

A Metodologia GERISK na Construção e Manutenção de POÇOS de Petróleo e Gás

Arlindo Antônio de Souza - Diretor Técnico
Maria Teresa R. Fuess – Diretora Comercial
GERISK

RESUMO

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

As atividades do setor de petróleo e gás por envolverem além das incertezas, investimentos elevados, exigem um gerenciamento adequado e consistente. A importância desse gerenciamento é mais visível, sobretudo, em projetos pioneiros onde poucos dados são disponíveis, maiores são os riscos e inovações técnicas ou estratégias diferenciadas são requeridas. Neste contexto, o uso de metodologias e ferramentas que permitam a identificação, qualificação, mitigação, quantificação e monitoramento das fontes de incertezas e fatores de risco e, ainda, seus impactos, tornou-se uma prática *conditio sine qua non* para o alcance do sucesso.

A proposta desse trabalho é discutir a metodologia probabilística - em uso desde 2000 na área de Construção e Manutenção de Poços de Petróleo - que considera os riscos e as incertezas presentes utilizando como ferramentas: Estatística, Análise de Risco, Modelagem e Simulação de Monte Carlo, conceitos da Confiabilidade, a ISO 55000, softwares (Crystal Ball, Weibull, Xfmea, BlockSim, Arena, SPSS, MathLab etc.) além de modelagens com aplicativos proprietários ($P_{Riscado}$, $P_{Workover}$). Serão apresentados os Macrofluxos indicados para projetos da Construção de Poços Exploratórios, Campanhas de Poços para o Desenvolvimento da Produção e para EVTE(AS) de Campos Maduros ou Marginais. A ênfase está no - O QUE FAZER, COMO FAZER- (FEL I, II, e III) e no FEL IV (AWC: *Adaptive Well Construction* e PMO_{Portfólio}: Escritório de Gerenciamento de Projetos com foco no resultado da Carteira) – QUEM FAZ (o Time).

Para as fases 5 (Pré-Operação), 6 (Operação) e de Revitalização (Projetos Complementares e Abandono) serão apresentados os principais procedimentos, técnicas e ferramentas utilizadas na otimização (conservação de energia, redução do impacto ambiental, melhoria da eficiência operacional e aperfeiçoamento dos aspectos sociais) da área de Petróleo e Gás. São elas: EVTE(AS) – Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica considerando os aspectos socioambientais, Engenharia de Valor (visão do Cliente e do Construtor), VIP's (Práticas de Incremento de Valor), MicroCogeração (eficiência energética), Poço em U (inovação tecnológica) e, ainda, Técnicas “Não Convencionais” (efetividade).

1. INTRODUÇÃO

Dentro de uma visão holística, e considerando um 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 um conjunto de 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), a Coordenação das Tarefas e Atividades e, mais recentemente, a Integração dos interesses dos envolvidos (*stakeholders*) no projeto. [1]

Em uma visão convencional, um projeto é inicialmente elaborado, 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 E&P – Exploração e Produção de petróleo e gás. Em particular no desenvolvimento

da produção, onde o desafio consiste em antecipar a exploração sem, no entanto, comprometer a segurança, atendendo às exigências socioambientais e, ainda, maximizando o VPL (Valor Presente Líquido) e a recuperação dos hidrocarbonetos.

Nesse cenário, na área de Poços, em particular na Construção e Manutenção de Poços onde o paralelismo é frequente, é que surgiu o *Adaptive Well Construction* – AWC. O conceito que tem como base o uso de Tecnologias Modernas, Inovação e um PMO (Project Management Office) com flexibilidade, agilidade operacional e foco no resultado de todo o portfólio, tornando o projeto adaptável às mudanças rápidas e constantes que geralmente ocorrem. O principal objetivo é a redução dos possíveis 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 de um sistema durante o seu ciclo de vida e dentro de uma visão holística, ou seja, vendo o sistema como um todo. São duas as formas básicas de abordagem dos estudos de 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 – *probability density function*). A metodologia adotada usa as duas.

A Gestão de Ativos consiste em Boas Práticas (métodos, procedimentos, técnicas ou uso inovador de recursos que tenham tido registro consistente e comprovado de significativas melhorias nos aspectos de Custo, Prazo, Qualidade, Desempenho, Segurança, Meio Ambiente, Aspectos Sociais, ou qualquer outro item mensurável que impacte no resultado do Projeto) utilizadas pelas organizações para alcançar um 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 para a organização. 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. A Norma ISO 55000, oriundas do PAS-55, de 2014 (NBRISO 55000) a define como uma atividade coordenada de uma organização para obter valor a partir dos 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 na empresa. A Aprendizagem Organizacional é uma junção de conhecimentos formais e informais, que permite à organização criar seus próprios Modelos e Procedimentos de acordo com as suas necessidades e pautados no alcance dos resultados.

A Gestão de Ativos com Confiabilidade e Aprendizagem Organizacional deve ser iniciada ainda no planejamento e ter por foco aumentar a previsibilidade e confiabilidade nos resultados esperados para o projeto (*As Built*, Prazo, Custo e VPL). O EVTE(AS), o AWC, o PMO^{Portfólio} bem como o uso eficiente dos Recursos, a estimativa probabilística dos custos e a manutenção probabilística (workover) ao longo de todo ciclo de vida do projeto é o Modus Operandi proposto para o segmento E&P.

As siglas e abreviações utilizadas são as seguintes:

- API – American Petroleum Institute, grau API medida de densidade utilizada no petróleo;
- APRI – Análise Preliminar de Riscos e Incertezas;
- AWC – do inglês *Adaptive Well Construction*;
- BHA – do inglês *Bottom Hole Assembly* (Coluna de Perfuração)
- BSW – do inglês *Basic Sediment and Water* (percentual de água e sólidos no petróleo)
- EGP – Escritório de Gerenciamento de Projetos (o mesmo que PMO);
- E&P – Exploração e Produção de petróleo e gás;

- EVTE – Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica;
- EVTE(AS) - Estudo de Viabilidade Técnica, Econômica, Ambiental e Social;
- FEL- do inglês *Front End Loading*: metodologia para gerenciamento de projetos proposta pela IPA, baseada na Validação ou Autorização por Portões (Gates), composta das seguintes fases:
 - FEL 1 – Identificação da Oportunidade
 - FEL 2 – Projeto Conceitual
 - FEL 3 – Projeto Básico
 - FEL 4 – Implementação (ou Execução)
 - FEL 5 – Pré-Operação e Operação Monitorada;
- FT – Força Tarefa: grupo multidisciplinar de especialistas que, temporariamente, sob comando único, são reunidos para executar uma missão específica;
- IAM – Institute of Asset Management;
- IPA – Independent Project Analysis;
- IoT – do inglês *Internet of Things*;
- ISO 55000 – Norma para Gestão de Ativos proposta pela ISO – International Organization for Standardization;
- NBRISO 55000 – Norma para Gestão de Ativos proposta pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas;
- PAS 55 Procedimento para Gestão de Ativos proposto por British Standards Institution (BSI);
- PDF – do inglês *Probability Density Function* (fdp – função de densidade de probabilidade);
- PMI – Project Management Institute;
- PMBoK – do inglês *Project Management Book of Knowledge*: Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos, mantido pelo PMI;
- PMO – do inglês *Project Management Office* (EGP – Escritório de Gerenciamento de Projetos);
- SAGD – do inglês *Steam Assisted Gravity Drainage*;
- SMES – Saúde, Meio-Ambiente, Eficiência energética e Segurança do Trabalho;
- SMP – Solicitação de Mudança de Projeto (alterações no Projeto em elaboração);
- SPE – Society of Petroleum Engineers;
- TIP – Time Integrado de Projeto;
- VIPs – do inglês *Value Improvement Practices*, ou Práticas de Incremento de Valor;
- VPL – Valor Presente Líquido.

2. GESTÃO DE PROJETOS NA ENGENHARIA DE POÇOS [8,9,10]

Um projeto, na sua essência, tem a finalidade ou objetivo de equacionar satisfatoriamente um ou mais fatos geradores (resolver um problema, atender uma necessidade ou até aproveitar uma oportunidade). Na Engenharia de Poços de Petróleo e Gás não é diferente e, para isso, a partir de uma análise criteriosa do Problema, da definição do Escopo e do Cenário é composto de três níveis: INPUTS, PLANS e OUTPUTS.

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

2.1.1 ESCOPO:

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

2.1.2 CENÁRIO:

- 2.1.2.1 Recursos Disponíveis: capacitação, performance esperada, experiência e conhecimento da área (são itens obrigatórios a partir do FEL 2);
- 2.1.2.2 Premissas, Restrições e Expectativas: inclui o *Design* (projeto técnico a ser executado), o levantamento das Informações (disponível x desejável), além dos principais Riscos e Incertezas presentes (Pareto 80-20 – vinte por cento dos Riscos são responsáveis por oitenta por cento dos Impactos no Resultado - *As Built*, Prazo e Custo Realizados);
- 2.1.2.3 Aspectos Legais e Sociais: inclui o atendimento a portarias, padrões, procedimentos legais, e ainda, acordos com as Comunidades e entidades socioambientais;
- 2.1.2.4 SMES (Saúde, Meio ambiente, Eficiência energética e Segurança do trabalho): incluem restrições, procedimentos, critérios e Normas (internas e externas);
- 2.1.2.5 Outros: especificidades do Projeto devem, aqui, ser descritas com detalhes;

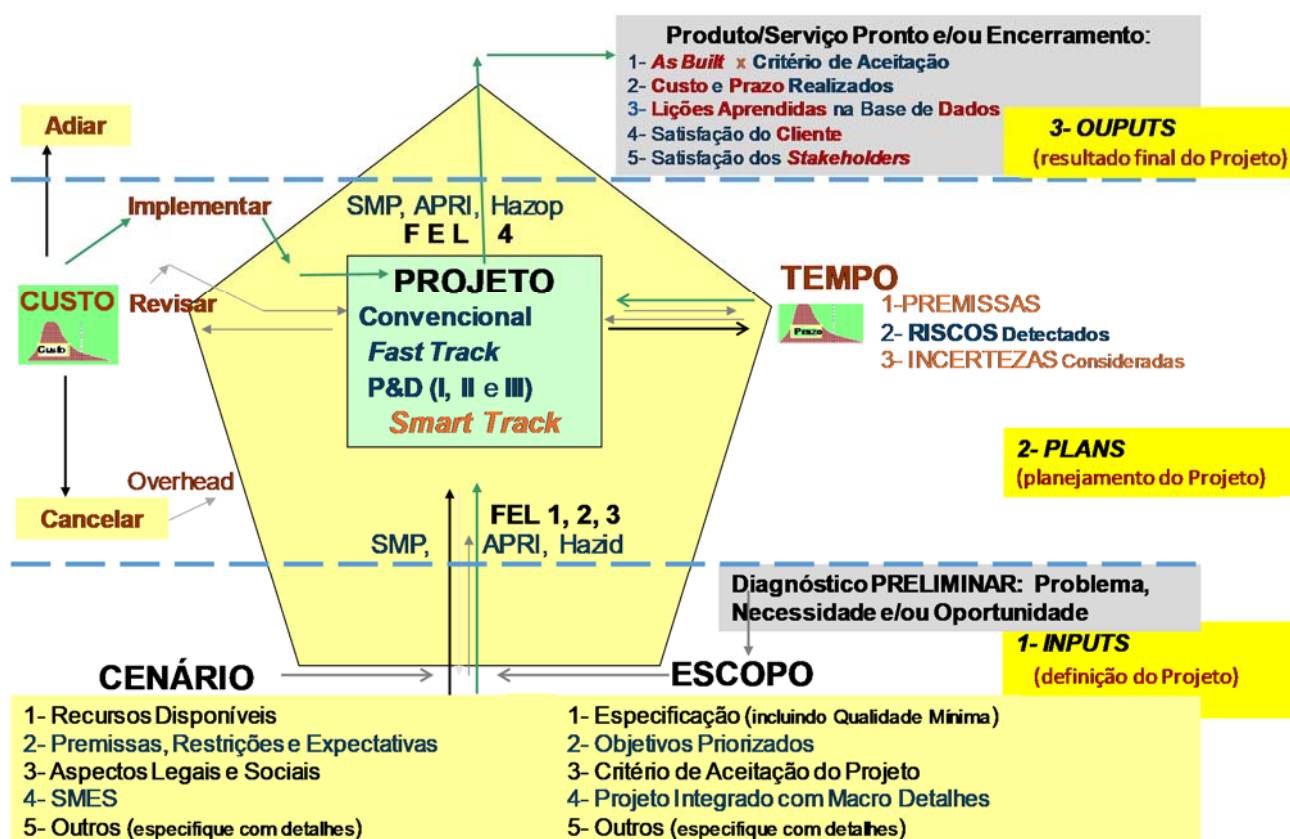


Figura 1 - Engenharia de Poços – Macrofluxo do Projeto – O QUE FAZER

- 2.2 PLANS (planejamento do Projeto): onde são definidas e validadas as Estratégias, Premissas e Critérios a serem adotados (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), as Estimativas de Prazo, Custo e VPL devem ser atualizadas considerando as novas Informações disponíveis;
- 2.3 OUTPUTS (resultado final do Projeto): aqui é obrigatório responder às perguntas abaixo na Base de Dados existente para consulta e uso dos profissionais envolvidos:
 - 2.3.1 Os critérios de Aceitação do Projeto foram atendidos? Justificar e mostrar evidências;
 - 2.3.2 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;
 - 2.3.3 Quais as Lições Aprendidas? Foram utilizadas ainda no 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 1 é apresentado o Macrofluxo descrito para – O QUE FAZER - na Engenharia de Poços. A partir do FEL 1 (metodologia IPA - Independent Project Analysis adaptada e customizada - FEL 1: Identificação da Oportunidade) são efetuados até três ciclos completos (FEL 2: Projeto Conceitual, FEL 3: Projeto Básico) para detalhamento, correções e ajustes para apoiar a Tomada de Decisão e elaboração do Projeto Executivo (FEL4), quando for o caso. Antes de ser iniciado o FEL 4 é obrigatória 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 [2].

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 2 são mostrados os cinco Passos para Identificação e Mitigação dos principais Riscos presentes no Projeto e posteriormente a elaboração das estimativas de prazo e custo considerando as Incertezas remanescentes.

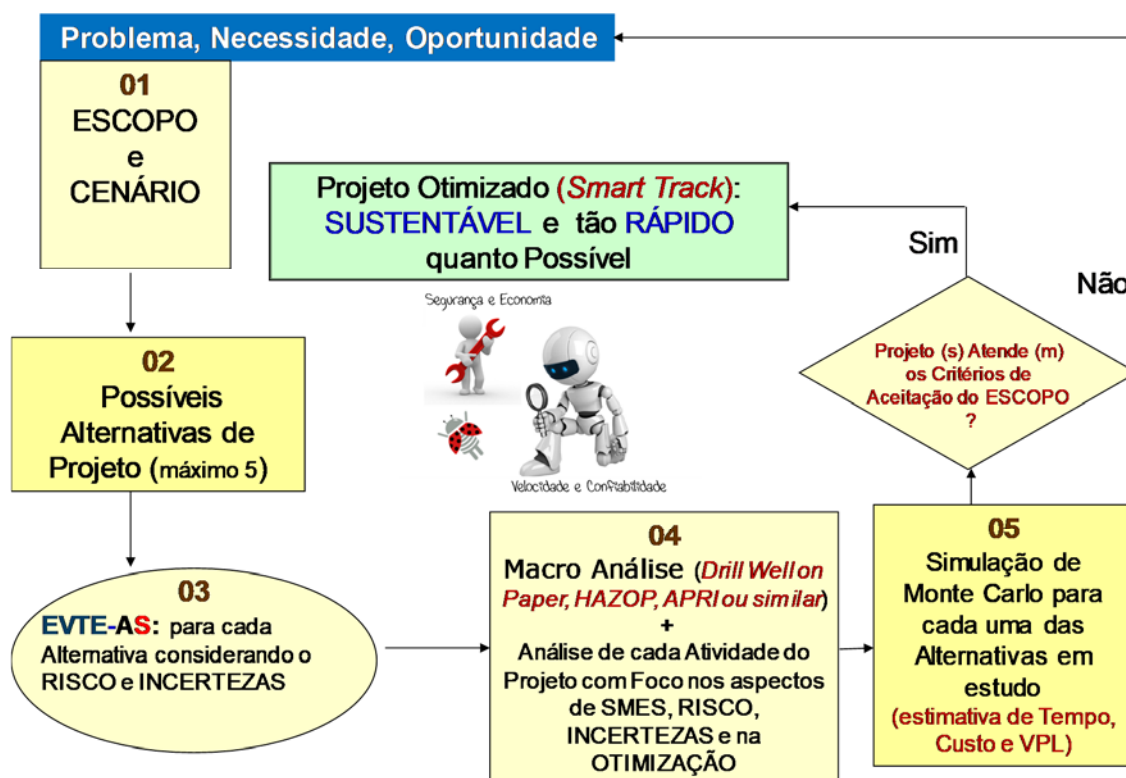


Figura 2 - Construção e Manutenção de Poços – COMO FAZER

1º Passo (FEL 1): a partir do Diagnóstico PRELIMINAR do Projeto, do ESCOPO e do 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*;

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 no Resultado do Projeto (*As Built*, Prazo, Custo e VPL). Nesse passo deverá ser aplicado o Macrofluxo do – O QUE FAZER - da Figura 1 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 já 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 – Análise Preliminar dos Riscos e Incertezas ou similares) feitas e documentadas por Equipe composta de 3 a 5 especialistas;

5º Passo (Simulação de Monte Carlo): a partir das Premissas, Restrições, 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 as PDFs dos Prazos e Custos do Projeto para cada alternativa.

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, a partir do Modelo Lógico do Sistema Real construído, um grande número de iterações com variáveis aleatórias a fim de obter uma distribuição dos Resultados possíveis. Segundo a literatura foi empregada 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.

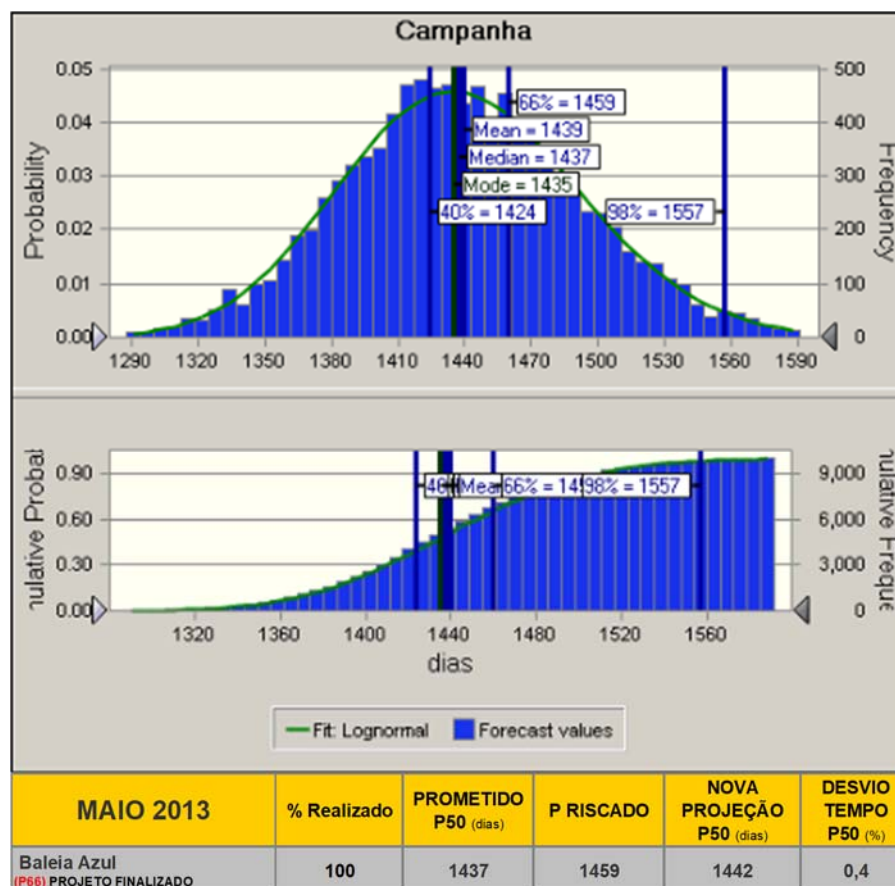


Figura 3 - PDF de Baleia Azul usando Simulação de Monte Carlo

Para que serve: obter a PDF (função de densidade de probabilidade) esperada para o Prazo, 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 fornecendo subsídios relevantes para Tomadas de Decisão, Desenvolver Planos de Contingência, avaliar estratégias e administrar os Riscos. Exemplos e Aplicações: campanhas exploratórias como Peroá Profundo e de desenvolvimento da produção como os campos de Jubarte, Golfinho, Baleia Azul (Figura 3), Papa Terra e Roncador.

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 opção de ESTRATÉGIA escolhida e, ainda, as Expectativas dos *stakeholders*. 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.

Em geral, cinco premissas são assumidas como *default* 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 com participação dos *stakeholders* 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 e o PMO_{Portfólio} 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 otimizar o VPL (valor presente líquido do Projeto) e produzir o maior percentual economicamente possível de hidrocarbonetos. Já a utilização da Automação busca a redução do Tempo e/ou Custo, melhoria da Qualidade, aumento da Segurança e Integridade e ganho de Produtividade. A Automação, em geral, permite incremento da Velocidade e da Confiabilidade [3]. Cabe, no entanto, observar que maior Velocidade e Confiabilidade não necessariamente significam maior Integridade Operacional (segurança) e maior Economia (custos mais baixos) que é o que na verdade, na maioria das vezes, estamos buscando.

O uso dos procedimentos propostos no AWC tem a finalidade, dentre outras, de promover a agilidade e flexibilidade necessárias ao Projeto para que possa lidar com sucesso 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 mantendo o Escopo, a Segurança e a Qualidade Mínima especificada.

Adaptive Well Construction foi objeto de um SPE (Society of Petroleum Engineers) Forum Series, em Algarve, Portugal em outubro de 2013 [4], um evento promovido para compartilhar experiências e fazer um mapeamento de como superar os desafios da produção de petróleo em ambientes cada vez mais complexos, custosos e com crescentes restrições ambientais. Ao final gerou-se um conjunto de tendências para médio (10 anos) e longo prazo (30 anos) a partir da visão dos participantes. O uso de sistemas Automatizados para “Tomar Decisão”, o “*Factory Drilling*”, a Engenharia Enxuta (*Lean*) e os Processos Integrados estão entre as principais propostas. Estiveram presentes profissionais e especialistas de operadoras, companhias de serviço, contratistas, universidades e laboratórios de pesquisa.

A partir desse evento, um procedimento adaptado do AWC começou a ser desenvolvido e incorporado à metodologia para uso principalmente no FEL 4 (Implementação do Projeto). Na Figura 4, 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 e da viabilização de Campos Maduros e/ou Marginais.



Figura 4 – *Adaptive Well Construction* utilizado na Área de Poços

Os critérios aqui considerados são:

- a) o Decisor busca sempre “Tomar a Melhor Decisão” possível para o Resultado, considerando o Cenário e as informações e condicionantes do momento;
- b) procedimentos “bem-sucedidos” (boas práticas e VIPs) 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 à natural resistência Humana a Mudanças;
- 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.

3.1 Como Implementar o AWC na Área de Poços

A filosofia e os conceitos propostos nos procedimentos do *Adaptive Well Construction* [5,6] podem ser adotados em vários níveis dependendo da maturidade e importância da gestão do Ativo. No nível mais básico já vem sendo utilizado na Construção e Manutenção de Poços Exploratórios de maior complexidade onde, quando da elaboração do Projeto, não raro 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 da posição da sapata de revestimento, é comum se prever um intervalo de valores para que, mais tarde, durante a perfuração e a aquisição de dados em tempo real a profundidade mais adequada para o posicionamento da sapata seja definida.

Um segundo exemplo, já de nível intermediário, é o projeto de Papa Terra, desenvolvido em parceria com a Chevron. A construção dos poços deste projeto fez parte do escopo de uma Força Tarefa-FT (grupo multidisciplinar de especialistas 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 criado, atendendo a uma das recomendações do trabalho da FT, 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.

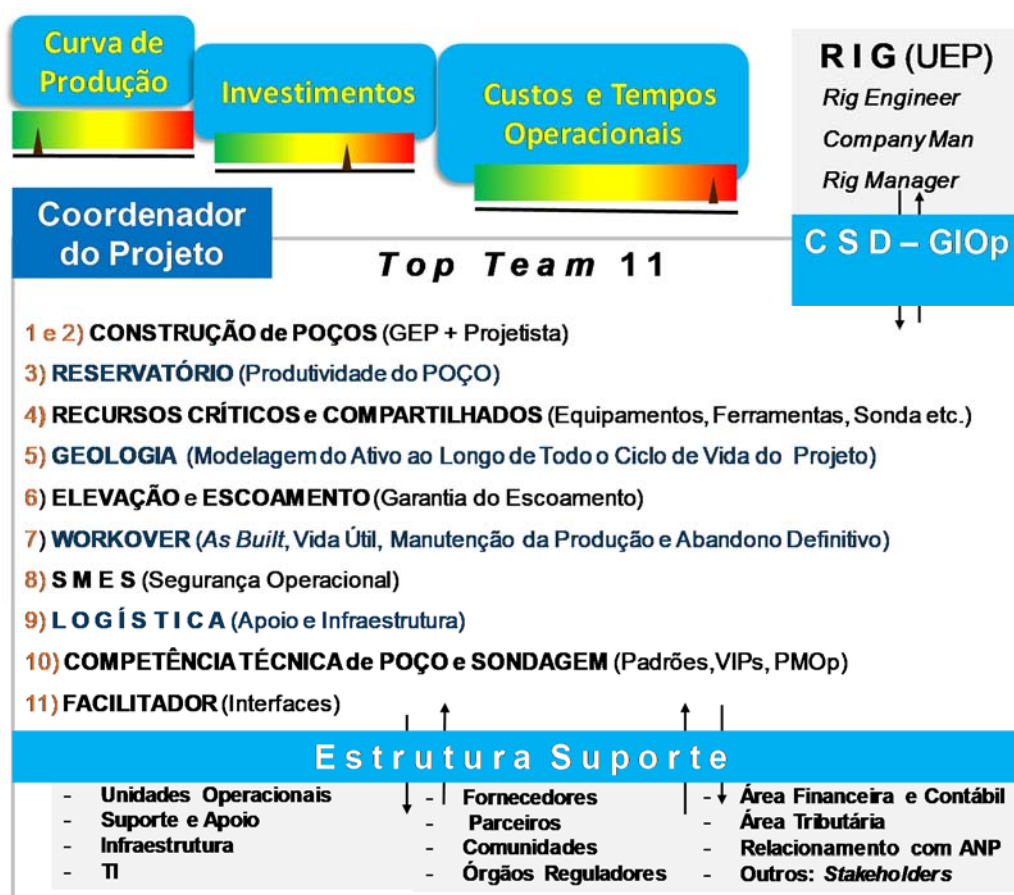


Figura 5 - AWC na Construção de Poços – Equipe Multidisciplinar

Na Figura 5 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 pelo menos um

período 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 do Projeto (patrocinador) com a Validação dos *stakeholders*, prevendo Métricas para medição de Resultados (produto ou serviço, prazo, custo, VPL, satisfação etc.) probabilísticos e de Reconhecimento (bônus por desempenho). Os termos desse “Contrato Operacional” devem ser revisados e atualizados a cada FEL e/ou etapa concluída do Projeto.

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

A dinâmica e Modus Operandi sugerido 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 à Equipe Multidisciplinar. Faz contato com os seus pares 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 *stakeholders*. É usual ser feita por videoconferência e a participação dos membros da Equipe fica a critério do Coordenador;
- d) Reunião Extraordinária: com presença de todos, inclusive do representante indicado pelos *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.

3.2 O PMO_{Portfólio} na Área de Poços de Petróleo e Gás

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 (*Project Management Office* ou EGP - Escritório de Gerenciamento de Projetos) podem variar desde fornecer funções de suporte até ser responsável pelo gerenciamento direto de um ou mais projetos. Uma mesma empresa pode ter um PMO organizacional ou ter vários PMOs, um por unidade de Negócio, linha de Serviço ou Departamento.

A proposta do PMO_{Portfólio} é dar suporte operacional desde FEL 1 até FEL4 e apoio nas Fases de Pré-Operação, Operação, projetos de restauração ou complementares e Abandono, em projetos de Desenvolvimento da Produção de Petróleo em Campos Terrestres com foco na otimização do Resultado da Carteira de Projetos. Priorização dos recursos compartilhados, previsibilidade, flexibilidade e agilidade fazem parte do Modus Operandi.

Dentre as atribuições estão disponíveis:

- 1) Apoiar:
 - a. a definição de diretrizes para o Gerenciamento de Projetos;
 - b. a definição da metodologia de Gestão de Projetos;
 - c. a criação de Painel de Indicadores;
 - d. a coleta de Dados e Informações para elaboração de Relatórios;
 - e. a alocação de Gerentes de Programa (visão da carteira);
 - f. o Gerente de Projetos (coordenador);
 - g. a gestão da Conformidade com o mínimo de burocracia necessária;
 - h. a gestão do Compartilhamento de Recursos principalmente os Críticos;
- 2) Ministar e coordenar treinamentos na metodologia adotada, ferramentas e técnicas;

- 3) Auditar projetos;
- 4) Prestar Suporte Operacional na Padronização, Treinamento, Auditorias, Conformidade e Qualidade.

4. BUSCA DA OTIMIZAÇÃO DOS RESULTADOS NA ÁREA DE PETRÓLEO E GÁS [7]

Neste tópico, de maneira sucinta, são descritas algumas características dos principais procedimentos, técnicas e ferramentas utilizados na Otimização dos Projetos de Petróleo e Gás.

4.1 Engenharia de Valor

A Engenharia de Valor é um 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 6) considerando tanto a visão do Cliente como a do Construtor (fabricante ou produtor). A meta é descobrir alternativas e desenvolver novos procedimentos que possibilitem redução de custo e/ou benefícios adicionais para o cliente sem comprometer a Qualidade Mínima especificada.

Seus principais usos são:

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

Como exemplos de uso e aplicação podemos citar:

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

$$\text{Critério para Maximizar a função VALOR}$$

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

Figura 6 – Função Objetivo de Otimização utilizada na Engenharia de Valor

4.2 VIPs – Value Improvement Practices

As VIPs (Práticas de Incremento de Valor) ou como denominamos “Práticas que Agregam Valor” diferem das “Boas Práticas” na medida em que “Boas Práticas” são o resultado de um aprendizado passado, enquanto as VIPs são oriundas de um processo formal, organizado e estruturado de buscar práticas que efetivamente levem a melhores resultados (Custo, Prazo, VPL, Segurança, Confiabilidade, Operabilidade etc.). As VIPs não buscam necessariamente em experiências passadas (Banco de Dados) os inputs para as novas práticas. São, em geral, fruto de um estudo formal onde um Facilitador e um Coordenador trabalhando em uma Equipe Técnica Multidisciplinar com *expertise* no assunto, busca estabelecer práticas que levem a melhores resultados no cenário analisado. Por exemplo, podemos não ter tido problemas de “perfuração no sal” dos poços no passado e, por essa razão, não ter gerado uma boa prática com os procedimentos documentados. A Equipe irá estudar todos os aspectos do assunto de modo a gerar as práticas que deverão ser adotadas e validadas na prática (aprendizado).

Os principais usos das VIPs são:

- a) estabelecer procedimentos para cenários novos ou customizados;
- b) buscar otimizar os resultados do Projeto.

Como exemplos de aplicação temos os seguintes;

- a) Otimização do Projeto de Baleia Azul;
- b) Inovação: piloto do SAGD (*Steam Assisted Gravity Drainage*) em Campos Maduros do Recôncavo;
- c) Avaliação da Produção de Gás em Reservatórios “Não Convencionais”.

4.3 EVTE(AS) considerando as Incertezas e os Impactos Socioambientais

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 o 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.

Os principais usos do EVTE-AS são:

- a) melhorar a previsibilidade do projeto em estudo;
- b) subsidiar a Tomada de Decisão;
- c) planejamento e programação de Recursos, principalmente os Compartilhados ou Críticos.

Alguns exemplos de aplicação são os seguintes:

- a) projetos Exploratórios;
- b) projetos Exploratórios (de desenvolvimento da produção);
- c) Estudos de Viabilidade de Blocos Exploratórios;
- d) Estudos de Viabilidade de Campos Maduros e/ou Marginais.

4.4 MicroCogeração

Cogeração é a produção simultânea e de forma sequenciada, de duas ou mais formas de energia a partir de um único combustível. A necessidade de aumentar a competitividade e pressões por redução de custos são a rotina nos dias atuais. Energeticamente isso se dá pela operação mais eficiente e a Cogeração pode ser uma boa alternativa.

MicroCogeração é a produção combinada e descentralizada de eletricidade e calor utilizando microturbinas que podem usar como combustível o gás natural. A MicroCogeração representa, em muitos casos, uma oportunidade de atendimento às necessidades energéticas locais ou de consumidores específicos, com eficiência e minimização dos impactos ambientais.

Uma das possíveis aplicações é a utilização de microturbinas a gás em campos *onshore* (terrestres) maduros e de óleo pesado, onde se possa empregar a injeção de vapor como método de recuperação secundária. A ideia é utilizar o gás associado produzido para gerar vapor e eletricidade. A injeção de vapor é indicada para melhorar a produtividade e aumentar o fator de recuperação de campos maduros de óleo pesado. É desejável, ainda, que o campo utilize ou disponha de rede elétrica nas proximidades para o aproveitamento da eletricidade gerada.

Os seus principais usos são:

- a) aproveitamento econômico do gás associado produzido;
- b) aproveitamento social do gás produzido;
- c) geração de renda e empregos;
- d) incremento da produção por poço e aumento do fator de recuperação com a injeção do vapor gerado;
- e) redução do Impacto Ambiental.

Temos os seguintes exemplos de aplicação:

- a) Campos Maduros Terrestres e Marítimos;
- b) Campos Marginais Terrestres;
- c) Campos de Óleo Pesado.

4.5 Uso da Técnica “Não Convencional” Poço em U

Poço em U é uma técnica oriunda da mineração e utilizada para travessia de rio. Utiliza uma Sonda Inclinada (*Slant Rig*) e pode permitir intervenções sem Sonda (*Rig Less*).

Esta técnica “não convencional” serve para:

- a) aumento da produção por POÇO;
- b) Intervenções do tipo *Rig Less*.

Como exemplos de aplicação temos:

- a) Campos Maduros e/ou Marginais;
- b) Campos Terrestres com Óleo Pesado.

5. EVTE(AS) EM PROJETOS DE E&P

Acidentes como os da British Petroleum (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 são bons exemplos para sustentar que os projetos de E&P requerem além de Tecnologia, Segurança e Inovação, uma gestão diferenciada, ou seja, um planejamento robusto envolvendo uma análise e mitigação dos principais Riscos e Incertezas aliados a flexibilidade e agilidade Operacional a fim de equacionar os problemas e desafios presentes. Essa é a proposta do Estudo de Viabilidade Técnica e Econômica considerando os aspectos Ambientais e Sociais. No procedimento, além da Técnica e fatores Econômicos, são mapeadas as variáveis socioambientais impactantes e seus riscos e incertezas que, após mitigados, são incluídos nas PDFs do Tempo e do Custo do Projeto.

Na produção de petróleo *onshore* (terrestre) existem poços produzindo, de forma econômica, até dois barris por dia no Texas, onde cerca de 7.000 pequenos produtores produzem 700.000 barris por dia. No Brasil, existe uma grande quantidade de pequenos campos marginais, não raro depletados e com instalações já depreciadas, que, segundo estudos efetuados por especialistas, poderiam ser viabilizados economicamente com uma produção da ordem de seis barris por dia, se “revitalizados” e administrados com uma estrutura “enxuta”.

A nossa visão, fundamentada na experiência, consultorias e estudos de campos como Fazenda Belém (descoberto em 1980, óleo 14^º API), Fazenda Alegre (descoberto em 1996, 13^º API), Rio Urucu (Amazônia) e outros do Recôncavo e da bacia Potiguar, é a de que, com o Brent na cotação atual, é necessário um EVTE(AS) específico para o campo em análise e, além disso, fazer algo “diferente” (uso de inovação e/ou técnicas “não convencionais”) 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 (estrutura “lean”);
- d) viabilizar métodos de recuperação secundária e terciária (incluindo a injeção de vapor);
- e) criar “cooperativas” e “formar fundos/seguros de contingência”.

A adoção do EVTE(AS) e o adequado planejamento dos Recursos são, sem dúvida, fatores impactantes no VPL dos projetos e particularmente na viabilização de Campos Maduros e/ou Marginais.

O uso da MicroCogeração 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 Técnicas “Não Convencionais” cujas possibilidades 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 que vão desde a possibilidade de gerar energia elétrica a baixo custo, passando pela geração de empregos, podendo chegar até a disponibilizar água em algumas regiões secas do agreste nordestino.

6. METODOLOGIA GERISK E A ENGENHARIA 4.0

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 com o uso da 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 em funcionamento, embora o controle continue Manual, o “Sistema Ativo” é capaz de bloquear automaticamente as “Ações Inseguras”, ou seja, que não estejam dentro dos parâmetros previstos. É possível, ainda usar o monitoramento automatizado (Sistema Passivo) apenas para alertar (não tem autonomia de bloquear) como o adotado na indústria aeroespacial.

Para o FEL 5, 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) são obrigatórios.

Um projeto de desenvolvimento da produção, desde o seu início, passando pela Revitalização e até o Abandono, em geral, tem uma duração 10 a 40 anos (alguns passam de 60). Assim, parte obrigatória do modelo é o registro na Base de Dados de dados e informações monitoradas referentes a Manutenções, Mudanças e Ajustes que ocorrerem durante este ciclo da vida do Ativo (Figura 7).

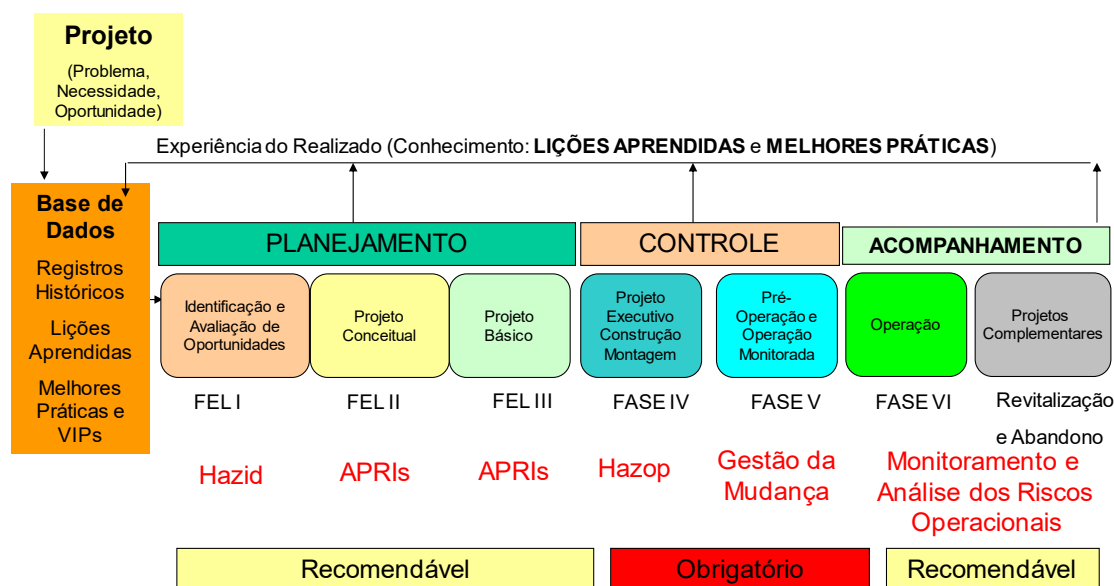


Figura 7 - Base de Dados e o Ciclo de Vida do Projeto

Diante da necessidade de viabilizar projetos de Revitalização ou Complementares para continuidade, de forma econômica, do desenvolvimento da produção 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 e/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 também não podem ser negligenciados são:

- Quais os custos “ocultos” no projeto (passivo ambiental, necessidade de *workover*, vida útil das instalações etc.)?

- b) O Modelo Geológico é pobre?
- c) Qual o estágio da curva de aprendizado do Campo?
- d) A produção está otimizada?
- e) Qual o Fator de Recuperação atual e o seu potencial?
- f) Vale a pena investir na Revitalização do Campo e até quanto?
- g) As respostas a essas questões são objetos de análise do EVTE(AS).

Reduzir os custos, 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.

Para finalizar, no contexto da ENGENHARIA 4.0 onde a IoT (conectividade), os sistemas Autônomos, *Machine learning* (inteligência artificial), *Big Data*, Impressão 3D, Nuvem Industrial, Realidade Aumentada, *Cyber Security*, Diversidade Cultural, Descentralização e Integração Generalizada já são uma realidade, a Viabilização, Manutenção e Gestão de Ativos de forma adequada, são, a nosso ver, um “Bom Caminho” para a Retomada de um crescimento Sustentável.

A metodologia GERISK se engaja nesse processo.

7. AGRADECIMENTOS

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

8. REFERÊNCIAS

- [1] SOUZA A. A., SALVADOR M. C. “Metodologia GERISK”, Apostila e Slides, Petrobras, (2014).
- [2] SINPEP PETROBRAS, “Estimativa de Tempo em Projetos de Construção e Manutenção de Poços Exploratórios e de Desenvolvimento da Produção”, Petrobras (2014).
- [3] BILL C., NICHOLAS G., EGILL A. and RONNY B. “Adaptive Automation Facilitates Efficient, Safe Tripping Operations, Drilling Rigs & Automation”, (2014).
- [4] PDRHE, “Relatório de Viagem, Participação do PDRHE SPE Paris Adaptive Well Construction”, Petrobras, (2013).
- [5] SOUZA A. A., SANTOS E. G., SALVADOR M. C., FUESS M.T.R., “IBP1825_16 Adaptive Well Construction: Vale a Pena Embarcar Nessa?”, Rio Oil 2016, Versão revisada e atualizada, (2016).
- [6] SOUZA A. A., SALVADOR M. C., “Adaptive Well Construction na Metodologia GERISK”, XSEP, Petrobras, Rio de Janeiro, novembro 2014.
- [7] CURRY D. “Managing the Future Impact of Current Cost Cutting – What Should we Keep on Spending to Drive down Well Costs?”, SPE International, Londres, março de 2016.
- [8] SOUZA A. A., ROVINA P. S., “IBP1425_06 Estimativa Probabilística de Tempo e Custo na Perfuração e Completação de Poços Submarinos”, Rio Oil 2006.
- [9] KERZNER, H. Project Management: “A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling” VNR., Cincinnati USA, 1994.
- [10] TUSLER, R. “Project Risk Management Principles”, Coldands Consulting., London.