

## REVESTIMENTOS METÁLICOS DEPOSITADOS SOBRE AS PÁS DE TURBINAS HIDRÁULICAS: UM ESTUDO MACROSCÓPICO COMPARATIVO APÓS 64.000 HORAS DE OPERAÇÃO

**Fernando Saisi Mateussi, Juno Gallego**

MAPROTEC –UNESP – ILHA SOLTEIRA, Avenida Brasil Centro, 56 – 15385-000 – Ilha Solteira/SP  
fernandomat@aluno.feis.unesp.br

### RESUMO

Na parada programada da turbina, após operar por 64.000 horas, foi extraído um fragmento de uma das pás da turbina UG-12 da UHE de Ilha Solteira, do qual foram preparadas amostras para análise macrográfica. Com o intuito de avaliar o efeito do tempo de operação sobre os revestimentos depositados por soldagem foi feito o revestimento de uma amostra que seguiu os procedimentos e consumíveis de soldagem usados no reparo da referida turbina. Detalhes da preparação deste revestimento foram apresentados em um trabalho anterior (Musardo et al, 2005). Para testar possíveis mudanças na estrutura austenítica do revestimento resistente à cavitação foi realizado um teste magnético. Medidas de rugosidade média (Ra) das superfícies dos revestimentos foram obtidas com um rugosímetro Mitutoyo/SJ-210 P, com valor do cutoff de 0,8mm. Para a identificação das camadas de revestimento foram cortadas com disco abrasivo e tiveram as superfícies retificadas com rebolo de grão abrasivo fino. Para a revelação das camadas foram testados vários reativos macrográficos, sendo considerado o melhor uma solução contendo 100ml de água, 10ml de ácido nítrico, 50ml de ácido sulfúrico, 20ml de cloreto de ferro. A dureza Vickers de cada camada do revestimento foi determinada sobre uma série de no mínimo 10 medidas, aplicando-se uma carga padrão de 50kgf (490N) no durometro Heckert HPO-250.

O teste magnético realizado mostrou, qualitativamente, que houve uma ligeira mudança de comportamento magnético, que provavelmente passou de austenítica (paramagnética) para martensítica (magnética). A Figura 1(a) apresenta as seções de corte realizadas para a preparação das amostras. Verificou-se que o efeito cavitacional provocou um aumento significativo na rugosidade superficial, conforme pode ser visto na Figura 1(b). A Figura 2 apresenta as diferentes camadas de revestimento depositadas sobre a amostra de referência (a) e a peça extraída da turbina (b), onde as espessuras normalmente variavam entre 2 a 15mm. Entretanto, a dureza Vickers mostrou depender do tipo de revestimento, Figura 3. O metal base (aço ASTM A36) apresentou menor dureza, independentemente da amostra analisada. Na amostra de referência as camadas de aço-carbono apresentaram uma dureza média apenas 5% inferior à observada na camada de aço inoxidável usada no amanteigamento para a deposição do aço ligado ao cobalto, resistente à cavitação. Esta última camada apresentou uma dureza quase 50% superior ao observado no aço inoxidável. O processo de soldagem e o tempo de operação da turbina podem ter contribuído para incrementar ligeiramente a dureza das camadas identificadas pelo ataque macrográfico, onde estudos estão sendo realizados com o intuito de identificar os mecanismos que promoveram este comportamento mecânico.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à SERVTEC Serviços Técnicos e à CESP pelo apoio prestado a este trabalho.

**REFERÊNCIA**

Musardo, G. B.; Araújo, M. R. V.; Barela, R.; Artoni, M. A. A.; Ventrella, V. A.; Gallego, J., 2005. Microestrutura de Revestimentos Empregados na Reabilitação de Perfis Hidráulicos Erodidos pela Cavitação. In: CONSOLDA 2005, São Paulo. Anais do XXXI Congresso Nacional de Soldagem. São Paulo: Associação Brasileira de Soldagem, p. 1-10.

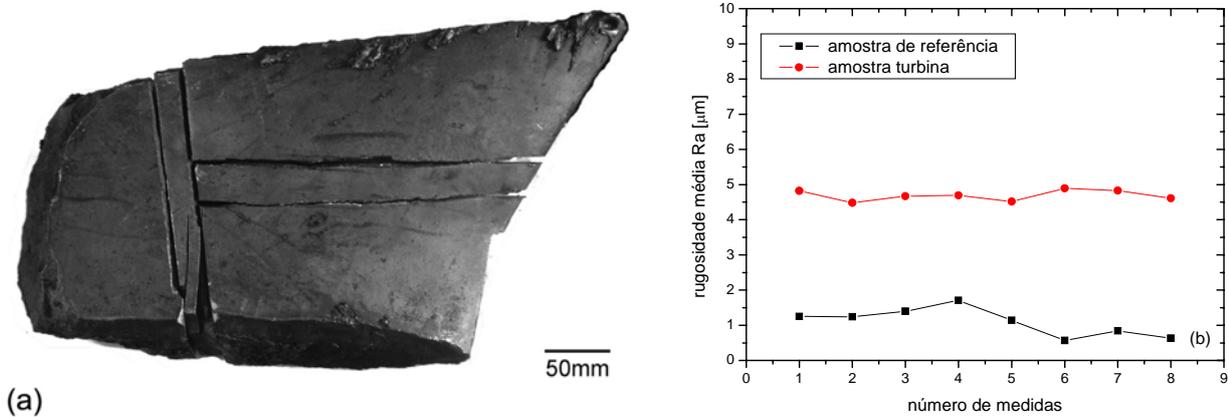


Figura 1: (a) Detalhe da peça extraída da turbina mostrando os cortes realizados para a obtenção de amostras; (b) efeito do tempo de operação da turbina sobre a rugosidade média do revestimento.

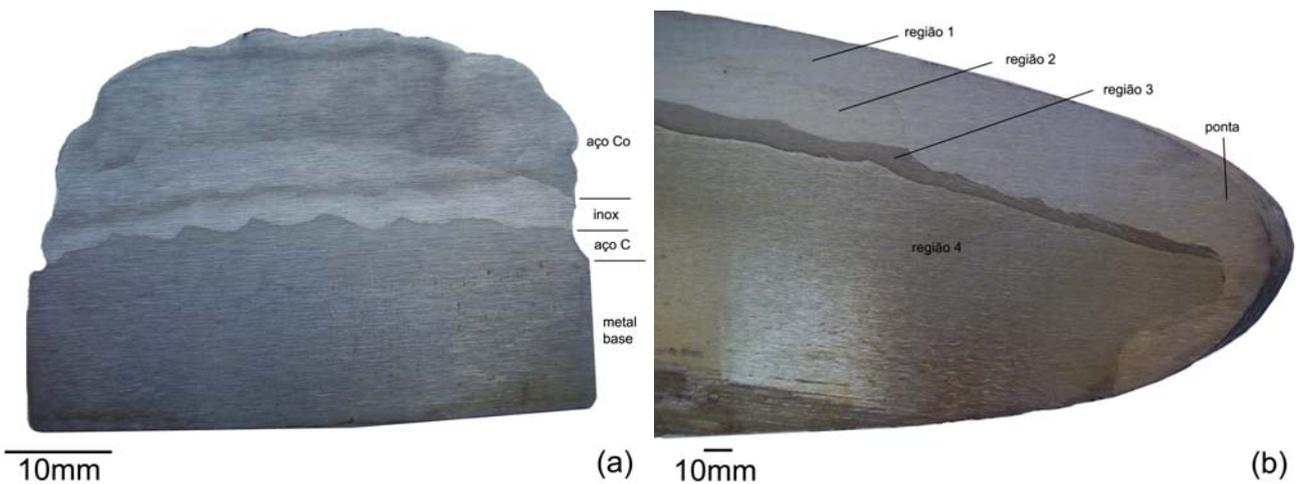


Figura 2: Aspecto macrográfico das camadas de revestimento depositadas sobre as amostras de referência (a) e da pá da turbina (b), onde é possível observar o perfil hidráulico.

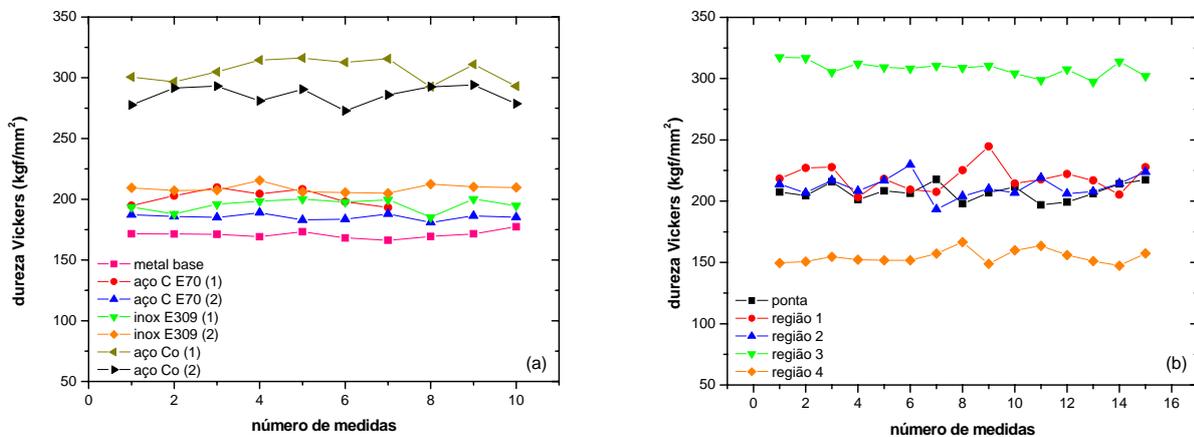


Figura 3: Dureza Vickers das diversas camadas de revestimento identificadas nas amostras de referência (a) e da pá da turbina após 64.000 horas de operação (b).