

5 Modelagem do Estudo de Caso

Esse capítulo visa apresentar o estudo de caso a ser analisado. Para tal, o capítulo foi dividido da seguinte forma: Seção 5.1 detalhará as premissas adotadas e o que estará fora do escopo; Seção 5.2 apresentará as características dos dados coletados de duração dos poços; Seção 5.3 definirá o sequenciamento estabelecido para construção dos poços nas estratégias sequencial e seriada; Seção 5.4 explicará as considerações feitas para realização da análise de risco; e, Seção 5.5 detalhará a estrutura proposta para os cronogramas das estratégias sequencial e seriada.

5.1. Premissas Gerais

Para o desenvolvimento do estudo de caso algumas considerações deverão ser feitas para delinear o escopo do projeto e para definir seu conteúdo. Seguem abaixo as premissas que serão adotadas:

- O projeto considerará a utilização de somente uma sonda, do tipo navio sonda ou semi-submersível. Ela será dedicada ao projeto, com disponibilidade exclusiva a partir de determinada data inicial e com capacidade de realizar a perfuração e completação dos poços.
- Outros barcos de apoio que serão utilizados, sem restrições, são:
 - SESV, para lançamento de Base Adaptadora de Produção (BAP)¹ e ANM
 - Barco de fluidos
 - Barco para transporte de materiais
 - Barco de estimulação (Operação de *Gravel Packing*)
- Os fluidos utilizados para perfuração serão água do mar para as fases 1 e 2 e fluido sintético para as fases 3 e 4.

¹ Base Adaptadora de Produção (BAP) é o primeiro equipamento instalado na cabeça de poço, concebido para alojar o *tubing hanger* (que sustenta a coluna de produção), receber e travar a ANM e receber os *hubs* de conexão das linhas de produção e de controle, permitindo que o poço esteja em condições de produção (Fernández, Pedrosa Junior e Pinho, 2009).

- Projeto possuirá 6 poços produtores iguais, cada um com 4 fases, sendo todos com completação a poço aberto, do tipo *Open Hole Gravel Pack* (OHGP). O poço ser aberto significa que não há o último revestimento, sendo assim, o poço só possui 3 revestimentos.
- Os poços serão agrupados em 2 *clusters*, cada um contendo 3 poços. A disposição dos poços pode ser vista pela Figura 23.
- A lâmina d'água (LDA) a ser considerada será de aproximadamente 1.890 metros.
- As cabeças de poço dos poços a serem considerados no projeto estarão fixas.

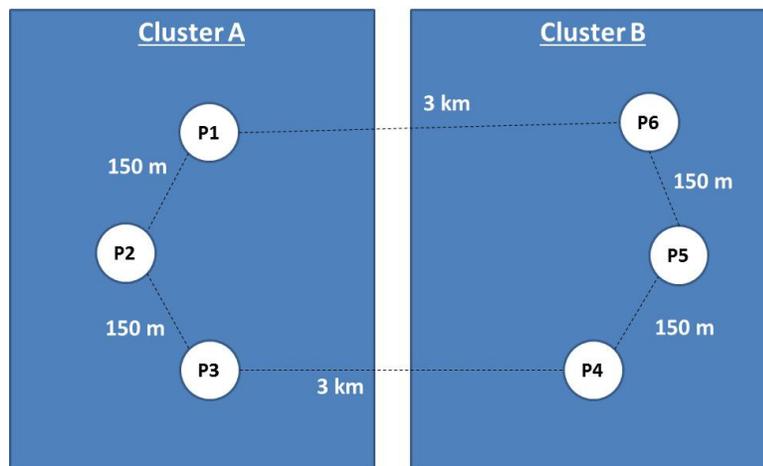


Figura 1 – Disposição dos Poços e sua Divisão em *Clusters* (Fonte: Elaborado pela Autora)

Além dessas premissas, é importante destacar o que estará fora do escopo do estudo de caso. Seguem abaixo os principais pontos:

- Os poços serão dispostos de forma arbitrária, sem consideração de posicionamento ótimo que busque a melhor recuperação de óleo (melhor estratégia de depleção do campo).
- O estudo não contemplará análise de custo, bem como de VPL.
- Não será considerada na duração das atividades de construção de poços uma curva de aprendizado, comum na indústria.

5.2. Característica dos Dados

Para elaboração dos cronogramas serão necessários como dados de entrada do modelo as durações das atividades de construção de poços marítimos. Para coletar esses dados será preciso definir algumas características, são elas:

- Serão coletados dados que se assemelham aos poços do caso base. Os dados serão provenientes de banco de dados disponibilizado pela Petrobras. Ao todo serão coletados dados de 6 poços da Bacia de Campos.
- Os poços considerados do estudo de caso serão semelhantes, vide Figura 24:
 - OHGP;
 - Horizontais e produtores;
 - Brocas de 36", 17 1/2", 12 1/4" e 8 1/2";
 - Revestimentos de 36" (condutor jateado), 13 3/8" (superfície) e 9 5/8" (intermediário);
 - Comprimento até cada fase: sapata do 36" 1.970 m, sapata do 13 3/8" 2.540 m e sapata do 9 5/8" 3.280 m;
 - Profundidade medida final de aproximadamente 4.400 m, considerando pequenas variações de +/- 20 metros.

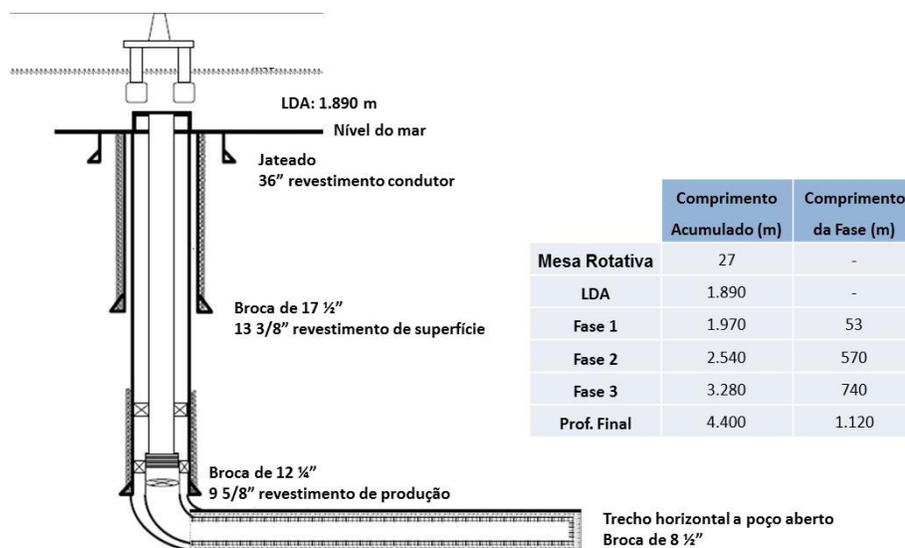


Figura 2 – Ilustração de Poço OHGP (Fonte: Adaptado de Bode, Hartmann e Kenworthy, 2010)

5.3. Sequenciamento das Atividades

A sequência escolhida para perfuração e completação dos poços foi estabelecida de forma arbitrária, uma vez que os *clusters* são simétricos. Cada poço foi denominado P_x, onde x vai de 1 a 6.

Para a estratégia de construção dos poços sequencial, o primeiro poço a ser construído será o P1. Ao perfurar e completar esse poço, o próximo poço a ser construído será o P2 e assim por diante até finalizar o P6, conforme pode ser visto na Figura 25.

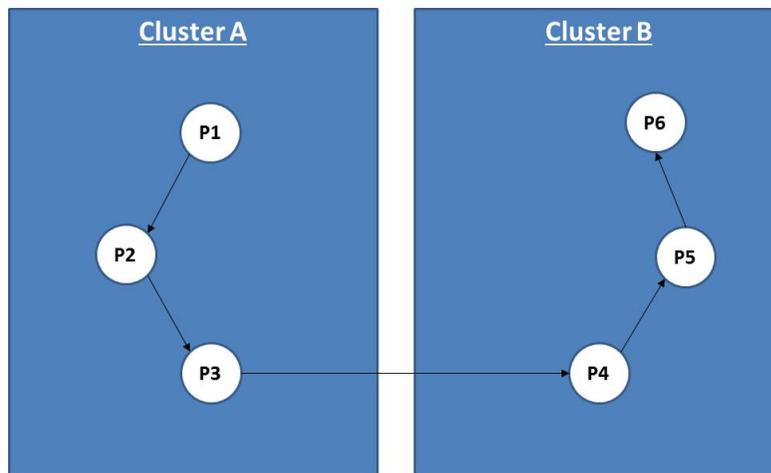


Figura 3 – Sequenciamento da Estratégia de Construção Sequencial
(Fonte: Elaborado pela Autora)

Para a estratégia de construção dos poços seriada, a construção se dará em blocos e por *cluster*, ou seja, primeiramente os poços P1, P2 e P3, do *cluster* A, serão finalizados e em seguida a sonda será deslocada para o *cluster* B para construir os poços P4, P5 e P6.

Dentro do *cluster* A, a sequência de construção dos poços se dará da seguinte forma (vide Figura 26):

- Perfuração da Fase 1 dos poços, na ordem P1, P2 e P3;
- Perfuração da Fase 2 dos poços, na ordem P3, P2 e P1;
- Perfuração da Fase 3 dos poços, na ordem P1, P2 e P3;
- Perfuração da Fase 4 dos poços, na ordem P3, P2 e P1;
- Completção dos poços, na ordem P1, P2 e P3.

Ao finalizar o último poço do *cluster A* (poço P3), o *cluster B* será iniciado pelo poço P4, seguindo a mesma lógica descrita para o *cluster A*.

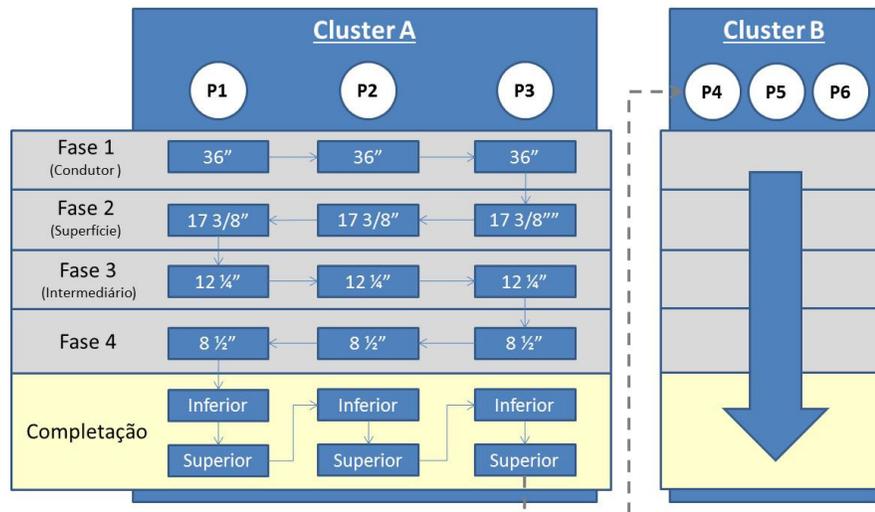


Figura 4 – Sequenciamento da Estratégia de Construção Seriada
(Fonte: Elaborado pela Autora)

5.4. Considerações para a Análise de Riscos

Uma vez definidas as características da construção dos poços, algumas considerações devem ser feitas para realização da análise de risco nos cronogramas das estratégias de construção de poços sequencial e seriada.

A primeira consideração está relacionada com os tipos de riscos que serão endereçados. Só serão considerados riscos de natureza técnica/operacional e de caráter negativo.

Além disso, para representar os impactos das incertezas, os riscos serão inseridos no cronograma ajustando-se as estimativas de duração das atividades. Para tal, serão utilizados dados históricos de perfuração e completação. Devido à pequena quantidade de dados, a proposta é que se utilizem distribuições triangulares, variando os tempos pessimistas e otimistas com base no tempo não produtivo, também conhecido como NPT (*nonproductive time*).

O NPT é um tempo improdutivo geralmente relacionado a condições de mar, dificuldades operacionais (perdas de circulação, problemas com equipamentos, entre outros) e indisponibilidade de materiais de perfuração e completação.

A escolha de se utilizar distribuições triangulares está baseada no artigo de Williamson, Sawaryn e Morrison (2006), onde eles explicam a importância de cada distribuição de entrada ter sua faixa consistente com a faixa de valores a serem modelados. Eles entendem que com uma quantidade de dados suficiente, as durações de poços aparentam seguir uma distribuição log-normal. Além disso, um gráfico de frequência dos percentuais de NPT de um grupo de poços também pode superficialmente se aproximar de uma distribuição log-normal. Entretanto, os autores entendem que ao utilizar a distribuição log-normal para modelar o percentual de NPT deve-se ter atenção, pois essas distribuições podem adotar qualquer valor entre zero e infinito.

Williamson, Sawaryn e Morrison (2006) destacam que, em geral, devem-se favorecer os tipos distribuições simples, como por exemplo, distribuições uniformes e triangulares. Se uma análise rigorosa dos dados for feita, retirando aqueles casos extremos que não são representativos e tendo evidências de qual seria o valor mais provável, a distribuição triangular deve ser escolhida para os casos que se tem uma amostra pequena de dados.

Com base nisso, os valores a serem considerados no estudo de caso para as distribuições triangulares equivaleriam aproximadamente aos percentis² P10, P50 e P90 de uma distribuição de tempos perdidos, que seriam os valores de mínimo, mais provável e máximo, respectivamente. Caso a variabilidade seja pequena é possível se ajustar os valores definidos, mas o que se procurou fazer é evitar valores muito extremos de NPT. Desta forma, foi considerado razoável a utilização de valores P10 e P90.

Assim, as seguintes considerações serão feitas:

- Para o valor determinístico das durações dos cronogramas será utilizado o valor médio das distribuições.
- Para as atividades de completação inferior e superior serão consideradas as seguintes variações nas durações para a distribuição triangular:
 - Otimista: Tempo Produtivo + NPT mínimo de 15%
 - Mais Provável: Tempo Produtivo + NPT de 25%
 - Pessimista: Tempo Produtivo + NPT máximo de 40%
- Para as atividades no cronograma relativas à perfuração e DMM (sem movimentação do BOP no fundo) em ambas as estratégias e

² Percentil (Pn) é um valor, no qual, por definição, existe uma probabilidade de n% de um valor escolhido aleatoriamente de uma gama de dados se encontrar abaixo dele. Por exemplo, falar que o P50 é de X dias significa que 50% das durações encontram-se abaixo do valor X (Williamson, Sawaryn e Morrison, 2006).

preparo da sonda para execução das atividades de perfuração e completação na estratégia sequencial, as variações nas durações para a distribuição triangular serão:

- Otimista: Tempo Produtivo + NPT mínimo de 15%
 - Mais Provável: Tempo Produtivo + NPT de 25%
 - Pessimista: Tempo Produtivo + NPT máximo de 35%
- Especificamente para a estratégia seriada, as atividades de preparação da sonda e de DMM com BOP no fundo do mar terão suas durações máximas da distribuição penalizadas de forma arbitrária para tentar caracterizar os riscos relativos à logística inerentes à estratégia seriada. O valor foi arbitrado devido à falta de dados realizados para esse tipo de estratégia. Então para esses casos as variações nas durações para a distribuição triangular serão:
 - Otimista: Tempo Produtivo + NPT mínimo de 15%
 - Mais Provável: Tempo Produtivo + NPT de 25%
 - Pessimista: Tempo Produtivo + NPT máximo de 70%
 - Para os tempos de instalação da ANM e da BAP, será utilizada uma variação de - 43% (mínimo) a + 71% (máximo) do valor mais provável. Para estes casos em específico, foram analisadas 50 observações, expurgando-se os casos extremos.

5.5. Modelagem do Cronograma

Para cada uma das estratégias de construção de poços marítimos será elaborado modelo específico de cronograma. Os cronogramas serão desenvolvidos no software Microsoft Office Project 2007.

Para a estratégia sequencial foi definida a estrutura de tópicos ilustrada na Figura 27. Conforme pode ser visto na figura, o cronograma possui uma atividade de início do projeto (EDT 1.1) e uma de término da campanha de poços (EDT 1.14), que serão consideradas as atividades de início e fim do projeto, respectivamente.

Id	EDT	Nome
1		1 Projeto X - Estratégia de Construção de Poços Sequencial
2	1.1	Início do Projeto
3	1.2	DMM de Macaé ao Poço P1
4	1.3	Construção do Poço P1
29	1.4	DMM da Sonda do Poço P1 ao Poço P2
30	1.5	Construção do Poço P2
55	1.6	DMM da Sonda do Poço P2 ao Poço P3
56	1.7	Construção do Poço P3
81	1.8	DMM da Sonda do Poço P3 ao Poço P4
82	1.9	Construção do Poço P4
107	1.10	DMM da Sonda do Poço P4 ao Poço P5
108	1.11	Construção do Poço P5
133	1.12	DMM da Sonda do Poço P5 ao Poço P6
134	1.13	Construção do Poço P6
159	1.14	Término da Campanha dos Poços

Figura 5 – Estrutura de Tópicos do Cronograma da Estratégia Sequencial (Fonte: Elaborado pela Autora)

As demais atividades do cronograma são os deslocamentos da sonda entre os poços e a construção de cada poço em si. Como esse modelo de cronograma é para a estratégia sequencial, cada poço é construído de forma integral antes de passar para o próximo poço. O detalhamento do cronograma da estratégia sequencial encontra-se no Apêndice II.

A modelagem do cronograma para a estratégia seriada segue a mesma lógica, porém alinhada com a construção de poços seriada. A Figura 28 apresenta a estrutura de tópicos para a estratégia seriada.

Conforme pode ser visto na Figura 28, o cronograma também possui uma atividade de início do projeto (EDT 1.1) e uma de término da campanha de poços (EDT 1.7), que serão consideradas as atividades de início e fim do projeto, respectivamente.

Id	EDT	Nome
1	1	Projeto X - Estratégia de Construção de Poços Seriada
2	1.1	Início do Projeto
3	1.2	DMM
4	1.3	Construção dos Poços do Cluster A
5	1.3.1	Perfuração Fase 1 - Jateamento do Condutor - 36"
15	1.3.2	Perfuração Fase 2 - Superfície - 17 1/2" (13 3/8")
28	1.3.3	Perfuração Fase 3 - Intermediária - 12 1/4" (9 5/8")
44	1.3.4	Perfuração Fase 4 - Open Hole Gravel Pack - 8 1/2"
58	1.3.5	Completação
83	1.4	DMM da Sonda do Cluster A ao Cluster B
84	1.5	Construção dos Poços do Cluster B
85	1.5.1	Perfuração Fase 1 - Jateamento do Condutor - 36"
95	1.5.2	Perfuração Fase 2 - Superfície - 17 1/2" (13 3/8")
108	1.5.3	Perfuração Fase 3 - Intermediária - 12 1/4" (9 5/8")
124	1.5.4	Perfuração Fase 4 - Open Hole Gravel Pack - 8 1/2"
138	1.5.5	Completação
163	1.6	Término da Campanha de Poços

Figura 6 – Estrutura de Tópicos do Cronograma da Estratégia Seriada
(Fonte: Elaborado pela Autora)

As demais atividades do cronograma são os deslocamentos da sonda entre os poços e a construção dos poços.

Diferentemente da estratégia sequencial, a estratégia seriada realiza a construção dos poços por *cluster* e por série, realizando primeiramente todas as perfurações da primeira fase dos poços de um *cluster* e assim por diante até finalizar com a completação desses poços. A partir da perfuração da fase 3 dos poços foi considerado o deslocamento da sonda com o BOP debaixo da água, além das atividades de abandono temporário dos poços e reentrada da sonda nos poços. O detalhamento do cronograma da estratégia seriada encontra-se no Apêndice II.