

**DESENVOLVIMENTO DE SISTEMA DE MONITORAMENTO PARA
DETECÇÃO AUTOMÁTICA DE MUDANÇAS NO COMPORTAMENTO DE
FLUIDOS DE PERFURAÇÃO.**

Cynthia Dias De Oliveira (cynthiadias.oliveira@gmail.com)

Melquisedeque Nonato De Oliveira (melk_chelsea@hotmail.com)

Marcus Felipe De Oliveira Quetez (marcusquetez@ufrj.br)

Claudia Miriam Scheid Pereira (scheid@ufrj.br)

Moacyr Nogueira Borges Filho (moacyr.nogueira@ufrj.br)

Luiz Augusto Da Cruz Meleiro (meleiro@ufrj.br)

Luis Americo Calçada (calçada@ufrj.br)

A complexidade envolvida nos processos de perfuração de poços de petróleo vem impulsionando o estudo de técnicas de aprendizado de máquina aplicadas ao monitoramento em tempo real das propriedades físico-químicas do fluido de perfuração. Esses fluidos são responsáveis pela estabilização do poço, lubrificação e resfriamento das brocas, transporte de cascalhos, controle de pressão e, conseqüentemente, segurança das operações (Oliveira et al., 2024). Porém, de acordo com as condições operacionais, propriedades do fluido, como densidade e viscosidade aparente, podem sofrer variações indesejadas que comprometem a qualidade e eficiência do processo de perfuração. Uma forma de mitigar perdas operacionais é monitorando essas propriedades em tempo real onde, utilizando de técnicas de aprendizado de máquina, os dados

são coletados ao longo da operação e utilizados para inferir pareceres sobre a condição do fluido (Borges Filho et al., 2023). Embora existam estudos na literatura voltados à detecção de anomalias e recuperação de processos, ainda há uma lacuna no que tange mudanças no comportamento das propriedades e nas características do fluido de perfuração. Portanto, este estudo avaliou o uso de algoritmos de clusterização, visando explorar a variabilidade das características dos fluidos de perfuração e, a partir dos padrões detectados, otimizar a recuperação do processo. Foram estudados quatro métodos de agrupamento encontrados na literatura, o k-Means, DBSCAN (Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise), HDBSCAN (Hierarchical Density-Based Spatial Clustering of Applications with Noise) e o Hierarchical clustering. De modo a minimizar a subjetividade na detecção dos diferentes tipos de fluidos, utilizou-se métodos adicionais para determinar os parâmetros e validar a consistência do agrupamento de dados. Foram utilizados os métodos (i) do gráfico da distância ao k-ésimo vizinho; (ii) determinação de patamares; e (iii) o Silhouette Score. Os dados utilizados para testes foram coletados em uma unidade experimental equipada com sensores industriais que mensuram as propriedades físico-químicas dos fluidos. Todos os métodos foram eficazes na caracterização dos diferentes fluidos e, conseqüentemente, a padronização das instâncias de processo com base em similaridades estruturais e comportamentais, alcançando um coeficiente de silhueta próximo a 0,75. Dentre os métodos avaliados, o k-Means apresentou alta subjetividade, uma vez que o algoritmo requer a especificação prévia do número de k requeridos (grupos ou clusters) e, conseqüentemente, sensibilidade à clusters altamente variáveis, além de não detectar ruídos; o agrupamento hierárquico, algoritmo com função objetivo similar à do k-Means, embora possua restrições de dimensionalidade e conectividade que podem ser favoráveis na qualidade dos clusters formados, se mostrou pouco promissor em sua individualidade, dentre os demais métodos propostos; o DBSCAN, apresentou destaque devido à sua eficiência ao formar os clusters com consistência e ao identificar os ruídos, o que comprova a qualidade da técnica e a coesão dos dados agrupados; e o HDBSCAN, um método que une as funções objetivo do agrupamento hierárquico e do DBSCAN, apresentou agrupamentos consistentes porém o algoritmo não lida bem com a alta variabilidade da densidade intra clusters, o que implica nos resultados e abre espaço para a busca de ajustes que otimizem o algoritmo e a sua precisão. O uso dos métodos adicionais como o gráfico da distância ao k-ésimo vizinho e o Silhouette Score, possibilitou a assertiva escolha dos hiperparâmetros das técnicas. Desta forma, o DBSCAN

mostrou-se como sendo a alternativa mais eficaz na clusterização e caracterização de fluidos, podendo ser aplicado em processos para identificar a condição de operação auxiliando os operadores humanos na tomada de decisão. Ademais, novos trabalhos têm sido desenvolvidos para avaliar a estabilidade e consistência intra cluster e a eficiência ao aplicar técnicas de classificação em clusterização em tempo real.

Palavras-chave: técnicas de clusterização; tomada de decisão; propriedades de fluidos.