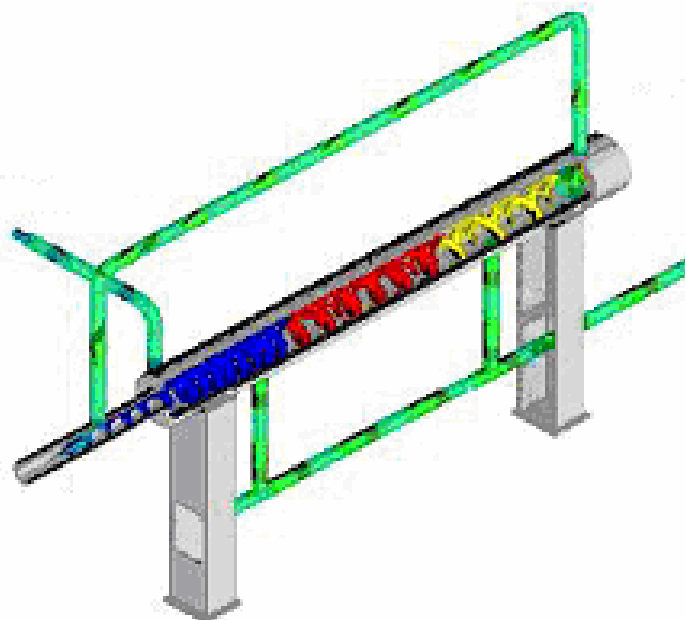


# **TRATAMENTO DE GÁS NATURAL USANDO O TUBO VORTEX®**

**Obtenção, Tratamento e Condensados, Compressão e Distribuição do  
Gás Natural.**



**SOLUÇÃO PARA O MERCADO DE GÁS NATURAL NO BRASIL**

**LUIZ HENRIQUE V. SOUZA**

Outubro 2007

*Com Sinceros Agradecimentos ao Dr. Manfred Lorey*

# **1 – ÍNDICE**

**1 - Sumario.**

**2 - O Tubo Vortex Separador®.**

**3 - Parâmetros Físicos.**

**4 - Requerimentos de Operação.**

**5 - Aplicações Potenciais.**

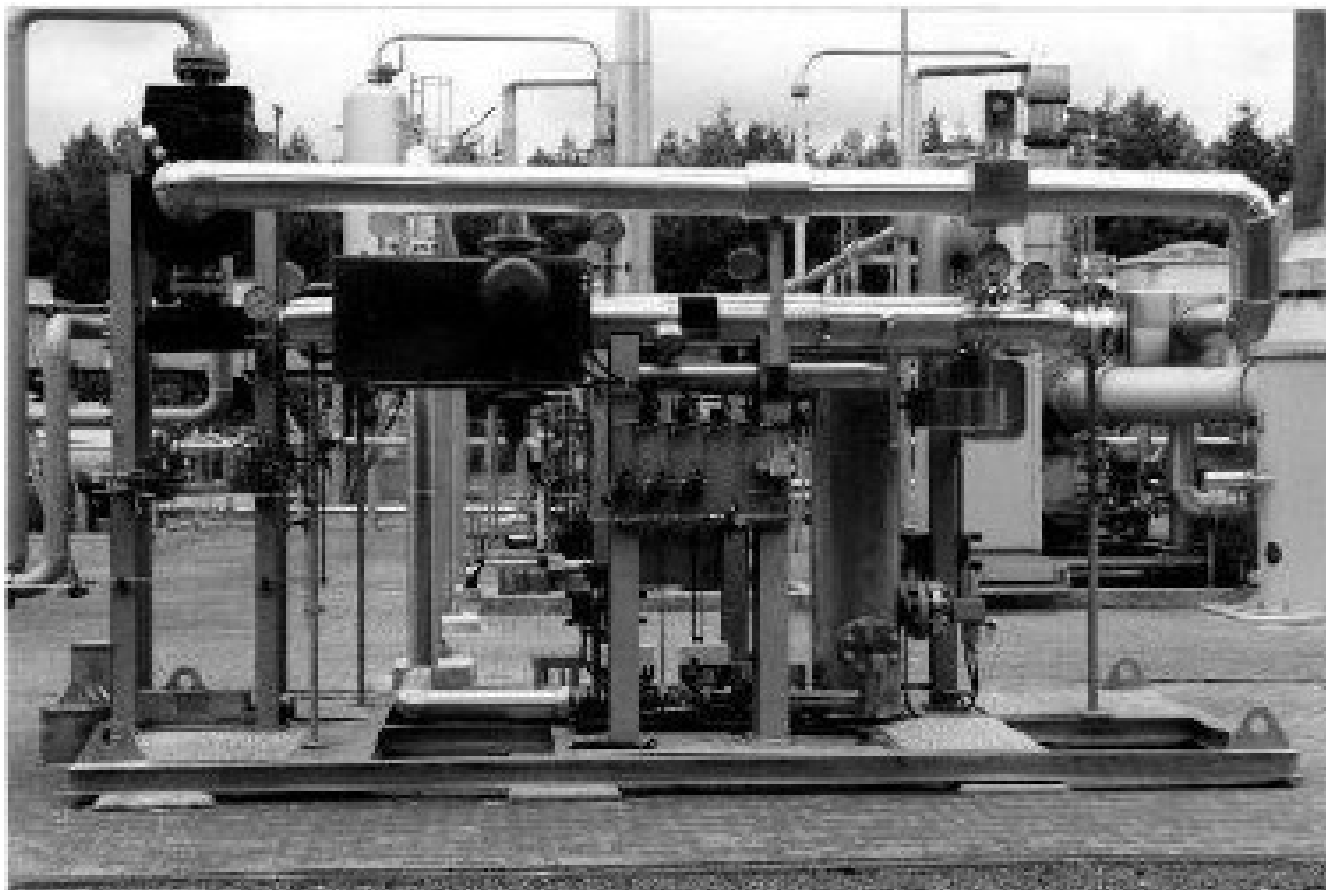
**6 - Unidades de Desidratação de Gás Natural.**

**7. Obtenção, Tratamento e Condensados, Compressão e Distribuição do Gás Natural.**

**8. Custo de Implantação e Operação.**

## 1. Sumário

O invento do Tubo Vortex Separador® proporciona uma poderosa adição ao range de equipamentos disponível a indústria do gás. Tem sido visto que o uso do equipamento tubo vortex permite aperfeiçoar a separação em comparação ao sistema Joule-Thomson, sem entrar no custo e complexidade de um verdadeiro sistema isentrópico, tal como uma unidade Turboexpansor. A vantagem comparativa do tubo vortex depende das condições de entrada do gás e da queda de pressão que estiver disponível. Uma queda de pressão ótima está entre 25 - 35 % da pressão do gás de entrada, e isto foi confirmado na prática.



**FIGURA I** Mostra um TUBO VORTEX SEPARADOR® instalado em área de cabeça de Poço.

## 2. O Tubo Vortex Separador®

O TUBO VORTEX SEPARADOR® é um equipamento que trabalha o efeito de resfriamento pela expansão do gás. O processo de resfriamento é mais efetivo do que a expansão convencional da válvula Joule-Thomson. Como resultado, com o tubo vortex hidrocarbonos mais baixos e ponto de condensação da água podem ser conseguidos na mesma queda de pressão. O TUBO VORTEX SEPARADOR® é um longo tubo fino, com um cabeçote. O gás é introduzido através deste cabeçote, via de um a quatro pequenos bocais tangenciais. Em muitos casos, dependendo da razão das pressões de entrada e saída, o gás estará, quase, a velocidade sônica enquanto passa pelo Tubo Vortex.

O TUBO VORTEX SEPARADOR® é uma construção contendo um tubo externo correndo ao longo do qual o gás, rotacionando, deve, inicialmente, passar em um tubo interno, através deste, o gás desviado volta para lado oposto saindo pelo bocal de gás frio.

O TUBO VORTEX SEPARADOR® não possui partes moveis e os requerimentos de manutenção são mínimos, assim como, o consumo de energia.



FIGURA II Esquema de funcionamento do TUBO VORTEX SEPARADOR®

### 3. Parâmetros Físicos.

O TUBO VORTEX SEPARADOR® foi projetado sobre dois conceitos físicos elementares:

1. O efeito Joule-Thomson. Este é, simplesmente, o resfriamento do gás por expansão adiabática através de uma restrição.

2. O efeito Hilsh: Este se refere à introdução tangencial do fluxo de gás através de um bocal em um tubo vortex, direcionando-o a separação simultânea de gás e líquidos no campo gravitacional do vortex, usando, ao mesmo tempo, o gradiente de temperatura no vortex.

Devido ao efeito Hilsh, ambos, uma fração do gás frio e outra do gás quente são criados. Durante a expansão isentalpica do gás próximo ao bocal, ocorre a condensação de seus componentes. O condensado é arremessado à parede do tubo externo do Tubo Vortex, e o líquido é passado pelos bocais de dreno localizados na geratriz inferior, sendo, então, direcionados a um vaso coletor.

Simultaneamente, o gás move-se da parede para o centro do tubo onde se torna mais frio, pela remoção da fase líquida da parede, nós podemos obter duas discretas fases, líquida e gasosa. Internos especiais, no lado oposto à entrada, possibilitam aos fluxos de gases quente e frio serem separados. O gradiente de temperatura, e a temperatura de gás frio, aumentam a separação do líquido, ambos, fluxos frio e quente, são superaquecidos em termos de suas composições, temperatura e pressões. Após essas separações e gradientes de temperatura a operação normal do Tubo Vortex é combinar os gases frio e quente fora do tubo vortex.



**FIGURA III** Esquema de um TUBO VORTEX SEPARADOR®

## 4. Requerimentos de Operação

Dois parâmetros principais devem ser considerados para uma operação segura do Tubo Vortex Separador®:

- (I) O razão de pressão do downstream e do upstream deve ser maior que 1.3.
- (II) A fração de liquido condensado deve ser menor que, aproximadamente, 5 a 10% por peso, Acima desta relação o efeito Hilsh desaparece.

## 5. Aplicações Potenciais.

As principais áreas parra instalação do Tubo Vortex Separador® são:

- Pontos de Condensação de Gás,
- Pontos de Desidratação de Gás,
- Pontos de Recuperação/Remoção de Condensados.

Geralmente, poços de gás ou pontos de estocagem que, tipicamente, usam válvulas Joule Thomson, ou não, e onde queda de pressão for disponível são, ou não, também, excelentes campos para potenciais instalações.

## 6. Unidades de Desidratação de Gás Natural.

Tubo Vortex Separador® tem sido usado para obter ponto de condensação de hidrocarbonos e, simultaneamente, desidratação do gás. O processo de desidratação é desempenhado pela injeção de TEG (Trietileno Glicol) diretamente no upstream do Tubo Vortex Separador®. A temperatura de contato TEG/Gás é mais baixa do que numa torre de contato típica, a baixa temperatura favorece um melhor equilíbrio na absorção e, conseqüentemente, um gás mais seco.

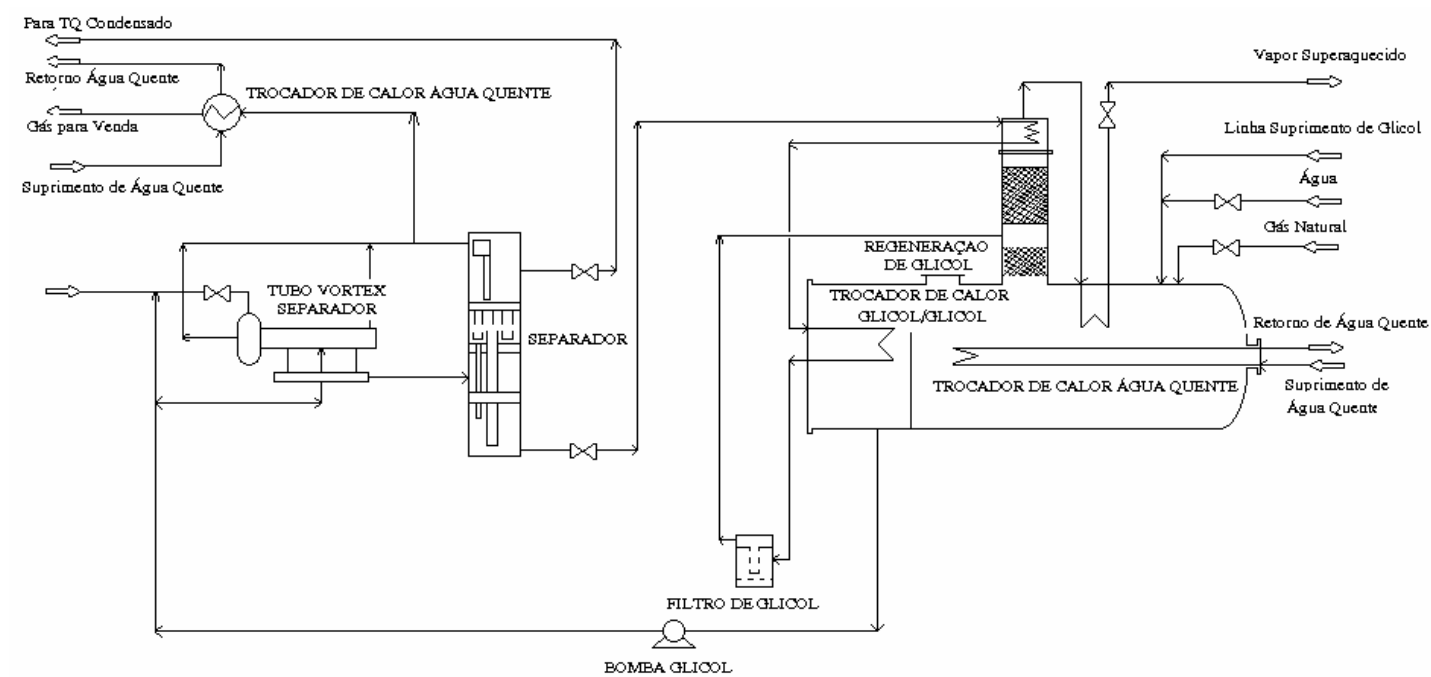


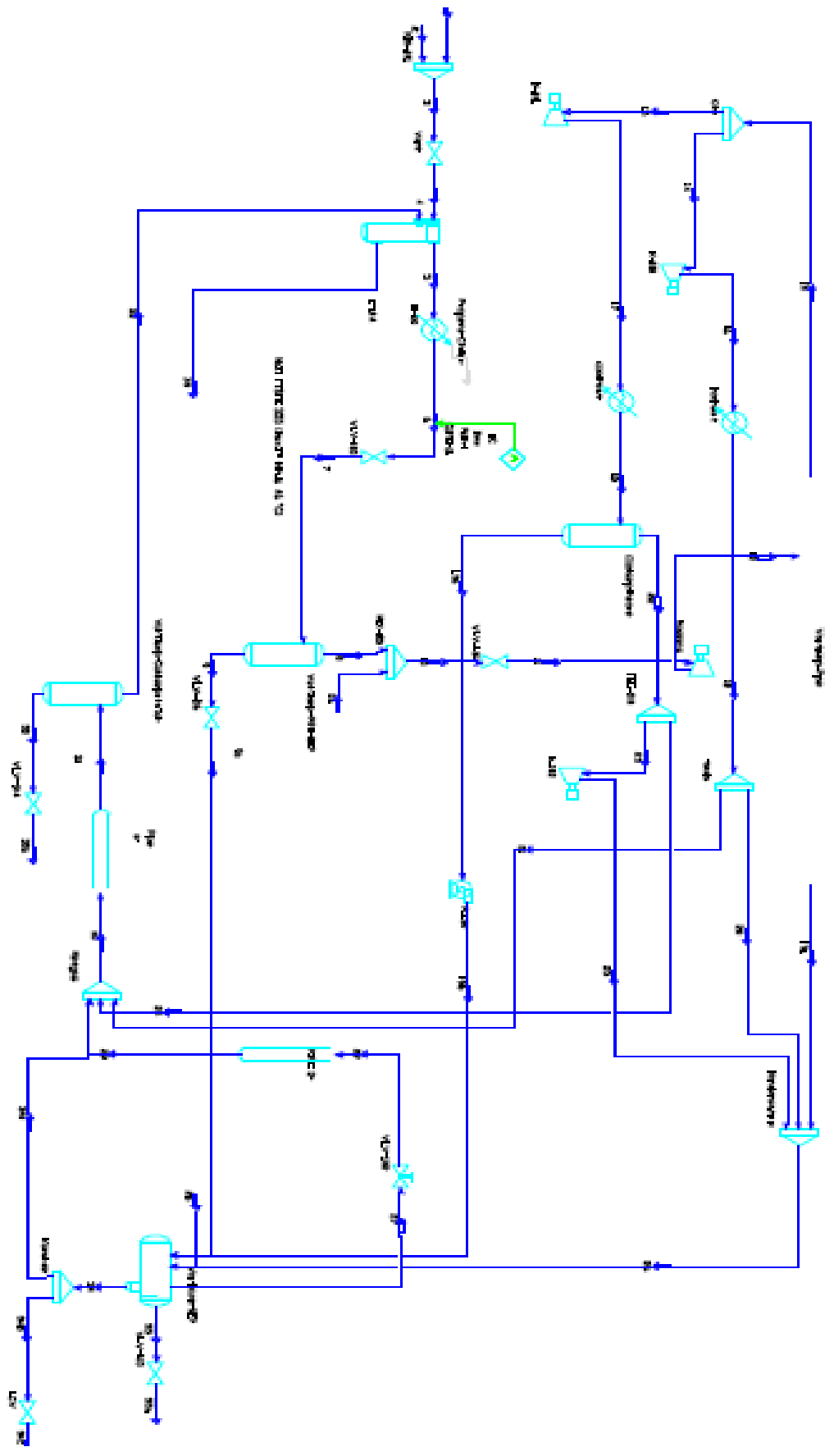
FIGURA VI Fluxograma de uma Unidade de Desidratação TUBO VORTEX SEPARADOR®

Devido às vantagens na comparação da desidratação do gás com uma torre de absorção, as dimensões e dados de processo do downstream do Tubo Vortex Separador são aproximadamente 60% menores que o usual. Em particular, ponto de condensação pode ser alcançado usando concentração baixa de glicol (85 - 97%) e reduzindo a taxa de fluxo, isto reduz hidrocarbonos co-absorvidos e aromáticos, também, permite a regeneração do glicol à baixa temperatura, desta forma, reduzindo a degradação do glicol.

### **Melhores Resultados em Comparação com Torre de Sistema de Absorção de Glicol Trietileno**

- Variação de carga entre 10 e 100%.
- A quantidade de Glicol Trietileno requerida é significativamente mais baixa que num sistema absorvedor tradicional. (aprox. 60%).
- Como resultado de taxas mais baixas de injeção necessárias para esta nova tecnologia de secagem, menores sistemas de regeneração são requeridos.
- Menor temperatura de regeneração é requerida (aprox. 160° C), e, a essa temperatura, a degradação do glicol é reduzida.
- Baixo custo de operação e manutenção.
- O pós aquecimento necessário é equivalente a taxa de pressão de projeto do gasoduto.
- A capacidade de aquecimento é significativamente menor.
- Projeto de construção modular.
- Menor custo geral de investimento.

A planta de processo será semelhante ao fluxograma apresentado na próxima página





Como se pode ver, os equipamentos, excetuando-se o Tubo Vortex Separador, são de pleno domínio da engenharia nacional. Esta especificação da planta é determinada a partir da simulação do processo feito em programas de simulação do tipo HYSYS.

Exemplo de como a instalação do Tubo Vortex Separador é modular está na foto abaixo:



Este Skid, somente, pode manusear 300.000 nm<sup>3</sup>/dia e está disponível para instalação em qualquer lugar, inclusive off-shore. Obviamente, para volumes maiores as dimensões serão ampliadas, mas, sempre modulares, proporcionando, assim, sua mudança a outro campo de produção quando o atual não for mais, economicamente, interessante.

## **7. Obtenção, Tratamento e Condensados, Compressão e Distribuição do Gás Natural.**

### Obtenção.

A empresa de petróleo estatal venta para atmosfera, por não ter como tratar e distribuir, **3 milhões nm<sup>3</sup>/dia de gás rico**. Então, a partir disto pode-se comprar o gás rico direto das instalações de produção, isto é, instala-se uma unidade de desidratação Tubo Vortex modular nas imediações e conecta-se por tubulação a linha de produção, atenção, estas tubulação deve estar dentro dos limites do campo de produção, devido ao fato que o transporte de gás por dutos é monopólio das concessionárias estaduais.

Outra possibilidade é adquirir o gás dos pequeno-médios produtores independentes que, também, ventam esse gás para a atmosfera pelos mesmos motivos da estatal de petróleo.

### Tratamento e Condensados

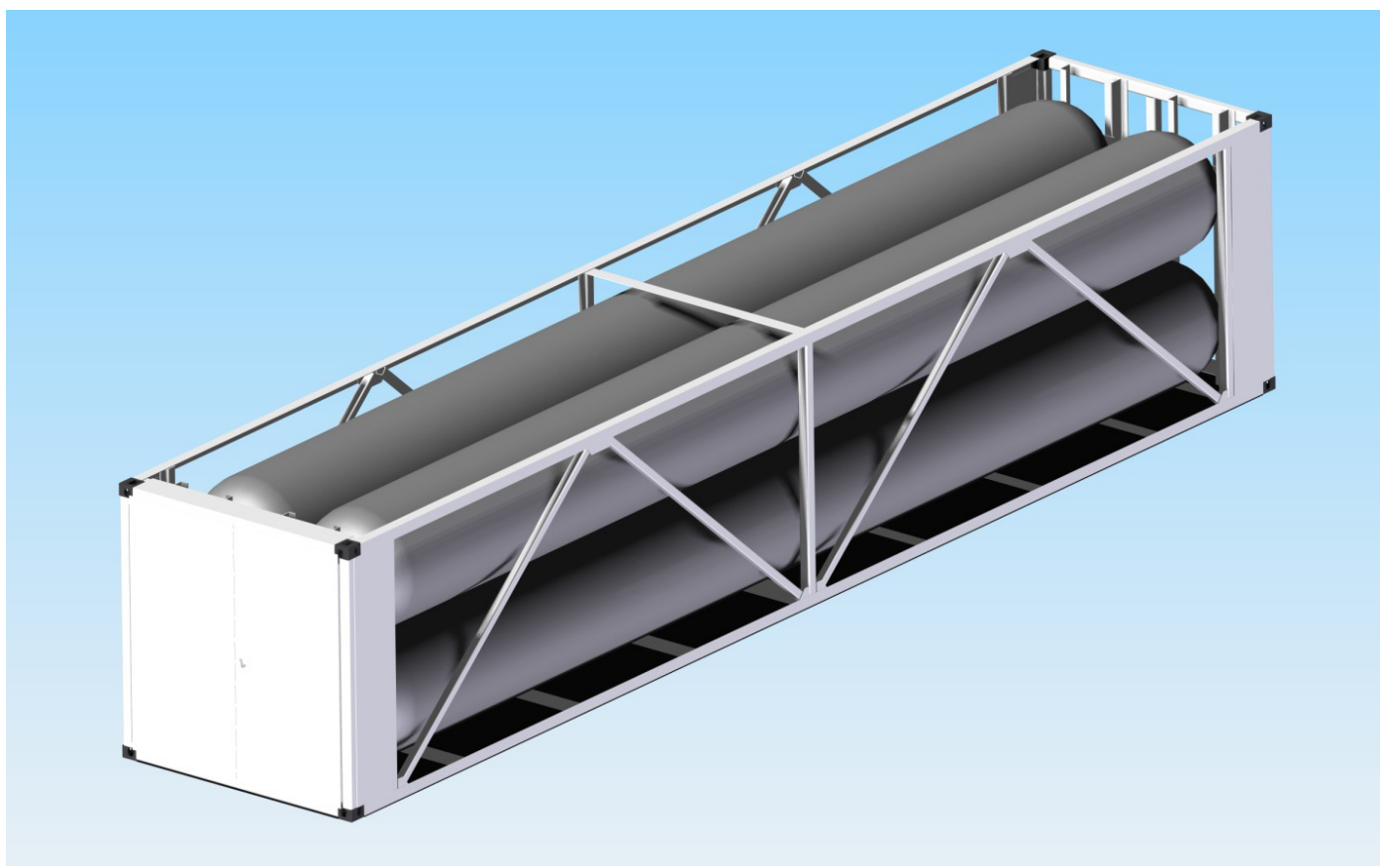
Com a unidade Tubo Vortex, será desidratado o gás natural rico e os condensados, os mais pesados e ácidos retirados, podem ser negociados com a estatal, abatimento no seu preço de venda do gás, por exemplo, especificar GLP ou direcionar para empresas petroquímicas.

## Compressão.

A compressão para transporte pode ser feita em compressores hidráulicos, muito mais baratos que os convencionais, finalizei a pouco tempo o projeto, construção, montagem e teste de funcionamento desses compressores com absoluto sucesso ao custo de US\$ 38.000,00 a unidade modular e, facilmente, transportada, pesa somente 1.000 kg, a qual pode comprimir 1 nm<sup>3</sup>, a 250 Bar, em 15 segundos.

## Distribuição do Gás Natural.

O gás, tratado e comprimido, precisa chegar aos consumidores, como disse acima, o transporte por gasoduto até o consumidor é monopólio estadual, então, serão utilizadas carretas com cilindros de compósitos, 11 metros x 1 metro de diâmetro, com capacidade de carga de 2.516 nm<sup>3</sup> cada, pesando somente **2.500kg cada**. Pode ser otimizado para ter 4 cilindros destes por carreta, somando **10.064 nm<sup>3</sup> por viagem!** Custo desta montagem abaixo: US\$ 272.000,00, US\$ 0,018/m<sup>3</sup>, diluído por 1 ano.



## **8. Custos de Implantação e Operação da Planta de Tratamento.**

Implantação: **US\$ 0,70/nm<sup>3</sup>.**

Operação: **US\$ 0.03/nm<sup>3</sup>.**

-----/-----

Para Contatos e/ou Informações Adicionais, inclusive sobre outra aplicações, por favor, use o e-mail:  
[luizhenrique\\_99@yahoo.com](mailto:luizhenrique_99@yahoo.com)