

## SABEMOS REALMENTE ONDE NOSSOS POÇOS ESTÃO?: a importância no acompanhamento da trajetória e na gestão de dados de perfuração

Rafael de Castro Oliveira

### RESUMO

Durante a perfuração de um poço são coletados dados de sua trajetória através de equipamentos especiais instalados na coluna de perfuração ou descidos à cabo. Esses dados consistem basicamente na profundidade do poço, Inclinação e Direção (azimute) e, a partir deles, a trajetória é definida. No entanto, há uma série de erros intrínsecos à coleta de dados - seja por imprecisão dos equipamentos ou interferências externas, ou erros na nossa gestão de dados e cadastro nos Bancos de Dados. Nesse artigo são relatados dois exemplos de como nem sempre a trajetória do poço é apenas uma linha contínua com posição espacial bem definida. Em um desses casos, por erro na Base de Dados, ocorreu colisão entre dois poços, que acarretou em dez dias perdidos com anormalidades. A definição precisa da trajetória do poço é de grande importância nos aspectos técnicos, legais, e de garantia de uma boa produção futura, pois caso o alvo não seja atingido com precisão, o poço perderá eficiência na drenagem dos hidrocarbonetos do reservatório.

**Palavras-chaves:** Perfuração direcional. Colisão entre poços. Banco de dados de perfuração.

### 1 INTRODUÇÃO

O mapeamento da trajetória de um poço deve ser realizado durante a fase de perfuração, para que sirva de base para as fases subsequentes de completação e produção ou injeção,

durante toda a vida comercial do poço. Um mapeamento severo da trajetória tem sido cada vez mais necessário, por diversos motivos, a listar:

- adensamento da malha de poços, aumentando o risco de colisão;
- posicionamento do poço em reservatórios cada vez mais delgados e sob influência da drenagem/injeção de poços adjacentes;
- para interceptação de um poço em *blowout*, através de poços de alívio;
- informações precisas para o *staff* de geociências e para órgãos governamentais (delimitação de áreas de desenvolvimento, *ring fence*);
- otimizar e maximizar a produção, agregando reserva para o Campo.

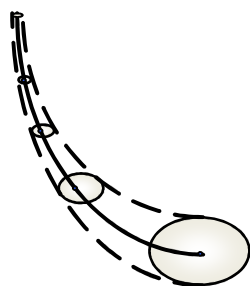
No entanto, existem alguns limitantes técnicos e operacionais para que a trajetória medida seja a mais próxima possível da realidade: (1) erros de medida das estações ou “fotos” (*surveys*) - devido à imprecisão dos equipamentos, fatores externos como interferências magnéticas ou erro humano; (2) *surveys* escassos para se ganhar tempo na perfuração ou leituras realizadas com equipamentos de baixa precisão em poços antigos e (3) dados incompletos ou errados cadastrados nos nossos bancos de dados.

Devido aos limitantes supracitados, alguns intrínsecos à atividade e outros gerenciáveis, o mais correto seria definir a trajetória do poço não como

uma simples linha, mas como uma elipse de incerteza em torno de um valor médio central (Figura 1). Tal elipse aumenta de tamanho com a profundidade e o erro é cumulativo, ou seja, depende do tamanho da elipse anterior. O próprio ponto inicial, ou

seja, a cabeça do poço, está suscetível a erro e imprecisão na medida, já que é realizada por equipamentos eletrônicos que utilizam o sistema de posicionamento global (GPS) e por batimetria, no mar.

Figura 1 - Elipse de incerteza na trajetória de um poço



Fonte: O AUTOR, 2015.

32

Os equipamentos que fazem a medida podem ter atuação gravitacional ou magnética, sendo este último suscetível às interferências magnéticas do campo magnético terrestre e do próprio aço da coluna de perfuração ou de revestimento de poços vizinhos (ROCHA, 2007). O fato desses equipamentos apresentarem maior imprecisão na determinação da direção do que na da inclinação, explica porque temos uma elipse de incerteza e não um “círculo” de incerteza.

Outro limitante, desta vez mais comum em projetos de baixo orçamento, é a economia de *surveys* para se ganhar tempo na perfuração. Observa-se isso principalmente em poços antigos, em que a metragem perfurada diária tinha uma grande importância e não havia meios nem interesse em se mensurar a qualidade final do poço entregue à produção. Exige-se um tempo para a ferramenta fazer a leitura, que pode demorar entre 5 minutos e 1 hora, a depender da tecnologia aplicada. Quanto menos medidas forem realizadas, mais pobre será o

mapeamento do seu poço, já que haverá um vazio grande entre as estações, impossibilitando a detecção de pontos de maior desvio do poço (“*dog legs*”) e de tortuosidade - que juntos podem levar às quebras prematuras de tubos, hastes e bombas responsáveis pela produção do poço.

A questão de qualidade de informações é de grande importância na área de poços, vide o exemplo do *blow out* de Enchova, causado em parte por desconhecimento da existência de um equipamento instalado no poço. Durante a perfuração do poço direcional, os *surveys* são registrados pelo responsável técnico direcional da companhia contratada na planilha chamada Acompanhamento Diário da Perfuração Direcional (ADPD). Essas fotos devem ser cadastradas no banco de dados - no caso o *OpenWells*, pelo fiscal do poço ou técnico direcional da Petrobras. No entanto, em poços antigos em terra, antes da adoção do *OpenWells*, a informação de trajetórias eram inseridas no Banco de Dados do Sistema de Engenharia de Poços (SEP) por uma

equipe de digitadores sem domínio técnico. Devido a esse workflow, por vezes ocorriam erros no cadastro final da trajetória, principalmente em poços antigos.

Outra informação que é fonte propagadora de erro é a referência das fotos, que deve ser a Mesa Rotativa da sonda que primeiro interveio no poço. Como alguns poços são perfurados por mais de uma sonda, e ocorrem divergências sobre a espessura de lâmina d'água nos bancos, os *surveys* sofrem um pequeno *shift* que pode alterar significativamente profundidades importantes, como sapatas de revestimento e os alvos a serem atingidos.

## 2 OBJETIVOS

Este artigo consta de dois casos envolvendo a qualidade da informação da trajetória direcional. O primeiro deles é bem didático, demonstrando a diferença na precisão de ferramentas com tecnologia avançada em relações às usuais que utilizamos. Muitas vezes optamos pelas ferramentas mais baratas que nos trazem informações menos precisas, porém devemos lembrar que pequenas diferenças de medida podem gerar graves consequências técnicas e/ou financeiras. Felizmente não foi o

caso, por tratar-se de um projeto simples e sem riscos.

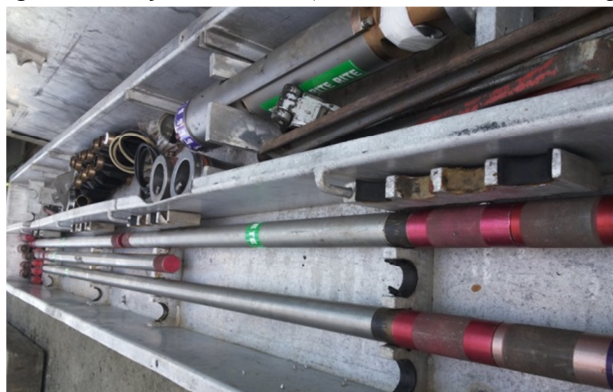
O segundo caso trata de um evento de colisão entre poços ocorrido em 2014, no Campo de Pilar (AL), que levou a uma anomalia de dez dias onde ocorreu perda de circulação no poço, seguido por *kick* (influxo) severo de gás com queima de chama de 5 m. Esse caso é icônico, pois mostra que um erro gerado no cadastro do Banco de dados pode levar a resultados catastróficos.

## 3 APRESENTAÇÃO DE CASO 1: MAPEAMENTO DE POÇO COM FERRAMENTA CONVENCIONAL vs. ESPECIAL

A ferramenta mais utilizada para mapeamento da trajetória direcional é o *Measurement While Drilling* (MWD), por ser bastante versátil e de custo mediano. O MWD (Figura 2) possui acelerômetros e magnetômetros embutidos para determinar a inclinação e azimute do poço baseado no campo magnético terrestre. Para não sofrer interferência, o MWD é instalado no interior de um tubo não magnético (K-MONEL). O envio de dados se dá por telemetria de pulsos de lama - através do fluido de perfuração dentro do poço, onde o pulso mecânico é decodificado na superfície para o *survey* definitivo.

33

Figura 2 - Conjunto de MWD (*Measurement While Drilling*).

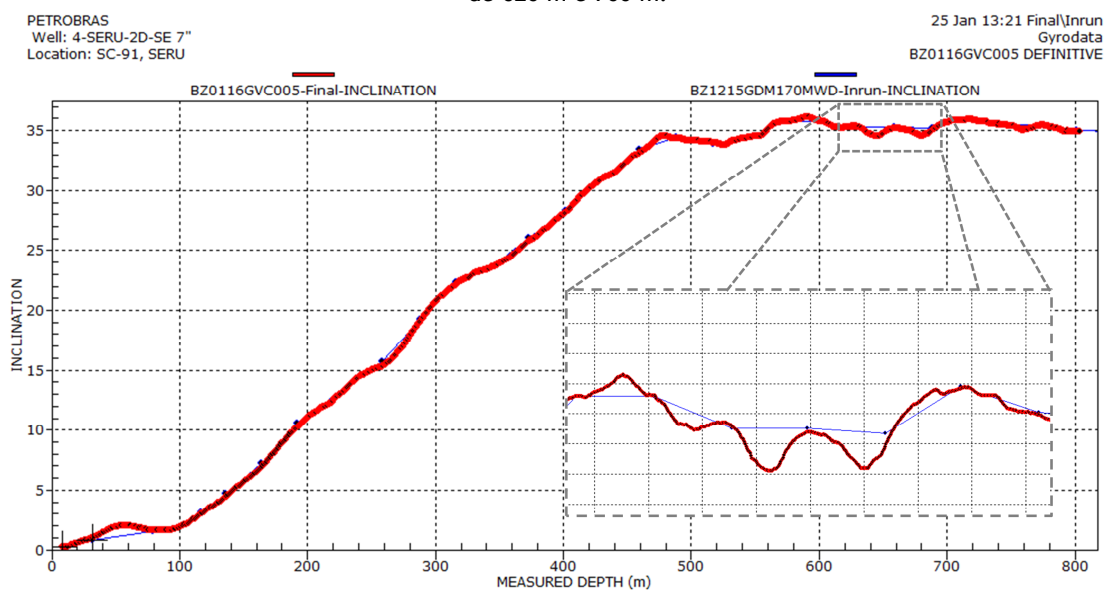


Fonte: O AUTOR, 2015.

O poço direcional terrestre 4-SERU-2D-SE, da Bacia de Sergipe-Alagoas, foi perfurado com a ferramenta de MWD para mapeamento de sua trajetória. Dias após o término da perfuração, antes que outra Sonda reentrasse no poço para os trabalhos de equipagem e início da produção, foi descido no poço à cabo (*wireline*), uma ferramenta especial da cia. Gyrodata chamada Micro Guide, para fazer o mapeamento do poço já construído e comparar o resultado com os dados obtidos pelo MWD, de modo a validar a nova ferramenta e mostrar seus benefícios.

A ferramenta é do tipo giroscópica, isto é, obtém os dados de inclinação e direção através do eixo de rotação da terra e do vetor gravitacional. Como não depende do campo magnético, foi possível mapear o poço já revestido sem sofrer interferências. O grande diferencial da ferramenta é o mapeamento do poço em intervalos mínimos de 30 cm, aproximadamente. Com esse pequeno intervalo entre as estações, é possível verificar de forma bem mais detalhada a tortuosidade do poço, bem como pontos de forte desvio da trajetória, os chamados *micro dog-legs*, cuja unidade é graus/30 metros (ver Figura 3).

**Figura 3** - Detalhe da variação de inclinação (MWD Vs. Micro guide) entre as profundidades de 620 m e 700 m.



Fonte: GYRODATA, 2016, p. 15.

Esse detalhamento da trajetória é importante para verificar potenciais pontos para ocorrência de quebra de equipamentos (tubos, hastes e bombas) ao longo da vida produtiva do poço, bem como auxiliar nos parâmetros de descida de ferramentas e prover subsídios para instalar as bombas de elevação artificial em pontos com trajetórias mais suaves, para aumentar a vida útil no poço e

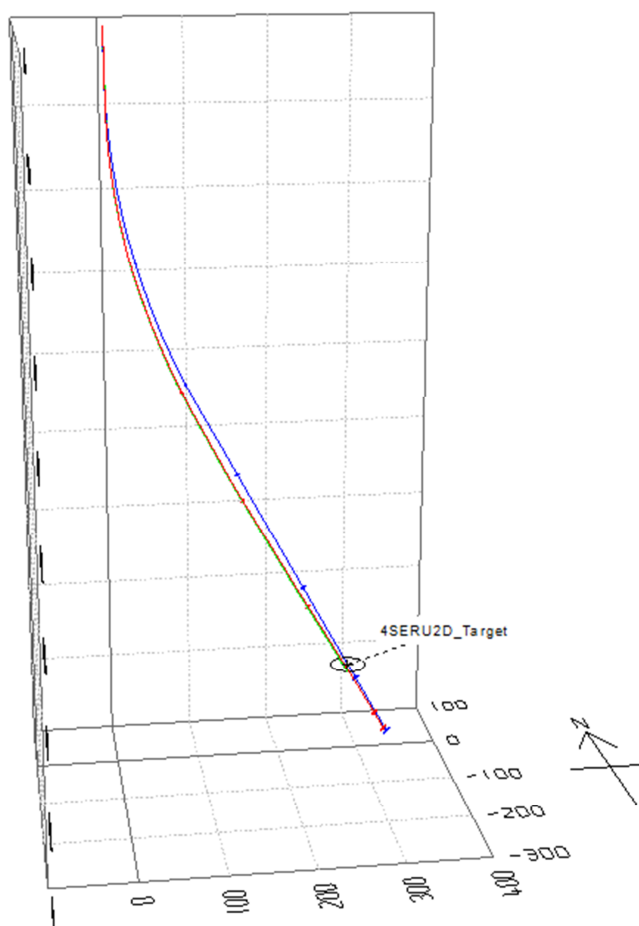
umentar a produção acumulada do reservatório. Por esse motivo, os dados da trajetória do poço mapeado com esse equipamento, foram repassados para a equipe Petrobras de Completação e Elevação e Escoamento.

A Figura 4 exibe a trajetória planejada do poço (em azul), a trajetória mapeada com MWD (em vermelho) e a mapeada

com o *Micro Guide* da Gyrodata (em verde). Note que não houve problema em seguir a trajetória proposta e que os surveys de MWD e do Gyro foram bem

próximos - como era de se esperar, devido à baixa profundidade do poço e ausência de problemas de poço ou interferência durante a execução.

Figura 4 - Comparação entre as trajetórias.



Fonte: O AUTOR, 2016.

Próximo ao final do poço a 803 m - cuja profundidade medida final foi de 880 m, a distância entre as curvas executadas pelo MWD e pelo GYRO foi de apenas 1,28 metro, sendo que a curva do GYRO estava mais distante da curva projetada no programa de perfuração original (7,2 m), contra 5,2 m da curva do MWD. Por incrível que pareça, essa diferença de apenas 2,0 m em relação à trajetória proposta pela Geologia, pode ser crucial em reservatórios delgados ou lenticulares, podendo fazer a diferença entre um poço comercial e seco.

A ferramenta com giroscópio é mais precisa que as magnéticas, gerando, no poço em estudo uma elipse de incerteza com eixos menores (1,47 m e 1,13 m, contra 10,13 m e 2,85 m do MWD) e portanto uma trajetória mais confiável, possibilitando um *well placement* otimizado no alvo, além de ser imprescindível numa análise mais crítica para evitar colisão entre poços já revestidos.

No caso desse poço, não era necessária uma análise de Anticolisão nem de confirmação dos dados direcionais do

MWD. A ferramenta foi cedida pela companhia de serviço apenas para teste e validação da tecnologia, abrindo sua comercialização para cenários futuros.

#### 4 APRESENTAÇÃO DE CASO 2: COLISÃO ENTRE POÇOS DEVIDO MÁ QUALIDADE NA GESTÃO DE DADOS

Eventos de colisão entre poços são raros, porém as consequências podem ser catastróficas. Os registros são de difícil acesso, até porque em geral as empresas não têm interesse em registrar e muito menos em divulgar a ocorrência, que segundo eles pode prejudicar sua imagem perante o mercado.

A indústria de petróleo segue vários padrões e normas para a questão de Anticolisão, sendo a maior parte desenvolvida pelo *Industry Steering Committee for Wellbore Survey Accuracy* (ISCWSA) (DE WARDT, 2013). Os profissionais da Petrobras na área de perfuração direcional acompanham essas diretrizes internacionais, além do regimento interno compostos de vários padrões, entre eles o padrão PE-1E1-00267-0 - Procedimentos de Anticolisão.

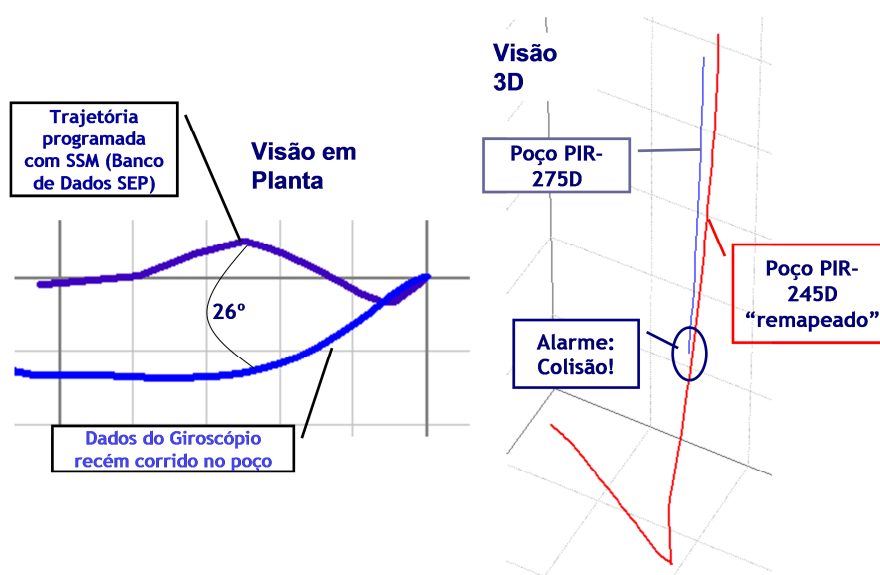
O caso apresentado ocorreu entre dois poços de desenvolvimento no Campo de Pilar (AL). Durante a perfuração do poço 7-PIR-275D-AL a 885 m, ocorreu perda de circulação total que foi contornada através da injeção de tampões de fluido com calcário fino (calcita). No entanto, em uma conexão posterior enquanto se registrava um *survey*, houve ganho de volume nos tanques de lama, indicando um *kick*. O *blow out preventer* (BOP) foi fechado e o influxo direcionado para o *choke manifold*, em seguida para o queimador onde foi observada chama de 5 metros de altura.

O projeto indicava risco de colisão com outros três poços da mesma base, mas segundo os registros direcionais do poço sendo perfurado e dos demais, naquele ponto não haveria aproximação com risco alto. Várias hipóteses foram levantadas, sendo a mais forte a de colisão, e uma comissão de investigação incluindo a gerência de Construção de Poços Terrestres (CPT), Engenharia de poços (UO-SEAL/ENGP/EP) e o Reservatório (UO-SEAL/ATP-AL/RES) foi formada às pressas para avaliar a ocorrência e as próximas etapas para retomar a normalidade.

A colisão, ou ao menos a aproximação com outro poço da mesma base, o 7-PIR-245D-AL, foi confirmada através de teste de injeção e comunicação hidráulica entre os poços. Para confirmar as trajetórias dos poços envolvidos na colisão, foram descidos à cabo nos poços a ferramenta de giroscópio, que apresenta maior precisão que as magnéticas e não sofre interferência com as tubulações dos poços.

No poço em perfuração, o giroscópio comprovou os *surveys* do MWD. No entanto, no poço de correlação, houve grande divergência com as fotos originais, indicando que houve colisão quando as fotos foram comparadas no aplicativo de perfuração direcional COMPASS, utilizado na Petrobras (Figura 5). O poço 7-PIR-245D-AL, perfurado em 2012, tinha sua trajetória montada parte com *Single Shot Magnético* (SSM) - uma ferramenta magnética de baixa precisão, e parte com MWD. O trecho com SSM que parecia divergir e apresentar problema.

Figura 5 - Aplicativo COMPASS indicando a colisão.



Fonte: O AUTOR, 2014.

Depois de consultar a planilha direcional (ADPD) original do trecho de SSM, constatou-se que houve falha humana ao passar essas fotos para uma nova planilha com as fotos do MWD para compor a trajetória completa. Não se sabe o motivo do engano, mas o quadrante correto era Sudoeste (SW) ao invés de Noroeste (NW) como cadastrado no sistema. Portanto, o Banco de Dados da Petrobras consultado (Sistema de Engenharia de Poços, SEP) estava com a informação errada da trajetória. Essa falha levou a considerar o poço indo para outra direção que não a direção da colisão, induzindo o programador e a execução ao erro.

A anormalidade foi finalizada após dez dias, gerando aproximadamente um prejuízo de U\$ 800.000,00. Foram realizados tampões de cimento para isolamento hidráulico entre os poços e tampão de desvio, onde uma nova trajetória foi programada levando em conta os *surveys* corrigidos do poço correlato. Por sorte, a produção do poço

atingido não foi prejudicada, visto que o suposto contato se deu no seu revestimento intermediário não cimentado.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram demonstrados dois casos práticos enaltecendo a importância da confiabilidade de dados da trajetória dos poços, seja para análise de anticollisão, ou para atingir objetivos geológicos delimitados e agregar reserva para a empresa.

Os órgãos ambientais e governamentais estão cada vez mais rigorosos em relação à qualidade da informação fornecida pela empresa. A Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Bicomustíveis (ANP) recebe vários relatórios da Petrobras com informações sobre a perfuração e a questão do posicionamento da cabeça e trajetória do poço vem sendo bastante visada, visto que com isto pode-se determinar

se a empresa está respeitando seu *ring fence* legal.

Após o acidente de Macondo em 2010, no Golfo do México, que foi um divisor de águas para a indústria petrolífera, a legislação mundial ficou mais rígida em relação às atividades de controle de poço. A forma mais eficaz de combater o *blowout* de um poço é por meio da injeção de fluidos pesados e pasta de cimento diretamente no combustível do *blowout*, ou seja, o reservatório. Para isso devem ser construídos às pressas pelo menos dois poços de alívio para essa finalidade. Nesse caso, tanto os dados direcionais do poço em *blowout* quanto os *surveys* do poço de alívio devem ser os mais confiáveis possíveis para reduzir o tempo de interceptação e o impacto ambiental.

A administração da coleta e cadastro dos dados direcionais no Banco de dados da empresa é problema gerencial, e não apenas técnico. Otimizar o fluxo de trabalho e estar atendo aos pontos mais sensíveis do procedimento é questão primordial para garantir operações com menores riscos envolvidos.

## ABSTRACT

*During the well drilling are collected data about its trajectory through special equipment connected on the drillstring or pulled down by wireline. These data basically consist of Measurement depth, Inclination and Direction (azimuth) and, from them, the trajectory is defined. However, there many of inherent errors from data collect - either for equipment's inaccuracy and external interferences, or data management and errors on Database registers. On this article are related two examples of how not always*

*the trajectory of well is just a continuous line with a well-defined spatial. In one of these cases, for error on Data Base, took place collision between two wells, which resulted in ten days of anomaly. The accuracy on the well trajectory is very important in the technical and legal aspects, and to a good future production. In case of the target don't be reached with precision, the reservoir hydrocarbon won't be efficiently drained.*

**Keywords:** *Directional Drilling. Collision. Drilling Data base.*

## REFERÊNCIAS

DE WARDT, J. P et al. **Well bore collision avoidance and Interceptions:** state of the art. SPE/IADC Drilling Conference and Exhibition. Paper 163411. Amsterdam, 2013.

GYRODATA. **Relatório final de operação.** Número do Trabalho BZ1215GDC170. Macaé, 2016.

ROCHA, L.A; AZUAGA, D.; ANDRADE, R.; VIEIRA, J. L.; SANTOS, O. L. A. **Perfuração direcional.** Rio de Janeiro: Interciência, 2007.

## GLOSSÁRIO

*Blow out* - influxo descontrolado de fluidos do reservatório para o poço.

Gyro - Giroscópio, ferramenta direcional para *surveys*.

*Kick* - entrada de fluidos do reservatório para o poço.

MWD - *Measurement While Drilling*, ferramenta direcional para *surveys*.

*OpenWells* - Software da empresa Landmark (Halliburton) para cadastro de intervenções em poços.



Poço de alívio - poço perfurado para interceptar outro poço em *blowout*.  
*Ring fence* - área de interesse legal para desenvolvimento das atividades de Exploração e Produção

SSM - *Single Shot Magnético*, ferramenta direcional para *surveys*.  
*Surveys* - “fotos”, registros de inclinação e direção do poço.

## **Rafael de Castro Oliveira**

Graduação (2003) em Engenharia Civil pela UFC (Universidade Federal do Ceará).  
Mestrado (2005) em Ciências e Engenharia de Petróleo na UNICAMP. Doutorando (2016)  
do curso de Ciências e Engenharia de Materiais (UFS). UO-SEAL/ENGP/EP. Aracaju,SE -  
E-mail: rcastro.oliveira@petrobras.com.br

Como referenciar este artigo:

**OLIVEIRA, Rafael de Castro. Sabemos realmente onde nossos poços estão?: a importância no acompanhamento da trajetória e na gestão de dados de perfuração. Revista Técnica da Universidade Petrobras, Rio de Janeiro, v. 1, n. 3, p. 31-40, jul. 2016. ISSN: 2359-134X.**