



 <https://engenhariamecanica.ufes.br/>

 pos.engenhariamecanica@ufes.br

 https://www.instagram.com/ppgem_ufes/

Orientador:

Prof. Dr. Renato Do Nascimento Siqueira
- PPGEM/UFES

Coorientador:

Prof. Dr. Bruno Venturini Loureiro
DEM/UFES

Banca Avaliadora:

Prof. Dr. Nathan Fantecelle Strey
(Examinador Interno – PPGEM/UFES)

Prof. Dr. Fábio de Assis Ressel Pereira
(Examinador Externo – PPGEM/UFES)

Dr^a. Helga Elisabeth Pinheiro Schluter
(Examinadora Externa – Petrobrás)

Prof. Dr. Silvio Luiz de Mello Junqueira
(Examinador Externo – PPGEM/ UTFPR)

Título: Avaliação do Efeito do Acabamento Superficial na Incrustação de Carbonato de Cálcio em Alta Pressão

Data: 09 de julho de 2025 - 13:30 horas

Link: meet.google.com/jyu-opgf-pwc

RESUMO

A formação de incrustações de carbonato de cálcio causa prejuízos significativos na exploração de petróleo em águas profundas, sendo influenciada por fatores como pressão, temperatura, pH, composição química da solução e acabamento superficial. A superfície desempenha um papel crítico ao interagir com o fluido e servir como substrato para a ancoragem dos cristais, contudo, a literatura apresenta divergências quanto ao seu efeito na incrustação, além de limitações experimentais decorrentes de testes sob baixa pressão e condições estáticas. A liberação de CO₂ da solução também é um fator termodinâmico relevante, favorecendo a precipitação e intensificando o problema. Este estudo avalia a influência do acabamento superficial na formação de incrustações sob condições operacionais mais realistas, utilizando alta pressão e injeção de CO₂, tendo como material de base o aço inoxidável 304, devido à sua estabilidade química e ampla aplicação industrial. Foram analisadas superfícies preparadas por polimento metalográfico, usinagem, jateamento e texturização a laser, abrangendo uma ampla gama de acabamentos. Além disso, revestimentos de Cerakote H225, esmalte sintético e poliuretano foram testados com intuito de mitigar a incrustação. A caracterização das superfícies foi realizada por perfilometria óptica 3D, utilizou-se de esclerometria linear para avaliar a adesão do carbonato de cálcio e espectroscopia Raman para avaliação do polimórfico formado. Além da análise tradicional empregada na literatura, utilizando os parâmetros médios de superfície (*Ra*, *Rsm* e *Rz*), adotou-se também uma avaliação complementar por meio da análise de dimensão fractal para quantificar, de forma precisa, a complexidade das superfícies analisadas e correlacionar com a massa incrustada. Os resultados dos testes em amostras sem revestimento indicam que superfícies com maior dimensão fractal apresentam maiores valores de incrustação e maiores valores de força de adesão, além de evidenciarem que a dimensão fractal é um estimador eficaz do potencial de incrustação de uma superfície. Nos testes, a calcita foi o polimorfo predominante do carbonato de cálcio. Na análise das superfícies revestidas, o Cerakote H225 se destacou, reduzindo a incrustação em 85,5% em comparação com o aço inoxidável 304 jateado. Esses resultados são fundamentais para otimizar a seleção de materiais e tratamentos superficiais na exploração de petróleo em águas profundas, aumentando a eficiência operacional e reduzindo custos.