

# A METODOLOGIA GERISK NA CONSTRUÇÃO E MANUTENÇÃO DE POÇOS DE PETRÓLEO & GÁS: VALE A PENA EMBARCAR NESSA?

Arlindo Antônio de Souza (1)

Maria Teresa R. Fuess (2)

## RESUMO

Diante de um mercado cada vez mais competitivo, os projetos em geral necessitam de uma maior robustez, previsibilidade e controle, ou seja, de confiabilidade, para que possam atingir a eficácia e eficiência desejadas. Sobretudo num cenário complexo, de incertezas e requisitos socioambientais mais restritivos, - como é o caso do pré-sal brasileiro – ou, ainda, na viabilização de campos marginais, faz-se condição necessária o uso integrado da Engenharia da Confiabilidade e da Aprendizagem Organizacional, suportados por uma Análise de Risco criteriosa e aliados a um Sistema de Gestão efetivo.

A proposta desse trabalho é mostrar a metodologia probabilística - em uso desde 2000 na área de Construção e Manutenção de Poços de Petróleo - que considera as incertezas e utiliza como ferramentas: Estatística, Análise de Risco, Simulação de Monte Carlo, conceitos da Confiabilidade e do PAS55 / ISO 55.000 além de softwares (Weibull, Xfmea, Crystal Ball etc.) e aplicativos proprietários. Serão apresentados os Macro Fluxos indicados para projetos da Construção de Poços Exploratórios, Explotatórios e para EVTE-AS de Campos Maduros. A ênfase está no - O QUE FAZER, no - COMO FAZER (FEL 1, 2, e 3) e no AWC utilizado na Implementação (FEL 4). Para as fases 5 (Pré-Operação Monitorada), 6 (Operação) e 7 (Desativação e Abandono) serão comentados os procedimentos experimentais que buscam a melhoria da eficiência operacional.

## 1. Introdução

As atividades do setor de petróleo e gás, por envolverem altos riscos e incertezas associados a um alto investimento, exigem adequado Gerenciamento de Projetos. A importância desse gerenciamento é visível, sobretudo, em projetos pioneiros onde poucos dados são disponíveis, envolvem maiores incertezas e inovações técnicas ou estratégias diferenciadas são requeridas. Neste contexto, o uso de metodologias e ferramentas que permitam a identificação, qualificação, mitigação, quantificação, monitoramento e minimização dos fatores de risco e seus impactos tornou-se uma prática necessária para o alcance do sucesso dos no segmento E&P.

(1) GERISK PETROLEO, Diretor Técnico

(2) GERISK PETROLEO, Diretora Comercial

Dentro de uma visão holística, em cenário competitivo, a Área de Poços da PETROBRAS, desde 2000, além das técnicas propostas por organizações como PMI (Project Management Institute) e IPA (Independent Project Analysis), tem utilizado procedimentos, critérios e orientações customizados que buscam a Mitigação dos Riscos e Incertezas (sempre presentes nos projetos), a melhoria das Estimativas de Prazo e Custo (orçamentação probabilística), uma interface coordenada das Tarefas e Atividades e, mais recentemente, a Integração dos envolvidos internos e externos (*stakeholders*) ao projeto.

Em uma visão convencional, um projeto é inicialmente concebido e planejado, depois passa à etapa de execução e, ao final, as lições aprendidas são registradas e incorporadas em projetos futuros. Entretanto, projetos com cronograma comprimido utilizando a técnica de paralelismo, os chamados *Fast Tracking*, atualmente têm sido dominantes no segmento de Exploração e Produção de petróleo e gás (E&P). Em particular na produção de petróleo, onde o desafio consiste em antecipar a exploração sem, no entanto, comprometer a segurança, atendendo às exigências socioambientais cada vez mais restritivas e, ainda, maximizando o VPL (Valor Presente Líquido) e a recuperação dos hidrocarbonetos.

Nesse cenário, na Área de Poços, em particular na sua Construção e Manutenção, onde o paralelismo é frequente, é que surgiu o *Adaptive Well Construction* – AWC. O conceito tem como base o uso de Tecnologias Modernas, Inovação e um PMO (*Project Management Office*) Flexível e Ágil (principalmente operacional) e foco no Resultado de todo o Portfólio, tornando o projeto adaptável a mudanças rápidas e constantes. A meta é a mitigação dos impactos negativos nos Prazos e nos Custos, mantendo o Escopo, a Segurança, a Integridade e a Qualidade Mínima Especificada. Muitos associam o conceito ao uso intensivo da Computação, da Automação e até da Robótica.

A Engenharia da Confiabilidade é o ramo da engenharia voltado para o estudo da confiabilidade do sistema, durante o seu ciclo de vida e dentro de uma visão holística. São duas as formas básicas utilizadas na confiabilidade: a Qualitativa onde se estuda os modos de Falha e suas consequências para o funcionamento do sistema e a Quantitativa onde, pela medição do número de Falhas, numa abordagem estatística, o sistema é modelado por uma função de distribuição de probabilidade (pdf). A metodologia adotada usa as duas.

A Gestão de Ativos consiste em boas práticas que podem ser utilizadas pelas organizações para alcançar o resultado desejado de forma sustentável. O IAM (*Institute of Asset Management*) define Gestão de Ativos como sendo a ação coordenada de uma organização para realizar valor com seus Ativos. Um Ativo se caracteriza por todo objeto (tangível ou intangível) que uma empresa pode controlar e que tenha algum valor real ou potencial. Equipamentos, contratos, máquinas, marcas, materiais, know-how, são alguns exemplos.

A Gestão de Ativos abrange todo o ciclo de vida de um ativo, desde sua aquisição até o seu descarte e na ISO 55000 é definida como uma atividade coordenada de uma organização para obter Valor a partir dos seus Ativos.

A Aprendizagem Organizacional pode ser entendida como o alcance de novos, múltiplos e contínuos conhecimentos sobre as dinâmicas e demandas

corporativas dentro e fora da empresa. Embora se busque uma formalização do conhecimento, dados indicam que cerca de 80% do que aprendemos em nosso ambiente de trabalho se dá de maneira informal, ou seja, através dos exemplos dos líderes, colegas, da tentativa e erro, e, particularmente, pela troca e acúmulo de experiências. Isso, porém, não significa que aquilo que aprendemos em cursos e treinamentos não possa ser aplicado efetivamente no trabalho na empresa. A Aprendizagem Organizacional é uma junção de conhecimentos formais e informais, que permite à organização criar seus próprios Modelos de Gestão de acordo com as suas necessidades e pautados no alcance dos resultados.

A Gestão de Ativos, a Confiabilidade e a Aprendizagem Organizacional tem início ainda na fase de elaboração do projeto Exploratório e tem por foco aumentar a previsibilidade dos resultados esperados para o projeto (As Built, Prazo, Custo e VPL). O EVTE(AS), o AWC bem como a busca do uso eficiente dos Recursos, a estimativa probabilística dos prazos e custos e, a manutenção probabilística (workover) ao longo de todo ciclo suportado por um PMO operacional com foco na otimização do portfólio é o Modus Operandi proposto para o segmento E&P.

## **2. Gestão de Projetos na Engenharia de POÇOS**

Um projeto, na sua essência, tem a finalidade de equacionar satisfatoriamente um ou mais fatos geradores (problema, necessidade ou oportunidade). Na Engenharia de POÇOS não é diferente e, para isso, a partir de uma análise criteriosa do Problema, da definição clara do Escopo e do Cenário o Fluxo adotado é composto de três níveis: INPUTS, PLANS e OUTPUTS.

1- *INPUTS* (definição): a partir do Diagnóstico PRELIMINAR onde é analisado o fato gerador, devem ser especificados cinco itens para caracterização do Escopo e Cenário do projeto:

### **1.1 ESCOPO:**

- 1.1.1 Especificação do Produto e/ou Serviço de forma clara, objetiva e sucinta;
- 1.1.2 Objetivos Priorizados: não raro, um projeto tem *stakeholders* com interesses diferentes ou até conflitantes (exemplo: menor custo e maior qualidade). Assim, necessário se faz uma priorização interna desses objetivos;
- 1.1.3 Critérios de Aceitação do Projeto: deve conter todas as especificações relevantes e a Qualidade Mínima Aceitável. É obrigatório a partir do FEL 2;
- 1.1.4 Projeto Integrado com Macro Detalhes: um macro fluxo onde devem ser detalhadas as Interfaces, Interdependências e Responsáveis. A finalidade é promover uma “Visão Holística” e dar uma ideia da Complexidade do Projeto. É obrigatório a partir do FEL 2;
- 1.1.5 Outros: especificidades e particularidades devem aqui ser descritas com detalhes;

## 1.2 CENÁRIO:

- 1.2.1 Recursos Disponíveis: capacitação, performance esperada (justificada), experiência e conhecimento da área (são itens obrigatórios a partir do FEL 2);
- 1.2.2 Premissas, Restrições e Condicionantes: inclui o *Design* (projeto técnico a ser executado), o levantamento das Informações (disponível x desejável), além dos principais Riscos e Incertezas (lembrar que vinte por cento dos Riscos são responsáveis por oitenta por cento dos Impactos no Resultado - *As Built*, Prazo e Custo Realizados);
- 1.2.3 Aspectos Legais e Sociais do Projeto: inclui o atendimento a portarias, padrões, procedimentos legais, e ainda, acordos com as Comunidades e ONGs;
- 1.2.4 SMES (Saúde, Meio ambiente, Eficiência energética e Segurança do trabalho): incluem restrições, procedimentos, critérios e Normas (internas e externas);
- 1.2.5 Outros: especificidades devem, aqui, ser descritas com detalhes:

2- *PLANS* (planejamento operacional): onde são definidas e validadas as Estratégias e Premissas a serem adotadas (tipo de projeto, modus operandi, equipes etc.), as análises de Riscos e Incertezas efetuadas (SMP, APRI, Hazid e similares) e, ao final de cada FEL (1, 2 e 3), a estimativa de Prazo e Custo deve ser atualizada a partir das novas informações disponíveis;

3- *OUTPUTS* (produto e/ou serviço pronto): aqui é obrigatório responder às perguntas abaixo, disponibilizando-as na base de dados existente:

- 3.1 Os critérios de Aceitação do Projeto foram atendidos? Justificar e mostrar evidências;
- 3.2 Comparar o *As Built*, o Custo e o Prazo Realizados com o que foi Planejado no FEL 1, 2 e 3. Justificar e mostrar evidências;
- 3.3 Quais as Lições Aprendidas? Foram utilizadas no próprio projeto? Justifique e mostre evidências. O que fazer diferente em situação similar? Justifique e dê exemplos. Existe algo (fato ou conhecimento) que gostaria de acrescentar? Justificar se a resposta for negativa.

Na Figura I é apresentado o Macro-Fluxo descrito para – O QUE FAZER - na Engenharia de POÇOS são efetuados três ciclos completos até se chegar ao FEL 4:

FEL 1: fase de Identificação da Oportunidade (*Front End Loading*, metodologia IPA: Independent Project Analysis adaptada e customizada);

FEL 2: Projeto Conceitual;

FEL 3: Projeto Básico; para detalhamento, correções, ajustes para apoiar a Tomada de Decisão e elaboração do Projeto Executivo (FEL4).

Antes de ser iniciado o FEL 4 é obrigatório a realização de uma Análise dos Riscos e Incertezas do tipo Hazop ou similar. As alterações de Escopo, Prazo e

Custo efetuadas em cada FEL deverão ser registradas, justificadas e deverão fazer parte do Relatório Final do Projeto.

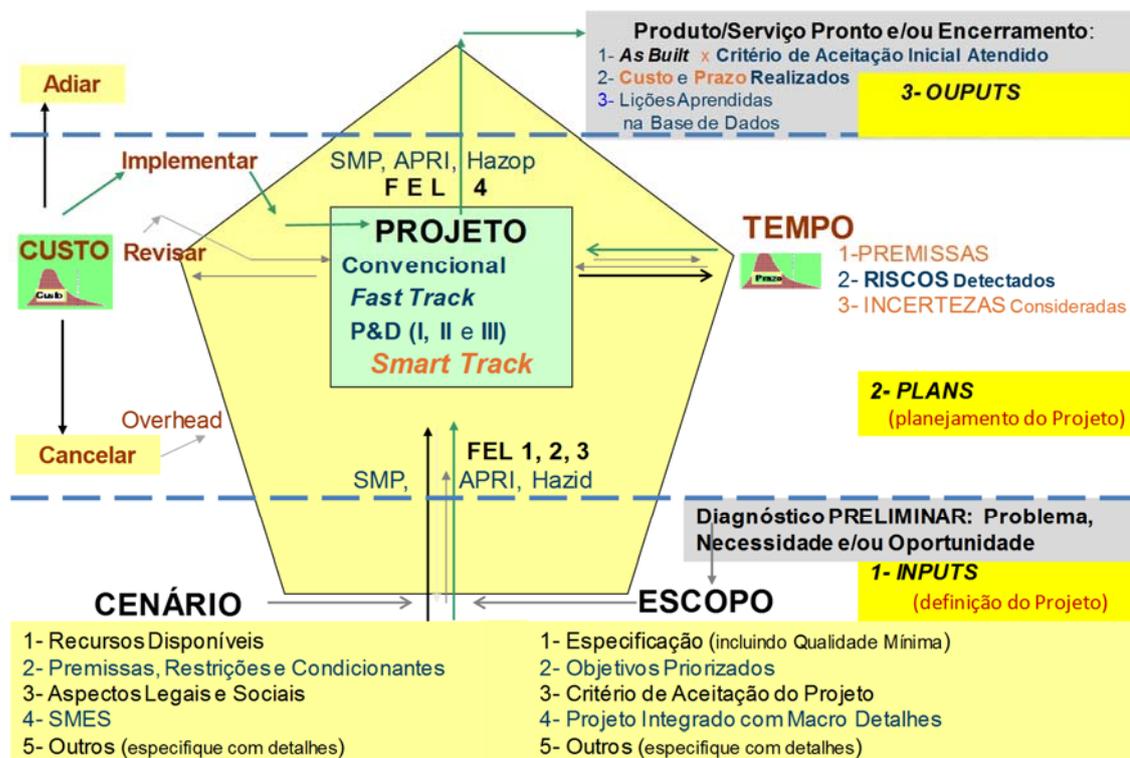


Figura I: Engenharia de POÇOS - Fluxo do Projeto – O QUE FAZER

Nos projetos específicos de Construção e Manutenção dos Poços utiliza-se, ainda, dentro de cada ciclo do – O QUE FAZER -, conceitos adaptados da Gestão dos Ativos com Confiabilidade (ISO 55000) para o – COMO FAZER – num procedimento que denominamos de *SMART TRACK*. Na Figura II são mostrados os cinco Passos para Identificação e Mitigação dos Riscos presentes no Projeto (Pareto 80-20) e posteriormente a elaboração da estimativa de prazo e custo considerando as Incertezas remanescentes.

1º Passo (FEL 1): a partir do Diagnóstico PRELIMINAR do Projeto, do ESCOPO e CENÁRIO efetuar uma atualização incluindo possíveis novos Dados e Informações e, se for o caso, validar com o representante dos *stakeholders* (nivelar informações) e elaborar a primeira estimativa de prazo e custo especificando o range de incerteza considerado (mínimo, mais provável e máximo);

2º Passo (FEL 2): identificar possíveis formas de viabilizar o Projeto (alternativas). Selecionar e ranquear um máximo de cinco alternativas para o passo seguinte. No caso de existir um número superior, as não selecionadas deverão ser reconsideradas somente no caso de não se conseguir atender aos Critérios de Aceitação do Projeto ao final do 5º Passo. Quanto às regras de classificação, devem ser previamente definidas pela Equipe e validadas com os *Stakeholders* do Projeto;

3º Passo (EVTE(AS)): obrigatório a partir do FEL 2, o Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica do Projeto considerando as incertezas, os impactos

**Ambientais e Sociais** e possíveis influências no Resultado do Projeto (*As Built*, Prazo e Custo). Nesse passo deverá ser aplicado o Macro Fluxo do – O QUE FAZER - da Figura I para cada uma das alternativas selecionadas, fazendo a Identificação dos principais Riscos, avaliando as Incertezas e os aspectos socioambientais envolvidos. Um relato dos Riscos avaliados e priorizados com justificativas é item obrigatório do EVTE(AS);

4º Passo (Análise de Risco e Otimização): recomendável a partir do FEL 1 e obrigatório a partir do FEL 2. A partir dos Riscos mapeados, deve ser utilizada ao menos uma ferramenta de Análise dos Riscos e Incertezas (*Drill Well on Paper*, Hazop etc.) considerando o Pareto (80-20) e, se for o caso, providenciar o detalhamento com análises específicas (APRIs ou similares) feitas e documentadas por Equipe composta de 3 a 5 especialistas;

5º Passo (Monte Carlo): a partir das Premissas, Critérios, dos valores Mais Provável, Mínimo e Máximo esperados para cada Tarefa Operacional ou Atividade, e ainda, dos Riscos Detectados, deve-se construir o Modelo (sequencia operacional a ser executada) e Rodar a Simulação de Monte Carlo para obter a pdf (*probability density function*) dos Prazos e Custos do Projeto para cada alternativa.

Concluído o 5º Passo para cada uma das Alternativas estudadas, uma Equipe Multidisciplinar deve responder, por escrito, à pergunta: “O planejamento do Projeto proposto atende aos Critérios de Aceitação definidos no ESCOPO?” Justifique. As Alternativas com resposta afirmativa deverão ser apresentadas aos *Stakeholders* que deverão registrar seus comentários. A Seleção Final deve, ainda, considerar o CENÁRIO existente e a ESTRATÉGIA escolhida. O objetivo é a elaboração de um Projeto Otimizado, Sustentável e tão Rápido quanto Possível. Cabe ressaltar, no entanto, que o procedimento e a Documentação elaborada são “ferramentas de apoio” e tem por objetivo apoiar a tomada de DECISÃO que caberá sempre ao DECISOR.

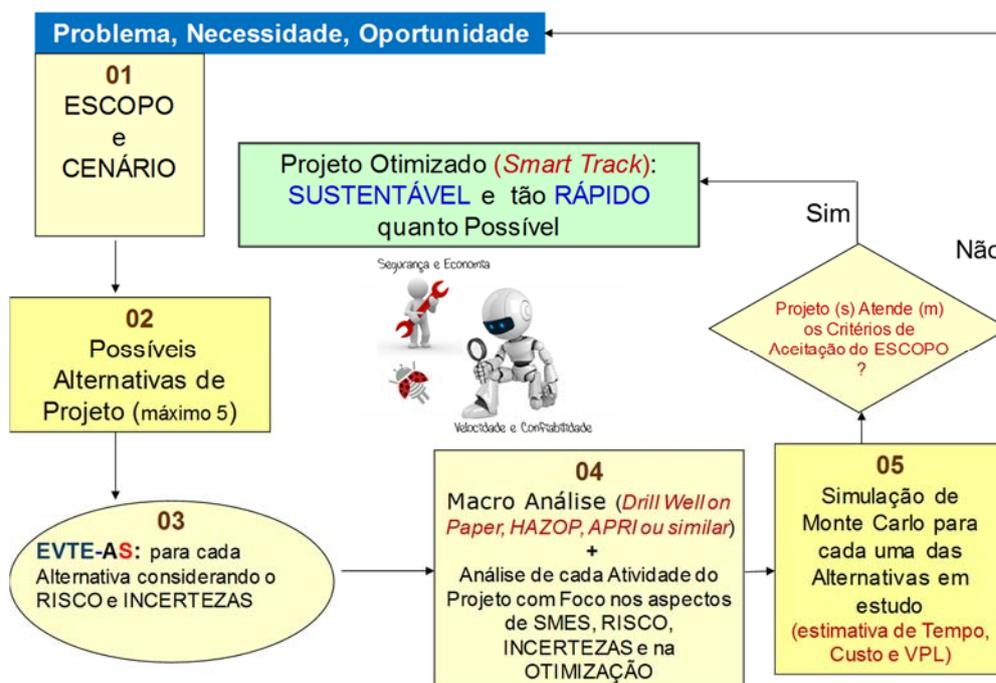


Figura II: Construção e Manutenção de Poços – COMO FAZER

Em geral, cinco premissas são assumidas na metodologia, e a não adoção de qualquer uma delas necessita ser justificada e ter o seu impacto analisado e documentado.

São elas:

- a) o Projeto será executado de acordo com a Sequência Operacional proposta na Modelagem, validada pelo Cliente e utilizada como base para a Simulação de Monte Carlo;
- b) será utilizado o procedimento AWC ou similar - flexibilidade e agilidade operacional - na sua implementação;
- c) SMES é sempre a primeira Prioridade;
- d) é obrigatório classificar as prioridades dentre VPL, Prazo, Custo, Validar Hipótese Exploratória (detalhar) e Outro (necessário especificar e justificar);
- e) critérios específicos definidos pela Equipe Multidisciplinar do Projeto (máximo 21).

### **3. AWC – Adaptive Well Construction na Área de POÇOS**

Em geral, o objetivo do Tomador de Decisão é maximizar o Valor Agregado. Nos Projetos de E&P, isto normalmente se traduz em produzir o maior percentual possível de hidrocarbonetos e otimizar o VPL – Valor Presente Líquido – do Projeto.

Já a utilização da Automação busca a redução do Tempo e/ou Custo, melhoria da Qualidade, aumento da Segurança, Integridade e ganho de Produtividade.

A Automação, em geral, permite incremento da Velocidade e da Confiabilidade. Cabe, no entanto, observar que maior Velocidade e Confiabilidade não necessariamente significam maior Segurança Operacional e maior Economia (custos mais baixos) que é o que estamos buscando.

O uso dos conceitos do AWC tem a finalidade de promover a Agilidade e Flexibilidade necessárias para que possa lidar com as Incertezas presentes e, ainda, as Mudanças que vão ocorrer durante a sua Implementação (FEL 4).

A ideia é minimizar os possíveis impactos negativos no Tempo e no Custo do Projeto mantendo o Escopo, a Segurança e a Qualidade Mínima especificada.

*Adaptive Well Construction* foi objeto de um *SPE Forum Series*, em outubro de 2013, num evento promovido em Portugal, para compartilhar experiências e discutir como superar os desafios da produção de petróleo e gás em ambientes cada vez mais complexos, custosos e com crescentes restrições ambientais.

Ao final, a partir da visão dos participantes, gerou-se um conjunto de tendências para médio (10 anos) e longo prazo (30 anos). O uso de sistemas Automatizados para “Tomar Decisão”, o “*Factory Drilling*”, a Engenharia Enxuta (Lean) e Processos Integrados foram as principais propostas. Estiveram presentes profissionais de operadoras, companhias de serviço, contratistas, universidades e laboratórios de pesquisa.

A partir desse evento, um procedimento adaptado do AWC denominado de “*Smart Track*” começou a ser desenvolvido e incorporado à metodologia para uso principalmente no FEL 4 (Implementação do Projeto). Na Figura III, temos um Macro Fluxo do Modelo e como implementá-lo na Construção de Poços desafiadores como os do pré-sal brasileiro, em campanhas exploratórias de alta complexidade e incertezas relevantes como os players da Bacia da Margem

Equatorial brasileira e da viabilização de Campos Maduros e/ou Marginais.

Os critérios aqui considerados são: a) o Decisor busca sempre “Tomar a Melhor Decisão” possível para o Resultado do Projeto, considerando o Cenário e as condicionantes presentes; b) procedimentos “bem-sucedidos” deverão ser mantidos e customizados; c) o objetivo principal é Melhorar no que se refere a Segurança, Produtividade, Tempo e Qualidade; d) existem barreiras para Mudanças que não devem ser subestimadas. Esses obstáculos se devem, normalmente, à natural resistência Humana a Mudanças; e) historicamente, nos períodos de Crise é que mais se repensam e aperfeiçoam os Processos e no Pareto (80-20) dos fatores Motivadores estão a existência da “Pressão Adequada” (stress positivo), o “Reconhecimento” e, ainda, o “Exemplo dos Líderes”.

O Líder tem que motivar a Mudança de Hábitos, Comportamentos ou Procedimentos, não somente com palavras, mas principalmente pelas suas Atitudes, considerando que, em geral, são observados e seguidos.

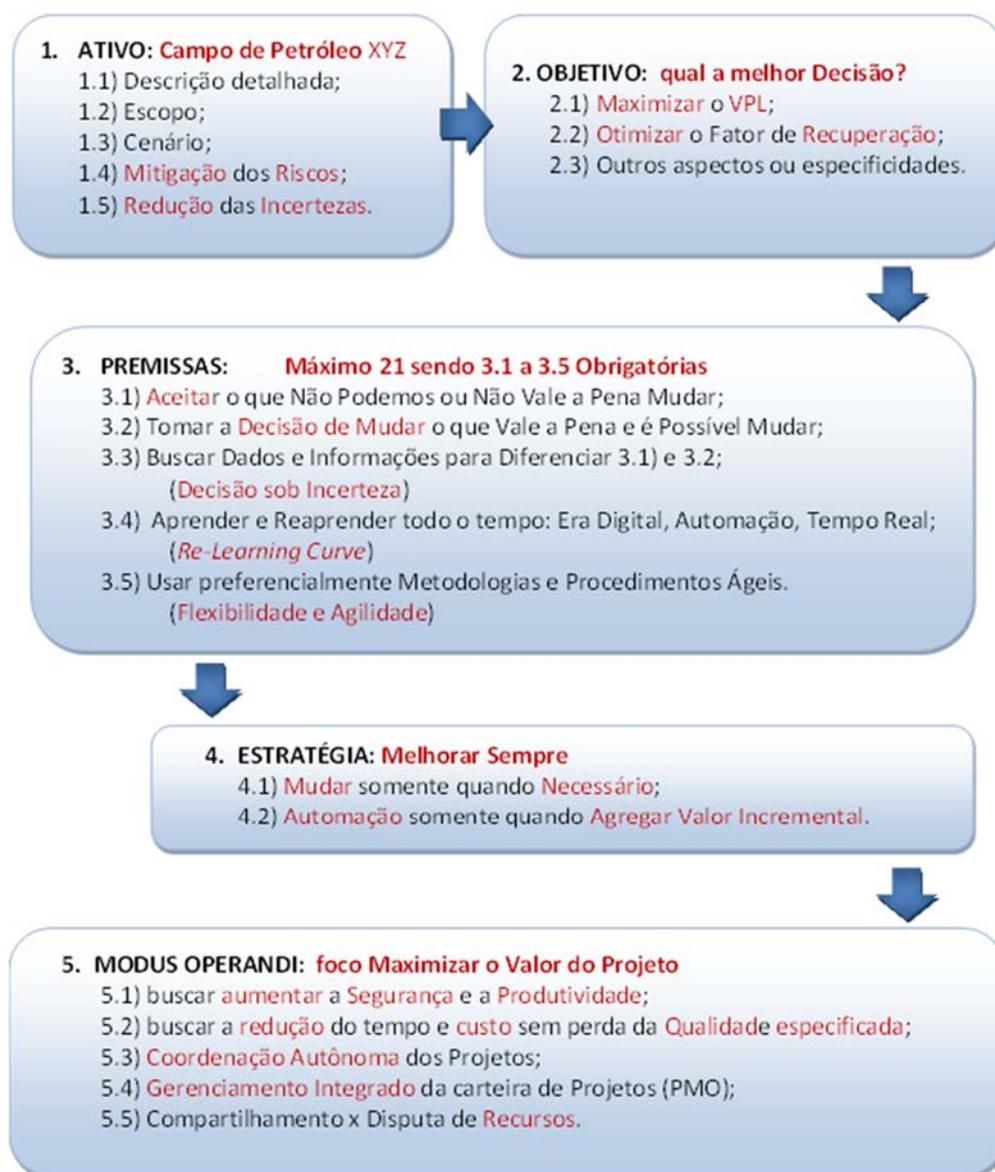


Figura III: Adaptive Well Construction utilizado na Área de POÇOS – 5 Passos

### 3.1 Como Implementar o AWC na Área de POÇOS

A filosofia e os conceitos propostos nos procedimentos do *Adaptive Well Construction* podem ser adotados em vários níveis dependendo da maturidade e importância da gestão do Ativo. Já vem sendo utilizado no nível mais básico, principalmente na Construção e Manutenção de Poços Exploratórios de maior complexidade onde, quando da elaboração do Projeto, em geral os Dados e Informações disponíveis apresentam um grau elevado de incertezas. Por exemplo, na Avaliação das Curvas de Pressão de Poros e Gradiente de Fratura para definição do posicionamento da sapata do revestimento, é comum se prever um intervalo para que, mais tarde, durante a perfuração e a aquisição de dados em tempo real, ou seja, com informações mais confiáveis, a profundidade mais adequada seja definida dentro do intervalo previsto.

Um segundo exemplo, já de nível intermediário, é o projeto de Papa Terra, desenvolvido em parceria. A construção dos poços deste projeto fez parte do escopo de uma Força Tarefa (grupo multidisciplinar de especialistas de várias áreas e que temporariamente, sob comando único, são reunidos para executar uma missão específica) que teve como missão elaborar um diagnóstico e validação das estimativas dos Prazos e Custos de projetos selecionados. A análise de Papa Terra, na época, gerou bastante polêmica e foi então, atendendo uma das recomendações da FT, criado o TIP (Time Integrado de Projeto) para apoiar e tratar o projeto da construção dos poços de “forma diferenciada”. Fatos ocorridos durante a implementação e também na fase operacional evidenciaram que as previsões da FT estavam corretas e, como esperado, se revelaram até otimistas.

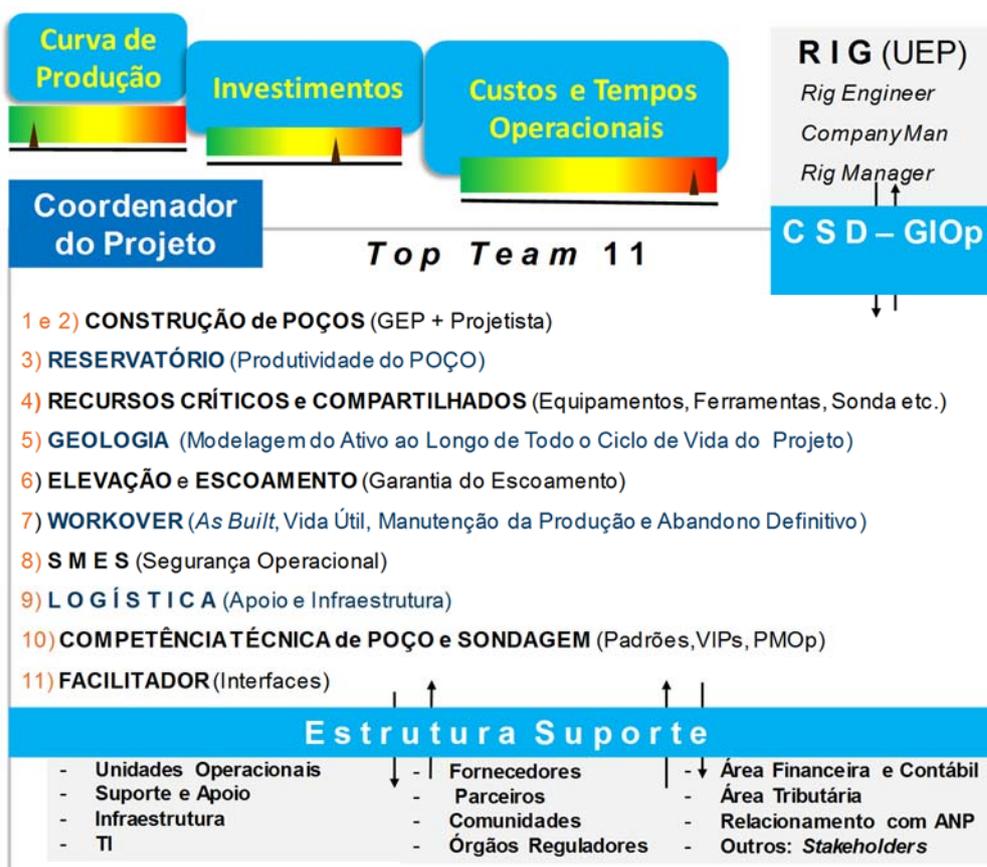


Figura IV: AWC na Construção de Poços – Equipe Multidisciplinar

Na Figura IV temos a composição da Equipe Multidisciplinar indicada para a implementação do AWC. Essa estrutura é mais indicada para projetos de alta complexidade, de grandes incertezas, de campos maduros e marginais ou, ainda, que envolvam recursos compartilhados e valores acima de 1 milhão de dólares.

A Equipe Multidisciplinar, composta por dez profissionais alocados ao Projeto e liderada por um Coordenador deve ter dedicação “*full time*” e ser responsável pelo Projeto, desde FEL 1 até um período de acompanhamento após o FEL 4 (monitoramento do início operacional). A ideia é que seja feito um “Contrato Operacional” com Metas, Recursos, Responsabilidades e Prazos entre a Equipe Multidisciplinar e o Cliente (patrocinador) com o aceite de todos os *Stakeholders*, prevendo Métricas para medição de Resultados (produto ou serviço, prazo e custo) probabilísticos e de Reconhecimento (bônus por desempenho). Os termos desse “Contrato Operacional” devem ser revisados e atualizados a cada FEL e/ou etapa concluída.

Os profissionais “*Rig Engineer*”, “*Company Man*” e “*Contractor Man*” das Sondas envolvidas, bem como um Representante indicado pela Estrutura de Suporte existente também deverão estar envolvidos e solidários ao contrato.

A dinâmica e Modus Operandi de atuação sugerida é a seguinte:

- a) Tarefa Diária: cada membro do “*Top Team 11*”, atualiza os Dados e Informações do Projeto, anteriormente definidos em planilha e sob sua Responsabilidade, em uma área de acesso comum a toda Equipe Multidisciplinar. Faz contato com os seus pares da área técnica que estão realizando as operações na Sonda tomando conhecimento de detalhes, sanando dúvidas e disponibilizando apoio quando necessário;
- b) Reunião Semanal: o Coordenador promove e coordena essa Reunião com a Equipe Top Team 11, sendo item obrigatório a Avaliação das Atividades Realizadas x Programadas. A Ata obrigatória é o documento interno de registro e as Notas de divulgação externa, quando for o caso, deverão ser elaboradas em conjunto pelo Facilitador, o membro especialista do assunto e, ainda, validada pelo Coordenador antes de sua divulgação;
- c) Reunião Mensal: O Coordenador promove mensalmente uma Reunião com os representantes dos *Stakeholders*. É usual ser feita por videoconferência e a participação da Equipe fica a critério do Coordenador;
- d) Reunião Extraordinária: com presença de todos, inclusive do representante dos *Stakeholders*, em caso de necessidade, a critério do Coordenador e Convocação com um mínimo de 48 h de antecedência;
- e) Procedimento Operacional: recomendado o uso da metodologia proposta ou similar.

#### **4. Principais Procedimentos, Técnicas e Ferramentas na Área de Poços**

Neste tópico, de maneira sucinta, é descrito o conceito e algumas características das principais técnicas e ferramentas utilizadas na metodologia.



## 4.2 Simulação de Monte Carlo

### 4.2.1 Do que se trata:

A simulação busca reproduzir o comportamento de um sistema real, geralmente usando ferramentas computacionais. Simulação:

- a) não é uma “Bola de Cristal” (não pode prever o futuro) - o que se pode prever, com certo nível de confiança, é o comportamento de um Sistema com base nos Dados de Entrada e atendendo um conjunto de Critérios e Premissas;
- b) não é uma ferramenta de Otimização e sim uma ferramenta de Análise de Cenários;
- c) não substitui o pensamento inteligente, ou seja, não pode substituir o ser humano na Tomada de Decisão.

Já a Simulação de Monte Carlo é uma técnica em que se realiza um grande número de iterações com variáveis aleatórias a fim de obter uma distribuição dos Resultados possíveis a partir de um Modelo Lógico do Sistema Real. Segundo a literatura, seu uso foi empregado primeiramente pelos cientistas que desenvolveram a bomba atômica, em 1942.

A denominação do método provém da cidade de Monte Carlo, famosa pelos seus cassinos, e jogos de roleta, que são dispositivos que produzem números aleatórios.

### 4.2.2 Para que serve:

Obter a pdf (função de densidade de probabilidade) esperada para o Tempo, Custo e/ou VPL dos projetos do segmento E&P de petróleo a partir de:

- a) Modelo Lógico do Sistema Real;
- b) Valores Possíveis para cada Variável e sua Distribuição;
- c) Diagnóstico para Escolha do Resultado mais apropriado e
- d) Gerador de Números Aleatórios.

Permite, ainda, verificar a sensibilidade dos parâmetros obtendo subsídios relevantes para Tomadas de Decisão, Desenvolver Planos de Contingência, avaliar estratégias e administrar os Riscos.

### 4.2.3 Exemplos e Aplicações:

Campanhas exploratórias como Peroá Profundo e de desenvolvimento da produção como os campos de Jubarte, Golfinho, Baleia Azul (Figura VI), Papa Terra e Roncador.

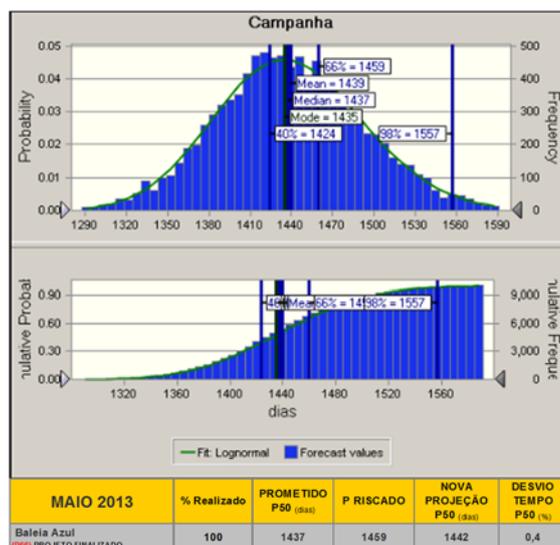


Figura VI: pdf de Baleia Azul usando Simulação de Monte Carlo

### 4.3 Confiabilidade Humana

#### 4.3.1 Do que se trata:

Aqui a abordagem da Falha Humana parte da Premissa que se trata de um Fato inerente à condição do indivíduo e por isso o foco é o gerenciamento do nível de incerteza do parâmetro Confiabilidade Humana e seus possíveis impactos no Resultado do Projeto. Erros Não Esperados, Transgressões, Comportamentos, Aprendizado e Nível de Stress estão entre as principais variáveis analisadas. Quanto às Ações Mitigadoras usuais podemos citar: a Automação, o Treinamento, a Motivação, as Condições Adequadas, o Bloqueio Automático, a Validação Independente e a inclusão de uma Taxa de Falha Humana no Projeto.

#### 4.3.2 Para que serve:

Mitigação dos Riscos e melhoria da Confiabilidade e Previsibilidade do Projeto.

#### 4.3.3 Exemplos e Aplicações:

Campanhas exploratórias como Peroá Profundo e de desenvolvimento da produção como os campos de Baleia Azul, Papa Terra e Roncador.

### 4.4 Engenharia de Valor

#### 4.4.1 Do que se trata:

Método estruturado de análise para, de forma holística, definir as Funções Essenciais (básicas e secundárias) de um projeto ou sistema com a finalidade de Maximizar a Função Valor (Figura VII) considerando tanto a visão do Cliente como do Construtor/Produtor. A meta aqui é descobrir alternativas e desenvolver novos procedimentos que possibilitem redução de custo e/ou benefícios adicionais para o cliente, se possível, sem prejuízo da qualidade.

#### 4.4.2 Para que serve:

- a) aumentar o Valor Agregado;
- b) analisar as Funcionalidades de um produto, processo ou projeto,
- c) estimar o Valor e Custo de cada Função de um Produto, Processo ou Projeto;
- d) avaliar uma Função Específica comparando com possíveis alternativas.

#### 4.4.3 Exemplos e Aplicações:

- a) Identificação da necessidade de Melhoria;
- b) Redução de Custo;
- c) Repriorização;
- d) Estimativa do Valor Real de cada Componente de um produto.

$$\text{Critério para Maximizar a função VALOR}$$
$$\text{VALOR} = \frac{\text{Capacidade de Desempenho} + \text{Performance}}{\text{Custo \$} + \text{efeitos Colaterais (problemas)}} = \frac{\text{Benefício}}{\text{Custo}}$$

Figura VII: Função de Otimização utilizada na Engenharia de Valor

### 4.5 AQR – Análise Quantitativa de Risco

#### 4.5.1 Do que se trata:

Análise de Risco em Condição de Incerteza é uma abordagem mais realista que

a Determinista pois permite a incorporação da falta ou incorreção de informações e riscos remanescentes (após a mitigação) nas variáveis que impactam o fluxo de caixa do projeto. Nesse cenário, Custos, Receitas e Quantidades não conhecidas com certeza a priori são representadas por um intervalo e uma função de densidade de probabilidade (pdf). A partir da pdf uma Análise Quantitativa de Risco possibilita a obtenção da probabilidade de ocorrência para os valores do intervalo.

#### 4.5.2 Para que serve:

- a) melhoria da Previsibilidade;
- b) explicitar as incertezas existentes nas estimativas efetuadas;
- c) identificar oportunidades de melhoria;
- d) subsidiar a elaboração de Planos de Contingência;
- e) justificar a apoiar Decisões;
- f) fornecer subsídios para Otimização;

#### 4.5.3 Exemplos e Aplicações:

campanhas exploratórias como Peroá Profundo e de desenvolvimento da produção como os campos de Jubarte, Golfinho, Baleia Azul, Papa Terra e Roncador.

### 4.6 FMEA / FMECA - *Failure Mode, Effects and Criticality Analysis*

#### 4.6.1 Do que se trata:

O DFMEA (*Design Failure Mode and Effect Analysis*), Análise do Modo de Falha e Efeito realizada pelo Fabricante do Equipamento durante/ou após o seu desenvolvimento, cuja solicitação é recomendada na Especificação Técnica para fornecimento dos itens considerados Críticos para o Projeto. Já o DFMECA corresponde a uma FMEA com Análise Crítica, que poderá ser solicitada e realizada em conjunto com o Fornecedor. O foco é a Detecção e Mitigação de Riscos de Falhas associadas ao Cenário de Aplicação Específico do Projeto.

#### 4.6.2 Para que serve:

Melhoria de desempenho e confiabilidade dos equipamentos relevantes para o Projeto.

#### 4.6.3 Exemplos e Aplicações:

FMECA de Equipamentos como o DHSV (Down Hole Safety Valve) utilizado na Completação dos poços de petróleo.

### 4.7 HAZOP<sub>P</sub> – *Hazard and Operability Study* na Área de Poços

#### 4.7.1 Do que se trata:

Ferramenta para Análise de Risco em Processos que surgiu na década de 60 na Imperial Chemical Industries. Visa Identificar possíveis Problemas de Operabilidade de uma Instalação, ainda na fase de Planejamento, revisando metodicamente o Projeto de toda a Fábrica. A adaptação dessa metodologia para projetos da Área de Poços, o HAZOP<sub>P</sub>, busca Identificar e Mitigar Falhas no Processo e/ou Projeto, ou seja, Problemas que possam causar dano Material, Humano ou impedir que se alcance o resultado esperado (*As Built* dentro do prazo e custo planejados).

#### 4.7.2 Para que serve:

- a) Detectar e Mitigar os Riscos presentes por meio de uma Análise Integrada e Multidisciplinar;
- b) Verificar a existência de Problemas nas Interfaces do Projeto; c) Recomendar abertura de APRIs, quando necessárias.

#### 4.7.3 Exemplos e Aplicações:

Campanhas de poços Exploratórios e Explotatórios;

### 4.8 Softwares e Aplicativos Próprios

#### 4.8.1 Do que se trata:

Softwares aplicativos são programas de computador que tem por objetivo ajudar o usuário a executar uma tarefa específica. Softwares comerciais como Weibull, Xfmea, BlockSim, Arena e Crystal Ball estão entre os mais utilizados, além de aplicativos próprios desenvolvidos em VBA a partir de planilhas EXCEL como o 5W3H3C5P (*What, Why, Who, When e Where; How, How much, How measure;* Cenários 1,2,3; Premissas 1,2,3,4,5) utilizados no Diagnóstico PRELIMIMAR e os P<sub>Riscado</sub> e P<sub>Workover</sub> (utilizados para escolha do Valor Esperado).

#### 4.8.2 Para que serve:

Apoio computacional para os cálculos, análises e processamento dos dados.

#### 4.8.3 Exemplos e Aplicações:

Poços e projetos Exploratórios e Explotatórios.

### 4.9 PMO<sub>P</sub> – *Project Management Office* com foco no Portfólio

#### 4.9.1 Do que se trata:

De acordo com o PMBOK, um Escritório de Projetos é um corpo ou entidade organizacional à qual são atribuídas várias responsabilidades relacionadas ao gerenciamento centralizado e coordenado dos projetos sob seu domínio. As responsabilidades de um PMO podem variar desde fornecer funções de suporte até ser responsável pelo gerenciamento direto de um ou mais projetos. A proposta do PMO<sub>P</sub> é dar Apoio e Suporte Operacional para o Projeto com foco na Otimização do Resultado de toda a Carteira de Projetos. Priorização dos Recursos Compartilhados, Previsibilidade, Flexibilidade e Agilidade nas Ações fazem parte do Modus Operandi.

#### 4.9.2 Para que serve:

- a) apoio técnico e operacional de FEL 1 a FEL4;
- b) implementação da Metodologia GERISK.

#### 4.9.3 Exemplos e Aplicações:

Projetos em geral.

## 4.10 Cultura Organizacional

### 4.10.1 Do que se trata:

A cultura organizacional é responsável por reunir os hábitos, comportamentos, crenças, valores éticos além das políticas interna e externa da empresa. Uma “boa cultura” pode motivar a Equipe e ajudá-la a crescer junto com o projeto, assim como uma cultura “inadequada” pode provocar problemas de produtividade e relacionamento. Respeitando a Cultura Organizacional existente na empresa, o Facilitador procura “criar” um clima positivo no ambiente da Equipe do Projeto e seus relacionamentos internos e externos.

### 4.10.2 Para que serve:

Melhorar a produtividade das Equipes.

### 4.10.3 Exemplos e Aplicações:

Projetos em geral.

## 4.11 EVTE considerando as Incertezas e os Impactos Socioambientais

### 4.11.1 Do que se trata:

Viabilidade é a qualidade do que é viável, isto é, tem probabilidade alta de se tornar realidade (se concretizar). Entende-se por Análise de Viabilidade o estudo que procura antecipar um eventual Sucesso ou Fracasso de um determinado Projeto. Em geral, são estudados os aspectos técnicos e econômicos, minimizando assim a margem de erro. O EVTE-AS (Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Ambiental e Social) incorpora nas estimativas probabilísticas também os impactos socioambientais.

### 4.11.2 Para que serve:

- a) melhorar a previsibilidade do projeto;
- b) subsidiar a Tomada de Decisão.

### 4.11.3 Exemplos de algumas aplicações:

Projetos Exploratórios e Explotatórios.

## **5. EVTE(AS) em Projetos de E&P: Pré-Sal e Campos Maduros/Marginais**

Acidentes como os da BP no Golfo do México (2010) e o da Chevron, na Bacia de Santos (2011), o alto custo de produção em águas profundas e, ainda, o Brent na faixa de 50 dólares requerem, além de Tecnologia, Segurança e Inovação, um Gerenciamento adequado. Esse se traduz em um Planejamento robusto envolvendo uma Análise e Mitigação dos principais Riscos e Incertezas, Flexibilidade e Agilidade operacional a fim de equacionar os problemas e desafios. Essa é a proposta do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica considerando os aspectos Ambientais e Sociais na metodologia. No procedimento do EVTE-AS são mapeados também os eventos e variáveis de Riscos Socioambientais e, após a Mitigação, são incluídos na Modelagem das PDFs do Tempo e do Custo do Projeto. No EVTE-AS a premissa é a de que, a priori, o projeto será concluído e as incertezas estão contempladas.

Por outro lado, existem poços terrestres produzindo dois barris por dia de forma econômica. No Texas, 7.000 pequenos produtores produzem cerca de 700.000 barris/dia. No Brasil, existe uma grande quantidade de pequenos campos marginais, não raro depletados e com suas instalações já depreciadas, que, segundo especialistas, com uma produção de seis barris por dia poderiam ser viabilizados economicamente se “revitalizados” e administrados com uma estrutura “enxuta”.

A nossa visão, fundamentada em consultorias e estudos de Campos Terrestres como o de Fazenda Belém (descoberto em 1980, óleo 14<sup>o</sup> API) e Fazenda Alegre (descoberto em 1996, 13<sup>o</sup> API) é a de que, com o Brent na cotação atual, é necessário um EVTE específico para o Campo e, além disso, fazer algo “diferente” (inovação ou não) buscando: a) aumento da produção por poço, b) equacionar o problema da água produzida (a maioria possui BSW superior a 80%); c) reduzir os custos operacionais, d) viabilizar métodos de recuperação secundária (incluindo a injeção de vapor) e e) participar de cooperativas” e “formar fundos/seguros de contingência”.

Além do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica, o adequado planejamento dos Recursos e os Aspectos Ambientais e Sociais são, sem dúvida, fatores impactantes no VPL – Valor Presente Líquido de qualquer projeto. Particularmente na viabilização de Campos Maduros e/ou Marginais, o EVTE-AS é condição *sine qua non*, pois passivos ambientais e sociais, além da necessidade de manutenção, as exigências legais (incluindo o abandono definitivo) e de segurança operacional são relevantes e, não raro, capazes de inviabilizar o Projeto.

O uso da Micro-Cogeração para o aproveitamento econômico e social do gás associado produzido, a aplicação do SAGD (*Steam Assisted Gravity Drainage*), o uso da técnica de perfuração para travessia de rio (poço em “U”) são algumas das possibilidades que devem ser consideradas.

A intensificação dos esforços para aumento de produção dos campos terrestres, principalmente nas áreas menos desenvolvidas pode, além da viabilidade econômica, gerar efeitos benéficos e importantes para essas regiões que vão desde a possibilidade de disponibilizar energia elétrica a baixo custo, passando pela geração de empregos, podendo chegar até a disponibilizar água em algumas regiões nordestinas.

## **6. Metodologia GERISK: vale a pena embarcar nessa?**

De acordo com Bill C. (2014) a Automação, em síntese, consiste na utilização de sistemas de controle para gerir processos, reduzindo a necessidade de intervenção humana com a finalidade de reduzir Erros e Falhas, aumentar a Segurança e Otimizar o Processo. Na Construção e Manutenção de Poços de Petróleo, até recentemente, embora fosse possível monitorar de forma confiável a pressão e os parâmetros mecânicos do poço, o principal gargalo consistia na ausência de algoritmos computacionais capazes de resolver as equações diferenciais e calibrar automaticamente o Modelo em Tempo Real. Estas

limitações começaram a ser equacionadas pela engenharia integrada que, a partir da descrição dos sistemas de superfície, da geometria e parâmetros do poço (reologia do fluido, BHA, trajetória etc.) monitorados por Sensores, reconhece o *Status Atual*. Com o Sistema Ativo, o controle continua manual, mas é capaz de bloquear “Ações Inseguras”, ou seja, que não estejam dentro dos parâmetros previstos (erros operacionais). É possível, ainda usar o monitoramento Passivo onde o “Sistema Automatizado” não tem “Autonomia” para bloquear, mas apenas de alertar, como o adotado na aeroespacial.

Para o FEL5, que é a fase de Pré-Operação e Operação Monitorada de uma campanha Exploratória - primeiros seis a doze meses de produção - a finalização do *As Built* do Projeto e o uso da Gestão da Mudança (avaliação dos impactos, alteração dos procedimentos e atualização da documentação) é obrigatória.

Em geral, um projeto de petróleo e gás até o FEL 7 (Desativação e Abandono) tem uma duração de 10 a 30 anos (alguns passam de 60) e o modelo atual prevê e recomenda o monitoramento e registro de dados referentes à Manutenção, Mudanças e Ajustes que ocorrerem durante este ciclo da vida na Base de Dados de Projeto (Figura VIII), buscando considerar a incorporação das melhores práticas operacionais já a partir de FEL 1 dos projetos.

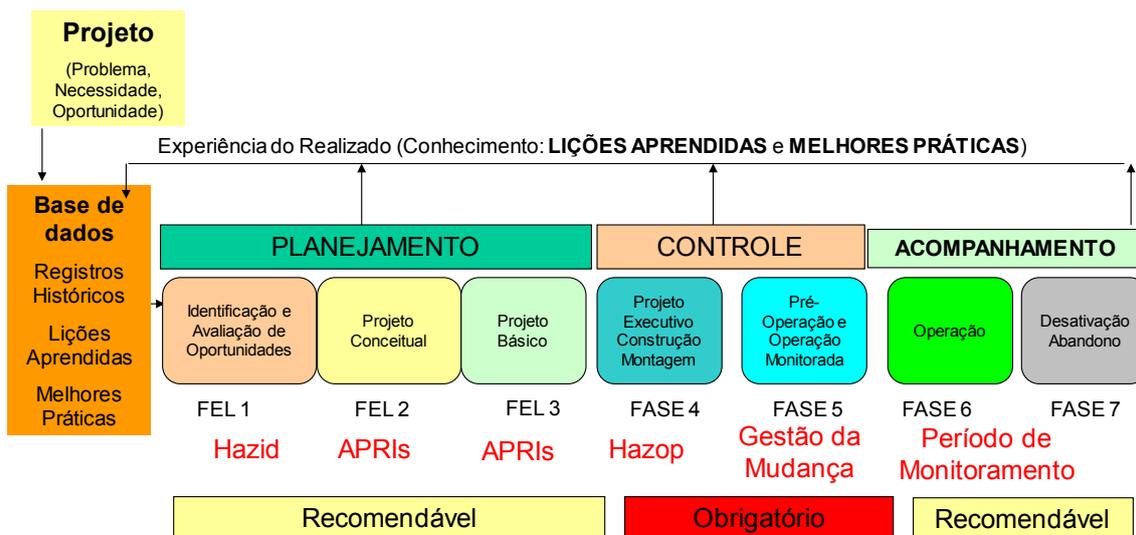


Figura VIII: Base de Dados e o Ciclo de Vida do Projeto

Diante da necessidade de viabilizar projetos de desenvolvimento da produção complementares em campos maduros e/ou marginais com o barril na faixa de 50 dólares e condições de SMES mais rigorosas, qual a estratégia mais adequada? Cortar custos ou aumentar o Valor Agregado? Investir na aquisição de dados com qualidade ainda na fase de Identificação da Oportunidade? Qual a métrica a priorizar para os custos da Construção dos Poços? US\$/m perfurado, US\$/m de reservatório conectado? US\$/bbl equivalente de petróleo produzido?

Outros pontos relevantes que não podem ser negligenciados são: Quais os custos “ocultos” no projeto (passivo ambiental, necessidade de workover, vida útil das instalações etc.)? O Modelo Geológico é pobre? Qual o estágio da curva de aprendizado do Campo? A produção está otimizada? Qual o Fator de Recuperação atual e o seu potencial? Vale a pena investir na Revitalização do

Campo? Até quanto? As respostas a essas questões são objetos de análise no EVTE-AS de Campos Maduros. Reduzir os custos para sobreviver, aumentar ou ao menos manter o patamar de SMES e Integridade dos Poços, avaliar o custo/benefício de forma objetiva e transparente, pensar possíveis problemas futuros decorrentes das opções de hoje são apenas algumas das questões que precisam ser consideradas.

As interfaces (interna e externa) são outro ponto relevante que deve ser preocupação da Equipe Multidisciplinar dedicada ao Projeto. O uso da Automação somente quando agregar Valor, premissas Realistas e Validadas pelos *Stakeholders* e, ainda, previsões probabilísticas considerando o Cenário (atual e futuro), além dos Riscos e Incertezas do Projeto é a proposta do AWC na Área de Poços. Vale a pena embarcar nessa?

Para concluir "*think about*":

Se o Cliente Não ficar Satisfeito, corre-se o Risco de não se ter outro Projeto ...  
Se o Usuário ficar Descontente, a Sustentabilidade do Projeto fica ameaçada...  
Se o Patrocinador Não é Atendido fica descontente com a Equipe do Projeto ...  
Mas se o Investidor Não é Atendido pode acabar com os Projetos da Equipe.

## **7. Agradecimentos**

A todos que colaboraram para realização deste trabalho, em especial aos Colegas da PETROBRAS pelo apoio e sugestões.

## **8. Referências**

- SOUZA, A. A., SALVADOR, M. C. Metodologia GERISK, Apostila e Slides, Rio de Janeiro, março 2014a.
- PDRHE, Relatório de Viagem, Participação do PDRHE SPE Paris Adaptive Well Construction, Rio de Janeiro, novembro 2013.
- SINPEP PETROBRAS, Estimativa de Tempo em Projetos de Construção e Manutenção de Poços Exploratórios e de Desenvolvimento da Produção, Rio de Janeiro, março 2014.
- (BILL C., NICHOLAS G., EGILL A. and RONNY B. Adaptive automation facilitates efficient, safe tripping operations, Drilling Rigs & Automation, setembro/outubro de 2014.