

MODELAGEM E SIMULAÇÃO NUMÉRICA DO COMPORTAMENTO DÚCTIL-FRÁGIL DE ROCHAS SALINAS

Geovani Bresolin¹, Marcelo Krajnc Alves²

Bolsista PRH-ANP 09, geovani_bresolin@yahoo.com.br, ^{1,2}Departamento de Engenharia Mecânica,
Programa de Pós-graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina

R E S U M O

MOTIVAÇÃO: As rochas salinas são materiais geológicos que possuem porosidade e permeabilidade praticamente nulas em estado natural, habilidade de suportar grandes deformações sem fraturamento e capacidade de autocicatrização quando fraturadas. Características que proporcionam a estas rochas grande capacidade selante, tornando-as formações geológicas ideais para operações de armazenamento. Na indústria petrolífera, o sal é um dos agentes mais eficientes na natureza para o aprisionamento de hidrocarbonetos, sendo que mais de 70% dos maiores campos de petróleo e gás ao redor do mundo estão vinculados a estas estruturas. Entretanto, a perfuração de poços, em águas ultraprofundas através de camadas espessas de sal, apresenta ainda grandes desafios tecnológicos devido ao comportamento de fluência e de fraturamento destas rochas. Em virtude das aplicações onde a contenção de material é primordial e a problemas pertinentes a poços de petróleo, é necessário que o comportamento dos evaporitos seja amplamente compreendido. Portanto, investigações experimentais e formulações de teorias constitutivas, para a previsão comportamental de rochas salinas, são especialmente importantes para solução de problemas nestas aplicações de engenharia.

OBJETIVO: O objetivo do trabalho consiste na proposição de um modelo constitutivo elastoviscopoplástico com dano não local para a análise do comportamento de rochas salinas no regime frágil, dúctil e na transição frágil-dúctil, e, a posteriori, no desenvolvimento de um software, programado em Fortran orientado a objetos, visando à solução de problemas em estado plano de deformações, axissimétricos e tridimensionais. No modelo teórico proposto será introduzido, ainda, uma teoria não local de dano, tendo como objetivo principal a incorporação do efeito não local e da redução da dependência da malha de elementos finitos na resposta dos problemas. A etapa seguinte do trabalho, consiste em implementar o modelo utilizando uma plataforma de desenvolvimento em Fortran orientado a objetos, com o intuito de validar o modelo proposto e o código implementado.

APLICAÇÃO NA INDÚSTRIA DO PETRÓLEO: O modelo teórico proposto, para a análise do comportamento de rochas salinas, poderá ser relevante tanto para aplicações de contenção quanto para a indústria do petróleo. Em aplicações de contenção, a previsão comportamental da fluência e do fraturamento do sal, pode ser útil para evitar com antecedência a redução de volume e o colapso de cavernas em operação. Na indústria petrolífera, o modelo teórico proposto poderá servir de suporte para: minimizar os riscos de prisão da coluna de perfuração, auxiliar no dimensionamento adequado da pressão dos fluidos de perfuração, estabelecer intervalos de tempo para repassamentos e estimar intervalos de tempo para a descida da cimentação da tubulação de aço que irá revestir o poço. Além disso, poderá auxiliar na quantificação das cargas não uniformes produzidas no revestimento pela movimentação do sal, possibilitando, o dimensionamento adequado do revestimento, de modo que a integridade estrutural do poço seja mantida até o completo esgotamento do reservatório. O dano incorporado ao modelo auxiliará, principalmente, no dimensionamento adequado da pressão do fluido de perfuração, permitindo, identificar a pressão limite a partir da qual não ocorre o fraturamento da rocha salina.

RESULTADOS OBTIDOS: O principal resultado do trabalho até o presente momento foi à proposição de um modelo constitutivo elastoviscoplástico com dano para a análise do comportamento de rochas salinas. O modelo é capaz de incorporar o aumento da resistência e da ductilidade da rocha quando confinada, a degradação da rigidez e a perda da resistência induzida pela presença de microfissuras. Neste modelo teórico proposto, a modelagem da degradação das propriedades macromecânicas do sal é baseada, em dois modelos constitutivos, ambos desenvolvidos para a análise do comportamento do concreto. Enquanto, a modelagem da resposta dúctil é descrita a partir de um modelo viscoplástico desenvolvido para a análise do comportamento em fluência das rochas salinas.