

ACENDIMENTO DO ALTO-FORNO 1 DA USIMINAS IPATINGA(8ª CAMPANHA)*

*Mauro Vivaldino Fernandes¹
Marco Aurélio Garcia de Oliveira²
Lucas Gonçalves Generoso³
Adriano Cesar Carvalhido³
Heltom MuzziMartins⁴*

Resumo

O Alto-Forno 1 da Usiminas em Ipatinga teve sua 7ª Campanha interrompida em junho de 2015. Optou-se pela parada do alto-forno abaixando a carga até o nível das ventaneiras, não realização da corrida de salamandra e pelo resfriamento natural do alto-forno. A retomada operacional foi aprovada em maio de 2017. Esse alto-forno havia passado por situação semelhante, quando teve sua produção interrompida entre dezembro de 2008 e janeiro de 2010. Ressalta-se que, em ambas as situações, ocorreram reparos parciais e pontuais, mantendo-se a mesma concepção da reforma total realizada em 1997. Ao iniciar sua 8ª Campanha, o Alto-Forno 1 mantém, basicamente, o mesmo cadinho utilizado nas duas campanhas anteriores. Na retomada, ocorrida em abril de 2018, consolidou-se a técnica do acendimento sem a retirada da salamandra e sem o pré aquecimento do cadinho, válida para alto-forno de menor porte, superando os planos de produção e de estabilização previstos.

Palavras-chave: Alto-Forno; Campanha; Reforma.

BLOW-IN OF USIMINAS IPATINGA BLAST FURNACE#1 (8th CAMPAIGN)

Abstract

Usiminas Blast Furnace#1 had its 7th Campaign interrupted in June 2015. The blast furnace stopped with the burden at the tuyeres level, without salamander and it was cooled naturally. In May 2017 it was approved the operational return by partial and occasional repairs, maintaining the same conception of 1997 revamp. This situation it was similar in 2010, after its production interrupted in December 2008. Because of this two events, for this 8th Campaign, Blast Furnace 1 maintains the hearth used in the previous two campaigns. At the blow-in, in April 2018, the technique used it was consolidated, without removing the salamander neither preheating the hearth, for small blast furnaces, exceeding the production and stabilization plans foreseen.

Keywords: Blast Furnace; Campaign; Reline.

¹ Membro da ABM; Engenheiro Metalurgista, M. Sc., Gerência Técnica de Redução, Usiminas; Ipatinga, MG, Brasil.

² Engenheiro Metalurgista, Gerência Geral Engenharia e Projetos, Usiminas; Ipatinga, MG, Brasil.

³ Engenheiro Metalurgista, Gerência Técnica de Redução, Usiminas; Ipatinga, MG, Brasil.

⁴ Membro da ABM; Engenheiro Metalurgista, Gerência Geral de Redução, Usiminas; Ipatinga, MG, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

O Alto-Forno 1 de Ipatinga (AF1) teve sua operação iniciada em outubro de 1962, marcando também o início de operação da Usiminas. O seu último grande reparo em 1997, quando foi prevista uma campanha de 15 anos de operação.

A crise mundial de 2008 e a consequente queda de demanda fez com que a produção do AF1 fosse interrompida no período entre dezembro de 2008 e janeiro de 2010. Porém, anterior a esta paralização, já se previa uma oportunidade de postergação da reforma, inicialmente programada para 2012.

Uma nova queda de demanda exigiu uma nova parada do AF1 entre junho de 2015 e abril de 2018.

Nas duas ocasiões, mesmo o alto-forno não passando por uma reforma completa, quando se faz a substituição total dos refratários do cadinho, optou-se por considerar uma nova campanha. Essa opção teve como objetivo preservar os dados históricos da campanha, evitando os efeitos do período sem produção.

Este trabalho descreve os preparativos para o acendimento do AF1 (*blow-in*), destacando os testes de estanqueidade e aquecimento do forno e periféricos, preparação do cadinho e das áreas de corrida, enchimento do forno, além do planejamento e execução do reinício de marcha, da primeira corrida e dos 10 primeiros dias de operação.

2 DESENVOLVIMENTO

O Alto-Forno 1 teve sua 7ª Campanha interrompida em 6 de junho de 2015. Optou-se pela parada do alto-forno abaixando a carga até o nível das ventaneiras, não realização da corrida de salamandra e pelo resfriamento natural do alto-forno.

Na Tabela 1 são apresentadas as principais características do AF1.

Tabela 1. Principais características do Alto-Forno 1

Itens	
Volume interno (m ³)	885
Diâmetro interno do cadinho (m)	7,0
Número de ventaneiras	16
Número de furos de vazamento	2
Topo	Duplo cone
Produção nominal (t/d)	1750
Ritmo de produção normal (t/d)	2000

O período final de operação foi marcado por dificuldades na manutenção das vazões e temperatura do ar soprado. Essa dificuldade foi originada na obstrução parcial do empilhamento refratário (*checkers*) dos regeneradores de ar quente, causada pela limpeza insuficiente do gás de alto-forno (*BlastFurnaceGas* - *BFG*) nos sistemas de limpeza de gás a úmido (precipitadores eletrostáticos).

O AF1 teve sua retomada aprovada em maio de 2017, quando foram definidas as intervenções necessárias para o retorno operacional.

Na Tabela 2 são mostrados os principais resultados obtidos em suas campanhas. Ressalta-se que a menor produção obtida na 3ª Campanha ocorreu em função do aproveitamento do cadinho da campanha anterior e da realização do reparo parcial do revestimento refratário do corpo do forno, através de projeção de massa refratária (*gunning*).

Também é importante destacar que o cadinho das 7ª e 8ª Campanhas é o mesmo da 6ª Campanha. Somente foram realizados reparos parciais, com substituição de blocos de carbono danificados e aplicação de massa de antracito.

Tabela 2. Campanhas do Alto-Forno 1 da Usiminas

CAMP	DIAS	PRODUÇÃO (kt)		PRODUTIVIDADE		CR	ÓLEO	PCI	FR	I O
		CAMP	ACUM	t/d/m3	t/m3					
1ª	3.070	2.499	2.499	0,919	2.823	587,0	-	-	587,0	95,8
2ª	1.430	2.096	4.595	1,532	2.191	471,0	37,0	-	508,0	95,9
3ª	641	988	5.583	1,610	1.032	440,0	51,0	-	491,0	96,3
4ª	1.520	2.548	8.131	1,894	2.879	442,0	35,0	-	477,0	97,6
5ª	5.099	9.688	17.819	2,147	10.947	447,5	-	33,7	481,3	98,8
6ª	4.019	8.229	26.048	2,314	9.298	404,3	-	112,2	516,5	98,1
7ª	1.952	3.468	29.516	2,007	3.918	385,1	-	134,2	519,2	94,6
8ª(*)	58	91	29.607	1,770	103	411,1	-	97,9	509,0	94,3

(*) Acumulado até 31/05/2018.

O processo de acendimento de um alto-forno (*blow-in*) é criterioso e bastante técnico. Qualquer falha ou imprevisto pode afetar significativamente o restante da campanha do reator. Diante disso, descreve-se a seguir, as principais práticas adotadas pela equipe da Usiminas que permitiram o sucesso do *blow-in* do Alto-Forno 1.

2.1 Testes de Estanqueidade

Conforme necessidade de reparo do sistema de refrigeração, carcaça e corpo do AF1, sua reforma demandou a soldagem e/ou substituição de trechos da carcaça metálica, placas e tubulações do sistema de refrigeração, válvulas *bleeders*, flanges, etc. Afim de detectar possíveis vazamentos, foram realizados testes de estanqueidade nas linhas de ar frio e ar quente, anel de vento, regeneradores e alto-forno. [1]

2.1.1 Teste de estanqueidade na linha de ar frio, ar quente e anel de vento

Para a execução do teste, foram fechadas as válvulas dos regeneradores (ar frio, equalização, ar quente, chaminés, alívio e combustão), os *bleeders* de ar frio e ar quente, o escape de ar frio (fechado para a atmosfera) e aberta a válvula gaveta de derivação. Os trechos entre as saídas do anel de vento e o alto-forno foram bloqueados através da instalação de flanges cegos e/ou raquetes.

Com o trecho isolado, iniciou-se o teste elevando-se a pressão de ar. Durante o teste, foram identificados vazamentos nos seguintes pontos:

- Flange e solda entre tubulação antiga e nova da linha de ar frio;
- flange da tubulação da linha de ar frio;
- solda da tubulação nova de ar frio;
- tampa de inspeção das válvulas de ar frio dos regeneradores 2 e 3;
- flange da válvula de ar frio do regenerador 2;
- ponto de injeção de massa do regenerador 2;

- hastes das válvulas de ar frio;
- ponto de tomada de pressão;
- válvula de escape de ar frio.

Após conclusão do teste e correção dos vazamentos, iniciaram-se os testes de estanqueidade nos regeneradores.

2.1.2 Teste de estanqueidade dos regeneradores

O AF1 conta com três regeneradores (*hot stoves* - HS) do tipo *Cowper* identificados como HS1, HS2 e HS3. Com o objetivo de avaliar possíveis vazamentos nas válvulas de ar frio e ar quente, foi aplicada uma pressão na linha de ar frio com os regeneradores totalmente fechados. Todos regeneradores foram aprovados nos testes porque não foram observadas alterações significativas em sua pressão interna.

Outro teste foi conduzido com o intuito de avaliar a queda de pressão nos regeneradores. Este teste consistia em pressurizar o regenerador e depois fechá-lo totalmente. Nestas condições, a pressão interna não deveria cair significativamente, entretanto todos os regeneradores foram reprovados neste teste. Os principais vazamentos encontrados foram:

- Todas as seis válvulas de chaminé;
- *man-hole* do pirômetro do HS2;
- *man-hole* lateral do domo do HS2;
- *man-hole* do domo do HS1;
- *man-hole* do pirômetro do HS1;
- no flange do carretel entre HS1 e a válvula de combustão;
- válvula de combustão do HS1;
- flange do carretel entre HS3 e a válvula de combustão;
- solda do pirômetro no domo do HS3.

Após correção e acabamento dos vazamentos indicados, foi necessário fazer teste de estanqueidade nas linhas de gás para os regeneradores. Para sua realização, foi instalado um manômetro na tubulação de BFG e conectada uma mangueira para injeção de nitrogênio, para pressurizar a linha. No teste, foram encontrados os seguintes pontos de vazamentos:

- *Man-hole* ao lado da válvula primária de gás misto dos HS's 1 e 2;
- flange da válvula de expurgo do HS1
- sede da válvula *bleeder* de expurgo da válvula primária de gás misto dos HS's 1 e 2;
- flange do carretel da placa de orifício de gás misto dos HS's 1, 2 e 3.
- *man-hole* próximo à placa de orifício do HS2,
- flange inferior/superior da válvula controladora de gás misto dos HS's 2 e 3.
- flange de saída da válvula interruptora primária de gás misto do HS3;
- linhas de gás de coqueria (COG) e gás de alto-forno (BFG);
- válvula *bleeder* de BFG para regeneradores.

Após conclusão desta atividade, os regeneradores foram liberados para início do aquecimento.

2.1.3 Teste de estanqueidade do alto-forno

Para a realização deste teste, foram retiradas metade das raquetes dos Algaravizes de modo a permitir a passagem do ar para o forno. As demais raquetes foram

mantidas. Desta forma, aplicou-se uma pressão no interior do alto-forno e, em seguida, foram fechadas as válvulas *bleeders* do topo, mantendo-se uma com pequena abertura. Neste teste foram detectados os pontos de vazamento:

- Base da válvula *bleeder* do balão de pó;
- castanha da sonda de carga 1;
- diversos foles de refrigeração;
- flange bipartido e placa inferior da caixa de refrigeração 11;
- flanges de termopares da rampa;
- *holder* lado direito;
- tubulação de vapor da válvula *bleeder* 3;
- tomada do *spray* do topo com parafusos soltos;
- junta de expansão do topo.

O teste de estanqueidade executado mostrou-se eficaz ao identificar, conforme descrito acima, grande número de vazamentos, que poderiam agravar-se após o *blow-in* do AF1.

2.2 Aquecimento e Secagem

Anteriormente ao *blow-in*, foi necessário fazer o aquecimento do anel de vento, da tubulação de ar quente e dos regeneradores, além da secagem dos refratários do cadinho. O combustível utilizado foi o gás natural e seu consumo ficou abaixo do previsto devido o uso de melhores queimadores. Na Tabela 3 estão os consumos realizados durante o aquecimento.

Tabela 3. Consumo de gás natural durante aquecimento e secagem

LOCAL	CONSUMO PREVISTO (Nm ³)	CONSUMO REAL (Nm ³)
Linha de ar quente e anel de vento	25.900	9.130
Regenerador	70.800	48.446
Alto-forno	17.800	14.433
Total	114.500	72.009

2.2.1 Linha de ar quente e anel de vento

Foram utilizados seis termopares para o acompanhamento do aquecimento. Dois foram instalados no anel de vento (TP03 e TP04), dois na linha de ar quente (TP01 e TP02) e os dois últimos na exaustão da fumaça nos tubos retos (TP05, TP06). O controle foi feito pelos termopares TP03 e TP04, e, como pode ser observado na Figura 1, as temperaturas seguiram a curva planejada (PROG. LAQ).

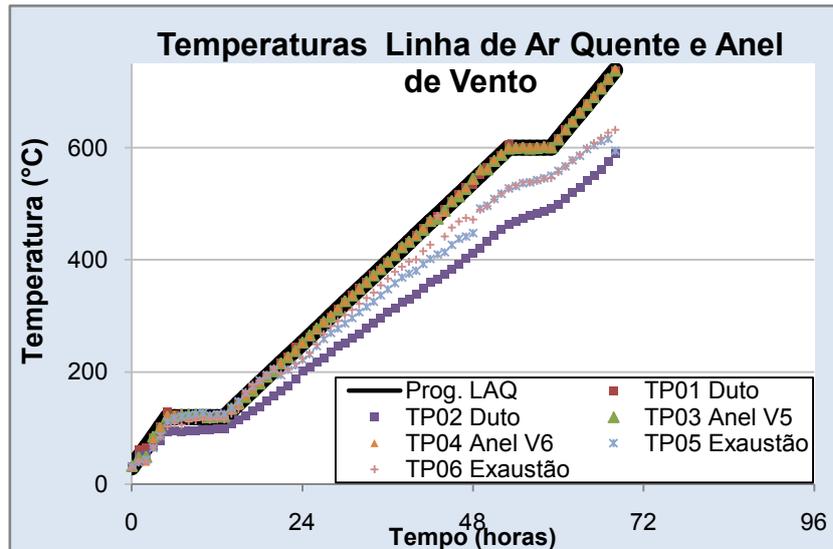


Figura 1. Temperaturas da linha de ar quente e anel de vento.

2.2.2 Regeneradores

Foi previsto o aquecimento praticamente simultâneo dos 3 regeneradores, objetivando atingir a temperatura final no domo de 1.000 °C em cada regenerador após 12 dias de aquecimento. Para a execução desta atividade, em cada regenerador, foi utilizado um conjunto de combustão, dotado de um queimador e dois turbo ventiladores centrífugos de 20 cv cada. Este conjunto foi instalado através da válvula de combustão. Para isto, foi desmontado o queimador metálico e um trecho da tubulação de ar para combustão de cada regenerador. A exaustão da fumaça foi realizada através da chaminé dos regeneradores e o controle da pressão interna foi feito através das válvulas de chaminé, que foram ajustadas para operar no modo manual. Portanto, antes do início do aquecimento elas foram testadas e liberadas para operação. A pressão interna do regenerador foi mantida ligeiramente positiva através do controle da abertura da válvula de chaminé.

Para o monitoramento da temperatura em cada regenerador utilizou-se seis termopares do tipo “K” de ambiente, instalados conforme abaixo:

Domo, sendo a referência para o controle do serviço (domos 1 e 2);

câmara de combustão, para o monitoramento da temperatura nessa região;

chaminé, para monitoramento da temperatura nessa região e evitar que ultrapassasse seu limite (350°C).

Nas Figuras 2, 3 e 4 mostram a evolução das temperaturas para os regeneradores 1, 2 e 3, respectivamente. Ressalta-se que as curvas de elevação da temperatura do domo mantiveram-se conforme o programado durante todo o aquecimento. No final do procedimento, os HS atingiram temperaturas de Domo em torno de 1150°C, melhor do que o planejado.

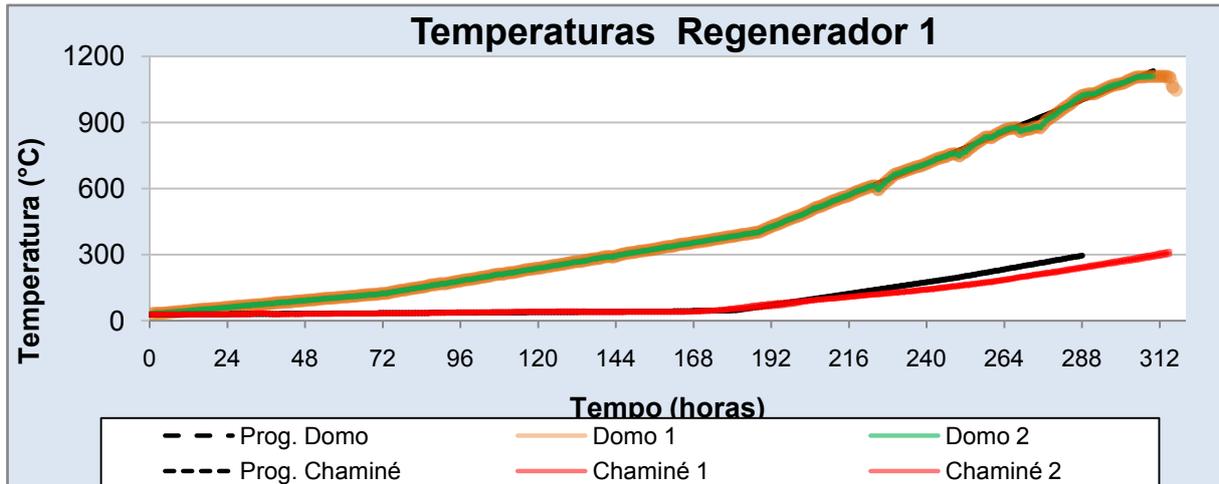


Figura 2. Temperaturas de aquecimento do regenerador 1.

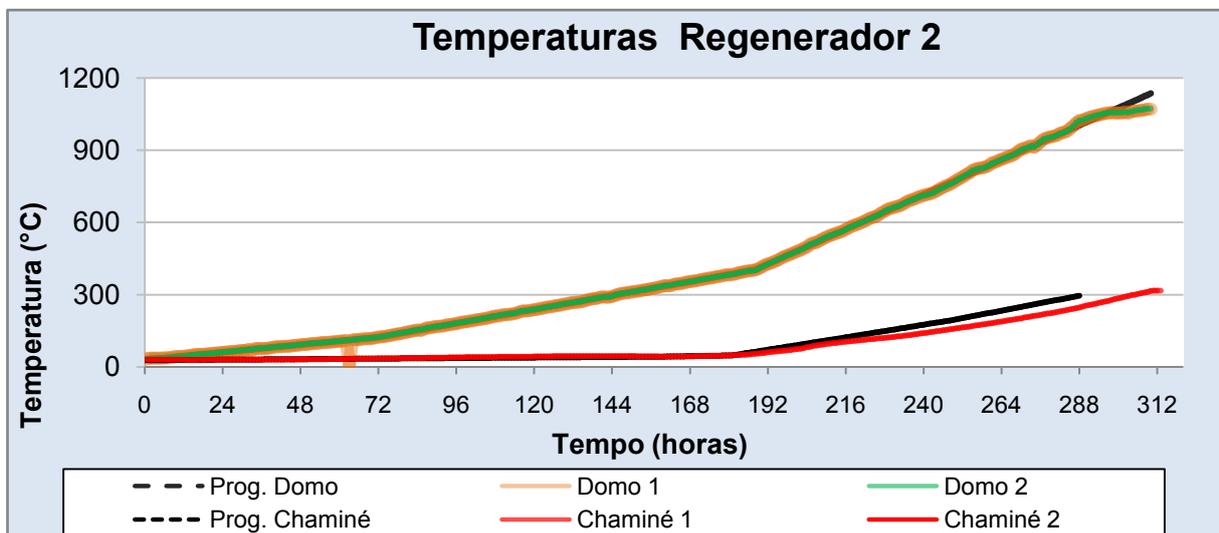


Figura 3. Temperaturas de aquecimento do regenerador 2.

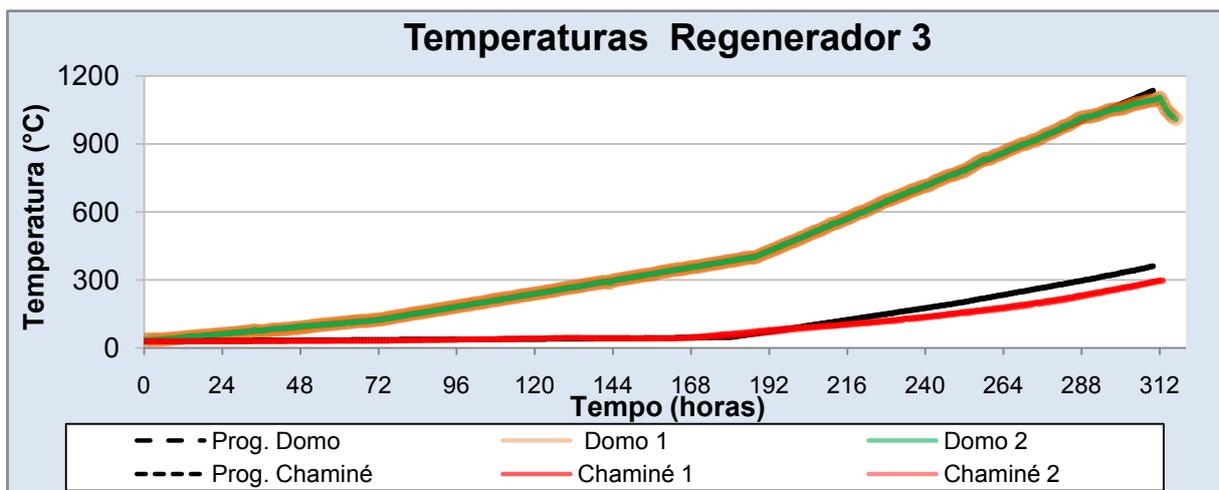


Figura 4. Temperaturas de aquecimento do regenerador 3.

2.2.3 Cadinho

Após a limpeza do cadinho e substituição de alguns blocos de carbono danificados, foi aplicada uma massa a base de carbono nesta região. A secagem desta massa foi feita conforme a curva indicada pelo fabricante.

Foram utilizados seis pontos para a instalação dos conjuntos de secagem, compostos, cada um, de um queimador e um turbo ventilador centrífugo de 20 cv. Estes conjuntos foram montados nas posições 2, 6, 9 e 13 através das aberturas deixadas pela remoção das ventaneiras, de forma a direcionar o produto da combustão a alta velocidade para o aquecimento do ambiente interno, transmitindo a temperatura para o revestimento refratário, sem o seu contato direto com a chama, preservando e mantendo suas propriedades.

Os outros dois conjuntos foram instalados nas posições 5 e 15, com o duto de saída orientado em direção ao topo do alto-forno. A função destes era de modular a temperatura, a fim de refrigerar o topo e manter a temperatura na região dos *up-takes* abaixo dos 300°C, uma vez que a exaustão dos produtos da combustão ocorreu pelas válvulas *bleeders* do topo.

Para o controle e monitoramento da temperatura foi necessária a utilização de oito termopares do tipo “K”. Esses termopares foram instalados em diversos pontos do equipamento, como na região do cadinho, região superior e exaustão.

A secagem do cadinho foi executada de acordo com a programação prevista e não houve ocorrências significativas durante a atividade. A temperatura do topo ficou abaixo do limite estabelecido de 300°C, atingindo, nos dois pontos de medição, valores máximos de 191°C e 180°C.

2.3 Preparação da Área de Corrida

Todos os insumos necessários para a operação das áreas de corrida foram devidamente preparados para o *blow-in*. Além destes materiais, medidas especiais foram tomadas em relação aos furos de gusa, canais de corrida, canhões obturadores e perfuradores.

Previamente ao *blow-in*, furos especiais foram feitos nas áreas de corrida 1 e 2. Na área 1, o furo especial foi efetuado com inclinação de 14°, enquanto que na área 2, teve 13°, ambos executados com broca serra copo de 3” de diâmetro e a 250mm acima dos furos normais. Os furos de gusa normais foram realizados com serra copo de 3” de diâmetro, a uma profundidade de 1000 mm e, em seguida, tamponados com massa de obturação, utilizando um bastão de madeira. Esta preparação visava proteger os furos de gusa, quando fossem vazados pela primeira vez, minimizando o risco de serem danificados pela ação do perfurador.

As condições dos furos de gusa para o início da operação podem ser visualizadas na Tabela 4.

Tabela 4. Preparação furo de gusa 1 e 2

Área	Furo Gusa	Localização (mm)	Inclinação	Condição	Diâmetro (mm)
1	Normal	-	18°	Fechado	-
	Especial	250 acima do FG	14°	Aberto	3”
2	Normal	-	18°	Fechado	-
	Especial	250 acima do FG	13°	Aberto	3”

Os canhões e perfuradores foram posicionados para os furos especiais, isto é, o canhão 1 para a posição de 14° e na área 2, para a de 13°.

Após a confecção, secagem e aquecimento dos canais das áreas de corrida, foram soldadas chapas nas laterais e aplicada massa refratária, reforçando as laterais dos canais para maior segurança na operação das áreas de corrida.

2.4 Enchimento do Alto-Forno

O enchimento do AF1 foi baseado nas experiências anteriores com este tipo de atividade, que ocorreram com sucesso, nos 3 altos-fornos da usina de Ipatinga. O plano de enchimento consistiu em subdividir o AF1 em sete seções diferentes. Para cada seção foi estabelecida uma relação entre minério e coque (M/C) diferente, sendo a média de 0,54 (variando de 0 até 1,90) e o cadinho preenchido 100% com coque.

A base de coque foi elevada em relação ao *blow-in* anterior, de 5.500 kg/carga para 6.000 kg/carga, com o objetivo de aumentar a espessura das janelas de coque e de diminuir o número de cargas a serem realizadas durante o enchimento. Esta alteração ocorreu com o intuito de melhorar as condições operacionais para o início de marcha e minimizar o risco de erro na programação das cargas, durante o enchimento.

Visando obter uma melhor permeabilidade do leito, foi feito o peneiramento utilizando-se somente o *deck* superior (geometria quadrada de 40x40mm) das peneiras. Por este motivo, as peneiras vibratórias 1 e 2 de coque estavam sem a última chapa perfurada do 2° *deck*.

O silício visado foi elevado, em relação os planos anteriores, de 2,5% para 3,0%, uma vez que o resultado real, *no-blow in* anterior, ficou em torno deste valor.

A composição da carga foi constituída basicamente de coque, sinter, pelota, quartzo e escória de aciaria (LD). Foi previsto o uso de 15% de pelota visando-se reduzir o volume de escória.

Para o cálculo das cargas de enchimento foram consideradas as análises das matérias primas de acordo com a Tabela 5.

Tabela 5. Cálculo de cargas para o enchimento

Matéria-Prima	Cinza (%)	TFe (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	Mn (%)	P (%)	S (%)	Dens(t/m ³)
Coque	8,0	0,8	5,6	0,4	0,1	3,0	0,0	0,0	1,0	0,5
Sinter	-	57,7	5,1	9,7	1,1	1,2	0,5	0,1	0,0	1,8
Pelota	-	63,8	5,5	1,2	0,5	1,2	0,1	0,0	0,0	2,1
Quartzo	-	0,1	95,6	0,1	0,2	2,3	0,0	0,0	0,0	1,3
Escória LD	-	27,1	6,1	21,5	7,4	1,2	1,4	-	0,0	1,3

2.5 Início de Marcha (*blow-in*)

O início do sopro do AF1 ocorreu dentro do planejado, às 23h01min do dia 03/04/2018. Os furos especiais estavam abertos, sendo os gases queimados através de maçaricos instalados na saída. Durante esta etapa, os furos de gusa foram mantidos desobstruídos utilizando-se o perfurador. Após uma hora de operação, todas as ventaneiras já estavam acesas e o forno puxando carga. Após 13 horas de

operação ocorreu o envio de gás do alto-forno (BFG) para o gasômetro, obedecendo os critérios de teores de oxigênio, hidrogênio e poder calorífico. Com 21 horas, os furos de gusa começaram a soprar escória, sendo então fechados em seguida. Às 23h33min de 04/04/2018, quando o volume calculado do gusa e escória produzidos atingiram o valor estipulado no planejamento (19,2 m³), foi aberta a primeira corrida na área 1, que durou 17 minutos. A temperatura do gusa desta primeira corrida foi de 1359°C e o teor de silício 3,73%. O resultado da basicidade da escória foi de 1,55.

Na Figura 5, estão os dados obtidos de vazão e pressão de ar durante as primeiras 24 horas de operação. A Figura 6 mostra o volume acumulado de gusa e escória até a primeira corrida do AF1, que ocorreu após 24,3 horas de operação.

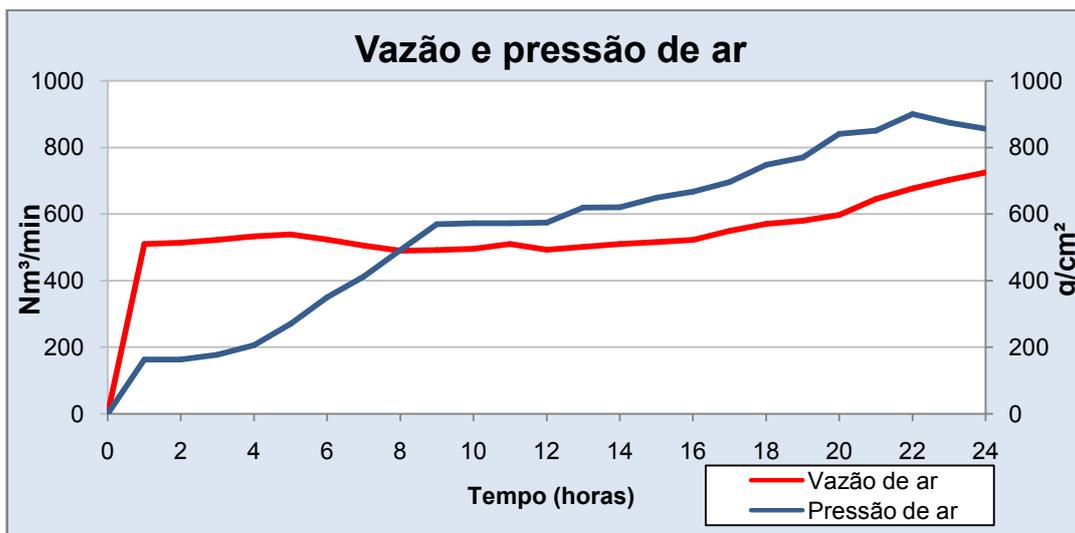


Figura 5. Vazão e pressão de ar praticados nas primeiras 24h de *blow-in* do AF1.

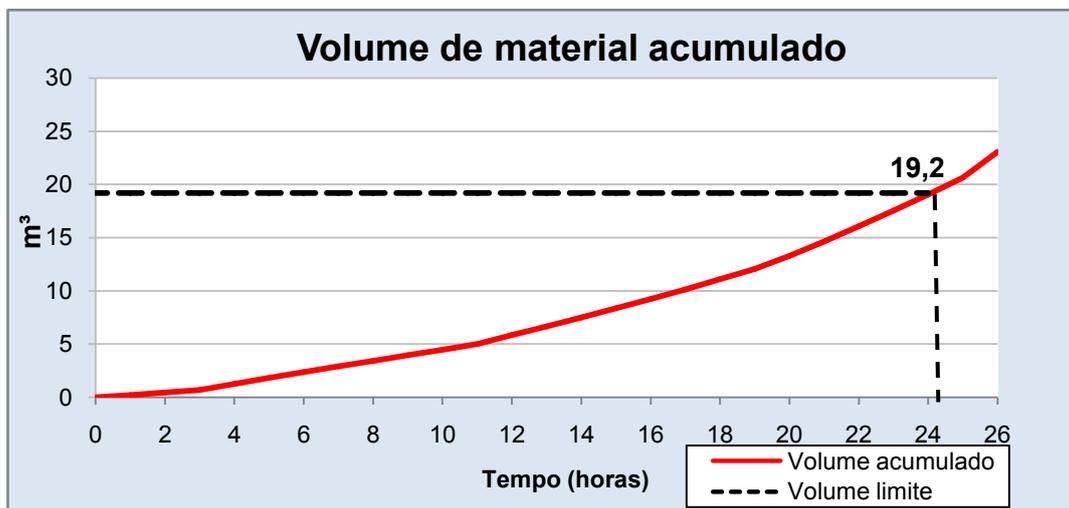


Figura 6. Volume acumulado de gusa e escória até a abertura da primeira corrida.

2.6 Primeiros Dias de Operação

Na Tabela 6 estão os principais dados operacionais do AF1 nos primeiros dias de operação após o *blow-in*.

Tabela 6.Primeiros dias de operação do Alto-Forno 1

Data	Coke-rate (kg/t)	Coal-rate (kg/t)	Tar(°C)	Vazão ar (Nm³/min)	O ₂ (Nm³/h)	B2	Si (%)	Produção (t/dia)
Blow-in	-	-	-	-	-	-	-	0
04/abr	-	-	759	545	0	-	-	0
05/abr	1.044*	0	752	758	0	1,27	3,18	908*
06/abr	597	0	836	853	0	1,19	2,63	756
07/abr	549	0	793	962	0	1,13	1,55	960
08/abr	537	0	801	1.115	0	1,11	0,93	1.217
09/abr	515	0	840	1.114	230	1,15	0,58	1.388
10/abr	516	0	926	1.104	432	1,21	0,62	1.348
11/abr	520	0	885	1.080	46	1,28	0,71	1.330
12/abr	478	14	976	1.144	342	1,23	0,57	1.516
13/abr	488	36	944	791	1.042	1,26	0,67	1.032
14/abr	410	88	984	1.170	2.676	1,26	0,63	1.689
15/abr	430	92	1.035	1.151	2.614	1,27	0,61	1.627
16/abr	417	89	1.030	1.156	3.142	1,32	0,49	1.723
17/abr	408	83	1.010	1.174	2.923	1,28	0,56	1.758
18/abr	406	84	1.038	1.165	3.273	1,21	0,77	1.792

(*) A produção de gusa e o coke-rate, do dia 05/04, foram calculados considerando-se todas as cargas do enchimento dos dias 03/04 e 04/04, quando o forno ainda não havia entrado em operação

Considerando os valores obtidos após dez dias de operação, a elevação da produção de gusa foi consistente e, com 15 dias de operação, a produtividade ultrapassou 2,0 t/dia.m³ (volume interno de 885m³).A redução de coke-rate evoluiu rapidamente, possibilitando iniciar a injeção de carvão no dia 12/04, antecipando um dia em relação ao planejamento.

Além disso, os parâmetros de sopro (vazão de ar, vazão de oxigênio e temperatura de sopro) atingiram rapidamente os valores típicos de operação do alto-forno.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A busca pela competitividade de um alto-forno está fundamentada na eficiência operacional e na longevidade da vida útil (campanha).Nesse contexto, os resultados do AF1 com projeção de reforma completa em 2025, superam as previsões, quando de sua última reforma em 1997.

As oscilações nos mercados consumidores têm exigido das empresas novas estratégias que impactam, principalmente, as linhas de produções contínuas, como é o caso dos altos-fornos. No caso da Usiminas Ipatinga, nos anos de 2008 (AF1 e AF2) e 2015 (AF1), foram necessárias interrupções parciais das produções. E, dentre os inúmeros desafios, impunha-se o controle de gastos.Portanto, necessária se fez a parada do alto-forno sem a realização da corrida de salamandra.

Quando da decisão do retorno à operação, optou-se pelo acendimento convencional, sem a adoção da técnica, amplamente difundida, da utilização de lança auxiliar para o pré-aquecimento do material remanescente no cadinho (salamandra). E, nas três ocasiões, AF1 (2010 e 2018) e AF2 (2009), os

acendimentos ocorreram sem anormalidades, superando as curvas de produção planejadas.

Particularmente para o AF1, quando comparam-se os resultados de seus oito acendimentos (*blow-in*), observa-se a evolução na produção, qualidade e consumo de combustíveis, conforme mostrado na Figura 7. Ressalta-se que o *blow-in* de 1997 ocorreu após a última grande reforma do AF1 e os dois últimos, com salamandra remanescente no cadinho.

Os resultados obtidos mostram o acerto das ações implementadas no sentido de redução dos investimentos e retomadas de produção, mantendo a competitividade do equipamento.

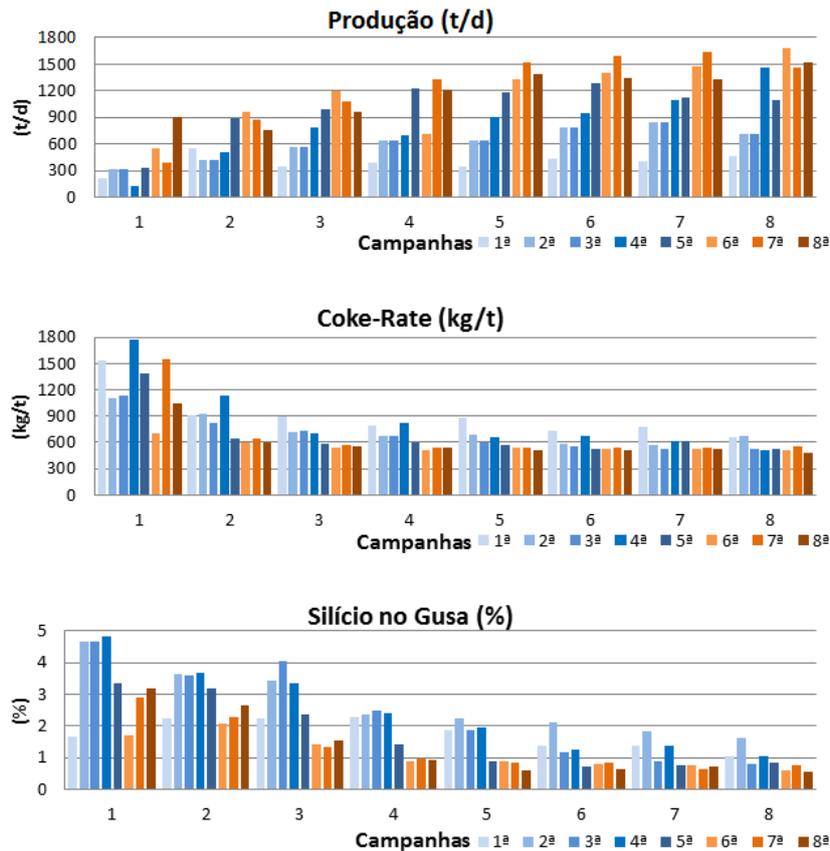


Figura 7. Resultados do AF1 nos primeiros dias das campanhas.

Agradecimentos

A todos os colaboradores que participaram da retomada do AF1 da Usiminas Ipatinga. O sucesso e a superação vieram com o comprometimento de cada um.

REFERÊNCIAS

- Oliveira, M.A.G. Acendimento do Alto-Forno 1. Relatório interno da Usiminas. Ipatinga, MG, Brasil. 2018.