

UM MÉTODO ALTERNATIVO PARA DETERMINAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE PITES

Lúcio C. M. Pinto¹, José Carlos Bressiani²
Pedro A.L.D.P. Moreira¹, Ali Ones Seghayer³

¹ CDTN - Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear
Caixa Postal 941, 30161-970, B. Horizonte - MG
e-mail : pintolc@urano.cdtm.br, fax : 031 4415143

² IPEN - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares
Travessa R, Campus da USP, 05508-900, São Paulo - SP

³ UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais
R. Espírito Santo 35, 30160-030, Belo Horizonte - MG

RESUMO

Apresenta-se neste trabalho uma proposta alternativa para determinação da concentração, tamanho, forma e distribuição de pites em chapas de alumínio submetidas a ensaio de corrosão ambiental. O método aqui proposto dispensa a produção de micrografias, uma vez que os pites são suficientemente grandes e podem ser detectados utilizando-se scanners convencionais. Utilizando-se o analisador microestrutural Quantikov, captura-se imagens de amostras colocadas diretamente em scanners. Após a digitalização, as imagens são processadas com o emprego de funções do sistema Quantikov, obtendo-se parâmetros geométricos, morfológicos e estatísticos. O analisador fornece diversos tipos de gráficos de distribuição e tabelas. O processo aqui proposto é uma solução rápida e de baixo custo para a quantificação de pites.

palavras-chave : quantificação, digital, pites.

INTRODUÇÃO

Um dos mais graves processos de corrosão puntiforme que geralmente se observa nos materiais, é a denominada *corrosão por pites* ⁽¹⁾. Diversas técnicas e metodologias são utilizadas para avaliação da formação de pites. As metodologias usualmente empregadas estão descritas na Norma NBR 2-13-018/81 ⁽²⁾. São citados neste documento, avaliação visual, exame metalográfico, inspeção radiográfica, inspeção eletromagnética, ultrassom e líquido penetrante. Destes métodos o mais preciso sem dúvida é a inspeção metalográfica, que permite determinar de forma bastante precisa o tamanho, a profundidade, as formas e a densidade dos pites.

Entretanto, a avaliação dos pites pelo método da inspeção metalográfica direta é extremamente exaustivo, além de ser demorado e exigir, em geral, a utilização de artifícios fotográficos, ou seja, produção de micrografias especiais. Após a seleção visual de uma determinada área da amostra, deve-se recorrer a uma das seguintes metodologias: ou se conta e determina-se o tipo,

ABSTRACT

This work addresses an alternative approach to determine the pitting concentration, size, shape and distribution on aluminium sheets submitted to adverse environmental conditions. The proposed method avoids the use of micrographies since the pitting are great enough to be detected by a conventional scanner. By using the Quantikov microstructural image analyzer, the images can be grabbed directly from the samples employing the scanner. After the digitalization step, the images are processed employing the Quantikov analyzer functions to obtain the geometric, morphologic and statistical parameters. The analyzer can depict many kinds of graphical size distribution and tables. This is a rapid and low cost solution to the quantification of pitting.

key-words : quantification, digital, pitting.

tamanho, densidade e, eventualmente, a profundidade de cada pite diretamente através da objetiva do microscópio (o que é extremamente cansativo e conduz a grandes margens de erro), ou se fotografa a área pré-escolhida e posteriormente se amplia a foto e determina-se a forma, o tamanho e a densidade dos pites através de um processo de contagem mecânica.

A METODOLOGIA PROPOSTA

Fazer uma caracterização estatística das populações de pites, suas distribuições de tamanhos e distribuições de formas, a partir de imagens digitalizadas, é vital para que se possa realizar investigações sistemáticas da evolução temporal de formação dos pites. Entretanto, deve-se considerar que o estudo sistemático de um grande número de imagens, com grande volume de dados, só é viável através da **automatização do procedimento de caracterização**. Felizmente, o advento de microcomputadores de alto desempenho, aliado ao desenvolvimento de softwares,

conhecidos como *analisadores de imagens* ^(3,4), tem tomado tais procedimentos mais acessíveis, rápidos e precisos. A utilização de computadores e analisadores de imagens pode produzir resultados mais robustos, confiáveis e reprodutíveis em relação aos obtidos manualmente ⁽⁵⁾.

Com o objetivo de se agilizar tais tipos de avaliações, desenvolveu-se, com auxílio do sistema Quantikov, uma metodologia que simplifica bastante o trabalho de contagem, determinação do tamanho e forma dos pites, de maneira muito mais precisa do que a observação óptica convencional. O método aqui proposto é muito simples e prático e segue a norma NBR 8094/89 ⁽⁶⁾ para a preparação de amostras. Propõe-se que a avaliação quantitativa da distribuição de tamanhos de pites seja feita levando-se a amostra diretamente ao *scanner* para digitalização da imagem a qual deve ser posteriormente processada do ponto de vista digital.

Para isso é necessário a utilização de algum analisador de imagens com recursos para captura, recorte, realce, segmentação e quantificação. O método aqui proposto utiliza o analisador Quantikov o qual possui diversos módulos. Nesta aplicação são utilizados os módulos Quantikov-MAIN, QtkIMPORT e QtkGRAF para quantificação, importação e exportação de imagens e geração automatizada de gráficos, respectivamente.

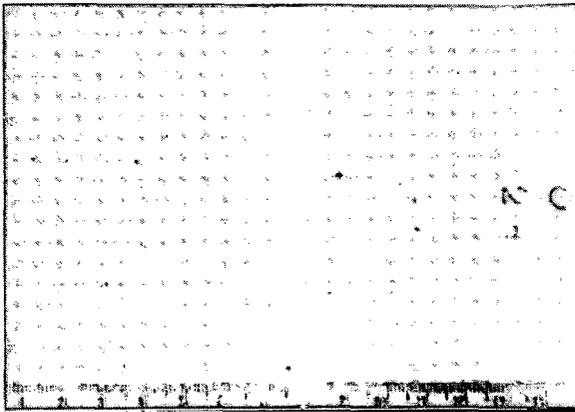


Figura 1: Amostra de alumínio com pites.

O PROCEDIMENTO

Após retirada do campo, a amostra é levada diretamente para um *scanner* de alta resolução (superior a 600 pontos por polegada) para se obter uma imagem digitalizada. Nesta fase, utiliza-se o módulo QtkIMPORT o qual possui recursos para comunicação direta com *scanners* e permite gravar imagens nos formatos usuais como gif, tif, bmp, pcx e outros. Este método de captura direta da imagem em *scanners* permite a quantificação rápida dos pites em áreas bem maiores de uma superfície (no caso, uma chapa de alumínio) e, conseqüentemente, obtém-se uma melhor representatividade da amostra e elimina-se a necessidade de utilização de microscópios, cópias e ampliações fotográficas. Neste trabalho, as avaliações foram feitas a

partir de amostras de alumínio na forma de uma chapa de 3 mm de espessura, nas dimensões 15x10cm, conforme mostrado na Figura 1. Após a digitalização, a imagem pode conter objetos ou elementos que não devem ser processados. Ainda no módulo QtkIMPORT,

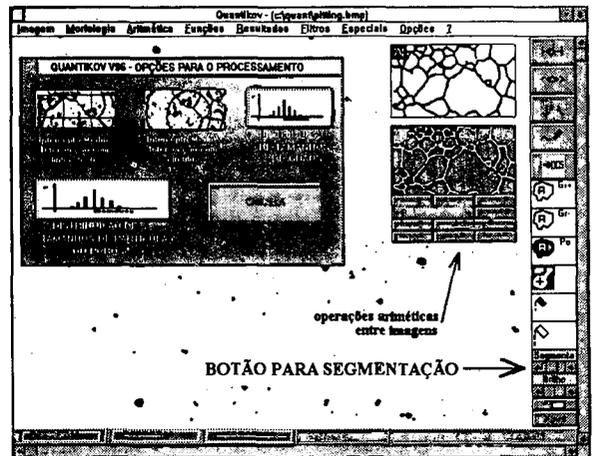


Figura 2 - Tela do analisador Quantikov com opções para segmentação, aritmética de imagens e quantificação (Sob as janelas observa-se a imagem segmentada com os pites).

recorta-se partes não desejadas da imagem. No caso da Figura 1 deve-se eliminar o número de identificação da placa e o pequeno furo no lado direito. Após escolhida a região a ser processada o próximo passo é a aplicação de algum filtro digital do módulo QtkIMPORT para realçar os pites antes da quantificação. A seguir utiliza-se o módulo principal Quantikov-MAIN para quantificar (contar, obter áreas, perímetros e outros parâmetros geométricos) os pites escolhidos no processo de segmentação. Este processo é conduzido de forma amigável pelo simples clicar de um botão do mouse, conforme indicado na Figura 2.

RESULTADOS

A Figura 2 mostra a imagem de pites, já segmentada, e uma janela com algumas opções de processamento. Após a quantificação, a próxima etapa é a geração de gráficos e tabelas. O módulo QtkGRAF oferece algumas opções para geração automática de gráficos de distribuição como, por exemplo, o gráfico mostrado na Figura 3. Para os experimentos deste trabalho, observa-se distribuição bimodal de tamanhos, conforme mostrado no gráfico. A partir do módulo QtkGRAF é possível obter-se distribuições de tamanhos no espaço bidimensional e tridimensional. Neste último caso será necessário a utilização de algum método estereométrico. No sistema Quantikov encontram-se implementados o método de Saltykov ^(7,8) e outros mais, para uso imediato, os quais podem ser utilizados para

obtenção de parâmetros estereométricos. No caso da quantificação da distribuição de tamanhos de pites utiliza-se, usualmente, distribuições no espaço R^2 uma vez que estes são formados no plano, embora tenham profundidade. Ao utilizar o módulo QtkGRAF a escolha

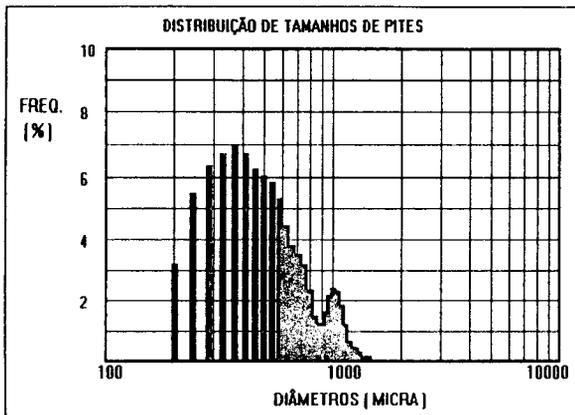


Figura 3 - Distribuição de tamanhos de pites no espaço R^2 . De um modo geral os experimentos indicaram distribuições bimodais.

do espaço desejado, R^2 ou R^3 , é amigável, e feita ao toque de um botão. O acesso a todos os módulos do sistema Quantikov pode ser feito a partir do módulo principal Quantikov-MAIN ou, diretamente, a partir do Gerenciador de Programas do ambiente WindowsTM.

CONCLUSÕES

Todo o processo de quantificação de pites não leva, pelo método aqui proposto, mais que 4 minutos, mesmo considerando-se todo o tempo necessário na geração do gráfico da Figura 3. A mesma quantificação, em sistemas comerciais complexos e totalmente automatizados, pode demorar até 4 vezes mais, principalmente se o operador ainda não programou o sistema para a amostra específica da Figura 1. O problema é que sistemas automatizados utilizam câmeras de vídeo e microscópio que captam apenas pequenos campos da amostra. Para processarem toda a chapa de alumínio, sem pegar partes indesejadas (como a identificação da placa mostrada na Figura 1) é necessário a intervenção humana para delimitar e definir campos e isto custa tempo. O método aqui proposto é mais rápido, mais barato e garante o processamento de toda a placa de alumínio. Todavia, a obtenção de imagens digitalizadas de amostras, de forma direta, com scanners, somente tem sentido no caso de pites os quais podem ser identificados visualmente sem necessidade de microscópio. Existem erros inerentes ao processo de digitalização⁽³⁾ que estão entre 10% e 15%. No processo de digitalização é importante utilizar equipamento com resolução superior a 600 pontos/polegada. Em medidas realizadas diretamente no microscópio comprovou-se que o método aqui proposto pode ser aplicado com sucesso desde que as amostras tenham sido preparadas

adequadamente e tenham superfícies planas para que possam ser colocadas sobre a mesa do scanner no processo de digitalização. É importante salientar que placas mal preparadas podem mascarar o número, áreas e perímetros dos pites conduzindo a quantificações incorretas.

Embora a placa processada apresente dimensões de 10x15cm, pode-se chegar a placas 4 vezes maiores, dependendo do tipo e tamanho do scanner que esteja sendo utilizado. No caso de placas não apresentarem superfícies suficientemente planas as imagens obtidas no processo de digitalização podem apresentar defeitos que dificultam o processamento automatizado via software. Portanto a etapa de preparação das chapas é muito importante para obtenção de imagens processáveis do ponto de vista computacional.

Com base no método apresentado aqui e com o objetivo de agilizar o trabalho no campo, encontra-se em curso a montagem de um sistema portátil para quantificação de pites (QuantPit) o qual deverá ser constituído por um notebook, um scanner manual e alguns módulos do sistema Quantikov. Será implementada uma versão bem simples do sistema Quantikov para aumentar a eficiência em microcomputadores portáteis. Todo o sistema QuantPit será montado numa pequena maleta que ainda será projetada e construída. Estima-se que todo este sistema não custará mais que R\$ 5000 para o usuário final, considerando-se que o custo do sistema Quantikov, já disponível, será bem pequeno em relação ao hardware necessário na montagem completa.

REFERÊNCIAS

- (01) RAMANATHAN, L. Corrosão e seu controle. Nemus Editora Limitada, 1988.
- (02) Exame e avaliação de corrosão por pites NBR 2-13-018/81, Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- (03) PINTO, L.C.M e BRESSIANI, J.C. "Quantikov - Um analisador microestrutural para o ambiente WindowsTM". Tese de doutorado, IPEN/USP - junho de 1996.
- (04) PINTO, L.C.M., BRESSIANI, J.C. "Quantificação de micropartículas com o analisador microestrutural Quantikov". Annals of the International Congress on Metallurgy and Materials Technology, São Paulo, Brazil, 1994, vol III, p. 247-252, Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais.
- (05) COLE, G.S. Practical examples of useful algorithms in computer aided microscopy. In : MICON-90 SYMPOSIUM IN VIDEO TECHNOLOGY : MATERIAL SCIENCE APPLICATIONS, Proceedings, Philadelphia, P.A., American Society for Testing and Materials, 1991, p. 5-28.
- (06) Ensaio de corrosão através de névoa salina NBR 8094/89, Associação Brasileira de Normas Técnicas.
- (07) CHERMANT, J.L. & COSTER, M. Use of Saltykov corrective method with a semi-automatic and automatic image analyzers. Praktische Metallographie v.14, p.521-539, 1977.
- (08) SALTYSKOV, S. A. Stereometrische Metallographie. Leipzig, VEB, 1974.