

## DESAFIOS TECNOLÓGICOS A EXPANSÃO DA PRODUÇÃO DE GÁS NO BRASIL



Alexandre Jactzack Almeida  
Flávio Felipe dos Santos Marques

Santos, Maio de 2008

## Objetivo do Trabalho

- Fornecer a profissionais que atuam ou que pretendem atuar na exploração de gás, uma visão geral quanto às necessidades tecnológicas do setor

## Garantia de escoamento do gás

- Consiste na conservação do fluxo de produção em valores especificados, de forma a minimizar a corrosão, a formação de hidratos e incrustações nos equipamentos, garantindo confiabilidade aos mesmos

## Garantia de escoamento do gás

- Controle de temperatura

*o controle da formação de parafinas e hidratos*

*simulação do sistema considerando o isolamento e as características do duto nas condições de temperatura do ambiente externo*

## Garantia de escoamento do gás

- Hidratos

*O que são: estruturas sólidas que podem se formar quando há água na presença de gases de baixo peso molecular e/ou hidrocarbonetos de cadeias curtas*

*Prevenir e ou evitar: injeção de solventes inibidores de hidratos, desidratantes, isolamento e ou aquecimento de linhas*

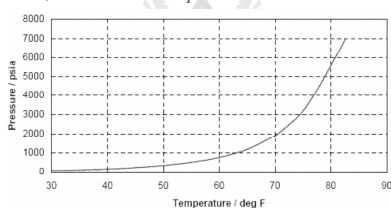


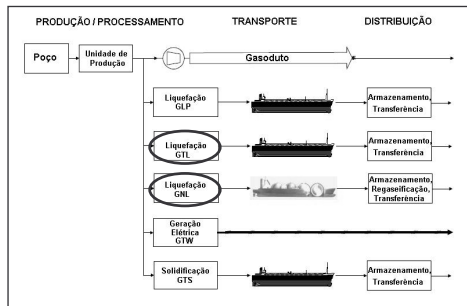
Figura 3: Formação de hidrato de gás natural. (Report of Working Committee, 2006)

## Escoamento da produção de gás

*Concepção dominante de transferência do gás produzido da plataforma através de dutos para unidade de processamento em terra.*

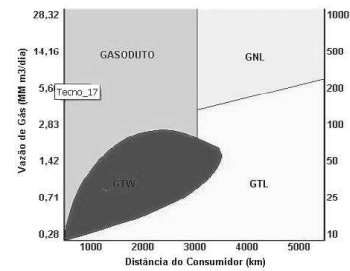
*A grande distância entre os centros consumidores e as reservas nos obriga a buscar complementação ou substituição das opções comuns de escoamento de gás*

## Escoamento da produção de gás



A escolha pelo método mais adequado levará em conta o grau de maturidade da tecnologia, a distância entre os consumidores e as reservas e o volume a ser transferido

## Escoamento da produção de gás



Relação entre os métodos de escoamento e a distância aos centros consumidores. (PERTUSIER, 2003)

## Escoamento da produção de gás

### • GNL

Reservas e os mercados consumidores de gás natural são distantes uns dos outros.

Ocupa um volume 600 vezes menor do que em condições normais de temperatura e pressão.

Fluxo constante de suprimento para viabilizar o projeto como um todo.

Grandes volumes de capital e sua amortização requer longa duração.

Impurezas significam custos adicionais de processamento.

## Escoamento da produção de gás

### • GTL

Concorre com o GNL transformando gás natural em derivados sintéticos de petróleo para produção de derivados de maior valor agregado.

Produz um cru sintético que então é refinado em demais produtos como o DME (Dimetil - Éter), um combustível limpo para transporte e geração de energia.

Vantagens sobre o GNL: não necessita de frio intenso, transporte em volume menores e maior estabilidade do fluido.

## Contenção de areia

Produção de areia permite o encobrimento dos canhoneados ou ao plugueamento das telas, restringindo a vazão.

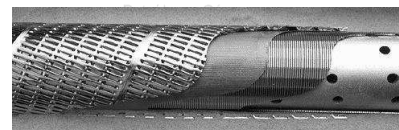
Podendo causar acumulação de areia nos equipamentos de superfície ou danificando equipamentos de elevação artificial, válvulas e tubulações, além da redução da permeabilidade nas imediações do poço ou colapso do próprio revestimento.

Testes de formação, análises de testemunhos, comportamentos de poços correlatos ou campos similares indicam o potencial de produção de areia.

## Contenção de areia

### • Métodos de Contenção

Existem diversos sistemas físicos de contenção de areia, tais como tubos ranhurados, telas e telas expansíveis, Gravel Pack, Frac Pack, dentre outros. Deve-se considerar na escolha do método o potencial de produção de areia e a restrição a produtividade.

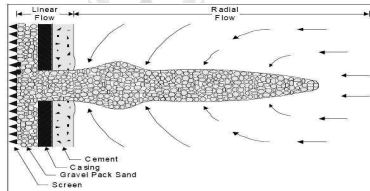


Tela premium. (CUNHA, 2005)

## Contenção de areia

Gravel Pack consiste no preenchimento dos canhoneados e anular com gravel (areia ou cerâmica) de granulometria selecionada formando um pacote compacto.

O gravel tem como função reter a areia enquanto a tela tem como função reter o gravel.



Empacotamento de gravel em poço revestido. (CUNHA, 2005)

## Tecnologias de poços

### • Horizontais

Produtividade mostrou-se de 2 a 5 vezes maior que a produtividade de um poço vertical.

Reservas recuperáveis 2,5 vezes maior

Aumentar a produção de óleo ou gás, a partir de um mesmo custo de facilidades.

Reduzir o número de poços injetores e produtores.

## Tecnologias de poços

### • Horizontais

Acessar reservas antes não alcançadas.

Problema de formação de cone de água e/ou gás.

Reservatório de baixa permeabilidade.

Reservatórios delgados.

Reservatórios naturalmente fraturados.

## Tecnologias de poços

### • Multilaterais

Perfuração de dois ou mais poços a partir de um único ponto na superfície.

Melhora a produtividade, diminuindo o custo de produção e ainda reduz o impacto ambiental.

Para águas profundas e ultra profundas os custos e os riscos são muito elevados.

## Campos inteligentes

Campo Inteligente é um processo de gerenciamento de produção usando conhecimento de especialistas, monitoramento em tempo real e controle de otimização de fluxo com o intuito de se aumentar a produção, aumentar as reservas, diminuir custos e conseqüentemente adicionar valor aos recursos disponíveis pela companhia.

Sensores, válvulas e dispositivos de controle de fluxo.

Tecnologia de Engenharia de Produção, de Poços e de Reservatórios.

## Reservatórios de baixa permeabilidade

### • Tight gas

Avaliação do reservatório - tecnologias de avaliação do reservatório, incluindo interpretação da sísmica, perfuração e teste de formação.

Influência da água - MRI (Magnetic Resonance Imaging) log para medir saturação em água, porosidade efetiva e permeabilidade.

Análise integrada dos reservatórios - utilização de múltiplas tecnologias; reduzir a incerteza; métodos de perfuração (log) e amostragem do poço (core sample).

## Exploração pré-sal

- Caracterização geológica

Camadas de sal são formadas pela evaporação gradual de corpos d'água salinos enclausurados na crosta.

Sofrer significativa deformação e movimentação constante ao longo do tempo - creep ou fluência.

- Instabilidade de poços

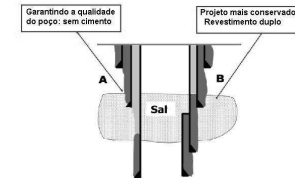
Aprisionamento da coluna, a instabilidade das paredes e até perda da circulação.

A definição da melhor trajetória de um poço tectônica do sal influencia o valor do campo das tensões.

## Exploração pré-sal

- Instabilidade de poços

O modelo das tensões geradas deve representar com o máximo possível de certeza as condições das camadas – revestimento do poço.



Comparação entre revestimentos em zonas de sal. (FONTOURA, 2007)

## Exploração pré-sal

- Instabilidade de poços

O modelo das tensões geradas deve representar com o máximo possível de certeza as condições das camadas – revestimento do poço.

Um bom algoritmo ou simulador, uma boa quantidade de amostras das zonas e um mecanismo de aprendizado contínuo da equipe tornam-se essenciais.

- Imageamento sísmico

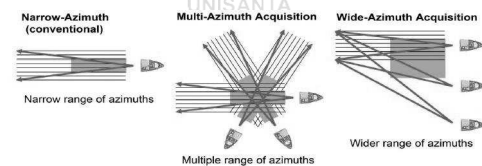
Dificuldade de uso técnica de sísmica de reflexão.

A melhor forma consistiria na visualização sob o maior número de ângulos possíveis

## Exploração pré-sal

- Imageamento sísmico

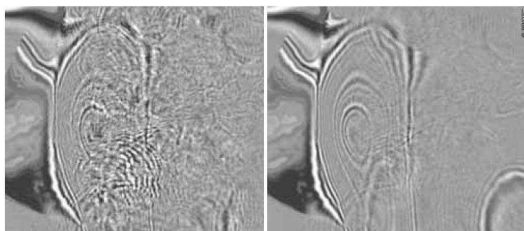
Tecnologias de wide azimuth (WAZ), mult azimuth (MAZ) e rich azimuth (WAZ+MAZ).



Métodos de levantamento sísmico. (LONG, 2006)

## Exploração pré-sal

- Imageamento sísmico



Comparação entre a sísmica tradicional e o multi azimuth, em seis direções. (LONG, 2006)

## Poços em lâminas d'água profunda e ultraprofundas

- Excelência em águas profundas

Busca por reservas extensas e de grande produtividade que justifiquem o custo extra e o risco associado.

Os desafios dependem das condições de cada província de exploração.

Semi-submersíveis ou navios-sonda DP

Sondas mais potentes e maiores – correntes marítimas, volume de fluidos de perfuração e quantidade de colunas.

## Poços em lâminas d'água profunda e ultraprofundas

- Excelência em águas profundas
  - Maiores downtimes.*
  - Maior custo relacionado ao aluguel de sondas.*
  - Controle rigoroso da densidade do fluido de perfuração.*
- Complexidade das instalações
  - Redução de equipamentos de topside.*
  - Aumento da complexidade de layouts submarinos, com poços dispersos, manifolds e longos trechos de tie-backs no leito marinho e até mesmo subsea to shore.*

## Poços sob alta pressão e alta temperatura

- Caracterização
  - Pressão estática da ordem de 15.000 psi (1.054 kgf/cm<sup>2</sup>) e temperatura acima de 350 °F (117 °C)*
  - Modelagem é a melhor fonte de estimativa da pressão de fundo de poço.*
- Condições Adversas
  - Solicitações no packer; aumento de desgastes por fricção; reforço de soldas; materiais resistentes a corrosão.*
  - Estimativa da temperatura no escoamento – FLT e a temperatura no fundo de poço – BHT – especificações de equipamentos de perfuração.*

## Poços de elevado soterramento

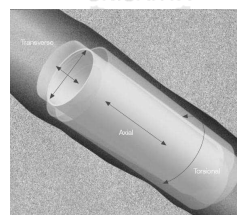
- Controle dos fluidos de perfuração
  - desempenham funções cruciais:*
    - suspensão,*
    - controle de pressão,*
    - estabilização das formações,*
    - poder de flutuação,*
    - lubrificação e resfriamento.*

## Poços em lâminas d'água profunda e ultraprofundas

- Complexidade das instalações
  - Técnicas de bombeio submerso e separação submarina.*
  - Controle de poços em águas ultra profundas: melhoria da robustez do sistema de controle.*
  - Completação inteligente para águas ultra profundas.*
  - Fluidos leves em águas profundas e ultra profundas: sistemas de dual gradient drilling (DGD).*
  - Técnicas de isolamento, aquecimento e pigging.*

## Poços de elevado soterramento

- Controle e monitoramento de vibrações
  - evidente ou invisível, as vibrações aumentam significativamente os custos de perfuração.*



## Destaques Tecnológicos

- Snohvit - Noruega
- Ormen Lange - Noruega
- Troll - Noruega
- NUGGETS - Reino Unido
- Independence Hub - Estados Unidos
- Hickory - Estados Unidos

## *Oportunidades*

"Compreendi ser o petróleo a grande coisa, a coisa máxima para o Brasil, a única força com elementos capazes de arrancar o gigante do seu berço de ufanias" (Monteiro Lobato, 1937).

UNISANTA

A frase proferida na década de 30 é ainda válida e hoje pode ser estendida - com o perdão pela ousadia - acrescentando-se o potencial do gás natural para o desenvolvimento do país. Se no início do século passado o petróleo era visto como a *única* força com elementos capazes de arrancar o gigante do seu berço de ufanias, no início deste século, o gás natural passou a compartilhar da mesma responsabilidade, ao ser acrescentado definitivamente a matriz energética nacional.

