

# PRODUÇÃO DE NITROGÊNIO LÍQUIDO NA FOX 5 – COSIPA<sup>1</sup>

*Carlos Sadao Shiratusu<sup>2</sup>  
Antonio Luiz Correa de Moraes<sup>3</sup>  
Jeiffer Fonseca Cardoso<sup>4</sup>  
Marcelo Florêncio<sup>5</sup>  
Ricardo Guerreiro<sup>5</sup>*

## **Resumo**

O objetivo deste trabalho é demonstrar como a Cosipa reduziu a aquisição de nitrogênio líquido através da elevação da produção interna em até 20 toneladas/dia. Com uma equipe atenta na captura de oportunidades, a Cosipa durante sua última grande reforma da FOX 5 em 2001, preparou o sistema para a extração de nitrogênio líquido em uma de suas tubulações de refluxo, propiciando assim uma produção em uma unidade a qual não foi projetada para essa finalidade.

**Palavras-chave:** Nitrogênio líquido; Otimização; Estocagem de segurança.

## **PRODUCTION OF LIQUID NITROGEN AT FOX 5–COSIPA**

## **Abstract**

This report aims to demonstrate how Cosipa reduced the acquisition of liquid nitrogen through the elevation of the inside production in up to 20 ton/day. With a team concentrated in the capture of opportunities, Cosipa during its last large reformation of FOX 5 in 2001, prepared the system for the extraction of liquid nitrogen in one of its piping reflow, appeasing like this a production in an unit which was not projected for that purpose.

**Key words:** Liquid nitrogen; Optimization; Safety reserve.

<sup>1</sup> *Contribuição técnica ao XXII Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 15 a 17 de agosto de 2007, Vitória – ES, Brasil.*

<sup>2</sup> *Gerente da Gerência de Oxigênio e Distribuição de Utilidades – Cosipa;*

<sup>3</sup> *Analista Industrial da Gerência de Oxigênio e Distribuição de Utilidades – Cosipa;*

<sup>4</sup> *Analista de Manutenção da Gerência de Oxigênio e Distribuição de Utilidades – Cosipa;*

<sup>5</sup> *Supervisor Industrial da Gerência de Oxigênio e Distribuição de Utilidades – Cosipa.*

## **INTRODUÇÃO**

### **Processo de Fracionamento do Ar**

O processo de fracionamento do ar está baseado no fato de que, quando uma mistura de líquidos de diferentes pontos de ebulição é aquecida, o vapor formado é rico no componente de ponto de ebulição mais baixo, enquanto o líquido restante contém, em maior quantidade, o componente de ponto de ebulição mais alto.

O processo *Linde*, que é utilizado atualmente em todas as plantas de produção de oxigênio e nitrogênio da Cosipa, opera com coluna dupla, ou seja, uma coluna inferior e uma coluna superior.

#### **Coluna inferior**

Na coluna inferior, o ar proveniente dos trocadores de calor reversíveis alcança temperaturas da ordem de  $-170\text{ °C}$ . Esse ar é liqüefeito, formando um líquido rico em oxigênio, com cerca de 40% de concentração deste componente, enquanto o vapor formado é rico em nitrogênio, sendo extraído no topo da coluna inferior como nitrogênio puro.

#### **Coluna superior**

O líquido rico proveniente do fundo da coluna inferior entra na coluna superior através de uma válvula de expansão, ocorrendo um processo semelhante ao da coluna inferior, onde o líquido depositado no fundo da coluna estará rico em oxigênio, com uma concentração de 99,5%, e o vapor direcionado ao topo estará mais rico em nitrogênio, com uma concentração de 7% de oxigênio, caracterizando-se como nitrogênio impuro (waste), utilizado nos trocadores reversíveis como gás responsável pelo resfriamento do ar e pela limpeza dos trocadores.

#### **Argônio**

O argônio, considerado um gás nobre, presente no ar com uma concentração de 0,9%, é retirado no centro da coluna superior, na forma de argônio impuro.

O oxigênio contido nesse argônio é retirado através de processo químico, pela injeção de hidrogênio, que reage com o oxigênio, transformando-se em água, e o nitrogênio é retirado por processo de destilação criogênica, em coluna de fracionamento específica para argônio puro.

### **Processo de Produção de Nitrogênio, Oxigênio e Argônio**

Os processos de retificação do ar podem ser classificados como de baixa, média e alta pressão, de acordo com a pressão de descarga dos compressores de ar.

A Cosipa possui em suas instalações três unidades de separação de gases do ar (O<sub>2</sub>, N<sub>2</sub> e Ar), sendo que as Fábricas IV e V se encontram em operação.

**Tabela 1:** Dados de Projeto das Fábricas de Oxigênio da COSIPA

		FOX III	FOX IV	FOX V
Fabricante		AIR LIQUIDE	AMERICAN AIR LIQUID	HITACHI
Tipo		Peneira Molecular	Revex	Revex
O2 Gasoso	Nm3/h	8.000	24.000	24.000
	% O2	99,5	99,5	99,5
N2 Gasoso	Nm3/h	1.700	15.000	15.000
	ppm O2	5	5	5
O2 Líquido	t/dia	45	16	20
	% O2	99,5	99,5	99,5
N2 Líquido	t/h	2 à 20	10	-
	ppm O2	5	5	-
Argônio	t/h	5	-	4,8
	% O2+N2	5	-	0,001

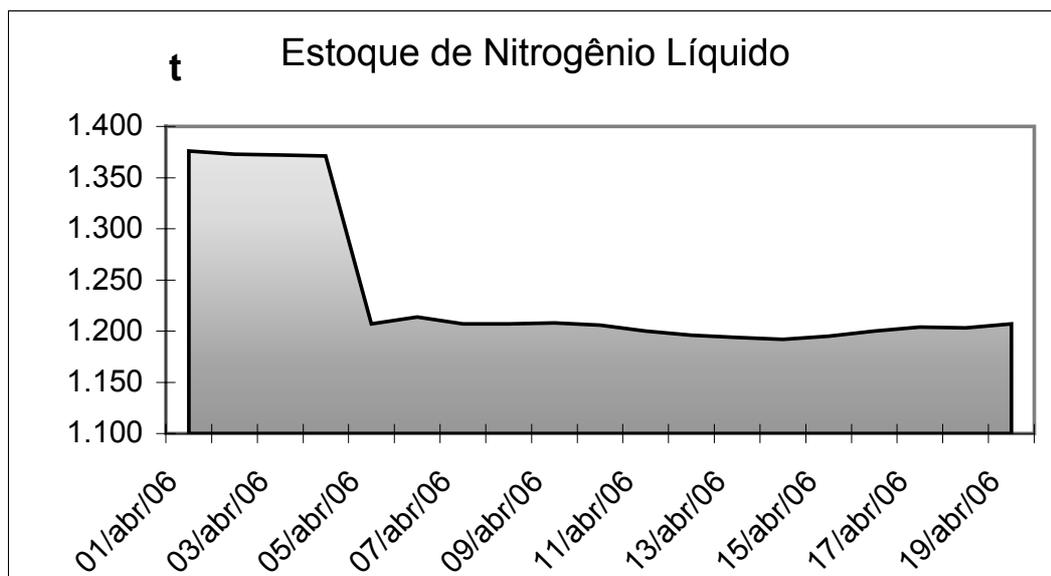
## SITUAÇÃO ANTERIOR

O nitrogênio é um gás inerte que cada vez mais é utilizado dentro do processo siderúrgico. Na COSIPA, a Fábrica de Oxigênio é responsável pelo fornecimento para todos os processos produtivos: Altos Fornos, Aciaria e Laminação.

Em algumas unidades, como no Recozimento e na Planta de Injeção de Finos de Carvão nos Altos Fornos (PCI), ele é essencial para garantir a intervenção nos equipamentos com segurança, pois mesmo com a falta de energia elétrica, tem o fornecimento garantido por um sistema de emergência, que consiste em um tanque de armazenamento de nitrogênio líquido (TNL 5), com capacidade de armazenamento de até 1.750 toneladas. O nitrogênio líquido é vaporizado através de serpentinas e enviado para o processo com uma vazão de até 30.000 Nm<sup>3</sup>/h.

O estoque de nitrogênio líquido se mantém estável, porém quando acontece alguma anormalidade no processo, como falta de energia elétrica, desarme de algum equipamento da Fábrica de Oxigênio ou intervenções programadas para manutenção, tanto das Fábricas de Oxigênio como dos Consumidores Internos, existe um consumo para suprir a necessidade momentânea, com queda no nível estocado.

Como a produção de nitrogênio líquido era baixa, não sendo suficiente para atender estas ocasiões específicas, havia a necessidade de aquisição do produto no mercado, elevando os custos de produção. Outro fator preocupante era a logística de abastecimento.



**Figura 1:** Acompanhamento do estoque de nitrogênio líquido.

Como observado no gráfico da Figura 1, não havia capacidade de recuperação do estoque de nitrogênio líquido após uma ocorrência, obrigando a aquisição no mercado.

## SITUAÇÃO ATUAL

Identificado a necessidade de produção interna, a equipe da COSIPA analisou a possibilidade de extração na FOX V, a qual não constava no projeto original.

Após uma análise de balanço de massa e de energia na Unidade, foi constatado que a retirada de 1 tonelada por hora, não iria apresentar desvios significativos no processo. Porém, uma preocupação da equipe, foi quanto ao local da extração, pois a Unidade não dispõe de sub-resfriador de nitrogênio.

Uma alternativa encontrada pela equipe, foi a instalação de uma tomada na tubulação de refluxo superior, com diâmetro nominal de 4 polegadas. Esse refluxo apresenta pureza adequada para envio ao tanque de estocagem.

Mesmo com o conhecimento de que a iria ocorrer perda no tanque, a equipe decidiu realizar o projeto, os cálculos mostravam uma perda de 30% quando da entrada de nitrogênio no tanque.

O planejamento para a instalação do projeto foi iniciado para que ocorresse durante a grande parada para substituição dos trocadores Revex, já que seria necessária a retirada da perlita do Cold Box principal para inspeção das colunas.

Após a grande parada geral em 2.001, a tubulação de extração de nitrogênio líquido foi instalada até a saída do Cold Box principal, com uma válvula de bloqueio de passagem plena. Tal medida foi necessária, pois somente após a reforma do sistema de emergência de nitrogênio, é que seria possível a instalação da tubulação de envio do produto ao tanque.

Com a reforma do sistema de emergência realizado, a tubulação de envio de nitrogênio foi instalada. O projeto determinou uma tubulação de 1 polegada de diâmetro com válvula de envio próxima ao tanque, além de um traçado onde as perdas são minimizadas.



## RESULTADOS ALCANÇADOS

Com o início da produção de nitrogênio líquido na FOX V conseguimos reverter a situação, aumentando a capacidade de produção e recuperação do estoque de nitrogênio líquido, reduzindo a dependência externa deste produto, como podemos acompanhar no gráfico da Figura 3.

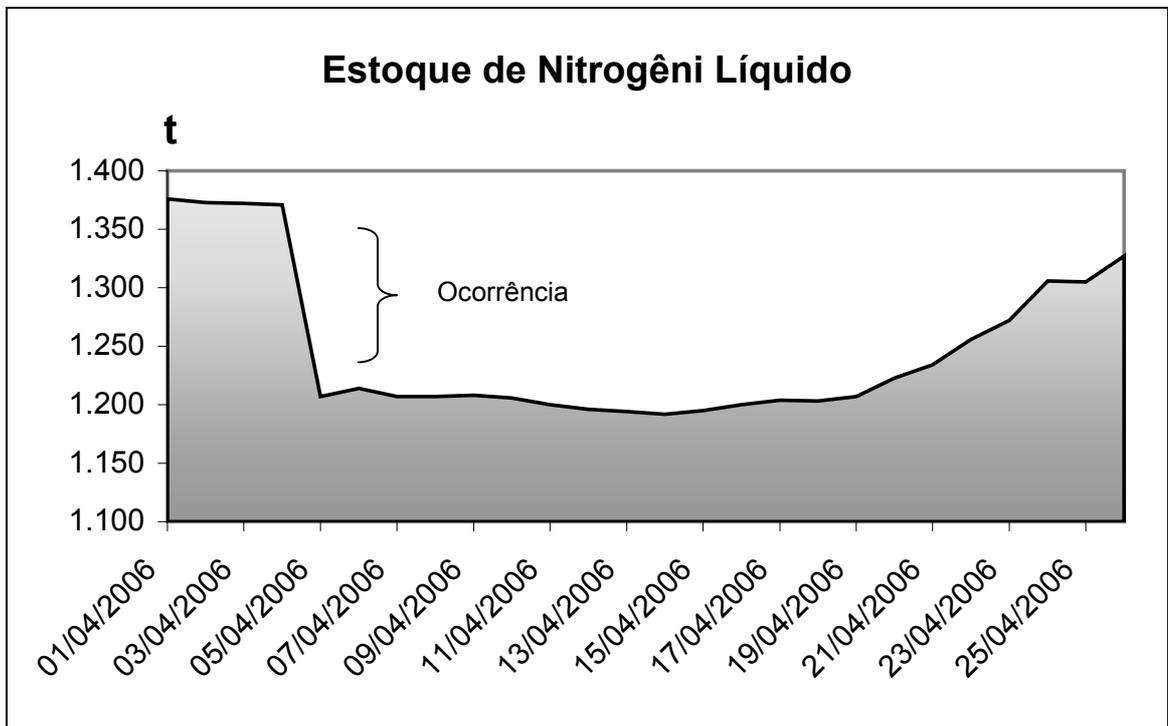


Figura 3: Acompanhamento do estoque de nitrogênio líquido.

## CONCLUSÃO

Durante as grandes reformas, as atividades de manutenção são variadas, fazendo com que os pequenos projetos de melhoria não sejam priorizados.

Projetos propostos pelas equipes de operação devem sempre ser bem analisados e planejados para a implantação em uma oportunidade. Se a equipe da COSIPA não tivesse acreditado na idéia ou se visse o projeto com olhos de dificuldade, não seria possível a implantação do projeto em fases.