



SISTEMA DE CONTROLE AUTOMÁTICO DA VIDA DO VASO DO RH DE CUBATÃO¹

Edilson Alves Maranhão²

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido a fim de determinar um algoritmo para prever o desgaste da linha de escória de refratários do vaso inferior do RH3 de Cubatão. O novo procedimento está baseado em quatro parâmetros do processo de tratamento: 1) tempo de processo, 2) volume de oxigênio, 3) de alumínio e 4) adição de silício. O objetivo deste estudo é aumentar a produção do RH de Cubatão, através do aumento de disponibilidade do vaso, por prever o desgaste do refratário de trabalho do vaso inferior, otimizando seu uso, onde a espessura da parede refratária mínimo deve garantir uma margem de segurança suficiente para evitar acidentes e também reduzir os custos de refratários. A modificação foi baseada no método estatístico, através do acompanhamento das principais variáveis que determinam o uso do refratário. Alguns parâmetros mostram claramente uma relação direta com o desgaste de refratários, tais como: a) o tempo de circulação de aço no vácuo, b) o volume de oxigênio de aquecimento, c) a adição de silício e alumínio. Como resultado, este trabalho obteve uma previsão confiável de vida do vaso, reduzindo o número de ocorrências inesperadas de avermelhamento ou furo na carcaça da região da linha de escória do vaso inferior.

Palavras-chave: Troca do vaso do RH; Desgaste refratário; Controle de processo.

AUTOMATIC CONTROL SYSTEM OF THE VESSEL LIFE OF RH CUBATÃO

Abstract

This study was developed in order to determine an algorithm to foresee the refractory wear on the vessel slag line RH3 Cubatão. The new procedure is based on four parameters of the process: 1) process time, 2) amount of oxygen, 3) aluminum and 4) silicon addition. The aim of this study is to increase the production of RH Cubatão by increasing the availability of the vessel, by predicting the wear of the vessel bottom partl refractory, optimizing their use, where the minimum wall thickness of refractory must ensure a safety margin enough to prevent accidents and also reduce the refractories costs. The modification was based on statistical methods, by monitoring the key variables that determine the refractory use. Some parameters clearly show a direct relationship to the refractories wear, such as: a) the steel circulation time during vacuum, b) the oxygen volume during heating, c) the silicon and aluminum addition. As a result, this study obtained a reliable forecast of the vessel life, reducing the number of unexpected occurrences of redness or hole in the slag line of the vessel bottom.

Key words: Exchange RH vessel; Wear refractory; Process control.

¹ *Contribuição técnica ao 42º Seminário de Aciaria – Internacional, 15 a 18 de maio de 2011, Salvador, BA, Brasil.*

² *Técnico Metalúrgico – Assistente Técnico Industrial – Usiminas Cubatão.*



1 INTRODUÇÃO

No atual mercado de produção de aços Desgaseificados e Descarburados cada vez mais exigente em aços especiais, a Usiminas fabrica produtos assim denominados Rota Nobre, com alto valor agregado e propriedades físicas e mecânicas que exigem a utilização de refratários que trabalhem a altas temperaturas e condições agressivas para escórias de processo RH, além de garantir a segurança operacional e uma boa relação custo benefício na produção do aço.

Neste cenário, iniciou um trabalho de investigação dos principais fatores de processo e operacionais com relação direta sobre o desgaste refratário, objetivando a contínua melhoria de performance do RH3 da Usina 2 de Cubatão.

A Usiminas de Cubatão possui 01 RH do tipo TWIN com capacidade de 170 ton./ corrida para uma produção nominal estimada de 1.500.000 ton./ano,⁽¹⁾ conforme mostrado no layout abaixo (Figura 1).

O processo RH se destaca dentre outros processos de refino a vácuo, devido a sua alta produtividade e produção de aços de alta qualidade.

O princípio do desgaseificador RH consiste na circulação do aço líquido entre a panela e uma câmara onde se faz vácuo. O fluxo do aço é feito por dois dutos que fazem a ligação entre a panela e a câmara de vácuo, sendo um para a subida e outro para a descida do aço líquido, sendo chamadas de perna de subida e perna de descida, respectivamente.⁽¹⁾

Para aumentar a vida útil do vaso do RH3 da Usiminas Cubatão, foi utilizada uma técnica que envolve a obtenção de quatro parâmetros do processo que determinam um modelo de previsão de troca do vaso por desgaste do tijolo refratário de trabalho da linha de escória do vaso inferior. Vide projeto refratário do vaso mostrado na Figura 2.

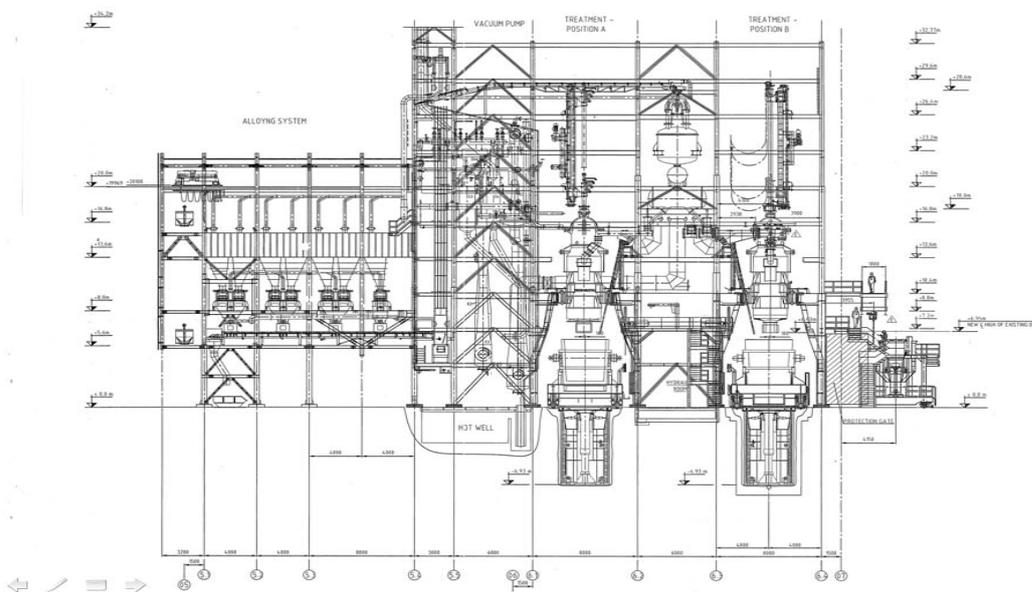


Figura 1 – Projeto do RH3 TWIN da Usiminas de Cubatão.

Fonte: Training Manual for 170t RH/T-COB Plant.

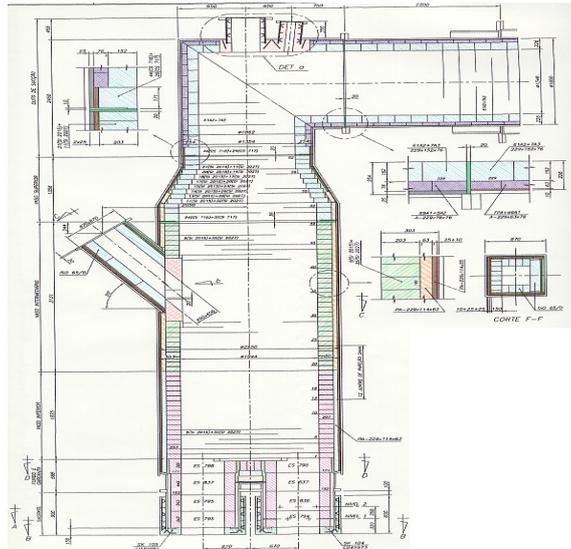


Figura 2 – Projeto do Revestimento do vaso RH3 da Usiminas de Cubatão.⁽¹⁾

1.1 Objetivo

Identificar, compreender e avaliar os mecanismos de processo de desgaste refratário no RH, para melhor seleção das ações operacionais que reduzam o número de ocorrências de incidentes representados por avermelhamento ou furo da carcaça na região da linha de escória do vaso inferior com redução da vida do Vaso do RH.

1.2 Visão Geral do Problema

Procedeu-se à revisão dos fundamentos e das técnicas relacionadas às propriedades, capacidade e limitações dos produtos refratários dos revestimentos do RH e dos cuidados operacionais a fim de prolongar a vida do mesmo e a qualidade no uso do vaso de RH.

Neste caso, o refratarista precisa conhecer bem os produtos refratários, os mecanismos de desgaste e os parâmetros de processo siderúrgicos com a finalidade de conduzir um projeto refratário que atenda às solicitações operacionais e/ou permitam um desenvolvimento de novos produtos na direção correta, tendo em vista à utilização de tijolo refratário de pouca espessura para uma condição muito estreita do vaso do RH3.

O sucesso para aumento da vida útil do refratário de RH depende do bom entendimento entre o metalurgista e o refratarista. A partir desta sinergia é possível conseguir um processo ajustado e uma boa relação custo benefício na performance refratária do Vaso de RH.

O RH3 de Cubatão tinha uma alta frequência de afastamento prematuro para troca do revestimento refratário do vaso inferior devido avermelhamento ou furo da carcaça metálica na região da linha de escória, provocada pelo alto tempo de processo, elevada taxa de aquecimento, grande parcela de adições de Alumínio e/ou FeSi.

Estes problemas são causados por uma perda elevada de temperatura no início da circulação do aço no vaso, devido painéis de ciclo vencidas e/ou aquecedor, alto tempo de transferência entre término do vazamento do Convertedor até início de tratamento do RH, baixa temperatura inicial, baixo PPM inicial, excesso de escória



após vazamento, vaso frio, possíveis pontos de penetração de ar, descontrole de vazões dos gases e solicitação de altas temperaturas para garantia de pulmão na MLC.

Além disto, ocorriam possíveis falhas no controle manual que visava apenas o preenchimento e somatória dos tempos de tratamento de cada corrida produzida, onde muitas vezes ocorria falha nas anotações da planilha cuja somatória podia ser duvidosa e causava falha no planejamento da vida segura do refratário do vaso para dar seqüência à operação.

Nas Figuras de 1 a 4 mostramos o padrão de processo do RH3:

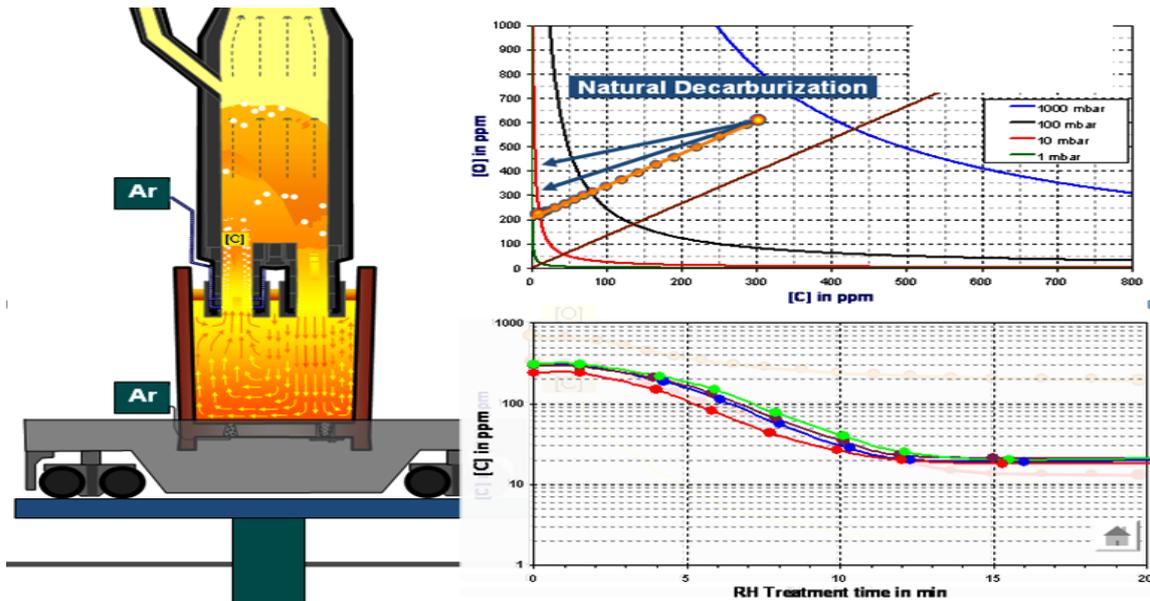


Figura 1: Padrão ideal para Circulação do aço no Vaso do RH.

Fonte: Manual Metallurgical Process in RH Plant.

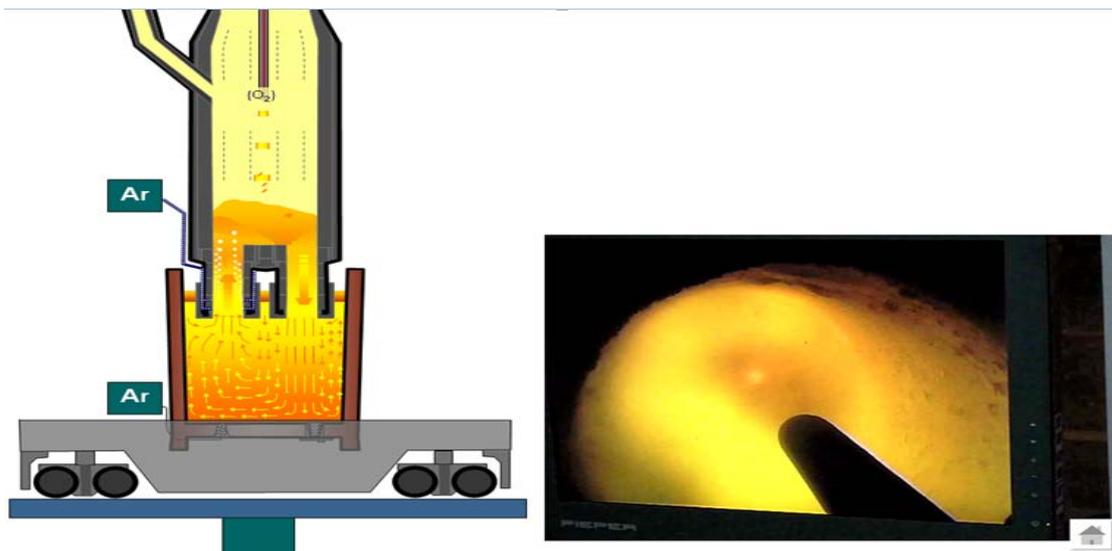


Figura 2: Aquecimento do aço no Vaso do RH com uso da Lança T-COB.⁽²⁾

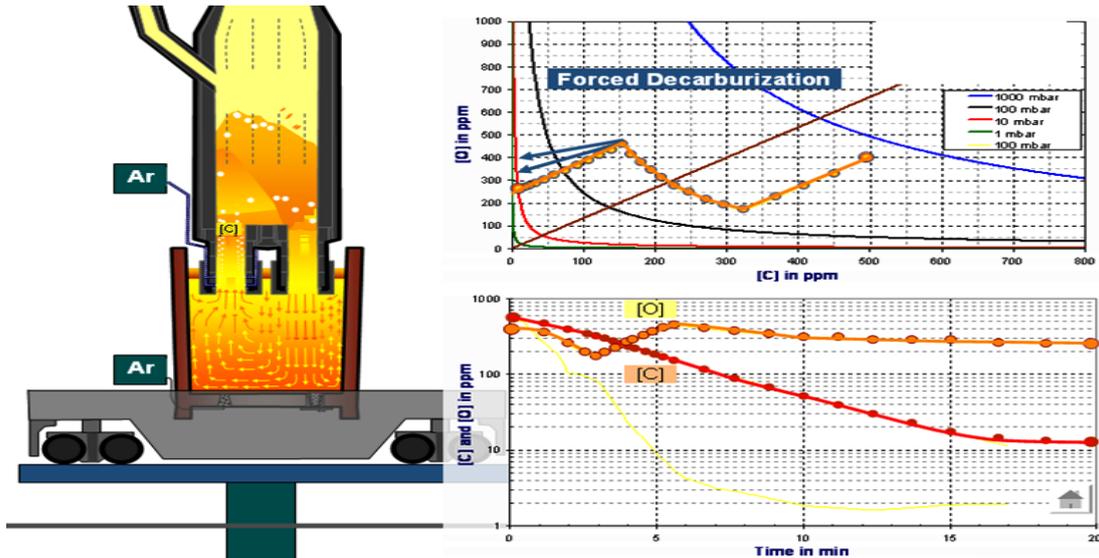


Figura 3: Descarburização forçada no Vaso do RH com sopro de oxigênio.⁽²⁾

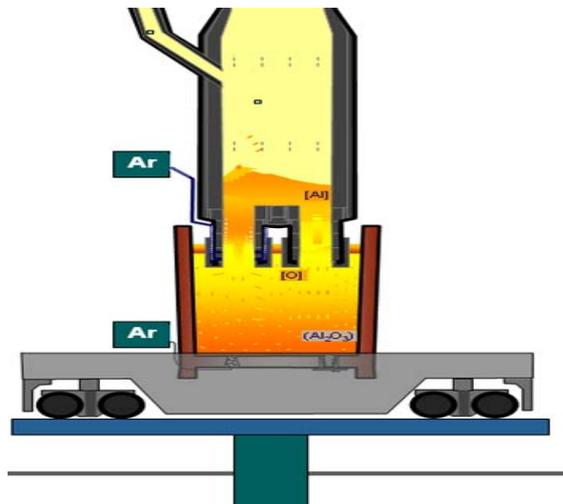


Figura 4: Adição de Alumínio no Vaso do RH para desoxidação do aço.⁽²⁾

2 MATERIAL E MÉTODOS

O material e métodos usados foram descritos de forma a permitir que o controle de vida do revestimento refratário do vaso do RH3 de Cubatão possa ser possível de aplicar em outros Desgaseificadores RH de outras empresas.

2.1 Método de Controle Manual de Vida do Vaso Snterior ao Controle Automático

Anteriormente, o controle de desgaste e consumo de refratário que determinava a vida do vaso no RH3 era feita manualmente por controle em planilha sob responsabilidade da empresa contratada. Este controle visava apenas um parâmetro que era a somatória do tempo de tratamento da cada corrida, na qual se pegava o tempo médio do total acumulado tomando como base o uso de 3500 minutos para afastar o vaso.

Este sistema de controle manual causava muitos transtornos, pois aconteciam trocas prematuras ou inesperadas por furo na carcaça devido deficiência no controle



manual, que por sua vez dependia de informações após o fechamento da corrida ou arredondamento de tempo de processo, desconsiderando o tempo em segundos.

2.2 Método de Controle Automático de Vida do Vaso

Inicialmente foi criada uma planilha de controle automático de vida do vaso do RH para gravar informações reais de corrida a corrida e efetuar o cálculo de desgaste do tijolo refratário em milímetros para cada minuto de circulação, adição de Alumínio, volume de O₂ soprado e adição de FeSi de acordo com a Tabela 1:

Tabela 1: Modelo matemático para cálculo do tamanho de tijolo de trabalho disponível que determina a vida do vaso do RH de Cubatão

Padrão			Vida	Tempo	Qt. Corridas prevista	
			Vaso/Minutos	Tratamento		
Tijolo Trabalho (203 mm) Painel (47 mm)	170	mm	3500	22	159	0,0496 0
Desgaste médio / Minuto	0,05	mm	3500	25	140	0,0487 1
Tempo Tratamento Médio Padrão	30	minutos	3500	27	130	0,0488 2
Desgaste médio/corrida	1,5	mm	3500	30	117	0,0489 3
Desgaste médio real (Tabela corridas)	1,3	mm	3500	35	100	0,0490 4
Desgaste médio real / Minuto	0,05	mm	3500	40	88	0,0491 5
Vida do Vaso prevista / Tempo acumulado corridas	3500	minutos	3500	50	70	0,0492 6
Vida do Vaso prevista / Qt. corridas	117	corridas	3500	60	58	0,0493 7
						0,0494 8
						0,0495 9
						0,0496 10
						0,0497 11
						0,0498 12
						0,0499 13
						0,0500 14
						0,0501 15
						0,0502 16
						0,0503 17
						0,0504 18
						0,0505 19
						0,0506 20
						0,0507 21
						0,0508 22
						0,0509 23
						0,0510 24
						0,0511 25
						0,0512 26
						0,0513 27
						0,0514 28
						0,0515 29
						0,0516 30
						0,0517 31
						0,0518 32
						0,0519 33
						0,0520 34
						0,0521 35
						0,0522 36
						0,0523 37

Controle de Vida do Vaso		
Qt. Corridas Produzidas	62	corridas
Tempo Tratamento Acumulado	1511	minutos
Tempo Médio Corridas	24	minutos
Total do Desgaste Tijolo Trabalho	83,0	mm
Tamanho Tijolo Trabalho disponível	87	mm
Tempo restante previsto para Vida do Vaso	1791	minutos
Qt de corridas restante prevista do Vaso	60	corridas
Previsão de Troca do Vaso	3302	minutos
Previsão de Troca do Vaso	122	corridas
Volume de O ₂ soprado	4333	
Qt. Alumínio adicionado	11432	
Qt. Silício Adicionado	1554	

Simulado - Controle de Vida do Vaso para aços peritéticos		
Qt. Corridas Produzidas	89	corridas
Tempo Tratamento Acumulado	2435	minutos
Tempo Médio Corridas	27	minutos
Total do Desgaste Tijolo Trabalho	170,5	mm
Tamanho Tijolo Trabalho disponível	0	mm
Tempo restante previsto para Vida do Vaso	-6	minutos
Qt de corridas restante prevista do Vaso	0	corridas
Previsão de Troca do Vaso	2429	minutos
Previsão de Troca do Vaso	89	corridas

Depois de testado e aprovado, este controle de ajuste automático da vida do Vaso do RH foi disponibilizado no Nível 3 de forma a facilitar a supervisão e gerenciamento deste sistema para programação de troca de vaso e carteira dos aços.

2.3 Metodologia

Os esforços para atingir o estágio atual começaram no ano de 2009, através de um melhor conhecimento e controle das variáveis de processo que influenciam direto no desgaste refratário do vaso do RH. Após implantação do novo Controle formou-se uma equipe de trabalho entre a Usiminas Cubatão e a empresa Magnesita S.A., a fim de definir qual a metodologia de trabalho a ser seguida, optando substituir o Controle Manual pelo novo Controle Automático testado e aprovado.

Após cada troca de vaso, era feita a medição do perfil e comparação com os dados de desgaste do tijolo refratário, medida corrida a corrida na planilha de acompanhamento das corridas produzidas, taxa de aquecimento e adições efetuadas. Após conferência do resultado das sobras residuais dos vasos demolidos, comparando com os dados fornecidos pela tabela de controle que apresentava uma margem de falha entre 8 mm a 10 mm entre a previsão do



tamanho do tijolo disponível estimado e a sobra real medida na demolição do tijolo desgastado pelo processo, efetuava-se o ajuste da tabela para aproximar ao máximo possível da condição de sobra real que chegou ao ponto de 4 mm na margem de falha, possibilitando otimizar ao máximo o uso do tijolo de trabalho para aumentar o número de corridas do vaso.

2.4 Avaliação do Tempo de Circulação e Permanência do Aço por Corrida Durante a Campanha do Vaso

O controle de campanha do vaso do RH3 era realizado objetivando o número de 90 corridas em média, até o ano de 2008. Os perfis de desgaste refratário no fim de campanha não eram homogêneos, pois cada vaso possuía um tempo de tratamento diferenciado e variação constante da carteira de aços programados e/ou aços não programados para ajudar no ritmo operacional da Aciaria.

Devido a isso, decidiu-se mudar a forma de controle de logística para utilização do vaso de RH, passando a controlar além do tempo de circulação, outras variáveis de processo.

Avaliou-se o tempo de cada corrida durante a campanha do vaso de RH, a fim de evitar que o tempo de permanência de aço circulando fosse superior a 60 minutos numa mesma corrida. A influência do tempo excessivo de aço em uma mesma corrida diminui o número de corridas no final de campanha, pois a campanha do vaso de RH, com a nova metodologia, está limitada a um tempo máximo em minutos. Outra influência negativa é o excesso de volume de oxigênio soprado com adições de alumínio e FeSi.

2.5 Avaliação de Adição de Alumínio ou FeSi Durante Tempo de Circulação da Corrida no Vaso de RH

Foram monitorados e avaliados o tempo de circulação e a quantidade de materiais desoxidantes adicionados por corrida para verificação da influência no perfil de desgaste refratário. Assim, conseguimos ajustar o desgaste médio padrão do tijolo de trabalho através de tabelamento matemático que fazia uma correlação entre a quantidade de materiais desoxidantes adicionados pelo desgaste apresentado em vasos que foram separados para produção de acalmados ao alumínio e acalmados ao silício, para esta finalidade de estudo.

3 RESULTADOS

3.1 Controle de Utilização e Reparo de Vasos do RH3

Conseguiu-se um controle confiável de maior precisão com mais parâmetros para determinar e planejar melhor a Programação das Rotas Nobres e troca dos vasos com segurança, garantindo a otimização do equipamento, redução de custos com tijolo refratário e segurança quanto à não ocorrência de avermelhamento ou furo inesperado da carcaça do vaso, evitar troca antecipada por possíveis falhas no cálculo manual, que levam ao desperdício de material refratário (Tabela 2).



Tabela 2: Motivo do afastamento dos vasos no Ano 2009

Resultados pelo Controle Manual			
Período de operação	Número do Vaso	Vida Snorkel	Motivo do Afastamento
26/01/2009 à 25/02/2009	05/B	89 cor/2917 min	Decisão operacional, potencial para maior nº cor
09/02/2009 à 26/02/2009	02/A	89 cor/2822 min.	Furo na altura da 1ª cinta inferior lado Sul
28/02/2009 a 09/03/2009	01/A	80 cor/2616 min	Avermelhou carcaça lado leste e oeste altura da 18ª fiada de trabalho
26/02/2009 a 15/04/2009	06/B	70 cor/ 2.879min	Furo altura 9ª fiada lado sul
01/05/2009 a 11/05/2009	04/B	88cor/3.043min	Decisão operacional, potencial para maior nº cor
05/05/2009 a 28/05/2009	01/A	96cor/3439min	Vida útil
14/05/2009 a 21/07/2009	02/B	96 cor/3109min	Vida útil
01/06/2009 a 06/07/2009	06/A	98cor/3493 min	Decisão operacional, potencial para maior nº cor
Resultados pelo Controle Automático			
05/08/2009 a 13/08/2009	04/B	114 cor/3922min	Final de vida útil
24/08/2009 a 05/09/2009	01/A	116 cor/3138min	Final de vida útil
13/08/2009 a 23/08/2009	06/B	121 cor/3720min	Final de vida útil
27/08/2009 a 12/09/2009	03/B	103cor/3425min	Final de vida útil
08/09/2009 a 23/09/2009	02/A	104cor/3690min	Final de vida útil
27/09/2009 A 13/10/2009	01/A	112 cor/3178 min	Final de vida útil.
18/10/2009 A 27/10/2009	02/A	101 corr/3407 min	Decisão operacional - final de vida útil

Além de facilitar o planejamento das trocas e da programação das Rotas, tais procedimentos fizeram com que os operadores ficassem mais atentos às condições do tempo de processo, volume de O₂ soprado, adição de Al e FeSi, que são fatores principais de desgaste acentuado do tijolo refratário.

Este novo controle propiciou ousar mais e sair do comodismo de consumir apenas 170 mm do tijolo de trabalho, que deixava sempre uma sobra de tijolo de 80 mm para garantir uma margem segura de falha de contabilização manual, antes feita com anotação em planilha pelo operador da empresa contratada. Este tipo de controle manual, muitas vezes nos trazia surpresas, com afastamento prematuro dos vasos por avermelhamento ou furo na carcaça. Sempre havia uma dificuldade enorme para planejamento das Rotas Nobres e, em função disto, éramos obrigados a trocar vasos duvidosos bem antes do tempo.

Com o controle automático, após um período de trocas acertadas e aumento de vida útil dos vasos, passamos a verificar vaso a vaso o perfil de desgaste dos tijolos da linha de escória na região do vaso inferior e, para nossa surpresa, sempre havia uma sobra considerável e segura que nos propiciou avançar inicialmente em mais 20 mm, passando a gastar 190 mm ao invés dos 170 mm anteriores.

Este controle ajudou muito na tomada de outras ações que foram implantadas na área de montagem com apoio da área de refratários, as quais contribuíram também para este resultado do aumento da vida útil.

Alguns pontos consideráveis:

- passamos de uma média de 87 corridas/vaso para 110 corridas/vaso. (Figuras 5 e 6);
- aumento da disponibilidade operacional do RH3 que propiciou um aumento de 14% para 21% das corridas produzidas na Aciaria, que puderam ser tratadas no RH3;
- A nossa média de produção no RH3, que antes era de 179 corridas/mês, passou para 390 corridas/mês; e
- tivemos dois recordes batidos após este controle: Ago/09 = 471 corridas e em Jan/10 = 480 corridas.

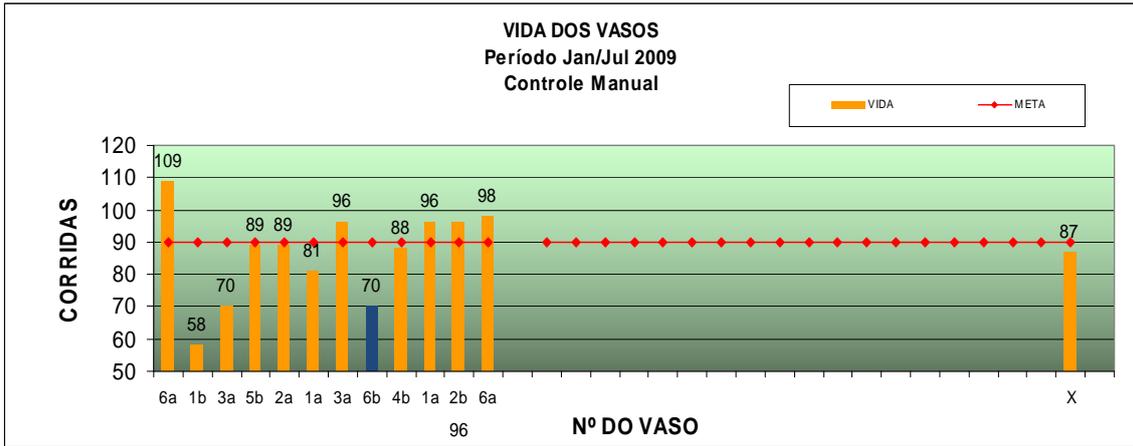


Figura 5. Vida dos Vasos no período Jan/Jul 2009 – Controle Manual.

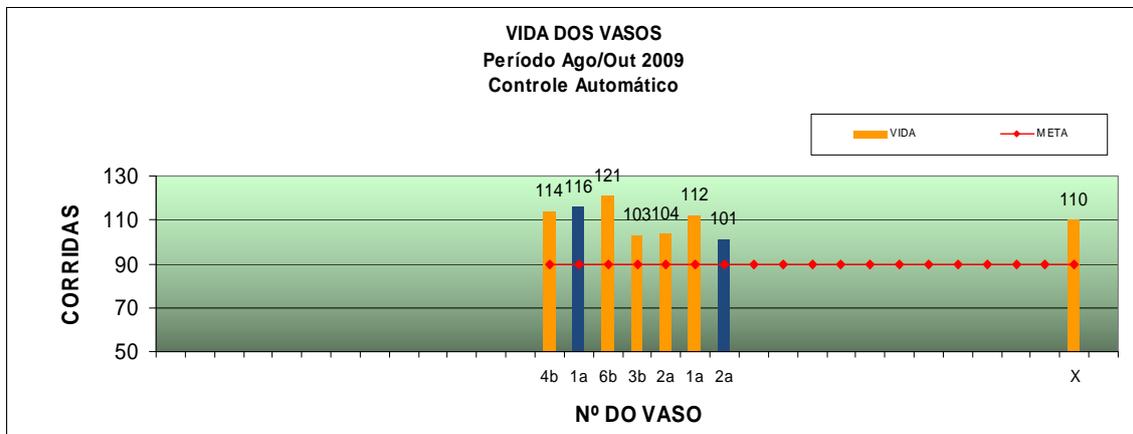


Figura 6. Vida dos Vasos no período Ago/Out 2009 – Controle Automático.

Com estes números, temos uma certeza: Ainda temos espaço para ir muito além e trocar vasos com o mínimo de tijolo residual possível, dentro de uma margem segura, e otimizando custos com refratário de RH.

Para isto precisamos trabalhar forte na questão da temperatura inicial no RH, pois quanto menor o tempo de processo, aquecimento e adições de Al e FeSi, maior será a vida do vaso, que pode chegar até 150 corridas com este mesmo refratário, visando a sobra residual de apenas 40 mm com a otimização do uso de 210 mm de tijolo de trabalho e painel (Figura 7).

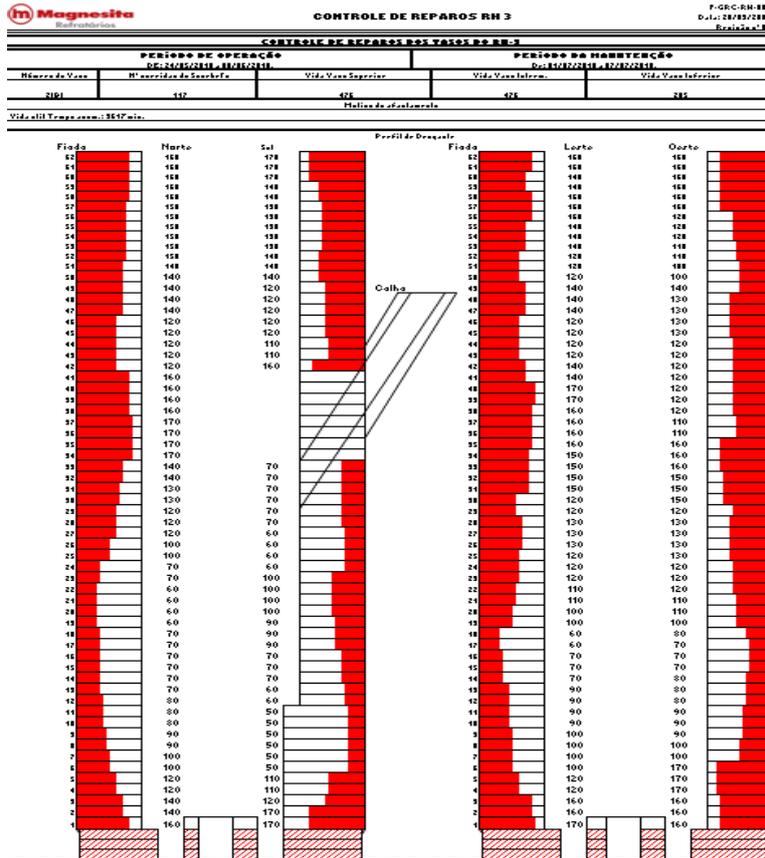


Figura 7. Perfil refratário do vaso para demolição e montagem do vaso inferior.

3.2 Avaliação de Variáveis de Processo

3.2.1 Gerenciamento da logística de vaso do RH

Realizou-se uma mudança na logística dos vasos do RH, objetivando os valores encontrados nos testes estatísticos, a fim de otimizar a campanha:

- terminar a campanha do vaso do RH medida em desgaste do tijolo do vaso inferior, respeitando um valor residual de segurança do tijolo de trabalho, antes de atingir o tijolo permanente; e
- objetivar a redução do tempo de circulação de cada corrida para garantir o aumento da vida útil do vaso.

A Tabela 3 mostra o resultado da vida útil dos vasos após os ajustes mencionados:



Tabela 3: Resultados operacionais no ano 2010

Controle Automático da vida dos vasos do RH3

Vaso	Nº	Data Início	Horário	Data Final	Horário:	Nº Corridas	TT Vácuo	Vazão O2	Adição Al	Adição Fesi	Desgaste (mm)	Média TT Vácuo	Média Vazão O2	Média Adição Al	Média Adição Fesi	Média Desgaste (mm)
A	3	20/02/2010	14:30:00	11/03/2010	09:01:00	108	2726	14121	35644	2123	161	29,0	160	356	9	1,5
B	6	07/02/2010	13:30:00	23/02/2010	18:43:00	105	3153	14831	28685	3787	194	33,2	167	299	5	1,8
B	4	26/03/2010	07:00:00	03/04/2010	22:28:00	109	3208	14670	30084	3278	198	30,9	158	301	4	1,8
A	6	27/04/2010	04:55:00	04/05/2010	17:41:00	101	3093	10871	32908	11887	199	32,9	131	329	41	2,0
B	2	23/05/2010	08:30:00	07/06/2010	23:37:00	118	3430	17588	43600	1233	191	30,4	171	389	1	1,6
A	6	06/06/2010	07:50:00	21/06/2010	01:39:00	123	3276	17940	37820	1742	196	27,8	166	326	5	1,6
B	4	05/07/2010	01:00:00	19/07/2010	19:44:00	117	3577	18230	40056	846	201	31,1	174	351	1	1,7
A	3	19/07/2010	14:30:00	03/08/2010	22:28:00	128	3319	17739	41178	2047	188	27,7	164	349	6	1,5
A	6	06/08/2010	02:20:00	17/08/2010	18:29:00	128	3461	17178	35908	8262	211	30,4	177	332	21	1,7
B	4	04/08/2010	03:45:00	22/08/2010	01:15:00	106	3101	13637	27759	2572	192	31,0	164	278	3	1,8
A	5	21/08/2010	04:00:00	29/08/2010	05:34:00	122	3556	13945	30272	2120	216	30,4	164	303	5	1,8
B	4	18/09/2010	09:22:00	07/10/2010	21:51:00	112	2883	13497	28223	2236	177	28,5	171	310	10	1,6
A	3	24/09/2010	11:20:00	03/10/2010	09:41:00	106	3007	15780	33302	10089	185	30,4	200	378	153	1,8
B	2	09/10/2010	05:00:00	21/10/2010	04:00:00	108	2913	12556	19791	6461	200	30,0	203	247	25	1,9
A	5	05/10/2010	20:45:00	13/10/2010	17:05:00	107	3161	16649	43745	18954	197	31,0	189	486	211	1,8
A	2	07/11/2010	03:00:00	19/11/2010	01:08:00	109	3313	17605	47181	11664	194	32,5	189	449	85	1,8
Média						113	3199	15427	34760	5581	194	30,4	172	343	37	1,7

4 DISCUSSÃO

Além das avaliações mostradas nos itens anteriores, alguns pontos de controle na Aciaria são essenciais para garantir uma segurança e boa performance na utilização do refratário do vaso do RH.

O vaso do RH de Cubatão conseguiu um aumento significativo de disponibilidade operacional em função deste melhor controle de vida do vaso, se comparado com resultados de outros RH que possuem maior diâmetro interno e maior espessura de tijolo de trabalho no vaso inferior.

4.1 Redução do Número de Ocorrências nos Refratários de Vaso de RH

O resultado do controle de processo e mudança na forma de trabalho realizado com os refratários dos vasos de RH na Aciaria da Usiminas Cubatão mostrou a redução do número de ocorrências de avermelhamento ou furo na carcaça na região da linha de escória do vaso inferior, com conseqüente aumento da vida útil dos vasos entre os anos de 2009 e 2010, conforme mostrado anteriormente nas Tabelas 2 e 3 e Figuras 5 e 6.

4.2 Redução de Custos com a Implantação do Controle Automático

Memória de Cálculo:

Custo médio de Refratários do RH até Jul/09: 10,40 R\$/ton.

Mudança no sistema de controle de uso e desgaste do RH: Ago/09.

Custo médio de Refratários do RH após a mudança de Ago/09 a Fev/10: 9,25 R\$/ton.

$$10,40 - 9,25 = 1,15 \text{ R\$/ton}$$

Produção média do RH por ano: 850.000 toneladas.

$$1,15 * 856.000 = \text{R\$ } 984.000,00.$$



5 CONCLUSÕES

O presente trabalho mostrou a importância do controle estatístico de processo e gerenciamento técnico no RH3 e a importância da logística de vasos, a fim de elevar a performance global dos vasos, reduzindo os choques térmicos durante a campanha e otimizando assim a vida do vaso do RH, com segurança e boa relação custo benefício para ambas as partes envolvidas no desenvolvimento do trabalho.

A partir de um conhecimento das melhores faixas objetivadas foi possível conseguir um melhor perfil de desgaste refratário no fim de campanha, dentro dos limites de segurança estabelecida para o refratário do vaso inferior.

Conclui-se que não existe um padrão perfeito para refratários de vasos de RH, pois o mesmo deve se adaptar aos cenários de produção a cada momento, principalmente diante de um cenário de baixa produção, onde os cuidados com o refratário devem ser redobrados, a fim de obter segurança operacional na utilização dos mesmos.

Assim, com o conhecimento e acompanhamento de cada corrida produzida, das variáveis significativas das causas e perda de performance dos vasos, conseguida também com a excelente sinergia entre aciaristas e refrataristas, gerenciadas pelo método introduzido, resultaram em uma maior estabilidade no perfil de desgaste refratário para vasos de RH, com possibilidade de trabalhar cada vez mais com sobra mínima de tijolo de trabalho que possa permitir ainda mais o aumento da vida de troca do vaso para garantia de um maior número de corridas com foco na redução de custos.

Agradecimentos

Agradecemos à Superintendência da Aciaria na Usiminas Cubatão que permitiu a execução do trabalho, bem como toda a estrutura de processo para realização do mesmo e, em especial, ao supervisor Geraldo Soares de Faria da Gerência de Abastecimento e Refratário junto com a Empresa Magnesita Service representada pelos senhores Adão Adelcio Campos e Francisco José Ferger que muito contribuíram para o sucesso deste trabalho com monitoramento do perfil de demolição de cada vaso e informações complementares.

Aos operadores do RH3 e supervisores do Refino, que nos auxiliaram diante das implementações das mudanças necessárias.

Em especial a Sr^a Queila de Araujo da Costa da área de Tecnologia e Informação, que nos auxiliou na implantação da planilha de controle de vida útil dos vasos de RH3 na Tela de Produção da Usina no Nível 3 para facilitar o monitoramento e consulta de toda a hierarquia da Empresa, visando um melhor controle da produção e planejamento das séries de Rota Nobre e Troca de Vaso.

Agradecemos em especial à Prof^a Ms. Arylce Tomaz da disciplina Linguagens e Comunicação do Centro Universitário Monte Serrat, que nos ajudou na correção gramatical do texto.

REFERÊNCIAS

- 1 VAI TECH, Training Manual for 170t RH/T-COB Plant, Lins, Áustria, 2003.
- 2 SIEMENS VAI METALS TECHNOLOGIES, Manual Metallurgical Process in RH Plant, Duisburg, Alemanha, 2008.