

5º CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM PETRÓLEO E GÁS



Realização



TÍTULO DO TRABALHO:

Metodologia para a elaboração de um projeto preliminar de poço de alívio

AUTORES:

Franklin Byron Silva Ferreira Vasconcelos, Humberto de Lucena Lira, Hannah Lícia Cruz Galvão, João Paulo Lobo dos Santos

INSTITUIÇÃO:

Universidade Federal de Sergipe

METODOLOGIA PARA A ELABORAÇÃO DE UM PROJETO PRELIMINAR DE POÇO DE ALÍVIO

Abstract

The accident occurred in the Gulf of Mexico (GoM), in 2010, caused by a blowout during the drilling phase of an exploratory well, led to established new operational safety criteria across the oil industry. Regarding the drilling of exploratory wells, several regulators and even the operators themselves began to demand the use of, at least, one relief well in the event of a blowout. Given this context, this paper presents a preliminary relief well design for an exploratory well, whose geopressions curves indicate for an HPHT well. This project is in accordance with a systematic methodology similar to those implemented on the planning and execution of the relief wells in GoM. This paper presents an update about the tools and practices applied in the relief wells execution processes, which must be employed in order to guarantee the agility and safety specific requirements. In addition, a directional well trajectory design was built as a pass to obtain a computational model by using the ICEM CFD 18.1 software, enabling the development of future studies involving flow simulations for the dynamic operations of killing and abandonment blowout wells. Based on the results of this paper, it is concluded that the development of this preliminary project seeks to meet the current requirements of the oil industry and contributes positively to the execution of relief wells.

Introdução

A explosão da plataforma *Deepwater Horizon* operada pela *British Petroleum* (BP) no Golfo do México (GoM) em 2010, ocasionada por um *blowout*, resultou na morte de onze pessoas e no derramamento de milhares de barris de óleo no mar por aproximadamente três meses, e demandou a utilização da técnica de poços de alívio, a qual foi responsável por cessar completamente a erupção, confirmando a eficiência esperada pela implementação da mesma. Como desafio, a implementação da técnica de poços de alívio requer agilidade para sua implementação, visto a necessidade imediata de contenção da erupção, além da enorme precisão na interceptação do alvo.

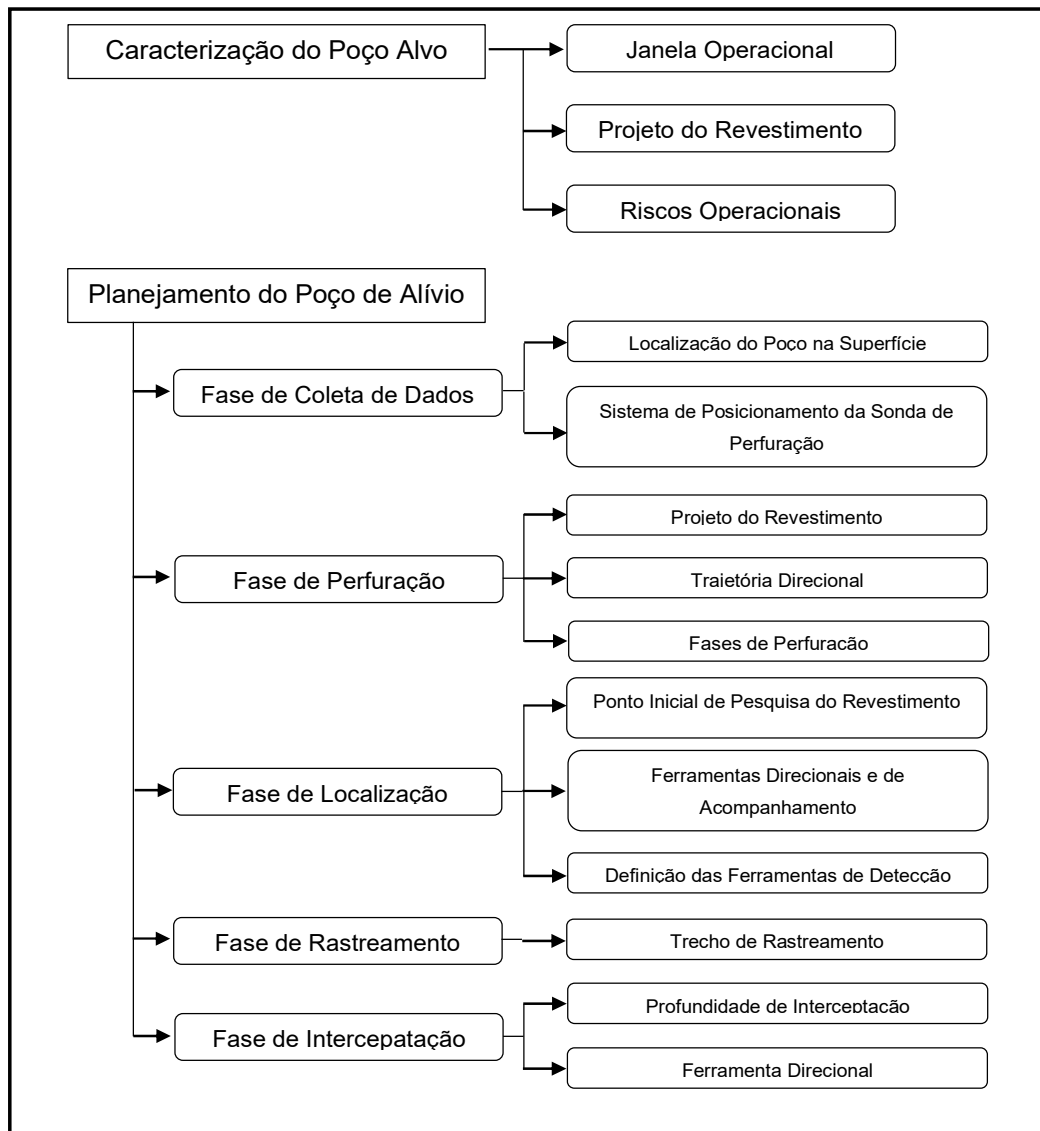
Acidentes de grandes proporções, como o do Golfo do México em 2010, fazem com que a indústria petrolífera busque melhoria nas suas operações para que sejam minimizadas as possibilidades de ocorrência de novos acidentes, nos Estados Unidos da América (EUA), segundo Goobie *et al.* (2015), regras de planejamento de poços de alívio foram revisadas e a própria BP passou a exigir que pelo menos dois locais estejam planejados e disponíveis para a locação de poços de alívio caso seja necessário. No Brasil, com o avanço na exploração dos campos do pré-sal em águas ultraprofundas, é crescente a preocupação com a possibilidade da ocorrência de acidentes de tamanha magnitude, a Agência Nacional do Petróleo (ANP), através da resolução 46/2016 exige que os operadores dos contratos de exploração, ao se projetar um poço exploratório, este possa ser controlado em caso de *kick* ou *blowout* o mais rápido e da maneira mais eficiente possível de forma a minimizar os potenciais impactos aos seres humanos e ao meio ambiente.

Com vista na agilidade requerida, principalmente na fase de construção de um poço de alívio, este trabalho apresenta a elaboração de um projeto preliminar de um poço de alívio para um poço exploratório previamente planejado com base na sua janela operacional, suscetível à ocorrência de *kick*, a uma determinada profundidade, com a finalidade de sugerir a previsão da perfuração de um poço de alívio antes mesmo do início da perfuração do poço principal, bem como a sua localização em superfície, sua trajetória direcional além das práticas e ferramentas a serem utilizadas, antecipando-se à possibilidade da ocorrência de um acidente, agilizando a tomada de decisão, e consequentemente, diminuindo o tempo requerido para o completo controle da erupção.

Metodologia

A metodologia adotada para a elaboração do projeto proposto permeia pelas considerações a serem tomadas através das etapas apresentadas no fluxograma da Figura 1. Para cada etapa do fluxograma apresentado, serão expostos critérios e embasamentos para as tomadas de decisões pertinentes.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia aplicada.

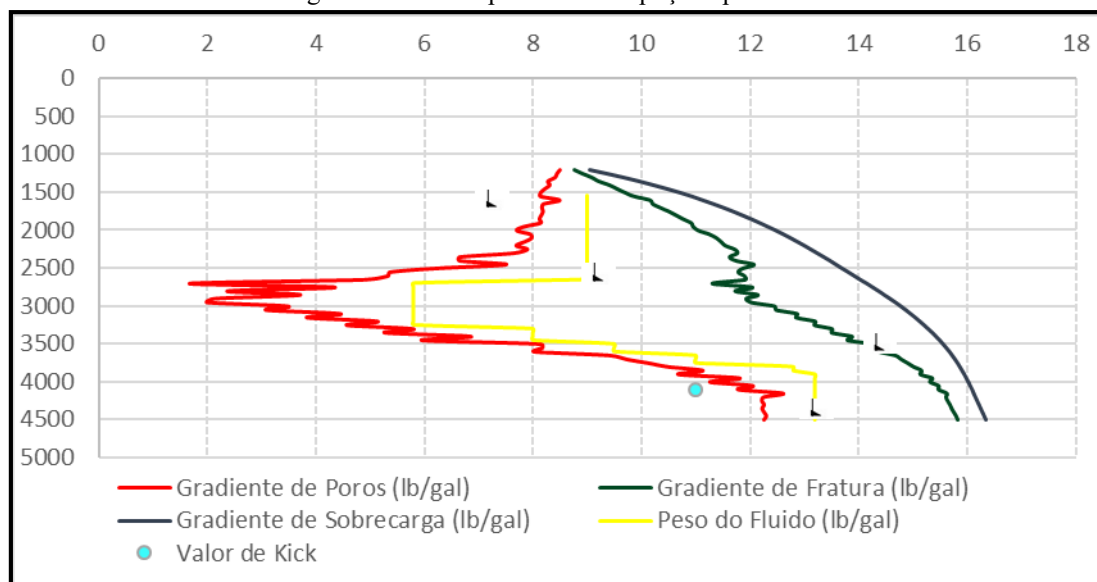


Fonte: Autor

• CARACTERIZAÇÃO DO PROJETO DO POÇO ALVO

O projeto de poço de alívio a ser concebido neste trabalho parte do projeto de um poço vertical exploratório, marítimo, a uma lâmina d'água de 1.000 metros, de posse da sua janela operacional construída a partir do critério baseado na tolerância ao *kick*, com as profundidades de assentamento das sapatas de revestimento, e dados de peso do fluido de perfuração requerido para cada fase apresentados pela sua respectiva curva na janela operacional apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Janela operacional do poço exploratório.



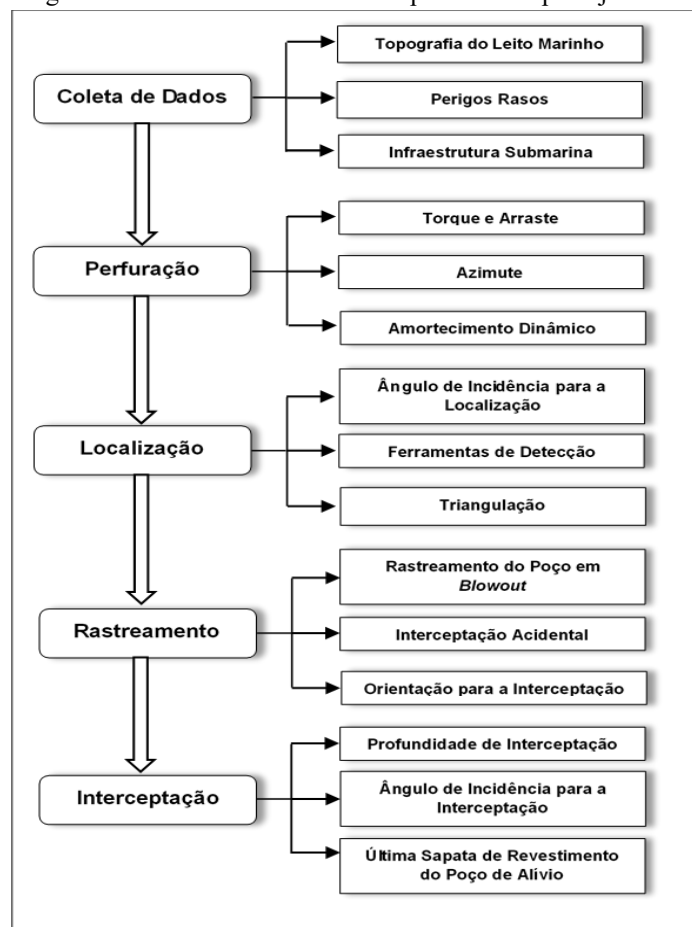
Fonte: Vasconcelos, 2019

De acordo com a Figura 2, é possível notar a possibilidade de ocorrência de um *kick* a uma profundidade de 4100 metros, e através da curva do peso do fluido de perfuração na janela operacional, observa-se a opção pelo aumento gradativo deste, de forma que ao se atravessar a zona propensa à tomada de influxo, é requisitado maior cuidado com o dimensionamento do fluido de perfuração, e um controle mais rígido na detecção da presença de gás no retorno do mesmo. Como problemática, neste trabalho, é levado em consideração que o poço venha a tomar um influxo enquanto é perfurada a última fase do poço na profundidade de 4100 metros, o qual passa a entrar em erupção (*blowout*) e exija a perfuração de pelo menos um poço de alívio para que se reestabeleça o controle do poço.

• PLANEJAMENTO DO POÇO DE ALÍVIO

Nesta etapa, optou-se pela adoção de uma metodologia sistemática apresentada por Goobie *et al.* (2015), Figura 3, para o planejamento e execução dos poços de alívio, similar à que foi utilizada no Golfo do México em 2010, baseada em cinco fases, conforme mostrado no fluxograma da Figura, que se implementados ao desenvolvimento de um *software* e incorporados a uma equipe em ambiente colaborativo e multidisciplinar, resultará na otimização do processo de planejamento e perfuração de poços de alívio.

Figura 3 - Metodologia sistemática das cinco fases do processo de planejamento do poço de alívio.



Fonte: Adaptado de Goobie *et al.* (2015)

De acordo com a metodologia sistemática proposta por Goobie *et al.* (2015), a fase de coleta de dados é prioritariamente responsável pela definição da localização para o posicionamento da sonda para o poço de alívio em superfície, em que, segundo Lira (1993) a mesma deve estar posicionada a no mínimo 500 metros de distância horizontal da cabeça do poço em erupção. Para fins práticos, por se tratar de um projeto preliminar, o escopo proposto através deste trabalho não abrange dados como o georreferenciamento, a topografia do fundo do mar, presença de zonas rasas anormalmente pressurizadas, questões ambientais e sistemas submarinos, requerendo a aquisição desses dados para a implementação prática do projeto.

A fase de perfuração consiste na construção do poço direcional objetivando o encontro ao poço em erupção através da definição de parâmetros como: *True Vertical Depth* (TVD), *Measured Depth* (MD), *Kickoff Point* (KOP), e *Buildup Rate* (BUR).

A definição dos parâmetros da fase de localização acaba por determinar a trajetória direcional da fase anterior, pois nesta é determinada a profundidade inicial de investigação do poço em erupção para que se prossiga com a perda de ângulo da trajetória direcional no intuito de se realizar a fase de rastreamento subsequente. Goobie *et al.* (2015) recomenda que esta fase seja iniciada a pelo menos 300 metros (MD) de distância do ponto de intercepção planejado.

Prosseguindo com a construção do poço de alívio, a fase de rastreamento parte da anterior, de posse da localização do poço em erupção, orientando a perfuração para um trecho vertical, que segue paralelamente ao poço alvo até a profundidade de assentamento da última sapata de revestimento, sempre utilizando-se das ferramentas de detecção para o referenciamento

da distância entre os poços, a qual recomenda-se que seja mantida em um raio de investigação de 10 a 20 metros de afastamento horizontal.

A fase de interceptação objetiva a perfuração convergente ao poço em erupção a partir da última sapata assentada, possibilitando o ataque ao poço em *blowout* de forma eficiente. O cumprimento da fase de interceptação marca o fim da trajetória direcional planejada, e o início das operações de amortecimento dinâmico, sendo de grande relevância para o sucesso desta.

• FERRAMENTAS

Em cada etapa da metodologia apresentada, observa-se a necessidade de utilização de equipamentos específicos para que se alcance o objetivo esperado. Ao longo dos anos, ferramentas foram aprimoradas no intuito de garantir melhoria na perfuração e no acompanhamento de poços direcionais, e ferramentas magnéticas que são utilizadas para que se possibilite a localização e a distância relativa entre os poços em subsuperfície.

Para a perfuração direcional, o conjunto de equipamentos que formam a *Rotary Steerable System* (RSS), segundo Dabyah *et al.* (2016), em muitas áreas ao redor do mundo, substituiu o motor direcionável convencional devido às vantagens inerentes da sua tecnologia. As ferramentas RSS permitem o ajuste contínuo da direção, utilizando-se de uma função de direção continuamente ajustada para produzir um poço suave, livre de degraus e desvios desnecessários da trajetória direcional ao alvo.

Em relação ao acompanhamento da trajetória direcional, Rocha *et al* (2011) mostra que a indústria passou a contar com a tecnologia *Gyro While Drilling* (GWD), a qual incorpora um giroscópio, responsável pela determinação da direção do poço, a um sistema *Measuring While Drilling* (MWD), utilizando-se do sistema de transmissão de dados para a superfície deste, os dados coletados pelo giroscópio, possibilitando o acompanhamento em tempo real da perfuração.

Objetivando a detecção do poço em erupção em subsuperfície, é apresentado por Flores *et al.* (2014) ferramentas que se utilizam de um princípio de variação magnética ativa, a qual consiste na injeção corrente eletromagnética no poço através do poço, e que, pela diferença entre as resistência a condução de corrente através da rocha e através do tubo de revestimento é possível estimar a distância relativa entre os poços, e associado ao sistema de transmissão de dados do MWD, compondo a ferramenta *Active Ranging While Drilling* (ARWD), é possível o acompanhamento em tempo real.

• MODELAGEM COMPUTACIONAL

A partir da trajetória direcional definida, obtida representativamente através de uma curva no espaço é possível a realização de uma modelagem computacional, através do *software* ICEM CFD 18.0, para que então se obtenha um modelo apto a ser submetido a simulações de fluxo para o amortecimento dinâmico do poço em erupção.

Resultados e Discussão

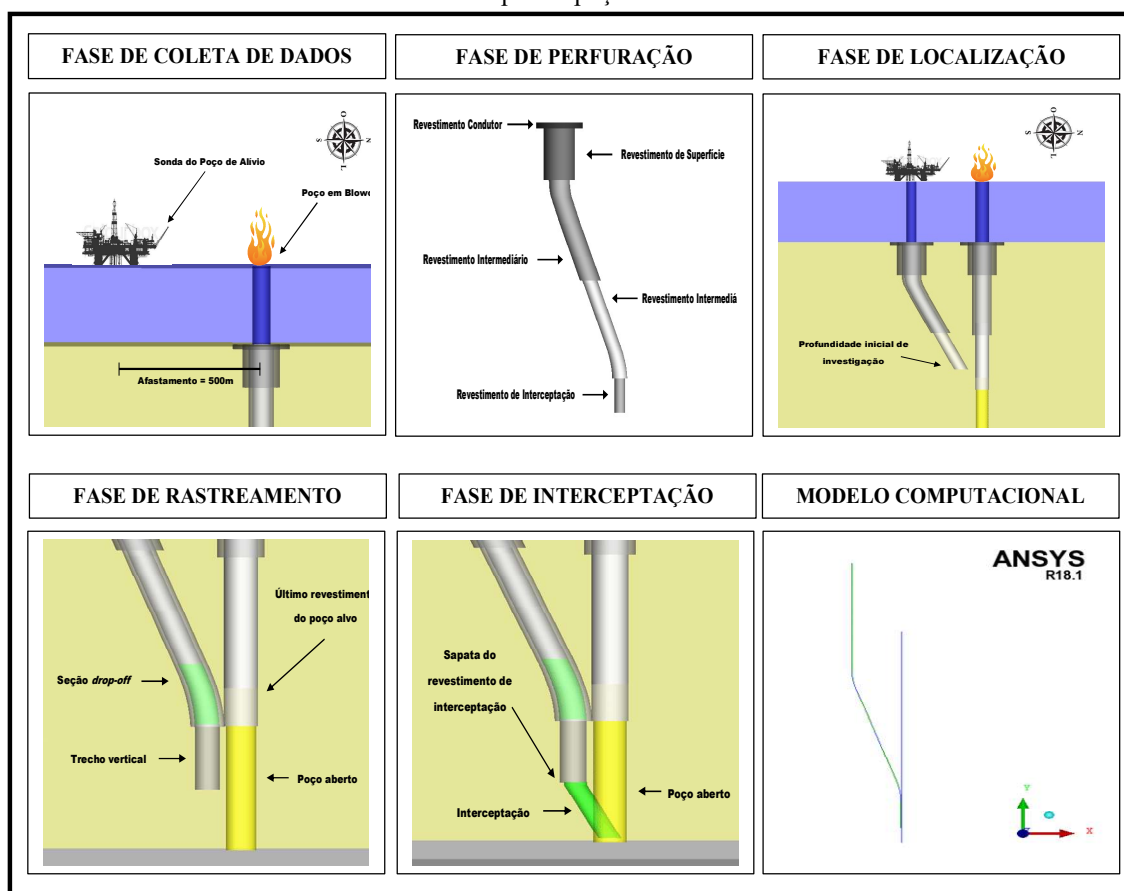
Através da adoção da metodologia proposta, é possível a obtenção de um roteiro prático, representativo à implementação da técnica de poço de alívio, o qual, a partir da especificação de cada fase e da definição de determinados parâmetros, resulta na construção de uma trajetória direcional referente ao poço de alívio.

Também se faz necessária a definição das ferramentas cruciais para a execução de determinadas etapas do projeto de forma ágil eficiente, dentre elas, nas fases de perfuração e

intercepção recomenda-se a utilização de um conjunto de fundo composto por um sistema GWD associado a uma ferramenta RSS, na fase de localização e rastreamento propõe-se a utilização de uma ferramenta ARWD, ou de princípio similar.

Resultado do cumprimento das etapas propostas, o poço direcional é disponibilizado para que sejam realizadas as operações de amortecimento dinâmico, as quais, a partir da construção de um modelo computacional, podem ser passíveis de estudos em simuladores de fluxo. A Figura 4 ilustra toda a trajetória com o desencadear das etapas, além de apresentar o modelo obtido através desta.

Figura 4 – Ilustração representativa do prosseguimento das 5 fases do planejamento, e o modelo computacional obtido para o poço de alívio



Fonte: Autor

Conclusões

Devido ao caráter de urgência requerido, as técnicas de poços de alívio são alvo recorrentes de trabalhos que objetivam o aprimoramento do processo de modo que ferramentas de perfuração e acompanhamento direcional, de detecção do poço alvo e metodologias sistemáticas de trabalho são desenvolvidas com a finalidade de otimizar o processo de perfuração, reduzindo o tempo necessário para a construção dos poços de alívio. Desta forma, este trabalho se apresentou como uma importante ferramenta, visto sua característica de antecipação ao problema, e que, inclusive, já é prática requerida por agências reguladoras e por operadoras em toda a indústria do petróleo.

O planejamento proposto e discutido neste trabalho, o qual antecipa a necessidade da previsão de pelo menos um poço de alívio concomitantemente à concepção do poço exploratório, acaba por poupar o tempo que seria requerido a este no momento em que um possível acidente venha a ocorrer, para que então os esforços sejam concentrados na execução do projeto em si, com uma metodologia a ser seguida, uma trajetória direcional base a ser implementada, e as ferramentas pré-definidas, indo

assim de encontro ao que é pretendido na indústria do petróleo, nos esforços para a obtenção de um meio eficiente, vigilante e proativo aos desafios a serem enfrentados.

A obtenção da trajetória direcional deste trabalho também possibilitou o estabelecimento de um modelo a ser utilizado em trabalhos posteriores para simulações de fluxo referentes às operações de amortecimento do poço em *blowout*, complementando o estudo e apresentando contribuição à técnica de poços de alívio.

Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Regime de Segurança Operacional para Integridade de Poços de Petróleo e Gás. Resolução n. 46 de 1 de novembro de 2016. Rio de Janeiro, Brasil.

DABYAH, A. A.; BISCARO, E.; MAYER, H. NEW GENERATION OF ROTARY STEERABLE SYSTEM ENABLES HIGHER BUR AND PERFORMANCE, *SPE Annual Technical Conference and Exhibition*, SPE-181358-MS, Dubai, UAE, 26-28 September 2016.

FLORES, V.; DAILEY, P.; TODD, D.; MATHUR, R.; DONADIEU, B. RELIEF WELL PLANNING, *IADC/SPE Drilling Conference and Exhibition*, Fort Worth, Texas, USA; 4-6 March 2014.

GOOBIE, R. B.; ALLEN, W. T.; LASLEY, B. M.; CORSER, K; PEREZ, J. P. A GUIDE TO RELIEF WELL TRAJECTORY DESIGN USING MULTIDISCIPLINARY COLLABORATIVE WELL PLANNING TECHNOLOGY, *SPE/IADC Drilling and Exhibition*, SPE/IADC-173097-MS, Londres, UK, 17-19 March 2015.

LIRA, H. L. **Planejamento e Acompanhamento de Poços de Alívio**. 1993. 103 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Petróleo) – Faculdade de Engenharia Mecânica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, Brasil, 1993.

ROCHA, L. A.; AZUAGA, D.; ANDRADE, R.; VIEIRA, J. L.; SANTOS, O. L. **Perfuração Direcional**. 3 ed. Rio de Janeiro: Interciência: PETROBRAS: IBP, 2011. 368p.