

USO DE UM ESPECTRÔMETRO PARA DETECÇÃO DE DEFEITOS DE SOLDAGEM TIG EM TEMPO REAL

Daniel Flávio Vidal Bebiano, dbebiano@unb.br¹
Sadek Crisóstomo Absi Alfaro, sadek@unb.br¹

¹ Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Mecânica, Brasília – DF, CEP: 70910-900.

Resumo: Há um esforço das indústrias em aumentar a qualidade dos produtos, aprimorar os métodos produtivos e reduzir o custo do processo. Dentre esses processos encontra-se a soldagem. Há vários estudos sobre controle da soldagem e utilização de sensores para monitorar a solda. Nesse sentido, este trabalho apresenta um sistema de monitoração não intrusivo capaz de detectar, de forma on-line, defeitos na soldagem TIG. O sensor avaliado é o espectrômetro. Esse dispositivo capta perturbações no arco voltaico por meio da espectrometria de emissão de linhas espectrais escolhidas. Alguns experimentos foram realizados para a simulação de defeitos. Foram utilizados algoritmos baseados em métodos estatísticos – detecção de mudança - para tratamento dos dados, em uma análise pós-solda, a fim de indicar a presença de defeitos e a sua localização. Também é possível a utilização dos algoritmos para detecção em tempo real.

Palavras-chave: TIG, arco voltaico, espectrometria, defeitos

1. INTRODUÇÃO

Um dos processos de manufatura mais usados na indústria é a soldagem. Ela participa da montagem de peças, conjuntos, recuperação de superfícies nos diversos segmentos industriais. Para se garantir a qualidade do processo, são tomados certos cuidados como especificações e procedimentos, bem como etapas de certificação da qualidade, realizada por ensaios destrutivos e não-destrutivos, após o processo de soldagem. Dependendo da aplicação do produto fabricado, são feitos ensaios em todas as peças ao longo de toda a superfície soldada. Isso aumenta o custo final de produção, pois são necessários pessoas capacitadas, equipamento, insumos e horas trabalhadas.

2. OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é demonstrar a possibilidade de se implantar um sistema de monitoração *on-line* de defeitos de soldagem não-destrutivo com a localização das regiões defeituosas após o processo. A monitoração proposta consiste em observar o espectro que o arco voltaico da solda TIG emite. Para a detecção e localização dos defeitos são utilizados algoritmos de detecção de mudança baseados em processos estocásticos. A análise é feita após a soldagem. Se for utilizado um equipamento dedicado ao processo, é possível aplicar os mesmos algoritmos e efetuar a análise em tempo real. Após a análise, não é mais necessário efetuar a inspeção em toda a peça, mas apenas naquelas regiões em que o sistema acusar a presença de defeitos. Haverá um menor custo de operação - pessoal, insumos -, além do ganho no tempo de produção.

3. REVISÃO TEÓRICA

3.1. Espectroscopia de Emissão do Plasma

O fenômeno físico envolvido na emissão da radiação, basicamente, consiste na emissão de um fóton em uma determinada frequência ou comprimento de onda após a absorção de uma certa quantidade de energia pelo átomo. Isso serve como uma impressão digital do átomo. Um átomo pode gerar fótons em diferentes comprimentos de onda, porém um comprimento de onda só está relacionado a um átomo.

O estudo da emissão do plasma pode ser feito de duas maneiras distintas: qualitativa e quantitativa. Para o primeiro tipo, analisam-se os elementos químicos contidos no plasma. Ou seja, visualiza-se o espectro emitido pela região de estudo. Já para o segundo tipo, o objetivo é a análise e mensuração de alguma informação extraída pelo espectro. Um

fator comumente utilizado é a Temperatura Eletrônica do plasma, dada em Kelvin. Outro fator que pode ser analisado é a emissão de radiação, durante um intervalo de tempo, de algumas linhas do espectro.

3.2. Detecção de Mudança

A idéia central da detecção de mudança está no próprio nome da técnica. Mediante o acompanhamento de um sinal, se houver mudança em seu comportamento, seja em magnitude, frequência, picos abruptos, o sistema deverá ser capaz de perceber. Justamente essas perturbações poderão ser características de defeitos na solda.

Essa técnica aborda um modelo da leitura de um sinal. No caso deste trabalho, o modelo é dado pela Eq (1).

$$y_t = \theta_t + w_t \quad (1)$$

A leitura do sinal é dada por y_t . Já θ_t é a variável física envolvida, no caso deste trabalho, a intensidade de emissão de radiação. O fator w_t se refere a uma variável aleatória responsável pelas variações percebidas no sinal lido. O índice t está relacionado a um determinado instante de tempo. Por meio desse modelo é aplicado o seguinte fluxograma de detecção de mudança, dado pela Fig (2).

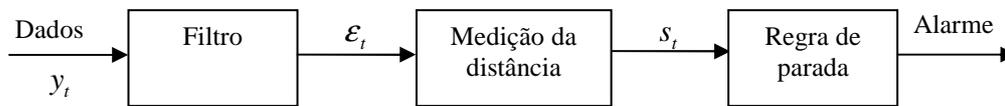


Figura 1. Fluxograma de detecção de mudança (modificado, Gustafsson, 2000).

Os dados lidos, y , passam por um filtro. Esse contém o modelo proposto para estimar θ . Calcula-se o resíduo, ε , e posteriormente a distância, s . Esse valor de distância mede quão a leitura e a estimação estão divergentes. Inclusive, o próprio resíduo pode ser utilizado para essa tarefa. Posteriormente, o valor s passa por um algoritmo de regra de parada. Consiste no cálculo de um teste estatístico, g , e conseqüente comparação com um valor de referência pré-estabelecido, h , para decidir se o valor atual trata-se ou não de um possível defeito. Coleta-se o instante em que ocorreu o alarme e, conseqüentemente, tem-se a posição do defeito na solda.

Há um algoritmo baseado na estimação por Mínimos Quadrados e medição da distância e regra de parada por Somas Cumulativas. Ele é denominado *CUSUM LS Filter* (Gustafsson, 2000). Interessante notar que são feitos dois testes estatísticos em paralelo. Desse modo permite-se avaliar mudanças para valores positivos e negativos do sinal lido. Os cálculos são dados pelas seguintes equações:

$$\hat{\theta}_t = \frac{1}{t - t_0} \cdot \sum_{k=t_0+1}^t y_k \quad (2)$$

$$\varepsilon_t = y_t - \hat{\theta}_{t-1} \quad (3)$$

$$s_t^{(1)} = \varepsilon_t \quad (4)$$

$$s_t^{(2)} = -\varepsilon_t \quad (5)$$

$$g_t^{(1)} = \text{máximo}(g_{t-1}^{(1)} + s_t^{(1)} - v, 0) \quad (6)$$

$$g_t^{(2)} = \text{máximo}(g_{t-1}^{(2)} + s_t^{(2)} - v, 0) \quad (7)$$

$$\text{se } g_t^{(1)} > h \text{ ou } g_t^{(2)} > h \left\{ \begin{array}{l} \text{alarme : } t = t_a \\ g_t^{(1)} = g_t^{(2)} = 0 \\ t_0 = t \end{array} \right. \quad (8)$$

Em que:

- $\hat{\theta}$: estimação de θ ;
- v : deslocamento (drift), um parâmetro para diminuir o teste estatístico e evitar leituras falsas;
- máximo (a, b): função que compara os valores a e b e retorna o de maior valor;
- t_a : instante do alarme.

Outro algoritmo se baseia em dois modelos. O esquema dado pela Fig (3) demonstra como os modelos são divididos:

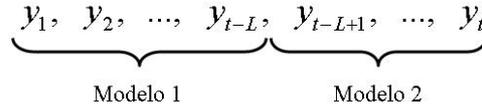


Figura 2. Esquema da utilização de dois modelos para detecção de mudança.

O Modelo 1 acumula informação até o dado imediatamente anterior à posição da janela do Modelo 2. Esta tem tamanho pequeno e definido, enquanto o Modelo 1 aumenta de tamanho conforme o avanço do cálculo. Um algoritmo que adota essa sistemática é o *Brandt's GLR*. Foi proposto por Appel e Brandt em 1983. O algoritmo é dado pelas equações subseqüentes:

$$\hat{\theta}_t^{(1)} = \frac{1}{t - t_0} \cdot \sum_{k=t_0+1}^t y_k, \quad \hat{\theta}_t^{(2)} = \frac{1}{t - L} \cdot \sum_{k=L+1}^t y_k \quad (9)$$

$$\varepsilon_t^{(1)} = y_t - \hat{\theta}_{t-1}^{(1)}, \quad \varepsilon_t^{(2)} = y_t - \hat{\theta}_{t-1}^{(2)} \quad (10)$$

$$\hat{R}_t^{(1)} = \frac{1}{t - t_0} \cdot \sum_{k=t_0+1}^t (y_k - \hat{\theta}_t^{(1)})^2, \quad \hat{R}_t^{(2)} = \frac{1}{t - L} \cdot \sum_{k=L+1}^t (y_k - \hat{\theta}_t^{(2)})^2 \quad (11)$$

$$s_t = \log \left(\frac{\hat{R}_t^{(1)}}{\hat{R}_t^{(2)}} \right) + \frac{(\varepsilon_t^{(1)})^2}{\hat{R}_t^{(1)}} - \frac{(\varepsilon_t^{(2)})^2}{\hat{R}_t^{(2)}} \quad (12)$$

$$se \quad g_t > h \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{alarme : } t = t_a \\ g_t = 0 \\ t_0 = t \end{array} \right. \quad (13)$$

Em que:

- $\hat{\theta}$: estimação de θ ;
- L : janela móvel;
- \hat{R} : estimação da variância da variável aleatória w ;
- t_a : instante do alarme.

4. METODOLOGIA

Há alguns trabalhos envolvendo o espectrômetro como sensor (Dunn *et al*, 1986; Vervisch *et al*, 1990; Szymanski *et al*, 1997; Lacroix *et al*, 1999; Li & Zhang, 2000; Sforza & Blasiis, 2002; Vilarinho *et al*, 2002; Alfaro *et al*, 2005; Alfaro *et al*, 2006; Mirapeix *et al*, 2006; Mirapeix *et al*, 2006; Mirapeix *et al*, 2007; Mirapeix *et al*, 2007; Mendonça *et al*, 2006; Mendonça *et al*, 2007; Bebianio *et al*, 2007) inclusive com algumas aplicações de algoritmos para detecção de defeitos (Ancona *et al*, 2004).

Seguindo a proposta de alguns desses autores, foram feitos alguns experimentos para avaliar se o sinal lido pelo espectrômetro era capaz de captar perturbações no arco voltaico. A montagem pode ser vista na Fig (4).

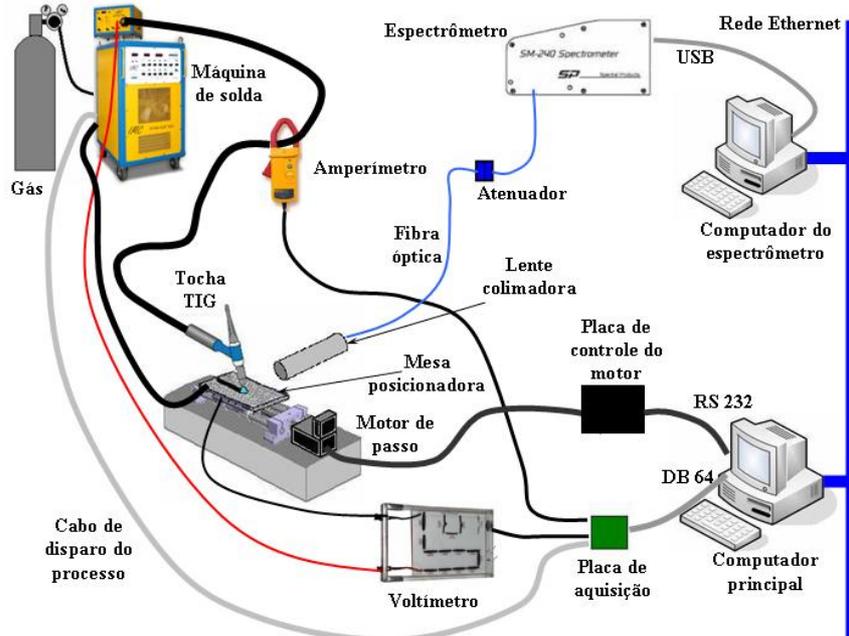


Figura 3. Esquema da montagem experimental.

A parte da soldagem consistiu na máquina de solda multiprocesso IMC inversal 450; a tocha continha um eletrodo de tungstênio com 2% de tório de 1,6 mm de diâmetro; o gás de proteção utilizado foi o argônio. O corpo de prova em aço 1020 foi deslocado por uma mesa posicionadora e seu movimento foi estabelecido por meio de um motor de passo Berger Lahr IDS91. Para a aquisição de sinais e disparo do processo foram utilizados dois computadores. O computador principal ficou responsável pelo comando da máquina de solda, do motor de passo – por meio de uma placa de controle do motor que continha um microprocessador – e do computador do espectrômetro para adquirir o sinal do sensor. A aquisição da corrente foi feita por meio de um grampo Fluke, modelo i1010. Os valores de tensão foram coletados por um voltímetro fabricado pelo próprio laboratório. O condicionamento desses dois últimos sinais e o comando da máquina de solda foram estabelecidos por uma placa de aquisição da Eagle Technologies modelo 703S. A parte da aquisição do espectro ficou a cargo do espectrômetro SM 240-USB da Spectral Products. A região da leitura no plasma foi delimitada entre o eletrodo e a placa, sem incluí-los. Um sistema contendo uma lente colimadora foi responsável por focar essa região no arco voltaico e transmitir a luz a uma fibra óptica da Ocean Optics, código P200-5-UV/VIS. A luz tem a sua intensidade diminuída por um atenuador a fim de não saturar a leitura do espectrômetro.

Quatro tipos de defeitos foram promovidos para avaliar a capacidade do sensor em perceber perturbações no arco voltaico. O primeiro, inclusão metálica, consistiu na colocação de pedaços de arame de soldagem em porções diferentes – de um a quatro em ordem crescente – no percurso a ser soldado. Outro defeito foi a inclusão de grãos de areia no caminho da solda, eles foram coletados da caixa de areia que serve para o resfriamento das peças. O terceiro foi a variação da vazão do fluxo de gás de proteção, variou-se manualmente a vazão de saída do gás no cilindro abaixando-se 10 a 2 l/min em um intervalo aproximado de 2 segundos. Como último defeito, foi utilizado um borrifador para aspergir água a fim de perturbar o arco voltaico.

O espectro das experiências foi adquirido durante o experimento e salvo após o término. Com esses dados, foi feita uma análise quantitativa de algumas linhas espectrais. Foram escolhidas as linhas 487,8 e 372,8 nm para o ferro e 656,3 nm para o hidrogênio.

O programa para análise, desenvolvido em Matlab, para cada valor coletado do espectro, faz-se a estimação – filtragem –, calcula-se o resíduo, a distância, o teste estatístico e compara-se esse último dado com o valor de referência.

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Segue um experimento contendo os defeitos de inclusão metálica e inserção de grãos de areia realizada a 90 A, com altura do arco voltaico de 5 mm, vazão de gás a 10 l/min e velocidade de soldagem de 2,5 mm/s. Os sinais com a detecção de mudança e a solda realizada são visualizados na Fig (4). O algoritmo escolhido para detecção foi o *CUSUM LS Filter*. Os parâmetros utilizados foram $h = 4$ e $v = 0,6$. Com esses valores, os defeitos ficaram bem evidenciados pelos picos do teste estatístico e para as regiões sem defeitos aparentes, o teste estatístico não ultrapassou o valor de referência. Esses parâmetros foram alcançados por meio de tentativa e erro. A linha analisada foi a do ferro 487,8 nm.

O sinal adquirido pelo espectrômetro é da ordem de mil unidades. Uma vez que se interessa estudar somente as oscilações apresentadas pelo sinal, e não o seu valor absoluto, foi feita a normalização dos dados, daí a escolha do termo “Intensidade Relativa” constada nos gráficos. Percebe-se no primeiro gráfico o sinal normalizado advindo do sensor

identificado pelos pontos vermelhos. O resultado do filtro de mínimos quadrados foi dado pela linha preta. A estimação da intensidade de emissão foi constante nas regiões isentas de defeitos aparentes, e apresentou picos abruptos quando da presença de defeitos.

Os valores de teste estatístico, vistos no segundo gráfico, foram coerentes com a distância entre a estimação, dada por θ , e o sinal lido, dado por y . A linha azul refere-se ao resíduo positivo e a linha verde ao resíduo negativo. Houve baixos valores de g quando não houve defeitos aparentes e ultrapassaram o valor de referência quando o arco foi perturbado por um defeito.

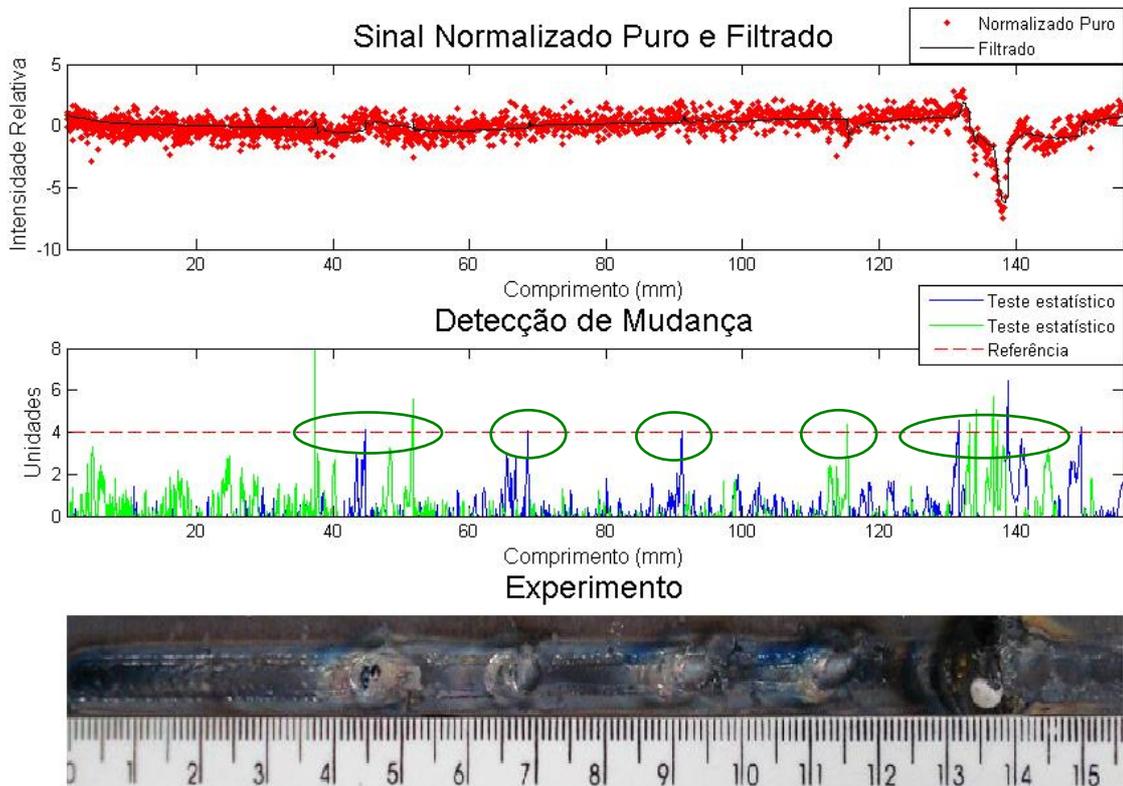


Figura 4. Experimento com defeitos analisados pelo algoritmo *CUSUM LS Filter*.

Todas as regiões defeituosas localizadas estiveram de acordo com o experimento observado pela fotografia com a identificação do comprimento da solda. O algoritmo apresentou um bom desempenho, todas as detecções foram corretas. Não houve falsas detecções nem defeitos que passaram despercebidos.

Segue o mesmo experimento, porém com análise de detecção pelo algoritmo *Brandts GLR* com os parâmetros de $L = 10$ e $h = 8$. Apesar de haver um cálculo para a estimação de R , foram escolhidos valores fixos, com $R_1 = 0,7$ e $R_2 = 1$. Os valores foram substituídos uma vez que não se obteve convergência do filtro quando os valores de R_1 e R_2 eram calculados pelo algoritmo. Segundo a teoria, esse problema pode ser encontrado em alguns casos. Sendo assim, podem ser arbitrados valores para esses parâmetros. Aqueles valores escolhidos resultaram em um melhor desempenho. Os gráficos levantados podem ser visualizados na Fig(5).

No primeiro gráfico observa-se o comportamento de cada filtro dado para cada modelo. O Modelo 1 foi dado pela linha preta sólida que acompanhou o sinal realizando a estimação de θ com a abrangência de todo o histórico de dados. O segundo modelo, dado pela linha preta tracejada, envolveu os dados da janela de 10 medições. O resultado do Modelo 1 foi um valor constante nas regiões sem defeito aparente. Nas regiões com defeitos somente não houve uma variação abrupta para a terceira inclusão metálica.

Os valores de teste estatístico foram coerentes com a distância entre os dois modelos. Houve baixos valores quando não houve defeitos aparentes e ultrapassaram o valor de referência nas regiões que apresentaram defeito, exceto naquele não detectado pelo filtro. A falta de detecção está identificada por um xis. Nesse último caso o valor do teste estatístico foi pequeno.

As regiões localizadas estiveram de acordo com o experimento observado pela fotografia com a identificação do comprimento da solda. O algoritmo apresentou um desempenho razoável, houve somente uma falha de detecção.

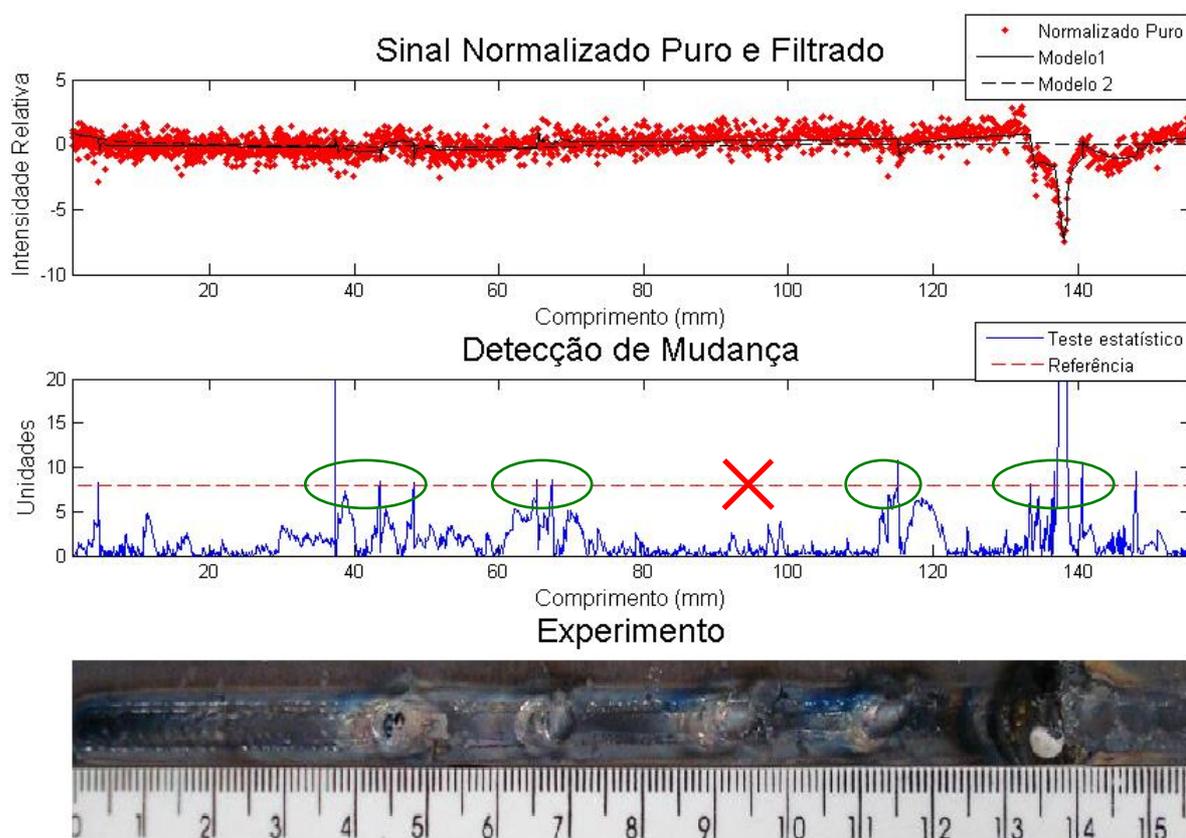


Figura 5. Experimento com defeitos analisados pelo algoritmo *Brandt GLR*.

Para o defeito de água borrifada, foram utilizados os seguintes parâmetros de soldagem: corrente de 160 A, altura do arco voltaico de 5 mm, vazão de gás de 10 l/min e velocidade de soldagem de 2,5 mm/s. Para os algoritmos foram empregados os mesmos parâmetros da análise anterior.

O experimento com análise pelo algoritmo *CUSUM LS Filter* é dado na Fig (6), já o analisado pelo algoritmo *Brandts GLR* pode ser observado na Fig (7). A linha estudada foi a do hidrogênio, presente na água. Nota-se uma certa semelhança no comportamento dos dois algoritmos. Isso se deveu ao fato de que o sinal foi bem estável em todo o experimento excetuando-se naquelas regiões em que houve o borrifado da água. Portanto, filtros estimativos, medição da distância e teste estatístico foram semelhantes entre si. A diferença se dá pela utilização de dois filtros pelo algoritmo de Brandt. Percebe-se no teste estatístico uma pequena variação nos dois primeiros pontos de inclusão da água. Isso ocorreu pois houve nas estimações uma diferença mais prolongada entre os dois modelos.

Para o teste com a variação no fluxo de gás de proteção foi analisada a linha do ferro de 372,8 nm. Essa variação proporciona uma mudança nas reações químicas com a solda, houve uma maior influência do ambiente uma vez que o fluxo de gás foi pequeno.

Os parâmetros de soldagem para esse experimento foram corrente de 150 A, altura do arco de 5 mm, velocidade de soldagem de 2,5 mm/s e a vazão do fluxo de gás variou de 10 a próximo de 2 l/min. O resultado da detecção dos algoritmos *CUSUM LS Filter* e do *Brandts GLR* são apresentados na Fig (8) e Fig (9) respectivamente. Os parâmetros para ambos foram mantidos constantes.

A perturbação no fluxo de gás gerou uma maior variância no sinal, isso pode ser observado nas regiões destacadas por círculos no primeiro gráfico da Fig (8). No primeiro algoritmo, a estimativa apresentou um bom desempenho, além disso, foi capaz de detectar a mudança na variância do sinal. Os valores de teste estatístico ultrapassaram o valor de referência. Já para o segundo algoritmo, que utiliza dois modelos, a estimativa foi razoável. No início apresentou boa performance, porém não conseguiu acompanhar a queda apresentada no sinal mais para o final do experimento. Isso comprometeu a detecção da mudança da variância do sinal. As falhas estão identificadas por um xis.

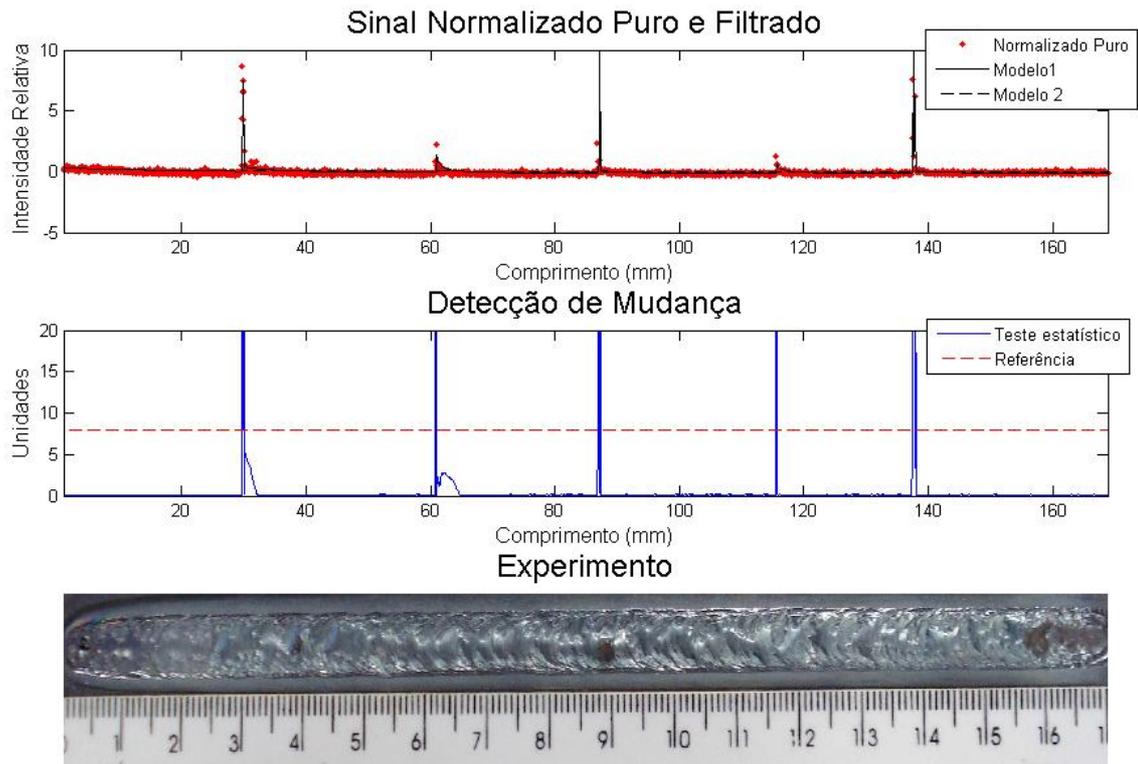


Figura 6. Experimento com defeitos analisados pelo algoritmo *Brandt GLR*.

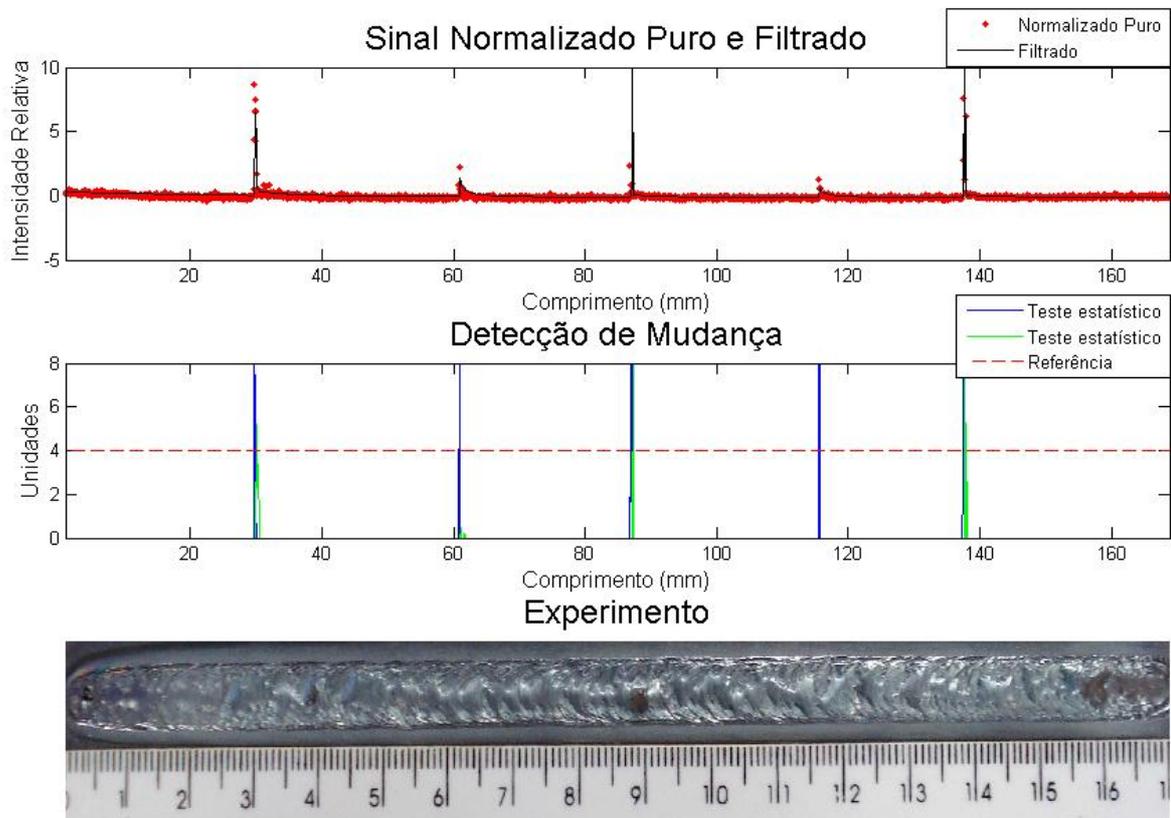


Figura 7. Experimento com defeitos analisados pelo algoritmo *Brandt GLR*.

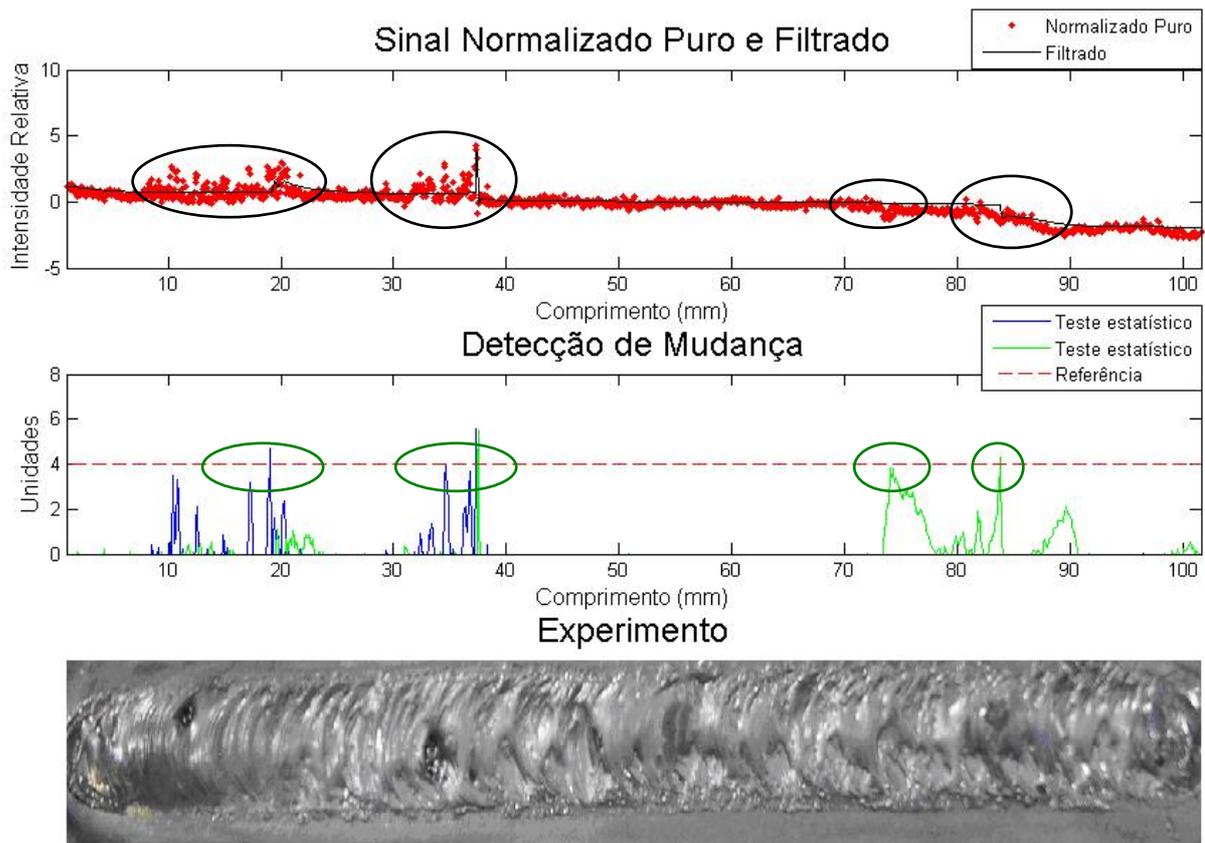


Figura 8. Experimento com defeitos analisados pelo algoritmo *Brandt GLR*.

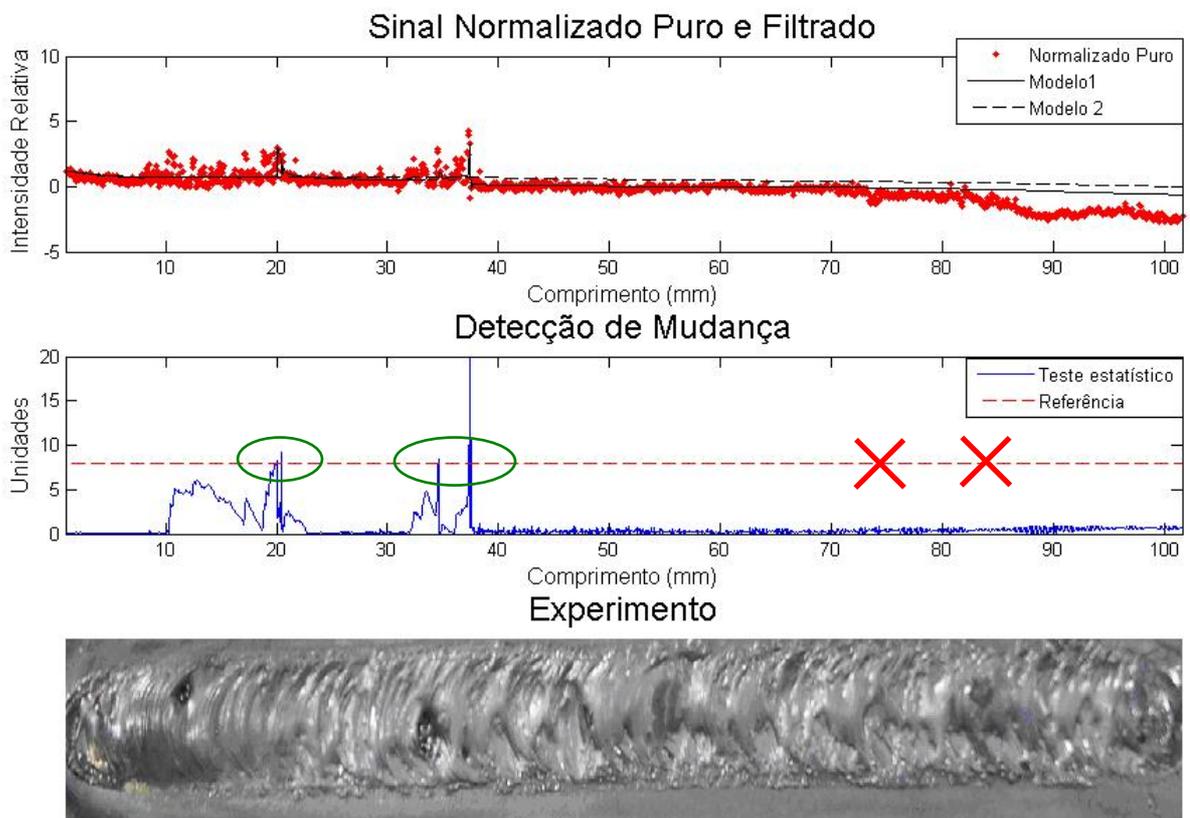


Figura 9. Experimento com defeitos analisados pelo algoritmo *Brandt GLR*.

6. CONCLUSÕES

O espectrômetro como sensor em uma monitoração *on-line* se mostrou capaz de perceber flutuações e perturbações no arco de soldagem.

Também demonstrou-se que é possível a utilização de algumas técnicas, mediante o sinal adquirido, para relatar a ocorrência e localização de alguns defeitos de soldagem. Dos dois algoritmos apresentados, aquele que apresentou melhor desempenho foi o com filtro de Mínimos Quadrados e detecção por Somas Cumulativas.

É possível a utilização desses mesmos algoritmos em uma avaliação em tempo real por meio de um equipamento dedicado a essa tarefa, pois o programa desenvolvido faz a análise para cada valor de intensidade lido. A mudança seria nos parâmetros de detecção, pois aqueles apresentados foram obtidos a partir de dados normalizados.

7. REFERÊNCIAS

- Alfaro, S. C. A., Carvalho, G. C. and Matos, M. S., 2005, "A Spectrometry Based Sensor for Weld Defect Tracking", *Soldagem & Inspeção*, Vol 10, no 2, pp. 79-84.
- Alfaro, S. C. A., Mendonça, D. S. and Matos, M. S., 2006, "Emission Spectrometry evaluation in arc welding monitoring system", *Journal of Materials Processing Technology*, no. 179, pp. 219-234.
- Ancona, A., Lugarà, P. M., Ottonelli, F. and Catalano, I. M., 2004, "A sensing torch for on-line monitoring of the gas tungsten arc welding process of steel pipes", *Measurement Science and Technology*, no. 15, pp. 2412-2418.
- Appel, U., Brandt, A. V., 1983. "Adaptive sequential segmentation of piecewise stationary time series", *Information Sciences*, Vol. 29, pp. 27-56.
- Dunn, G. J., Allemand, C. D. and Eagar, T. W., 1986, "Metal Vapors in Gas Tungsten Arcs: Part I Spectroscopy and Monochromatic Photography", *Metallurgical Transactions A*, no. 17, pp. 1851-1863.
- Gustafsson, F., 2000. "Adaptive Filtering and Change Detection". Ed. John Wiley & Sons, Chichester, England, 493 p.
- Lacroix, D., Boudot, C. and Jeandel, G., 1999, "Spectroscopy Studies of GTA Welding Plasmas. Temperature Calculation and Dilution Measurement", *Euro Physics Journal*, AP 8, pp. 61-69.
- Li, P. J. and Zhang, Y. M., 2000, "Analysis of an Arc Light Mechanism and Its Application in Sensing of the GTAW Process", *Welding Journal* 79, no. 9 September, pp. 252-s – 259-s.
- Mendonça, D. S., Alfaro, S. C. A. and Borges, G. A., 2007, "Utilização da espectroscopia óptica de emissão para monitoração e controle", *Tecnologia em Metalurgia e Materiais*, Vol. 3, no. 3, pp. 1-6.
- Mendonça, D. S., Matos, M. S. and Alfaro, S. C. A., 2006, "Avaliação de uma Técnica de Espectrometria na Monitoração da Coluna do Arco", *Universidade de Brasília, Brasília*.
- Mirapeix, J., Cobo, A., Conde, O. M., Jaúregui, C. and López-Higuera, J. M., 2006, "Real-time arc welding defect detection technique by means of plasma spectrum optical analysis", *NDT&E Internacional*, no 39, pp. 356-360.
- Mirapeix, J., Cobo, A., González, D. A. and López-Higuera, J. M., 2007, "Plasma spectroscopy analysis technique based on optimization algorithms and spectral synthesis for arc-welding quality assurance", *Optics Express*, Vol. 5, no. 4, pp. 1884-1889.
- Mirapeix, J., Cobo, A., Jaúregui, C. and López-Higuera, J. M., 2006, "Fast algorithm for spectral processing with application to on-line welding quality assurance", *Measurement Science and Technology*, no. 17, pp. 2623-2629.
- Mirapeix, J., García-Allende, P. B., Cobo, A., Conde, O. M. and López-Higuera, J. M., 2007, "Real-time arc-welding defect detection and classification with principal component analysis and artificial neural networks", *NDT&E Internacional*, no 40, pp. 315-323.
- Sforza, P. and Blasiis, D., 2002, "On-line optical monitoring system for arc welding", *NDT&E Internacional*, no. 35, pp 37-43.
- Vervisch, P., Cheron B. and Lhuissier, J. F., 1990, "Spectroscopic analysis of a TIG arc plasma", *Journal of Physics D. Applied Physics*, no. 23, pp. 1058-1063.
- Vilarinho, L. O.; Scotti, A. and Dantas, N. O., 2002, "Enhancement of an Optics Emission Spectroscopic Technique to Measure Welding Arc Temperature", *Ciência & Engenharia*, Vol. 11, no. 1, pp. 67-74.

8. DIREITOS AUTORAIS

Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo do material impresso incluído no seu trabalho.

THE USE OF A SPECTROMETER FOR GTAW WELDING DEFECTS DETECTION IN REAL TIME

Abstract: *There is an effort made by industries to improve product quality and production methods, and to decrease the production costs. Welding is one of these processes. There are many studies about controlling welding or monitoring the process. This work presents a non-intrusive on-line monitoring system capable of detecting TIG weld defects. The sensor applied was a spectrometer. It captures perturbations on the electric arc by the emission spectrometry of chosen lines. Some experiments were made to simulate weld defects. Some statistical – stochastic - algorithms were tested to indicate those defects presence and their localization. The work demonstrates that the applied system composed by sensor and algorithms is capable of detecting defects after the welding process and is discussed the possibility of detecting them in real time.*

Key words: *GTAW, electric arc, espectrometry, defects.*

The authors are the only responsible for the printed material included in this paper.