



Avaliação da integridade de barreiras de poço primária e secundária em processo de perda total

Gilberto L. L. Santos¹, Otávio B. A. Rodrigues¹, João P. L. Santos¹

¹Laboratório de Computação Científica e Visualização, Centro de Tecnologia, Universidade Federal de Alagoas, LCCV/CTEC/UFAL

Campus A. C. Simoes, 57072-970, Maceió/Alagoas, Brazil

gilberto.santos@lccv.ufal.br, otavio.rodrigues@lccv.ufal.br, jpils@lccv.ufal.br

Resumo. This template file provides detailed formatting instructions for preparing your full-length paper to the Proceedings of the joint CILAMCE-PANACM-2021 (XLII Ibero-Latin American Congress on Computational Methods in Engineering and III Pan-American Congress on Computational Mechanics). It is strongly recommended that you use the pre-defined styles of this template file, as they embed all necessary text formatting for the corresponding paragraph type. Full-length papers must be written in English.

Palavras-chave: First keyword, Second keyword, Third keyword (up to 5 keywords)

1 Introdução

O objetivo deste trabalho é avaliar a integridade de poços com base na avaliação de sistemas de barreiras de segurança, durante as atividades de perfuração do poço. Com relação ao procedimento de perfuração, em poços de petróleo utilizam-se sondas de perfuração, que consistem em um conjunto de equipamentos, que podem variar quanto a sua tipologia [1]. A Figura 1 ilustra um esquema geral da sonda na perfuração de poços.

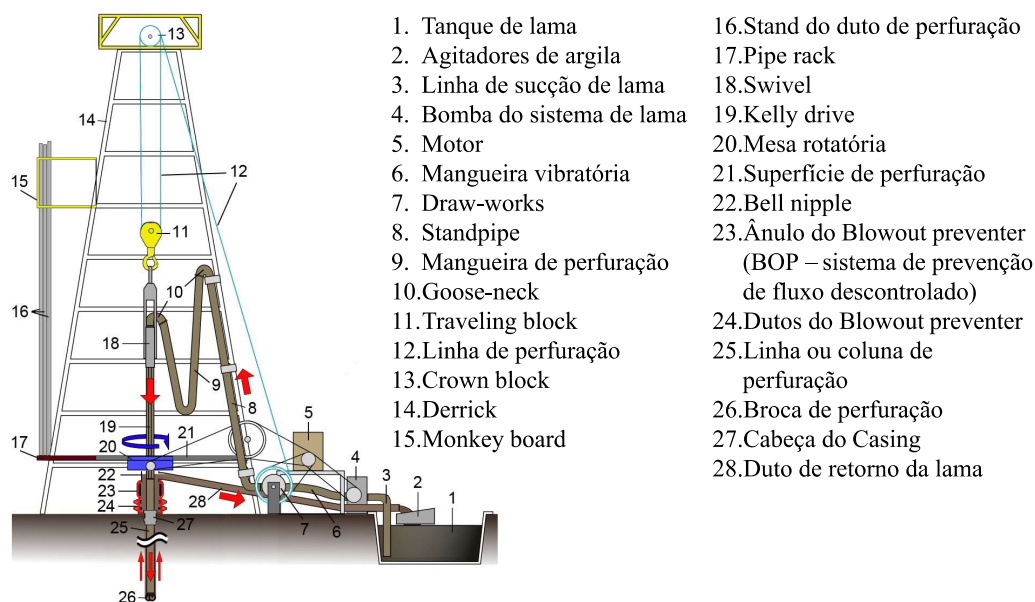


Figura 1. Esquema geral da sonda na perfuração. Fonte: [2].

O poço é perfurado em várias fases, que são revestidas e formam as colunas de revestimento, iniciando com um tubo de pequena extensão e diâmetro maior que os posteriores. Para realizar a perfuração da fase, é necessário um conjunto de ferramentas que constitui a coluna de perfuração, tais como os tubos de perfuração e as brocas, além disso, utiliza-se o fluido de perfuração, também chamado de lama de perfuração. Estabilizar a parede da formação rochosa e carrear os cascalhos cortados pela broca são alguns dos objetivos do fluido de perfuração [3].

Para obter uma perfuração estável e segura, reduzindo problemas operacionais, é necessário manter o peso do fluido de perfuração maior que a pressão de poros e de colapso e menor que a pressão de fratura. Nesse contexto, se essa pressão no poço se tornar menor que a pressão na formação e, se esta possuir permeabilidade suficiente, acontecerá um *kick*, ou seja, um fluxo indesejado de fluido da formação para o interior do poço [4].

De acordo com [5], existem métodos de detecção de *kick*, tais como: um aumento na taxa de fluxo de retorno de lama; aumento da taxa de penetração e fluxo do poço com as bombas desligadas. Uma vez detectado o *kick*, métodos de controle são utilizados para reestabelecer o controle primário do poço, restaurando o equilíbrio hidrostático, pode-se citar os métodos convencionais (Método do Sondador, Método do Engenheiro e Métodos Volumétricos) e não convencionais (Bullheading, Stripping e Snubbing) [4].

Se o fluxo indesejado da formação for incontrolável, tem-se um *blowout* [6]. Segundo [7], tal fenômeno é capaz de causar danos aos equipamentos da sonda, assim como lesões às pessoas que trabalham nela. Em 2010, por exemplo, um *blowout* ao perfurar o poço de Macondo no golfo do México gerou incêndios e explosões na plataforma que levaram a morte de onze pessoas, além do vazamento de quase 5.000.000 de barris de óleo [8]. No Brasil, segundo relatório final da ANP [9], um *underground blowout* (o fluxo de fluidos ocorre de uma formação para outra) em um poço do campo de Frade foi a causa do vazamento de 3.700 barris de petróleo cru no mar.

Este contexto e outros incidentes fizeram com que a ANP propusesse a resolução nº 46/2016, na qual são estabelecidos os requisitos e diretrizes para a implementação e operação de um Sistema de Gerenciamento da Integridade de Poços (SGIP) de forma a proteger a vida humana e o meio ambiente, à integridade dos ativos da união, de terceiros e do operador do contrato [10]. No SGIP é importante o funcionamento do Conjunto Solidário de Barreiras (CSB) que se refere a um ou mais elementos de barreira de poço capazes de controlar *kick* ou *blowout*.

O CSB é classificado em primário ou secundário. A falha dos elementos do conjunto primário torna necessária uma intervenção através dos elementos do conjunto secundário. A Figura 2 mostra os elementos de barreira de poço dos CSB primário e secundário durante a perfuração. Entre tais, destacam-se o fluido na coluna e o revestimento. É importante garantir a integridade dessas estruturas. A variação permitida para as pressões do fluido de perfuração no poço, segundo [11], deve obedecer a janela operacional, ou seja, respeitar os limites das pressões de poros, fratura e colapso. As colunas de revestimento, de acordo com [12], são dimensionadas para suportar *burst* e colapso, além das cargas axiais.

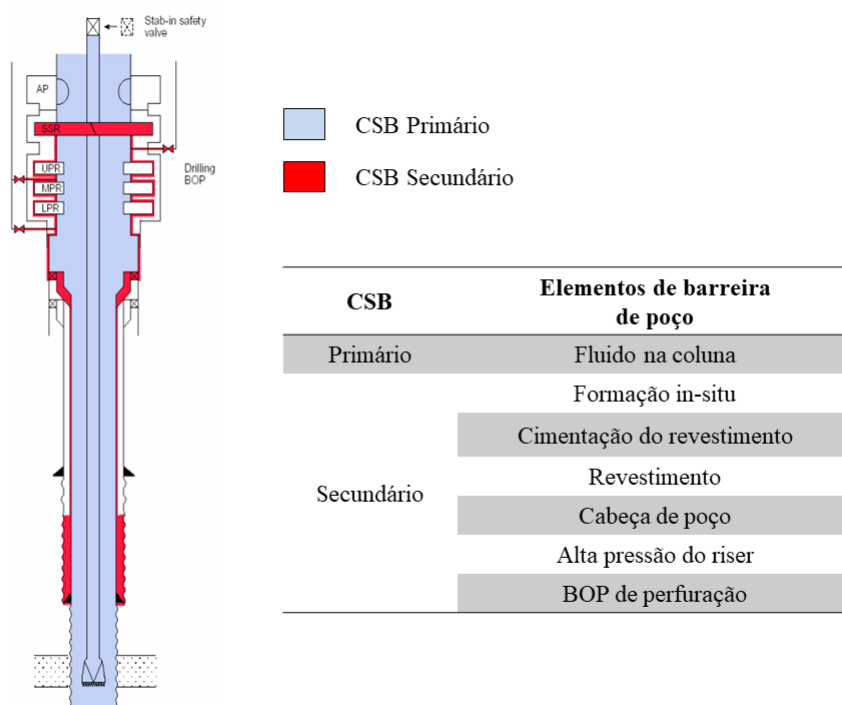


Figura 2. Elementos de barreira de poço em um processo de perfuração. Fonte: Adaptado de [13].

Na literatura são encontrados alguns trabalhos que

2 Cenários de barreira de segurança

3 Resultados e discussão

4 Conclusão

$$q_r = -4pr^2k\frac{dT}{dr}. \quad (1)$$

Tabela 1. Coefficients in constitutive relations

Constitutive relation	Nomenclature	Value
Turbulent tensor	C_μ	0.09
Turbulent tensor	$C_{\mu b}$	0.69
Lateral lift	C_L	0.08
Virtual mass	C_{VM}	0.8

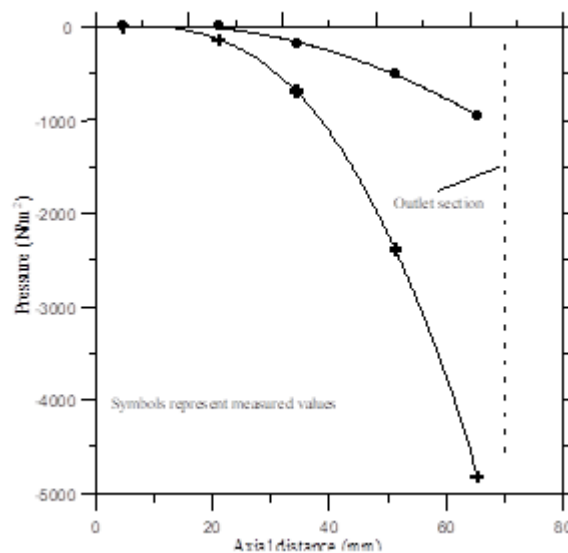


Figura 3. Pressure variation along the nozzle: experimental data

Acknowledgements. This section should be positioned immediately after the Conclusion section. Type Acknowledgements in boldface, 10 pt Times New Roman type from left margin, leaving 20 pt line spacing before and 12pt after.

Authorship statement. This section is mandatory and should be positioned immediately before the References section. The text should be exactly as follows: The authors hereby confirm that they are the sole liable persons responsible for the authorship of this work, and that all material that has been herein included as part of the present paper is either the property (and authorship) of the authors, or has the permission of the owners to be included here.

Referências

- [1] L. C. Cardoso. *Petróleo: do poço ao posto*. Qualitymark, Rio de Janeiro, 2005.

- [2] File:oil rig nt8.svg , wikimedia commons, 2020.
 - [3] E. S. Paranhos Sobrinho. Consideração do repasse na modelagem do fechamento de poços verticais em rochas salinas. Mestrado, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2019.
 - [4] I. V. N. Barbosa and J. P. L. Santos. *Avaliação Sistemática de Controle de Kick na Perfuração de Poço de Petróleo*. 9º Congresso Brasileiro De P&D Em Petróleo e gás, 2017.
 - [5] O. Lindi. Analysis of kick detection methods in the light of actual blowout disasters. Master's thesis, NTNU, 2017.
 - [6] J. E. Thomas. *Fundamentos de engenharia de petróleo*. Interciência, 2001.
 - [7] J. S. Santana, de H. T. Campos, and E. S. Cardoso. Kick e blowout na exploração de poços de petróleo—uma revisão. *REVISTA DE ENGENHARIA E TECNOLOGIA*, vol. 13, n. 2, 2021.
 - [8] C. B. Castro, L. A. Martins, and G. S. Ferreira. As relações entre os acidentes na indústria de petróleo e o desenvolvimento das normas e marcos regulatórios associados: um estudo exploratório'. In *I Congresso Nacional de Engenharia de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis, Campina Grande, Brasil*, pp. 1–9, 2015.
 - [9] C. A. Cabral, L. S. P. Teixeira, N. R. Moura, and M. Chambriard. *Investigação do incidente de vazamento de petróleo no campo de Frade*. ANP, 2012.
 - [10] ANP. *Resolução ANP nº 46*, 2016.
 - [11] L. A. S. ROCHA and C. T. AZEVEDO. Projeto de poços de petróleo-geopressões e assentamento de colunas de revestimento-2ª edição. *Editora Interciência, Rio de Janeiro, Brasil*, 2009.
 - [12] B. S. Aadnoy. *Modern well design*. CRC press, 2010.
 - [13] S. Norge. Norsok standard d-010: Well integrity in drilling and well operations, rev. 4, 2013.
-