

ESTUDO DE DIFERENTES CASOS DA QUALIDADE DA CIMENTAÇÃO EM POÇOS DE PETRÓLEO E GÁS ATRAVÉS DAS FERRAMENTAS CBL E VDL

**LIDIANI MENDITTI QUEIROZ
LORRAN LOPES MARQUINI
MATHEUS SOUZA E SOUZA
RAFAELA SANTOS DA SILVA¹
FERNANDA SOUZA SILVA²**

RESUMO

O presente trabalho traz como objetivo principal a avaliação da aderência da cimentação no revestimento, através da interpretação de perfis e estudos de casos, onde serão utilizados as ferramentas CBL/VDL. A ferramenta CBL/VDL é utilizada para identificar propagação de ondas sônicas em formação rochosa, de maneira a nos proporcionar informações precisas sobre a qualidade da cimentação. Através de estudos de casos chegou-se a resultados expressivos no qual de acordo com as informações geradas pelo perfil CBL/VDL foi possível identificar se determinado poço poderia entrar em produção sem riscos, tais como: blowouts, produção excessiva de água ou areia, perda de controle, entre outros. Diante do que foi explicitado esse artigo nos leva concluir que para que produção mais segura, viável e sem muitas correções é indispensável à utilização da ferramenta CBL/VDL a fim de otimizar o processo evitando paradas desnecessárias.

Palavras-Chave: Petróleo e Gás; CBL; VDL; Perfis sônicos;

ABSTRACT

This work has as main objective the evaluation of adherence to cementation in the coating, by interpreting profiles and case studies, which will use the CBL / VDL tools.

¹ Graduandos em Engenharia de Petróleo e Gás na Faculdade Multivix de Cachoeiro de Itapemirim|ES.

² Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais na Universidade Estadual Norte Fluminense de Campos dos Goytacazes|RJ.

CBL / VDL tool is used to identify the propagation of sonic waves in rock formation, in order to provide us with accurate information about the quality of cementation.

Through case studies we got the significant results which according to the information generated by the profile CBL / VDL was possible to identify whether a well could go into production without risks, such as the blowouts, excessive production of water or sand, loss of control, and others. Given what has been explained this article leads us to conclude that for safer production viable and without many corrections is essential to use the CBL / VDL tool to optimize the process by avoiding unnecessary stops.

Keywords: Oil and Gas; CBL; VDL; Sonic profiles;

1 INTRODUÇÃO

A perfuração de um poço de petróleo é feita em várias fases, do qual cada fase sucessiva é menor que a anterior. Após o término da perfuração de cada fase, é descido um tubo de aço que chamamos de revestimento, e entre esse tubo e o revestimento ocorre a cimentação, para assim promover a sustentação mecânica desse poço e o isolamento das zonas permeáveis.

Há fatores que influenciam a aderência do cimento, como por exemplo, a rugosidade da parede externa do tubo, o tipo do fluido no anular, o filme de lama e canalizações na interface.

Para avaliar a aderência da cimentação no revestimento, serão utilizadas as ferramentas CBL/VDL, que é o registro de três medidas coexistentes, que são o tempo de trânsito, o sinal de amplitude do revestimento e o trem de ondas.

O conjunto também requer um número adequado de centralizadores de forma que a seção que contém o transmissor e os receptores permaneçam perfeitamente centralizados no revestimento durante a perfuração.

Com o exposto, objetiva-se realizar estudos de casos no decorrer deste artigo, interpretando a qualitativa do Perfil CBL/VDL.

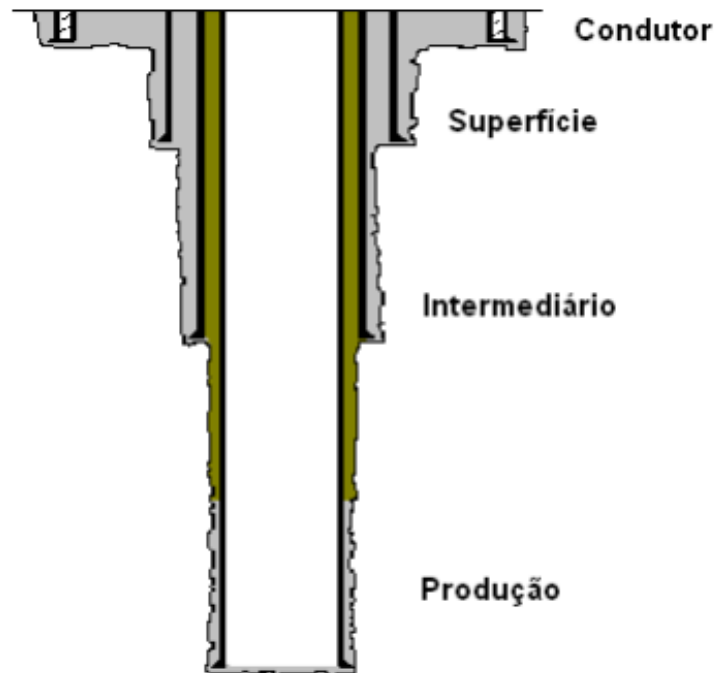
2 CIMENTAÇÃO

A cimentação consiste em um passo extremamente importante nas etapas de completação e perfuração, tendo assim um grande impacto sobre o rendimento do poço operante. A cimentação tem por finalidade isolar o espaço anular entre os tubos e a zona de formação, com o objetivo de unir os tubos de revestimento com a parede do poço, corrigindo assim as anomalias geradas pelos furos durante a perfuração.

Os revestimentos são classificados de acordo com a sua função. O revestimento de maior diâmetro é o revestimento condutor, que tem a função de evitar a erosão das camadas sedimentares superficiais durante a circulação do fluido de perfuração. O revestimento de superfície previne a contaminação dos fluidos das zonas superficiais e geralmente suporta o preventor de erupção (BOP). Em seguida, são descidos os revestimentos intermediários, que são posicionados de acordo com a necessidade do projeto e servem para isolar zonas com perda de fluido, com pressões muito altas ou folhelhos instáveis. O revestimento de produção é o último a ser descido no poço. Tem a função de isolar a zona de interesse das zonas permeáveis acima e abaixo (ROCHA apud MIRANDA, 2010, p. 25).

Na figura 1 será apresentado o desenho esquemático de um poço de petróleo de maneira simples de modo a melhor entender onde ocorre a cimentação e o local da produção dos hidrocarbonetos. É evidente que as fases de um poço são mais complexas, contudo está serve apenas para uma visão para assim assimilar o papel da cimentação.

Figura 1 – Desenho esquemático das fases de um poço de petróleo



Fonte: MIRANDA, 2008

2.1 Tipos de Cimentação

2.1.1 Cimentação Primária

Denomina-se cimentação primária a cimentação principal de cada coluna de revestimento, levada a efeito logo após sua descida ao poço. O objetivo principal da cimentação primária é colocar o cimento no espaço anular, através do bombeio da pasta de cimento, geralmente por dentro do revestimento (OLIVEIRA, 2009).

Esse tipo de cimentação tem alguns objetivos importantes para segurança do poço, tais como isolamento das zonas permeáveis, sustentação do revestimento e redução da corrosão do revestimento por fluidos corrosivos (OLIVEIRA, 2009).

2.1.2 Cimentação Secundária

Excetuando-se a cimentação primária, são quaisquer outras operações de cimentação realizadas posteriormente no poço. A exemplos dessas operações, temos:

Compressão do Cimento ou Squeeze: Há locais, depois da cimentação primária, que devem ser corrigidos visando sanar vazamentos no revestimento ou impedir produção de zonas que passam a produzir quantidade excessiva de água ou gás. Para essa correção, aplica-se injeção forçada de um pequeno volume de cimento sob pressão (FREITAS, 2007).

Tampões de cimento: É bombeado um volume de pasta para dentro do poço, a fim de tamponar determinada área. São utilizados para abandono definitivo ou temporário do poço, em casos de perda de circulação entre outros (FREITAS, 2007).

Recimentação: Em alguns casos, pode ocorrer uma necessidade de corrigir a cimentação primária, uma vez que o cimento não alcançou a altura desejada no anular ou ocorreu uma canalização severa. O revestimento é canhoneado em dois pontos distintos. A recimentação só será feita quando conseguir circulação pelo anular, através destes canhoneados. Para possibilitar a circulação com retorno, a pasta é bombeada através de coluna de perfuração para permitir a pressurização necessária para a movimentação da pasta pelo anular (FREITAS, 2007).

2.2 Causas da má cimentação

Existem vários fatores que podem vir a causar uma má cimentação e posteriormente problemas na produção, caso não for corrigido. Abaixo segue relação do que pode causar uma má cimentação:

- Problemas Mecânicos:
 - Descentralização do revestimento;
 - Rugosidade do poço;
 - Resíduos de lama;
 - Falhas na injeção de cimento.

- Problemas de Pressão:
 - Existência de fluxo do fluido da formação para o poço;
 - Perda de cimento na zona permeável;
 - Zonas Permeáveis, enfraquecidas ou com falta de cimento.

- Problemas no poço:
 - Flexão do revestimento e contração de cimento;
 - Alterações da pressão no interior revestimento;
 - Aumento de pressão no poço após a etapa de cimentação;
 - Ausência de isolamento nas zonas de gás.

3. PERFIL SÔNICO

O perfil sônico ocorre por propagação de ondas sônicas em formação rochosa, no qual a impedância acústica varia de acordo com a densidade da rocha, portanto as ondas sonoras se propagam com diferentes velocidades na formação. Esta ferramenta detecta o tempo de trânsito percorrido em energia elétrica e transformada para energia mecânica. Segundo Lima (2005) citado por Chagas apud Russo: " é o registro do tempo decorrido entre o momento em que um pulso sonoro compressional é emitido por um transmissor, montado em um mandril no interior do poço, até sua chegada a dois receptores distintos sobre o mesmo mandril".

Portanto essa perda de energia ocorre devido as diferentes propriedades dos fluidos e da litologia; o tempo de trânsito das ondas percorrida nos sólidos, líquido e nos gases faz com que a velocidade percorrida seja mais rápida e o tempo de trânsito gasto ao passar pelo fluido é menor.

3.1 Objetivo da perfilagem sônica

A perfilagem sônica realizada em poço revestido tem como principais objetivos deduzir a existência ou não de intercomunicações entre os intervalos de interesse, analisar o grau de isolamento entre as zonas de gás, óleo e água, e principalmente, como propósito desse artigo, verificar a aderência do cimento ao revestimento e à formação (FREITAS, 2007).

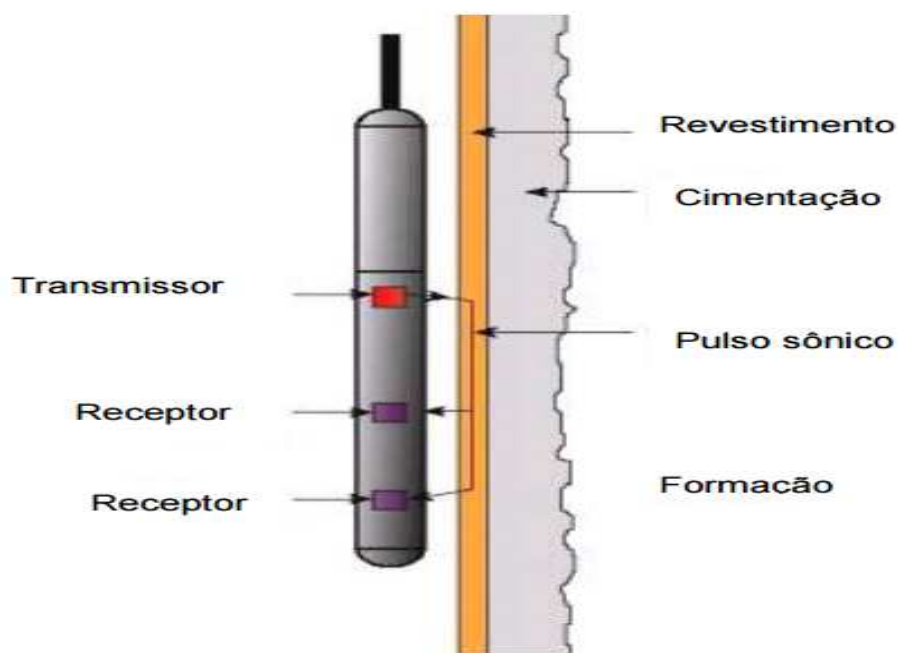
4. FERRAMENTA CBL/VDL

O CBL/VDL é uma ferramenta utilizada para obter o perfil sônico, da qual ela é composta por um transmissor, dois receptores com transdutores, um cabo condutor e

uma unidade de processamento que se trata do aparelho de medição. Os receptores da ferramenta CBL/VDL ficam localizadas um a 3 pés e o outro a 5 pés do transmissor. Esse conjunto também exige um número adequado de centralizadores, uma vez que a secção onde se encontra os receptores e o transmissor permaneça perfeitamente centralizado no revestimento para a adequada realização da perfilagem.

O cabo condutor leva energia elétrica até o transmissor e converte essa energia em mecânica, emitindo repetidamente em média de 10 a 60 pulsos por segundo de energia acústica, numa fração de segundo variando a 50 microssegundos cada uma. Para ferramentas de grandes diâmetros, ou seja, acima de 3 polegadas, a frequência de cada pulso é de 20 KHz ou para casos de ferramentas de diâmetros menores, abaixo de 2 polegadas, cada pulso é de 30 KHz. Na maioria dos casos de perfilagem, o sinal acústico chega ao receptor em cerca de 2000 microssegundos. (Curso Prático e Objetivo, acessado em 10 abr 2016)

Figura 2 – Perfil Sônico: Sistema de transmissão de sinais sônicos monopolar que se propaga em todas direções, onde a resposta do perfil, em casos simples, pode ser interpretada e proporciona boas informações sobre a qualidade da cimentação

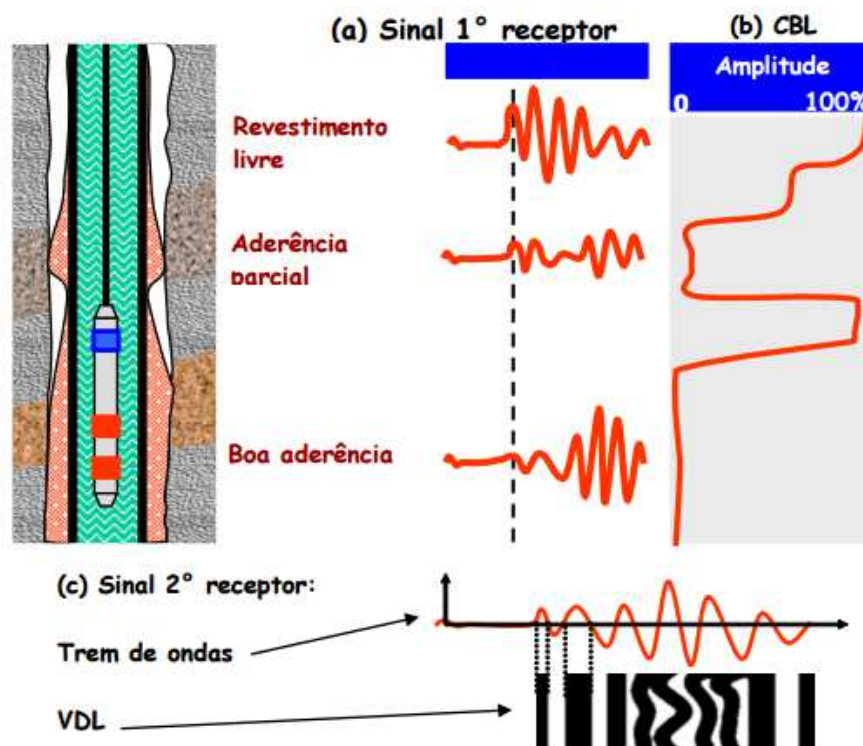


Fonte: COELHO, 2005

Esta ferramenta convencional onde mede o tempo de transito na obtenção de um perfil para identificar o poço perfilado a obter sinal da cimentação e revestimento do poço perfilado quantitativamente (CBL), e obter também informações da qualidade do revestimento e cimentação, e apresenta a formação e o tipo de fluido presente (VDL) (OLIVEIRA, 2009).

Os sinais são transformados graficamente para analisar a aderência do cimento-revestimento detectada pelas amplitudes das leituras do perfil CBL/VDL, quando há ausência de sinal em determinado ponto não haverá cimentação, sendo assim necessário reparos (OLIVEIRA, 2009).

Figura 03 - (a) Registro do sinal que chega ao primeiro detector (b) a partir desse sinal obtém-se o CBL com o registro da amplitude das ondas que chegaram. (c) registro das ondas que chegam ao segundo detector (trem de ondas) e a partir dessas obtém-se o VDL mostrado como uma sequência de faixas claras e escuras



Fonte: Poços revestidos, acesso em 11 abr 2016

4.1 Identificação Perfil CBL/VDL

O perfil CBL/VDL são registros de sinal que são captados pelos receptores do perfil, sinal de amplitude e revestimento e o famoso trem de onda do VDL.

O perfil CBL é o primeiro sinal acústico recepcionado no perfil, apresenta a quantidade que foi cimentada, e a aderência na parede do poço é sua resistência, geralmente é o sinal que viaja pelo revestimento, e são indicados conforme sua amplitude pelo tempo de transito percorrido das ondas sônicas na formação rochosa, quanto menor a amplitude melhor a cimentação na parede do poço, significado que tempo de transito percorrido pela formação teve uma alta energia gasta, que estão bem cimentados, já para amplitudes altas, detecta-se que a cimentação não aderiu a parede do poço e precisará de reparos.

A variação da amplitude irá indicar a qualidade da aderência, e isto ocorre da seguinte forma.

- Amplitude atenuada: < que 10mV, indica boa aderência cimento-revestimento.
- Amplitude alta: > que 10mV, indica má aderência. (Cursos práticos e objetivos, acesso em 10/04/2016)

Perfil VDL é detectado pelo segundo sinal do perfil, representa a confirmação do CBL, informa o trem de ondas (fluido/revestimento/cimentação/formação/fluidos diversos); forma qualitativa na avaliação revestimento-cimento, que identifica minuciosamente aderência do cimento na parede do poço.

4.2 Interpretação qualitativa do Perfil CBL/VDL

4.2.1 Curva do tempo de trânsito (TT)

Para começar a interpretar o perfil CBL/VDL deveremos analisar a curva do tempo de trânsito (TT).

Existe uma condição essencial para validar o perfil, onde o TT é usado para assim verificar se a sonda de perfilagem está centralizada. Isto é feito comparando-se o TT registrado em revestimento livre, não afetado por formações rápidas, com os

valores calculados e/ou tabelados. Desvios maiores que 4 microssegundos indicam descentralização, tornando o perfil inválido.

4.2.2 A interpretação

O CBL e VDL se comportam de maneiras diferentes. A sua interpretação é de fundamental importância na perfilagem para evitar problemas durante a produção. A seguir, mostraremos como é interpretado os perfis CBL/VDL em diversas situações.

- Revestimento livre;

CBL: Tempo de trânsito das ondas constante e altas amplitudes. A amplitude decresce e o TT aumenta nas luvas do revestimento.

VDL: É evidenciado fortes sinais do revestimento e das luvas, do qual liga uma coluna a outra, conhecido como Efeito Chevron.

- Boa aderência entre revestimento, cimento e formação;

CBL: Nesse tipo de situação o sinal CBL apresenta-se com baixas amplitudes, com possibilidade de alongamentos e saltos de ciclo no TT.

VDL: Nas formações apresentam-se sinais fortes e nos revestimentos sinais fracos.

- Microanular em revestimento bem cimentado;

CBL: Amplitude apresenta-se alta ou moderada.

VDL: Tanto o sinal do revestimento, quanto o sinal da formação apresentam-se forte.

- Boa aderência entre revestimento e cimento/Aderência ruim entre cimento e formação/Formação lenta;

CBL: Nessa situação a amplitude será baixa.

VDL: Revestimento com sinais fracos.

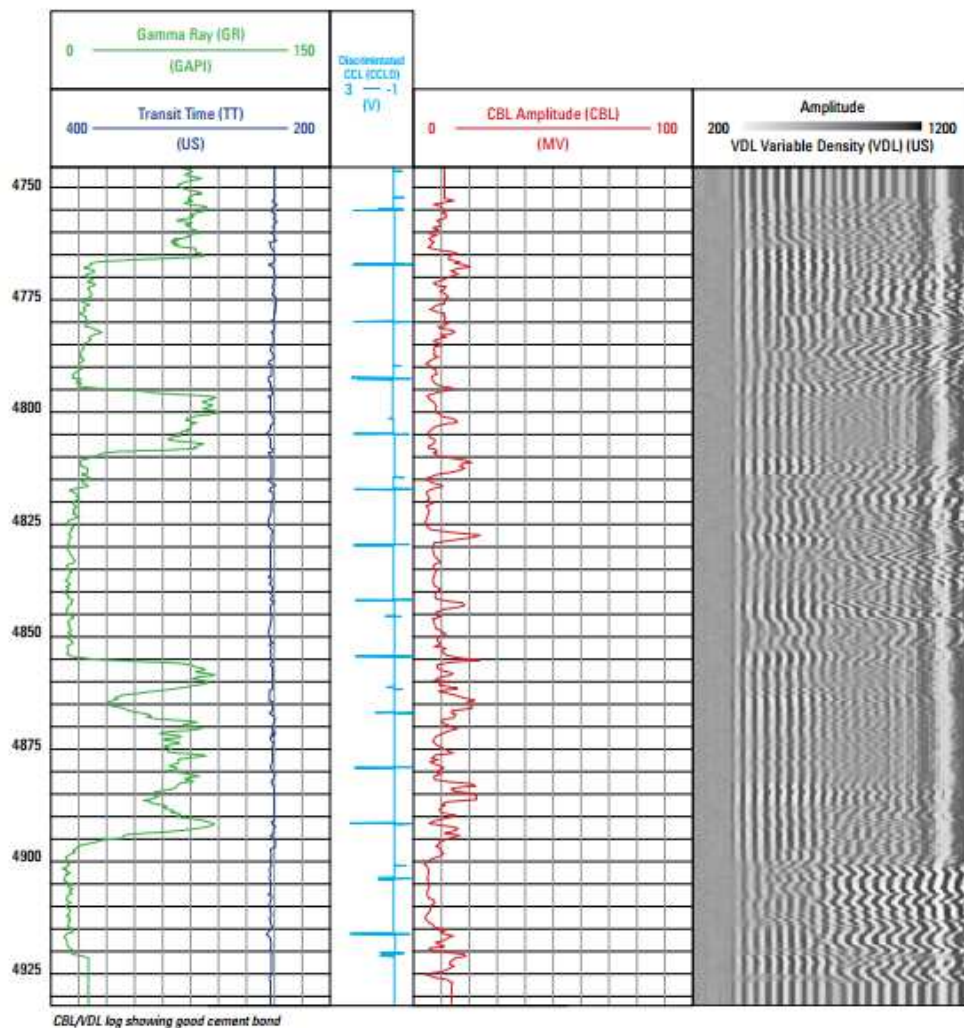
5. ESTUDOS DE CASOS

Com o conhecimento adquirido ao longo deste artigo, será realizado estudos de casos referente a perfis sônicos analisando toda qualidade da cimentação e por seguinte verificar se o poço estará apto para produção ou não, além das consequências que a má cimentação poderá ocasionar ao longo da vida produtiva do poço.

5.1 Primeiro caso

Observe abaixo o perfil de um campo de petróleo, conhecido como Wintershall Noordzee, localizado no Mar do Norte.

Figura 4 – Perfil



Fonte: Shullumberger, 2016

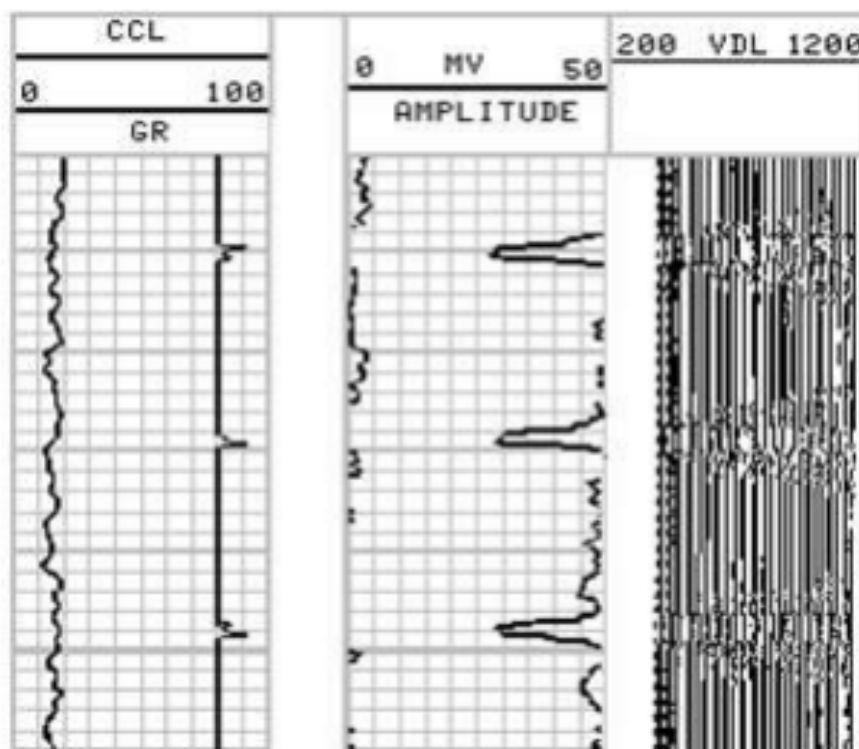
O perfil CBL está dividido na escala de 0 a 100 mV, do qual é possível afirmar que cada espaçamento do perfil vale 10 mV. Analisando o perfil como um todo, a linha vermelha que representa o CBL fica abaixo de 10 mV, salvo alguns momentos que ultrapassa esse valor, então é possível afirmar que a aderência cimento-formação foi atingida com qualidade.

Ao partir para análise do Perfil VDL, neste a escala da amplitude varia de 200 a 1200. O sinal deste perfil é notado com sinais fraco do início ao fim, por isso afirmamos que aderência cimento-revestimento não foi boa, sendo necessário uma recimentação desse poço para que posteriormente possa ocorrer uma nova perfilagem e interpretar se o poço passa a estar apto para início da produção com segurança.

5.2 Segundo caso

A seguir, será apresentado o perfil de um poço que chamaremos de Poço A.

Figura 5 - Perfil



Fonte: PERFILAGEM DE POÇOS II, acesso em 10 mai 2016.

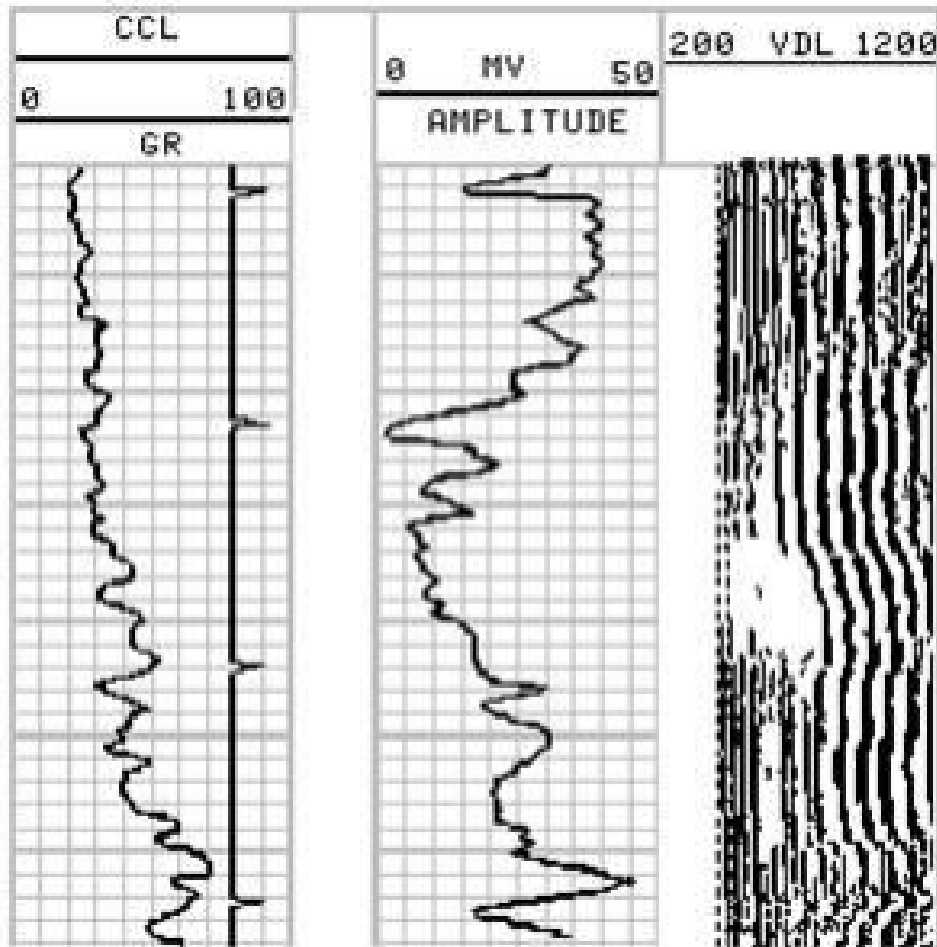
Nota-se no perfil CBL uma amplitude consideravelmente alta, sempre acima de 30 MV, e em alguns pontos, de tão alta está ultrapassa o limite da escala do perfil em questão. Por esse motivo, afirmamos que o cimento não aderiu ao revestimento. Por outro lado, no perfil VDL, o mesmo está praticamente ininterrupto, não há sinais na formação. Padrão tipo “V” são observados no CCL, ou seja, o sinal está identificando as luvas do poço, pois uma vez que não há cimentação, o sinal está conseguindo alcançar essas luvas (peça que une duas colunas de produção) e retornando ao receptor com as informações que conhecemos como Efeito Chevron.

Colocando esse poço em produção sem as devidas correções há grandes chances de ocorrer a intercomunicação de fluidos por detrás do revestimento e causar a produção de fluidos indesejáveis, testes de produção e de avaliação incorretos, prejuízo no controle dos reservatórios e operações de estimulação mal sucedidas, com possibilidades inclusive de perda do poço. Portanto, a decisão de corrigir ou não a cimentação primária é de grande importância e deve ser tomada com a máxima segurança possível.

5.3 Terceiro caso

Abaixo será apresentado o perfil que denominaremos como perfil do Poço B.

Figura 6 – Perfil



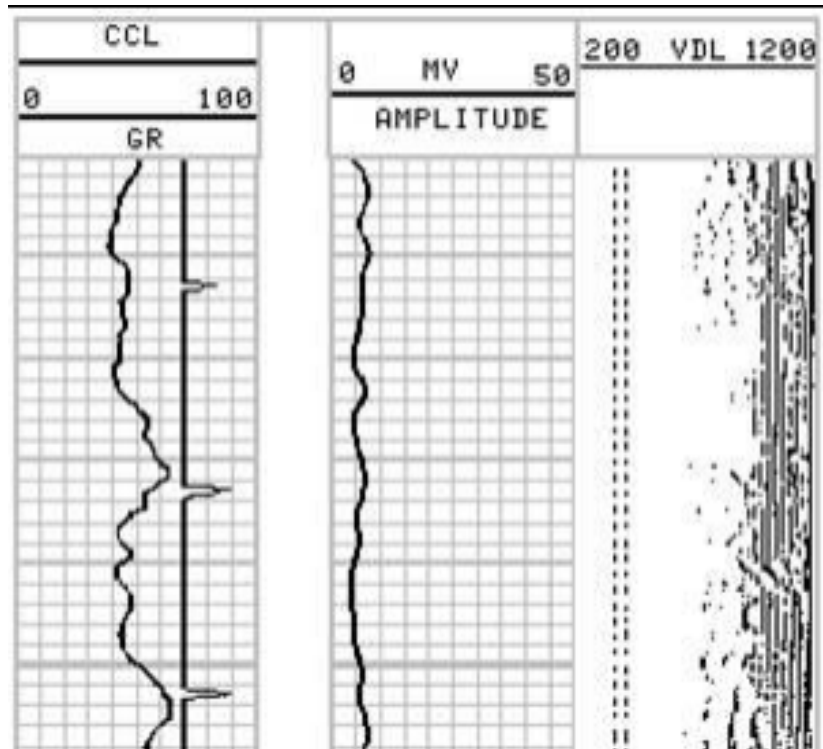
Fonte: PERFILAGEM DE POÇOS II, acesso em 10 mai 2016.

Observa-se no perfil CBL uma pequena região onde o cimento aderiu bem no revestimento, uma vez que o sinal desde perfil ficou abaixo de 10 mV nessa região. Contudo, a maior parte do perfil apresenta alta amplitude, indicando que o cimento não aderiu ao revestimento. O perfil VDL mostra ambos os sinais da formação e revestimento. Portanto, serão necessários ajustes nesse poço de petróleo caso a região for extensa.

5.4 Quarto caso

No próximo caso, denominaremos como perfil do Poço C.

Figura 7 – Perfil



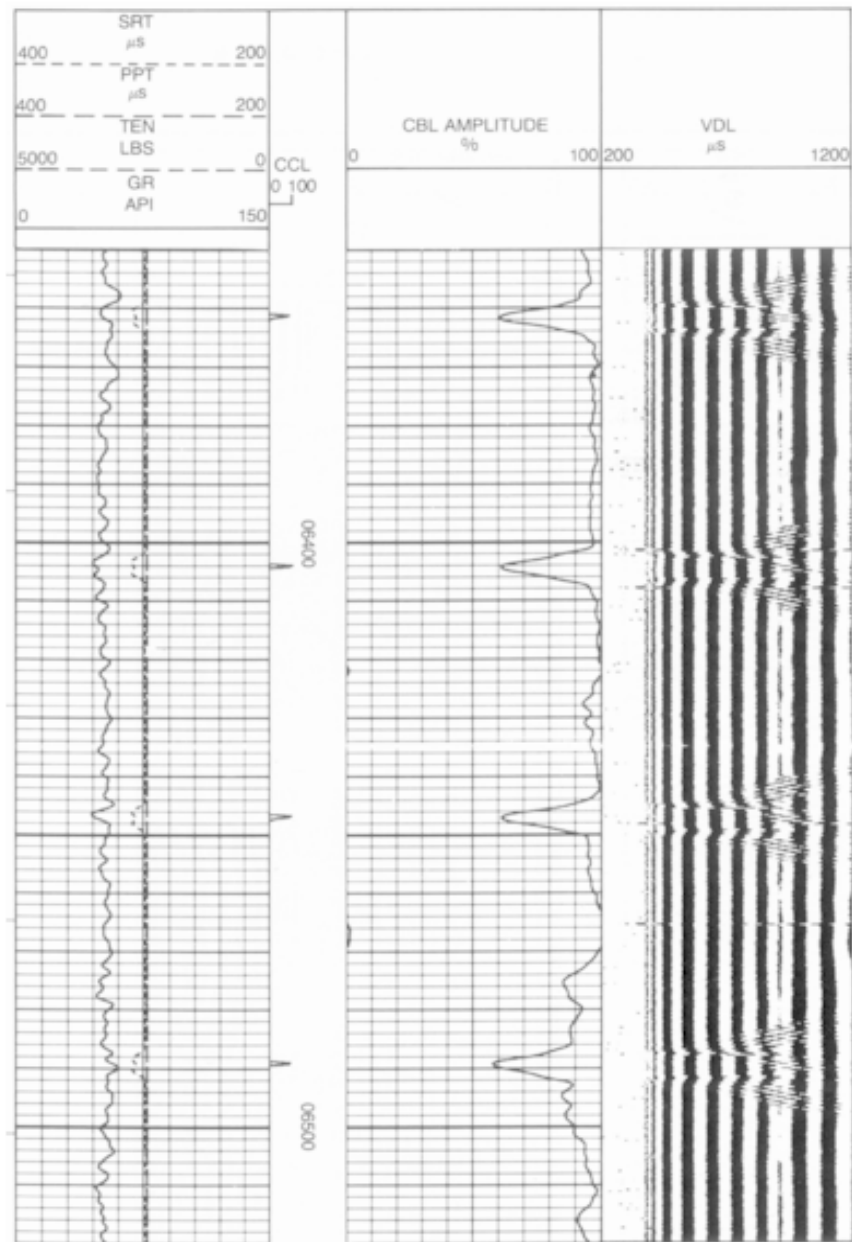
Fonte: PERFILAGEM DE POÇOS II, acesso em 10 mai 2016.

O Perfil CBL da Figura 7 está perfeito para início da produção de um poço, caso fosse analisado individualmente. Nota-se que a amplitude desse perfil está abaixo de 10 mV, o que indica que houve uma adesão do cimento no revestimento de maneira satisfatória. Contudo, é necessário ter a análise do VDL, este irá confirmar as informações do CBL. Sendo assim, pode-se dizer que o VDL não mostra sinais do revestimento e formação. Finos sinais de fluido são vistos, portanto o ajuste dessa cimentação torna-se necessária antes do início da produção do poço.

5.5 Quinto caso

A seguir, será exposto o perfil de um poço real da empresa Baker Hughes e denominaremos como perfil do Poço D

Figura 8 – Perfil



Fonte: Baker Atlas, 2015.

A análise do perfil do poço D mostra claramente que a cimentação do mesmo não foi considerada boa. Iniciando pelo perfil CBL, nota-se uma amplitude bem alta, ultrapassando a casa dos 10 mV que é a considera a máxima para concluir que a cimentação ficou boa. É evidente no perfil VDL os sinais fortes da perfilagem.

Observa-se nitidamente o chamado Efeito Chevron, que são os pontos de “picos” da perfilagem. Com a análise dos perfis, conclui que o poço está com o revestimento livre

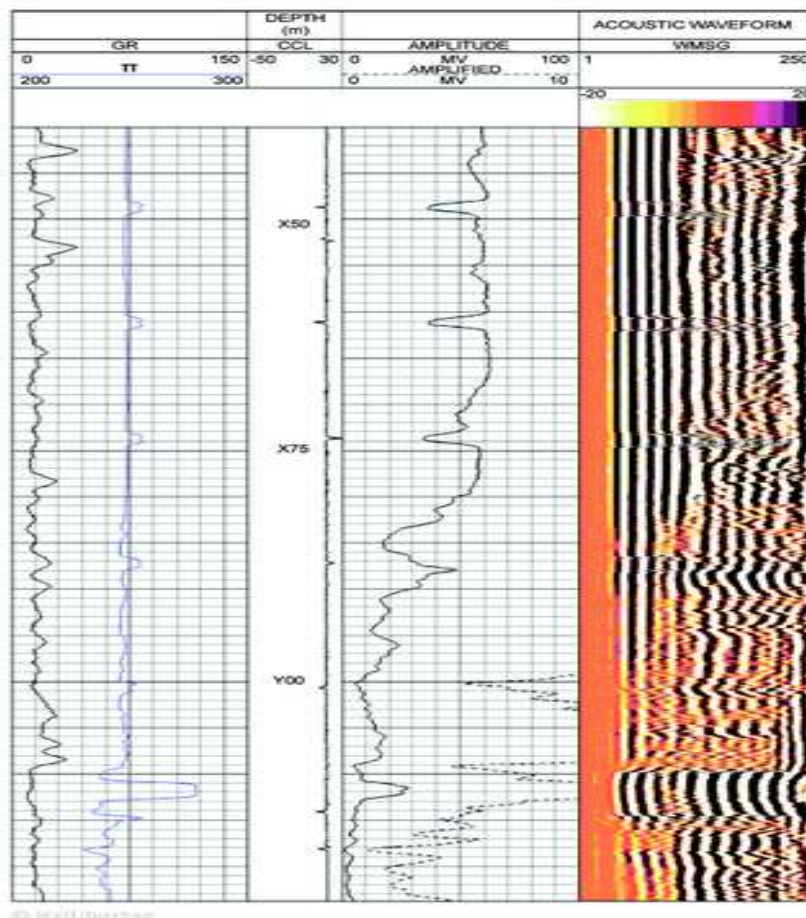
e a recimentação será necessária ser feita, para que posteriormente possa refazer a perfilagem e coletar novos dados da cimentação.

Caso o poço analisado acima for colocado em produção sem sanar os problemas da má cimentação, o mesmo pode produzir quantidade excessiva de água ou areia. Além disso, o poço perde o seu controle caso inicie a produção sem os reparos, uma vez que ele está praticamente aberto ao revestimento ficando assim mais vulnerável a acidentes, como o blowouts.

5.6 Sexto caso

A seguir, apresentaremos o perfil fornecido pela empresa Halliburton e denominaremos como perfil do Poço E.

Figura 9 – Perfil



Fonte: Halliburton, 2015.

A análise da amplitude do perfil CBL da Figura 9 apresentado, verifica-se que a amplitude do perfil está alta, acima de 10 mV, do início deste perfil até a referência “Y00” da figura 9. Nesta parte do poço, será preciso uma nova cimentação para devidas correções da aderência do cimento ao revestimento. A partir do ponto “Y00” no perfil CBL o sinal da amplitude cai, ficando em sua maior parte abaixo de 10 mV, que é o ideal, visto que quando temos esse valor, a cimentação ficou boa, ou seja, aderiu no revestimento, então nesta parte do poço não serão necessários novos gastos com a cimentação para correções.

No perfil VDL, verifica-se o revestimento livre com faixas paralelas retas, claras e escuras e, portanto, para uma produção mais segura, será viável uma nova cimentação para correções e posteriormente uma nova perfilagem em todo o poço para coletar dados do perfil.

6 CONCLUSÕES

Com todo conteúdo visto e todos os estudos de casos realizados neste artigo, fica evidente que a perfilagem de poços de petróleo e gás tem papel importante para tomadas de decisões do início ou não da produção de petróleo e gás de um campo.

É notável que cimentações primárias que não atingiram seus objetivos, ou seja, ficaram deficientes no quesito qualidade, podem vir a causar intervenções onerosas. As ferramentas que irão auxiliar o engenheiro na interpretação do perfil e análise dos poços serão as ferramentas CBL e VDL, por isso a sua fundamental importância na área da perfilagem.

A decisão da correção da cimentação a partir da resposta dos perfis é de grande importância e necessária, contudo a correção implica em altíssimos custos, principalmente quando se trata de poços marítimos, visto que o custo diário de uma sonda é bastante alto. Além disso, a correta decisão da recimentação quando necessário é de grande valia, visto que o poço sendo colocado em produção sem as devidas correções da cimentação primária, o mesmo perde a sua segurança e conseqüentemente a vida dos que compõem uma plataforma também.

7 BIBLIOGRAFIA

OLIVEIRA, Laryssa Beatriz Reis de. **STIMMAP: NOVA METODOLOGIA PARA MONITORAMENTO DE FRATURAS EM POÇOS PRODUTORES**. 2009. 74 f. Monografia (Especialização) - Curso de Geofísica, UFPA, Belém, 2009. Disponível em: <http://www.geofisica.ufpa.br/phocadownload/2009/tcc_laryssa_oliveira.pdf>. Acesso em: 03 jun. 2016.

FREITAS, Jair Joventino de. **VALIDAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE ENSAIO DE RESISTÊNCIA AO CISALHAMENTO PARA AVALIAÇÃO DA ADERÊNCIA DE INTERFACES REVESTIMENTO METÁLICO-BAINHIA DE CIMENTO APLICADA A POÇOS DE PETRÓLEO**. 2007. 143 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós Graduação Engenharia Mecânica, UFRGN, Natal, 2007. Disponível em: <<ftp://ftp.ufrn.br/pub/biblioteca/ext/bdtd/JairJF.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2016.

COMPLETAÇÃO. 2016. UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. Disponível em: <http://www.tecnicodepetroleo.ufpr.br/apostilas/engenheiro_do_petroleo/completacao.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2016.

ROCHA, Jose Marcelo Silva. **ESTUDO DA MIGRAÇÃO DE GASES EM PASTAS DE CIMENTO PARA USO EM POÇOS DE PETRÓLEO**. 2010. 144 f. Monografia (Especialização) - Curso de Pós Graduação em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos, UFRJ, Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<tpqb.eq.ufrj.br/download/migracao-de-gases-em-pastas-de-cimento.pdf>>. Acesso em: 10 mai 2016.

Perfilagem de Poços II. Disponível em: <http://www.tecnicodepetroleo.ufpr.br/apostilas/engenheiro_do_petroleo/completacao.pdf>. Acesso em: 10 mai 2016.

Cement Bond Logs. Disponível em: < http://petrowiki.org/Cement_bond_logs>. Acesso em: 01 jun 2016.

Case Study: Ultralight FlexSTONE Flexible Cement Conserves Hydraulic Isolation.

Disponível em:

<http://www.slb.com/resources/case_studies/cementing/flexstone_hydraulic_isolation.aspx>. Acesso em 01 jun 2016.