

INCREMENTO DE TONELAGEM TRANSPORTADA POR CARRO TORPEDO NA GERDAU AÇOMINAS¹

Geraldo Afonso Ferreira Filho²
Humberto Dantes Vieira dos Santos³
Marcos Venturoli Aua⁴
Nelio José Heleno⁵

Resumo

Com o objetivo de colocar o maior número de carros-torpedos em disponibilidade para operação, reduzir o consumo dos refratários e garantir maior segurança operacional, a Gerdau Açominas, vem ao longo de sua trajetória, viabilizando mudanças em seus projetos e em sua metodologia de manutenção, face à necessidade de obter-se maior desempenho no refratário dos equipamentos. Devidos a fatores agressivos e crescente produção do Alto forno. A Gerdau Açominas buscou a evolução das campanhas dos revestimentos dos carros-torpedos e da metodologia de manutenção o que permitiu uma maior disponibilidade de carros-torpedo, e também uma redução do consumo específico dos refratários.

Palavras-chave: Carro torpedo; Manutenção refrataria; Refratário.

IMPROVEMENT AT TRANSPORTED TONNAGE AT TORPEDO LADLE CAMPAIGN AT GERDAU AÇOMINAS

Abstract

With the aim to put as much as possible available torpedo ladle for operation and decrease the specific consumption of refractories in order to get more operational safety the Gerdau Açominas steel plant was developing changes at the refractories projects to improve refractory performance. Due to aggressive conditions and improvement at the output of the blast furnace, Gerdau Açominas has worked to the improvement of the campaign and procedure of maintenance of the refractory allows more free time for operation and a decrease at specific consumption of refractories.

Key words: Torpedo ladle; Refractory maintenance; Refractory

¹ Trabalho apresentado no XXXVII Seminário de Aciaria - Internacional, 21 a 24 de maio de 2006, Porto Alegre, RS

² Engenheiro de Processo da Gerdau Açominas

³ Técnico da Magnesita S/A.

⁴ Assistente técnico da Magnesita S/A.

⁵ Técnico de processos da Gerdau Açominas

1 INTRODUÇÃO

Desde a entrada em operação em 1986 os carros torpedo vêm passando por uma série de mudanças e solicitações devido a evoluções e entrada de novos equipamentos e processos. Estas alterações demandaram adaptações do revestimento refratário e da metodologia de manutenção.

Ao longo destes anos também a tecnologia de refratários evolui e a Gerdau Açominas em conjunto com a Magnesita tem usado esta evolução tecnológica para fazer frente aos novos desafios.

Nos últimos com a entrada em processo do sistema de dessulfuração de gusa na panela (KR) novos desafios foram estabelecidos. Também este sistema possibilitou flexibilização e facilidades mas trouxe algumas alterações. ⁽¹⁾

Em fase do uso da dessulfuração primária, normalmente a borda praticada era 800 mm. Quando o carro-torpedo praticava uma borda livre grande, não havia conseqüências maiores devido a formação de costelas que protegia o teto que recebia não tinha sofria desgaste tão agressivo quanto outras regiões. ⁽²⁾ Porém, com a entrada do KR em operação, o interior do carro-torpedo ficou ileso a formação de costelas e em conseqüência disso, o teto que não estava preparado para a nova condição de trabalho e ficou submetido a um desgaste mais acelerado, já que o mesmo se tornou na prática parte da linha de escória.

Entretanto o aumento do volume propiciou um aumento na carga transportada. Com base em alterações de projeto, produtos refratários novos e novos procedimentos foram possíveis fazer face às novas solicitações propiciando um incremento na campanha como será mostrado neste trabalho e deu-se sobre os seguintes aspectos:

- Mudanças nos projetos de revestimento refratário;
- Mudanças nas metodologias de manutenção;
- Variação do consumo dos refratários utilizados;

2 METODOLOGIA

2.1 Metodologia de Manutenção Refratária

O esquema de afastamento para pequenos, médios e grandes reparos a frio e demolições dos revestimentos sofreram alterações que decorreram das mudanças efetuadas nos projetos de revestimentos.

Os carros-torpedos, quando submetidos a condições normais de operação, são afastados periodicamente, durante suas campanhas, seguindo um esquema pré-definido, baseado na previsão de gusa a ser transportado. A cada reparo, faz-se uma limpeza interna e uma medição do revestimento para substituição dos tijolos mais desgastados (< 100 mm) da zona de impacto e/ou da linha de escória.

No início de operação da usina, os carros-torpedos chegavam a fazer até 8 reparos durante a campanha. Atualmente a previsão é de 4 reparos. O gráfico da Figura 1 mostra o esquema atual de reparos com encerramento previsto em 606000 toneladas transportadas.

Esquema para reparos de Carros-torpedos

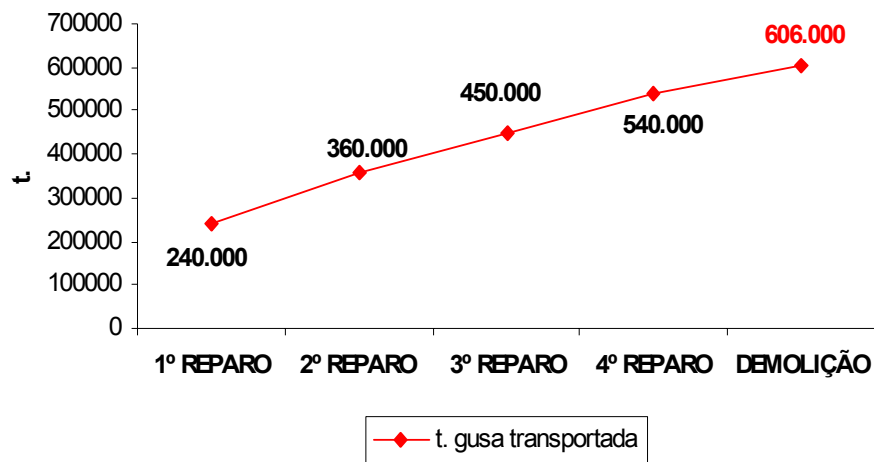


Figura 1. Esquema de reparos em carro torpedo

Durante a campanha o carro-torpedo faz limpeza à quente e inspeção a cada 5 viagens de gusa transportado na rota Alto forno - Aciaria.

A cada limpeza à quente faz-se inspeção de boca, bandeja, zona de impacto, cilindros, cones e painéis. Após a inspeção faz a limpeza de boca, bandeja e babadores, utilizando máquina Gradall. Após o retorno do gusa remanescente faz-se a limpeza de escória, dando 4 giros de 360° no fosso de escória.

Quando necessário, faz-se uma projeção a quente no refratário do carro-torpedo, utilizando concreto silício aluminoso, com o objetivo de recompor a parte danificada pela máquina demolidora em virtude da retirada do cascão, para que o carro-torpedo retorne a operação.

Todo carro-torpedo com previsão vencida, recebe tratamento especial, ou seja, limpeza 3 x 1 e projeção dos painéis (parte interna do carro-torpedo entre a boca e a zona de impacto).

Igualmente, recebem tratamento especial, os carros torpedo procedentes da sobra de aço, que fazem limpeza imediatamente após a 1ª carga normal. A frequência de limpeza dos carros-torpedos (escória e gusa) antes da entrada em operação do KR chegou a uma média 42,63 % das viagens conforme mostra gráfico da Figura 2.

Após a entrada do KR, a frequência de limpeza dos carros-torpedos estabilizou em 21 a 26 % das viagens, em virtude do critério praticado, ou seja, 5 viagens por uma limpeza conforme gráfico da Figura 2.

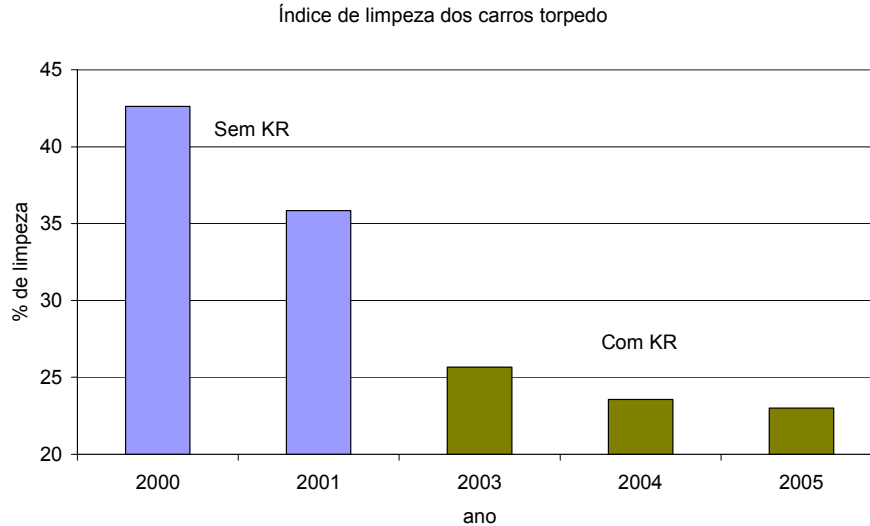


Figura 2. Índice de limpeza de carro torpedo

2.2 Metodologia para Ciclo de Carro Torpedo

Os carros-torpedos, quando parcialmente cheios, estão sujeitos a um desgaste por causa da erosão na linha de metal e da corrosão na linha de escória devidas à oscilação do gusa líquido e escória durante o transporte. Os tempos de parada e espera com o carro-torpedo vazio também são críticos, pois podem causar tensões no revestimento refratário ⁽³⁾ em decorrência da distribuição irregular da temperatura nos tijolos, devido a transmissão de calor por condução. ⁽⁴⁾

O número de viagens por dia também afeta o revestimento refratário, e por isso é aconselhável efetuar um programa de viagens dependendo do número de carros-torpedos necessário para o transporte do gusa líquido.

O índice médio de enchimento e esvaziamento, por dia, antes da entrada em operação do KR chegou até 2,6 vezes por carro conforme gráfico da Figura 3.

Após a entrada do KR o índice médio de enchimento e esvaziamento, por dia, estabilizou em 2,1 vezes por carro (Figura 3). Com isso pode ser visto que se por um lado os carros torpedo perdem menos tempo com dessulfuração primária o que leva a tendência a fazer mais viagens; por outro lado, com o ganho em volume interno os carros torpedos ficam mais disponíveis.

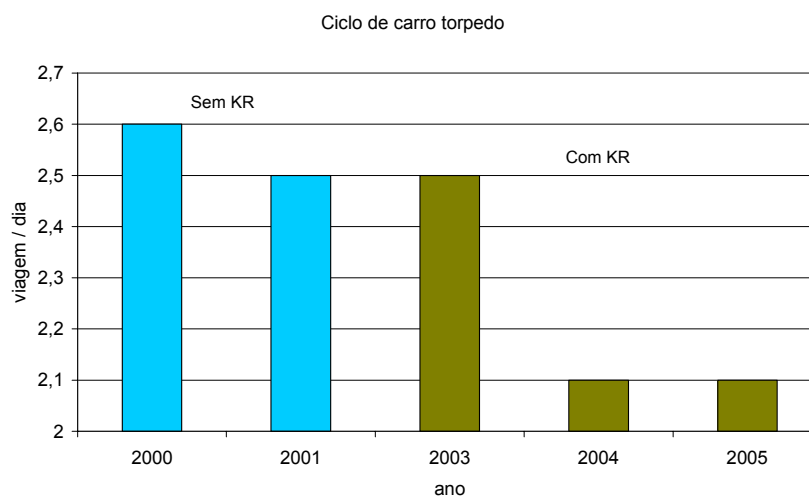
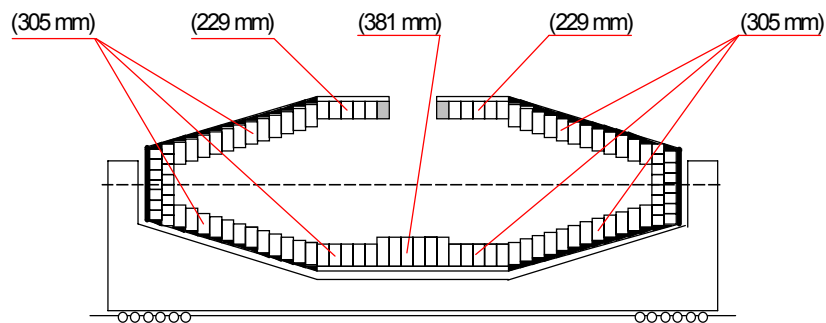


Figura 3. Ciclo do carro torpedo

2.3 Evolução do Projeto

A metodologia de evolução do projeto seguiu a lógica alteração da espessura e seleção do material refratário em função da velocidade de desgaste e do desenvolvimento de novos produtos refratários conforme Figuras 4, 5, 6, 7 e 8.

CONE DENTADO - SiAl 45%

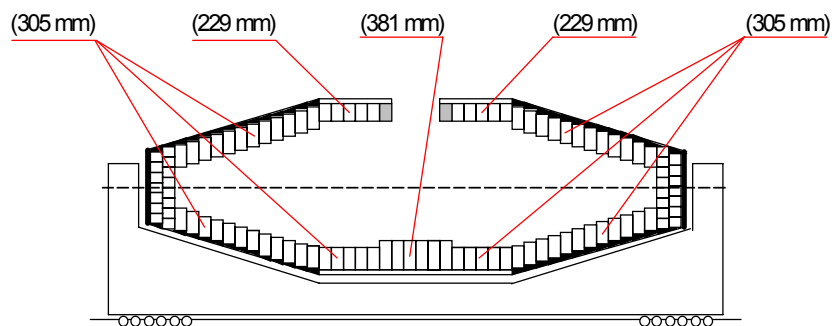


**PERFIL DO REVESTIMENTO REFRAATÓRIO DO CARRO-TORPEDO
NO ÍNCIO DE OPERAÇÃO**

Fig. 01

Figura 4. Projeto de cone dentado em SiAl -45%

CONE DENTADO - AL 70% - QUEIMADO E IMPREGNADO



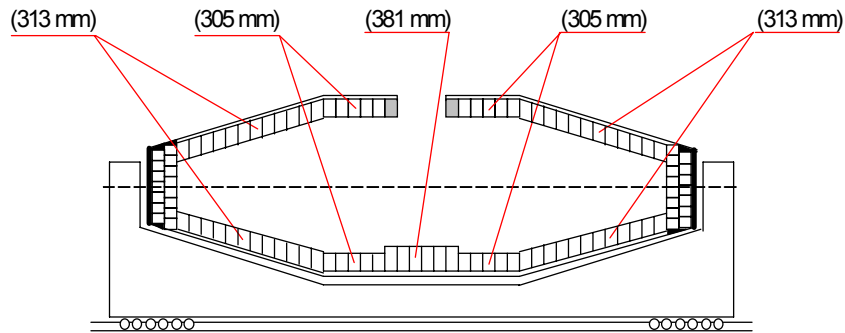
**PERFIL DO REVESTIMENTO REFRAATÓRIO DO CARRO-TORPEDO
EM AL 70% - QUEIMADO E IMPREGNADO**

Fig. 04

Figura 5. Cone dentado em Al₂O₃ queimado e impregnado

Nesta etapa ocorreu uma evolução no projeto alterando o cone para cone liso

CONE LISO - AL 80 %

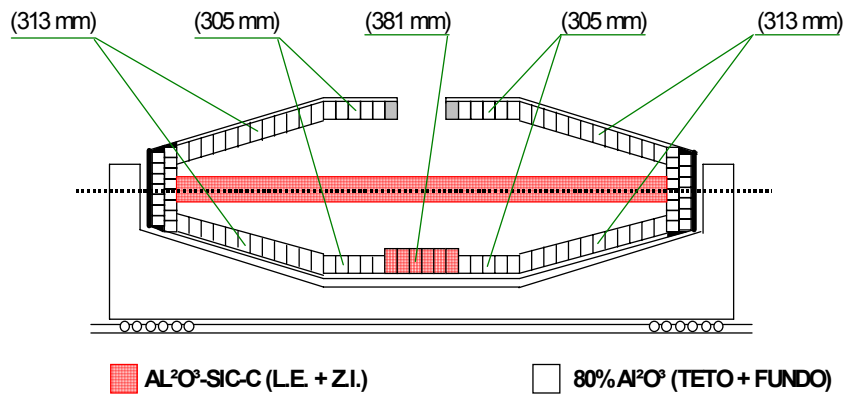


PERFIL DO REVESTIMENTO REFRAATÓRIO DO CARRO-TORPEDO EM AL 80 %

Fig. 10

Figura 6. Cone liso em Al_2O_3 85% queimado e impregnado

CONE LISO - BALANCEADO - AL 80 % + Al_2O_3 -SiC-C



PERFIL DO REVESTIMENTO REFRAATÓRIO DO CARRO-TORPEDO BALANCEADO EM AL 80% + Al_2O_3 -SiC-C

Fig. 13

Figura 7. Cone liso em Al_2O_3 queimado e impregnado + Al_2O_3 -SiC-C

Conforme a Figura 7 mostra foram iniciados o uso de materiais quimicamente ligados visando melhor resistência a choque térmico e erosão.

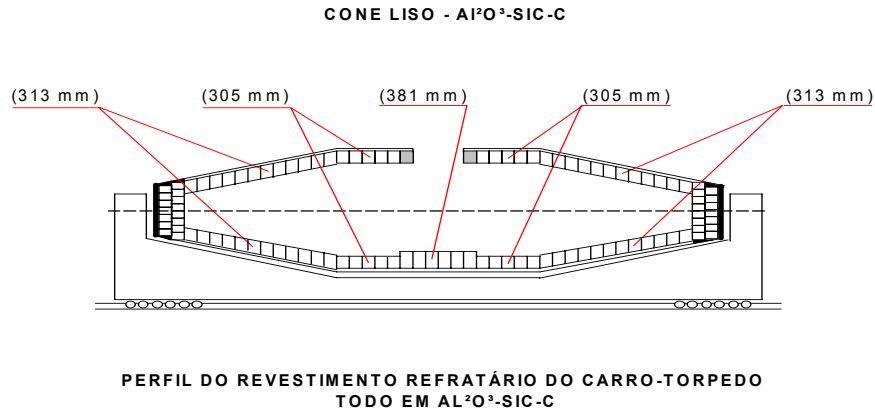


Fig. 14

Figura 8. Projeto atual

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Comparação entre Propriedades Físico Químicas dos Diferentes Produtos

A manutenção refratária tem com objetivo reduzir o consumo específico dos refratários sem comprometer a disponibilidade e a segurança operacional dos carros-torpedos, levando em consideração também das condições de trabalho de todo o pessoal envolvido e de sua segurança na manutenção do revestimento de um carro-torpedo.

Em termos de tonagem transportada conforme gráfico da Figura 9 foi observado um aumento de 139000 toneladas para 606000 toneladas. Em termos de horas disponíveis este aumento foi de 5016 horas para 24000 horas (gráfico da Figura 10) o que aumentou bastante a disponibilidade dos equipamentos.

O consumo específico também mostrou evolução ao reduzir de 0,711 Kg/ton para 0,380 Kg/ton.

Ou seja a transição de perfil, de SIAL 45 até Al_2O_3 -SiC-C podemos perceber um evolução bastante significativa.

Evolução de tonagem transportada

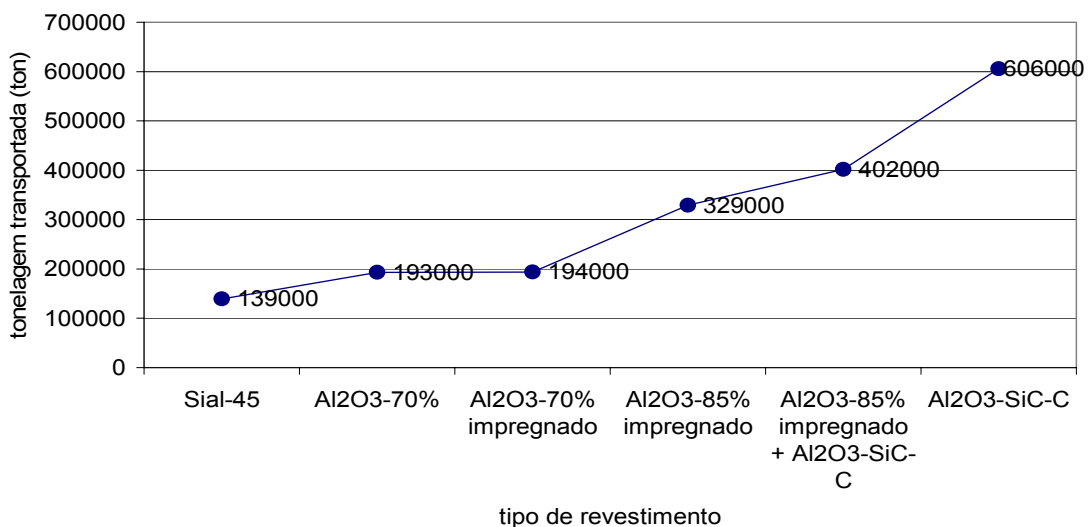


Figura 9. Evolução da tonagem transportada no carro torpedo

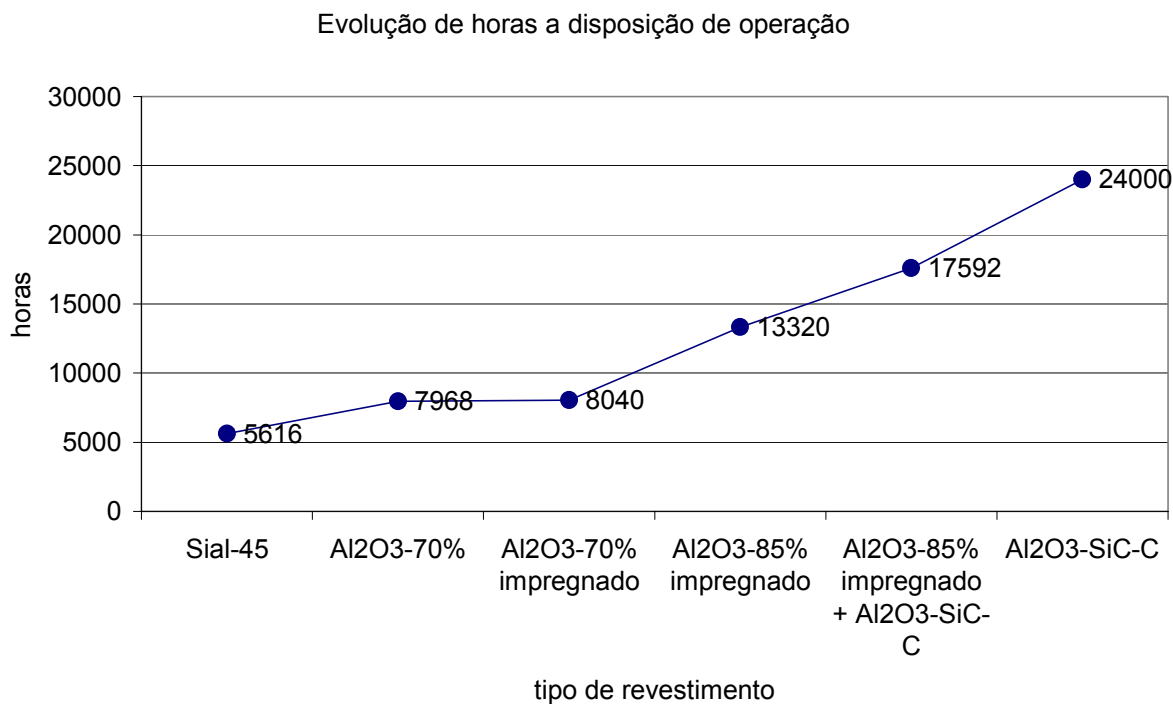


Figura 10. Evolução de horas a disposição de operação

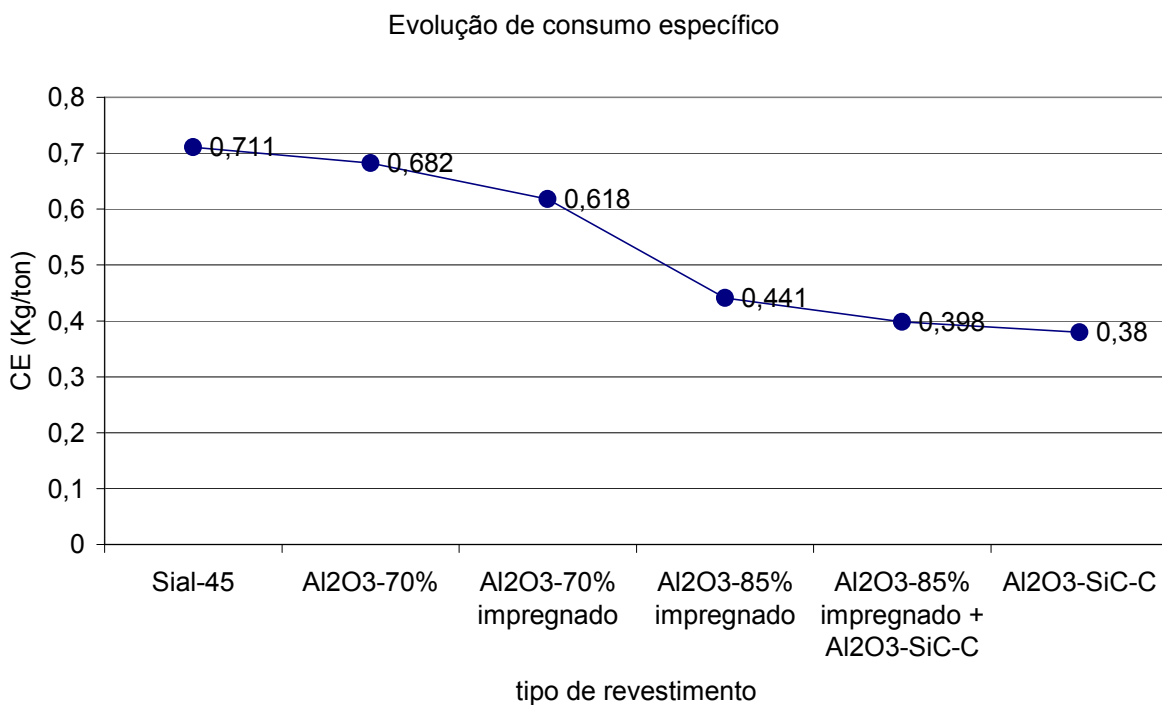


Figura 11. Evolução de consumo específico

Seguindo normas internas de meio ambiente e também para atender ISO 14001, a partir de 14/10/2004, os tijolos Al₂O₃ queimados e impregnados a piche deixaram de fazer parte do perfil refratário dos carros-torpedos da Gerdau Açominas.

4 CONCLUSÕES

As mudanças de projeto com redimensionamento, seleção de novos refratários e a evolução da metodologia, trouxeram os seguintes benefícios:

- Maior disponibilidade dos carros-torpedos para operação, devido a redução no número de reparos, aumento de campanha e aumento na tonelagem transportada por carro torpedo.
- Redução do consumo específico dos materiais refratários utilizados.

REFERÊNCIAS

- 1 FILHO, G.A.F, SILVA, J.S., CASTRO L.M., ALVES, M.T, AUAD, M. V., Dessulfuração em panela de gusa via processo KR; XXXIV Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais 19 a 21 de maio de 2003 – Belo Horizonte – MG.
- 2 NABESHIMA, S.,. Refractories Handbooks; The technical association of refractories, Japan, 372-374, 1998.
- 3 SCHACHT, C. A., Refractory Linings – Thermo mechanical design and application; Columbus Ohio, L.L. Falkner , 1998.
- 4 FILHO W. B., Princípios de transmissão de calor, São Paulo, Pioneira Thompson Learning , 2004.