

EVOLUÇÃO DA VIDA REFRAATÁRIA DO CONVERTEDOR AOD-L DA ACESITA¹

José Cordeiro Neves²
Humberto Marin³
Décio Sartori⁴
Maurício Ferreira Coelho⁵
José Antônio de Farias⁶
Manoel A de Moraes⁶
Valter Wagner de Oliveira⁶
Humberto Souza Barcelos⁶
Cleber Tinti dos Santos⁷
Argeu Arcanjo de Brito⁸
Dalton Heringer de Souza⁸
James Edward Podraza⁹
Elias Eleutério Tibúrcio⁹
Celso Antônio Babilon⁹

Resumo

O convertedor AOD-L na Acesita teve início de operação em 01/01/2002 e desde então tem sido revestido com refratários da classe dolomítica. Para melhorar a performance do revestimento refratário foram necessárias dentre outras ações, ajustar o balanceamento da composição química da escória, efetuar o redimensionamento físico das peças de regiões críticas e adotar a prática de reaplicação de tijolos recuperados durante a fase de demolição. A vida subiu de 105 para 141 no período de 2002 a 2006 e o consumo específico de refratário reduziu de 12,0 para 7,0 Kg/t de aço líquido.

Palavras-chave: Refratário; AODL; Aços inoxidáveis.

REFRACTORY LIFE EVOLUTION OF ACESITA'S AOD-L CONVERTER¹

Abstract

Acesita's AOD-L Converter started operation on 1st January 2002 and since then has been lined with dolomite refractory. In order to improve the refractory lining performance it was necessary to, among other actions, adjust the slag chemical composition balance, resize the pieces located in the critical regions and adopt the practice of reapplying brick recovered during wrecking phase. The campaign increased from 105 to 141 between 2002 and 2006 and the specific refractory consumption decreased from 12.0 to 7.0 kg/t of liquid steel.

Key words: Refractory; AODL; Stainless steel.

¹ Contribuição técnica ao XXXVIII Seminário de Aciaria – Internacional, 20 a 23 de maio de 2007, Belo Horizonte, MG, Brasil.

² Engenheiro Metalúrgico, Pós Graduado em Engenharia da Qualidade, Gerente de Aciaria.

³ Engenheiro Metalúrgico, MSc, Gerente de Aciaria.

⁴ Engenheiro Metalúrgico, Engenheiro de Controle de Processo de Aciaria.

⁵ Técnico Metalúrgico, Técnico de Controle de Processo de Aciaria.

⁶ Técnicos Metalúrgicos, Supervisores de Aciaria.

⁷ Engenheiro Metalúrgico, Gerente de Refratários.

⁸ Técnicos de Controle de Processo de Refratários.

⁹ Especialistas da LWB Refractories.

1 INTRODUÇÃO

O convertedor AOD é um dos principais equipamentos utilizados na produção de aços inoxidáveis. A sigla significa descarburização com argônio e oxigênio (*A-argon, O-oxygen, D-decarburization*) e como o próprio nome explicita, o refino dos aços inoxidáveis ocorre através da injeção de uma mistura de oxigênio e gás inerte no banho metálico, com o objetivo de promover a oxidação seletiva do carbono.

Trata-se de um vaso de aço, na forma de barril, revestido com refratário e dotado de uma abertura na parte superior para receber a carga e escoar a escória e o aço. Alguns convertedores, como na Acesita, além das ventaneiras laterais possuem lança de topo para sopro complementar e assim são denominados AOD-L.

A partir da primeira corrida em escala industrial, que ocorreu na usina Joslyn Stainless Steel, em Ft. Wayne, Indiana (EUA), em 1968, o uso de convertedores AOD para a produção de aços inoxidáveis se expandiu, respondendo por mais de 85% da produção mundial no final da década de 90. Os revestimentos refratários utilizados nos primeiros convertedores eram cromo-magnesianos. O primeiro teste com refratários dolomíticos ocorreu na Europa em 1970 e nos Estados-Unidos somente em 1976. Desde as primeiras tentativas, o uso de refratários dolomíticos cresceu de forma consistente, se tornando a aplicação dominante. As principais razões são: menor custo, boa performance e compatibilidade com todos processos metalúrgicos realizados no AOD.

Desde o *start-up* na Acesita do AOD-L de capacidade de 80t, ocorrido em janeiro de 2002, o refratário utilizado tem sido do tipo dolomítico, e a equipe da Acesita juntamente com o fornecedor de refratários vem trabalhando para reduzir o seu consumo e aumentar a vida das campanhas propiciando uma redução no custo de produção, aumento de produtividade e melhoria da segurança operacional.

2 OBJETIVOS

Aumentar a vida média das campanhas refratárias do convertedor AOD-L, reduzir o custo de produção, aumentar a produtividade e melhorar a segurança operacional.

3 DESENVOLVIMENTO

Os mecanismos de desgaste do revestimento refratário possuem duas naturezas, uma física e outra química.

Desgaste físico: decorrente do atrito entre metal e o refratário (erosão), que ocorre devido a turbulência do banho, causado pela injeção de gases pelas ventaneiras laterais e lança de topo. De outra forma, pelo choque térmico que pode ocorrer entre o metal líquido e o refratário, quando o mesmo encontra-se em temperatura inferior a do metal (paradas entre corridas), causando lascamento, uma vez que a condutividade térmica do refratário é baixa e o gradiente térmico causa dilatação nas camadas superficiais do refratário.

Desgaste químico: devido a interação da escória com o refratário (corrosão), que é intensificado quando a escória tem quantidade deficiente de CaO e MgO (basicidade baixa), e estes compostos presentes no refratário se deslocam para a escória com o objetivo de equilibrar a composição química de acordo com o equilíbrio termodinâmico; e também pela interação de elementos metálicos redutores (Al, Si) com o refratário

(ataque metálico). Em ambos os casos o desgaste é acelerado pelo aumento da temperatura do aço líquido.

Para a redução do consumo de refratário e aumento da vida do revestimento foram necessárias, dentre outras ações, ajustar o balanceamento da composição química da escória, reduzir o tempo de processo por corrida (Charge to Tap), efetuar o redimensionamento físico dos tijolos em algumas regiões críticas e adotar a prática de reaplicação de tijolos recuperados durante a fase de demolição.

3.1 Ajuste do Balanceamento da Composição Química da Escória

A composição química da escória é a principal variável de processo que interfere na performance refratária e está ligada ao mecanismo de desgaste químico. Uma escória deficiente em CaO e MgO fará com que estes compostos presentes no refratário migrem deste para a escória, provocando seu desgaste. Do ponto de vista do processo metalúrgico é interessante ter uma escória sólida de relação $\text{CaO/SiO}_2 > 2,5$ e $\text{MgO/SiO}_2 > 1$, permeável à passagem do gás CO formado durante a etapa de descarbonização. Após a fase de descarbonização é realizada uma etapa de redução dos óxidos contidos na escória através da adição de FeSi e agitação com argônio tendo como objetivo recuperar metais que foram oxidados, tais como Cr, Mn, e Fe. Neste momento forma-se grande quantidade de sílica provocando alteração na composição química da escória, reduzindo sua basicidade e aumentando a sua fluidez. A etapa de redução é a mais crítica, pois é o momento em que a escória fica mais agressiva havendo assim maior intensidade na sua interação com o refratário. Ao final do período de redução, objetiva-se relações de basicidade $\text{CaO/SiO}_2 = 1,75$ e $\text{MgO/SiO}_2 = 0,35$. Os resultados obtidos no período de 2002 a 2006 são apresentados na Figura 1.

O balanceamento da composição química da escória foi conseguido mediante ajustes no modelo matemático utilizado para cálculo das adições no processo.

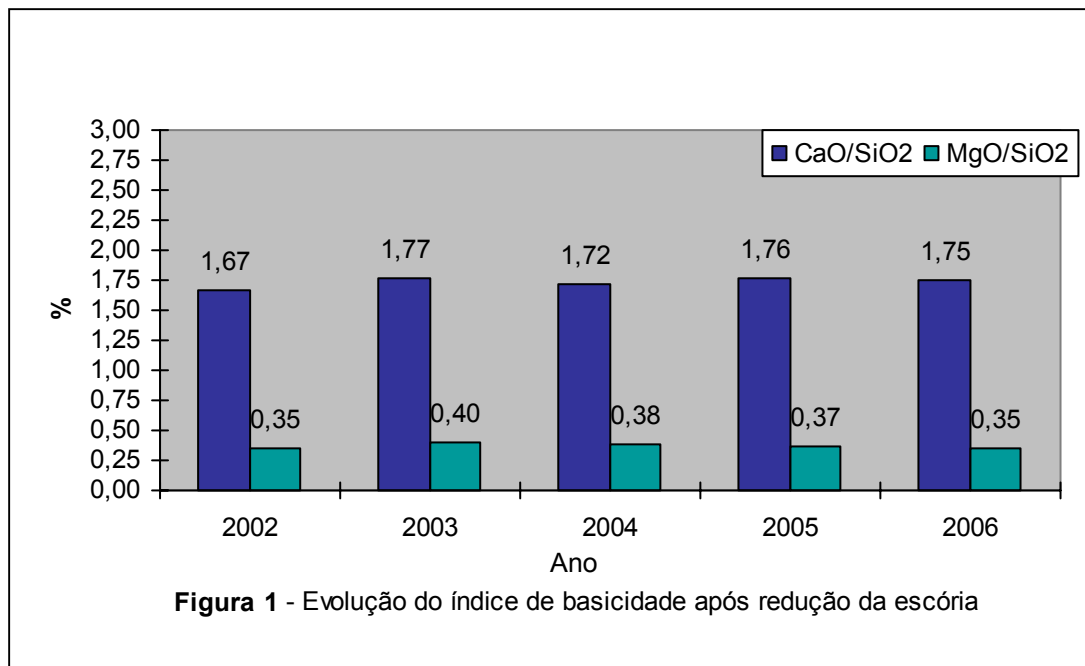


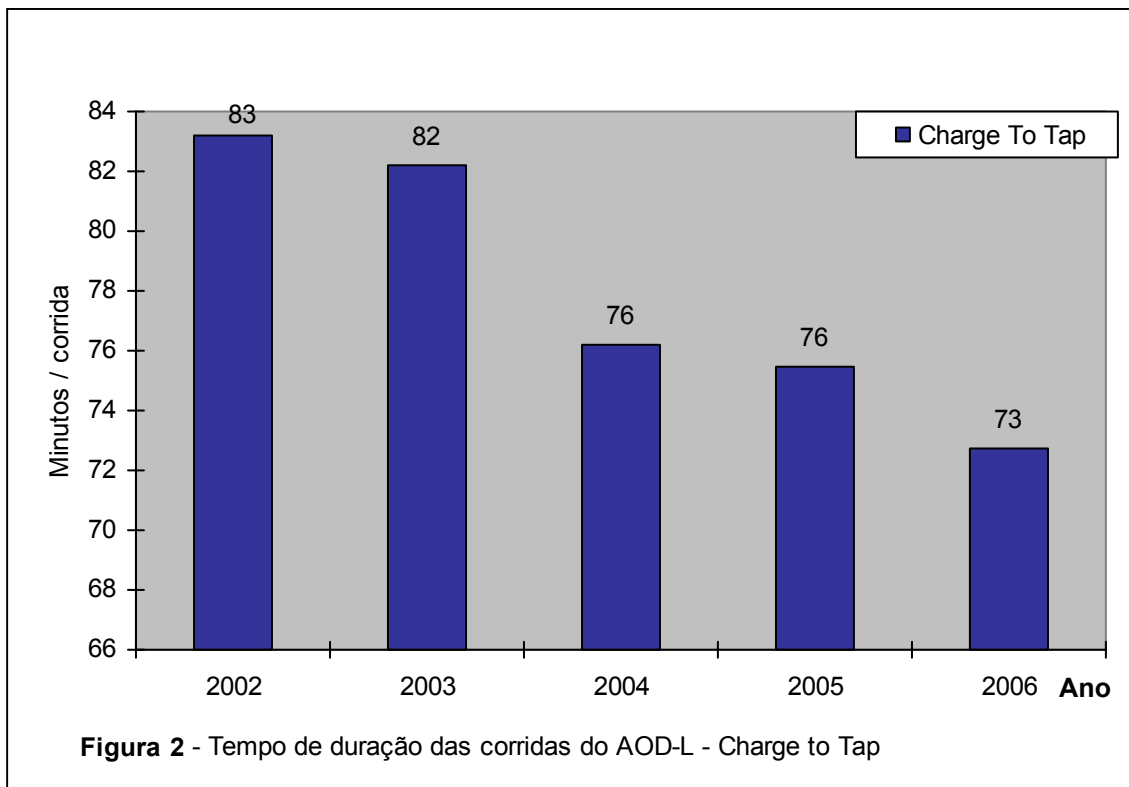
Figura 1 - Evolução do índice de basicidade após redução da escória

3.2 Redução do Tempo de Processo por Corrida (*Charge to Tap*)

O princípio básico é que os desgastes pelos mecanismos físico e químico são dependentes do tempo e com isso, quanto menor o tempo de processo por corrida, maior será a duração da campanha refratária.

No convertedor da Acesita, diferentemente da prática usual, utiliza-se gusa líquido como fonte de ferro e por isso o teor inicial de carbono é da ordem de 4,0%, o que faz com que o tempo de processo seja mais longo do que o habitual.

Apesar disso, conforme mostra a figura 2, ocorreu uma redução gradativa do tempo *charge to tap* de 83 minutos para 73 minutos ao longo do período de 2002 a 2006, contribuindo para os resultados alcançados de performance refratária.



3.3 Redimensionamento Físico dos Tijolos

O projeto do revestimento refratário passou por várias adequações para eliminar ou atenuar zonas críticas, otimizar dimensões em áreas de baixo desgaste e melhorar a performance geral. A partir dos perfis de desgastes obtidos nas demolições dos revestimentos, desde a primeira campanha foram feitas alterações principalmente na região de descontinuidade da parte cilíndrica (quina) para as montagens subsequentes. As Figuras 3 e 4 apresentam o projeto refratário atual do AOD-L. As principais modificações a partir de 2002 foram:

a) aumento da espessura na região de descontinuidade da parte cilíndrica (quina), de 500 para 610mm;

- b) introdução de revestimento de segurança na região da mochila;
- c) alteração no arranjo do painel das ventaneiras, de dupla camada de tijolos para tijolo único;
- d) uniformização do revestimento do cone superior com a confecção de novo bico na carcaça;
- e) redução da espessura dos tijolos nas fiadas superiores do lado do vazamento, de 250 para 200mm;
- f) utilização de massa plástica no revestimento de segurança na região de descontinuidade da parte cilíndrica (quina), tornando-a mais estável;
- g) enobrecimento do refratário das fiadas 26 a 32 no lado das ventaneiras para evitar fim de campanha por desgaste prematuro ou temperatura elevada.

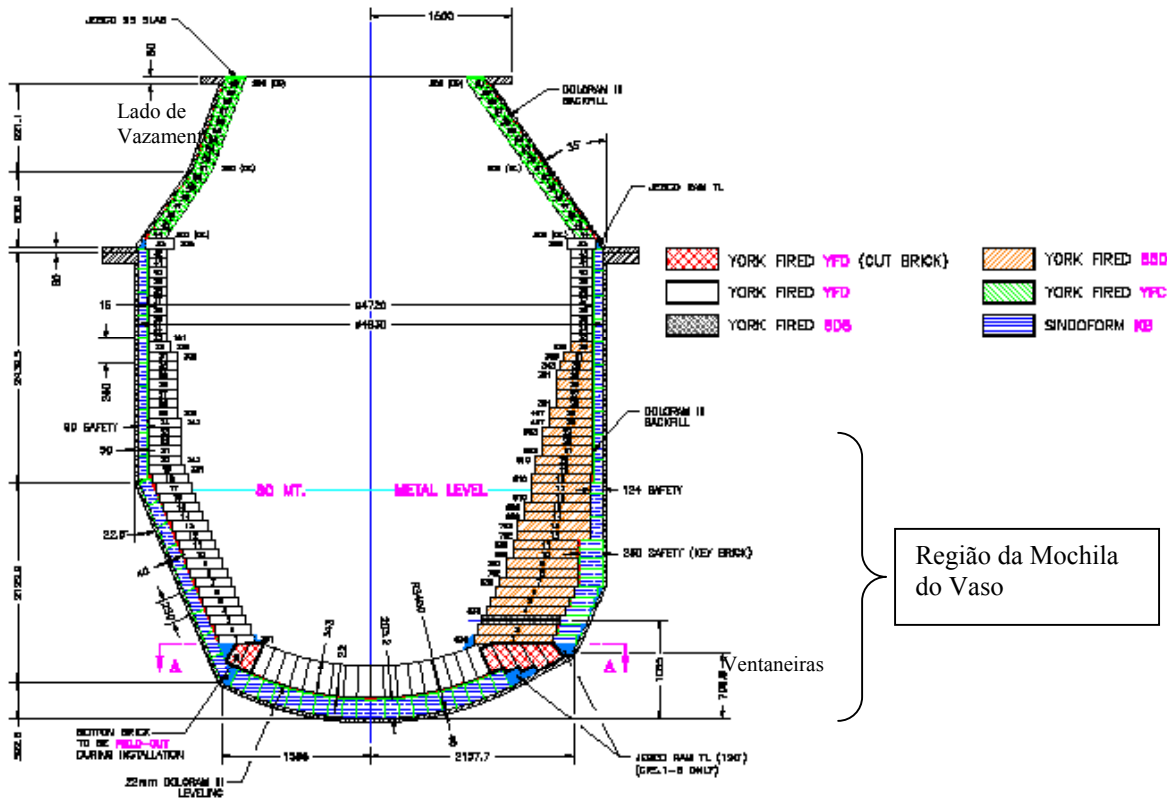


Figura 3: Projeto refratário atual do AOD-L em “corte” de perfil.

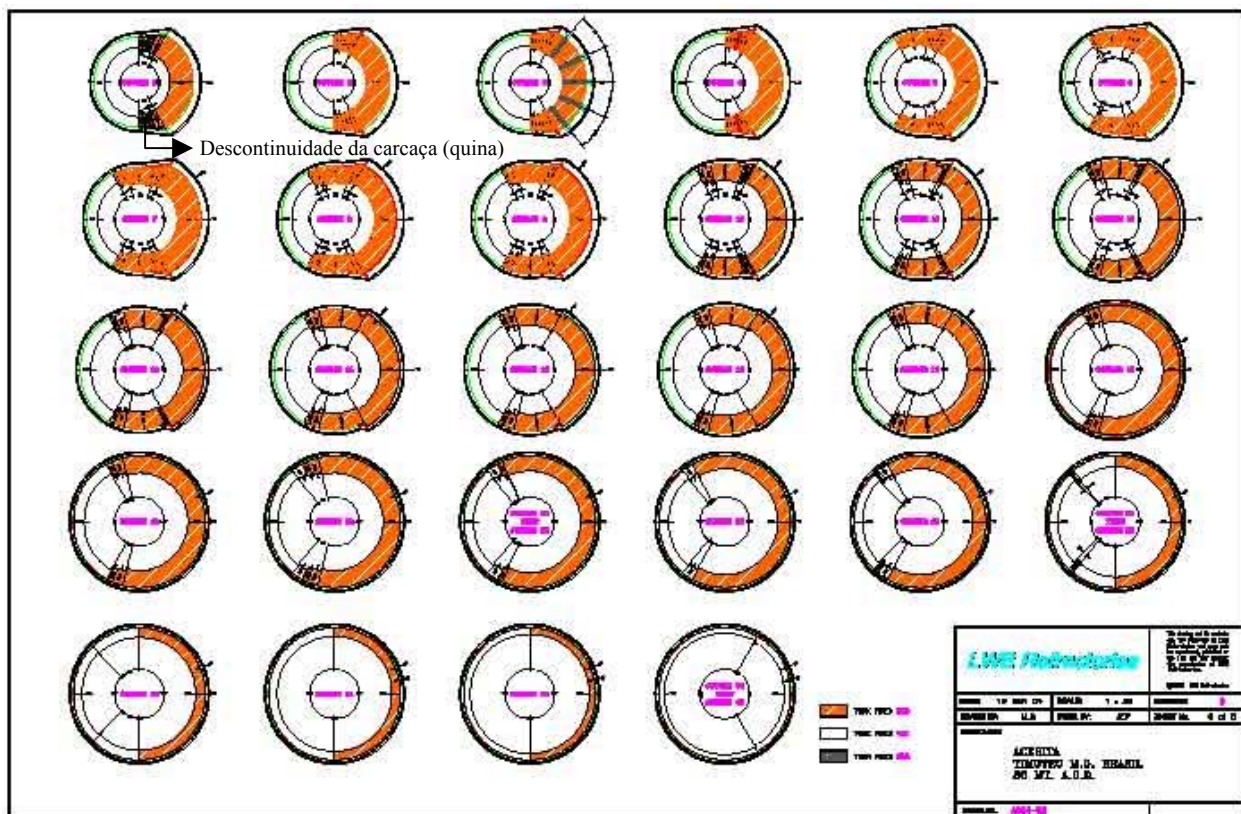


Figura 4: Projeto atual de refratário do AOD-L em “cortes” por fiadas de tijolos.

Desde o início de operação do convertedor foram feitas 12 revisões no projeto do revestimento. O peso do revestimento de trabalho foi reduzido de 98,4 t para 91,4 t e está em curso a redução da espessura dos tijolos do cone superior de 200 para 150mm.

3.4 Reaplicação de Tijolos Recuperados Durante a Fase de Demolição

A reutilização de tijolos com vistas à redução de custos e reciclagem de materiais foi idealizada à medida que detectou-se nos desmontes dos vasos tijolos com dimensões próximas às originais e com integridade das condições superficiais. O primeiro passo foi a reaplicação de tijolos na região do cone superior onde não há nenhum contato dos tijolos com metal ou escória. Isto representou uma reciclagem inicial de cerca de 2500Kg de tijolos por campanha. A partir de Abril de 2005 um novo marco foi estabelecido com a ampliação gradativa da taxa de reaplicação de refratários, alcançando atualmente todo cone superior e onze fiadas da parte cilíndrica, exceto o leito de vazamento para ambos casos.

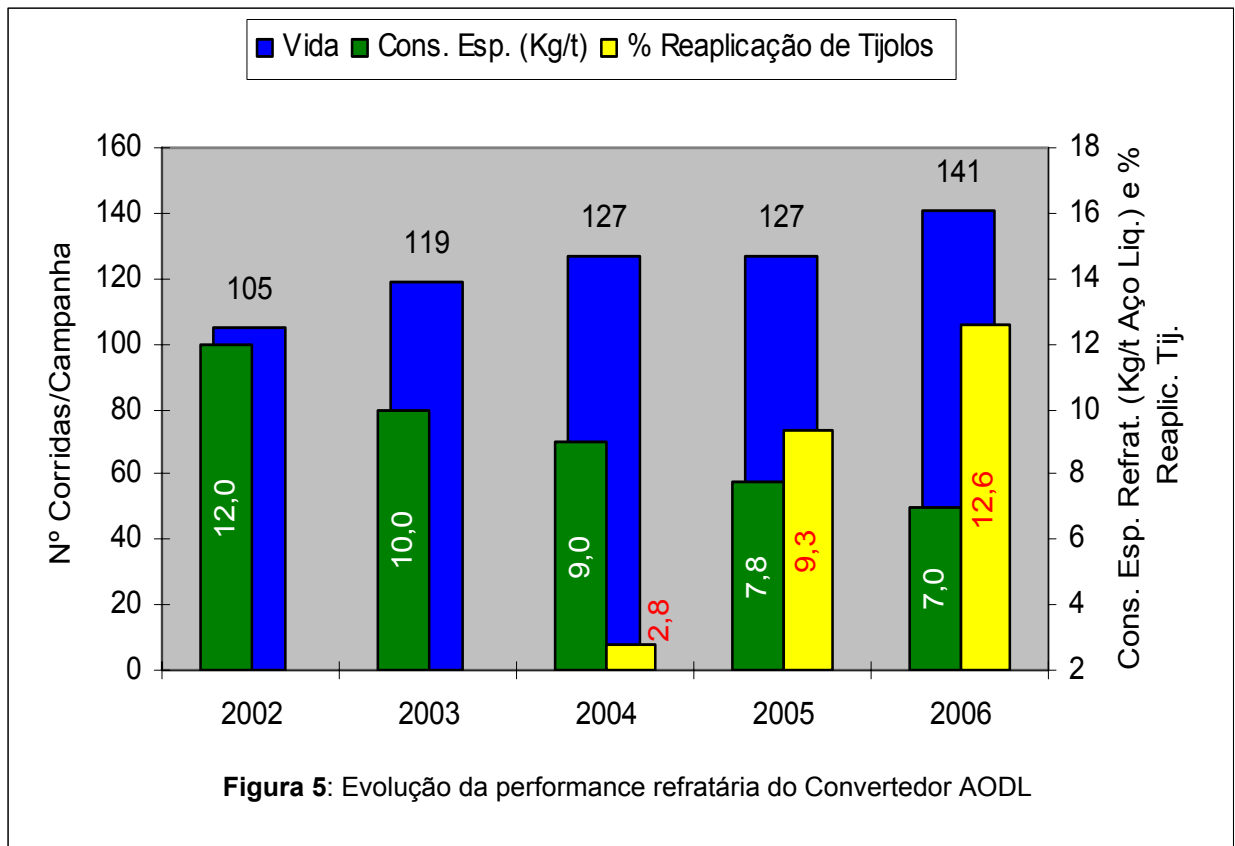
Hoje a prática de reutilização de tijolos já está consolidada e sua contribuição gerou o reaproveitamento em 2006 de 11.333kg de tijolos por campanha ou 12,4% do peso do revestimento.

4 RESULTADOS

A Figura 5 apresenta a evolução da performance refratária do convertedor AOD-L de 80t da Acesita.

Destaca-se o aumento do número de corridas por campanha refratária, passando de 105 em 2002 para 141 em 2006 e a redução no mesmo período do consumo específico refratário de 12,0 kg/t para 7,0 kg/t.

Os resultados mostram uma evolução consistente e progressiva dos resultados, fruto de um trabalho em diversas frentes e com a participação das equipes de operação, controle de processo, montagem de refratário, manutenção eletromecânica e fornecedor de refratários.



A evolução da performance refratária proporcionou também um aumento na produtividade do convertedor uma vez que o número de trocas de vaso foi reduzido. O tempo para troca de um vaso é de 2 horas, o que resultou em menores interrupções no processo produtivo.

Outro benefício advindo foi a redução de custo decorrente da maior quantidade de metal processada com um mesmo revestimento e pelo reaproveitamento dos tijolos. Além disso, com vida mais longa, os custos de montagem, demolição, troca de vaso e disposição de resíduos também foram diluídos, representando uma redução de custo adicional.

5 CONCLUSÃO

O trabalho permitiu uma redução consistente do consumo de refratário, colocando a Acesita como uma das referências de performance na utilização de refratários dolomíticos para produção de aços inoxidáveis. Desde o início de operação em 2002 o número médio de corridas por campanha passou de 105 para 141, representando uma redução no consumo de 12,0 kg/t para 7,0 kg/t.

Isto resultou em aumento da segurança operacional, redução importante de custo, aumento de produtividade e menor geração de resíduos.

A evolução do trabalho possibilitou ainda a obtenção em 2006 de três recordes de vida refratária, sendo 160 corridas em Janeiro, 170 corridas em Junho e 178 corridas em Agosto.

Agradecimentos

Nossos agradecimentos aos colaboradores Antônio Francisco Martins Barreto (ex-funcionário da Acesita), Marcelo José de Almeida, Ademirson M. Guimarães e Maria Imaculada Campos Tostes (representantes da equipe de Suprimentos), Operadores do convertedor AOD-L e Refrataristas da CONTRAN pelas contribuições em prol deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA

- 1 FRUEHAN, R. J.; *Nitrogenation and Decarburization of Stainless Steel*. Metallurgical Transactions. 1975, V.6B, pg. 573-577.
- 2 FRUEHAN, R. *The Making, Shaping and Treating the Steel 13rd edition*. AISE Steel Foundation, 1998, pg. 248-258.
- 3 GRIFFIN, D.J. e JOHNSON, L.D. *Optimizing AOD Refractory Performance Through Lining Design and Process Control*. Publicação Interna Baker Refractories, York, EUA, pg. 1-10, 1997.
- 4 PRETORIUS, E. B., NUNNINGTON, R. C.; *Stainless steel slag fundamentals: from furnace to tundish*; Ironmaking and Steelmaking, 2002, V. 29, N° 2, pg. 133-139.
- 5 ROUTCHKA, G. *Refractory Materials Pocket Manual*. Essen, Alemanha: Vulkan-Verlag, 1997. pg. 152-163, 170-178.