

RECUPERAÇÃO E GÁS DE ACIARIA MAIS SEGURO (SAFER LDG RECOVERY)

Sabrina Magalhaes Macedo – Engenheira eletricista- Esp. Engenharia de Segurança e de Manutenção

Eduardo Barbosa de Almeida- Eng Mecânico, Esp Segurança Trabalho, Processo, Higiene e Ergonomia

Frederico Mendes de Paula – Engenheiro

Fabricio Campos Verneque – Engenheiro

ABSTRACT

Após o colapso do gasômetro, a equipe da Usiminas iniciou a avaliação de riscos para reinicialização do sistema de recuperação como um processo mais seguro (estado da arte). Diversas técnicas foram utilizadas para avaliação de riscos, como Hazop, LOPA, SIL, Bow Tie e outras para conceituar o sistema LDG de recuperação mais seguro.

O principal perigo é excesso de oxigênio (acima das especificações) misturado no LDG após IDF (Ventilador de indução) para ser direcionado ao gasômetro. Esse cenário permite mistura inflamável dentro do mesmo e alto risco de deflagração ou detonação com consequente colapso das instalações.

Todos os riscos que foram identificados pela análise de risco foram inseridas recomendações para redução de risco para um nível abaixo dos critérios internos de tolerabilidade.

O resultado foi uma grande redução do nosso KPI de risco (soma do risco de Segurança do Processo).

1. INTRODUÇÃO

O processo siderúrgico é composto por várias fases de transformação do minério e carvão mineral em ferro gusa e na sequência em aço, este último com complexos processos de ajuste para garantir a composição química e estrutural adequada. Na produção do Aço, cujo objetivo principal é atingir as características químicas e físicas do material (estrutura metalúrgica do aço), injeta-se oxigênio com objetivo de realizar a redução química, capturando o carbono excedente no metal líquido. Este processo conhecido como BOF (Basic Oxygen Furnace).

O Convertedor a Oxigênio ou Processo Linz-Donawitz é o processo mais comum para a produção de aço.[1]

Nos Convertedores a oxigênio são fabricados mais de 50% da produção mundial de aço. No Brasil eles também são amplamente utilizados.

A carga desse Convertedor é constituída de ferro gusa líquido, sucata de ferro, minério de ferro e aditivos (fundentes). Com uma lança refrigerada com água, injeta-se oxigênio puro a uma pressão de 4 a 12bar no conversor.

A oxidação do carbono e do silício presentes no metal líquido que é carregado dentro do Convertedor LD (Linz-Donawitz) gera grande quantidade de energia, pois são reações exotérmicas. Para neutralizar esta elevada temperatura que prejudicaria o refratário, adiciona-se sucata ou minério de ferro.

Pela adição de fundentes como a cal, os acompanhantes do ferro como o manganês, silício, fósforo e enxofre unem-se formando a escória.

Para aumentar a qualidade do aço, adicionam-se os elementos de liga no final do processo ou quando o aço está sendo vertido na panela, já pronto.

1 MS, Engenheiro Mecânico – EMPRESA

2 PhD, Engenheiro Elétrico - EMPRESA

3 MS, Consultor - EMPRESA

Os aços produzidos no LD não contêm nitrogênio pois não se injeta ar, daí a alta qualidade obtida. Esse Convertedor oferece vantagens econômicas sobre os Convertedores do processo de Bessemer e Siemens Martin.

Os processos acima descritos produzem gases que têm aproveitamento energético importante, conhecido como gás de Aciaria : Produz o LDG - Linz-Donawitz Gas, o LDG é composto basicamente de CO (elemento combustível, podendo alcançar teores acima de 60%).

O gás LDG é produzido no interior dos Convertedores (tabela 1), durante o sopro de oxigênio no gusa (resultado da reação química entre o oxigênio e o carbono). É um gás inodoro, incolor, inflamável e tóxico. Possui 65% de monóxido de carbono, além de dióxido de carbono e nitrogênio em sua composição, com poder calorífico aproximado de 1800 Kcal/Nm³

Nome	Nº CAS	Faixa de Concentração
Monóxido de Carbono	630-08-0	59,8 – 63,5 %
Dióxido de Carbono	124-38-9	17,5 – 18,1 %
Nitrogênio	7727-37-9	15,1 – 21,1%
Hidrogênio	1333-74-0	0,97 – 2,97 %
Metano	74-82-8	0,01 – 0,03%
Oxigênio	7782-44-7	0,28 – 0,59 %
Outros	-	< 1 %

Tab.1 – Composição média do LDG

Estas características tornam o LDG um gás viável para distribuição e consumo interno como combustível, aumentando a eficiência energética da planta e reduzindo impactos ambientais.

2. DESCRIÇÃO

O Sistema de recuperação de LDG é uma tecnologia desenvolvida pela SPCO (Steel Plantech co.) e adquirida pela Usiminas nas décadas de 1990. Os sistemas primam pela robustez e eficácia, sendo concebidos para aproveitar os gases com total segurança.



Fig.1 – Vista frontal convertedor LD

2.1 Sistema de recuperação de LDG (Projeto Original)

Durante o processo de produção do aço na Aciaria, o gás é captado pelo sistema de exaustão, analisado de forma contínua por um analisador de gases e, uma vez atendidos os requisitos de recuperação, é enviado para o gasômetro. Quando não atendidos os requisitos citados, o gás gerado ou ar atmosférico é direcionado para a chaminé, para queima. Uma válvula de três vias localizada a jusante do exaustor de gases direciona o gás para a chaminé ou para o gasômetro a partir do comando do Controlador Lógico Programável (CLP) da

aciaria. Uma válvula de bypass em paralelo com a válvula de 3 vias, também é comandada pelo CLP e pode direcionar o gás para a chaminé.

A jusante da válvula de 3 vias, na linha para o gasômetro, está instalada uma válvula de retenção a água, que impede o retorno de gás do gasômetro em caso de desligamento do exaustor (IDF). O sistema tem ainda dois selos d'água, um na saída da aciaria e outro na entrada do gasômetro, com acionamento de enchimento manual, para utilização em caso de isolamento para manutenção de parte do sistema.

Na área de recebimento e distribuição de gases, o gás é encaminhado para os consumidores (Caldeiras, Fornos das laminações e/ou Coquearias) diretamente ou submetido à elevação de pressão nos boosters com posterior limpeza no Precipitador Eletrostático para então ser encaminhado aos consumidores.

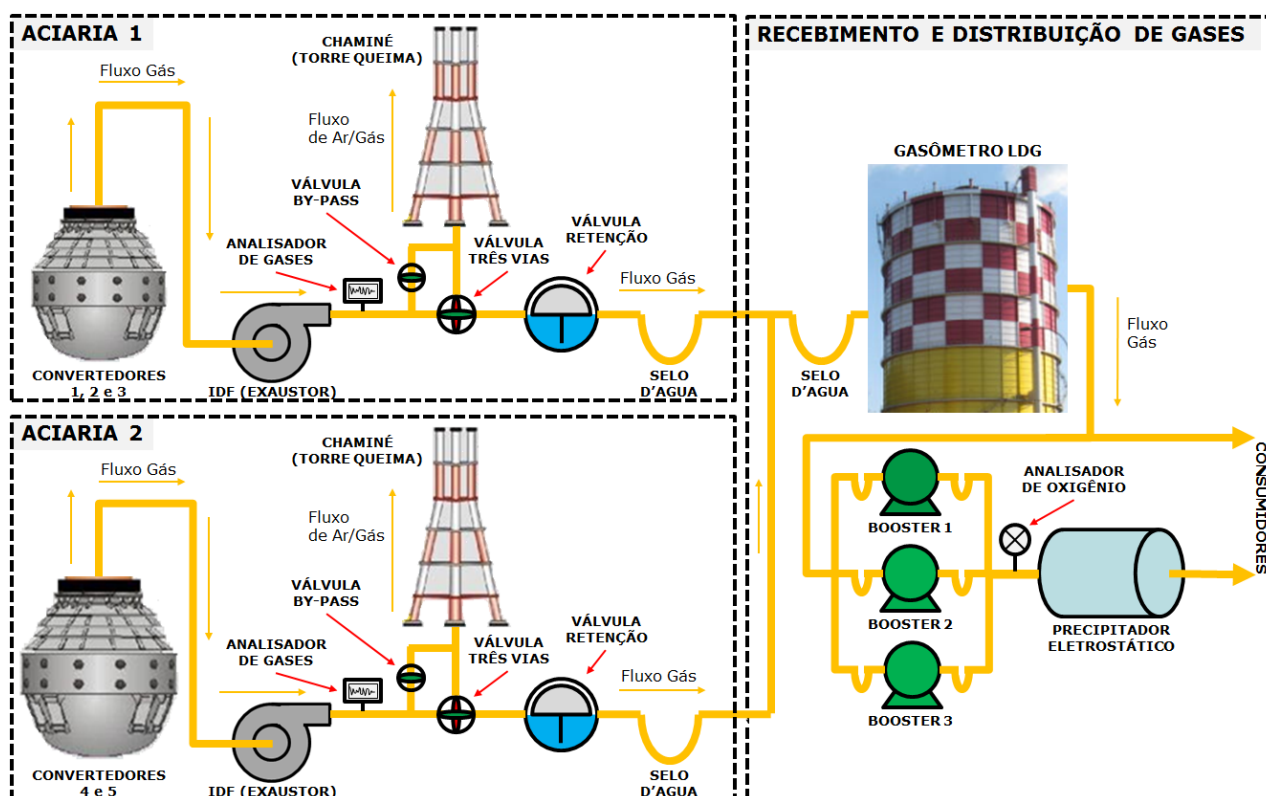


Fig.2 – Fluxo macro de produção e distribuição do LDG

Os parâmetros básicos de definição para aproveitamento do LDG como gás combustível são:

Tab.2 – Parâmetros básicos para recuperação LDG

Parâmetro	Descrição	Valor
CO – monóxido de carbono	Valor medido após IDF	>35% para iniciar < 30% encerrar
O2 – Oxigênio	Valor medido após IDF	< 1% iniciar >1% encerrar

Condição de SOPRO	Forno soprando Ignição confirmada Volume O ₂ < 80% especificado	Injetando O ₂ pela lança – vazão Ignição reconhecida pelo operador Soprador Cálculo sistema
Sistema	Condições gerais sistema (bloqueio operador aciaria/utilidades) botão de emergência acionado, outras condições de processo (pressões limite e purga)	Sistema em automático

2.2 Salvaguardas projeto original

O processo de recuperação de LDG no seu projeto original, tinha como premissa a robustez do sistema e suas salvaguardas eram focadas em cada equipamento de recuperação individualmente.

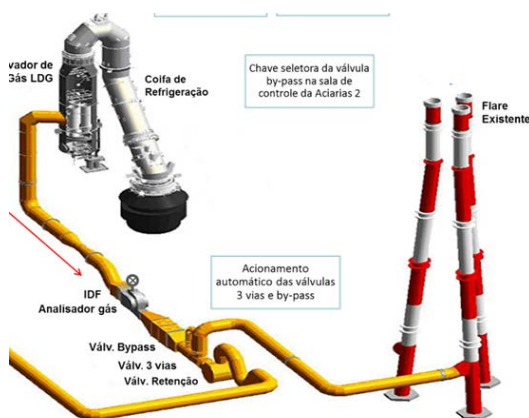


Fig.3 – Esquema do sistema de recuperação de LDG

O sistema contava com uma válvula by pass/3 vias atuando por uma malha operacional (via CLP) além das rotinas de inspeção e manutenção (vide figura 4).

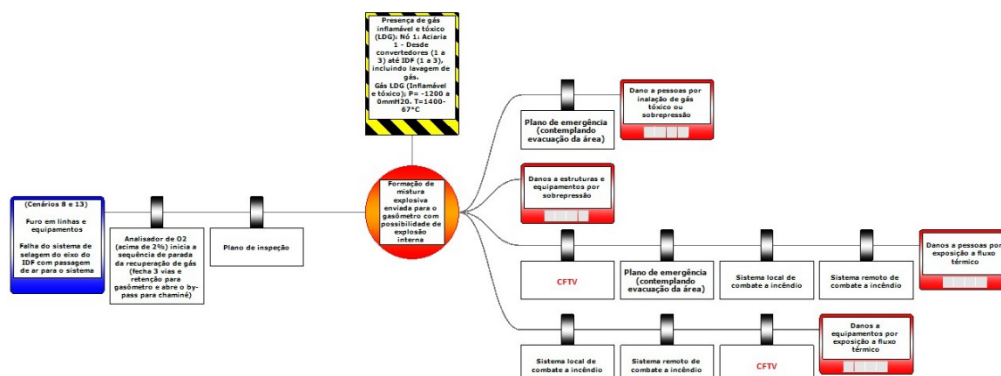


Fig.4 – Bow Tie sistema original

3. INTRODUÇÃO CONCEITO PSM

Em 2016 a World Steel Association, apresenta a suas associadas, um visão sobre o gerenciamento de segurança de processos aplicável a indústria mundial do Aço. Com seu primeiro Guide line e o lançamento dos fundamentos de PSM para a industrial mundial do Aço



Fig.5 – PSM fundamental from World Steel Association

3.1 Introdução de análise de riscos de processo no sistema de gases siderúrgicos

A USIMINAS contratou a DNV GL para conduzir em conjunto com a um Estudo de Perigos e Operabilidade (HAZOP) para avaliação dos perigos das operações de produção, armazenamento e distribuição de Gases de Aciaria (LDG), da unidade da USIMINAS, adicionalmente foi realizada uma Análise de Criticidade das Malhas de Segurança para determinação do Nível de Integridade de Segurança (SIL), através do método Matriz de Camadas de Segurança.

O principal objetivo deste estudo é identificar os potenciais desvios operacionais ou eventos acidentais que possam causar danos às pessoas e ao meio ambiente, ou comprometer a continuidade das operações e a integridade das instalações como resultado das operações de produção, armazenamento e distribuição de Gases da USIMINAS. Este estudo também tem como foco avaliar o Nível de Integridade de Segurança (SIL) ou o seu Fator de Redução de Risco (FRR) equivalente de cada Função Instrumentada de Segurança (FIS) proposta durante o estudo.

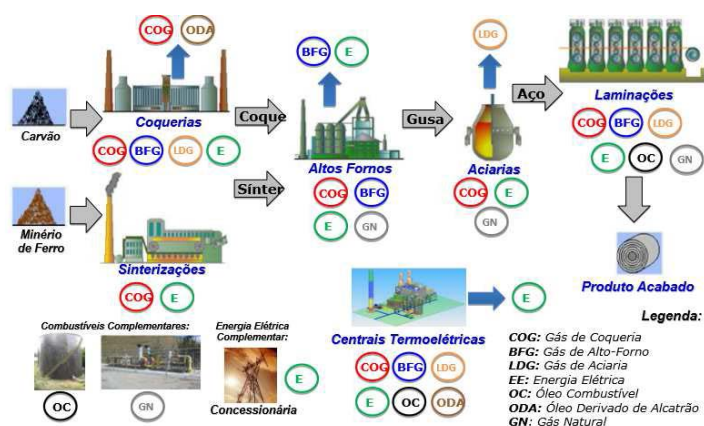


Fig.6 – Matriz Energética da Usiminas

Ao total foram avaliados 107 cenários de risco para o sistema e propostas 32 recomendações pelo grupo com o objetivo de reduzir o risco. Também foram identificadas as recomendações de Funções Instrumentadas de Segurança (FIS), para as quais foram calculados os Fatores de Redução de Risco (FRR) equivalente ao SIL requerido.

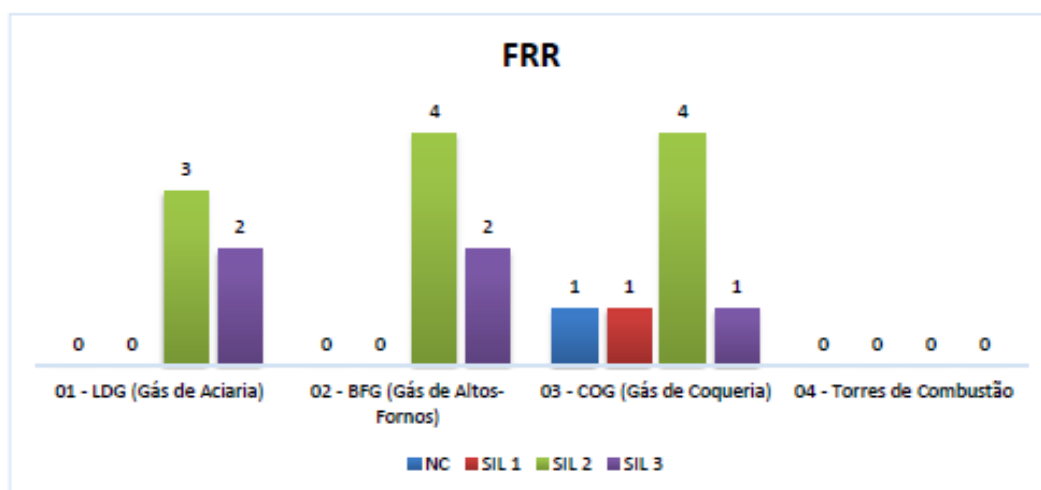
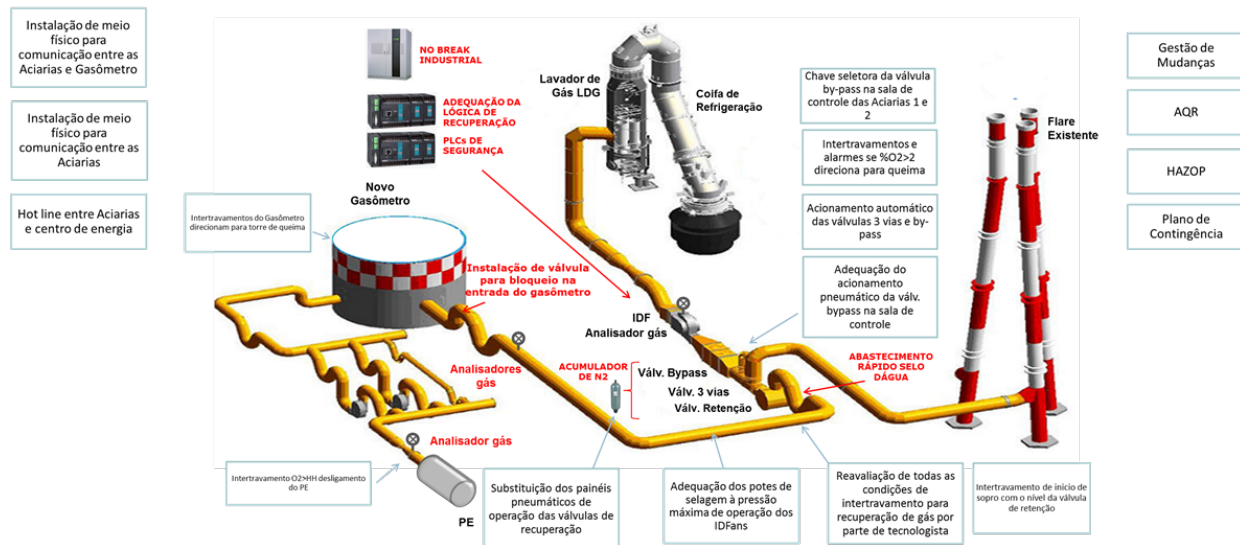


Fig.7 – Fator de Redução de Riscos

3.2 Soluções implantadas no processo no sistema de gases siderúrgicos -LDG

As equipes de OPEX e CAPEX seguindo as recomendações do HAZOP realizado, contrataram assistência técnica especializada da SPCO (recuperação de Gases) e da MOTHEWEL (Gasômetro) para ajustar os processos e buscar a redução de riscos objetivada pelas recomendações das análises de risco.



1

Foram introduzidas uma série de novas salvaguardas visando atingir o estado da arte em recuperação segura de LDG, segue abaixo a descrição sucinta das novas salvaguardas

1. CONCLUSÃO

Após a ocorrência do colapso do Gasometro, houve avanço da segurança do processo na siderurgia da Usiminas. Um destes processos foi a recuperação mais segura do gás da Aciaria. Onde realizou-se análises de riscos, avaliações das barreiras preventivas e mitigadora de segurança deste processo, cálculos das camadas de proteção, acompanhamentos das empresas especializadas e capacitação dos envolvidos nesta operação.

Assim, a recuperação de LDG da Usiminas tem suas configurações e controles classificados como estado da arte em segurança do processo. Contribuindo para um processo mais seguro tanto para os equipamentos quanto para as pessoas.

1. REFERENCES:

- [1] CLARIS FRANK, Study of Paper Formation During High Pressure, ASME, US (2015);
- [2] HOUSSIN A., Consequences Release Vessels Setup and Results. Journal of Loss Prevention, US (2016).

