

8

Referências Bibliográficas

@Risk for Project, Edição 4.1.4 (Professional Edition), Palisade Corporation.

ACCIOLY, R. M. S.; GONÇALVES, G. F. **Guia de Análise Quantitativa de Riscos de Projetos**, 2008.

ACCIOLY, R. M. S.; MARTINS, J. A. **O Planejamento da Completação de Poços e Workover Segundo Estudos Estatísticos**. Conexpo Arpel, 1992.

ACCIOLY, R. M. S. **Modelando Estrutura de Dependência Através de Cópulas**: Contribuições Para a Análise de Incerteza em Projetos de Exploração e Produção. Tese – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, 2005.

BARRETO, J. B.; SILVA, S. V.; GUIMARÃES, H. J. S.; SILVA, F. do C.; PAIXÃO, C. R. da; NOGUEIRA, L. S. **Elaboração de Um Projeto de Gravel Pack Como Sistema de Contenção de Areia em Poços de Petróleo**: Estudo de Caso na Bacia de Campos – Uma Visão Por Gerência de Projetos. XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção, ENEGEP, Foz do Iguaçu, PR, 2007.

BASTOS, B. **Advanced Drilling and Completion**. 19th World Petroleum Congress, Espanha, 2008.

BELLARBY, J. **Well Completion Design**. Developments in Petroleum Science. Volume 56, Elsevier, 711 pages, 2009.

BLIKRA, H.; ANDERSEN, R.; HOSET, H.; VESTVIK, J.; BERG, H. **Cost-Effective Subsea Drilling Operation on the Smallest Norwegian Field Development**. IADC/SPE Drilling Conference, Dallas, Texas, 2002.

BODE, W.; HARTMANN, R.; KENWORTHY, A. **Parque das Conchas (BC10) – Delivery of Deepwater Extended Reach Wells in a Low Fracture Gradiente Setting**. Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 2010.

BOODOO, C.; DWARKAH, D.; RAJNAUTH, J. **A Look at Batch Drilling in Trinidad and Tobago**. SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, Port-of-Spain, Trinidad, 2003.

CARVALHO, A. L. de. **Análise Paramétrica e Probabilística da Reativação e Abertura de Falhas Geológicas**. PIBIC, Relatório Anual CTC, Departamento de Engenharia Civil, XX Seminário de Iniciação Científica da Puc-Rio, 2012.

CHAPMAN, C.; WARD, S. **Project Risk Management**. John Wiley & Sons Ltd, Second Edition, 389 pages, 2003.

COELHO, D. K.; ROISENBERG, M.; FREITAS FILHO, P. J. de.; JACINTO, C. M. C. **Risk Assessment of Drilling and Completion Operations in Petroleum Wells Using a Monte Carlo and a Neural Network Approach**. Winter Simulation Conference, 2005.

CUNHA, J. C.; DEMIRDAL, B.; GUI, P. **Use of Quantitative Risk Analysis for Uncertainty Quantification on Drilling Operations – Review and Lessons Learned**. SPE Latin American and Caribbean Petroleum Engineering Conference, Rio de Janeiro, Brazil, 2005.

CUNHA, J. C. **Risk Analysis Application for Drilling Operations**. Petroleum Society's 5th Canadian International Petroleum Conference, 55th Annual Technical Meeting, Calgary, Alberta, Canada, 2004.

DEVEREUX, S. **Practical Well Planning and Drilling Manual**. PennWell Corporation, 524 páginas, 1998.

DRILLING FORMULA. **Imagem de Washout (Figura 08)**. Disponível em: <http://www.drillingformulas.com/depth-of-washout/>. Acesso em 28 de março de 2014.

EATON, L. F.; ACTIS, S. C.; WILLIAMSON, R. N.; VERNIER, C. G.; LONG, J. **Deepwater Bathset Operations Through the Magnolia Shallow Water Flow Sand**. SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, The Netherlands, 2005.

FERNÁNDEZ, E. F. Y.; PEDROSA JUNIOR, O. A.; PINHO, A. C. de. **Dicionário do Petróleo em Língua Portuguesa: Exploração e Produção de Petróleo e Gás uma Colaboração Brasil, Portugal e Angola**, Lexikon, PUC-Rio, 656 páginas, 2009.

FLANNERY, C.; CHOO, B. **Kikeh Batch Setting: Case Study**. SPE 105027, 2008.

FRYDMAN, D. de S. **Fundamentos de Completação de Poços de Petróleo**. Apostila de Curso Petrobras, 2013.

GRAY, G. E.; HALL, K. H.; MU, H. C. **Liuhua 11-1 Development – Batch Drilling Program is Successful in the South China Sea**. 28th Annual Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 1996.

HASLE, G.; HAUT, R. C.; JOHANSEN, B. S.; OLBERG, T. S. **Well Activity Scheduling An Application of Constraint Reasoning**. Artificial Intelligence in the Petroleum Industry, Volume 2, Chapter 10, Éditions Technip, páginas 209 a 227, 1996.

JACINTO, C. M. C. **Acoplamento, Simulação e Otimização de Estratégias de Desenvolvimento de Campos de Petróleo e Gás sob Incerteza, com Aplicações na Construção de Poços e Campos Inteligentes.** Tese de Doutorado em Engenharia Civil, COPPE, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

JACINTO, C. M. C. **Modelagem e Simulação do Risco na Perfuração e Completação de Poços de Petróleo e Gás em Águas Profundas.** Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção, Universidade Federal Fluminense, 2002.

LEAMON, G. R. **Petroleum Well Costs.** School of Petroleum Engineering, The University of New South Wales, 2006.

MARTIN, B.; WALTERS, J. V.; WOODARD, P. W. **Application of a Well Slot Optimization Process to Drilling Large Numbers of Wells in Clusters on Artificial Island.** Abu Dhabi International Petroleum Exhibition & Conference, Abu Dhabi, UAE, 2010.

OKSTAD, E. H. **Decision Framework for Well Delivery Processes: Application of Analytical Methods to Decision Making.** Doctoral Thesis, Department of Petroleum Engineering and Applied Geophysics, Norwegian University of Science and Technology, 2006.

PETERSON, S. K.; MURTHA, J. A.; ROBERTS, R. W. **Drilling Performance Predictions: Case Studies Illustrating the Use of Risk Analysis.** SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, The Netherlands, 1995.

PETROBRAS. **Documento Interno de Diretrizes para Elaboração de Cronograma.** Petrobras, 2014.

PETROBRAS. **Documento Interno de Estimativa de Tempo em Projetos de Construção e Manutenção de Poços Exploratórios e de Desenvolvimento da Produção**. Petrobras, 2013.

PETROBRAS. **Imagem Gráfica das Metas de Produção de Óleo e LGN da Petrobras (Figura 01)**. Disponível em: <http://www.petrobras.com.br/pt/nossas-atividades/areas-de-atuacao/exploracao-e-producao-de-petroleo-e-gas/>. Acesso em 14 de março de 2014.

PMI. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide)**, Project Management Institute, Fifth Edition, 589 pages, 2013.

ROCHA, L. A. S.; AZEVEDO, C. T. de. **Projetos de Poços de Petróleo: Geopressões e Assentamento de Colunas de Revestimentos**. 2ª Edição, Editora Interciência Ltda, Rio de Janeiro, 562 páginas, 2009.

ROLLIM, F. **Apostila de Gerenciamento de Riscos de Projetos**. Apostila de curso na Universidade Petrobras, Compass International, 2012.

ROVINA, P. S.; BORIN, G. R. **How to Accomplish CAPEX and Schedule Managing up to Six Rigs, Simultaneously**. Offshore Technology Conference, Houston, Texas, 2005.

SEPTIANTORO, A.; BUJNOCH, J.; WELBOURN, E. **Belanak Development: Batch Drilling Operations in Natuna Sea**. Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition, Jakarta, Indonesia, 2005.

SILVA, A. H. C. **Noções de Perfuração e Completação**. Apostila de Curso Eletrônico Petrobras, 2013.

THOMAS, J. E. (Org.). **Fundamentos de Engenharia de Petróleo**. Editora Interciência Ltda, 2ª edição, 271 páginas, 2001.

VALDEZ, H.; FLEECE, T. **Atlantis Batch Setting: Operational Performance Close to Prediction**. SPE Annual Technical Conference and Exhibition, Dallas, Texas, 2005.

VIZINAT, J.; SALLEE, A.; METZ, S.; PARLIPIANO, A. **Tubular Bells: A Case Study of Large-Scale Batch Sets**. SPE Asia Pacific Oil & Gas Conference and Exhibition, Jakarta, Indonesia, 2013.

VOSE, D. **Quantitative Risk Analysis: A Guide to Monte Carlo Simulation Modelling**. John Wiley & Sons Ltd, 328 pages, 1996.

WILLIAMSON, H. S.; SAWARYN, S. J.; MORRISON, J. W. **Monte Carlo Techniques Applied to Well Forecasting: Some Pitfalls**. SPE Drilling and Completion, 2006.

ZOLLER, S. L.; GRAULIER, J. R.; PATERSON, A. W. **How Probabilistic Methods Were Used to Generate Accurate Campaign Costs for Enterprise's Bijupirá & Salema Development**. SPE/IADC Drilling Conference, Amsterdam, The Netherlands, 2003.

Apêndice I – Problemas Típicos da Atividade de Perfuração

A atividade de perfuração de poços envolve diversas etapas e operações. Para um bom planejamento e de forma a garantir que as operações sejam realizadas sem interrupções, é importante atentar para alguns problemas típicos inerentes a esta atividade:

- **Perda de Circulação:** ocorre quando não há retorno do fluido para a superfície, seja porque a pressão de reservatório está abaixo da pressão hidrostática do fluido, ou seja porque encontrou alguma zona de perda, conforme ilustrado na Figura 38. Ao ocorrer perda total de circulação, a velocidade do fluido de perfuração acima da zona de perda é zero e os cascalhos tendem a preencher a zona de perda, ocasionando a prisão da coluna de perfuração (Rocha e Azevedo, 2009).

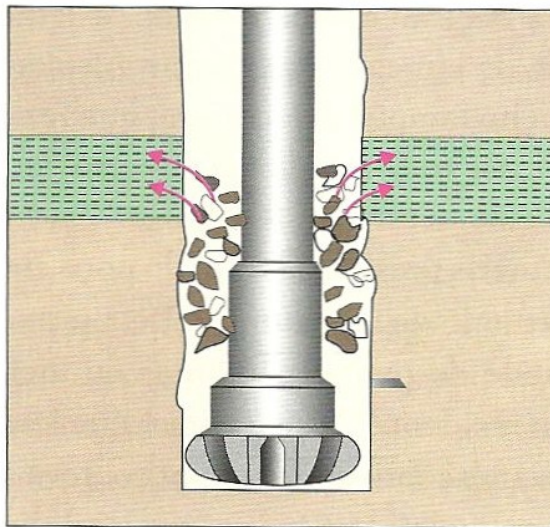


Figura 1 – Ilustração de Uma Perda de Circulação (Fonte: Rocha e Azevedo, 2009)

- **Perfuração de Formações Inconsolidadas:** como a resistência coesiva da rocha é muito baixa, a rocha desaba para dentro do poço (Rocha e Azevedo, 2009).

- **Prisão de Coluna:** ocorre quando a coluna de perfuração fica presa dentro do poço, podendo ser devido a questões de geometria do poço, de partículas sólidas no buraco ou por pressão diferencial entre a formação e o poço (Devereux, 1998).
- **Pescaria:** “peixe” é o termo utilizado para designar qualquer objeto estranho que tenha caído, partido ou ficado preso dentro do poço durante a perfuração, impedindo o prosseguimento normal das operações. Nesses casos são necessárias operações de pescaria para conseguir recuperar ou liberar o “peixe” (Thomas, 2001).
- **Kick:** é a entrada incontrolada do fluido da formação para dentro do poço. Ocorre quando a pressão de poro da formação excede o fluido de perfuração. Um *kick*, quando incontrolável, pode levar a um *blowout*, permitindo que o fluido da formação atinja a superfície (Devereux, 1998).
- **Perfuração de Formações Pressurizadas:** ocorre pela mesma questão explicada no problema de *kick*, que é quando a pressão de poros é maior do que a pressão exercida pelo fluido de perfuração. Neste caso, a força da formação para o poço causa uma falha da rocha por tração e faz os cascalhos desabarem para dentro do poço, conforme pode ser visto na Figura 39 (Rocha e Azevedo, 2009).

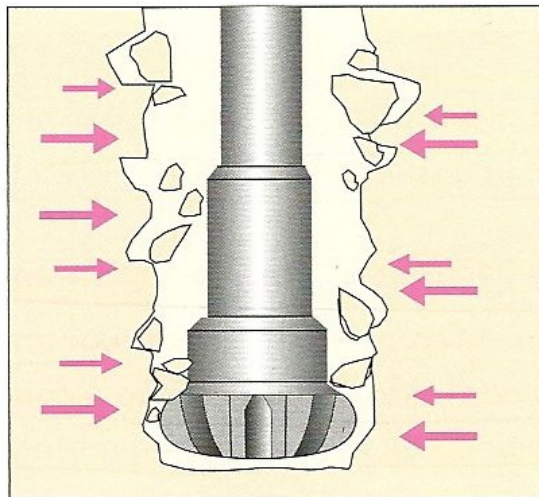


Figura 2 – Ilustração de uma Perfuração com Problemas de Formações Pressurizadas (Fonte: Rocha e Azevedo, 2009)

- **Colapso do Revestimento:** ocorre quando há um aumento acentuado das pressões externas a que o revestimento é submetido, causando um colapso no revestimento quando este não suporta esta pressão, conforme pode ser visto na Figura 40 (Rocha e Azevedo, 2009).

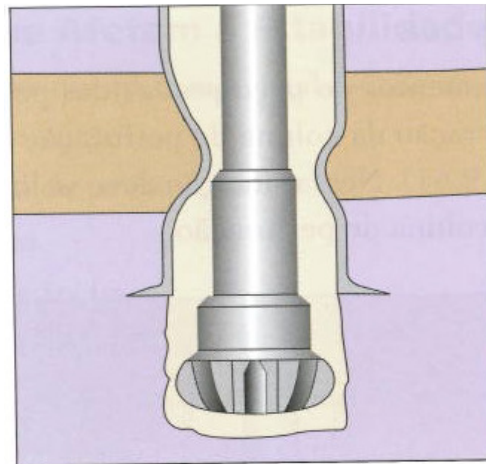


Figura 3 – Ilustração de um Colapso do Revestimento (Fonte: Rocha e Azevedo, 2009)

- **Formação de *Pack Offs*:** ocorre quando o fluido de perfuração interage muito com a formação não encapsulando apropriadamente os cascalhos. Assim, os cascalhos vão formando uma massa que fecha o anular, podendo causar a prisão da coluna de perfuração (Rocha e Azevedo, 2009).
- **Formação de *Wash Outs*:** existem dois tipos de *wash outs*. Um ocorre quando o fluido de perfuração ou a vibração da coluna de perfuração sobre formações inconsolidadas alargam os poços (Rocha e Azevedo, 2009). O outro ocorre quando um furo aparece na coluna de perfuração, ocasionado por erosão, ferramenta danificada ou rachadura. Este, se não controlado, pode acarretar em sérios problemas para a coluna de perfuração uma vez que os fluidos são muito abrasivos e sob alta pressão, facilmente cortarão o metal (Devereux, 1998). A Figura 41 apresenta os dois tipos de *wash outs*.

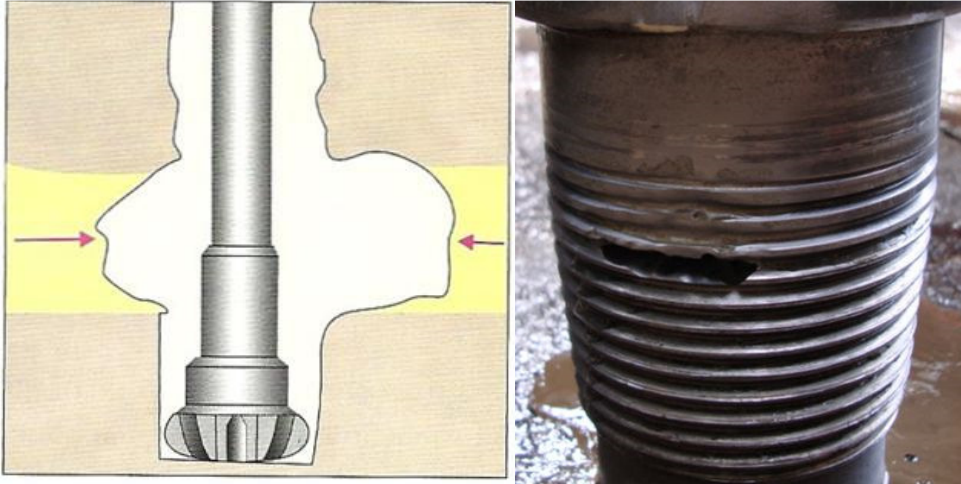


Figura 4 – Ilustração dos Dois Tipos de *Wash Outs* (Fonte: Rocha e Azevedo, 2009 e Site do Drilling Formula, 2014)

Apêndice II – Cronogramas Detalhados das Estratégias Sequencial e Seriada

Dentro de cada item de construção de poços do cronograma da estratégia sequencial, as atividades foram quebradas conforme apresentado na Figura 42, refletindo as principais atividades de perfuração e completação de poços marítimos, que são: preparação da sonda para a atividade, perfuração, revestimento, cimentação, descida e instalação do BOP, completação inferior, completação superior e instalações de BAP e ANM.

1.4	Construção do Poço P1
1.4.1	Perfuração
1.4.1.1	Preparação da Sonda para Perfurar Fase 1
1.4.1.2	Fase 1 - Jateamento do Condutor - 36"
1.4.1.2.1	Jateamento de Revestimento Condutor
1.4.1.3	Preparação da Sonda para Perfurar Fase 2
1.4.1.4	Fase 2 - Superfície - 17 1/2" (13 3/8")
1.4.1.4.1	Perfuração
1.4.1.4.2	Revestimento de Superfície e Cimentação
1.4.1.5	Preparação da Sonda para Perfurar Fase 3
1.4.1.6	Descida e Instalação do Conjunto Riser de Perfuração + BOP
1.4.1.7	Fase 3 - Intermediária - 12 1/4" (9 5/8")
1.4.1.7.1	Perfuração
1.4.1.7.2	Revestimento de Produção e Cimentação
1.4.1.8	Preparação da Sonda para Perfurar Fase 4
1.4.1.9	Fase 4 - Open Hole Gravel Pack - 8 1/2"
1.4.1.9.1	Perfuração
1.4.2	Completção
1.4.2.1	Preparação da Sonda para Completção
1.4.2.2	Instalação e Teste de BAP
1.4.2.3	Completção Inferior
1.4.2.4	Completção Superior
1.4.2.5	Retirada do BOP
1.4.2.6	Instalação e Teste de ANM
1.4.3	Término da Construção do Poço P1

Figura 5 – Quebra da Atividade de Construção de Determinado Poço para a Estratégia Sequencial (Fonte: Elaborado pela Autora)

Para o cronograma da estratégia seriada, dentro de cada etapa de perfuração e completção dos poços de um *cluster*, as atividades foram

quebradas conforme apresentado na Figura 43, refletindo as principais atividades de perfuração e completção de poços marítimos, que são: preparação da sonda para a atividade, perfuração, revestimento, cimentação, descida e instalação do BOP, completção inferior, completção superior, instalações de BAP e ANM, abandono temporário e corte dos tampões de abandono e condicionamento dos fluidos.

1.4	Construção dos Poços do Cluster A
1.4.1	Perfuração Fase 1 - Jateamento do Condutor - 36"
1.4.1.1	Preparação da Sonda para Perfurar Fase 1
1.4.1.2	Poço P1
1.4.1.2.1	Jateamento de Revestimento Condutor
1.4.1.3	DMM da Sonda do Poço P1 ao Poço P2
1.4.1.4	Poço P2
1.4.1.4.1	Jateamento de Revestimento Condutor
1.4.1.5	DMM da Sonda do Poço P2 ao Poço P3
1.4.1.6	Poço P3
1.4.1.6.1	Jateamento de Revestimento Condutor
1.4.2	Perfuração Fase 2 - Superfície - 17 1/2" (13 3/8")
1.4.2.1	Preparação da Sonda para Perfurar Fase 2
1.4.2.2	Poço P3
1.4.2.2.1	Perfuração
1.4.2.2.2	Revestimento de Superfície e Cimentação
1.4.2.3	DMM da Sonda do Poço P3 ao Poço P2
1.4.2.4	Poço P2
1.4.2.4.1	Perfuração
1.4.2.4.2	Revestimento de Superfície e Cimentação
1.4.2.5	DMM da Sonda do Poço P2 ao Poço P1
1.4.2.6	Poço P1
1.4.2.6.1	Perfuração
1.4.2.6.2	Revestimento de Superfície e Cimentação
1.4.3	Perfuração Fase 3 - Intermediária - 12 1/4" (9 5/8")
1.4.3.1	Preparação da Sonda para Perfurar Fase 3
1.4.3.2	Descida e instalação do Conjunto Riser de Perfuração + BOP
1.4.3.3	Poço P1
1.4.3.3.1	Perfuração
1.4.3.3.2	Revestimento de Produção e Cimentação
1.4.3.3.3	Abandono Temporário
1.4.3.4	DMM com BOP no Fundo do Poço P1 ao Poço P2
1.4.3.5	Poço P2
1.4.3.5.1	Perfuração
1.4.3.5.2	Revestimento de Produção e Cimentação
1.4.3.5.3	Abandono Temporário
1.4.3.6	DMM com BOP no Fundo do Poço P2 ao Poço P3
1.4.3.7	Poço P3
1.4.3.7.1	Perfuração
1.4.3.7.2	Revestimento de Produção e Cimentação
1.4.4	Perfuração Fase 4 - Open Hole Gravel Pack - 8 1/2"
1.4.4.1	Preparação da Sonda para Perfurar Fase 4
1.4.4.2	Poço P3
1.4.4.2.1	Perfuração
1.4.4.2.2	Abandono Temporário
1.4.4.3	DMM com BOP no Fundo do Poço P3 ao Poço P2
1.4.4.4	Poço P2
1.4.4.4.1	Corte dos Tampões de Abandono
1.4.4.4.2	Perfuração
1.4.4.4.3	Abandono Temporário
1.4.4.5	DMM com BOP no Fundo do Poço P2 ao Poço P1
1.4.4.6	Poço P1
1.4.4.6.1	Corte dos Tampões de Abandono
1.4.4.6.2	Perfuração
1.4.5	Completação
1.4.5.1	Preparação da Sonda para Completação
1.4.5.2	Poço P1
1.4.5.2.1	Instalação e Teste de BAP
1.4.5.2.2	Completação Inferior
1.4.5.2.3	Completação Superior
1.4.5.2.4	DMM com BOP no Fundo do Poço P1 ao Poço P2
1.4.5.2.5	Instalação e Teste de ANM
1.4.5.2.6	Término da Construção do Poço P1
1.4.5.3	Poço P2
1.4.5.3.1	Instalação e Teste de BAP
1.4.5.3.2	Corte dos Tampões de Abandono e Condicionamento do Fluido
1.4.5.3.3	Completação Inferior
1.4.5.3.4	Completação Superior
1.4.5.3.5	DMM com BOP no Fundo do Poço P2 ao Poço P3
1.4.5.3.6	Instalação e Teste de ANM
1.4.5.3.7	Término da Construção do Poço P2
1.4.5.4	Poço P3
1.4.5.4.1	Instalação e Teste de BAP
1.4.5.4.2	Corte dos Tampões de Abandono e Condicionamento do Fluido
1.4.5.4.3	Completação Inferior
1.4.5.4.4	Completação Superior
1.4.5.4.5	Retirada do BOP
1.4.5.4.6	Instalação e Teste de ANM
1.4.5.4.7	Término da Construção do Poço P3

Figura 6 – Quebra da Atividade de Construção de Poços para a Estratégia Seriado (Fonte: Elaborado pela Autora)