

# DESATIVAÇÃO DA COQUERIA 1 DA USIMINAS – USINA DE IPATINGA<sup>1</sup>

*Helton Muzzi Martins<sup>2</sup>  
Antônio Marcos de Oliveira<sup>3</sup>  
Reginaldo de Oliveira Miranda<sup>4</sup>*

## **Resumo**

A Coqueria 1 da Usiminas (Usina de Ipatinga) operou por quase 50 anos e foi desativada em maio de 2012. Este trabalho apresenta as principais etapas de preparação e o processo de desativação dos equipamentos desta coqueria. Para se evitar o risco de acidentes, os cuidados no planejamento antes e durante a execução das atividades foram redobrados. O procedimento de parada das instalações foi um sucesso em termos operacionais e, principalmente, no aspecto da segurança. Por outro lado, houve um ganho de performance para a Usiminas, além de benefícios para a comunidade do ponto de vista ambiental.

**Palavras-chave:** Coqueria; Desativação; Segurança; Ambiental.

## **USIMINAS N.1 COKE OVEN PLANT DEACTIVATION – IPATINGA WORKS**

### **Abstract**

The Usiminas N.1 Coke Oven Plant (Ipatinga Works) has been operated for almost 50 years and was stopped in May 2012. This paper presents the main stages of preparation and the process for facilities deactivation of this plant. To avoid the risk of accidents, cautions in the planning before and during execution of the activities were redoubled. The stoppage procedure was a success in terms of operation and, especially, in the safety aspect. Moreover, there was a performance profit for Usiminas and benefits for the community in the point of environmental view.

**Key words:** Coke oven plant; Deactivation; Safety; Environmental.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao 43º Seminário de Redução de Minério de Ferro e Matérias-primas, 14º Simpósio Brasileiro de Minério de Ferro e 1º Simpósio Brasileiro de Aglomeração de Minério de Ferro, 1 a 4 de setembro de 2014, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

<sup>2</sup> *Engenheiro Metalurgista, Gerente Geral de Redução, Usiminas, Ipatinga, MG, Brasil.*

<sup>3</sup> *Engenheiro Metalurgista, Especialista de Produção Pleno de Coqueria, Usiminas, Ipatinga, MG, Brasil.*

<sup>4</sup> *Engenheiro de Produção, Analista de Processos de Coqueria, Usiminas, Ipatinga, MG, Brasil.*

# 1 INTRODUÇÃO

Em 2010, entrou em operação a Coqueria 3 da Usiminas, na Usina de Ipatinga. Com isto, a usina passou a contar com três coquerias, cujas características são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características principais das coquerias da Usiminas – Usina de Ipatinga

<b>Características</b>	<b>Coqueria 1</b>	<b>Coqueria 2</b>	<b>Coqueria 3</b>
Start-up (ano)	1962	1974	2010
Capacidade de produção (t coque/ano)	540.000	1.100.000	750.000
Nº de baterias x nº de fornos	2 x 50	2 x 55	2 x 40
Volume útil por forno (m <sup>3</sup> )	18,35	37,60	38,50
Comprimento (m)	13,20	15,70	15,98
Altura (m)	4	6	6
Largura média (m)	0,40	0,45	0,45

A nova Coqueria 3 foi implantada com o objetivo principal de substituir a antiga Coqueria 1 (Figura 1) e buscar a auto-suficiência em coque.



**Figura 1.** Vista da Coqueria 1.

Enquanto em algumas décadas atrás, estimava-se a vida útil de uma coqueria entre 25 e 30 anos, atualmente já existem coquerias operando por mais de 40 anos.<sup>(1)</sup> Entretanto, após este período, há uma tendência de deterioração acentuada no equipamento, que reduz a sua produtividade e eleva os custos de produção de coque, além de dificultar os controles ambientais. Conseqüentemente, esta situação leva a uma grande preocupação por parte da administração das empresas em relação à continuidade operacional da coqueria.<sup>(2)</sup>

No início de 2012, a Coqueria 1 estava com quase 50 anos de operação. Além de estar num estágio avançado de deterioração, esta coqueria não tinha tecnologia para atender os novos padrões ambientais, que passavam a ser exigidos pelos órgãos públicos de meio ambiente do Estado de Minas Gerais.

Ao longo dos anos, ocorreram diversos investimentos em equipamentos para melhorar as condições ambientais da Coqueria 1 (ex.: carros de carregamento,

sistema de alta pressão de licor amoniaco, portas de fornos, sistema de despoejamento do desenformamento). Apesar disso, as emissões atmosféricas no topo dos fornos, nas portas e nas chaminés das baterias não atenderiam os novos padrões, principalmente em função do alto nível de deterioração da coqueria.

Havia 36 fornos fora de operação, o que demonstrava o fim de vida útil da coqueria. Os danos nas paredes refratárias destes fornos comprometiam não só a sua operação, mas também a sustentação dos trilhos dos carros de carregamento. Apesar dos reparos realizados, os regeneradores apresentavam obstrução considerável, prejudicando o controle de aquecimento dos fornos.

Os *buckstays* e *protector plates* estavam bastante avariados, com trincas e empenos, o que afetava o sistema de amarração dos refratários dos fornos, as emissões ambientais e a operacionalidade das máquinas móveis, principalmente das Guias de Coque.

O tubo coletor (*dry main*) sofreu apenas reparos localizados ou soldagem de chapas metálicas ao longo de todo o seu comprimento (serviço conhecido como “recapeamento”). Após quase 50 anos de operação, era bastante evidente a corrosão acentuada deste equipamento. Da mesma forma, as tubulações de gás (de alto-forno e coqueria) para aquecimento dos fornos estavam num estágio avançado de deterioração.

Em função da necessidade de melhoria ambiental e dos indícios que demonstravam o fim de vida útil da Coqueria 1, a Usiminas decidiu então pela sua desativação.

## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Preparação para a Desativação

Em 2010, estavam sendo finalizadas as obras de construção da nova Coqueria 3. Em paralelo, a Usiminas se preparava para a desativação de uma das baterias da Coqueria 2, com o propósito de reconstrução total (*pad-up*).

Como o processo de parada de uma coqueria é bastante complexo, do ponto vista operacional e de segurança, uma equipe da Usiminas realizou um treinamento no Japão, na Usina de Muroran, que pertence atualmente ao grupo *NSSMC (Nippon Steel & Sumitomo Metal Corporation)*. Em outubro de 2010, foi realizada a desativação da Bateria nº3 da Coqueria 2, utilizando o *know-how* adquirido desta empresa.

A experiência adquirida pela Usiminas, neste trabalho, foi primordial para a elaboração de todo o planejamento de preparação e execução da parada da Coqueria 1. Para se evitar o risco de explosão e acidentes com pessoas, fez-se necessário uma intensa preparação das instalações e da equipe, que participou da atividade de desativação da Coqueria 1.

Em relação à preparação, podemos citar como principais itens:

- instalação de sistema de injeção de nitrogênio, com medição de vazão e pressão, para purga dos tubos coletores;
- montagem de instrumentação para controle de abertura das válvulas dos *bleeders* dos tubos coletores;
- fabricação de dispositivos (“flanges cegos”) para isolamento dos fornos;
- montagem de tubos de dispersão (“*vents*”) adicionais necessários para a purga de tubulações/equipamentos que operam com gás e alcatrão;
- lubrificação e amaciamento de todas as válvulas, operadas durante a desativação;

- troca de parafusos dos flanges de todos os equipamentos-chave, operados no processo de desativação (ex.: válvulas, *main holes*);
- instalação de pontos de injeção de nitrogênio não existentes, mas primordiais para a purga seletiva de tubulações e equipamentos (ex.: resfriadores primários de gás);
- fabricação de “flanges cegos” para isolamento das tubulações de gás, que pertencem às instalações que permaneceriam em operação, daquelas a serem desativadas;
- limpeza preventiva das tubulações e “vents” de purga de tubulações de gás e alcatrão;
- reparos para correção de vazamentos nas tubulações de gás misto, que pertencem ao sistema padrão utilizado no aquecimento dos fornos (gás de coqueria era utilizado como *stand-by*);
- reparos nos tubos coletores (*dry main*), em todos os pontos de vazamentos de gás e alcatrão;
- montagem de tubulações de licor amoniacal e alcatrão, transferindo o ponto de descarga do decantador da Coqueria 1, que seria desativado, para o decantador da Coqueria 2, que continuaria em operação;
- instalação de instrumentação de controle de tempo de pausa na reversão;
- manutenção preventiva geral na máquina de reversão de gás;
- preparação de telas especiais no sistema supervisorio da planta de tratamento primário de gás, para acompanhamento *on-line* de todos os principais parâmetros envolvidos na parada; e
- preparação de iluminação e plataformas provisórias em todos os pontos onde seria necessário acesso, durante a desativação.

Todos os serviços de preparação para permitir a desativação da Coqueria 1 demandaram, aproximadamente 2,5 meses, sendo realizados entre meados de novembro de 2011 e janeiro de 2012. A preparação envolveu mais de 20 mil H/H (homens-hora) trabalhados.

O planejamento da execução da parada contou com a participação de diversas áreas da empresa: coqueria (operação e manutenção), engenharia industrial, manutenção central, automação, instrumentação, segurança do trabalho, segurança patrimonial, suprimentos, suporte à produção (guindastes e máquinas de baldeio), energia/utilidades, meio ambiente e comunicação social.

Estas duas últimas áreas foram responsáveis pela comunicação da desativação das instalações da Coqueria 1 para as partes interessadas internas e externas (ex.: população da cidade de Ipatinga, órgãos públicos de meio ambiente).

## **2.2 Desativação da Coqueria 1**

A desativação da Coqueria 1 foi programada para maio de 2012 e envolveu a participação de aproximadamente 180 pessoas, durante duas semanas de trabalho. A mesma ocorreu em duas etapas. Na primeira semana, foi realizada a parada da Bateria nº1 (com 50 fornos), entre os dias 14 e 17 de maio de 2012. Na segunda semana, entre 21 e 24 de maio, realizou-se a parada da Bateria nº2.

O processo de desativação de cada uma das duas baterias consistiu, basicamente, de 5 etapas sequenciais:

- interrupção do carregamento de carvão;
- interrupção da exaustão do gás produzido;
- último desenformamento de coque;
- interrupção da alimentação de gás de aquecimento dos fornos; e
- isolamento das tubulações de gás de abastecimento da coqueria.

No primeiro dia, ocorreu a interrupção do carregamento de carvão nos fornos e o desenformamento de coque foi interrompido, por medida de segurança, até que fosse iniciada a purga de gás do tubo coletor (*dry main*).

Com a paralisação do carregamento, a quantidade de gás produzido em cada um dos fornos tende a reduzir até finalizar completamente. Portanto, à medida que os fornos coqueificam, a composição do gás de coqueria se altera, elevando a concentração de hidrogênio.<sup>(3)</sup> Este é um ponto crucial da desativação da coqueria, pois há um grande risco de explosão no tubo coletor, devido à infiltração de ar.<sup>(4)</sup>

Para evitar tal risco, à medida que os fornos coqueificavam, foi injetado um gás inerte (nitrogênio) no tubo coletor com o objetivo de controlar a pressão, evitando assim a entrada de ar. O controle de pressão consiste num dos principais procedimentos que são realizados durante a desativação da coqueria. Adicionalmente, por medida de segurança, os precipitadores eletrostáticos (PE's), que atendiam as Coquerias 1 e 2 foram desligados

Visando garantir o controle estável da pressão do tubo coletor, após a coqueificação de cada um dos fornos, os mesmos foram, sequencialmente, isolados com a instalação de um “flange cego” nos tubos de ascensão (Figura 2).



**Figura 2.** Isolamento do forno com “flange cego”.

Para assegurar que não ocorresse nenhum tipo de acidente, ainda no primeiro dia, interrompeu-se a exaustão do gás de coqueria antes da finalização por completo da sua geração nos fornos. Na prática, esta interrupção foi feita através do fechamento da válvula de entrada dos exaustores de gás, uma vez que estes são comuns à operação da Coqueria 2 (Bateria nº4), que permaneceu em operação.

Após a interrupção da exaustão de gás, este passou a ser disperso através de um dos bleeders do tubo coletor, sem queima, para evitar riscos de explosão. Este bleeder foi fechado paulatinamente até que fosse possível dispersar o nitrogênio (+ gás) através de um tubo de dispersão (“vent”), localizado na tubulação de entrada dos resfriadores primários.

Após a purga do tubo coletor, efetivamente concluída no terceiro dia da parada, os resfriadores primários, extratoras de alcatrão e tubulações de gás (até a entrada dos exaustores de gás) foram também purgados com nitrogênio, para assegurar a desativação segura destes equipamentos.

Após ter sido concluído o desenformamento de coque, foi interrompido a alimentação do gás de aquecimento dos fornos (gás misto). Na sequência, todas as tubulações de gás e válvulas (na região do subsolo da bateria) foram purgadas com nitrogênio, possibilitando da mesma forma a desativação destes equipamentos com segurança. Ao final da parada da segunda bateria (nº2), foram também purgadas as instalações externas (tubulações e sopradores de gás) e foi então realizado o isolamento das tubulações de gás (Figura 3), ou seja, foram separadas as instalações desativadas daquelas que ainda continuariam em operação para atender a Coqueria 2.



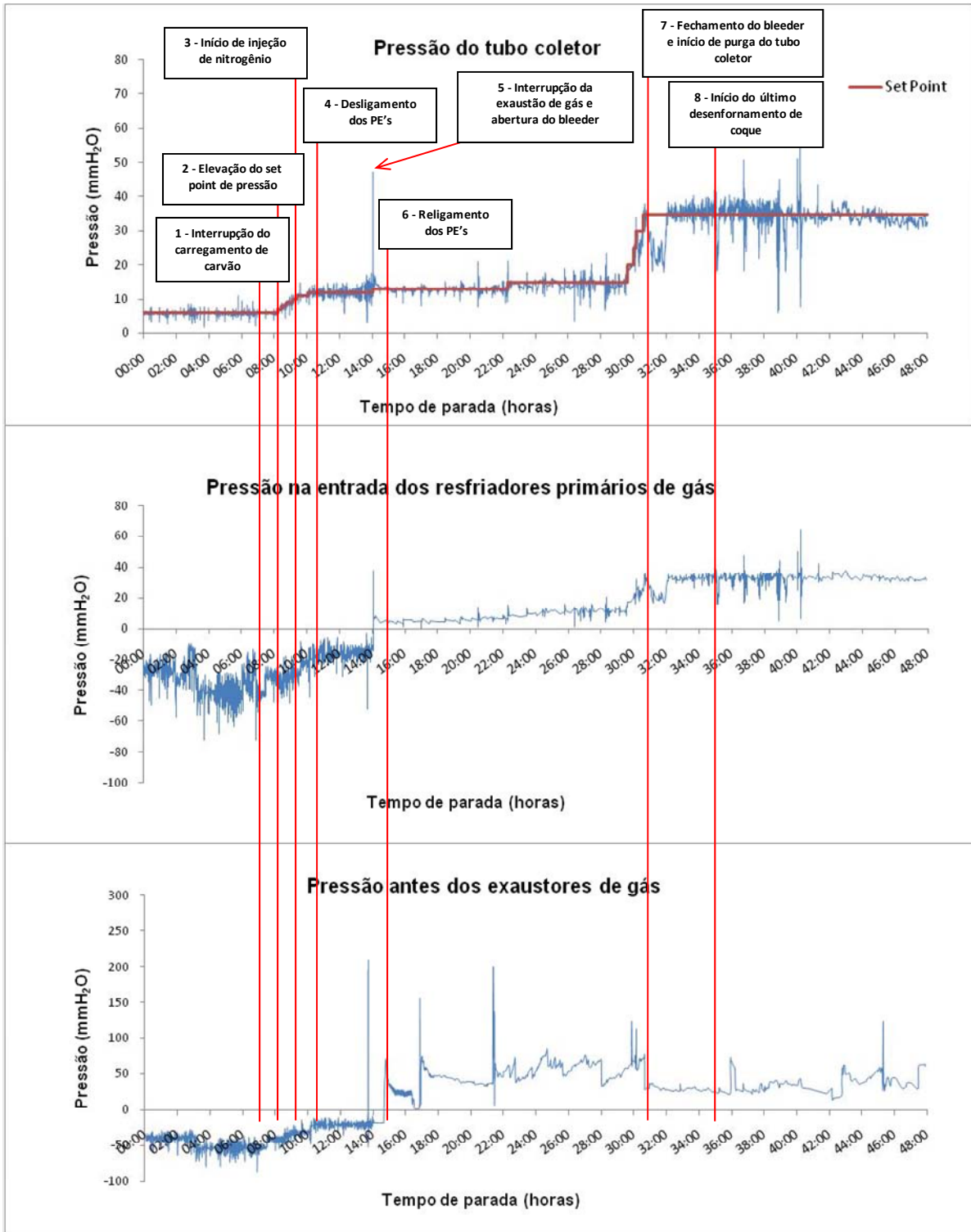
Figura 3. Isolamento das tubulações de gás da Coqueria 1.

Na Figura 4, é apresentado o controle de pressão no tubo coletor da Bateria nº1, com dados de pressão da entrada dos resfriadores primários de gás e dos exaustores de gás, nos dias 14 e 15 de maio. São destacados os principais eventos ocorridos até o momento em que foi autorizado o último desenformamento de coque dos fornos desta bateria.

No Quadro 1, é apresentado um planejamento macro previsto das principais etapas de desativação da Coqueria 1.

Quadro 1. Cronograma macro previsto (antes da parada)

Etapas Principais	Bateria nº1							Bateria nº2						
	14/mai	15/mai	16/mai	17/mai	18/mai	19/mai	20/mai	21/mai	22/mai	23/mai	24/mai	25/mai	26/mai	27/mai
	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Sáb	Dom
1ª Interrupção do carregamento de carvão nos fornos	▲							▲						
2ª Interrupção da exaustão do gás produzido		▲	▲					▲	▲	▲				
3ª Último desenformamento de coque			■							■				
4ª Interrupção da alimentação de gás de aquecimento dos fornos				▲							▲			
5ª Isolamento das tubulações de gás					■							■		



**Figura 4.** Controle de pressão do tubo coletor da Bateria nº1.

A seguir, são destacadas as principais atividades que ocorreram durante a desativação da Coqueria 1. Com a experiência adquirida na desativação da Bateria nº3 da Coqueria 2, a parada de ambas as baterias da Coqueria 1 finalizou um dia antes do previsto, inicialmente.

### 2.2.1 Parada da bateria nº1 (fornos 51 a 100)

- 14 de maio
  - Último carregamento de carvão (forno 97);
  - Início do isolamento dos fornos (instalação de “flange cego” nos tubo de ascensão);
  - Interrupção da exaustão de COG (abertura do *bleeder* do tubo coletor).
- 15 de maio
  - Conclusão do isolamento dos fornos;
  - Início de purga do tubo coletor;
  - Início do último desenformamento de coque - esvaziamento dos fornos (forno 53).
- 16 de maio
  - Fim do desenformamento de coque (forno 100). Todos os fornos da Bateria nº1 estavam vazios;
  - Fim da purga do tubo coletor;
  - Purga de tubulações de gás e equipamentos da planta de tratamento primário de gás;
  - Isolamento de tubulações de exaustão de gás e equipamentos desativados do Tratamento Primário de Gás;
  - Corte do gás de aquecimento dos fornos;
  - Início da purga das tubulações do subsolo (gás misto e COG).
- 17 de maio
  - Concluída a purga das tubulações do subsolo (gás misto e COG);
  - Isolamento das tubulações do subsolo (gás misto e COG).
  - Parada da Bateria nº2 (fornos 1 a 50)
- 21 de maio
  - Último carregamento de carvão (forno 49);
  - Isolamento dos fornos (instalação de “flange cego” nos tubo de ascensão);
  - Interrupção da exaustão de COG (abertura do *bleeder* do tubo coletor).
- 22 de maio
  - Conclusão do isolamento dos fornos;
  - Início de purga do tubo coletor;
  - Início do último desenformamento de coque - esvaziamento dos fornos (forno 17);
  - Fim do desenformamento de coque (forno 49). Todos os fornos da Coqueria 1 estavam vazios;
  - Corte do gás de aquecimento dos fornos e início de purga das tubulações do subsolo.
- 23 de maio
  - Fim da purga do tubo coletor;
  - Isolamento de tubulações de exaustão de gás e equipamentos desativados do Tratamento Primário de Gás;
  - Concluída a purga das tubulações do subsolo (gás misto e COG);
  - Isolamento das tubulações do subsolo (gás misto e COG).
- 24 de maio
  - Concluída a purga dos sopradores e tubulações externas (BFG e COG) da Coqueria 1;



- Isolamento das tubulações externas (BFG e COG), com a montagem de flange cego nos selos de gás (tipo “U”), separando as instalações desativadas daquelas que ainda continuam em operação para atender a Coqueria 2.

### **3 CONCLUSÃO**

Atualmente, as empresas procuram ao máximo prolongar a vida útil das coqueiras, objetivando alcançar pelo menos 40 anos de operação. Contudo, após este período, há um aumento exponencial na deterioração do equipamento que faz com que a produtividade reduza, elevando o custo de produção de coque, além de dificultar os controles ambientais.

A Coqueria 1 da Usiminas (Usina de Ipatinga) operou por quase 50 anos, um marco na história, e foi desativada em maio de 2012. A desativação desta coqueria foi realizada através de um minucioso planejamento de preparação, antes da parada, e de um trabalho intenso da equipe da Usiminas para a execução das atividades de desativação dos equipamentos envolvidos, visando evitar acidentes.

O procedimento de parada das instalações foi um sucesso em termos operacionais e, principalmente, no aspecto da segurança (não ocorreu nenhum tipo de acidente). Por outro lado, houve um ganho de performance para a Usiminas, além de benefícios para a comunidade do ponto de vista ambiental.

### **REFERÊNCIAS**

- 1 LANGER, E. et al. Prolonging of coke oven life. Ironmaking Conference, 57, p. 1149-1154, 1988.
- 2 DEPOUX, M. et al. Prolonged coke oven life. European Cokemaking Congress, 3, p. 210-218, 1996.
- 3 NAKAZAKI, A. et al. Application and effects of automatic coking control. Ironmaking Conference, 46, p. 299-306, 1987.
- 4 NEWELL, T. et al. Monitoring oxygen in coke oven off-gas for safe operation of a coke oven. International Meeting on Ironmaking, 1, p. 228-235, 2001.