

AUMENTO DO NÚMERO DE CORRIDAS POR SEQÜENCIAL NO LINGOTAMENTO CONTÍNUO DA ACIARIA DA V&M DO BRASIL S.A.⁽¹⁾

Oswaldo Alves Ferreira Neto⁽²⁾

Hélio de Rezende Manetta⁽³⁾

Fabício Batista Vieira⁽⁴⁾

César Nery de Abreu⁽⁵⁾

Camilla Pessanha Schiavo⁽⁶⁾

RESUMO

A aciaria da V&M do Brasil S.A produz aço via lingotamento contínuo, em seqüências de no máximo 9 corridas. O fator limitante para a obtenção de um maior número de corridas por seqüencial é o desgaste dos tampões e válvulas submersas utilizados. O objetivo final desse trabalho é elevar o número de corridas por seqüencial até 12 corridas no mínimo, diminuindo o custo do processo sem afetar a qualidade dos produtos. Para tanto testou-se 6 diferentes combinações de refratários (válvulas e tampões) via projeto de experimentos. Todos eventos propostos foram executados utilizando-se a bitola 194 mm na fabricação de barras redondas lingotadas via lingotamento contínuo.

Este projeto foi subdividido em duas partes para realizar a análise estatística desejada. Numa primeira análise considerou-se apenas a combinação de refratários de alumina e os tipos de proteção de zircônia nas válvulas submersas. Posteriormente, realizou-se a análise da melhor configuração desses refratários aluminosos frente aos eventos em que os refratários de MgO foram testados.

Concluiu-se que a melhor configuração de refratários a serem utilizados para a obtenção de elevação do número de corridas por seqüencial é o uso de tampão de MgO e válvula com colo de MgO com proteção de zircônia especial. Com essa configuração foi possível obter-se 2 seqüenciais com 11 corridas cada e uma seqüencial com 12 corridas mantendo níveis aceitáveis de qualidade de produto.

Palavras-chave: válvulas submersas, tampão, lingotamento contínuo.

(1) Contribuição técnica a ser apresentada no XXXV Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais, 17 a 19 de Maio de 2004, Salvador-BA.

(2) Engenheiro Metalurgista, M. Sc., Departamento de Pesquisa & Desenvolvimento da Área Siderúrgica da V&M do BRASIL S.A.

(3) Engenheiro Metalurgista, Gerente do Departamento de Pesquisa & Desenvolvimento da Área Siderúrgica da V&M do BRASIL S.A.

(4) Engenheiro Metalurgista, M. Sc., Departamento de Aciaria da V&M do BRASIL S. A.

(5) Engenheiro, Departamento de Aciaria da V&M do BRASIL S. A.

(6) Graduanda em Engenharia Metalúrgica e de Materiais, UFMG, estagiária do Departamento de Pesquisa & Desenvolvimento da Área Siderúrgica da V&M do BRASIL S.A.

1 - INTRODUÇÃO

Os tipos mais comuns de sistemas de controle do vazamento do aço do distribuidor para o molde são: tampões, válvula-gaveta (com e sem tampão) e válvula reguladora (do distribuidor) para lingotamento contínuo de billets. No caso específico da V&M do Brasil o controle é feito por meio de tampões.

A válvula submersa é uma das mais importantes peças refratárias usadas no lingotamento contínuo de aço influenciando grandemente tanto a parte operacional do processo como a qualidade do produto final. A válvula submersa, além de permitir que o lingotamento seja realizado com o emprego de pó fluxante, tem como funções básicas: proteger o jato de aço entre o distribuidor e o molde evitando a sua reoxidação, assegurar um fluxo de aço estável para o molde e favorecer a flotação de inclusões não metálicas para a escória.

As válvulas submersas podem ter seu desempenho afetado por fatores tais como: oxidação do carbono durante o pré-aquecimento e durante a operação, erosão/corrosão local, choque térmico e clogging ou formação de depósito de Al_2O_3 .

Neste trabalho objetiva-se estudar a melhor combinação desses refratários (tampão e válvula submersa) a fim de se elevar o número de corridas por seqüencial minimizando o desgaste dessas peças refratárias e reduzindo o custo de produção.



(a)



(b)

Figura 1 – Fotografias dos refratários utilizados na V&M do BRASIL S.A.: (a) Válvula Submersas e (b) Tampão.

2 – METODOLOGIA

2.1 – Projeto de Experimento

Para a realização desse projeto, 6 diferentes configurações de refratários foram testadas. Os materiais utilizados, bem como as combinações testadas, estão dispostos, respectivamente, nas tabelas I e II.

Material	Análise Química	
Tampão VISO com ponta de MgO	<ul style="list-style-type: none"> • 15,5% SiO₂ • 1,1% Al₂O₃ 	<ul style="list-style-type: none"> • 71,3% MgO • 15,6% C
Tampão VISO com ponta de alta Alumina	<ul style="list-style-type: none"> • 0,8% SiO₂ • 82,5% Al₂O₃ 	<ul style="list-style-type: none"> • 2% B₂O₃ • 13,3% C
Tampão VAPEX com Mix Especial	<ul style="list-style-type: none"> • 15,9% SiO₂ • 0,48% TiO₂ • 54,3% Al₂O₃ • 0,53% Fe₂O₃ • 0,11% CaO 	<ul style="list-style-type: none"> • 0,36% MgO • 0,6% K₂O • 0,1% Na₂O • 5,1% SiC
Válvula Submersa VAPEX com colo de MgO e zircônia especial	Corpo: <ul style="list-style-type: none"> • 15,5% SiO₂ • 71,3% MgO • 1,1% Al₂O₃ • 15,6% C 	Anel: <ul style="list-style-type: none"> • 0,7% SiO₂ • 3,2% CaO • 76,7% ZrO₂ • 0,7% Al₂O₃ • 16,7% C
Válvula Submersa VAPEX com colo de MgO e zircônia normal	Corpo: <ul style="list-style-type: none"> • 15,5% SiO₂ • 71,3% MgO • 1,1% Al₂O₃ • 15,6% C 	Anel: <ul style="list-style-type: none"> • 4,6% SiO₂ • 3,1% CaO • 1% MgO • 73,5% ZrO₂ • 0,7% Al₂O₃ • 0,6% B₂O₃ • 14,8% C
Válvula Submersa VAPEX com colo de alta Alumina e zircônia especial	Corpo: <ul style="list-style-type: none"> • 0,8% SiO₂ • 82,5% Al₂O₃ • 2% B₂O₃ • 13,3% C 	Anel: <ul style="list-style-type: none"> • 0,7% SiO₂ • 3,2% CaO • 76,7% ZrO₂ • 0,7% Al₂O₃ • 16,7% C
Válvula Submersa VAPEX com colo alta Alumina e zircônia normal	Corpo: <ul style="list-style-type: none"> • 0,8% SiO₂ • 82,5% Al₂O₃ • 2% B₂O₃ • 13,3% C 	Anel: <ul style="list-style-type: none"> • 4,6% SiO₂ • 3,1% CaO • 1% MgO • 73,5% ZrO₂ • 0,7% Al₂O₃ • 0,6% B₂O₃ • 14,8% C

Tabela I - Códigos dos materiais utilizados a partir do fornecedor.

Evento	Tampão	Válvula / Tipo de Proteção
1	Tampão com ponta de MgO	VS com colo de MgO / Zircônia Especial
2	Tampão com ponta de Alumina	VS com colo de Alumina / Zircônia Especial
3	Tampão com ponta de Alumina	VS com colo de Alumina / Zircônia Normal
4	Tampão com ponta de MgO	VS com colo de MgO / Zircônia Normal
5	Tampão com ponta de Alumina VAPEX especial	VS com colo de Alumina / Zircônia Especial
6	Tampão com ponta de Alumina VAPEX especial	VS com colo de Alumina / Zircônia Normal

Tabela II - Combinações de Válvulas e Tampões por evento.

As seqüenciais programadas para cada evento apresentaram 9 corridas produzidas na maioria dos experimentos. Sendo que cada evento foi repetido por três vezes. Utilizou-se em todos os experimentos o pó fluxante esférico 512 SV- DV. Todos eventos propostos no projeto, foram executados durante a produção de barras lingotadas na bitola 194mm para o aço Grau B cuja composição química, é, aproximadamente, 0,18 a 0,21%C; 0,18 a 0,25%Si; 0,45 a 0,53%Mn; máximo 0,025%P; máximo 0,25%S; máximo 0,2%Cr; 0,015 a 0,030%Al; máximo 0,020%Nb; máximo 0,050%V; máximo 0,060%Mo; máximo 0,008%Ti; máximo 0,0005%B; máximo 0,35%Cu; máximo 0,020%Sn; máximo 0,25%Ni e máximo 0,004%Ca.

A eficiência dos testes foi avaliada, quanto à sua qualidade, para cada seqüencial produzida, observando, fotografando e/ou medindo: desgaste do tampão (deslocamento do tampão em mm/h de lingotamento); desgaste de válvula (desgaste na região de trabalho da linha de escória do molde em mm/h de lingotamento); índice do automatismo (% do tempo de lingotamento em modo automático e com variação mínima do nível de aço). O desgaste do tampão e o índice de automatismo são avaliados a partir dos gráficos de controle de nível. Para se calcular o desgaste das válvulas é feita uma série de medidas após o uso da mesma. Essas medidas podem ser esquematicamente representadas pela figura a seguir.

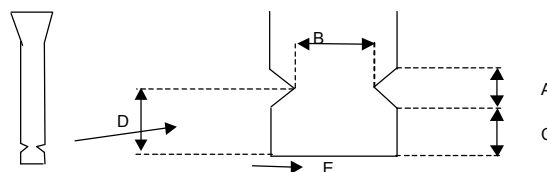


Figura 2 – Representação esquemática das medidas feitas para cálculo do desgaste das Válvulas Submersas.

A equação que calcula o desgaste sofrido pela válvula é dada pela relação:

$$DesgasteVálvula = \frac{\left(\frac{100 - B}{2}\right)}{\left(\frac{TempodeLingotamento}{60}\right)} \left[\frac{mm}{h} \right] \quad (\text{equação 1})$$

Todo o processo relativo ao Convertedor LD e à Metalurgia Secundária (Forno Panela) foi seguido dentro dos padrões operacionais vigentes.

3 - RESULTADOS EXPERIMENTAIS

3.1 – DOE (Design of experiments)

Seguindo-se os procedimentos descritos no item 2.1, experimentos foram realizados e os resultados dos mesmos estão dispostos na tabela a seguir.

ACOMPANHAMENTO EXPERIÊNCIAS DE AUMENTO DE SEQUÊNCIAS																								
TAGS/SE	PROGRAMA EXPERIÊNCIA	CORREIAS	BOLA	Nº CORREIAS SEQUENCIAL	AUMENTO (minutos)		ÍNDICE DE LIMITAMENTO (hora)	TEM DE LIMITAMENTO (hora)	TEMPO DE LIMITAMENTO (minutos)	DESGASTE DOS TAMPÕES (mm/h)				DESGASTE DAS VÁLVULAS (mm/h)				% AUTOMATISMO (Nº Sequências automáticas / nº Sequências Total / 100)				Observações		
					ENTRADA	SÁLVULA				V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4	V1	V2	V3	V4		TOTAL (média ± desv. p.)	
1	PSQ 025.02	53075 a 53094	194	9	206	86	10:59	19:09	491	0,86	0,86	1,47	0,98	1,10	1,04	0,96	1,04	86,6	100	96	100	95,6		
4	PSQ 025.02	53090 a 53097	194	8	212	82	00:31	07:07	396	0,45	0,75	0,76	0,61	1,06	1,26	1,19	1,13	92,41	95,56	97	99	96,1		
1	PSQ 025.02	53039 a 53071	194	10	223	1,25	03:02	11:01	479	0,13	0,25	0,75	0,25	0,73	0,67	0,88	0,88	100	100	98	100	99,5		
4	PSQ 025.02	53096 A 53099	194	10	215	95	15:11	01:57	486	0,13	0,26	0,64	0,62	1,21	1,23	0,86	1,03	100	100	99	100	99,8		
4	PSQ 025.02	54117 A 54166	194	9	220	75	15:35	23:39	304	0,98	0,98	1,06	1,06	1,24	0,91	1,06	1,24	100	100	99	100	99,7		
1	PSQ 043.02	54469 A 54476	194	11	212	97	15:57	00:00	363	0,50	0,66	0,58	0,83	1,00	1,00	0,90	0,79	92	100	100	100	99,5		
2	PSQ 046.02	54651 A 54660	194	10	214	88	20:54	06:07	493	0,85	0,92	0,92	1,23	-	0,87	0,98	0,97	85	98	99	100	95,8		
2	PSQ 020.02	54743 A 54790	194	9	282	173	15:42	00:34	520	0,46	0,69	0,98	0,98	0,89	0,92	0,87	0,87	1,10	80	100	90	100	87,5	
2	PSQ 025.02	54933 A 54936	194	9	240	106	15:51	01:05	494	0,61	0,51	0,50	2,91	0,50	0,79	0,91	-	100	100	98	92	97,5		
3	PSQ 026.02	54933 A 55011	194	9	192	78	10:59	17:20	501	0,60	0,84	1,20	0,84	1,06	1,06	0,82	1,18	86,00	100	98	97	92,8		
6	PSQ 026.02	55983 A 55985	194	8	233	113	01:53	06:47	294	0,204	0,61	0,61	0,20	1,08	1,08	0,89	1,08	100	100	100	100	100,00		
1	PSQ 026.02	55934 A 55935	200	11	242	150	04:03	13:26	693	0,202	0,26	0,16	0,35	1,02	0,29	-	1,01	100	100	100	100	100,00		
6	PSQ 020.02	56211 A 56219	194	9	273	90	12:30	20:39	488	0,246	0,12	0,12	0,12	0,52	0,74	0,82	1,11	95	96	92	98	95,50		
6	PSQ 020.02	56073 A 56080	194	8	261	141	02:32	06:11	400	0,75	0,75	0,9	0,9	1,04	1,17	1,17	90	96	98	91	94,00			
1	PSQ 014.02	56349 A 56357	200	9	238	89	02:08	11:07	529	0,4485	0,86	-	0,33	1,00	1,06	-	0,78	100	100	100	100	100,00		
5	PSQ 017.02	56394 A 56402	194	9	309	273	09:07	15:23	473	0,261	0,3	0,3	0,75	0,89	0,93	1,21	1,09	100	100	99	100	99,5		
5	PSQ 1493	56682 A 56670	194	9	267	136	09:01	09:58	477	0,86	0,86	1,01	0,86	0,8	0,8	0,8	0,8	100	100	100	100	100		
5	PSQ 1493	56682 A 56673	194	9	224	84	06:57	14:49	472	-	1,14	1,23	1,27	-	0,8	0,8	0,8	-	87	88	93	89		
4	PSQ 0930	56614 A 56626	200	12	219	120	18:00	04:39	628	0,276	0,25	0,66	0,38	1,1	0,8	1	1	100	100	100	100	100		

Tabela III - Experimentos realizados e seus resultados.

Foram calculados os resultados médios para os índices desgaste de tampão, desgaste de válvula e índice de automatismo para cada evento realizado. A tabela IV mostra os resultados.

Tampão/ Válvula	Tipo de Inserto	Deslocamento de Tampão, mm/hora	Desgaste de Válvula, mm/hora	Índice de Automatismo, %
Tampão MgO – VS MgO	Zircônia Especial	0,711	0,918	98,217
Tampão Alumina – VS Alumina	Zircônia Especial	0,952	0,91	90,25
Tampão Alumina – VS Alumina	Zircônia Normal	0,87	1,03	92,75
Tampão MgO – VS MgO	Zircônia Normal	0,706	1,086	98,53
Tampão Alumina VAPEX – VS Alumina	Zircônia Especial	0,849	0,838	97
Tampão Alumina VAPEX – VS Alumina	Zircônia Normal	0,462	1,027	96,333

Tabela IV – Resultados dos experimentos de aumento do número de corridas por seqüencial para todos os eventos realizados.

A primeira análise considerou apenas a combinação de refratários de alumina e os tipos de proteção de zircônia. Selecionando a melhor configuração com refratários de alumina posteriormente realizou-se a análise da melhor configuração desses refratários frente aos eventos em que os refratários de MgO foram testados.

A tabela V apresenta os resultados médios para as variáveis resposta somente para os experimentos com refratários de alumina.

Tampão/ Válvula	Tipo de Inserto	Deslocamento de Tampão, mm/hora	Desgaste de Válvula, mm/hora	Índice de Automatismo, %
Tampão Alumina – VS Alumina	Zircônia Especial	0,952	0,91	90,25
Tampão Alumina VAPEX – VS Alumina	Zircônia Especial	0,849	0,838	97
Tampão Alumina VAPEX – VS Alumina	Zircônia Normal	0,462	1,027	96,333
Tampão Alumina – VS Alumina	Zircônia Normal	0,87	1,03	92,75

Tabela V – Resultados médios para os eventos que envolveram somente os refratários aluminosos.

Dessa forma analisou-se o efeito dos fatores de processo “Tipo de tampão/Válvula” e “Tipo de inserto” sobre o deslocamento de tampão, desgaste de válvula e índice de automatismo conforme os gráficos de Pareto da figura 3.

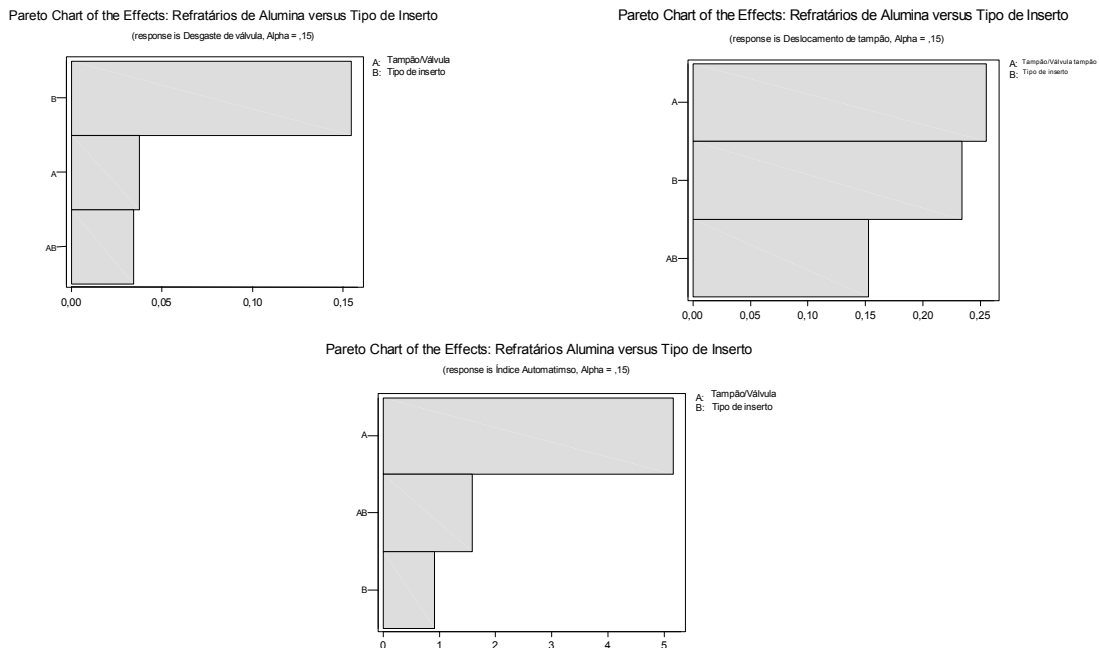


Figura 3 – Gráficos de Pareto dos fatores sobre as variáveis resposta: deslocamento do tampão, desgaste da válvula submersa e índice de automatismo para a experimentação de refratários aluminosos.

O desgaste do tampão pode gerar uma variação de nível mais turbulenta devido ao fluxo de aço para o molde sofrer maiores variações, por conseguinte, a maior variação de nível pode afetar também o desgaste da válvula. Tomando-se esse mecanismo para avaliação, conforme pode ser visto pela figura 3, a resposta fornecida pelo gráfico de Pareto foi coerente com a teoria, pois os dois fatores avaliados foram importantes para o efeito desgaste de válvula sendo que o tipo de proteção ainda foi o fator preponderante.

A resposta mostrada pelo gráfico de Pareto mostrou que o fator “tipo de tampão/válvula” influi em maior escala sobre a variável “deslocamento de tampão” conforme poderia ser esperado.

O tipo de proteção também foi demonstrado como fator importante, fato esse que não apresenta fundamento operacional.

O fator “tipo de tampão/válvula” foi mais uma vez apontado como fator preponderante sobre a variável índice de automatismo como deveria ser esperado já que o sistema de controle de fluxo da máquina de lingotamento contínuo é baseado em oscilações do tampão atuando sobre colo da válvula.

O fator tipo de inserto também foi apontado com importante não havendo fundamento operacional para esse resultado.

Realizou-se, a seguir, a análise de como os níveis dos fatores importantes influenciam as variáveis resposta do projeto de experimentos. A figura 4 apresenta os resultados.

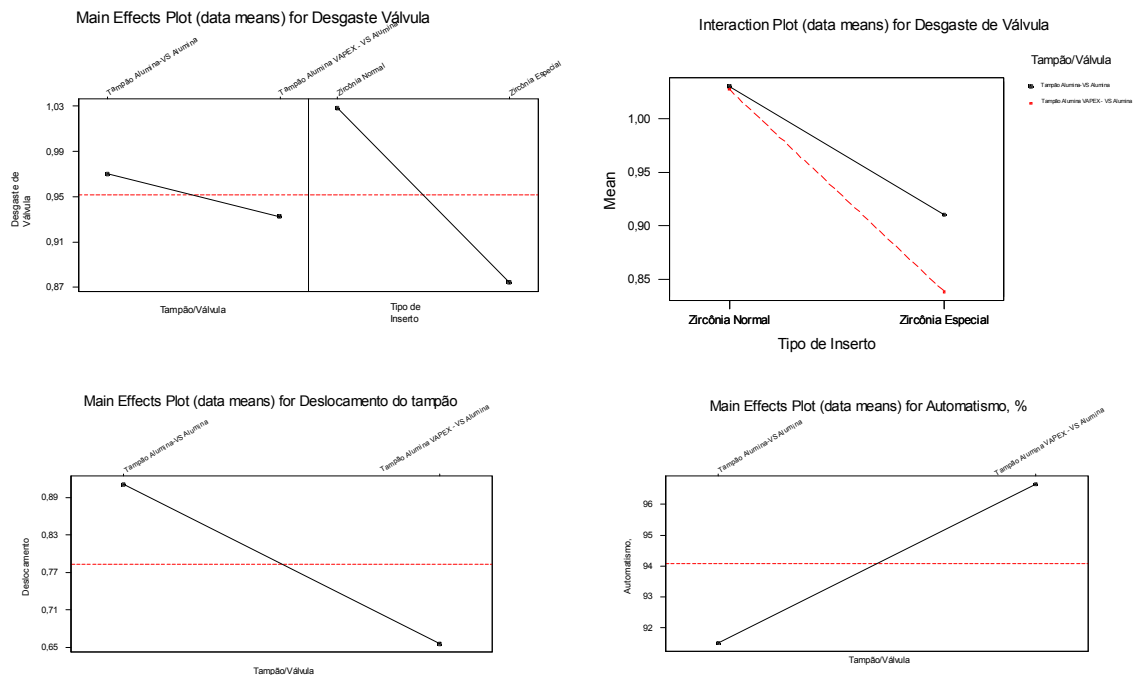


Figura 4 – Análise dos níveis dos fatores importantes sobre as variáveis resposta do projeto de experimentos para refratários aluminosos.

Pode-se afirmar que a melhor configuração entre os refratários de alumina é realmente a utilização do tampão VAPEX especial com válvula de colo de alumina e zircônia especial já que os itens de qualidade avaliados (índice de automatismo, desgaste de válvula e deslocamento do tampão) apresentaram seus melhores resultados quando a configuração citada foi utilizada conforme pode ser visto pelos gráficos da figura 4. Dessa forma, estabeleceu-se a comparação entre a configuração de refratários de MgO (tampão e válvulas submersas) com a combinação de tampão de alumina VAPEX variando seus tipos de inserto. A tabela VI apresenta os resultados médios obtidos para as configurações testadas.

Tampão/Válvula	Tipo de Inserto	Deslocamento de Tampão, mm/hora	Desgaste de Válvula, mm/hora	Índice de Automatismo, %
Tampão MgO - VS MgO	Zircônia Especial	0,711	0,918	96,217
Tampão MgO - VS MgO	Zircônia Normal	0,706	1,086	98,53
Tampão Alumina VAPEX - VS Alumina	Zircônia Especial	0,849	0,838	97
Tampão Alumina VAPEX - VS Alumina	Zircônia Normal	0,462	1,027	96,333

Tabela VI – Resultados médios de itens de qualidade do lingotamento contínuo quando as combinações de refratários de MgO são feitas com a melhor configuração de refratários de alumina.

Os gráficos mostrados a seguir fornecem as respostas sobre os fatores de processo que interferem sobre os índices de qualidade de lingotamento.

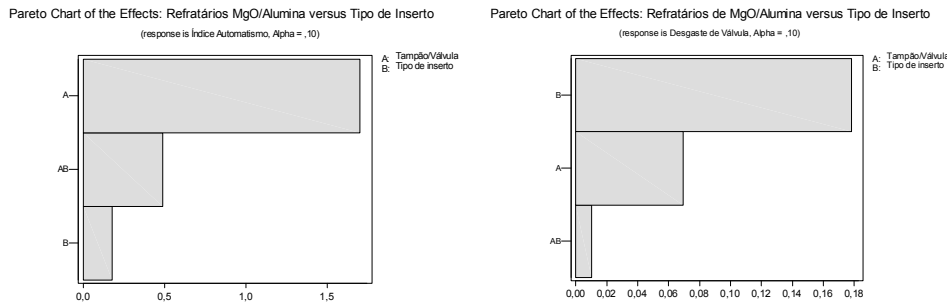


Figura 5 - Gráfico de Pareto para os fatores que influenciam a variável resposta índice de automatismo e desgaste de válvula da combinação de refratários de MgO e alumina.

O gráfico que demonstra o efeito dos fatores tipo de tampão/válvula e tipo de proteção sobre a variável deslocamento de tampão não foi realizado por considerar-se que somente o tipo de tampão/válvula realmente interfere sobre essa variável resposta, conforme anteriormente analisado na figura 3. A figura que se segue demonstra os efeitos dos fatores sobre as variáveis resposta deslocamento do tampão, desgaste de válvula e índice de automatismo.

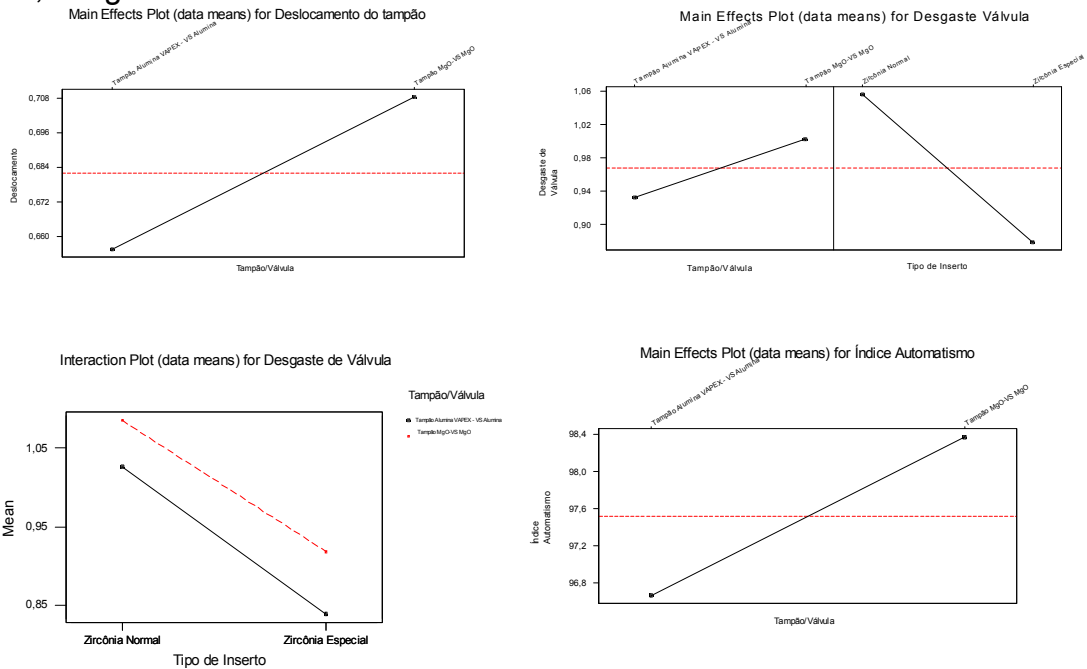


Figura 6 – Efeitos dos fatores sobre as variáveis resposta deslocamento do tampão, desgaste de válvula e índice de automatismo

3.2 - Testes de Elevação de Número de Corridas por Seqüencial

Através de fotografias realizadas no passado para se avaliar o desgaste de tampão, percebeu-se que o tampão de MgO sempre apresentava um desgaste mais reduzido. Considerando-se, teoricamente, como mínimo o desgaste da válvula submersa com colo de MgO e anel de zircônia especial (informação fornecida pelo fabricante) idealizou-se algumas experiências de atingimento de um número mais elevado de corridas por seqüencial com a configuração de tampão de MgO e válvula submersa com colo de MgO e anel de zircônia especial. Realizou-se essa tentativa por duas vezes para o evento 1 conforme mostrado pela tabela III, alcançando-se 11

corridas. Realizou-se, também, um evento com a configuração de tampão de MgO e válvula com colo de MgO e anel de zircônia normal objetivando-se reconhecer o quanto se poderia elevar o número de corridas por seqüencial sem prejudicar a qualidade do aço produzido e, alcançou-se também 12 corridas conforme a tabela III. Para essas combinações, foram feitos gráficos comparativos dos desgastes médios sofridos pela válvula e pelo tampão e uma comparação quanto ao índice de automatismo médio alcançado. Dessa forma, pode-se verificar que ambos experimentos apresentam resultados expressivos e satisfatórios, porém o evento 1 apresentou um desgaste ligeiramente inferior das válvulas submersas.

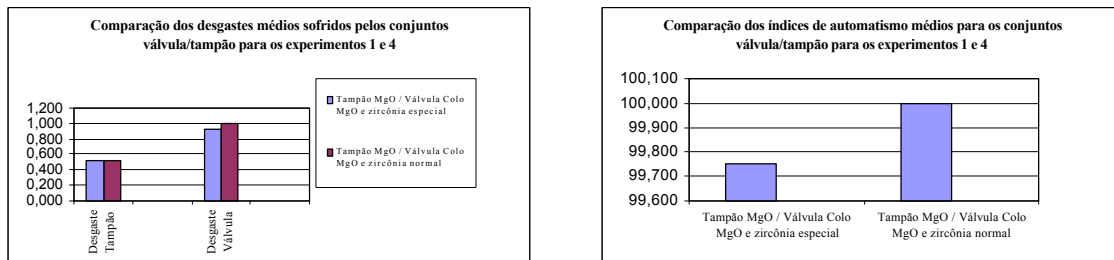


Figura 7 – Comparação dos desgastes médios sofridos pela válvula e pelo tampão e comparação dos índices de automatismo médios para os experimentos 1 e 4 quando o número de corridas por seqüencial foi realmente elevado.

4 – CONCLUSÃO

Conforme demonstrado na figura 6 pode-se afirmar que os refratários que apresentaram melhores resultados foram, para os quesitos:

- deslocamento de tampão: a utilização de tampão de alumina VAPEX e válvula com colo de alumina;
- desgaste de válvula: a utilização de válvulas com colo de alumina e zircônia especial juntamente com tampão de alumina VAPEX;
- índice de automatismo: a utilização de tampão de MgO e válvula submersa com colo de MgO e zircônia especial .

Considerando-se que o índice de automatismo deveria prevalecer sobre o índice de deslocamento de tampão, já que a qualidade de corridas produzidas é avaliada observando o padrão de controle de nível de aço no molde, assim afirma-se que a melhor configuração de refratários a serem utilizados para a obtenção de elevação do número de corridas por seqüencial é realmente o uso de tampão de MgO e válvula com colo de MgO com proteção de zircônia especial o que permite atualmente o atingimento de até 14 corridas por seqüencial.

5 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais. **Refratários e insumos para lingotamento contínuo**. Vitória, 2001.
- WERKEMA, M.C.C. **Ferramentas estatísticas básicas para o gerenciamento de processos**. Volume 2 da série Ferramentas da Qualidade. Belo Horizonte: Fundação Christiano Ottoni, Escola de Engenharia da UFMG, 1995. 404p.

THE HEAT NUMBER INCREASING IN A CONTINUOUS CASTING SEQUENCE AT V&M DO BRASIL S.A. STEELMAKING SHOP ⁽¹⁾

Oswaldo Alves Ferreira Neto⁽²⁾
Hélio de Rezende Manetta⁽³⁾
Fabrício Batista Vieira⁽⁴⁾
César Nery de Abreu⁽⁵⁾
Camilla Pessanha Schiavo⁽⁶⁾

Abstract

At V&M do BRASIL S.A. Steelmaking, the steel is produced by continuous casting in sequences with 9 heats. But there is a limit to get a higher number of heats in a sequence: the type of refractories in terms of stopper rod and SEN and their erosion during the process. The final objective of this work is to increase the number of heats in a sequence to 12 in order to reduce the cost of production without decrease the product quality. Six different groups of refractories (S.E.N. and stopper rod) were testing by a design of experiment. All the tests were executed in the production of bars with 194mm of diameter.

This project was divided in two parts to do the statistical analysis. At the first analysis only alumina refractories and zirconia protection type were considered. After this, the best setup of these refractories was checking against MgO ones.

By this work we can say that the best setup of casting refractories that could increase the number of heats is MgO type with protection by special zirconia in the SEN. With this combination, V&M do BRASIL S.A. achieved two sequences with 11 heats and one sequence with 12 heats. The heats have showed good results for stopper rod and SEN physical stability.

Key-words: S.E.N., stopper rod, steelmaking.

-
- (1) Paper submitted to the XXXV Seminário de Fusão, Refino e Solidificação dos Metais, May 17 to 19, 2004, Salvador-BA.
 - (2) Metallurgical Engineer, M. Sc., Research and Development Siderurgy Department, V&M do BRASIL S.A.
 - (3) Metallurgical Engineer, Manager of the Research and Development Siderurgy Department, V&M do BRASIL S.A.
 - (4) Metallurgical Engineer, M. Sc., Steelmaking Department, V&M do BRASIL S. A.
 - (5) Engineer, Steelmaking Department, V&M do BRASIL S. A.
 - (6) Student of Metallurgy, UFMG, intern of Research and Development Siderurgy Department, V&M do BRASIL S.A.