



**ANÁLISE METALOGRÁFICA EM UNIÃO DE RECUPERAÇÃO POR
SOLDAGEM OXI-ACETILÊNICA DE PROPULSORES NAVAIS TIPO
HÉLICE UTILIZADOS NAS CONDIÇÕES AMAZÔNICAS**

Amilton dos Santos Machado⁽¹⁾
Carlos Alberto Pereira da Mota⁽²⁾
Danielle Quemell Martins⁽³⁾
Carlos Alberto Mendes da Mota⁽⁴⁾

- (1) Mestrando UFPA/CT/DEM – Campus Universitário do Guamá – Belém-Pa.
email: amiltonmachado@bol.com.br (Autor para correspondência).
- (2) Discente UFPA / CT / DEM – Campus Universitário do Guamá – Belém – Pa.
email: cap.mota@bol.com.br
- (3) Discente UFPA/CT/DEM - Campus Universitário do Guamá – Belém-Pa. email:
daniquemel@bol.com.br.
- (4) Prof. Dr. UFPA/CT/DEM – Campus Universitário do Guamá – Belém-Pa.
email: cmota@ufpa.br

Resumo: *Este trabalho fez uma análise qualitativa (macro e micrografia) na união de corpos de provas recuperados pela soldagem oxi-acetilênica, aplicada na recuperação de hélices. As recuperações foram realizadas em oficinas localizadas em cidades do estado do Pará. Na análise avaliou-se a extensão da zona termicamente afetada, as estruturas e os principais defeitos resultantes, uma vez que as oficinas neste tipo de serviço são caracteristicamente do tipo “fundo de quintal” e, portanto, não utilizam nenhum conhecimento técnico ou científico, comprovado ou reconhecido por normas. O conhecimento empregado é puramente empírico, adquirido no dia a dia da “oficina”. Após a análise dos resultados, constatou-se a baixa qualidade na união de recuperação realizada naquelas oficinas, pois foram encontrados defeitos de diferentes dimensões e natureza, tais como trincas e porosidades que provocaram redução na resistência mecânica, na sobre vida esperada e, conseqüentemente, na credibilidade do serviço.*

Palavras-chave: *hélice, empírico, defeitos, recuperação.*

1. INTRODUÇÃO

A navegação fluvial é um dos principais meios de comunicação, integração e desenvolvimento na região Amazônica, pois sua posição geográfica, determina seu relacionamento com o resto do mundo. Além de sua situação fronteiriça com nada menos de sete nações, três fusos horários, ao longo de 11.000 km de extensão, com 25.000 km de rios de “água branca” e “água preta”, por onde escoam quase 1/5 do volume de água doce do mundo, seus rios são navegáveis em sua maior parte, o ano todo. De Belém do Pará à Tabatinga no Amazonas, se percorrem por aquavia 3.250 milhas, contra apenas 2.950 milhas da capital paraense ao porto de Nova York. Há ainda o fato de ser nacionalmente a área mais próxima dos grandes mercados

compradores do hemisfério norte, quer os situados nas bordas do Atlântico como do Pacífico, via Belém ou Porto Velho (Nazeré, 1993). No Estado do Pará observamos que os principais portos estão localizados nas cidades de Belém, Santarém, Itaituba, Altamira e Óbidos (IDESP, 1974).

Pelos portos do Estado e da região circulam as embarcações que transportam o progresso e a sobrevivência do homem na Amazônia. Estas embarcações muitas vezes retardam as suas viagens devido ao colapso parcial ou total da hélice propulsora. Estabelecer e divulgar uma metodologia simples, eficiente, acessível e de baixo custo para a recuperação de hélices torna-se portanto uma tarefa importante ao desenvolvimento social e econômico da região.

Este trabalho faz parte de um projeto de pesquisa que trata da otimização do projeto de propulsores navais tipo hélice, usados nas condições amazônicas.

2.METODOLOGIA

2.1. Coleta e Preparação dos Corpos de Prova

Inicialmente foram analisadas visitas técnicas às oficinas recuperadoras de propulsores navais tipo hélice localizadas nos Estados do Pará (Belém, Abaetetuba, Igarapé-mirim, Almerim e na Vila de Icoaracy) e do Amapá (Macapá), com entrevistas e a aplicação de formulários e questionários para a coleta de informações e dados técnicos. Na oportunidade podemos acompanhar algumas recuperações, analisar os procedimentos empregados e, posteriormente, o estado superficial da união, bem como detectar as condições de funcionamento e de trabalho desenvolvidas nas oficinas visitadas. As informações coletadas foram processadas e analisadas para a determinação do estágio regional, atual, das técnicas de recuperação de hélice utilizando a soldagem oxi-acetilênica.

Um banco de dados foi montado com informações sobre materiais de consumo, equipamentos de soldagem, condições de aplicação, parâmetros, seqüência e procedimentos de soldagem, qualidade da união, dificuldades inerentes etc.

Foram coletadas hélices recuperadas nas condições operacionais de algumas das oficinas, sem qualquer intervenção em seu procedimento, constituindo-se numa amostragem significativa e de onde foram retirados 10 corpos de prova. As amostras foram recuperadas através da soldagem oxi-acetilênica com chama oxidante e vareta de latão (Fig.1). A Tabela 1 apresenta a composição química média das hélices utilizadas na região amazônica.

As hélices são avariadas sempre em suas pás, na ponta, na região central ou próxima à raiz do cone. Neste trabalho as hélices foram recuperadas na ponta, pelo seu enchimento e na região central nos sentidos longitudinal e transversal à pá. Conforme é mostrado na Fig. (2).



Figura 1. Recuperação de uma hélice pela soldagem oxi-acetilênica numa oficina de Igarapé-Mirim-Pa. Detalhes da chama e da vareta

Tabela 1. Composição química básica das hélices navais utilizados na região

Liga	Cu	Zn	Sn	Al	Fe	Pb	Ni	Mn
Bronze Mn 1	52 a 62	35 a 40	1,5 máx	0,5 a 3	0,5 a 2,5	0,5 máx	1 máx	0,5 a 4
Bronze Mn 2	50 a 57	33 a 38	1,5 máx	0,7 a 2	0,5 a 2,5	0,5 máx	2,5 a 8	1 a 4
Bronze Al 3	77 a 82	1 máx	0,1 máx	7 a 11	2 a 6	0,03 máx	3 a 6	0,5 a 4
Bronze Al 4	70 a 80	6 máx	1 máx	6,5 a 9	2 a 5	0,05 máx	1,5 a 3	8 a 20
Latão Amarelo	55 a 60	restante	1,5 máx	0,7 a 1	0,9 a 2	0,4 máx	- x -	0,3 a 0,9
Bronze de Propulsor	78 a 81	- x -	- x -	9 a 10,3	3,5 a 5,5	0,01 máx	4,5 a 5,5	0,5 a 1

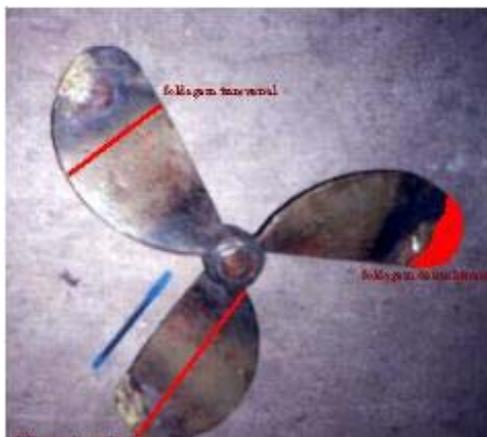


Figura 2. Representação esquemática dos locais onde foram aplicadas as soldas

2.2. Ensaio Metalográfico

As análises macro e microestruturais foram realizadas em corpos de prova preparados das seções transversal e longitudinal em regiões correspondentes à ponta e ao centro das pás. Os corpos de prova foram lixados, polidos e atacados quimicamente

por imersão eletrolítica com o reagente HCl 50% (Fig. 3). O tempo de ataque variou entre 2 e 5 minutos, conforme o tamanho da amostra.

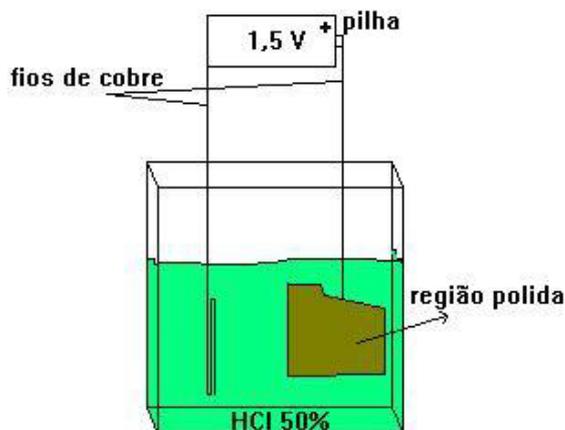


Figura 3. Esquema da realização do ataque eletrolítico

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As hélices como recebidas das oficinas não apresentaram defeitos superficiais visíveis, porém durante a metalografia foi revelada a presença de diversos defeitos, tanto no metal de base como no metal depositado, tais como porosidades ao longo do cordão de solda e outros originados no processo de fundição, conforme o ilustrado na Figura 4.

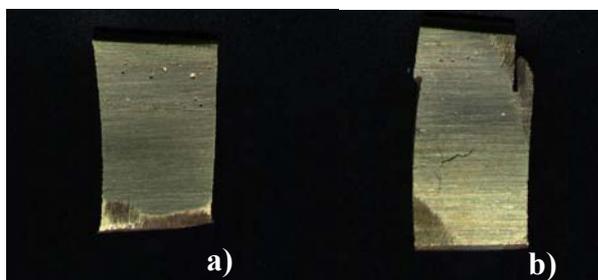


Figura 4. (a) detalhes da incidência de porosidades no metal depositado; (b) aspecto de trinca de contração ocorrida no processo de fundição.

3.1. Macrografia

Na figura 5 temos, respectivamente, da esquerda para a direita corpos de prova recuperados nas seções transversal, longitudinal e na ponta da pá da hélice. Por estas macroscografias percebemos a predominância de grãos colunares no metal de base contrastando com grãos refinados no metal de solda. Além disso, esta figura revela também a presença porosidades e trincas caracterizando-se como um outro fato de relevante importância para a pesquisa em questão.



Figura 5. Macrografias das seções analisadas

3.2. Micrografia

A figura 6 revela o aspecto microestrutural do metal de base de uma hélice cuja composição química é a base de Bronze Al 4 (Tab. 1). Nota-se o aspecto da solidificação dos grãos na forma de grandes dendritas de solução sólida de fase alfa (áreas claras) e regiões ricas em zinco (áreas escuras), resultante da intensa segregação interdendrítica. A figura 7 corresponde ao corpo de prova retirado de uma hélice de latão (Tabela 1). Esta figura evidencia a presença de segregação dendrítica de solução sólida de fase alfa (variedades mais claras) e segregação dendrítica das diversas impurezas presentes (áreas escuras).

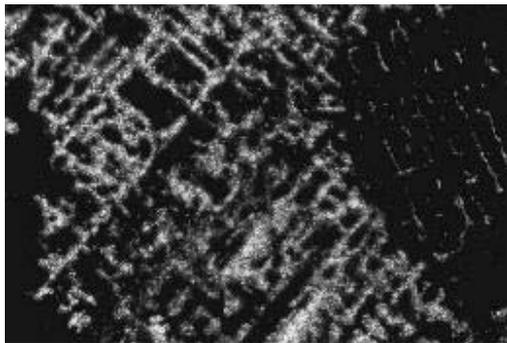


Figura 6. Microestrutura do metal base de uma hélice de bronze. Aumento 100X

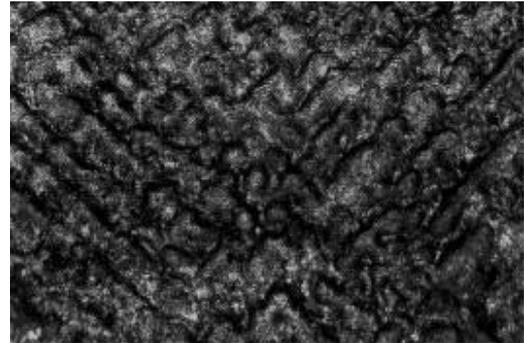


Figura 7. Microestrutura do metal base de uma hélice de latão. Aumento 100X

A figura 8 mostra a zona de ligação e sua análise retrata uma baixa diluição e a pequena extensão da zona termicamente afetada.

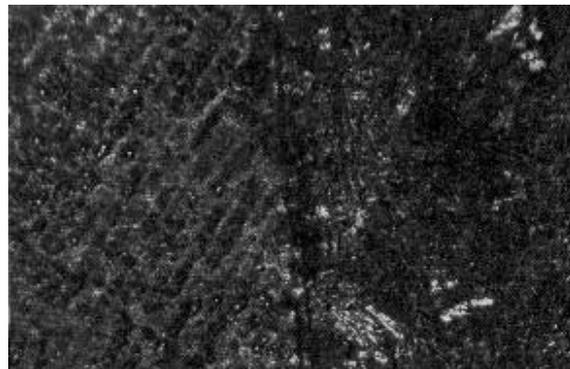


Figura 8. Microestrutura da zona de ligação de uma hélice de latão. Aumento de 50X

A figura 9 apresenta a microestrutura existente no metal depositado, onde notamos a presença de grãos com estrutura acicular distorcida de fase alfa e supersaturada de elementos de liga e impurezas.

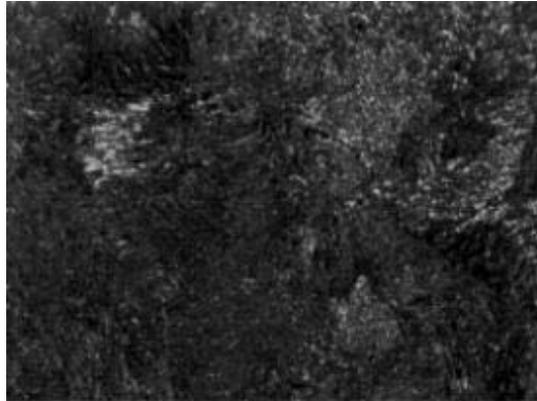


Figura 9. Micrografia do metal de adição de uma hélice de bronze. Aumento 50X

4. CONCLUSÃO

A presença de grande quantidade de defeitos como vazios contribui para a redução no desempenho e na qualidade dos propulsores navais tipo hélice utilizados nas condições amazônicas.

As diferentes estruturas e os defeitos que são normalmente encontrados em amostras analisadas demonstram a falta de controle dos procedimentos de fundição e recuperação de hélices na região amazônica.

5. REFERÊNCIAS

- Nazaré, R., 1993, “O Complexo Amazônico e sua Navegação Interior”, Editora Cejup, Belém, Pará, Brazil, pp 15-25.
- IDESP, Oliveira, C.R., 1974, “Diagnóstico do Setor Portuário e Fluvial Marítimo do Estado do Pará”, IDESP, Belém, Pará, Brasil, 85p.
- Handy & Harman, “The Braze Book”. www.handyharmancanada.com/TheBrazeBook.
- Machado, I.G. 1996, “Soldagem e Técnicas Conexas: Processos”, Editado pelo autor. Porto Alegre, Brazil, 477p.
- Coutinho, T.A., 1980, “Metalografia dos não-ferrosos: análise e prática”, Ed. Edgard Blücher, S.Paulo, Brazil, pp 1-79.
- Lyman, T., 1972, “Metals Handbook – Atlas of Microstructures of Industrial Alloys” ASM, Vol.7, 8th Edition, pp. 273-294.

***Abstract.** This work done a quality analysis in samples recovered by oxi-acetylen welding applied in recovering of damage helixes. The recovering was made in factories from cities of Pará state. In this analysis was percept the extension of thermically affected zone, the structures and the principal defects improved by recovery without tecnic or cientific knowledge. The knowledge is empiric. With the analysis of results was characterized by a low quality of recovery union by that factories because was found some defects with different size and forms, like stresses and porosities in the ligation*

zone and other areas improve reductions in mechanical resistance, in the life of propeller and the believing in this services.

Keywords: *helixes, empiric, defects, recovering*