

SUBSTITUIÇÃO DO COMPRESSOR DE AR BOOSTER DA USINA BARREIRO – WHITE MARTINS¹

Anita Faíçal Couto²
Marcos Roberto Cassin³
Luiz Geraldo Werneck Barbosa⁴

Resumo

Em uma das plantas de separação de ar da White Martins Gases Industriais Ltda. – Usina Barreiro - operava o compressor *booster* de ar Demag modelo KA-5 III. Este equipamento tinha uma grande necessidade de paradas para intervenção com aumento do custo de manutenção. Poucos meses após manutenção a máquina perdia eficiência e afetava os índices operacionais da Usina Barreiro, inclusive os relacionados à energia elétrica. Devido às sucessivas paradas, havia necessidade de transferência de líquidos de outras Unidades. De acordo com este cenário verificou-se a necessidade de substituir este compressor por uma máquina mais confiável e eficiente. Optou-se por um compressor de ar Cameron que entrou em operação em março/2012. Os resultados obtidos foram: menor número de paradas de produção para manutenção com conseqüente redução do consumo específico do *trend* compressão diminuindo a necessidade de transferência de líquido e aumentando a confiabilidade do site e a disponibilidade de produto.

Palavras-chave: Confiabilidade; Eficiência de compressão.

REPLACEMENT AIR COMPRESSOR BOOSTER BARREIRO PLANT

Abstract

The air separation plant of White Martins Gases Industriais Ltda. - Barreiro Plant – used to operate with the booster air compressor Demag model KA-5 III. This equipment had a great need for maintenance shutdowns with increasing maintenance costs. A few months after the maintenance, the equipment used to lose the efficiency and to affect the operating ratios of the plant Barreiro, including those related to electricity. Due to successive downtimes, there was need to liquid transfer from other units. According to this scenario, it was concluded the need to replace this compressor by a machine more reliable and efficient. We opted for an air compressor model Cameron that started the operation in March/2012. The results obtained were: fewer production downtimes for maintenance with consequent reduction in specific consumption of energy compression, reducing of the need for liquid transfer and improvement the reliability of the site and availability of the product.

Key words: Reliability; Compression efficiency.

¹ *Contribuição técnica ao 34º Seminário de Balanços Energéticos Globais e Utilidades e 28º Encontro de Produtores e Consumidores de Gases Industriais, 28 a 30 de agosto de 2013, Vitória, ES.*

² *Engenheira química. Gerente de Produção de Líquidos da White Martins Gases Industriais Ltda. Belo Horizonte, MG, Brasil.*

³ *Tecnólogo em qualidade. Supervisor de Produção de Líquidos da White Martins Gases Industriais Ltda. Belo Horizonte, MG, Brasil.*

⁴ *Engenheiro mecânico. Gerente de Eficiência Operacional da White Martins Gases Industriais Ltda. Belo Horizonte, MG, Brasil.*

1 INTRODUÇÃO

Para a produção de oxigênio, nitrogênio e argônio, as plantas de separação, através do processo de destilação, utilizam compressores centrífugos para captação do ar, matéria prima para obtenção destes produtos. O ar captado é posteriormente purificado (retira-se o CO₂ e umidade) e super-resfriado, até atingir a forma líquida, estado no qual é possível separá-lo através de destilação fracionada. Esta separação se dá pela diferença de pressão de vapor entre estes gases e também pela diferença do ponto de temperatura de ebulição sendo oxigênio a -183 °C e 1 atm, nitrogênio a -196 °C e 1 atm e o argônio a -186 °C e 1 atm de pressão.

Os compressores utilizados para captação do ar normalmente são máquinas de grande porte e que demandam muita energia elétrica em operação normal. A Figura 1 ilustra um compressor centrífugo. O rendimento prático destes compressores é medido por uma relação entre a energia que se gasta em kWh para comprimir 1 m³ NTP de ar, CE=kWh/m³NTP, (Base da medida NTP; 1,0 atm e 70 °F).

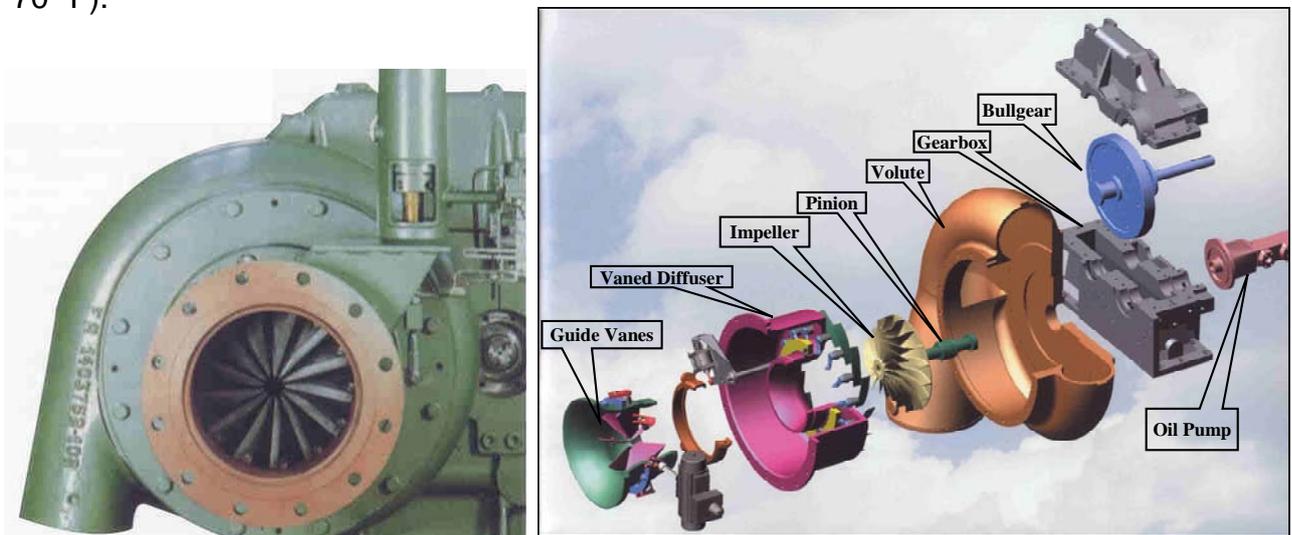


Figura 1: Ilustração típica de um compressor centrífugo.

A Usina Barreiro da White Martins, localizada em Belo Horizonte-MG, possui três plantas de separação de ar. Uma delas, a planta T200, possui uma série de dois compressores para alimentar seu processo conforme demonstra a Figura 2. Esta série se faz necessária pelas características construtivas da planta, que opera na faixa de 600 PSIG de pressão; São eles:

1º Compressor: Demag, Mod.VK-50. Motor acionamento: 7000cv

2º Compressor: Demag, Mod. KA-5 III. Motor acionamento: 4500cv.

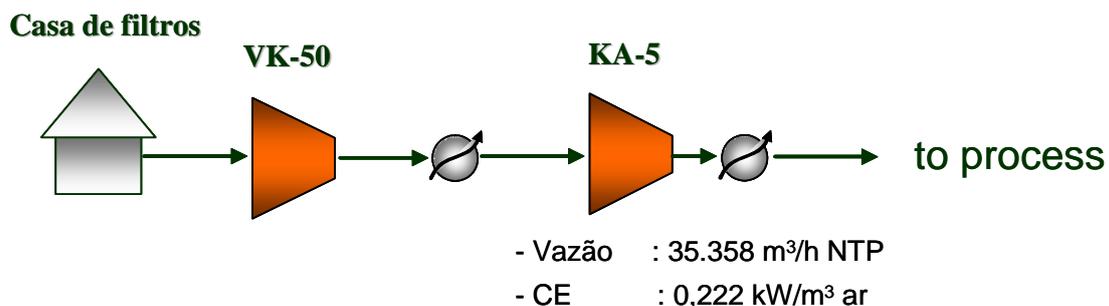


Figura 2: Configuração da série de compressão.

O 2º compressor Demag modelo KA-5 III é uma máquina de três estágios de compressão com eixo único com rotação de 16.890 rpm. Não possui sistema de separação de água interestágios e apresentava uma rápida perda de eficiência logo após as manutenções.

O custo desta manutenção era expressivo e não havia a disponibilidade de paradas. A operação desta planta é estratégica para a logística de distribuição de líquidos da região. Desta forma, era preciso operar este compressor mesmo com baixa eficiência em função da necessidade de atendimento ao cliente principal do site e do mercado de líquidos.

De 2008 a 2011 a planta T200 ficou parada mais de 900 horas por falhas no compressor de ar Demag KA-5 III. Durante as paradas era necessário complementar a produção das demais plantas com produto vaporizado para atendimento ao cliente *on site*. A Figura 3 apresenta as horas de parada nesse período.

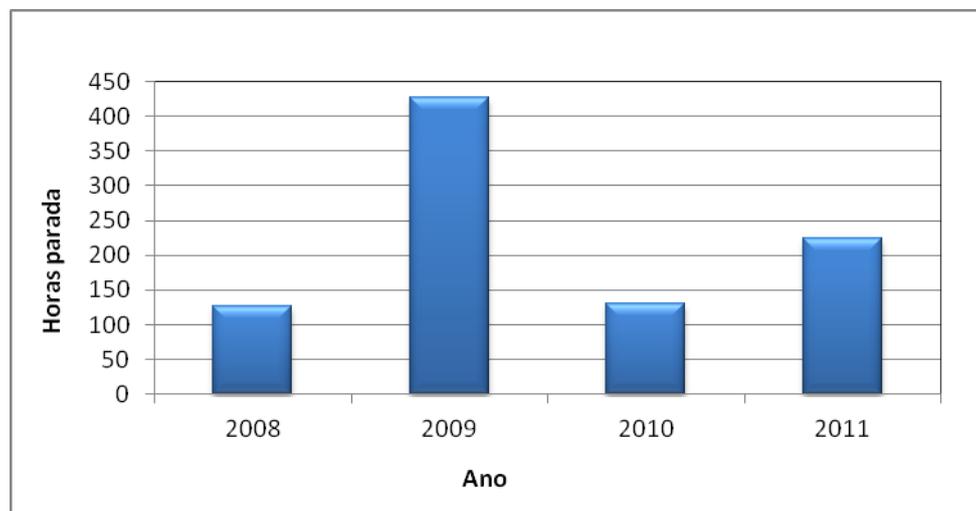


Figura 3: Paradas do compressor Demag KA-5 III (Horas/Ano).

Após levantamento de dados históricos foi detectado que a manutenção da eficiência do compressor Demag KA-5 não seria mais alcançada pelas intervenções conhecidas e praticadas e havia uma tendência de redução de período entre manutenções. Verificou-se que seria necessária a troca deste equipamento. Assim foi avaliada e definida a troca desta máquina por outra mais moderna e eficiente.

Optou-se pelo investimento com intuito de garantir a confiabilidade do site no atendimento ao cliente, mesmo com o idade de operação das plantas e demais equipamentos do site.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados dados de vazão e consumo de energia para o compressor VK-50 e também para o compressor Demag KA-5 no período de janeiro a dezembro de 2010. A partir destas informações foi calculado o Consumo Específico (CE) da série de compressores conforme demonstrado na Figura 4. $CE = E_{VK-50} + E_{KA5} \text{ (kWh)} / \text{Vazão ar (m}^3 \text{ NTP)}$.

Podemos observar pelos gráficos gerados a evolução destes consumos específicos de compressão ao longo do período citado acima. Da mesma forma, está indicado o comportamento da vazão de ar processada ao longo daquele ano que é mostrado na Figura 5.

Obs: O *iHistorian* é um banco de dados utilizado pela White Martins, que tem por objetivo captar diariamente informações registradas nos microcomputadores de controle de processo de cada planta da empresa. Ele armazena os dados das variáveis de processo em um servidor e pode ser acessado por um usuário previamente cadastrado, através do aplicativo Microsoft Excel. Esta ferramenta permite ao usuário acesso às informações históricas e recentes pertinentes a cada Usina, cada equipamento, facilitando busca de informações e tornando as análises mais precisas e confiáveis.

Fonte: iHistorian

	Compressores												Média
	jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10	
Vazão dos compressores m3/h NTP	37.368	36.353	34.855	35.564	35.985	35.591	35.828	35.836	35.875	34.573	33.600	32.872	35.358
Consumo Energia VK-50 + KA-5 (KWh)	7.578	7.455	7.509	7.841	8.039	7.685	7.792	7.785	8.222	7.944	8.075	8.060	7.832
CE da série de compressão (KWh/m3 NTP)	0,203	0,205	0,215	0,220	0,223	0,216	0,217	0,217	0,229	0,230	0,240	0,245	0,222

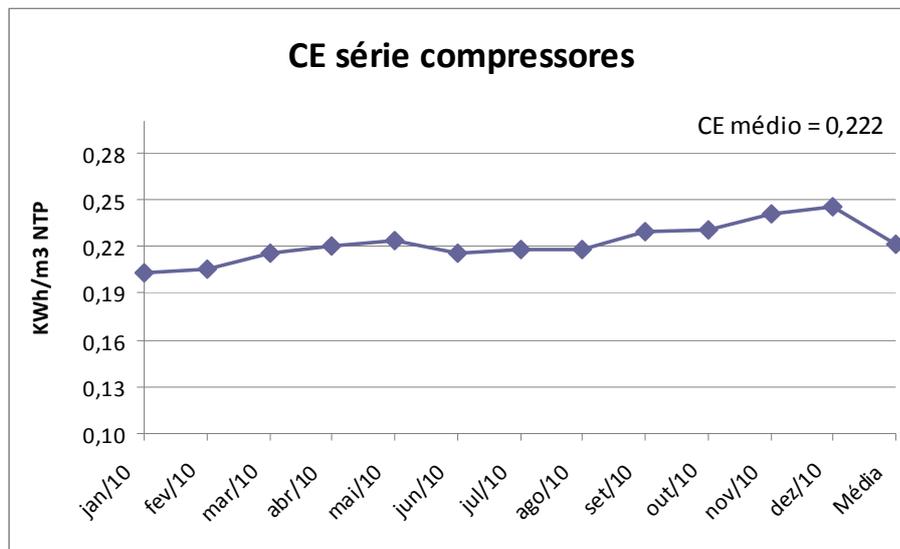


Figura 4: Consumo específico da série de compressão.

Fonte: iHistorian

	Compressor Demag KA-5 III												Média
	jan/10	fev/10	mar/10	abr/10	mai/10	jun/10	jul/10	ago/10	set/10	out/10	nov/10	dez/10	
Vazão do compressor m3/h NTP	37.368	36.353	34.855	35.564	35.985	35.591	35.828	35.836	35.875	34.573	33.600	32.872	35.358

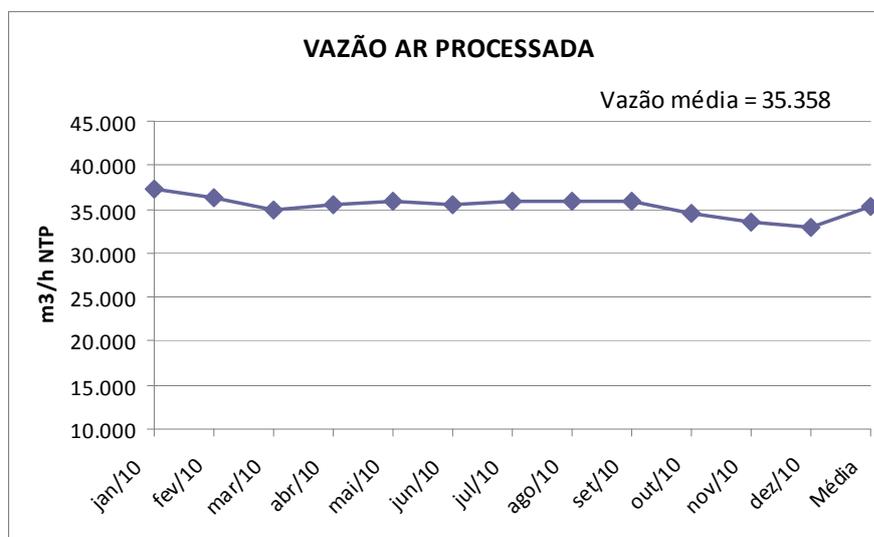


Figura 5: Vazão processada na planta T200.

Com os dados de eficiência do novo compressor, bem como a perspectiva de otimização do 1º compressor (VK-50), foi concluído que haveria um incremento na vazão de ar da planta com possibilidade de redução de consumo específico de compressão e com conseqüente aumento de gás disponível para gasoduto. Abaixo, ilustrado na Figura 6, o novo cenário para a série de compressão.

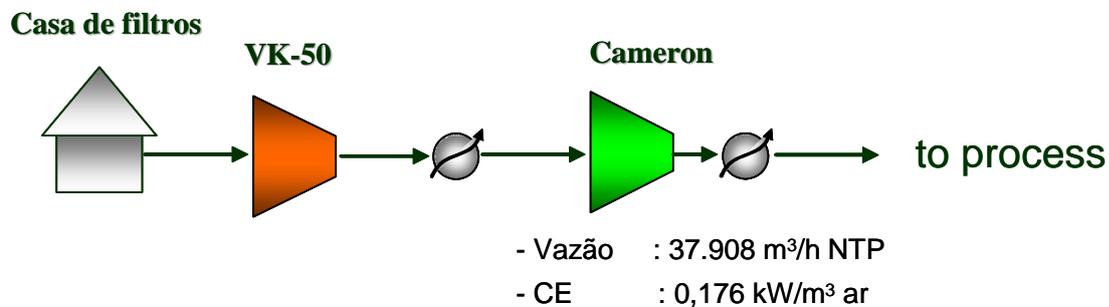


Figura 6: Nova configuração do *trend* compressão.

A partir de meados de 2011, iniciou-se a obra de instalação do novo compressor ao lado do compressor Demag KA-5 - base civil, montagem mecânica e elétrica e automação. Além da automação do novo compressor de ar, o compressor VK-50 também foi modernizado seguindo os padrões da Praxair / White Martins já utilizados em novos *sites*. Os custos adicionais com a automação do compressor VK-50 também foram imputados no orçamento de instalação do novo compressor. Em fevereiro de 2012 a planta T200 ficou parada por cinco dias para que fossem feitos os serviços de interligação da nova máquina ao sistema antigo. A automação garantiu dados mais confiáveis de operação da máquina tais como vibração, temperatura, pressão resultando em um sistema mais confiável. O Anexo 1 apresenta imagens dos compressores de ar Demag KA5 III e Cameron.

3 RESULTADOS

Atualmente, após um ano de operação, foram apurados os resultados demonstrados nas Figuras 7, 8, 9 e 10. Foi verificada uma significativa redução no CE de compressão conforme gráfico apresentado na Figura 7. A disponibilidade de produto para o gasoduto teve um incremento de 4,9 %, fruto da maior vazão de ar para a planta conforme demonstrado na Figura 8, aumento da confiabilidade da planta e redução significativa de paradas causadas pelo compressor booster de ar (Figura 9). O aumento da eficiência de compressão a partir de 2012, após a entrada em operação do compressor Cameron, pode ser visualizado pela Figura 10.

Fonte: iHistorian

	Compressores												
	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	jan/13	fev/13	Média
Vazão dos compressores m3/h NTP	37.495	38.037	37.467	37.742	38.078	37.560	38.006	37.772	37.916	37.976	38.233	38.616	37.908
Consumo Energia VK-50 + Cameron (KWh)	6.619	6.702	6.686	6.652	6.657	6.651	6.589	6.648	6.657	6.662	6.764	6.796	6.674
CE da série de compressão (KWh/m3 NTP)	0,177	0,176	0,178	0,176	0,175	0,177	0,173	0,176	0,176	0,175	0,177	0,176	0,176

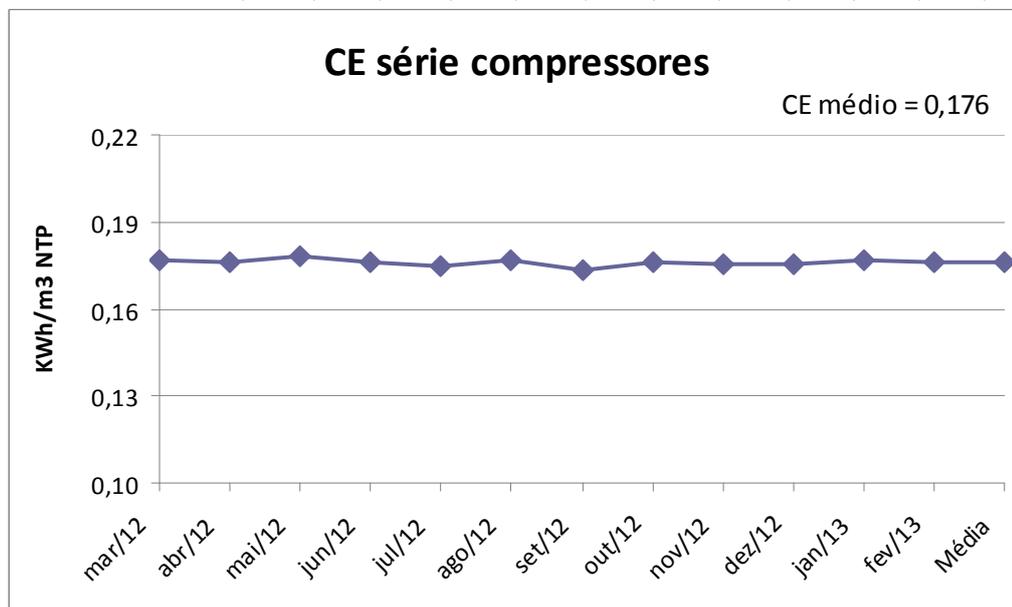


Figura 7: Consumo específico da nova série de compressão.

Fonte: iHistorian

	Compressores												
	mar/12	abr/12	mai/12	jun/12	jul/12	ago/12	set/12	out/12	nov/12	dez/12	jan/13	fev/13	Média
Vazão dos compressores m3/h NTP	37.495	38.037	37.467	37.742	38.078	37.560	38.006	37.772	37.916	37.976	38.233	38.616	37.908

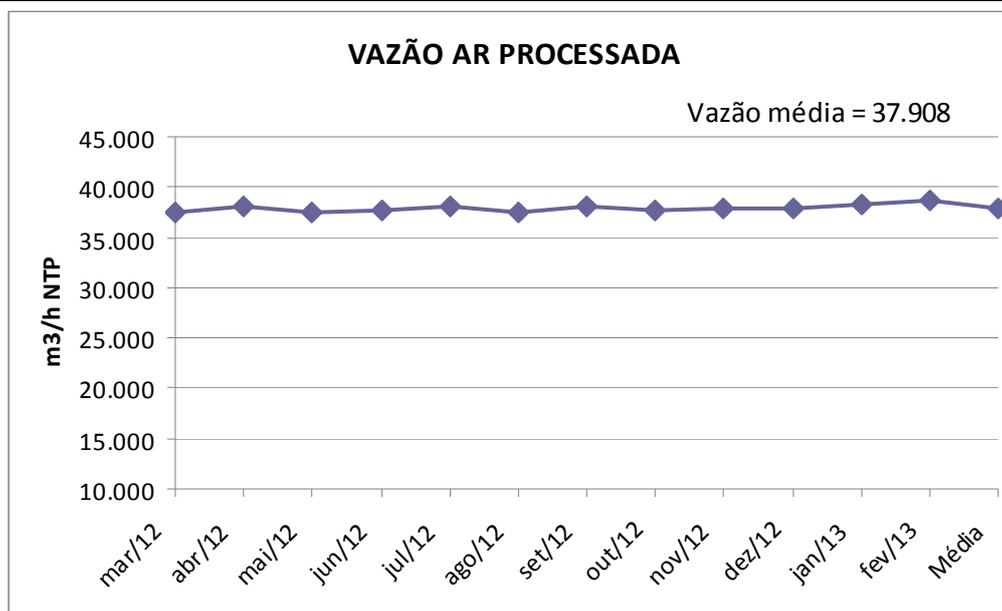


Figura 8: Vazão processada na planta T200.

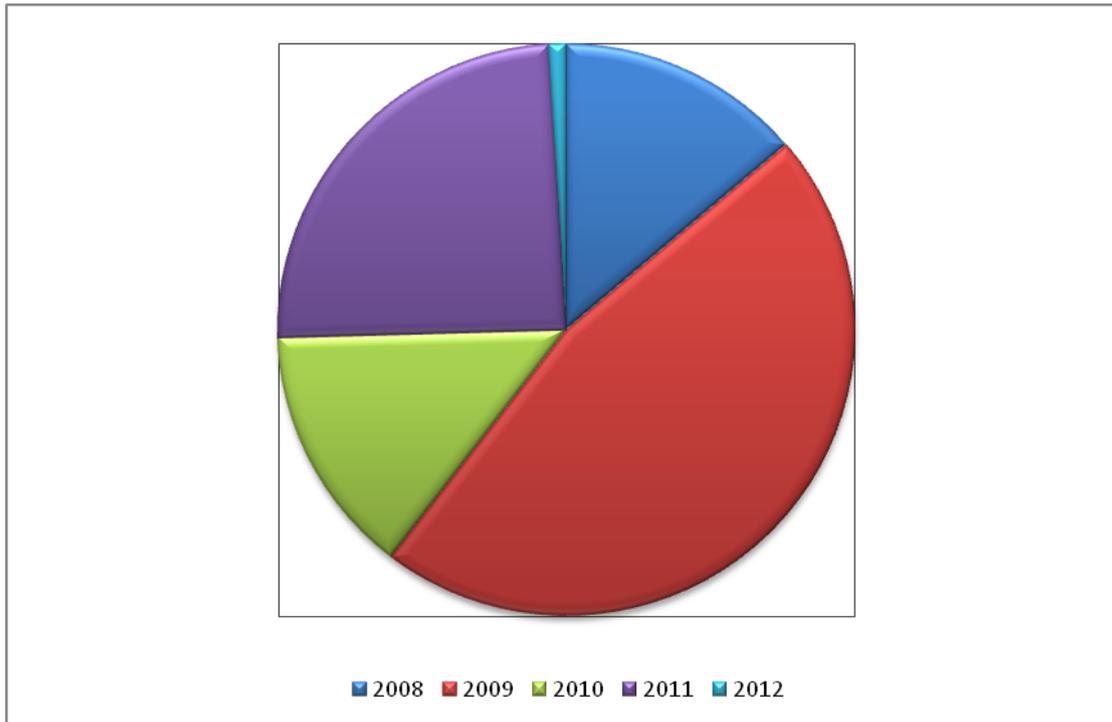


Figura 9: Paradas causadas pelos compressores Demag KA5 / Cameron (2012) em horas / ano.

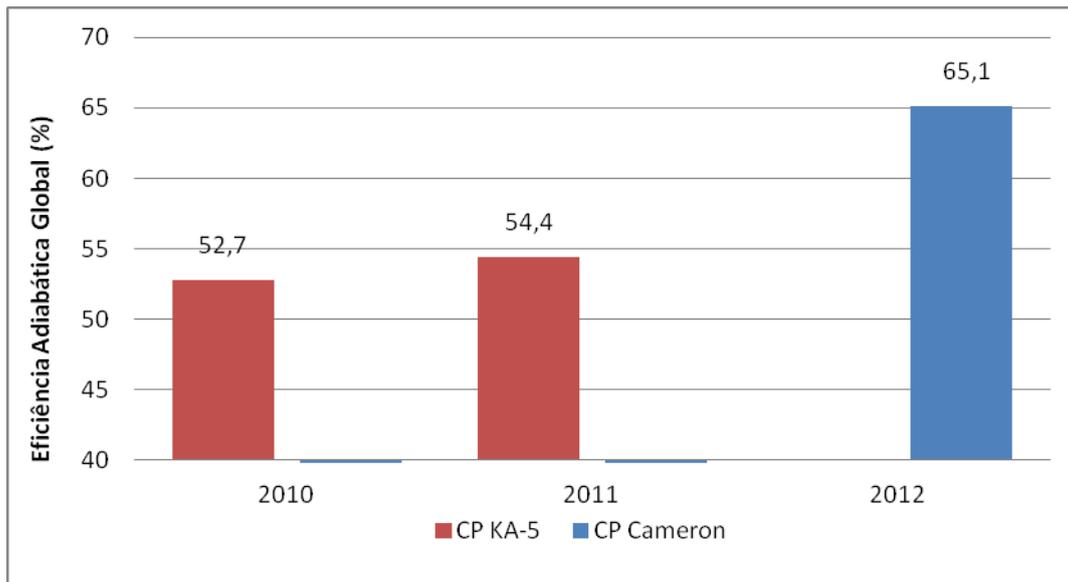


Figura 10: Eficiência adiabática global de compressão.

4 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstram a efetividade do projeto e os ganhos em confiabilidade. No primeiro ano de operação não tivemos eventos significativos de parada causados pelo *trend* compressores. As paradas ocorridas foram em função de ajustes operacionais do novo equipamento. Os resultados de aumento de vazão estão dentro do previsto pelas curvas da máquina.

Este trabalho foi fruto de foco combinado, tomando como princípio a excelência em confiabilidade e disponibilidade.

Anexo 1: Fotos dos compressores Demag KA5 III (Figura 11) e Cameron (Figura 12).



Figura 11: Compressor de ar Demag KA5 III.



Figura 12: Compressor de ar Cameron.