

# Melhoria da Confiabilidade em Válvula de Bloqueio de Oleoduto - Estudo de Caso



ISSN: 2316-2317

## Revista Eletrônica Multidisciplinar FACEAR

Alexsandro Pacheco de Souza<sup>1</sup> ; Fábio Franco dos Anjos<sup>1</sup> ; Janairce Mariane Haupt<sup>1</sup> ; João Almir Soares<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculdade Educacional Araucária – Eng. De Produção

<sup>2</sup> Faculdade Educacional Araucária - Mestre em Eng. Mecânica

### RESUMO

Com o aumento da taxa de utilização do oleoduto AB em função da crescente demanda por combustíveis causada pela ampliação da frota de veículos, a disponibilidade deste sistema tem se tornado cada vez mais importante para o escoamento da produção de derivados de petróleo da refinaria para o terminal aquaviário. O estudo realizado visa avaliar uma das válvulas de bloqueio deste oleoduto que vem apresentando constantes problemas. O objetivo do estudo é fazer um levantamento dos dados, identificando a causa raiz das falhas que vem ocorrendo a fim de entendê-las e buscar alternativas economicamente viáveis para corrigi-las, possibilitando que o sistema opere com a menor probabilidade possível de imprevistos, evitando as perdas inesperadas. Para alcançar tal objetivo foi feito um levantamento bibliográfico das definições sobre o assunto bem como um estudo de caso que traz o histórico das falhas apresentadas pela válvula, a apuração da causa raiz destas falhas, a apresentação de possíveis soluções para o problema e a identificação da melhor alternativa proposta. Constatou-se que substituindo a Válvula Esfera pela Válvula Orbit, ocorre um aumento significativo na confiabilidade do sistema, trazendo maior qualidade ao processo produtivo além de evitar perdas financeiras consideráveis.

*Palavras chave:* Oleoduto, Válvula de bloqueio, Confiabilidade, Falhas, Causa raiz.

### ABSTRACT

With the increased utilization of the pipeline AB because of the growing demand for fuel caused by the expansion of vehicle fleet, this system disponibility has become more important for the flow of petroleum from refinery to the waterway terminal. This study intends to evaluate one of the blocking valves of this pipeline which has been presenting frequent problems. The study goal is a data collection, identifying the root cause of the failures that have occurred intending to understand them and seeking for economically viable alternatives to correct them, making it possible for the system to operate with a minor probability of unforeseen avoiding, this way, unexpected losses. In order to reach that goal, a bibliographical study of the definitions about the subject was made, as well as a study case which brings the failure historic observed in the valve, the selection of the root cause of this fail, the presentation of possible solutions to the problem and the identification of the best alternative proposal. It is possible to affirm that replacing Ball Valve for Orbit Valve, it happened a great increase in system trust, bringing a higher quality to the productive process besides avoiding a lot of financial losses.

*Key-Words:* Pipeline, Blocking valve, Reliability, Fails, Root Cause

## 1. INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o cenário nacional apresentou um grande crescimento econômico e conseqüentemente trouxe o aumento do poder aquisitivo da sociedade, gerando grande avanço na aquisição de bens de consumo, destacando-se a indústria automobilística, acarretando aumento na demanda por combustíveis. Com a expansão do mercado de distribuição de combustíveis, surgiu a necessidade de avaliar a melhor forma logística para fazer o transporte destes produtos desde as refinarias até os centros de distribuição e consumo. Este abastecimento é feito através de várias modalidades, e entre elas se encontram os oleodutos que são o meio de transporte preferencial para fazer a distribuição destes produtos por se tratar de um sistema que confere agilidade, segurança e capacidade de fluxo na movimentação dos combustíveis (PORTAL TRANSPETRO, 2012).

A operação de oleodutos é um importante elo na cadeia logística de abastecimento e a sua importância é vital, pois sua inoperação compromete o abastecimento do mercado de combustíveis.

Um ponto importante em todo sistema e principalmente nos oleodutos é a confiabilidade. Em face disto há uma grande necessidade em realizar um estudo sobre uma das válvulas de bloqueio do oleoduto que liga o Terminal Aquaviário à Refinaria, que vem apresentando vários problemas ao longo dos últimos dois anos.

Neste período ocorreram falhas graves que comprometeram o funcionamento do oleoduto, pondo em risco o atendimento à demanda de consumo de combustíveis fornecidos pela refinaria. A partir de informações relacionadas às falhas, serão investigadas as causas raízes dos problemas para propor a melhor solução que restitua a confiabilidade desta válvula e conseqüentemente de todo oleoduto.

## 2. DESENVOLVIMENTO

Falhas em equipamentos são comuns em plantas industriais, porém trabalha-se constantemente para evitá-las. Neste estudo de caso, são analisadas uma série de defeitos que ocorreram com uma das válvulas de bloqueio de um sistema dutoviário de transporte de derivados de petróleo.

No oleoduto existem vários equipamentos que não possuem redundância, entre estes equipamentos está a válvula de bloqueio VM-A. Em caso de falha, esta válvula

provoca a interrupção do bombeio e todo o oleoduto não pode operar até que o problema seja resolvido. A impossibilidade de bombear pelo oleoduto gera prejuízos ao Terminal e pode comprometer o andamento da produção na Refinaria.

A VM-A, tem a função de bloquear a entrada de produtos para as linhas internas do Terminal quando o bombeio estiver ocorrendo em refluxo<sup>1</sup>. Quando ocorre a inversão no sentido de bombeio, ou seja, operação em fluxo<sup>2</sup>, a válvula precisa abrir para liberar a entrada de produtos no Terminal.

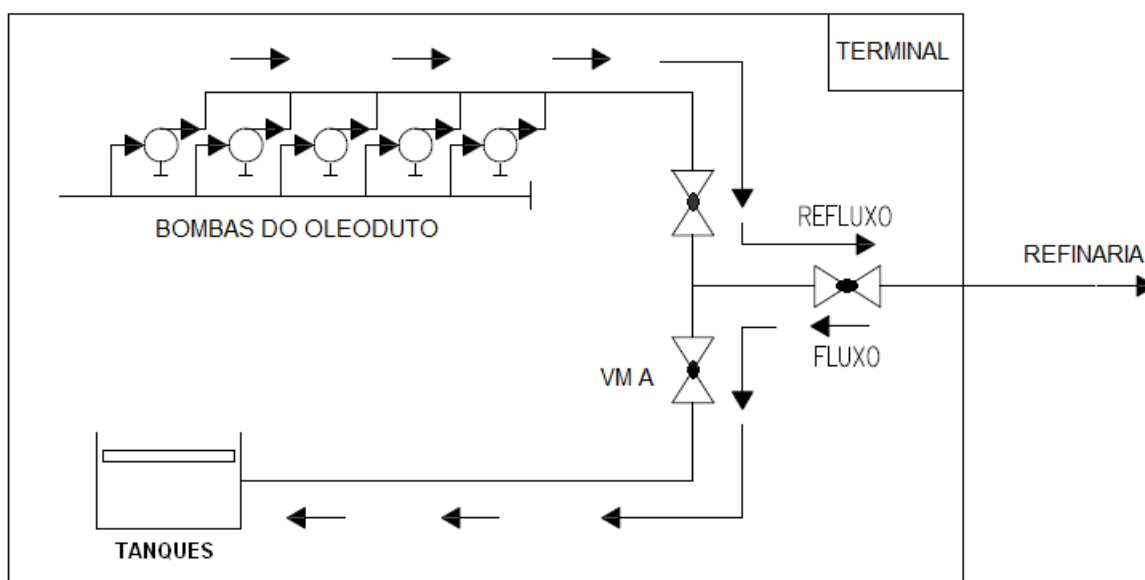


FIGURA 1 - FLUXOGRAMA SIMPLIFICADO  
FONTE: OS AUTORES (2013)

A figura 1 representa esquematicamente o terminal aquaviário, na parte superior da figura é representado o sistema de bombeio que impulsiona os fluidos em direção a Refinaria quando o oleoduto está operando em refluxo. Este único sistema de bombeio é capaz de mover os derivados de petróleo a vazão de 400 m<sup>3</sup>/h a uma distância de aproximadamente 100 km e uma diferença de altura de aproximadamente 900 m (distância entre Terminal e Refinaria).

Quando o bombeio acontece em refluxo a VM-A permanece fechada evitando a recirculação de produtos dentro do Terminal. A VM-A também tem o papel de segurança no oleoduto.

<sup>1</sup> Termo utilizado quando o bombeio ocorre no sentido terminal x refinaria.

<sup>2</sup> Termo utilizado quando o bombeio ocorre no sentido refinaria x terminal.

## 2.1 Descrição dos problemas

Entre final de 2011 e início de 2013 a VM-A apresentou sete falhas, comprometendo o funcionamento do oleoduto. Na tabela 1 estão apontados resumidamente os modos de falhas ocorridos, quando elas aconteceram, o tempo para reparo e as soluções adotadas.

TABELA 1 – MODOS DE FALHA

FALHA	MODO DE FALHA	QUANDO	TEMPO PARA REPARO	SOLUÇÃO
1	Válvula emperrada	Dez/2011	15 dias	Substituição da válvula VM-A (2)
2	Válvula emperrada	Jan/2012	7 dias	Manutenção nos mancais
3	Válvula não veda	Ago/2012	5 dias	Manutenção na vedação
4	Válvula não veda e torque excessivo	Nov/2012	2 dias	Substituição da válvula VM-A (3)
5	Torque excessivo	Dez/2012	15 dias	Substituição da válvula VM-A (4)
6	Válvula não cicla	Fev/2013	1 dia	Substituição do atuador elétrico
7	Válvula não veda	Mar/2013	2 dias	Manutenção na vedação

FONTE: OS AUTORES (2013)

## 2.2 Identificação das causas

Segundo Slack, Chambers e Johnston (2009), encontrar a causa raiz dos problemas é fundamental para que seja combatida realmente a causa e não os efeitos deste problema. A utilização de métodos com ferramentas apropriadas ajudou a equipe de investigação da causa raiz a não concluir os estudos por intuição, a não contentar-se somente com uma solução, a não decidir pelo caminho mais curto, a não desprezar os detalhes, a não dimensionar mal o problema e a não se isolar deixando de consultar os especialistas.

Através de *Brainstorming* realizado com a equipe de manutenção, operação e engenharia, foram levantadas diversas possibilidades de causas fundamentais

## Melhoria da Confiabilidade em Válvula de Bloqueio de Oleoduto – Estudo de Caso

relacionadas ao fato da VM-A não cumprir sua função precisando passar por várias manutenções nos últimos meses.

Após a organização das informações obtidas através do *Brainstorming*, elas foram compiladas no diagrama de Ishikawa conforme figura 2. Dentre as possíveis causas incluídas no diagrama, observou-se que a mudança na frequência de utilização do oleoduto era uma questão relevante na relação com os problemas vivenciados. Outra causa importante a ser investigada é o longo período em que a válvula permanece na mesma posição. Com base nas informações extraídas do diagrama de Ishikawa, a pesquisa foi direcionada para a avaliação da frequência de utilização do oleoduto.

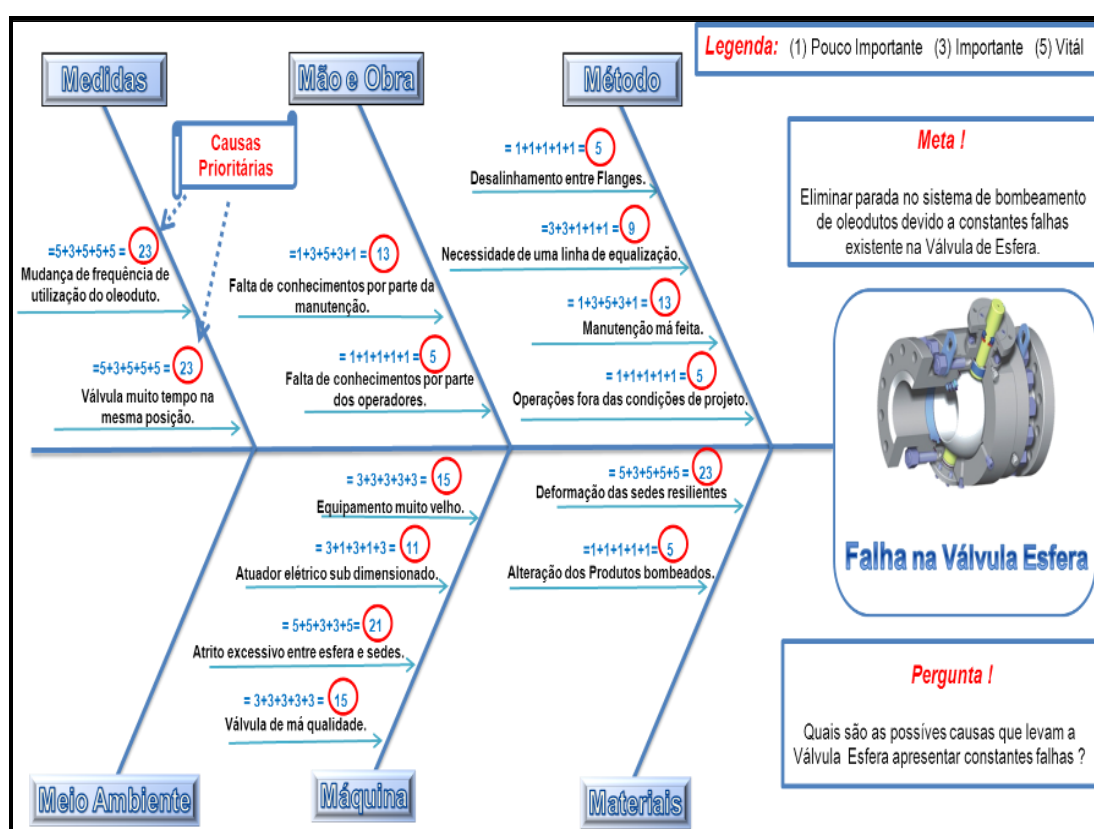


FIGURA 2 - ISHIKAWA VÁLVULA INOPERANTE  
FONTE: A EMPRESA (ADAPTADO PELOS AUTORES) (2013)

Através do percentual de funcionamento do oleoduto em fluxo e refluxo, conforme gráfico 1, é possível verificar que houve a alteração na taxa de utilização do oleoduto.

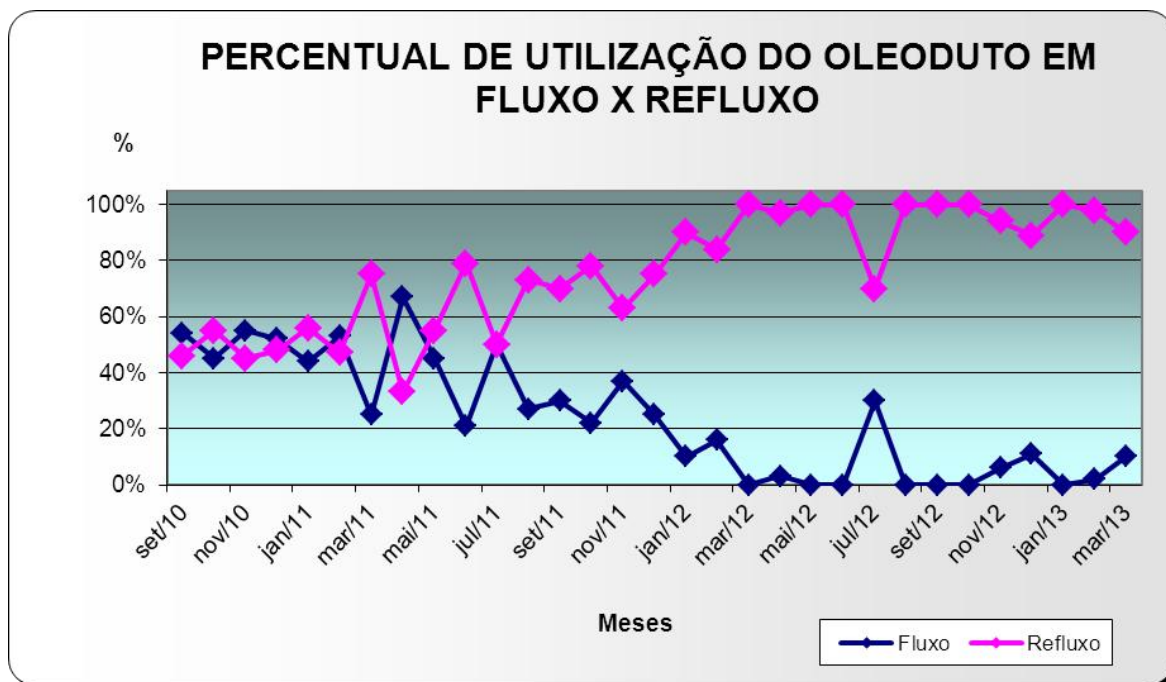


GRÁFICO 1 – FLUXO X REFLUXO

FONTE: A EMPRESA

Quando o oleoduto opera em refluxo, a VM-A permanece fechada e só é aberta quando há necessidade de inverter o sentido de operação do sistema. Devido aos longos períodos na mesma posição, há deformação da sede resiliente prejudicando o movimento do obturador, conforme a equipe concluiu através análise dos 5 Por Quês.

Quando a válvula é acionada, alterações na sede resultam em maior torque exigido para que o obturador se movimente. Para facilitar o entendimento, na figura 3, a ilustração da válvula de esfera em corte indica o obturador e as sedes resilientes.

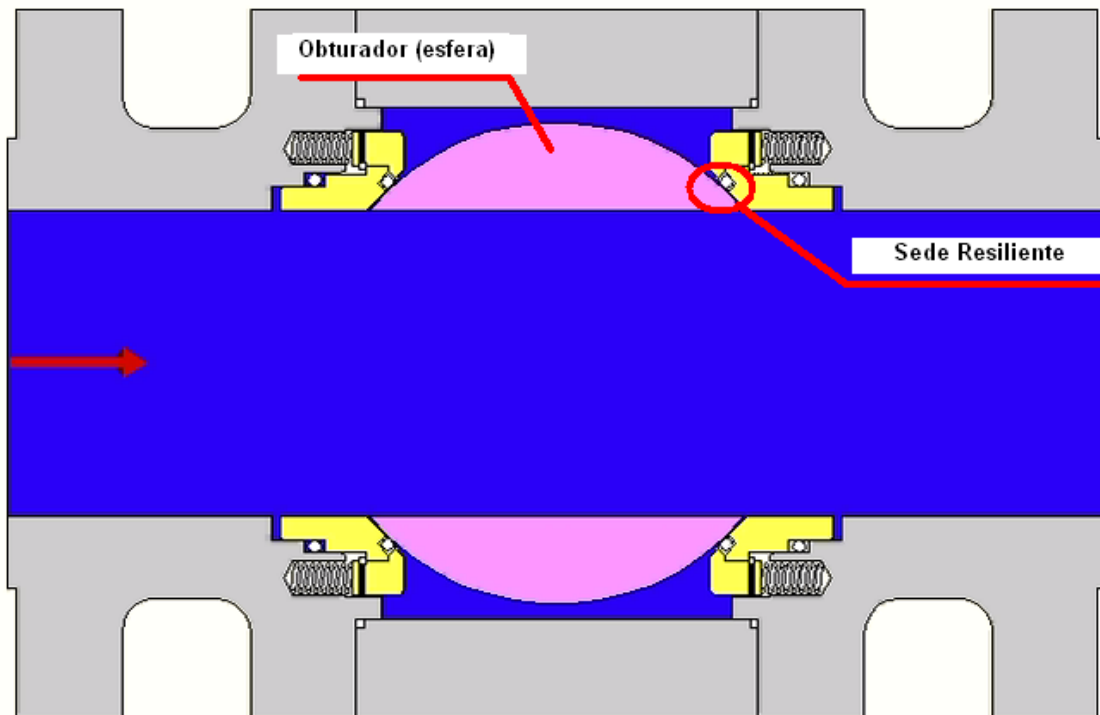


FIGURA 3 – ILUSTRAÇÃO VÁLVULA DE ESFERA  
FONTE – A EMPRESA

A evidência das deformações plásticas sofridas pelas sedes resiliantes da VM-A são apresentadas na figura 4. Esta condição foi percebida em todas as manutenções em que a válvula precisou ser desmontada. Outro problema é o desprendimento da sede em relação ao seu alojamento, esse desprendimento provoca o guilhotinamento de parte da sede resiliante comprometendo a função de vedação da válvula.

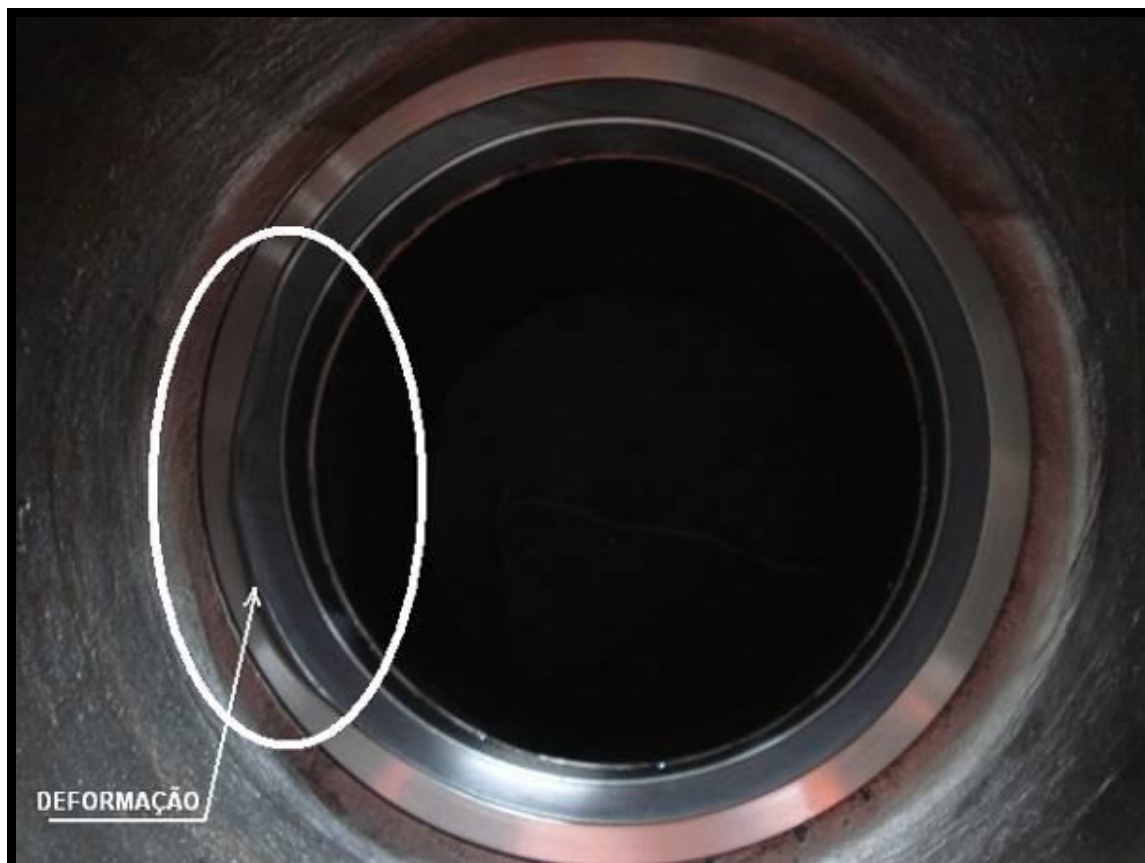


FIGURA 4 – DEFORMAÇÃO DA SEDE RESILIENTE  
FONTE: OS AUTORES (2012)

### 2.3 Soluções

Identificada à causa Raíz dos problemas, é preciso elaborar o plano de ação para agir em cima das causas e não dos efeitos. Para que a melhor estratégia de solução seja tomada, é preciso levar em consideração todos os impactos que são provocados ao sistema em caso de falhas com a válvula VM-A.

Paradas de produção geram prejuízos para as empresas, sendo que em alguns casos a parada pode afetar todo um sistema. No gráfico 2 são mostrados os valores da estimativa das perdas de faturamento do oleoduto em função das paradas causadas pelas últimas sete manutenções ocorridas com a válvula VM-A.



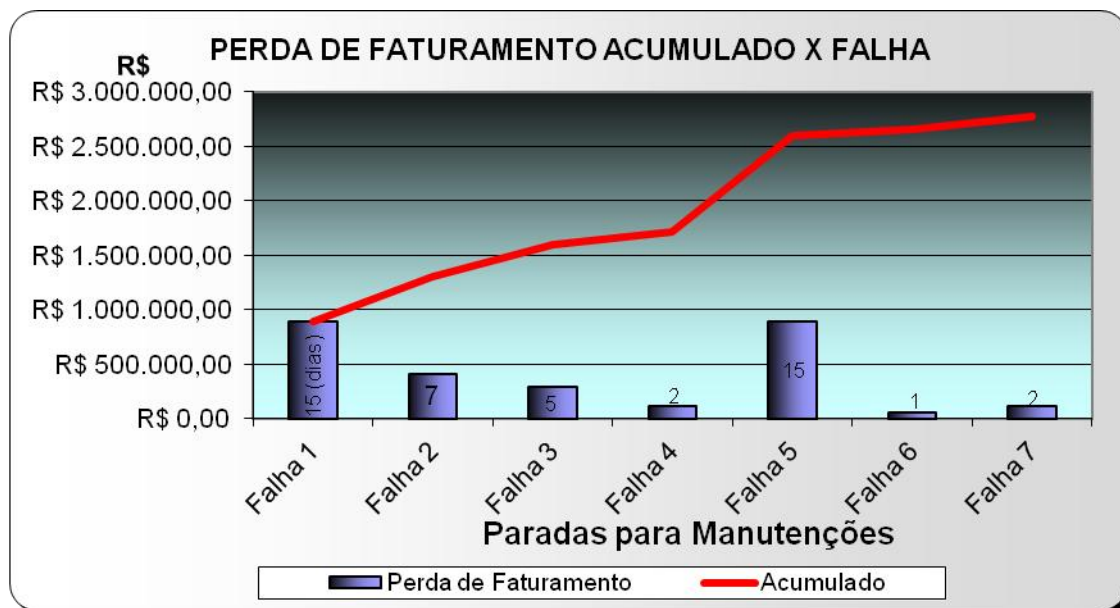


GRÁFICO 2 – PERDA DE FATURAMENTO  
 FONTE: A EMPRESA (2013)

Para efeito de cálculo, está sendo considerada a taxa de utilização habitual do oleoduto que normalmente opera com vazão em torno de 350 m<sup>3</sup>/h, durante 24 horas por dia e sete dias por semana.

Pode ser observado que a empresa deixa de faturar mais de dois milhões de reais nas últimas sete paradas. Além dos custos de parada do sistema ainda há os custos com as manutenções, que são menos significativos, porém durante este período acumularam valores próximos de R\$ 100.000,00. Existem ainda outras perdas como perda de reputação frente ao cliente, replanejamento de produções, replanejamento logístico, custos com estadia de navios, etc. Os custos descritos são difíceis de contabilizar, porém precisam ser considerados qualitativamente na tomada de decisão para implementação da melhoria que torne a VM-A mais confiável.

Levando em consideração as informações anteriores, são elencadas propostas que visam interromper o ciclo de falhas inesperadas com a válvula VM-A que vem causando impedimento de operação com o oleoduto. Precisa ser avaliada a alternativa que seja a mais interessante para a empresa do ponto de vista financeiro e de confiabilidade. O quadro 1 mostra três alternativas que merecem comparação.

É avaliado o tipo de solução, o custo total para a implantação, a estimativa de sucesso, os ganhos e as perdas em caso de utilização da alternativa. As propostas foram estabelecidas a partir de reuniões com envolvimento das áreas de manutenção, engenharia e operação.

## Melhoria da Confiabilidade em Válvula de Bloqueio de Oleoduto – Estudo de Caso

A estimativa de sucesso de cada proposta foi estabelecida baseada em informações obtidas em outras unidades da empresa onde se usa aplicações semelhantes às indicadas.

SOLUÇÕES	Custo	Estimativa de sucesso	Se Implantado	
			Ganho	Perda
Linha em paralelo com válvula reserva e manutenção nas válvulas das controladoras e criação de preventiva de movimentação das válvulas	R\$ 280 mil	85 %	Linha redundante	Inserção de novos equipamentos e criação planos de manutenção para movimentação das válvulas
Aquisição de válvula reserva com manutenção nas válvulas das controladoras e criação de preventiva de movimentação das válvulas	R\$ 200 mil	80 %	Uma válvula reserva como sobressalente	Falta de redundância e criação planos de manutenção para movimentação das válvulas
Aquisição de válvula esfera modelo Orbit	R\$ 300 mil (ANEXO 3)	98 %	Aumento da confiabilidade Taxa de falhas muito menores	Falta de redundância

QUADRO 1 – POSSÍVEIS SOLUÇÕES  
FONTE: A EMPRESA (2013)

Em função de todos os custos já despendidos com VM-A, a melhor opção é aquela que aumenta a confiabilidade do sistema. O quadro 1 indica que a alternativa que oferece a maior estimativa de sucesso com significativo aumento da confiabilidade é a aquisição da válvula de esfera modelo Orbit (figura 5). Esta válvula possui um sistema diferente de funcionamento, sendo que não há atrito entre a sede resiliente e o obturador.

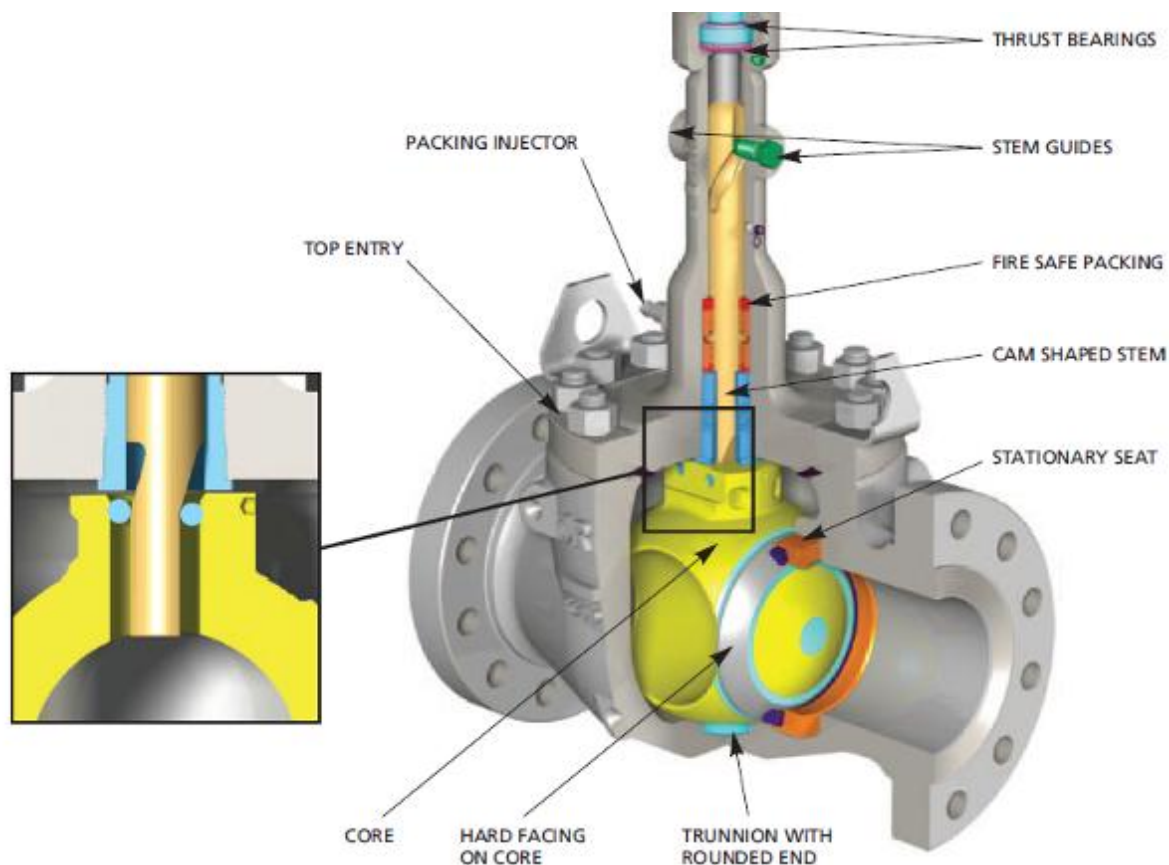


FIGURA 5 - VÁLVULA ÓRBIT  
FONTE: COOPER CAMERON CORPORATION (2005)

Para implantação da alternativa “Aquisição de válvula esfera modelo Órbit”, foi criado um plano de ação para que a melhoria seja implantada e utilizada a ferramenta 5W2H para planejar o andamento do processo. O quadro 2 mostra como o planejamento para o estabelecimento da proposta de troca da VM-A foi organizada. As ações estão de acordo com a metodologia da ferramenta de qualidade PDCA, sendo que cada ação está classificada em uma das etapas do PDCA.

## Melhoria da Confiabilidade em Válvula de Bloqueio de Oleoduto – Estudo de Caso

Plano de Ação 5W2H										
Assunto / Problema										
SUBSTITUIÇÃO DA VM-A POR VÁLVULA DE ESFERA ÓRBIT										
Coordenação: MANUTENÇÃO INDUSTRIAL			Equipe: MANUTENÇÃO MECÂNICA							
WHAT O que será feito?	WHEN Quando será feito?	WHO Quem fará?	WHERE Onde será feito?	WHY Por que será feito?	HOW Como será feito?	HOW MUCH Quanto custará?	Status			
							P	D	C	A
Aquisição de válvula esfera modelo Órbit	A válvula precisa ser instalada em até no máximo 6 meses	Engenharia valida o projeto e o setor de compras executa a aquisição	Setor de compras da regional	Resolver problemas repetitivos de manutenção	Via licitação	R\$ 300.000,00	x			
Instalação da válvula Órbit	Logo após a chegada da válvula (no máximo uma semana após)	A manutenção local do terminal	No terminal	Resolver problemas repetitivos de manutenção	Parada do oleoduto e utilização de recursos de caldeiraria e elevação de carga	Diária do equipamento de elevação de carga e HH de caldeiraria e instrumentação		x		
Avaliação do desempenho da válvula Órbit	1,6 e 18 meses após a instalação	Manutenção industrial do Terminal	Na válvula instalada	Avaliar a eficácia da implementação	Testes de campo e consulta ao histórico do setor de operação	N/A			x	
Divulgar os resultados obtidos com instalação da válvula Órbit	Após a avaliação do desempenho da válvula Órbit	Coordenador de manutenção industrial	Para toda empresa	Disseminação do conhecimento	Por meio de vídeo conferencial	N/A				x

QUADRO 2 – PLANO DE AÇÃO 5W2H  
FONTE: OS AUTORES (2013)

### 2.4 Previsão dos resultados a serem obtidos

Com a instalação da válvula de esfera modelo Órbit, pretende-se obter grande melhoria em termos de confiabilidade e melhoria no processo, tendo em vista que a válvula instalada desempenha melhor a função de estanqueidade, oferecendo ao processo um aumento da qualidade.

Fazendo um comparativo de confiabilidade para vinte meses levando em consideração a taxa de falhas observada na válvula esfera e na válvula Órbit, observa-se que a confiabilidade da válvula esfera praticamente zera enquanto a válvula Órbit está em torno de 90%. A taxa de falhas da válvula Órbit foi obtida através de dados levantados em outras plantas do sistema nos quais este equipamento já é utilizado há bastante tempo.

No que se refere a resultados financeiros, foi realizada uma projeção pelo *software* Excel com base na linha de tendência criada a partir dos dados apontados nas

últimas sete manutenções. Considerando que os problemas continuam se repetindo sem que nenhuma ação seja tomada, pode concluir que a instalação da válvula Órbit se pagaria em aproximadamente vinte e seis paradas, quando a linha de projeção atinge R\$ 300.000,00.

Se o parâmetro de avaliação for o faturamento do oleoduto, o gráfico 4 mostra que se evitada uma única parada de pouco mais de cento e vinte horas o investimento na instalação da válvula Órbit já estaria pago. Neste comparativo está sendo considerado o funcionamento regular do Oleoduto. A taxa de utilização do oleoduto é extremamente alta tornando o sistema uma veia de movimentação de derivados de grande importância para a empresa. O oleoduto precisa estar constantemente operacional para que as áreas ligadas a ele não sofram impactos com a falta de abastecimento.

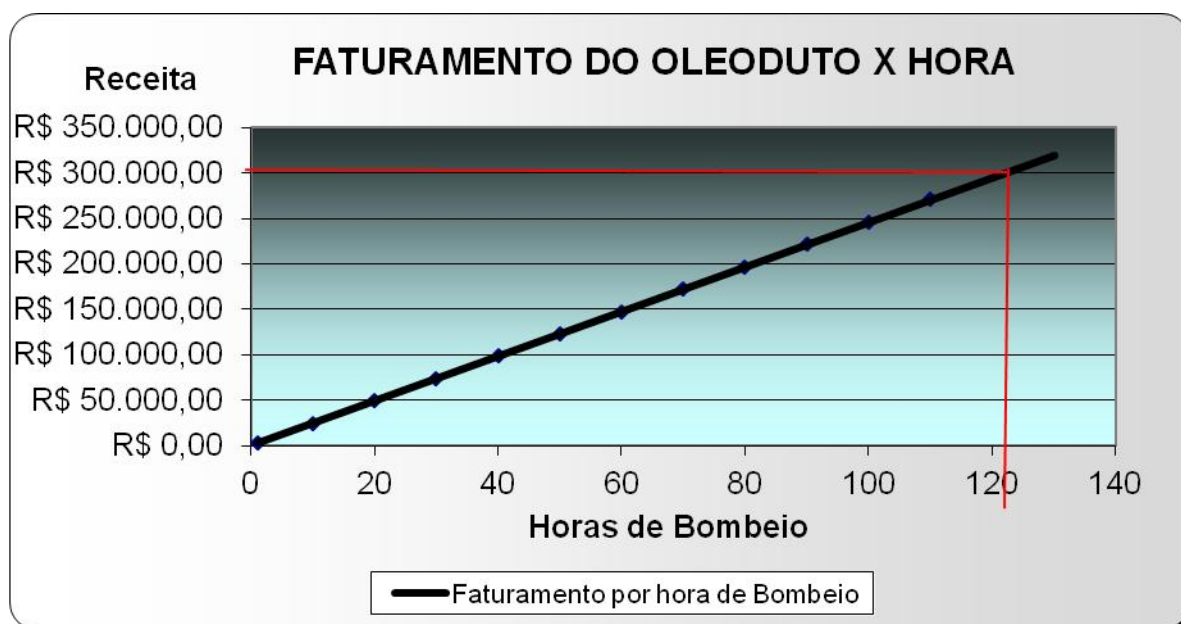


GRÁFICO 4 - FATURAMENTO DO OLEODUTO  
FONTE: EMPRESA (2013)

Apesar de o investimento ser alto, diante do que as falhas na VM-A já provocaram e ainda podem provocar, o investimento é perfeitamente cabível. Além disso, faz parte da política da empresa o investimento no aumento da confiabilidade de seus sistemas. De uma maneira geral a aquisição e instalação da válvula Órbit é uma solução que atende perfeitamente as necessidades da empresa.

### 3. CONCLUSÃO

No decorrer do estudo, a causa raiz não estava evidente entre as hipóteses iniciais. Acreditava-se em falhas na execução da manutenção, na condução dos processos e até mesmo na utilização da válvula. A mudança no percentual de utilização do oleoduto no sentido refluxo havia passado despercebido nas avaliações anteriores, sendo que neste estudo, tal mudança acabou sendo evidenciada como a fonte dos problemas ocorridos com a VM-A. Para entender a origem das falhas foi importante o envolvimento de profissionais que tiveram contato com os problemas, mesclando o conhecimento operacional com o conhecimento técnico. O envolvimento das áreas ligadas a VM-A juntamente com as pessoas adequadas é um ponto que fortalece as conclusões obtidas através deste estudo.

Pode-se dizer que a proposta do estudo foi atingida. Foi evidenciada a origem dos problemas e com base na causa raiz encontrada, foi proposta uma solução que se mostrou viável e confiável. Com a estratificação dos gastos relacionados à VM-A ficou evidente à gerência da empresa que os problemas apresentados por esse equipamento provocaram consideráveis prejuízos à companhia. A proposta de instalação da válvula Órbit pelo custo de R\$ 300.000,00 com aumento significativo da confiabilidade em relação à válvula atual traz a empresa a segurança necessária para operar com tranquilidade em refluxo pelo tempo que lhe for conveniente. Em comparação com os prejuízos já causados, a solução oferecida é perfeitamente viável.

Portanto, dentro do que se propôs o trabalho alcançou seus objetivos ficando a critério da empresa a decisão de acatar ou não a solução indicada. Espera-se que a proposta seja aplicada e os resultados a serem obtidos com a implantação resolvam definitivamente os problemas pelos quais geraram o motivo para realização deste estudo.

### 4. REFERÊNCIAS

COOPER CAMERON CORPORATION. **The Orbit Valve: Book 1**. Canada: Cooper Cameron Valves, 2005.

JURAN, J.M. **Controle da qualidade**. 4. ed. São Paulo: Makron Books, 1991.

LAFRAIA, J.R.B. **Manual de confiabilidade, manutenibilidade e disponibilidade**. Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2001.

MARTINS, P. G.; LAUGENI, F.P. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2005.

PALADY, P. **Análise dos modos de falha e efeitos**: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. São Paulo: IMAM, 1997.

PARANHOS FILHO, M. **Gestão da produção industrial**. Curitiba: Ibpex, 2007.

PETROBRAS, Quem Somos. Disponível em:  
<<http://www.petrobras.com.br/pt/quem-somos/nossa-historia/>>. Acesso em 01/09/2012.

PORTAL TRANSPETRO. Disponível em:  
<<http://portal.transpetro.com.br/intr/appmanager/portallIntranet/DTO>>. Acesso em 27/08/2012.

Rigone, E. Apostila: **Método para análise das falhas e introdução a engenharia de confiabilidade**, 2012.

SELEME, R. STADLER, H. **Controle da Qualidade: as ferramentas essenciais**. Editora IBPEX: Curitiba, 2008

SILVA, A. S. da; LARSEN, R de L. **Manual de operação do Oleoduto AB**. Rev.2. Paranaguá, 2002.

SILVA, O. J. L. da. **Válvulas industriais: Petróleo Brasileiro S.A.** Rio de Janeiro: Qualitymark: Petrobras, 2008.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.. **Administração da produção**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

TELLES, P. C. S. Tubulações industriais – Materiais, Projeto, Montagem. 10 ed. LTZ, 2012.

WUTTKE, R. A.; SELLITTO, M. A. Cálculo da disponibilidade e da posição na curva da banheira de uma válvula de processo petroquímico. **Revista Produção On Line**, Santa Catarina, v. 8, n.4, 2008. Disponível em:  
<<http://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/134>>. Acesso em 10/04/2013.