

A photograph of an offshore oil rig in the middle of the ocean. The rig is a complex structure with a tall central tower and various platforms. The sea is dark blue with white foam from the boat's wake in the foreground. The sky is blue with scattered white clouds. The text is overlaid on the image.

Desenvolvimento Integrado de Campos de Petróleo Offshore

SPE Brasil – 3ª.f. Técnica – 24/11/20

Antonio Carlos Capeleiro Pinto

Antonio.Capeleiro@gmail.com

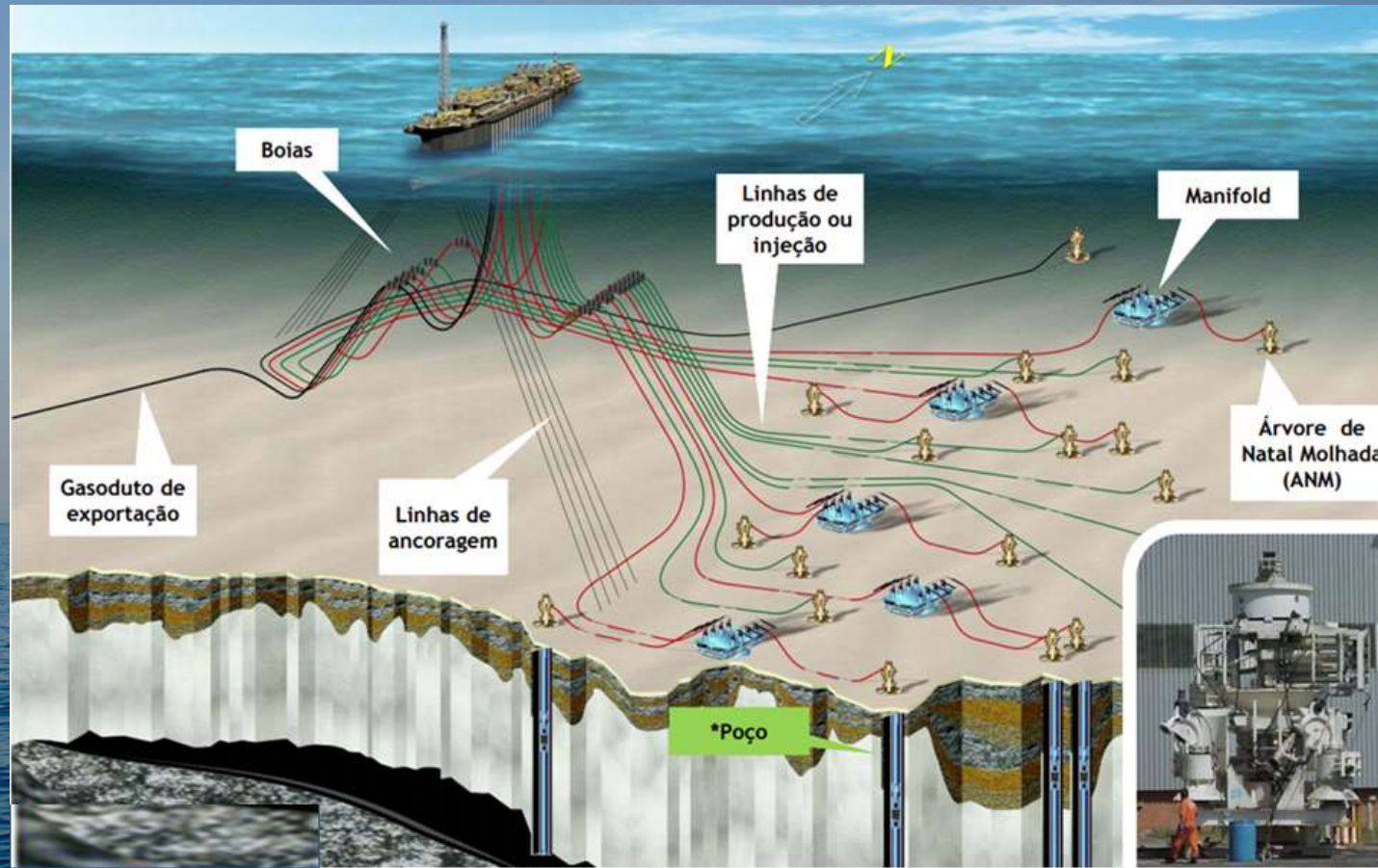
Informação

- As informações aqui apresentadas são públicas, obtidas na Internet ou em artigos técnicos, devidamente referenciados.
- As opiniões emitidas nesta apresentação são de exclusiva e inteira responsabilidade do autor, não exprimindo, necessariamente, o ponto de vista da Pré-Sal Petróleo S.A. (PPSA), onde o autor trabalha.

Sumário

- Coleta de informações
- Caracterização estática e dinâmica
- Portão 1 - Coletar informações ou seguir com o projeto?
- Portão 2 – Prontos para seguir com o projeto
- Portão 3 – Definições finais e sanção do projeto
- Implantação e operação
- Pensando no amanhã

Projeto típico de produção em águas profundas

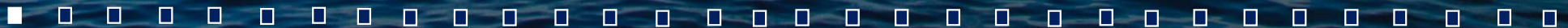


Exploração: 5 anos

DP: 5 anos

Produção: 25 anos

https://www.comunicabaciadesantos.com.br/sites/default/files/Apresentacao_AP_ET3_PB_Caragua.pdf





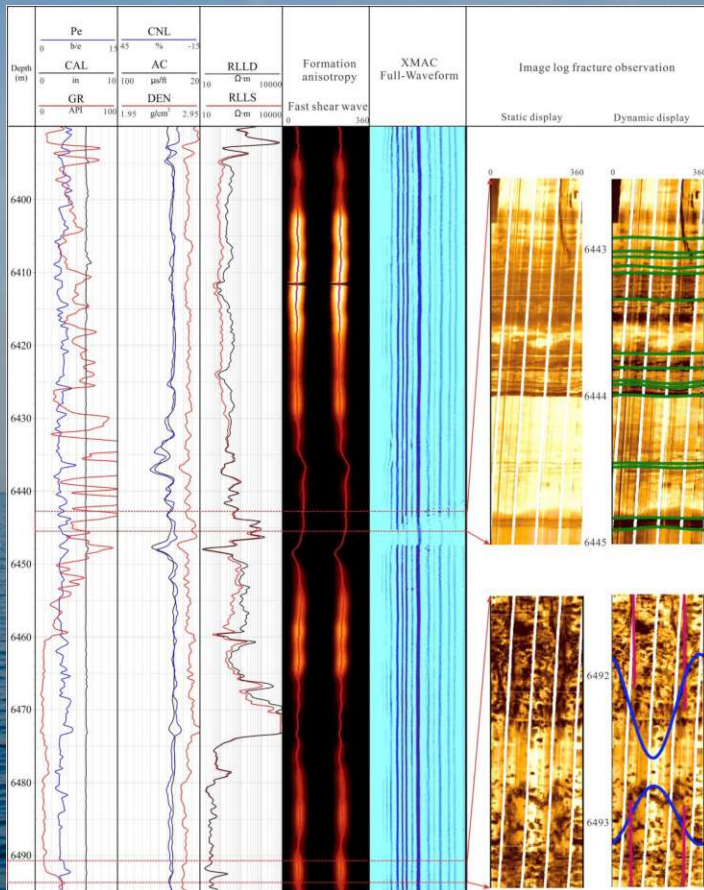
Portão 1 - Coletar informações ...

Reduzir as incertezas e riscos do projeto
previamente ao Portão de Avaliação da Oportunidade (Portão 1)

Informações básicas

- Poço pioneiro - Perfilagem, amostragem lateral, caracterização do óleo, água, contaminantes
 - Testes de formação
 - Dados para caracterização geomecânica
- Sísmica (alta resolução)
- Teste de Longa Duração (TLD) x Poços de delimitação x Uso de análogos (data lake)
 - Aquífero / mecanismos de reservatório
 - Garantia de escoamento

Dados de rocha



Perfilagem completa (RMN, Imagem ...)

Amostras laterais

Testes de Formação

Perfilagem de Produção (PLT)

Estimulação

Plano de Testemunhagem

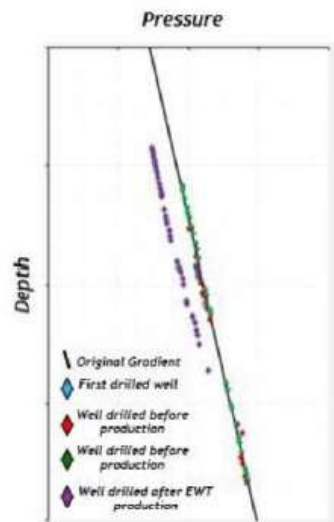
Plano de aquisição de informações

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0920410520307269#fig6>

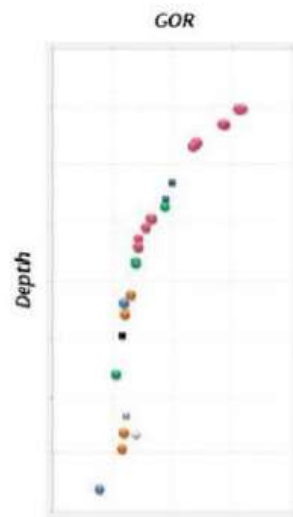


Dados de fluidos

Good lateral and vertical connectivity



Compositional gradient with depth



Clay minerals at lower parts of the reservoir structure

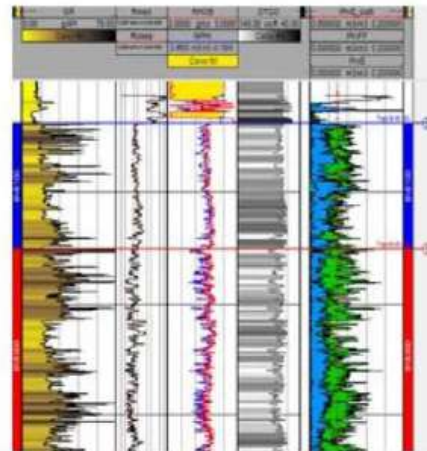


Figure 2—Some of the most important data gathered at early stages: essential to obtain a fast-track development with controlled risks.

Coleta de fundo - óleo

Ensaio PVT

Ensaio de PMM

Modelagem de gradação

Contaminantes

Parafinas

Asfaltenos

Coleta de água

- Incrustações

- Souring

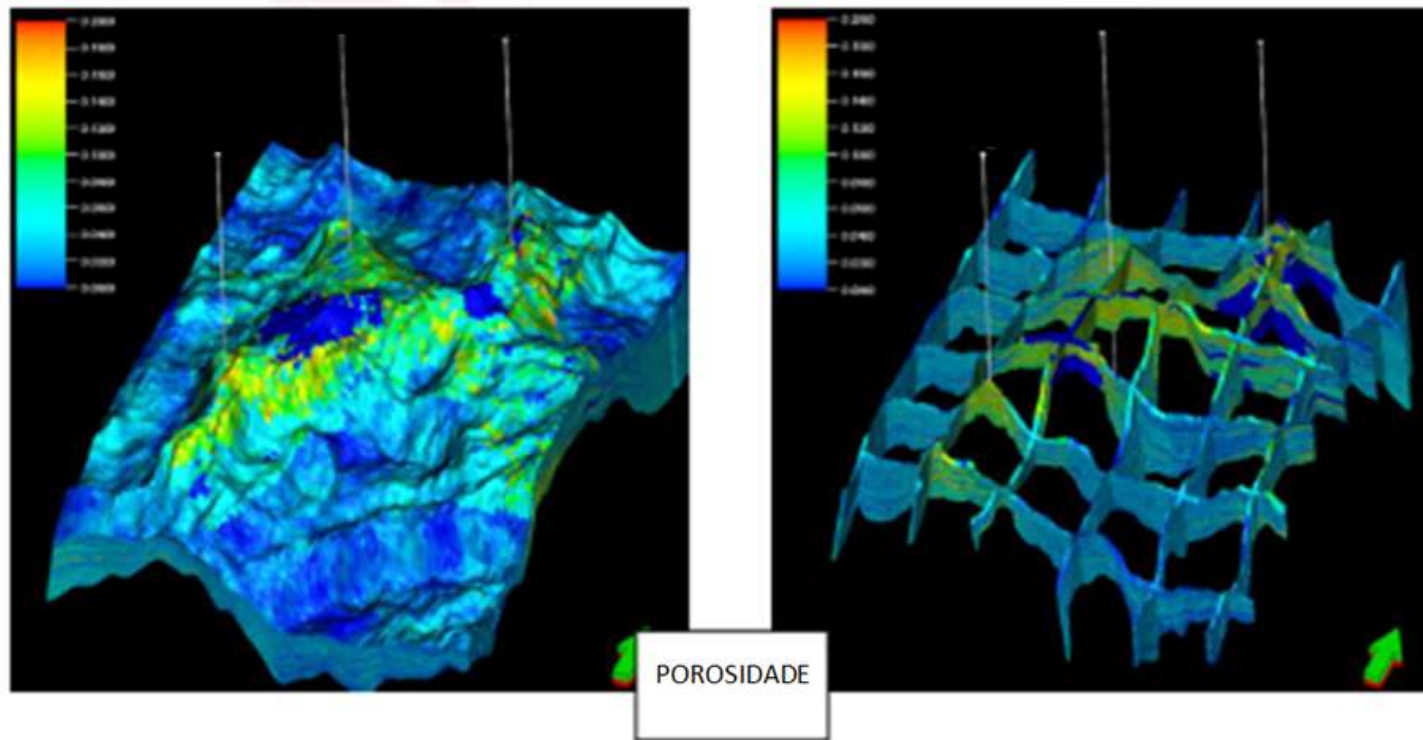
OTC 29043 – The Giant Lula Field: World's Largest Oil Production in Ultra-Deep Water Under a Fast Track Development – Becher Rosa et al





Caracterização Estática e Dinâmica

Caracterização Estática do Reservatório

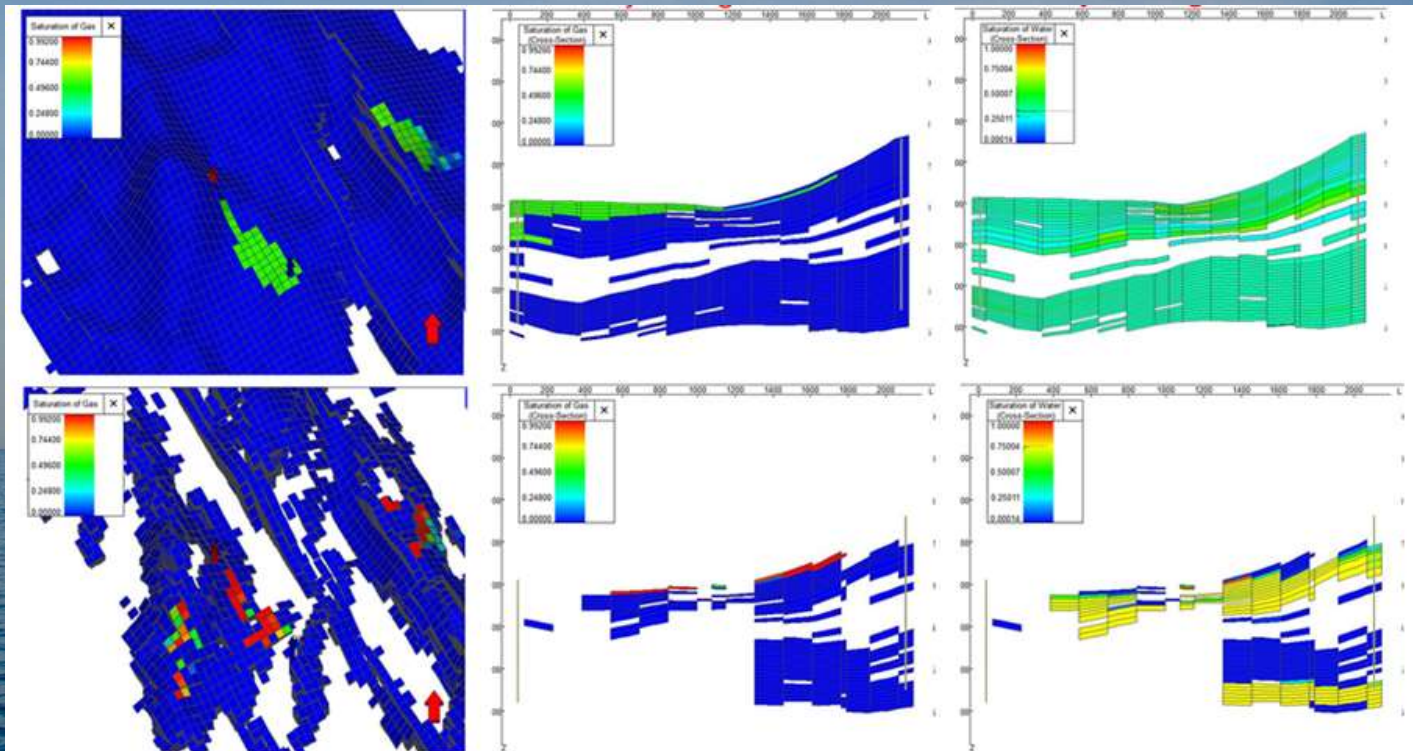


Dados: sísmica e poços
Inversão sísmica
Uso de análogos
Modelagem de fácies
Modelagem de fraturas
Falhas
Heterogeneidades críticas
Consistência com dados dinâmicos
Diversas realizações

Gerado pela PPSA - Exemplo



Caracterização Dinâmica do Reservatório

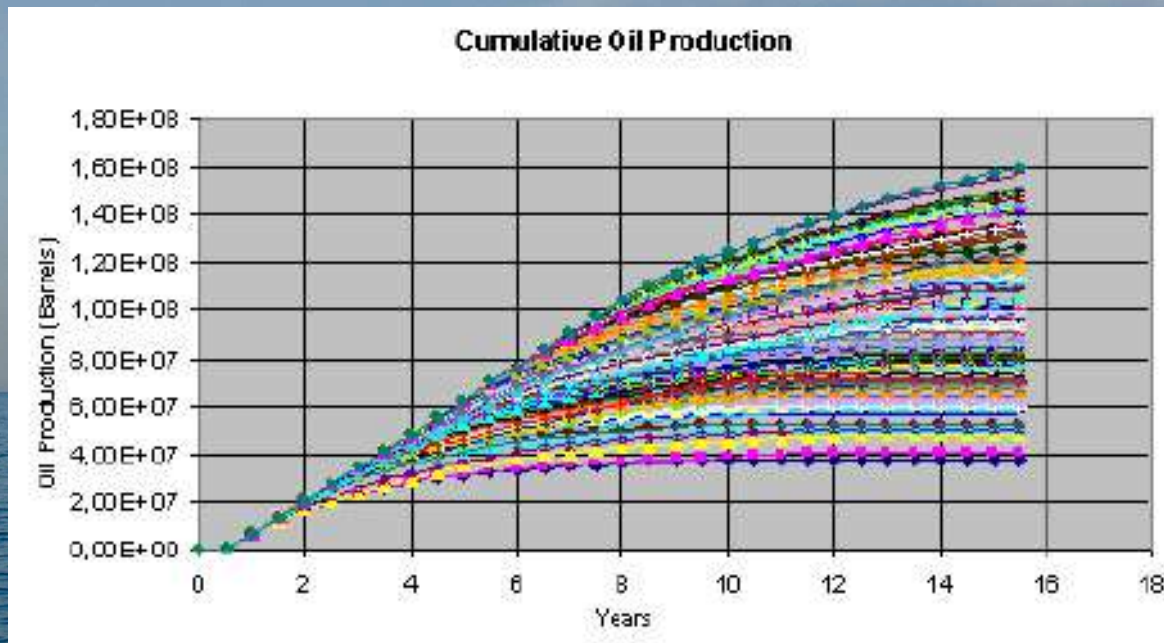


- Ajuste de histórico (TFRs, TLDs, Pilotos de Produção)
- Heterogeneidades críticas como objetos
- Mudança de escala (Kr, fluidos)
- Análise de incertezas
- Diversas realizações

Gerado pela PPSA - Exemplo



A faixa de incertezas é aceitável para seguir?



Cenários geológicos

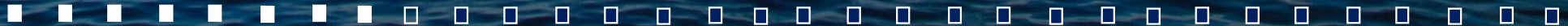
- Distribuição de fácies
- Heterogeneidades críticas
- Continuidade hidráulica
- Permeabilidades verticais e horizontais
- Modelagem de fraturas

Cenários devem ajustar o histórico (TFRs, TLDs)

Incertezas em propriedades dinâmicas

- Permeabilidades relativas
- Miscibilidade
- Dano progressivo nos poços

<https://www.pmi.org/learning/library/evaluation-projects-oil-sector-probabilistic-approach-8383>



A faixa de incertezas é aceitável para seguir?

Investir em Informações

- Aversão ao risco
- Usou exaustivamente as informações do “data-lake” e não são suficientes? Considerou análogos?
- Vale a pena coletar mais informações?
- Aquisição de informações adicionais (poços, TFRs, TLDs, Pilotos)

ou

Seguir com o projeto

- Assunção de riscos
- Estratégia da Companhia
- Antecipar o primeiro óleo pode aumentar o VME
- “Fasear” o Projeto
- Gerenciar as incertezas durante a implantação



Vale a pena mesmo coletar mais informações?

O Valor da Informação (VDI)

VDI = (VME com informação - VME sem a informação). Perfeição (%) – Investimento



Cenários:

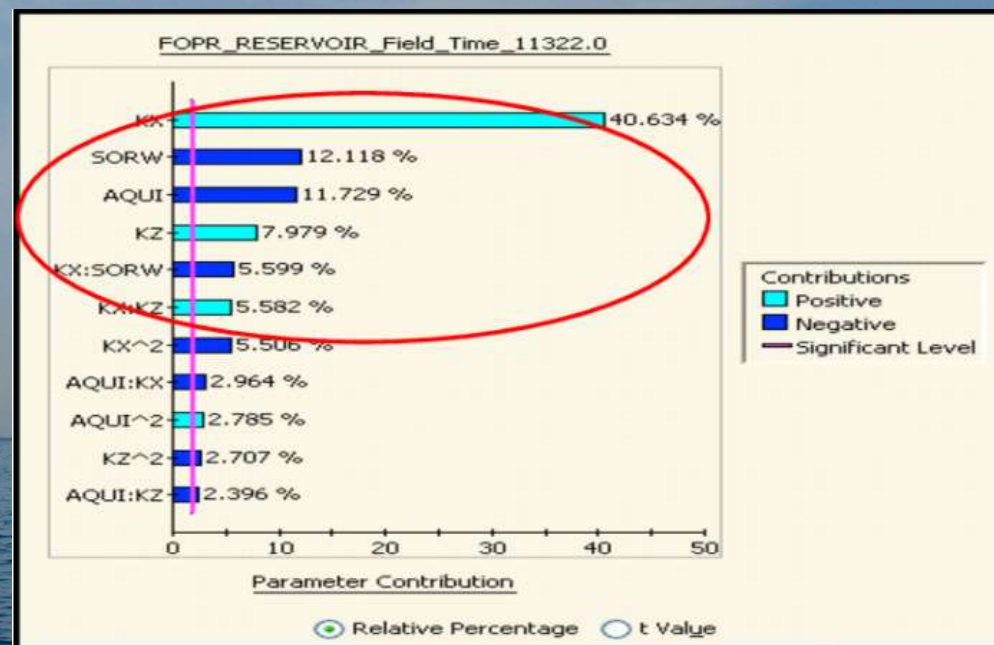
- Montecarlo
- Projeto de experimentos

Como obter as informações:

- Nova aquisição sísmica (HD)
- Perfuração de poço de aquisição de dados
 - Perfilagem completa?
 - Teste de Formação?
- Teste de longa duração
- Piloto de produção e injeção



Que informações adicionais devem ser obtidas?

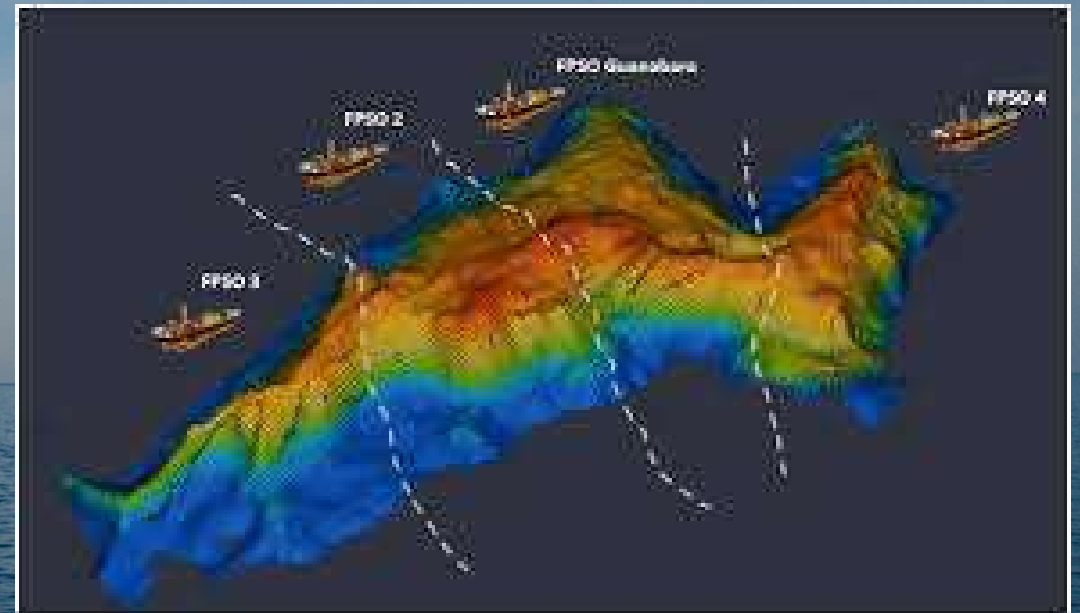
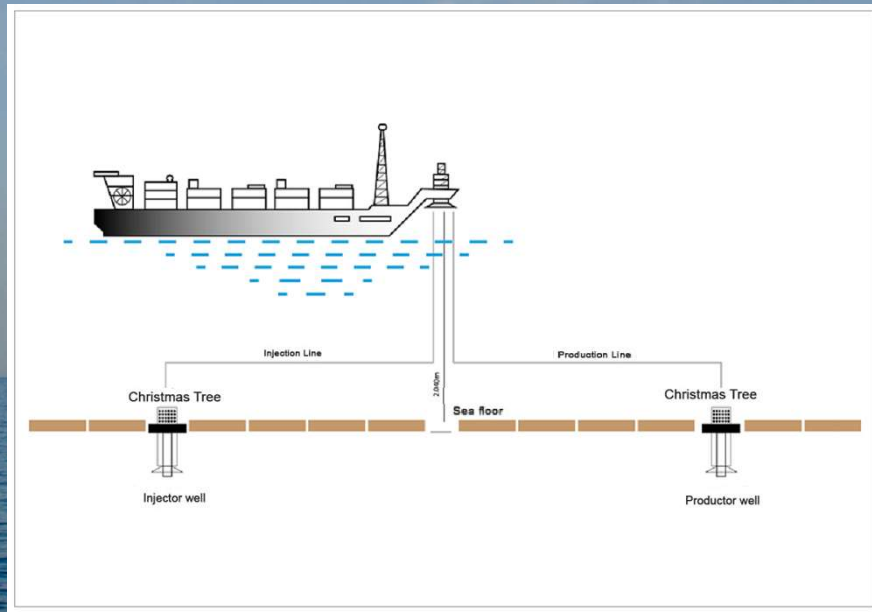


b. Tornado Plot of uncertainty parameters influencing the Cumulative Oil (Quadratic RSM model) Monte Carlo Optimization

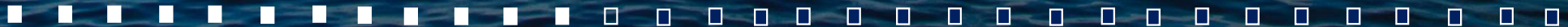
https://www.researchgate.net/figure/b-Tornado-Plot-of-uncertainty-parameters-influencing-the-Cumulative-Oil-Quadratic-RSM_fig4_254530660



Exemplo: Poços adicionais ou Teste de Longa Duração ?



OTC 29653

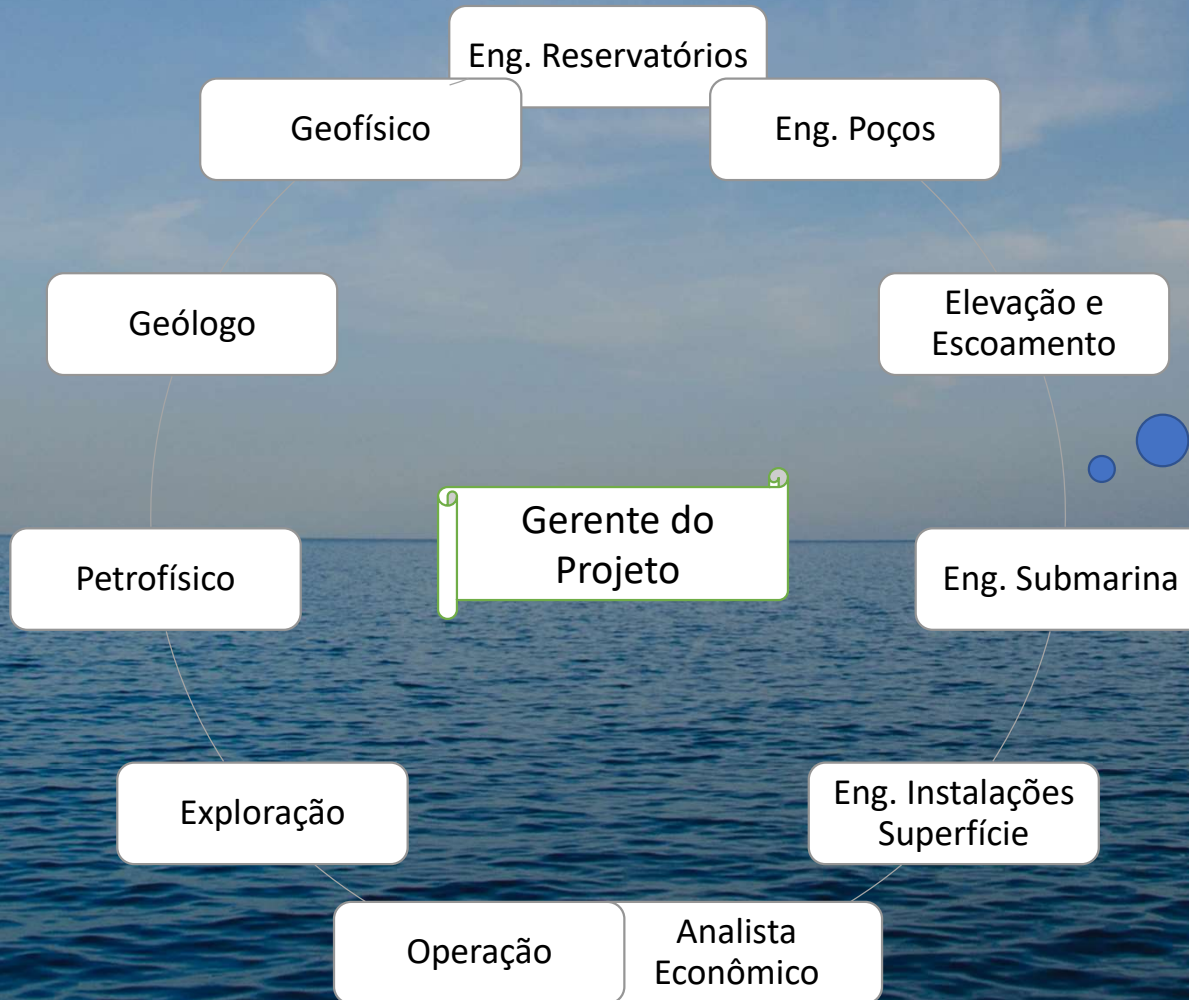




Portão 2 - Prontos para seguir com o projeto

Passando para o Portão 2 (Conceitual)

Equipe multidisciplinar: time de projeto



- Experiência em projetos em águas profundas: concepção, implantação e operação.
- Trabalho em equipe



Equipe multidisciplinar: time de projeto

Fazer as perguntas certas na hora certa: “E se” (“what if”)

Otimizar o todo, não as partes

“Atenção às interfaces”

Alguns exemplos do pré-sal:

- Compressores com peso molecular variável
- Valor da Completação Inteligente / número de zonas
- Poços com perfuração *back-to-back*?
- Manifolds ou piggy-back (loop)?
- Planos “B” (resultados das avaliações “what if”)



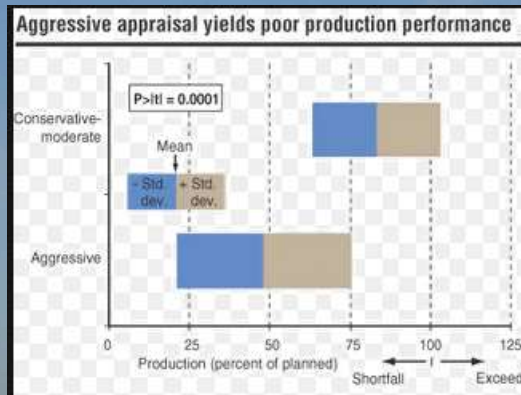
Quais são as diretrizes de projeto da Companhia?

- O que otimizar: FR? VPL? VPL/IA? Brent de Equilíbrio? Taxa de retorno? Tempo de Retorno? Limite de CAPEX para o projeto ?
- Métricas de reservatório, custos
- “Topside”: limites de peso, geração elétrica, eficiências operacionais etc
- Sistema de coleta e escoamento do óleo e gás
- Emprego de novas tecnologias
- Meio-ambiente (gerenciamento de água, emissões, etc)

- Gestão de mudanças
- Segurança operacional



Algumas Métricas de Reservatórios



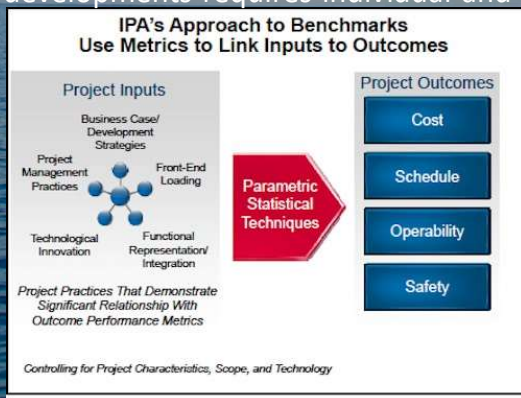
<https://www.offshore-mag.com/business-briefs/article/16755737/benchmarking-petroleum-asset-developments-requires-individual-and-system-focus>

Qualidade da campanha de “appraisal”

Ex: VOIP dividido pelo número de poços de “appraisal”

Teste de Longa Duração?

Relação entre os NPs (P10 e P90)



Velocidade de Drenagem (fração do VOIP / ano)

FR versus Volumes Porosos injetados (VPinj)

Corte de água (WCUT) versus FR

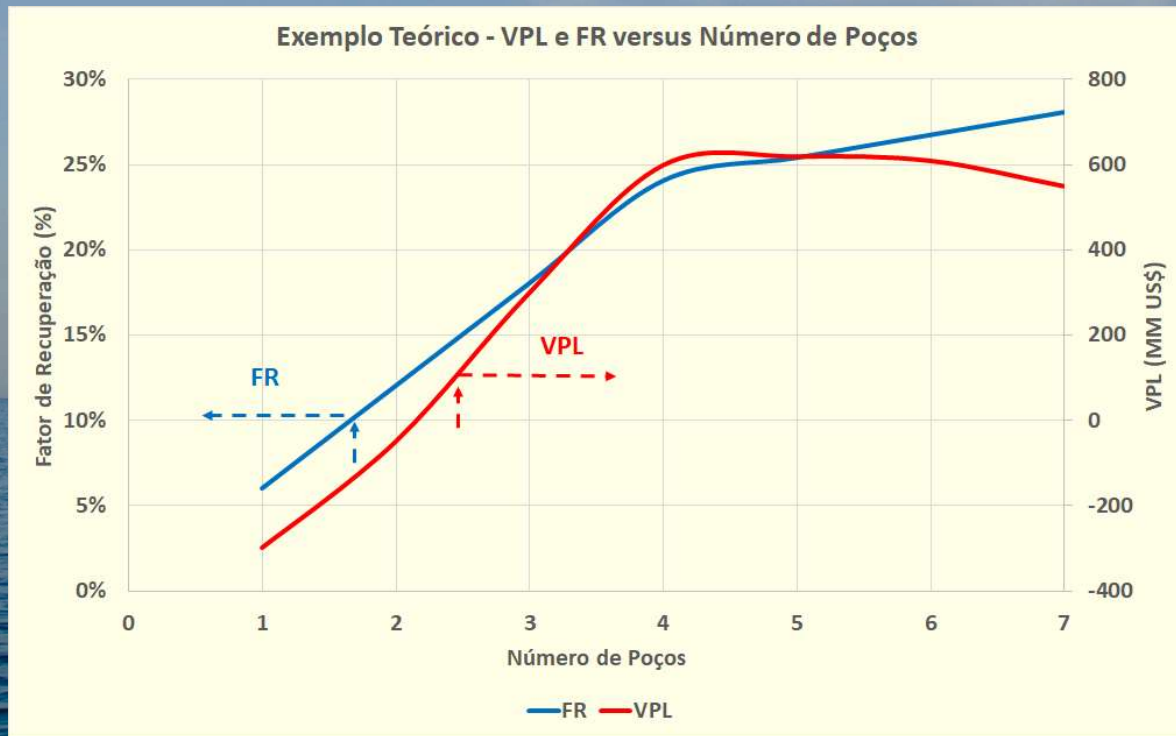
Corte de água (WCUT) versus Vpinj

Produções Acumuladas por poço

<https://www.ipaglobal.com/news/article/ipa-expands-capability-to-benchmark-wind-farm-projects/>



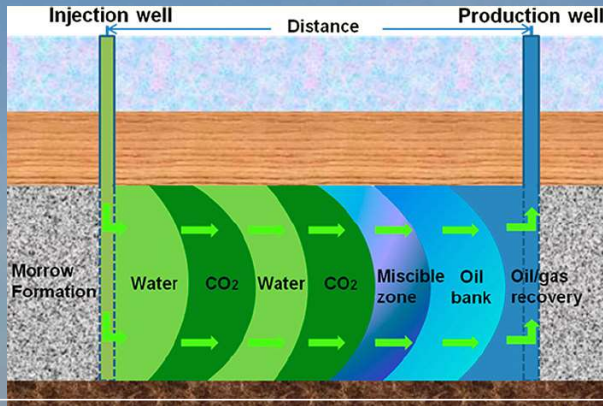
Como otimizar o Fator de Recuperação e o VPL?



- Método de recuperação
- Velocidade de drenagem
- Número e localização de poços
- Cronograma de poços / Poços “infill”
- Gerenciamento de reservatórios
- Robustez do projeto
- Número de volumes porosos injetados
- Cenário de preços do petróleo

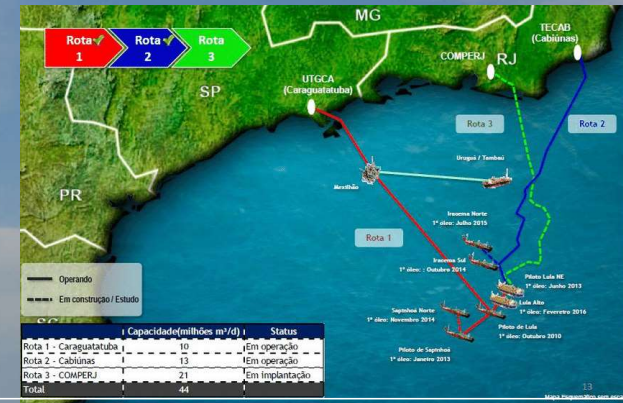


Gás: Reinjetar ou Escoar



- Características do reservatório
 - Drenagem gravitacional
 - WAG
- Miscibilidade
- Teor de CO2
 - Impacto na capacidade da planta
 - Hi-Sep

<http://www.anp.gov.br/arquivos/estudos/aproveitamento-gn-pre-sal.pdf>

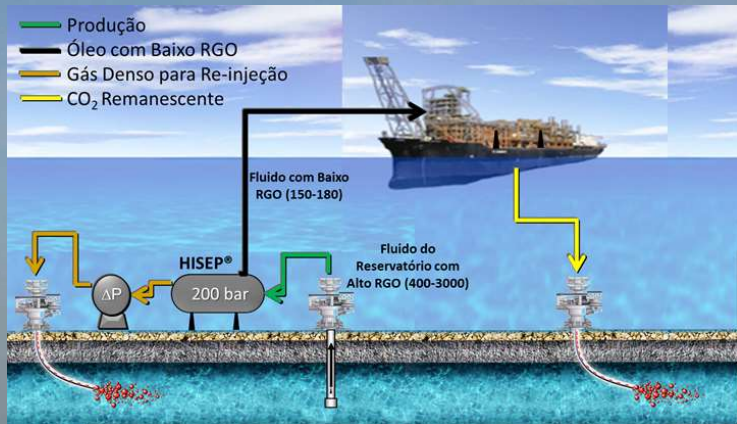


- Avaliação econômica:
 - Primeiro óleo
 - Comparação com reinjeção
- Teor de CO2
- Disponibilidade de rotas
 - Portfólio (perfil de produção - GA)
 - Mercado
 - Preço



Devemos prever novas tecnologias, a depender do TRL?

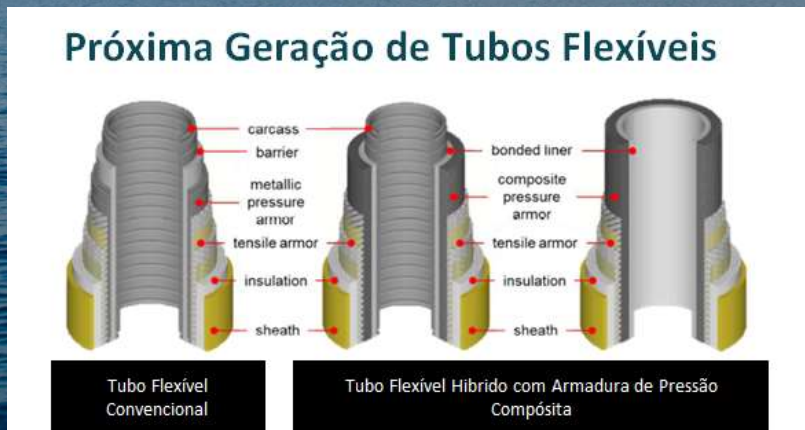
Exemplos de tecnologias para o Pré-Sal



Hi-Sep
(Petrobras)



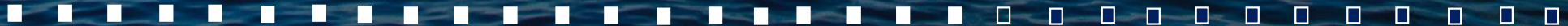
Membranas
CO2

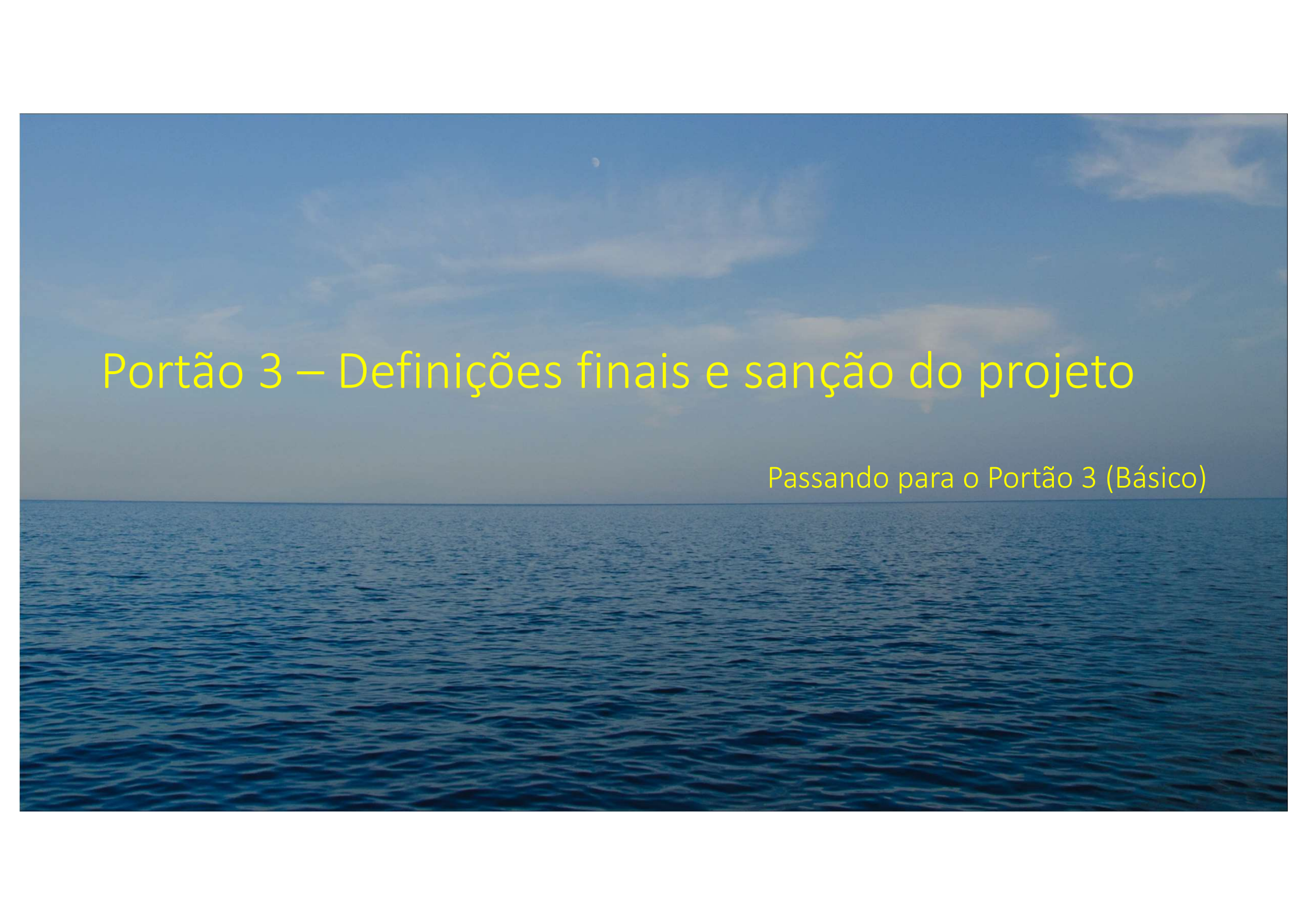


Risers
(SCC-CO2)



CTV



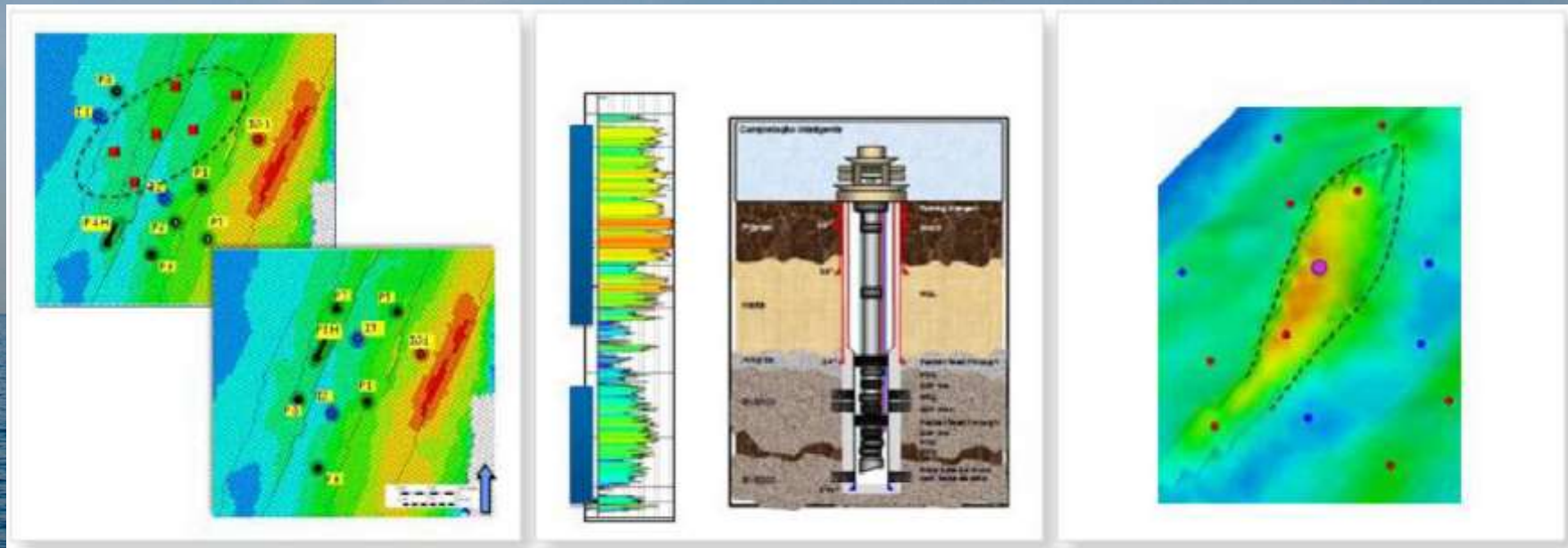


Portão 3 – Definições finais e sanção do projeto

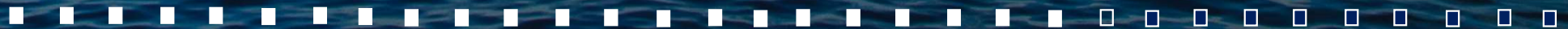
Passando para o Portão 3 (Básico)

Flexibilidade – Surpresas acontecem

Esteja preparado para reagir



OTC 29043 – The Giant Lula Field: World’s Largest Oil Production in Ultra-Deep Water Under a Fast Track Development – Becher Rosa et al



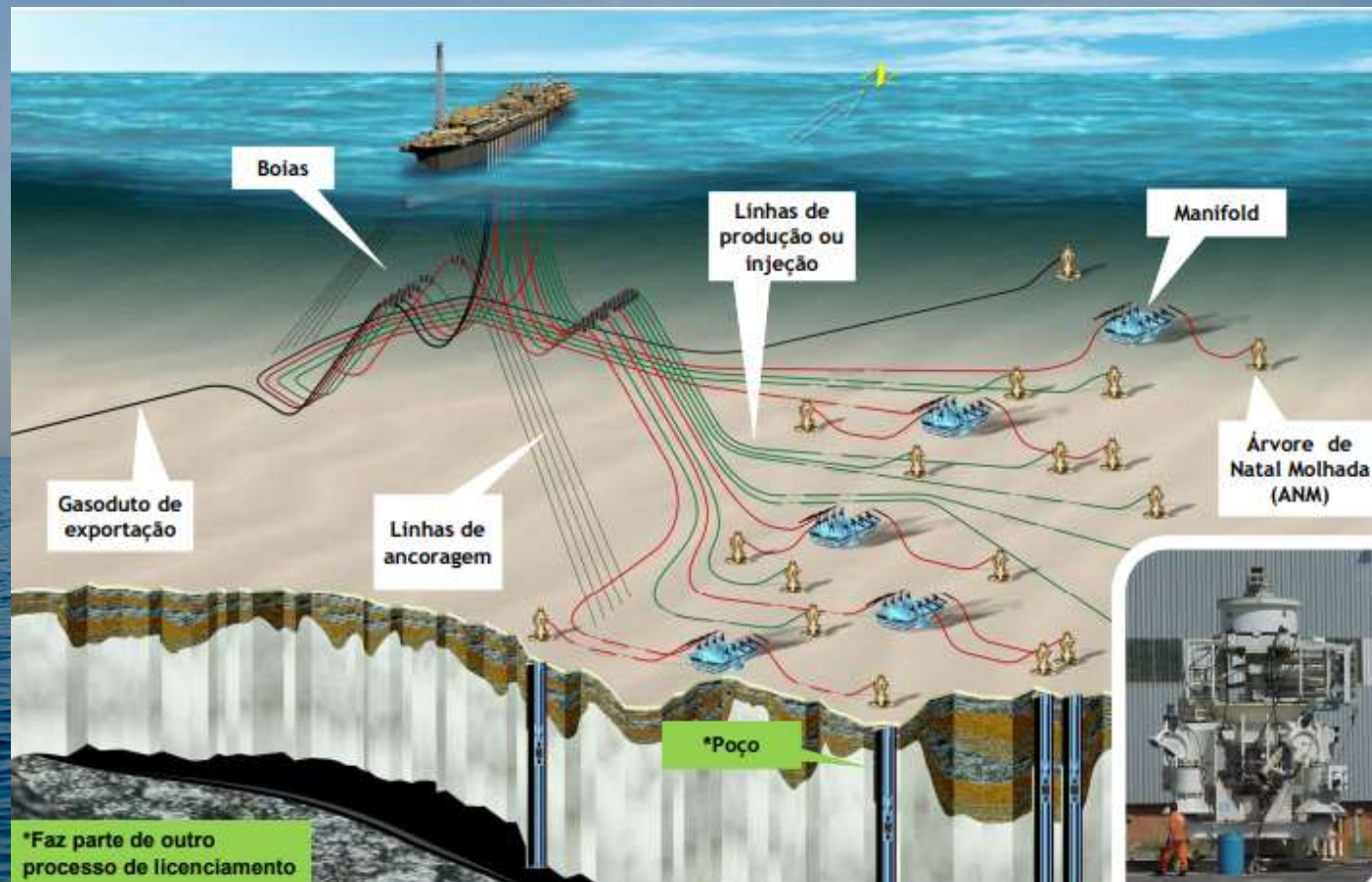
Que Flexibilidades prever?

- O caso Base é determinístico. Lidar com incertezas (reservatórios, escoamento)
- “Slots” adicionais de poços – representar no arranjo
- Poços conversíveis sem alteração no topside
- Completação seletiva (mecânica, inteligente, AICD)
- Escoamento de gás
- Desengargalamentos futuros da planta de processo
- Pensar na “revitalização” do campo
- O Valor da Flexibilidade (VoF) pode ser estimado de forma similar ao Valor da Informação



Concepção do projeto

Definição congelada na aprovação do Portão 3 (FID)



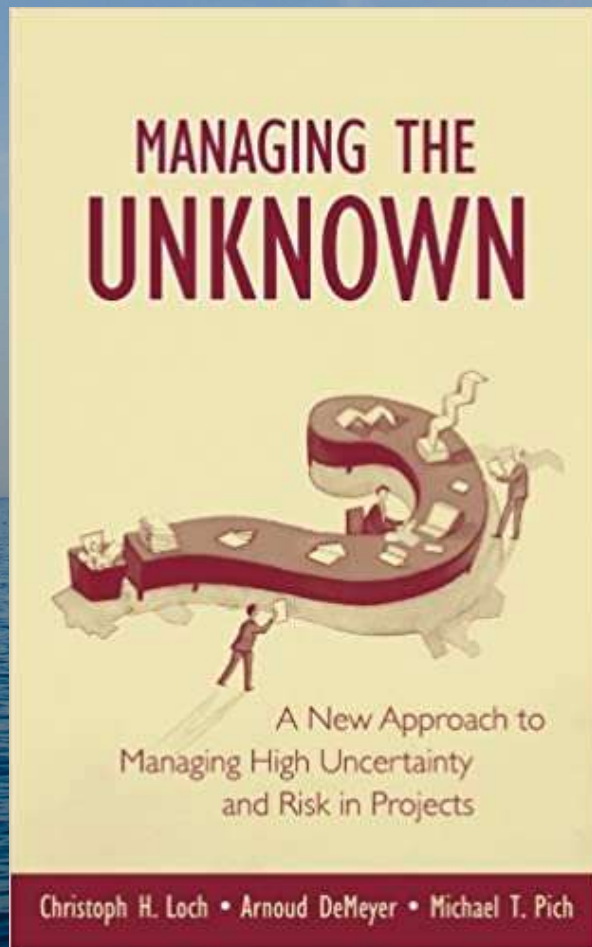
- Capacidades da planta
- Reinjeção de gás ou exportação?
- Pressão de operação
- Injeção de água, gás, WAG
- Injeção Periférica ou na malha
- Descarte de água ou reinjeção?
- Número de poços
- Cronograma de perfuração
- Satélites ou em loop?
- Manifolds?
- Flexíveis ou rígidos? Diâmetros?





Chegou a fase de implantar e operar...

Gerenciando as incertezas na implantação



Sucesso é alcançar os indicadores econômicos previstos

Cronograma de implantação: esclarecer as incertezas o quanto antes (ex: cronograma de poços)

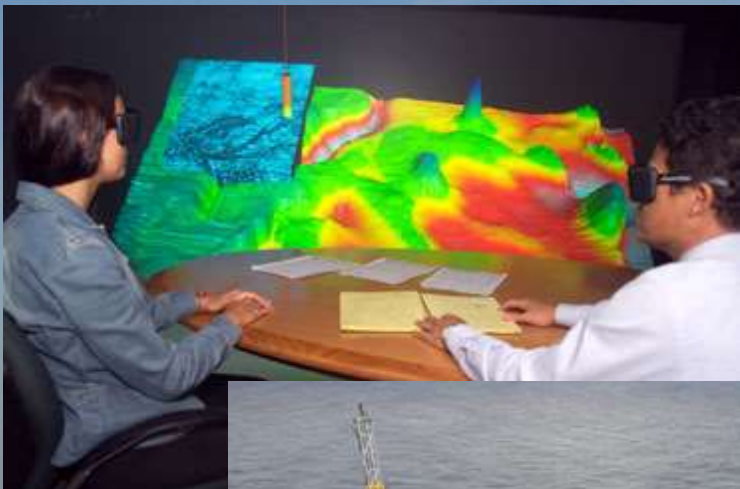
Coletar informações – “entender” o que o reservatório está dizendo

Agir proativamente – não demorar a atuar nos casos de desvio do previsto

Integração das áreas



Operação do Projeto



Reservatórios:

- Sísmica 4D (PRM, OBN, Streamer)
- Completação inteligente
- Controles proativos
- Traçadores
- Poços monitorados
- “Big loop”

Poços:

- Sem intervenção
- Tratamentos remotos

Sistema submarino:

- Monitoramento
- inspeção / manutenção

UEP: manutenção / Segurança



A wide-angle photograph of a calm ocean under a clear blue sky. A thin crescent moon is visible in the upper left quadrant. The horizon line is straight and divides the image roughly in half. The water has a deep blue hue with gentle ripples. The text 'Pensar no amanhã é importante...' is centered horizontally and vertically in a bright yellow font.

Pensar no amanhã é importante...

Transformação Digital

O que temos?

- Uma quantidade enorme de dados (“*data lake*”)
- Que aumenta a cada dia, com o uso de sensores em tempo real
- Diferentes sistemas com dados em formatos e arquivos diferentes

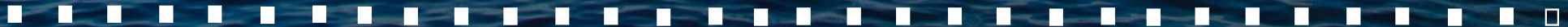
O que precisamos?

- Analisar e transformar informações em conhecimento
- Ler e armazenar grandes quantidades de informações sísmicas, documentos em papel ou em bancos não estruturados, com foco na integridade e confiabilidade das informações

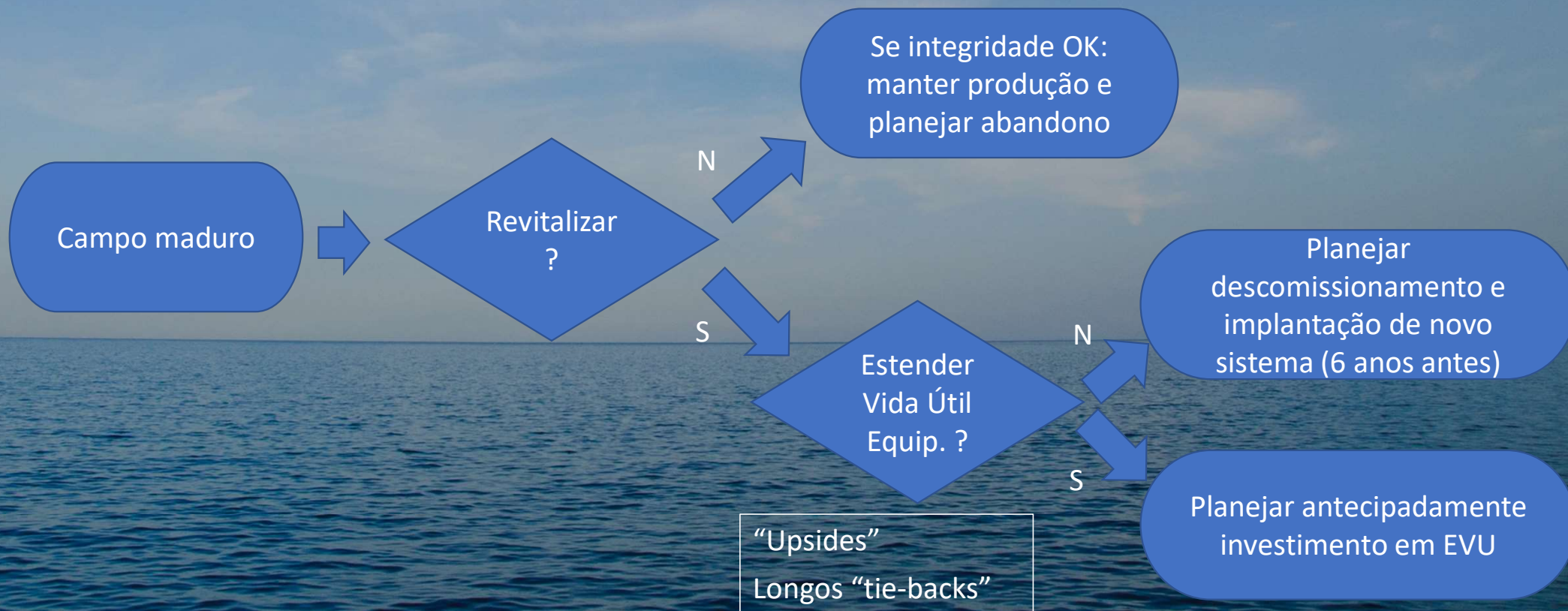
Como implementar?

- Plataforma integrada de dados
- Ferramentas de “*machine learning*”
- Algoritmos otimizados de processamento dos dados
- Computação de alto desempenho (nuvem)

McKinsey, 2015 (CNBC 20154; 2015)
“A indústria de óleo e gás gera valor a partir de somente 1% dos dados que adquire.” As Companhias que usarem mais e melhor os seus dados vencerão.”



“Revitalização”: o futuro chega



A photograph of an offshore oil rig in the middle of the ocean. The rig is a complex structure with a tall central tower and various platforms. The sea is dark blue with white foam from the boat's wake in the foreground. The sky is blue with scattered white clouds. The text is overlaid on the image in yellow.

Agradecimento à Pré-Sal Petróleo S.A. (PPSA) pela
autorização para apresentar a palestra

SPE Brasil – 3ª.f. Técnica – 24/11/20

Antonio Carlos Capeleiro Pinto

Antonio.Capeleiro@gmail.com