

Projeto de Pesquisa e Planejamento de Atividades

Aluno: Joseph Eduardo Harbi Buzzá		Data início curso: 15/11/2020
Orientador: Jacques Henrique Dias		Defesa em: 07/2022
Curso: MBA Data Science e Analytics	Modalidade: Distância	Turma: 202

1. Título do projeto

Métodos de aprendizado de máquina aplicados à predição de metragem de brocas de perfuração nos reservatórios do pré-sal

2. Introdução

A exploração e produção de hidrocarbonetos começa com a perfuração do poço de petróleo, operação complexa e subdividida em partes chamadas de fases. Cada fase representa uma metragem do subsolo a ser perfurada com uma ou mais brocas e depois revestida com tubos de aço para garantir, entre outras coisas, a estabilidade do solo (Thomas et al., 2001). A próxima fase deve, portanto, ser perfurada com uma broca de diâmetro menor que o revestimento que a precede, e assim sucessivamente até o ponto de interesse. As fases podem ter de algumas dezenas de metros até poucos quilômetros, a depender do cenário geológico encontrado.

Para que a broca chegue ao fundo do poço utilizamos tubos de perfuração, cujas funções são transmitir torque, possibilitando com que a broca gire, e transportar fluido da superfície para o fundo do poço, que dentre outras funções garante o resfriamento dos equipamentos e o carregamento dos cascalhos cortados. Esses tubos costumam ter entre nove e doze metros e podem ser conectados um a um ou agrupados em seções contendo três ou quatro unidades, a depender da sonda de perfuração utilizada e da altura de sua torre. Cada tubo ou seção deve ser rosqueado para que a coluna continue descendo e desrosqueado quando precisamos subir. A vantagem em trabalharmos com seções inteiras ao invés de tubos isolados é que o número de conexões é menor e a velocidade de descida e subida da coluna aumenta consideravelmente.

Se a broca não conseguir completar toda a metragem planejada, seja por apresentar uma velocidade de corte baixa, por falha de algum equipamento na coluna ou por ter se desgastado, faz-se necessária a troca da mesma. Toda a subida até a superfície pelos tubos de perfuração, a substituição da broca e a descida ao mesmo ponto em subsuperfície é chamada de manobra e seu tempo é diretamente proporcional à profundidade na qual estava-se perfurando.

Locações marítimas apresentam dificuldades maiores que os terrestres, seja pelo isolamento físico necessário de toda a lâmina d'água feito com um conjunto de tubos especiais

chamado de “riser”, até a contratação das sondas marítimas – embarcações especializadas nesse tipo de atividade. Com custos que podem chegar a trezentos mil dólares por dia (IHS Markit, 2021), as sondas são responsáveis pela maior parte do dispêndio financeiro de um poço no mar e diminuir a duração das operações é o grande foco da indústria.

Como toda a distância de lâmina d’água também deve ser percorrida, as manobras ficam ainda mais demoradas e custosas no mar. Para um poço de águas profundas (altura da água maior que 1.000 m) esses tempos podem chegar à 48 horas. Como o custo dos equipamentos, entre eles as brocas, é uma fração do custo da sonda, tentar aumentar a velocidade de corte e diminuir o número de manobras em poços marítimos é essencial, mesmo com itens mais caros, podendo significar a viabilidade de todo o projeto, concordando com Kaiser (2009), que fez uma extensa revisão sobre as estimativas dos custos de um poço.

Portanto, é desejável que as brocas tenham cortadores que durem mais e ofereçam uma melhor performance, diminuindo o tempo total da fase, dado o alto impacto no custo do poço.

Técnicas de aprendizado de máquina já foram estudadas como ferramentas auxiliares na predição da taxa de perfuração por Shi (2016), Barbosa (2019) e Elkatatny (2021) que usaram majoritariamente técnicas de redes neurais. Mahmoud (2021) fez um modelo para tentar prever os topos das litologias de forma mais precisa, fator importante para determinar qual o melhor tipo de broca deve ser descida e Mazen (2020) propôs um modelo matemático para a predição do desgaste da broca, e assim determinar o melhor momento para a manobra.

Buscar a melhor previsão e otimização da velocidade de corte traz benefícios óbvios na economia de tempo, mas em cenários com alta dureza de rocha as brocas irão performar dentro de um range baixo de valores de velocidade, e a durabilidade - ou quantos metros elas são capazes de perfurar antes de se desgastar - passa a ter um peso maior nos projetos.

Focando no pré-sal brasileiro, as fases que perfuram o reservatório costumam ser muito profundas – cerca de 5.000 m a contar da sonda. Nesse cenário geológico, majoritariamente carbonático (Azeredo et al., 2021), as brocas dos três principais fabricantes mundiais apresentam taxas de corte baixas e portanto parecidas, mas com metragens variando bastante nos diferentes campos. Estimar corretamente em quantas corridas faremos essas fases tem um peso muito alto na priorização da exploração dos blocos e na previsibilidade dos custos.

A maior parte dos projetos das fases e da estimação da quantidade de manobras ainda é feito baseado na média das corridas, que possuem uma distribuição muito heterogenia. Um modelo estatístico de aprendizado de máquina relevante auxiliará na melhor previsibilidade de custos e tempos na perfuração dos reservatórios desses poços.

3. Objetivo

Encontrar um modelo de aprendizado de máquina que consiga prever com um bom grau de confiança quantos metros uma broca conseguiria perfurar em um determinado campo do pré-sal.

4. Material e Métodos

Essa pesquisa é do tipo aplicada e pretende fornecer insumos melhores de predição de metragens do que as médias históricas.

Os dados serão coletados, após as devidas autorizações, do banco de dados oficial da empresa, que contém todos os registros de brocas desde 2006. Após a coleta os dados serão anonimizados conforme padrão interno.

De modo a padronizar as corridas, serão consideradas somente as feitas em carbonatos do pré-sal, nos diâmetros de 12 ¼ e 8 ½ pol, em diferentes campos, de modo a capturarmos a variação de desempenho das brocas de cada fabricante nos diversos cenários ao longo da costa brasileira.

Serão aplicadas técnicas de aprendizado de máquina aprendidas ao longo do curso, em especial a regressão linear, regressão multinível e análise de correspondência simples.

5. Resultados Esperados

Espera-se ao final um trabalho uma equação que permita predizer quantos metros uma broca (de diferentes fabricantes) deve conseguir perfurar em um cenário litológico específico, e com isso permitir um melhor planejamento de toda a operação.

6. Cronograma de Atividades

Atividades planejadas	Mês									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Escolha do tema	X									
Revisão Bibliográfica	X	X	X							

Autorização para uso dos dados	X									
Coleta e anonimização dos dados		X								
Tratamento dos dados		X	X	X						
Rodar modelos preliminares				X	X					
Conferir aderência dos modelos					X					
Análise dos resultados					X	X	X			
Discussões e finalização do texto							X	X		
Entrega do trabalho									X	
Elaboração da apresentação de defesa									X	X
Apresentação do TCC										X

Projeto de Pesquisa; Resultados Preliminares; Entrega do Trabalho de Conclusão de Curso; Entrega da Apresentação da Defesa

7. Referências Bibliográficas

Azerêdo, A. C.; Duarte, L. V.; Silva, A. P. 2021. The challenging carbonates from the Pre-Salt reservoirs offshore Brazil: facies, palaeoenvironment and diagenesis. Journal of South American Earth Sciences, v. 108, p. 103202.

Barbosa, L. F. F. M. et al. 2019. Machine learning methods applied to drilling rate of penetration prediction and optimization - A review. Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 183, p. 106332.

Elkatany, S. 2021. Real-time prediction of rate of penetration while drilling complex lithologies using artificial intelligence techniques. Ain Shams Engineering Journal, v. 12, n. 1, p. 917–926.

IHS Markit. 2021. Petrodata Offshore Rig Day Rate Trends. Disponível em: <<https://ihsmarkit.com/products/oil-gas-drilling-rigs-offshore-day-rates.html>>. Acesso em: 19 out. 2021.

Kaiser, M. J. 2009. Modeling the time and cost to drill an offshore well. Energy, v. 34, n. 9, p. 1097–1112.

Mahmoud, A. A.; Elkatany, S.; Al-Abduljabbar, A. 2021. Application of machine learning models for real-time prediction of the formation lithology and tops from the drilling parameters. Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 203, p. 108574.

Mazen, A. Z. et al. 2020. Mathematical modelling of performance and wear prediction of PDC drill bits: Impact of bit profile, bit hydraulic, and rock strength. Journal of Petroleum Science and Engineering, v. 188, p. 106849.

Shi, X. et al. 2016. An Efficient Approach for Real-Time Prediction of Rate of Penetration in Offshore Drilling. Mathematical Problems in Engineering, v. 2016, p. 1–13.

Thomas, José (ORG). 2001. Fundamentos da Engenharia de Petróleo. 1. ed. Editora Interciência, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.