tornarem competitivas no mundo globalizado, faz o processo de manufatura ser um dos alvos principais no atendimento dos objetivos estratégicos das organizações. Na busca de melhorias na produtividade e qualidade, um dos pontos mais importantes é enxergar o mapa de valor da organização. A partir desta visão, torna-se possível a identificação das oportunidades de melhorias e a redução de custo, eliminando todos os desperdícios/atividades que não agregam valor ao produto ou serviço.

A disseminação dos conceitos básicos que regem a correta especificação de um produto é importante, iniciando-se pela parte conceitual e passando por toda a definição técnica do produto, sempre levando em conta a relação custo/benefício do projeto. Portanto, quando o lado econômico do investimento é avaliado, é necessário levar em consideração alguns fatores primordiais. Dessa maneira, a decisão passa a ser técnica e financeira. O objetivo deste trabalho é a verificar a aplicabilidade de um novo material nos revestimentos das calhas para redução da perda de temperatura de um metal líquido durante seu processo de transferência do líquido entre fornos de fusão alterando seu projeto verificando seu revestimento e isolamento mantendo suas características periféricas com perfeito estado de conservação mecânica. Como a indústria requer constantemente a justificação e comprovação de qualquer investimento por menor que seja, é fundamental a elaboração de uma metodologia para amparar as tomadas de decisões referentes a este quesito.

Como vantagens do novo projeto temos redução na perda de transferência térmica do metal líquido, um aumento na disponibilidade dos fornos de fusão, uma redução na presença de óxidos, incrustações nas calhas de transferência, redução na mão de obra em relação as manutenções corretivas efetuadas diariamente e um retorno financeiro.

2. OBJETIVO

Objetivo deste trabalho é a verificar a aplicabilidade de um novo material nos revestimentos das calhas, para redução da perda de temperatura de um metal líquido durante seu processo de transferência entre fornos de fusão, alterando seu projeto verificando seu revestimento e isolamento mantendo suas características periférica. O exposto estudo tem por apreço, confrontar dados que, justifique ou não a modernidade do mesmo levando em conta as alterações mecânicas para a melhoria do rendimento térmico, e segurança.

2.1 Objetivos específicos para elaboração de um estudo.

- ✓ Redução de perda térmica
- ✓ Redução no acúmulo de alumínio nas calhas
- ✓ Redução de reparos diariamente de manutenções nas calhas
- ✓ Desenvolvimento de um novo formato e material para as calhas.

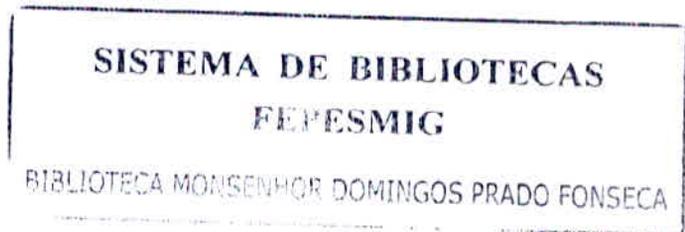
3. REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

O Termo Corrosão é aplicado a todos os processos que há deterioração de um material por ação química ou eletroquímica, no caso do cimento ou concreto a perda de elasticidade devida a oxidação por ozônio, este processos levam em conta algumas variáveis como perdas econômicas.

O conceito de perdas por corrosão é aplicado em:

Custo de substituição total do material ou equipamento

- Manutenções
- Perda de um produto
- Perda de eficiência
- Contaminação
- Segurança
- Perda de eficiência



De acordo com GENTIL (1987) corrosão em temperaturas elevadas de um determinado material, quando exposto a agentes oxidantes em alta temperaturas onde o decréscimo de energia livre é menor á reação é mais favorecida e a velocidade de oxidação e maior.

Alguns métodos são utilizados para controlar e combater a corrosão em equipamentos que operam em temperatura tais como:

- Aditivos
- Controle de excesso de ar
- Revestimento refratário
- Emprego de ligas resistentes

4. DESENVOLVIMENTO

4.1 O Projeto

O projeto para revestimento das calhas de Alumínio é baseado nos desenhos e em geral apresenta as seguintes dimensões:

- ✓ Calha Curva I: 4.290 x (580 – 550) x 300 mm;
- ✓ Calha Curva II: 4.062 x (880 – 600) x 500 mm;
- ✓ Calha Reta: 6.060 x (320 – 300) x 300 mm
- ✓ Temperatura de operação: 740 °C
- ✓ Temperatura ambiente: 30 °C

O estudo para revestimento das calhas de transferência de alumínio se baseia na aplicação de um refratário monolítico, sem a presença de cimento, ou seja, um concreto de nanotecnologia denominado SIALLOY®.

Para melhorar o desempenho do revestimento de trabalho e das condições ambientais é proposto também, revestimento isolante com manta de fibra cerâmica.

Os refratários monolíticos são caracterizados como convencionais e avançados. Via de regra, necessitam de um mecanismo de consolidação, denominado “pega” que pode ser:

- ✓ Liga química: fosfatos, sulfonatos e sílica coloidal
- ✓ Liga hidráulica: cimentos de aluminatos de cálcio e Aluminatos hidratados

4.2 Características do concreto SIALLOY

O concreto Sialloy possui uma elevada resistência mecânica, com baixa porosidade, elevada resistência a oxidação, elevada resistência a corrosão e um melhor custo benefício.

4.2.1 GRÁFICOS

Um fator importante na escolha do revestimento refratário é o desempenho proporcionado pela tecnologia envolvida no material. A figura abaixo mostra que o consumo refratário caiu significativamente ao longo do tempo, muito em função da evolução destes materiais que proporcionaram mais disponibilidade dos equipamentos.

4.2.2 Gráfico 1 ilustra consumo de refratário ao longo dos anos.

O gráfico abaixo feito elaborado em cima de uma pesquisa de mercado feita em 4 (quatro) países onde é demonstrado o consumo em kg/ton de um material refratário, iniciando no ano de 1970 ate 2005 nos países, China, Brasil, Europa, Japão

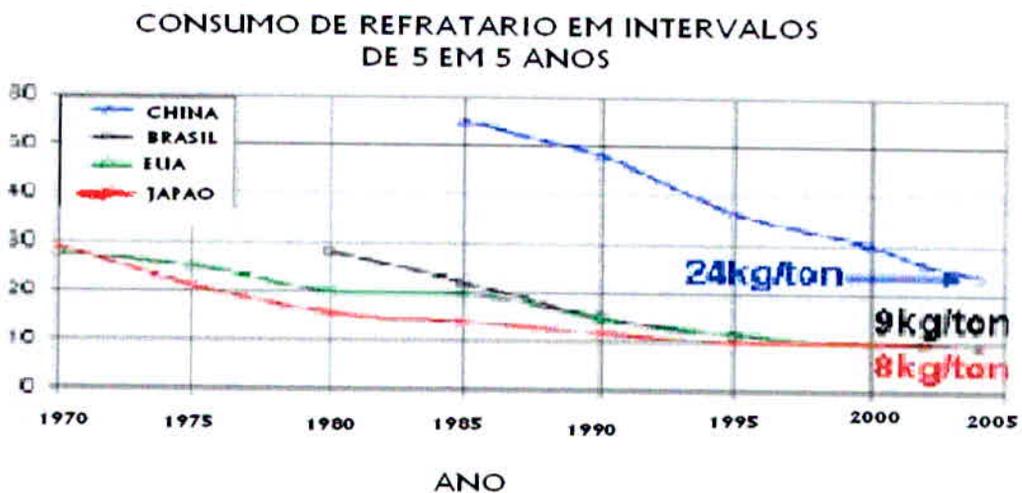


Gráfico 1 - Consumo x ano
Fonte: Arquivo pessoal

Em relação à figura anterior, um fator fundamental na disponibilidade dos equipamentos é a retomada da produção o mais rápido (menor “lead time”), após a manutenção. Neste caso, o SIALLOY® terá uma grande contribuição, pois sua curva de aquecimento é muito mais rápida do que a dos concretos, mesmo os ultra baixo teor de cimento.

4.2.3 Gráfico 2 ilustra o aquecimento do material SIALLOY em relação ao tempo

O gráfico (2) é uma relação comparativa de dois materiais em relação a sua curva de aquecimento pelo tempo.

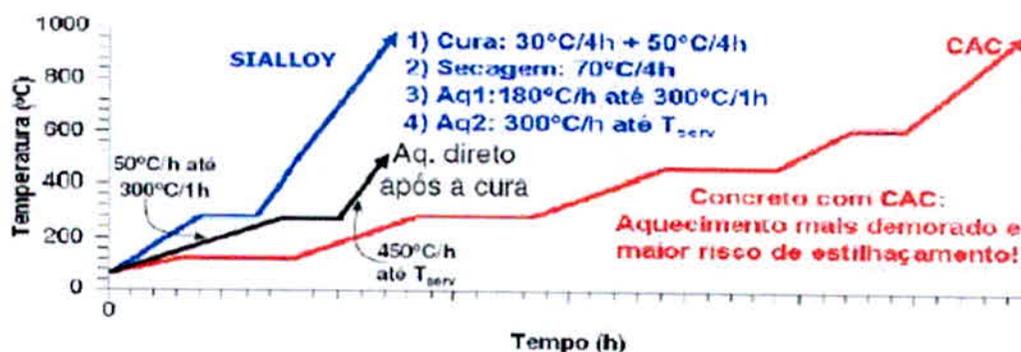


Gráfico 2 - temperatura x tempo

Fonte: Arquivo pessoal

O SIALLOY também apresenta larga vantagem sobre os demais concretos nas aplicações a quente, uma vez que a formação de Mulita solução sólida a níveis nanométricos, reduz a expansão térmica drasticamente reduzindo os riscos de formação de trincas que podem levar ao descolamento do material e explosão com perda de material. Este fato é bem comum com a presença de Aluminatos de Cálcio Hidratados.

Além disso, a morfologia da Mulita (tipo “wiskeres”) aumenta a resistência mecânica da matriz e fecha mais ainda a estrutura, reduzindo significativamente a porosidade total e, conseqüentemente, a possibilidade de infiltrações por metais líquidos e vapores alcalinos.

Para evitar que o revestimento de trabalho sofra variações térmicas bruscas levando a uma falência precoce e comprometendo o desempenho do revestimento como um todo, está sendo mantido o revestimento isolante (back up) que busca reduzir a diferença de temperatura entre a face quente do concreto (em contato com o metal líquido) e a face fria (em contato com o back-up). Além disso, reduzindo o fluxo de calor e temperatura na estrutura metálica, a mesma deverá ser mais preservada, resultando em menores perdas e aumento da vida do equipamento.

4.3.1 HIPÓTESES

Para tal fator foi feito um estudo onde identificamos os supostos problemas tanto na parte de produtividade quando na parte térmica e estrutural do sistema de transporte.



Foto 1 - Alumínio agarrado
Fonte: Arquivo pessoal

A foto (1) demonstra o escoamento do alumínio em alta temperatura algumas incrustações e deformações no material refratário.



Foto 2 – Dificuldade em movimentação das calhas.
Fonte: Arquivo pessoal

A foto (2) ilustra a dificuldade dos operadores em movimentar as calhas que fazem o transporte do alumínio para o forno de espera.

Este processo necessitava de dois ou mais operadores onde o fator peso, perigo eram constantes devido a má conservação das calhas e desprendimento do material refratário e isolamento das calhas.

A Foto (3) ilustra o material refratário deformado utilizado na calhas.



Foto 3 - Deformação das calhas

Fonte: Arquivo pessoal

Esta deterioração é devida ação química do alumínio, alta temperatura, onde as calhas e seu isolamento térmico se desprendiam.

A foto 4 ilustra calha com vivos com 90°, ocasionando incrustações de metal, dificultando a limpeza.



Foto 4 - Alumínio agarrado e contos vivos

Fonte: Arquivo pessoal

Devido ao formato irregular demonstrado na foto (4) fica claro que o desprendimento, as incrustações estavam relacionadas ao projeto inicial das calhas, com deficiência tanto no material quanto no formado onde dificultava o escoamento do alumínio que se prendia em suas bordas ocasionando até mesmo estilhaçamento do próprio concreto.

4.3.2 ANÁLISES

De acordo com as hipóteses e variáveis levantadas, obedecemos a seguinte ordem para a execução do pré-projeto nas linhas de transferência:

4.4 Situação atual

Partindo do ponto inicial foi feito um estudo onde analisamos o material utilizado na construção das calhas, devido a baixa resistência do concreto refratário Aluminoso 50 mm, que estava ocasionando as seguintes problemas; incrustações no metal, perda de temperatura durante a transferência entre fornos e formação de óxidos.

4.4.1 Principais problemas

Após verificado o material foi levantado algumas características referente aos problemas como o alto índice de perda de calor no decorrer da transferência dos liquido, Manutenção diárias (corretivas) , disponibilidade mínima do forno para produção, alto índice de óxidos incrustados e também custo financeiro mensal refletido anualmente.

4.4.2 Análises do fluxograma:

Foi elaborado um fluxograma do processo de fabricação de rodas, partindo da chegada da matéria prima, lingote tanto sólido quanto líquido, verificando as possíveis perdas durante o processo até sua embalagem final.

Analizando o forno de fusão e suas temperaturas iniciais e finais com o forno de espera onde são feitas as correções do metal verificou um alto índice de variação de temperatura e presença de óxidos.

A partir do fluxograma representado na figura numero (3), foi visível que a perda calor e possíveis problemas estavam relacionados entre a parte transferência do metal liquido anulando as outras etapas do processo de perda de temperatura.

FLUXOGRAMA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO.

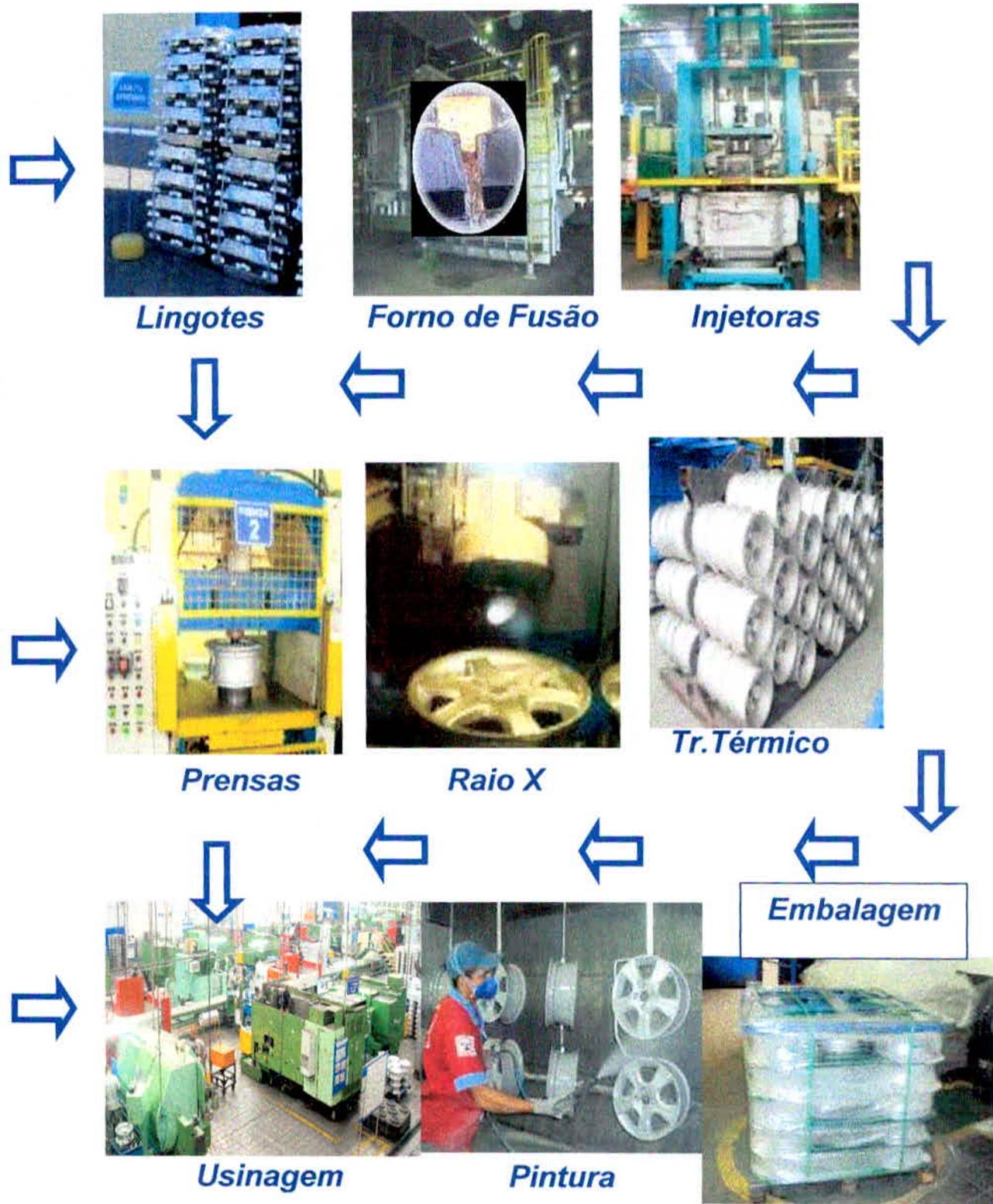


Figura 3 – Ilustração do processo completo de fabricação da roda de alumínio
 Autor: Arquivo pessoal

Foi elaborado um diagrama de ISHIKAWA para analisar a causa raiz dos fatores que influenciaram as modificações alguns itens foram levantados como prioridade no plano de ação como fatores de máquina, material, mão de obra e meio ambiente.

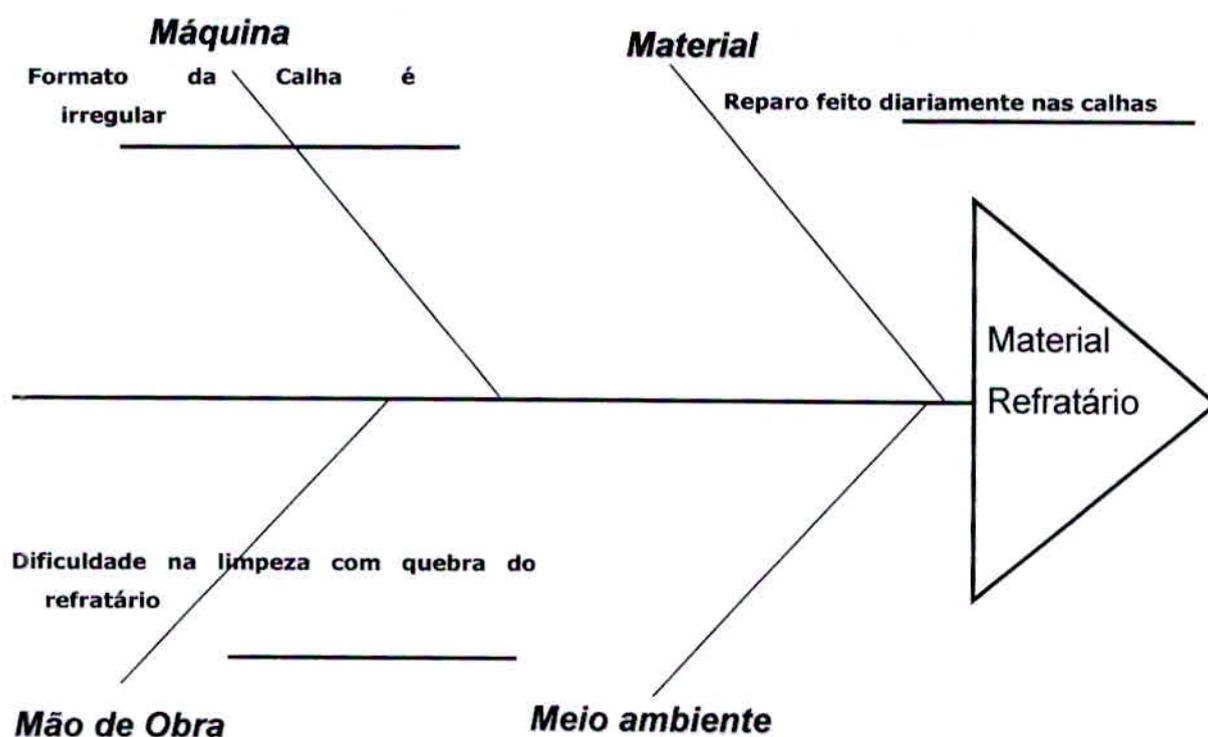
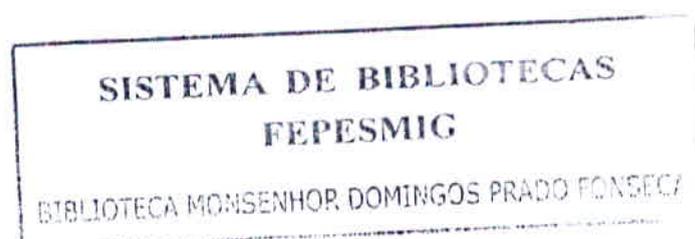


Figura 1- Diagrama de causa raiz
Fonte: Arquivo pessoal.

Partindo destes fatores foi contatado, formato irregular da calha, manutenções corretivas efetuadas diariamente, incrustações e elaborado um plano de ação.

4.4.3 Perfil térmico atual

Esta tabela é demonstrativo do perfil térmico da parede atual onde foi feitas medição por um equipamento computadorizado específico para retirar medições e verificações de transferência de calor, a tabela (1) abaixo demonstra a temperatura nas interfases das paredes .



Tipo de problema	Parede		
Face quente	800 graus		
Emissividade	0,9		
Vel. Vento	0.50 m/s		
Temp. ambiente	27 graus		
Temp. interface	Camada Media	Condutividade térmica	Armazenamento de Calor
(°C) graus	(°C) graus	W/m.k	Whr/ m ²
800	559	11880	18135
319	318	443422	1,249
Fora da camada	2	Radiação	5806,6 W/m ²
Face fria	318 °C	Convecção	2995,9W/m ²
Equilíbrio	0.65 horas		
		Perda de calor	8802.5W/m ²

Tabela 1 - temperatura nas interfases com concreto refratário aluminoso 50%
Fonte: Arquivo pessoal

Esta tabela (1) citada acima, os valores encontrados foram retirados das interfases do concreto refratário com a utilização de um equipamento chamado Heat teck que retira a temperatura a partir de um laser infra vermelho.

4.4.4 Perfil Térmico da Parede – Após

A tabela numero (2) faz um comparativo com os mesmo pontos de medições, porem sendo utilizado o novo material refratário denominado SIELLOY 70AL, com um índice de perda de calor visível , reduzindo para uma diferença de +- 71705 W/m².

Temp. interface	Camada Media	Condutividade térmica	Armazenamento de Calor
(°C) graus	(°C) graus	W/m.k	Whr/m2
740	718	140,9	14,06
696	440	0,0809	1025
0,83	154	0,055	13
124	124	510582	4,6
Fora da camada	4	Radiação	854 W/m ²
Face fria	124 °C	Convecção	778 W/m ²
		Perda de calor	1632 W/m ²

Tabela 2 - Temperatura nas interfases com concreto refratário SIALLOY 70 AL

Fonte: Arquivo pessoal

Este material não contém concreto em sua composição química, sendo um material monolítico, com uma boa resistência a temperaturas elevadas, a corrosão e oxidações.

4.4.5 Perfil Térmico da Tampa

Este perfil térmico denominado tampa foi implantado com intuito de reter o calor liberado para o meio.

Tipo de problema	Parede
Face quente	800 graus
Emissividade	0,9
Vel. Vento	0.50 m/s
Temp. ambiente	27 graus

Temp. interface (°C) graus	Camada Media (°C) graus	Condutividade térmica W/m.k	Armazenamento de Calor Whr/m ²
700	650	0,1204	782
601	349	0,0695	1,196
97	90	0,1391	25
84			
Perda de calor			2,013

Fora da camada	3	Radiação	411,6 W/m ²
Face fria	84 °C	Convecção	510,3 W/m ²
Equilíbrio	0.43 horas		
Perda de calor			921.9 W/m²

Tabela 3 - Grau temperatura na tampa com concreto refratário SIALLOY 70 AL.

Fonte: Arquivo pessoal

A Finalidade maior desta tampa é reter o calor liberado e possíveis impurezas em contato com alumínio líquido onde estavam localizados perdendo eficiência térmica.

4.5.1 PRÉ-PROJETO

O pré-projeto como mostra a figura abaixo parte desde escolha do material já especificado sendo SIELLOY 70 AL, com placas de fibras cerâmica com 25,4mm de espessura, papel biosolúvel de 2mm de espessura e folha de alumínio com 0.2mm de

4.5.3 Parece

- ✓ SIALLOY 70 AL®: 38 mm;
- ✓ Placa de Fibra Cerâmica RK: 25,4 mm;
- ✓ Papel Biosolúvel: 2,0 mm;
- ✓ Folha de Alumínio: 0,2 mm.

4.5.4 Fundo

- ✓ SIALLOY 70 AL®: 38 mm;
- ✓ Placa de Fibra Cerâmica RK: 25,4 mm.
- ✓ Papel Biosolúvel: 2,0 mm;
- ✓ Folha de alumínio: 0,2 mm.

4.5.5 Tampa

- ✓ Tampa RK / INOFLEX: 50 mm (espessura)

4.6.1 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Verifica-se que a proposta de revestimento para as calhas de alumínio apresenta os benefícios térmicos, em relação a temperatura externa da parede inferior que era de 125 °C (o projeto atual é 318 °C), passando para uma temperatura externa da Tampa inferior a 85 °C tendo uma redução da temperatura da parede em 193 °C (~ 60%);

4.6.2 RESULTADOS E COMPARATIVOS.

Em relação ao processo inicial onde tínhamos o perfil das calhas, com um material refratário e isolante térmico de má qualidade onde não resistia temperaturas elevadas, tinha baixa resistência a corrosão e oxidação onde ocasionava uma serie de problemas , no entanto foi elaborado um comparativo para demonstrar com o novo projeto as melhorias e vantagens.

Processo de transferência antes da utilização do novo material.

Calhas sem tampas, perdendo muita temperatura nas transferências entre fornos.

Vazamento aos 720°C perdendo temperatura ate aos 680°C.



Foto 5 – Sistema antigo de transferência
Fonte: Arquivo pessoal

Na foto (5) citada acima fica claro as incrustações ocasionadas pelo sistema com refratário de má qualidade, conseqüentemente a perda de temperatura para o meio.

Processo de transferência com a utilização do novo material.

Calhas com tampas, evitando perca de temperatura durante a transferência entre fornos.

Vazamento aos 720°C perdendo temperatura ate aos 715°C.



Foto 6 – Calha móvel.
Fonte: Arquivo pessoal



Foto 7 – Curva móvel da calha.
Fonte: Arquivo pessoal

As fotos (6 e 7), demonstra o novo processo com uma perda mínima, já com o novo material e ate mesmo obtendo uma estética melhor para processo sem riscos de estilhaçamento, e redução de perda de temperatura.

4.5.6 Análise dos Resultados

Verifica-se que a proposta de revestimento para as calhas de alumínio apresenta os benefícios térmicos, tais como:

- ✓ Temperatura externa da parede inferior a 125 °C (o projeto atual é 318 °C);
- ✓ Temperatura externa da Tampa inferior a 85 °C;
- ✓ Redução da temperatura da parede em 193 °C (~ 60%);

5. Resultados obtidos

Em um comparativo financeiro em um determinado período entre mes/ano foi elaborado o seguinte comparativo para um custo benefício em um intervalo de um ano.

- ✓ Consumo de Refratário Antes = 640 Kg por mês
- ✓ Consumo de Refratário Atual = 160 Kg por mês

GANHO = 480 Kg por mês

- ✓ 480 kg por mês x R\$ 4,09 (custo por Kg de refratário) =

R\$ 1.963,20 (Mensal)

- ✓ R\$ 1.963,20 por mês x 12 meses =

R\$ 23.558,40 (Anual)

5.1 Outros Ganhos

Outros ganhos foram levados em conta com o novo sistema implantado nas calhas de transferência sendo redução de perda Térmica, podendo vazar o forno a até 680°C que não entope o sistema aumento na disponibilidade do forno, não mais precisando que atinja 720°C mínimo para vazamento, redução de óxidos incrustado na calha gerando mais óxidos e prejudicando as rodas e o forno REX 1 redução da mão de obra para manutenção das calhas.

CONCLUSAO:

A produtividade é um indicador típico na rotina da gerência de produção, e constitui uma fonte de informação de fácil acesso. Os relatórios de produção transcendem à visão técnica do sistema, e estabelecem uma referência que indica a capacidade da empresa atender certa demanda por um produto, sob o qual, o equipamento analisado, é total ou parcialmente responsável.

A disseminação dos conceitos básicos que regem a correta especificação de um produto é importante, iniciando-se pela parte conceitual e passando por toda a definição técnica do produto, sempre levando em conta a relação custo/benefício do projeto. Portanto, quando o lado econômico do investimento é avaliado, é necessário levar em consideração alguns fatores primordiais. Dessa maneira, a decisão passa a ser técnica e financeira.

REFERÊNCIAS:

1. INCROPERA. Frank P. ,Fundamentos de Transferência de Calor e de Massa 5ª ED.
2. GENTIL,V. Corrosão. Guanabara, 2ed., p. 1-453,1987
3. UNIFRAX – Soluções para isolamento térmico em alta temperatura
4. www.unifrax.com.BR – acesso em -20/05/2010
5. ISOLAN – Isolações Térmicas
www.isolan.com.br – acesso em 15/06/2010