



AVALIAÇÃO DE CONSUMÍVEIS PARA BRASAGEM ATRAVES DE ROTINAS COMPUTACIONAIS DESENVOLVIDAS EM MATLAB®

André Alves de Resende

Universidade Federal de Uberlândia - Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório para o Desenvolvimento de Processos de Soldagem – Av. João Naves de Ávila, nº 2121 Bairro Santa Mônica, Bloco O
e-mail, aaresende@gmail.com

Louriel Oliveira Vilarinho

e-mail, vilarinho@mecanica.com.br

Resumo: *A utilização de varetas de carboneto de tungstênio em uma matriz de Cu+Ni+Zn para a deposição de revestimento duro através de brasagem é extremamente dependente da qualidade desta vareta (consumível). A qualidade neste caso é representada pela distribuição, quantidade e forma destes carbonetos. Assim, foi implementada em Matlab® uma rotina capaz de reconhecer os contornos de imagens digitais das varetas e analisar tais contornos como se fossem sinais. A partir destes sinais são calculadas a FFT e plotadas as curvas de distribuição normal, média e desvio padrão que aliados a um tratamento estatístico fornecem informações sobre a qualidade dos consumíveis. A FFT fornece a amplitude e a frequência da onda fundamental e de seus harmônicos. Assim, é possível comparar o consumível que está sendo analisado com um consumível padrão e, através das curvas de distribuição normal, é possível obter informações sobre a dispersão dos pontos que compõem o sinal em relação a um valor médio possibilitando assim o recebimento ou não dos consumíveis. O processamento digital de sinais mostrou-se capaz de identificar defeitos nos consumíveis avaliados, já que os defeitos nos contornos dos consumíveis provocam variações na frequência e na amplitude do sinal representativo do contorno da vareta.*

Palavras-chave: Brasagem, FFT, Processamento de Imagem.

1. INTRODUÇÃO

Em algumas operações de manufatura é de interesse revestir algum equipamento/peça com revestimento metálico. No presente caso, avaliam-se revestimentos confeccionados por solda oxi-acetilênica, de forma manual, usando-se como material de adição uma vareta com carbonetos de tungstênio. Alguns problemas têm sido apresentados na confecção destes revestimentos, acarretando baixa homogeneidade de desempenho (o que faz com que a peça precise ser trocada antes de terminar a operação). Neste caso, um tempo maior do que esperado (e desejado) é gasto na operação. Sendo assim, faz-se necessário garantir a qualidade do revestimento confeccionado e sabendo que a qualidade deste está diretamente ligada à qualidade dos consumíveis utilizados foi desenvolvida em Matlab® uma rotina capaz de verificar as condições dos consumíveis tais como distribuição, forma e tamanho dos carbonetos na matriz (liga de Cu, Zn e Ni).

Sendo assim, o objetivo do desenvolvido da rotina computacional é auxiliar na decisão do recebimento ou não de um lote de consumíveis, fazendo a análise de apenas uma parte destes e através de métodos estatísticos (Stearns et al, 1996) obter informações globais do lote analisado.

2. AQUISIÇÃO DE IMAGENS

As imagens das varetas a serem analisadas pelo programa e suas sub-rotinas desenvolvidas em Matlab® são adquiridas utilizando-se uma câmera digital. Para adquirir as imagens recomenda-se que seja utilizada uma câmera digital de no mínimo 3.0 megapixel ajustada para adquirir no formato RGB e extensão '*.JPEG*'. A distância e o alinhamento não tem importância, já que foram desenvolvidas rotinas para alinhar a imagem e fazer a calibração, contudo é recomendado que a imagem seja adquirida numa posição perpendicular à superfície que se encontra a vareta, e que ela esteja centralizada na imagem.

Sendo a vareta metálica, ela tem grande capacidade de refletir a luz que nela incide, então se recomenda que o “flash” da máquina esteja desligado para que o reflexo não interfira na imagem. Sendo que para a análise dos consumíveis, o programa se baseia nos contornos da imagem, devem ser tomados cuidados com a iluminação para que sejam eliminadas as sombras produzidas pelas varetas, para isto a vareta deve ser colocada sobre uma superfície translúcida (que deixa passar apenas uma parte da luz que nela incide, recomenda-se utilizar papel branco comum) com luz incidente na parte inferior como mostra a Figura 1. É necessário também colocar ao lado da vareta uma escala que será necessária para a calibração da imagem (recomenda de uma escala igual ou superior a 100 mm).



Figura 1 – Fonte de luz sobre a qual será colocada a superfície translúcida, a escala e a vareta.

3. ROTINAS COMPUTACIONAIS

Foi implementada uma rotina principal nomeada ‘Principal.m’ que para ser executada depende de outras sub-rotinas, a ‘calibr.m’ que a partir de um comprimento conhecido faz a calibração da imagem, logo após é chamada a sub-rotinas ‘alinha.m’ para alinhar a figura com a horizontal, então, a sub-rotinas ‘contorno.m’ faz o reconhecimento dos contornos da imagem e devolve uma matriz com as coordenadas (x,y) do contorno superior e do contorno inferior, e então a sub-rotinas ‘fftfig.m’ é utilizada para analisar a matriz com as coordenadas dos contornos, que agora é tratada como sinal, com as informações da sub-rotina ‘fftfig.m’ uma outra sub-rotina denominada ‘estatistica.m’ reúne estas informações com as da curva de distribuição normal e fornece informações sobre as condições da amostra analisada. Estas funções funcionam de acordo com o fluxograma da Figura 2 mostrada abaixo.

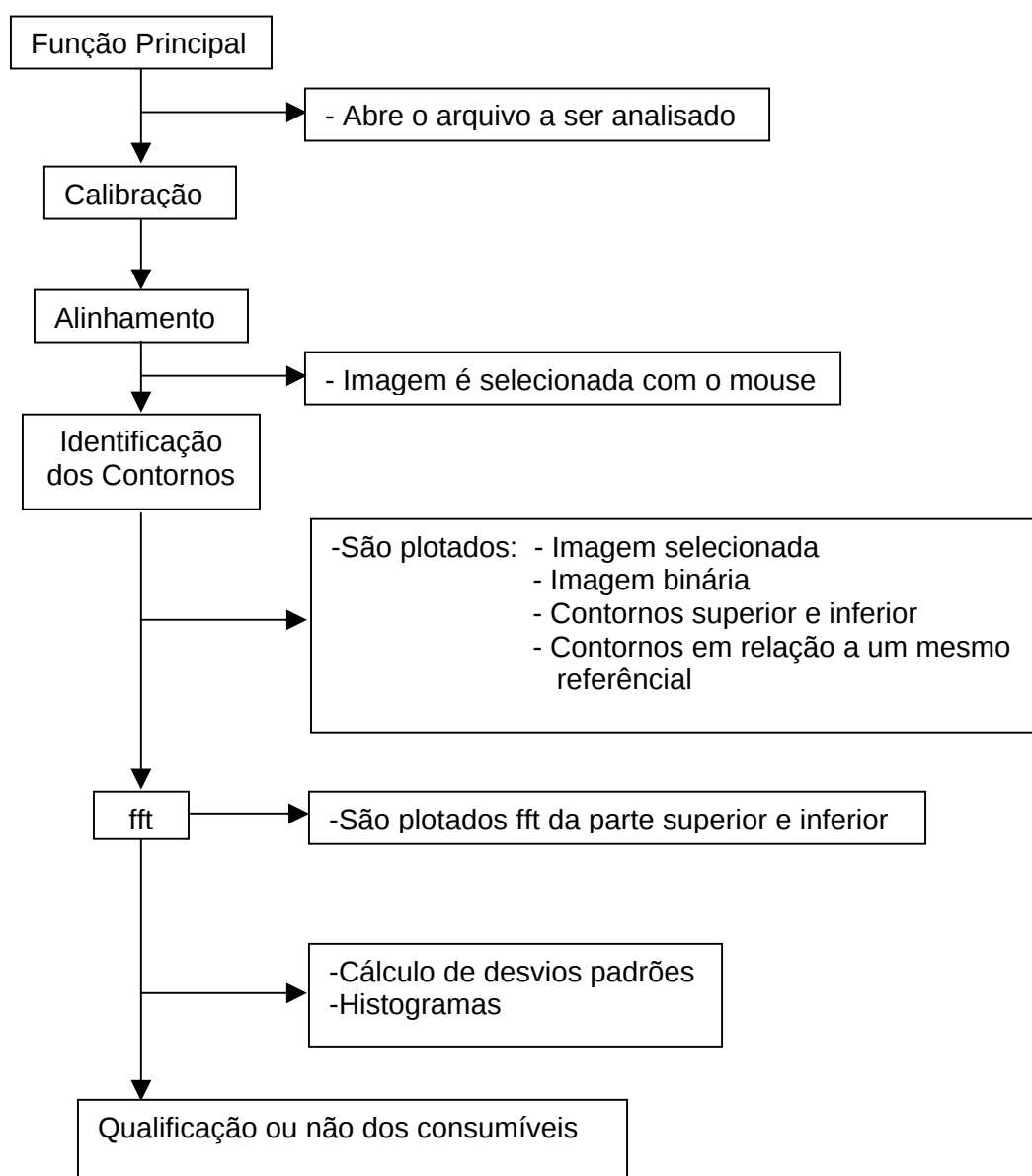


Figura 2 – Fluxograma de execução das rotinas desenvolvidas

O modo de funcionamento de cada sub-rotina está descrito abaixo:

→ Função Principal

Ao iniciar a função 'Principal.m', ela, através do comando `uigetfile` (Matsumoto, 2001) do Matlab® abre uma janela de interface com o usuário para que este escolha a imagem a ser analisada. Então é chamada a função de calibração que calcula um fator que multiplicado pelo número de pixels os relacionam à unidade de distância utilizada na calibração. Após a calibração é chamada uma função para alinhar a imagem com a horizontal, o usuário seleciona com o mouse dois pontos, sendo assim não se faz necessária uma padronização na aquisição das imagens (no entanto, é importante que a fotografia seja retirada numa posição que seja perpendicular a bancada que está a vareta a ser analisada). Com a imagem alinhada faz-se então a seleção da parte a ser analisada via transformada rápida de Fourier (fft), são também calculados os desvios padrão total e de três trechos do contorno superior e inferior, e finalizando e plotado um histograma da coordenada y do contorno superior e do contorno inferior. A função principal, também, mostra a imagem que será analisada, a imagem alinhada e a parte selecionada, também são plotados, um gráfico com os contornos da vareta e um gráfico em que os dois contornos estão em um mesmo referencial, para isso, são calculados os valores médios das abscissas e este valor é subtraído de cada ponto, e para o contorno

inferior é também multiplicado por menos um (-1) para que ambos os contornos sejam analisados em relação a um referencial que se encontra na linha central da vareta.

→ Função de calibração

Utilizando-se o comando ‘ginput’ (Matsumoto, 2001) do Matlab®, o usuário clica em dois pontos que conheça a distância e fazendo a divisão desta distância conhecida com o número correspondente em pixels é então obtido um fator de calibração que relaciona o número de pixels a distância real da imagem, na unidade utilizada para a calibração.

→ Função de alinhamento

Utilizando-se o comando ‘ginput’ (Matsumoto, 2001) do Matlab®, o usuário clica no ponto médio de cada extremidade da vareta, a função calcula o ângulo formado pela reta que passa por estes dois pontos e a horizontal e faz a rotação da imagem equivalente a este ângulo.

→ Função de contorno

Para identificação do contorno da imagem, primeiramente ela é convertida para imagem binária (preto e branco), sendo então representada por uma matriz com elementos zero (preto) e um (branco), identificando-se o primeiro e o último zero de cada coluna e guardando suas posições tem-se o contorno da imagem.

→ Função fft

Uma onda complexa pode ser reduzida a um conjunto de ondas senoidais periódicas simples, então ela pode ser escrita usando informações sobre sua frequência, amplitude e fase de cada onda periódica simples (representação no domínio da frequência). Então, é utilizada a rotina ‘fft’ do Matlab® para calcular a transformada rápida de Fourier (fft), que devolve os parâmetros de amplitude e frequência das ondas senoidais que compõem a onda complexa.

→ Função estatística

Esta função tem como objetivo receber as informações fornecidas pela transformada rápida de Fourier que juntamente com as informações obtidas de curvas de distribuição normal e de funções estatísticas, fornecer informações sobre as condições da vareta e fornecer parâmetros para auxiliar na qualificação ou não do consumível.

4. EXECUTANDO O PROGRAMA

A partir da janela de comando do MatLab®, o usuário deve clicar no botão “Browse” e localizar a área (pasta) onde estão salvas as rotinas citadas no item anterior conforme mostra a Figura 3, então digite na área de trabalho do MatLab® ‘Principal’ e pressione Enter que é o nome da rotina principal e que executará automaticamente todas as outras rotinas.

Será aberta uma janela para que o usuário selecione o arquivo com a imagem a ser analisada, com o arquivo aberto, o primeiro passo é fazer a calibração da imagem, se julgar necessário, o usuário pode ampliar a escala na região de interesse utilizando o ícone zoom, então, o usuário deve pressionar a tecla “ENTER” e então clicar em dois pontos conhecidos da escala e informar a distância entre estes pontos em milímetros, através de uma janela como a da Figura 4 mostrada abaixo.

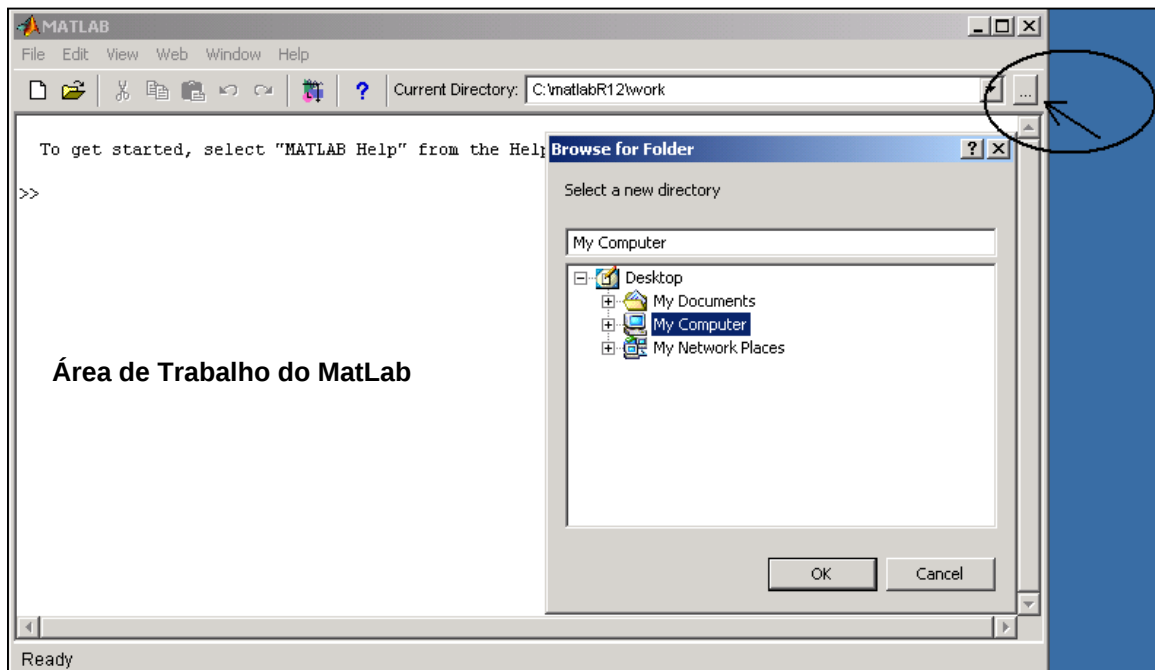


Figura 3 – Iniciando o Programa.

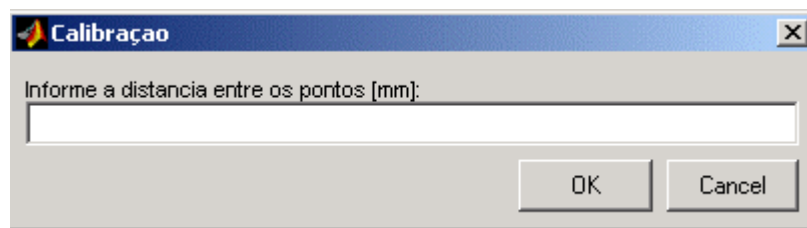


Figura 4 – Janela de Calibração

Feita a calibração, a imagem deve ser alinhada, para isso, o usuário clica com o mouse no ponto médio de uma extremidade e em seguida no ponto médio da outra extremidade (indicados pelos pontos vermelhos da Figura 5 abaixo), com a imagem alinhada faz-se a seleção da região a ser analisada, é importante que o comprimento selecionado seja um pouco menor que o comprimento total da vareta, sendo assim, a seleção deve-se iniciar a partir de mais ou menos 5mm e finalizar faltando mais ou menos 5mm para o final da vareta. A partir deste momento, o programa é executado até o final automaticamente.

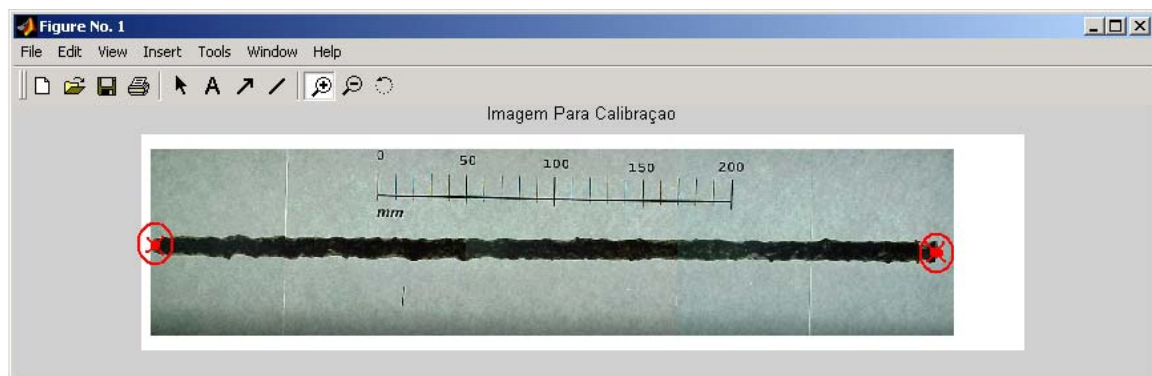


Figura 5 – Indicação dos pontos utilizados para alinhar a imagem

5. RESULTADOS FORNECIDOS

Ao executar a função principal, ela mostra uma janela como a da Figura 6 mostrando, respectivamente, a parte da figura a ser analisada, a figura no formato binário (preto e branco), os contornos superior e inferior e os contornos em relação a um mesmo referencial. A partir deste momento, o contorno é tratado como um sinal.

A partir dos sinais obtidos é calculada a transformada rápida de Fourier e plotados os gráficos como os da Figura 7. Das curvas obtidas e mostradas na Figura 6 são então calculadas suas integrais e os valores obtidos serão utilizados como parâmetro de comparação pela sub-rotina ‘estatística’.

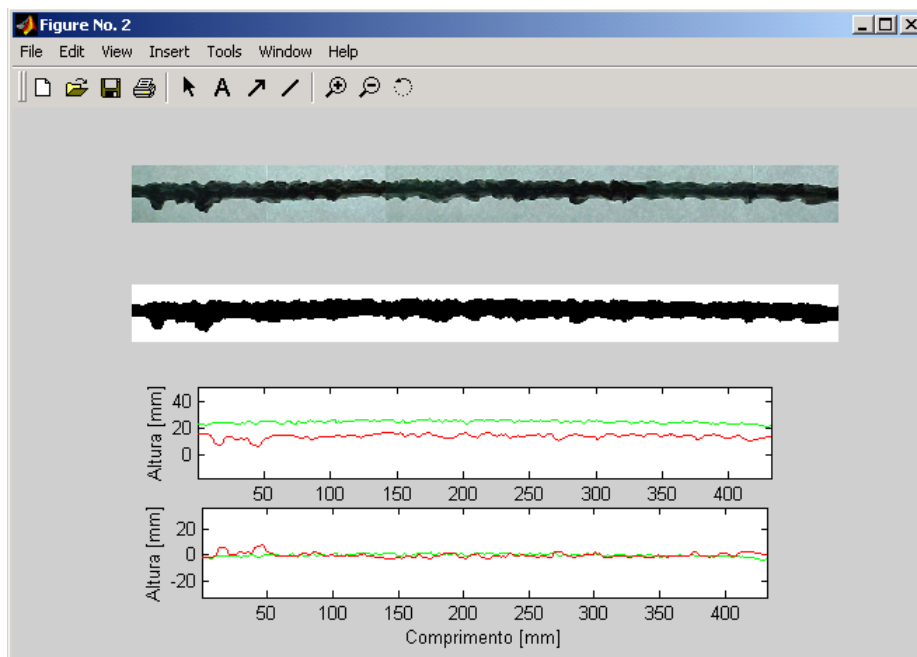


Figura 6 – Reconhecimento do contorno da imagem como sinal.

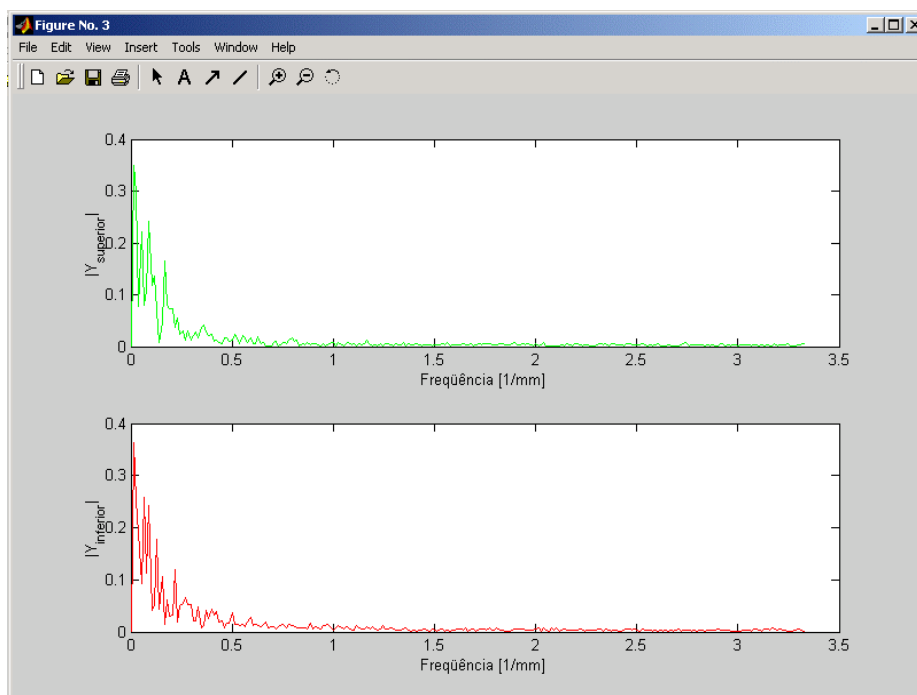


Figura 5 – Gráficos da função fft.

É também plotado um histograma como o da Figura 8 que permite visualizar a porcentagem de pontos que estão acima ou abaixo da linha média.

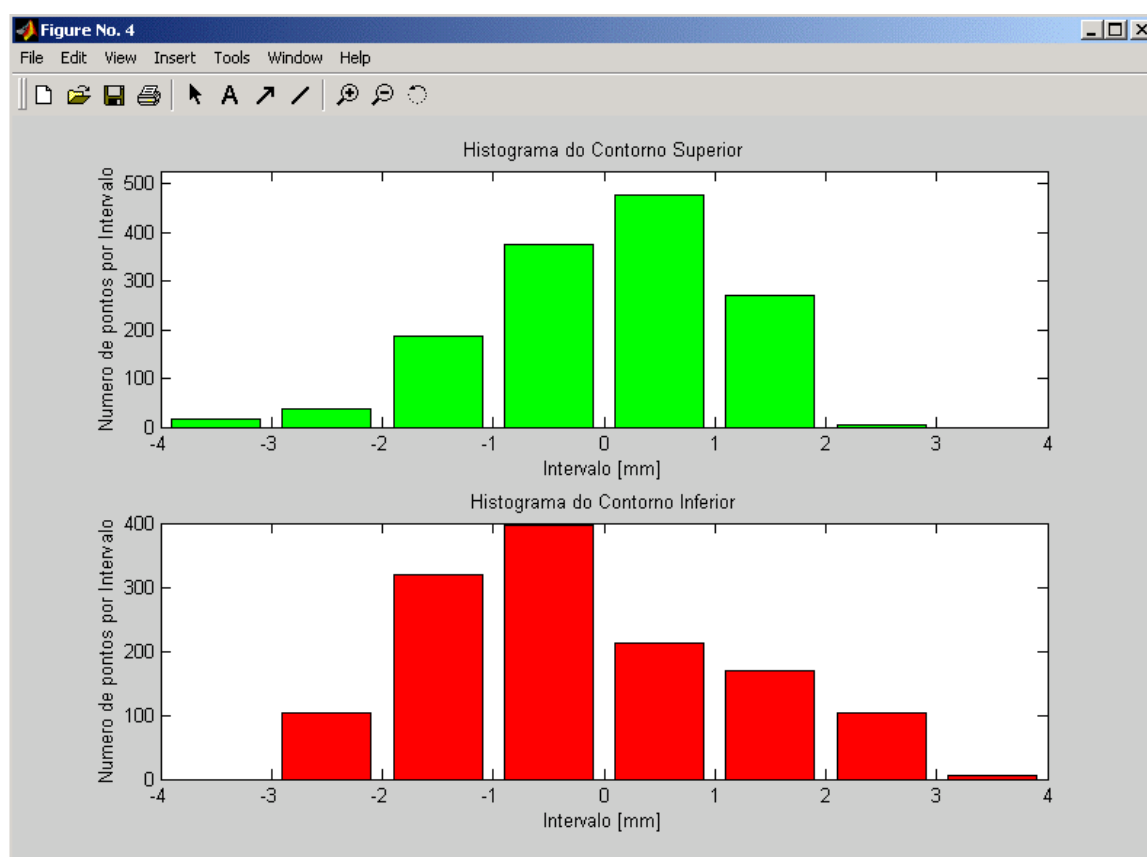


Figura 8 – Histograma dos sinais.

6. CONCLUSÕES

O processo de qualificação de consumíveis por meio de análise de imagens foi considerado eficiente no fornecimento de parâmetros que fornecem informações quanto à distribuição e uniformidade dos grãos de carboneto ao longo do consumível. Sendo assim, este processo se mostrou eficiente para ser utilizado em uma primeira etapa na qualificação dos consumíveis, ou seja, se o consumível for qualificado pelo processo de análise de imagens, significa que os carbonetos estão com tamanhos uniformes e bem distribuídos sobre a vareta.

7. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao programa ao CNPq, Petrobras, aos membros e colaboradores do Laprosolda/UFU (Laboratório para o Desenvolvimento de Processos de Soldagem) e a FEMEC/UFU pela infra-estrutura oferecida.

8. REFERÊNCIAS

- Samuel D. Stearns, Ruth A. David, 1996, "Signal Processing Algorithms in Matlab", Upper Saddle River, New Jersey.
- Matsumoto, Elia Yathie, 2001, "Matlab 6: Fundamentos de Programação" 2ª ed. – São Paulo: Erica.

ASSESSMENT OF THE BRASING CONSUMABLE BY USING COMPUTATIONAL ROUTINES DEVELOPED IN MATLAB®

André Alves de Resende

Federal University of Uberlândia - Department of Mechanical Engineering, Laboratory for the Development of Welding Processes – Av. João Naves de Ávila, nº 2121 District Santa Mônica, Block O
e-mail, aaresende@gmail.com

Louriel Oliveira Vilarinho

e-mail, vilarinho@mecanica.com.br

Abstract: *The use of tungsten carbide rod in a matrix of Cu+Ni+Zn for hard facing deposition through brazing is extremely dependent of the quality of this rod (consumable). The quality in this case is represented by the distribution, quantity and form of these carbides. In this way, a routine was implemented in Matlab® capable to recognize the digital images contours of the rods and analyze such contours as if they were signals. Through these signals, it is calculated the FFT and plotted the normal curves, and calculated mean and standard deviation that allies to a statistical treatment supply information about the quality of the consumable. The FFT supplies the amplitude and frequency of the basic wave and its harmonics. Thus, it is possible to compare the consumable with a standard consumable. It is also possible to get information, through the normal distribution curves, about the dispersion of the points that compose the signal in relation to an average value. These analyses make possible to accept or reject the consumable. The digital signal processing revealed capable to identify defects in the evaluated consumable, since the defects in the contours of the consumable cause variations in the frequency and the amplitude of the representative rod contour signal.*

Keywords: *Brazing, FFT, Image Processing.*