

## AVALIAÇÃO ANALÍTICA DA INFLUÊNCIA DA SEQUÊNCIA DE EMPILHAMENTO NA RESPOSTA MECÂNICA DE UM COPV NO ARMAZENAMENTO DE GNV

**Resumo.** O presente estudo avalia a sequência de empilhamento de um vaso de pressão fabricado em material compósito, ou do inglês, composite overwrapped pressure vessels (COPV) para armazenamento de gás natural veicular (GNV) como combustível, sendo uma potencial estratégia para redução de emissões de carbono. A fibra de vidro/epóxi foi utilizada para constituir o material compósito, produzido pelo processo de filament winding. Problemas relativos ao dimensionamento desses cilindros podem resultar em falhas catastróficas. Portanto, uma análise analítica baseada na teoria clássica dos laminados foi empregada para melhorar o entendimento da resposta mecânica da estrutura. Sabe-se que a disposição das camadas do compósito influencia significativamente em aspectos como tensão vs. deformação e modo de falha do COPV, mas esses efeitos ainda não são completamente compreendidos. Este trabalho visa investigar a influência da sequência de empilhamento na resposta mecânica de um COPV utilizando um modelo analítico. Os objetivos específicos são: 1) Utilizar propriedades mecânicas ensaiadas confiáveis de fibra de vidro/epóxi, e uma geometria de liner para armazenamento de GNV; 2) Definir um padrão inicial de enrolamento, variando-se a orientação da camada central para avaliar sua sensibilidade na resposta mecânica; 3) Obter o número de repetição ideal do padrão de enrolamento com base nos critérios de falha, avaliando o COPV na pressão de operação; 4) Fazer um modelo numérico no software ABAQUS/CAE™ com a sequência de empilhamento selecionada para comparar resultados de deformação, tensão e razão de resistência com o modelo analítico. Os resultados destacam a influência significativa da orientação e quantidade de camadas na resistência e desempenho estrutural. A análise revelou que ângulos de  $\pm 55^\circ$  na camada central melhoram substancialmente o coeficiente de segurança (SR), alinhando eficientemente as camadas com o carregamento tangencial predominante. Adicionalmente, a repetição ideal de 10 proporciona uma distribuição mais uniforme das tensões ao longo da espessura do vaso de pressão, minimizando tensões transversais críticas para evitar falhas em condições biaxiais. A verificação através da comparação entre modelos numéricos e analíticos reforça a veracidade dos resultados analíticos, contribuindo para o desenvolvimento de projetos de COPVs em aplicações de alta pressão. A sequência de empilhamento foi dimensionada para suportar uma pressão interna operacional de 20 MPa, recomendada pela norma (NBR 11439), resultando no padrão  $[\pm 10 / \pm 55 / \pm 88]_{10}$  e espessura cilíndrica de 30 mm.

**Palavras chave:** Aplicação veicular, modelo analítico, sequência de empilhamento, vaso de pressão compósito.