

Reutilização Direta de Aço Naval Proveniente do Desmantelamento de Embarcações como Estratégia de Sustentabilidade

Bruno H. S. M. Silva¹ - brunohdsms@gmail.com, Bruna A. Cunha¹, Alan B. de Medeiros², Sara B. de Souza², Giovanna S.B. do Carmo², Heitor F. Werner¹, Tetyana Gurova^{1 2}, Marcelo I. L. de Souza¹

¹Universidade Federal do Rio de Janeiro, Engenharia Naval e Oceânica, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

²Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Faculdade de Ciências Exatas e Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil;

O crescimento das atividades de descomissionamento de embarcações e estruturas offshore tem ampliado a busca e a necessidade por soluções sustentáveis para o gerenciamento desses materiais provenientes, especialmente o aço naval. Tradicionalmente, grande parte desse material é destinado à reciclagem convencional (*Ship Recycling*) ou ao descarte inadequado em países subdesenvolvidos onde o desmantelamento ocorre sob condições precárias, gerando impactos ambientais irreversíveis e riscos à saúde dos colaboradores. Nesse contexto, a reutilização direta do aço descomissionado surge como alternativa alinhada aos princípios da economia circular, promovendo maior aproveitamento de recursos, redução da geração de resíduos e diminuição da demanda por aço primário, cuja produção apresenta elevada emissão de dióxido de carbono, contribuindo assim também para a descarbonização. O presente trabalho investiga a viabilidade técnica da reutilização direta de chapas de aço naval ASTM A131 grau DH36 provenientes do desmantelamento de embarcações, avaliando seu potencial de aplicação em reparos estruturais navais por meio de processos convencionais de soldagem

Para a realização do estudo, foram utilizadas duas amostras metálicas: uma chapa nova e uma chapa retirada de uma embarcação descomissionada, ambas submetidas às mesmas condições experimentais. As amostras foram preparadas com dimensões adequadas aos ensaios e receberam um entalhe vazado bem no centro delas, simulando uma condição típica de reparo estrutural em embarcações. O processo de união foi realizado por soldagem SMAW (Shielded Metal Arc Welding), utilizando eletrodo revestido E7018, amplamente empregado em reparos navais devido à sua confiabilidade e resistência mecânica. Após a soldagem, foram conduzidos ensaios destrutivos e não destrutivos com o objetivo de avaliar a integridade estrutural e metalúrgica das amostras, incluindo inspeção visual, ensaio por líquido penetrante, análise de dureza Vickers, avaliação de tensões residuais por mapeamento magnético e difração de raios-X, além de análises metalográficas.

Os resultados indicaram que o material descomissionado apresentou comportamento compatível com o aço novo, mantendo boa soldabilidade e integridade estrutural mesmo após longo período de operação em ambiente marítimo. O cordão de solda apresentou adequada fusão e penetração, sem ocorrência de descontinuidades críticas após preparação superficial. As análises de dureza revelaram distribuição homogênea entre metal de solda, zona termicamente afetada e metal base, indicando continuidade metalúrgica satisfatória. Da

mesma forma, as avaliações de tensões residuais apresentaram padrões típicos de juntas soldadas, sem níveis incompatíveis com aplicações estruturais. Embora a chapa descomissionada tenha apresentado pequenas variações associadas ao histórico operacional do material, os resultados sugerem que tais alterações estão dentro da margem e não inviabilizam sua reutilização em aplicações de reparo naval.

Sob a perspectiva da sustentabilidade, os resultados reforçam o potencial técnico da reutilização direta do aço naval como estratégia de economia circular aplicada à indústria marítima. Diferentemente da reciclagem convencional, que exige refusão do material e elevado consumo energético, a reutilização direta pode permitir preservar parte do valor agregado do aço, reduzindo etapas industriais, consumo de energia e emissões associadas à cadeia siderúrgica. Além disso, essa abordagem contribui para a redução do volume de resíduos metálicos gerados durante o descomissionamento e amplia as possibilidades de desenvolvimento de cadeias produtivas sustentáveis voltadas ao reaproveitamento de materiais navais.

Conclui-se que os resultados obtidos sugerem potencial viabilidade técnica para a reutilização direta de chapas de aço ASTM A131 DH36 provenientes de embarcações descomissionadas, vindo a ser um potencial estratégico para aplicações sustentáveis na indústria naval. Os resultados obtidos indicam que materiais previamente utilizados podem apresentar potencial para retorno ao ciclo produtivo com desempenho satisfatório, contribuindo para práticas de descomissionamento mais sustentáveis e alinhadas aos princípios da economia circular. O estudo também evidencia a necessidade de avanço em diretrizes normativas e critérios técnicos que possibilitem a incorporação segura desses materiais em atividades de manutenção e reparo naval, fortalecendo iniciativas voltadas à descarbonização e ao uso eficiente de recursos na indústria marítima.

Palavras-chave: Descomissionamento. Ship Recycling. Economia Circular. Descarbonização. Reutilização Direta do Aço.