

INJEÇÃO DE NITROGÊNIO WASTE NÃO UTILIZADO EM NITROGÊNIO DE BAIXA PRESSÃO*

Igor Martins dos Santos¹

Marcus Vinicius da Fonseca Buarque²

Rafael Cesar de Souza³

Ricardo Santos de Oliveira⁴

Vilson Jose da Anunciação⁵

Fabio Ricardo Zuege⁶

Resumo

O nitrogênio waste, que é chamado assim por ser mais impuro, devido à existência de uma porcentagem aproximada de 2% mais de oxigênio no mesmo, utilizado exclusivamente no processo de “Slag Splash” na Aciaria, possui um contrato fechado de volume para fornecimento (7.000 Nm³/h, à pressão de 30 bar), o qual estava sendo utilizada aproximadamente a metade do mesmo (3.500 Nm³/h). Como no processo produtivo da CSA, é utilizado o nitrogênio de baixa pressão (16 bar) em grande quantidade (21.600 Nm³/h, sendo aproximadamente 5.600 Nm³/h acima do contrato de fornecimento), foi feito um projeto para interligar as duas linhas de nitrogênio através de aproximadamente 420 metros de tubulação, com sistema de controle integrado e analisador de oxigênio para garantir a concentração mínima de 1% de oxigênio no Nitrogênio de baixa pressão, devido à necessidade de algumas áreas. Nos primeiros seis meses após implantação, foi contabilizado uma economia de aproximadamente R\$4.0 milhões (aproximadamente 3.100 Nm³/h de consumo).

Palavras-chave: Nitrogênio; Redução; Custo.

WASTE NITROGEN INJECTION NOT USED IN LOW PRESSURE NITROGEN

Abstract

The waste nitrogen, which is so called because it is impure, due to the existence of an approximate percentage of 2% more oxygen in it, used exclusively in the “Slag Splash” process in the Steelworks, has a closed volume contract for supply (7,000 Nm³ / h at a pressure of 30 bar), which was being used approximately half of it (3,500 Nm³ / h). As in the CSA production process, low pressure nitrogen (16 bar) is used in a large quantity (21,600 Nm³ / h, being approximately 5,600 Nm³ / h above the supply contract), a project was done to interconnect the two lines of Nitrogen through approximately 420 meters of piping, with integrated control system and oxygen analyzer to ensure the minimum concentration of 1% oxygen in the Nitrogen low pressure due to the need for some areas. In the first six months after implementation, an economy of approximately R \$ 4.0 million (approximately 3,100 Nm³ / h of consumption) was accounted for.

Keywords: Nitrogen; Reduction; Cost.

¹ Engenheiro Mecânico, Engenheiro de Manutenção Mecânica, Gerência de Distribuição de Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica do Atlântico, Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

² Engenheiro Civil, Coordenador de Manutenção, Gerência de Distribuição de Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica do Atlântico, Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

³ Técnico de Eletrônica, Coordenador de Otimização de Processos, Gerência de Distribuição de Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica do Atlântico, Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil

⁴ Engenheiro Mecânico, Técnico Especialista, Gerência de Distribuição de Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica do Atlântico, Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil

⁵ Administrador, Analista de Desenvolvimento, Gerência de Distribuição de Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica do Atlântico, Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil

⁶ Engenheiro Elétrico, Engenheiro Especialista em Sistemas Utilidades, Gerência de Distribuição de Energia e Utilidades, Companhia Siderúrgica do Atlântico, Santa Cruz, Rio de Janeiro, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

Em indústrias siderúrgicas de grande porte, temos uma grande variedade de gases aplicados nos mais diversos processos, dentre eles gases criogênicos e gases industriais (ou gases de processo). Com o passar do tempo e estabilização dos processos, começam a surgir oportunidades de melhorias nos processos, como:

- Otimização do uso de recursos
- Otimização da rotina
- Aumento da confiabilidade do sistema
- Alteração de dados de processo (premissas adotadas durante o projeto)
- Implantação de novos projetos (Ex.: Implantação de equipamentos para redução de custos).

E seguindo esta linha, foi observado que na Companhia Siderúrgica do Atlântico tínhamos uma oportunidade de melhoria com relação à utilização de nitrogênio. Temos um nitrogênio menos nobre, por possuir uma concentração de até 2% a mais de oxigênio, que chamamos de nitrogênio waste, o qual temos um consumo abaixo do 7.000 Nm³/h contratados. Em contrapartida temos um nitrogênio mais nobre, com maior pureza, que chamamos de nitrogênio LP (do inglês Low Pressure, em português Baixa Pressão). O contrato de nitrogênio waste prevê utilização média de 7.000 Nm³/h e utilizávamos em média a metade do valor contratado, 3.500 Nm³/h. Já no contrato de nitrogênio LP, onde era previsto consumo médio de 12.000 Nm³/h, havia um consumo médio bem acima do contratado, por volta de 21.600 Nm³/h. Como podemos observar no **Gráfico 1** abaixo, após reorganizarmos o histórico de dados de consumo de nitrogênio das maiores vazões para as mais baixas, a maior parte do tempo estamos consumindo abaixo dos 7.000 Nm³/h contratados.

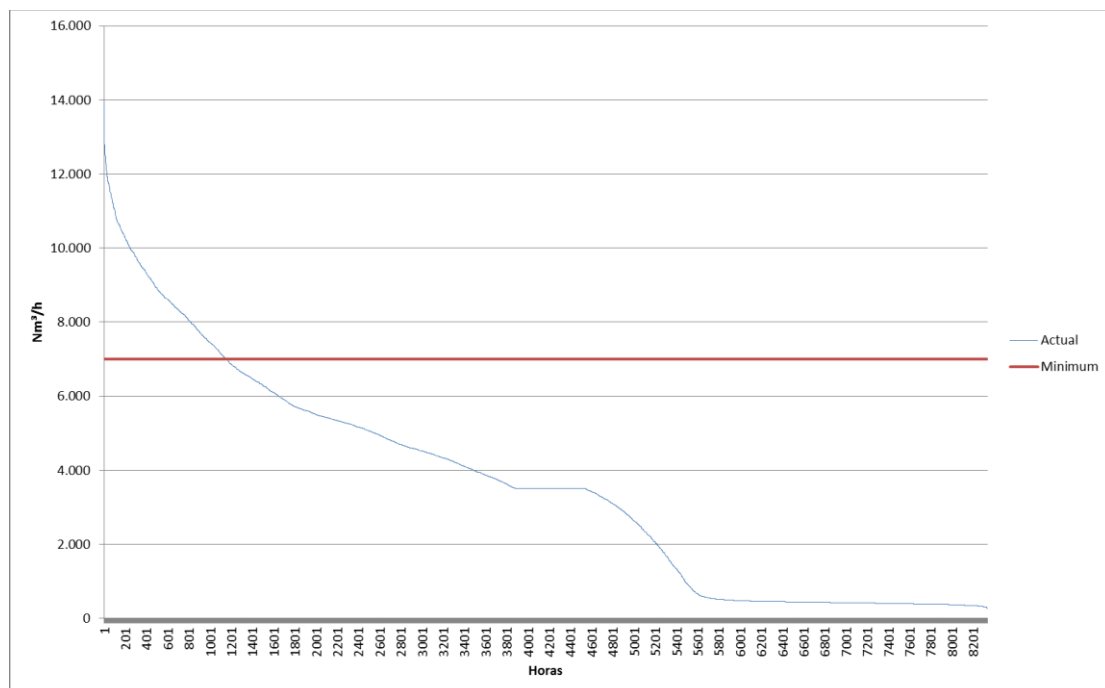


Gráfico 1 Consumo médio de Nitrogênio Waste na CSA

Das áreas que necessitam do nitrogênio LP, algumas demandam de uma pureza maior (concentração máxima de oxigênio de 1%), e uma de nossas preocupações é gerar instabilidade operacional nessas áreas, por isso, foi analisado a variação de concentração do oxigênio contido no nitrogênio waste durante todo o período contido no nosso banco de dados, e conforme podemos verificar no **Gráfico 2**, o nitrogênio waste atende a essa necessidade durante a maior parte do tempo.

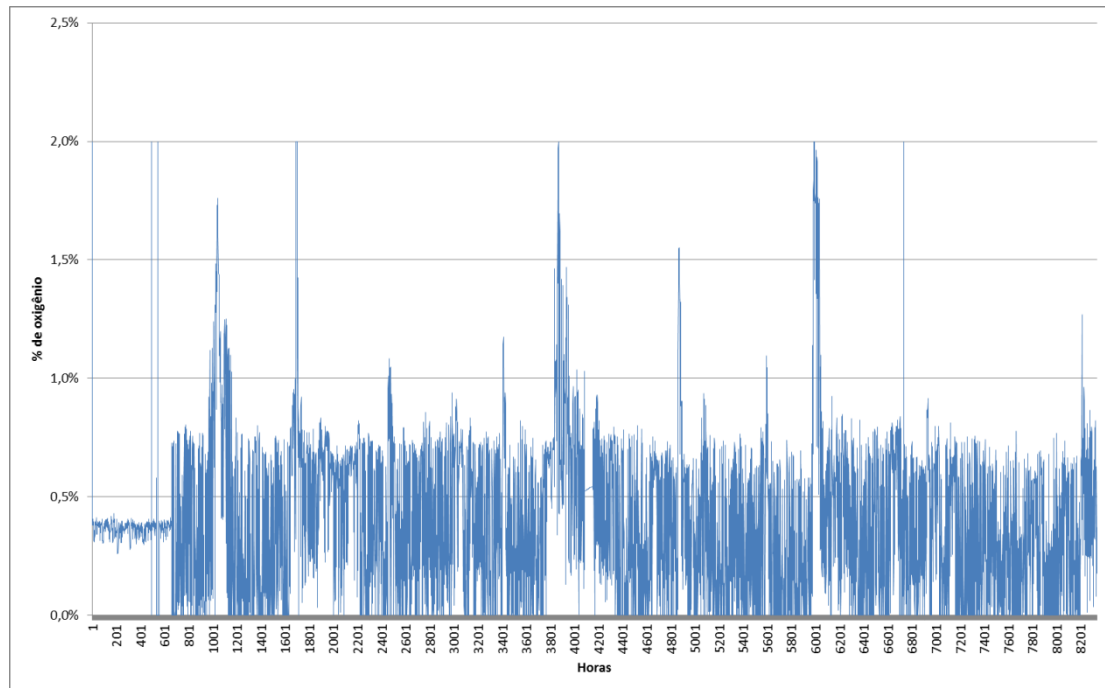


Gráfico 2 Concentração de Oxigênio no N2 Waste distribuído

Para facilitar a análise dos dados, foram reorganizadas as concentrações de oxigênio conforme estavam quando o nitrogênio waste foi distribuído no período referido, das concentrações maiores para as menores, conforme mostra o **Gráfico 3**:

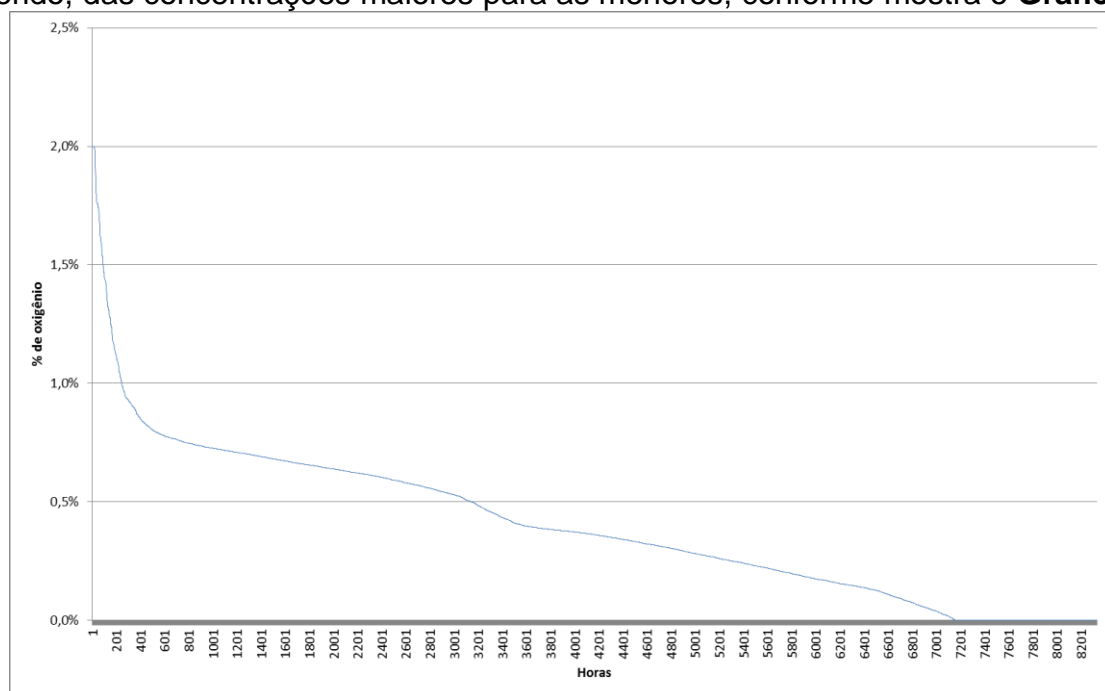


Gráfico 3 Concentração de Oxigênio no N2 Waste distribuído

Analisando os dados acima, chegamos a conclusão que a maior parte do tempo temos uma concentração acima do 1% de oxigênio no nitrogênio waste, o que viabiliza tecnicamente a injeção do mesmo no nitrogênio de baixa pressão, ficando com a concentração de oxigênio abaixo do demandado pelas áreas mais restritivas. Após a análise da viabilidade de injeção de nitrogênio waste no nitrogênio de baixa pressão, o próximo passo foi realizar a avaliação da viabilidade econômica, e para facilitar o entendimento do cálculo, foi desenvolvido o esquema conforme mostrado na **Figura 1**. No lado esquerdo da Figura 1, o retângulo destacado com "1", representa a vazão média de nitrogênio waste que não é consumido (aproximadamente 3.500 Nm³/h), e no lado direito a possibilidade de economia, se o mesmo for injetado no nitrogênio de baixa pressão (Nitrogênio LP).



Figura 1 Uso Nitrogênio Waste x Nitrogênio LP

Para entendimento melhor, o nitrogênio de baixa pressão tem um take or pay de 12.000 Nm³/h, os quais são pagos em um pacote mensalmente, sendo utilizados ou não. A partir do momento que ultrapassamos o take or pay, é cobrado um valor adicional, e os excedentes são divididos em três faixas:

- De 12.001 Nm³/h à 16.000 Nm³/h, é pago o valor da primeira faixa;
- De 16.001 Nm³/h à 16.833 Nm³/h, é pago o valor da segunda faixa (valor maior que o valor da primeira faixa);
- Consumo acima de 16.834 Nm³/h é pago o valor da terceira faixa (e um valor maior que o valor da segunda faixa).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Após as análises de dados concluídas, partimos para a elaboração física do projeto, desenvolvendo a tubulação de interligação das redes já mencionadas.

2.1 Definição de Parâmetros para o projeto da tubulação

Como premissa de projeto, foi adotada uma vazão de 4.000 Nm³/h, devido a vazão média de 3.500 Nm³/h que não é utilizada, ou seja, algumas horas a vazão está acima da vazão média, e outras horas estão abaixo.

Após cálculos realizados, chegamos ao resultado que o diâmetro de 4" é o suficiente para atender às necessidades do projeto.

Partimos então para a especificação de materiais de acordo com a PIPING LINE SPECIFICATION. Para definir os materiais da confecção da tubulação, utilizamos as propriedades do fluido para na **Tabela 1** para buscar a localização da especificação da tubulação na Pipe line specification, no caso "C8", conforme destacado em amarelo:

6. Pipe line Specifications Table for Bop Media

Interconnecting Piping Media	Line Description	Fluid Code	Spec.	Basic Material	Temp. Design (°C)	Temp. Operation (°C)	Press. Design (barg)	Press. Operation (barg)
Water Treatment Systems	Sodium Hypochlorite	SP	H1	HDPE	65	20-30	10	5.1
	Iron Chloride	IC	P3	PP	65	20-30	10	2
	Sodium Chloride	SC	P3	PP	65	20-30	10	2
	Hydrochloric Acid	HCL	P3	PP	65	20-30	10	2
	Hydreted Lime	LM	C2	CS	65	40	6	2.5
	Polyelectrolite	PL	C2	CS	65	20 - 30	16	5-12
	Diesel Oil	DO	C2	C2	65	20 - 30	1	1
	Industrial Waste Water (Under Ground)	IWW	SS2	SS316	65	20 - 30	2	1,5
	Industrial Waste Water (High Pressure)	IWWH	D5	CS	65	20 - 30	20	15
	Industrial Water (High Pressure)	IWH	SS3	SS304	65	20 - 30	100	100
Soft Water	SoW	P3	PP	65	20 - 30	6	4	
Technical Gases (P9)	Nitrogen (Low Pressure)	NL	C8	CS	65	20 - 30	19	15 - 16
	Nitrogen (High pressure)	NH	D1	CS	65	20 - 30	32,5	20 - 30
	Oxygen (High Pressure)	OH	D10/CU	CS	65	20 - 30	32,5	20 - 30
	Oxygen (Low Pressure)	OL	D1	CS	65	20 - 30	10,5	7 - 8
	Argon	AR	D1	CS	65	20 - 30	32,5	20 - 30
	Compressed air	CA	C7	CS	65	20 - 30	11	7 - 8
Blast Furnace Air	BFA	C5	CS	110	90	5,5	4.5 - 5.5	

Tabela 1 Propriedades do fluido

PIPING LINE SPECIFICATION										C8
DESIGN CODE	ASME B31.1				SPEC NO	C8				
MATERIAL	Carbon Steel				SERVICE	CA=1,52 mm				
CLASS 150 - CARBON STEEL - Nitrogen (Low Pressure) (NL).										
SIMILAR TO SPEC C6 - Helical weld not allowed for gases.										
Rating by pipe up to 204 °C and by flange above										MAX
Temp (°C)	38	93	149	204						
Press (Bar)	19,6	17,9	15,8	13,7						
MATERIAL DESCRIPTION										
ITEM	SIZE(S) INCH	SCH. MIN WALL RATING	MATERIAL SPECIFICATION				JOINT TYPE	DIM STDS	REMARKS (See Next Page)	
			NO.	TYPE/CLASS	GRADE	SUPPL REQMTS				
PIPE	1/2 - 1 1/2	80	A106	-	B	-	PE	ASME B36.10M	SEAMLESS	
	2 - 6	40	A106	-	B	-	BW	ASME B36.10M	SEAMLESS	
	8 - 10	20	A106	-	B	-	BW	ASME B36.10M	SEAMLESS	

Tabela 2 Definição de material da tubulação para projeto

Indo na especificação “C8”, conforme mostra **Tabela 2**, obtemos as especificações necessárias para a tubulação (schedule, tipo de material, tipo de junta, entre outros).

2.2 Montagem da tubulação de interligação

Durante a montagem de aproximadamente 420 metros da tubulação, foram seguidos procedimentos já implantados de montagem e serviços a quente, como:

- Serviços de solda;
- Serviços com maçarico;
- Serviços com máquinas motrizes (lixadeira / esmerilhadeiras);
- Trepanação.

Um destaque para o procedimento de trepanação, também chamado de furo em carga, que foi realizado em três pontos, garantindo o fornecimento de nitrogênio sem interrupções, ou seja, com fluxo contínuo do fluido na pressão de trabalho do mesmo, durante o andamento da montagem.

Toda a tubulação foi preparada no solo (feito biselamento e acabamentos), após isso posicionada abaixo do pipe rack onde a mesma seria montada. Com o auxílio de guindaste a mesma foi posicionada no pipe rack, em locais já pré-definidos e foram montados andaimes para realizar a solda. Após solda das tubulações, foram executados todos os ensaios de qualidade (que serão mencionados no próximo item do trabalho) que foram aprovados, e com isso foi realizado a pintura da tubulação no padrão CSA.

2.2 Ensaios realizados após montagem

Conforme indicado na norma NBR 15358/2013 - Rede de distribuição interna para gás combustível em instalações de uso não residencial, foram realizados os ensaios abaixo, a fim de garantir a integridade da montagem da tubulação de interligação e da rede de distribuição de nitrogênio da planta:

- Teste hidrostático (uma vez e meia a pressão de trabalho da linha);
- Secagem da linha com PIG.
- A purga com gás inerte não foi necessário, pois o nitrogênio já é cum gás inerte.

Além dos testes recomendados pela NBR 15358/2013, foram também executados os testes abaixo:

- Inspeção com liquido penetrante em todas as soldas;
- Inspeção dimensional;
- Teste hidrostático (uma vez e meia a pressão de trabalho da linha);
- Lavagem da linha de interligação (flush);
- Realizar ensaio de ultrassom em 30% da tubulação.

2.3 Elaboração de lógica de controle de injeção de nitrogênio waste no nitrogênio de baixa pressão

Foi instalado uma rack de controle na rede de interligação, onde o mesmo é feito através das variantes pressão, temperatura, vazão e porcentagem de oxigênio no Nitrogênio. Foi elaborada uma lógica para garantir a concentração mínima de oxigênio não ultrapasse o exigido pelas áreas produtivas (Alto forno e Termelétrica por exemplo), e que a pressão do Buffer de Nitrogênio Waste seja suficiente para garantir o processo de “Slag Splash” na Aciaria.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No início do projeto a maior preocupação era de a injeção provocar instabilidades nos diversos processos produtivos da planta, mas nos testes e após os primeiros meses de operação da injeção, tivemos ótimos resultados, desde não provocar nenhuma perda de rendimento e qualidade nos processos produtivos até a estabilização de alguns parâmetros como por exemplo a estabilização da tensão de inertização do precipitador da termelétrica (conforme mostrado na **Figura 2**, os intervalos que há estabilização é o momento que o nitrogênio waste está sendo injetado) , além de conseguir atingir uma injeção média acima de 3.900 Nm³/h.

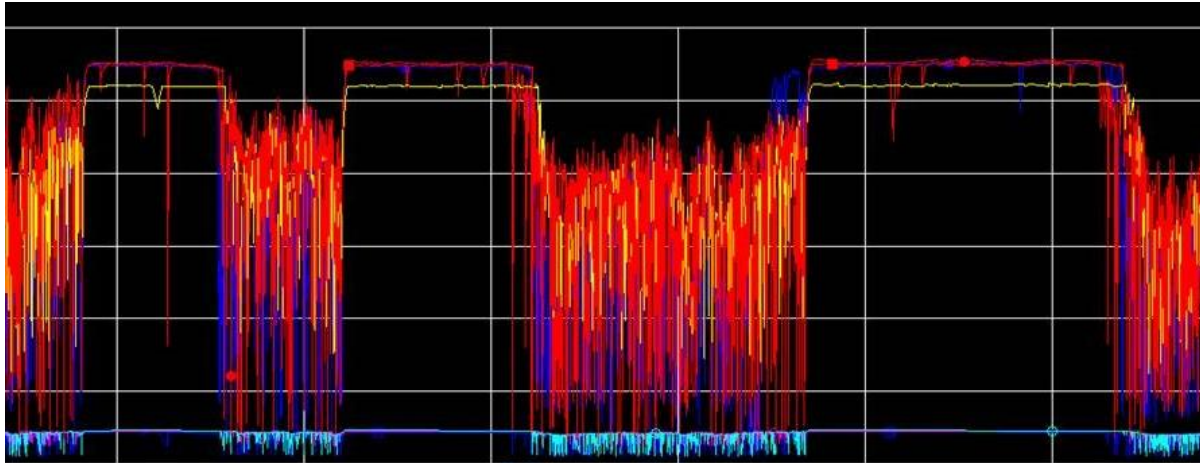


Figura 2 Corrente e tensão no precipitador da Termelétrica

Durante os testes e após o início da operação do sistema de injeção, foram realizados testes de melhoria, onde foram feitas revisões dos valores de set-up definidos em projeto, buscando uma maior economia com a injeção de nitrogênio waste no nitrogênio de baixa pressão.

Como podemos averiguar no **Gráfico 4**, os valores obtidos com a economia na injeção, foram superiores aos valores planejados:

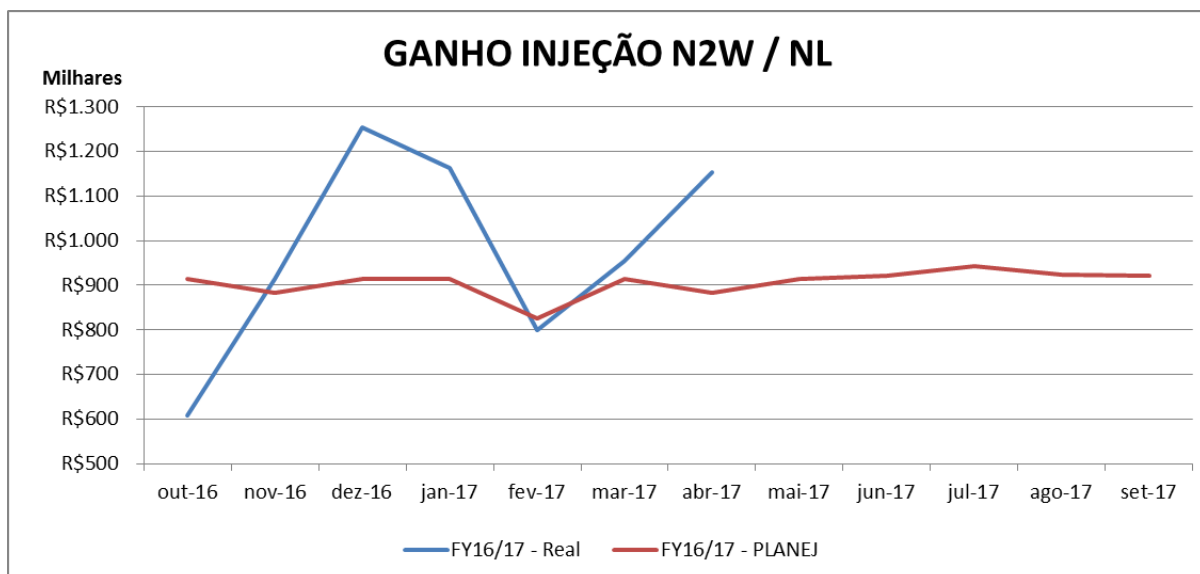


Gráfico 4 Ganho Planejado x Real Injeção Nitrogênio Waste

4 CONCLUSÃO

Esse trabalho nos mostrou que devemos estar sempre atentos aos resultados de nossos processos, pois com o projeto de interligação de dois fluídos diferentes, após a avaliação de todos os impactos possíveis nas áreas produtivas, elaboração de um sistema de intertravamento garantindo a segurança do sistema e dos processos, foi possível produzir um mix de nitrogênio, sem descaracterizar as propriedades físicoquímicas do gás gerando uma economia média de aproximadamente 01 milhão de reais por mês.

Um fato a se destacar também é que o projeto se pagou com menos de 2 meses de implantação.

REFERÊNCIAS

- 1 Drasdo Frank, Piping Line Specification BOP Media CSA, 2008.