

APLICAÇÃO DE RITMO VISUAL NA DETECÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DE DEFEITOS DE SOLDAGEM EM RADIOGRAFIAS INDUSTRIAIS



Vinicius de Araujo Barboza

(vinicius.barboza@lnls.br)

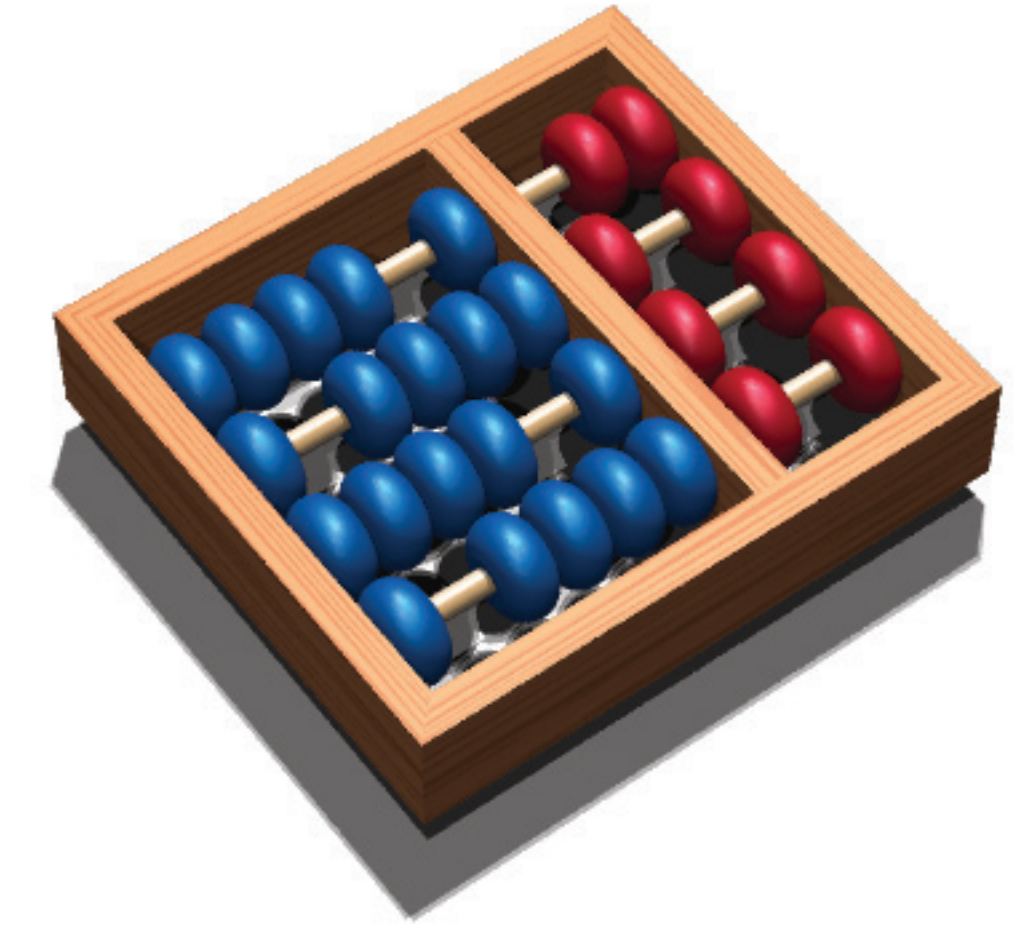
Neucimar Jerônimo Leite

(neucimar@ic.unicamp.br)

INSTITUTO DE COMPUTAÇÃO
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

Agência Financiadora: SAE/UNICAMP

Palavras-chave: Radiografia - Ritmo Visual - Processamento de Imagens



Ensaio Não-Destrutivo

A inspeção de cordões de solda é de grande importância para garantir a qualidade e segurança de diversas estruturas industriais. Para isso, Ensaio Não-Destrutivo são largamente utilizados. Hoje, a radiografia (figura 1) é o método de maior eficácia para a observação destes defeitos, porém, apresenta algumas complicações que devem ser tratadas e ainda é realizado por operadores humanos sem automatização.

A suavização de ruído, por exemplo, é considerada difícil, devido à variação dos níveis de cinza existentes na imagem e de seu modelo impreciso. Encontram-se, também, deficiências no contraste da imagem decorrentes de fatores relacionados à instrumentação e aquisição. [1, 4].

Abordagens

Foi proposta uma solução partindo da definição de ritmo visual, a fim de realizar uma varredura dos cordões de solda elípticos. Desta forma, esperava-se simplificar geometricamente a imagem, obtendo um cordão de solda linear. Com isso, seriam aplicados métodos presentes na literatura a fim de segmentar e classificar defeitos presentes na radiografia. Seus resultados, porém, foram inconclusivos quanto a simplificar o problema.

A seguir, uma abordagem baseada em Morfologia Matemática e foi proposta. A segmentação foi realizada a partir de reconstruções morfológicas e do algoritmo *h-min* para a seleção de mínimos que seriam sementes do algoritmo *watershed* que é utilizado para delimitar as regiões onde foram encontrados candidatos a defeitos.

Por fim, a classificação divide as regiões obtidas em dois grupos: defeito e não-defeito.

Pré-processamento

Diferentes filtros foram estudados e aplicados, dentre eles, aquele que garantiu melhores resultados, não interferindo na qualidade final da segmentação, foi o filtro de mediana (apresentado a seguir), por reduzir o ruído e preservar as bordas entre regiões.

$$\hat{f}(x, y) = \text{median}_{(s,t) \in S_{xy}} \{g(s, t)\}$$

Classificação

O processo de classificação se deu utilizando o algoritmo de *k-means* e diversos atributos referentes às áreas segmentadas. Dentre os atributos, aquele que proporcionou melhores resultados de classificação foi a entropia das regiões, definida como:

$$f(R) = \sum_{g(i,j) \in R} g(i, j) \log g(i, j)$$

Resultados e conclusão

As figuras abaixo são os resultados da aplicação para algumas imagens. Em cada um dos casos, foi utilizado um limiar diferente, devido às diferentes características dos níveis de cinza dos defeitos apresentados, ruído e grande discrepância de contraste entre as imagens. Um ajuste fino desse valor para cada imagem é capaz de obter um maior número de defeitos classificados, porém resulta em supersegmentação e um maior número de falsos-positivos.

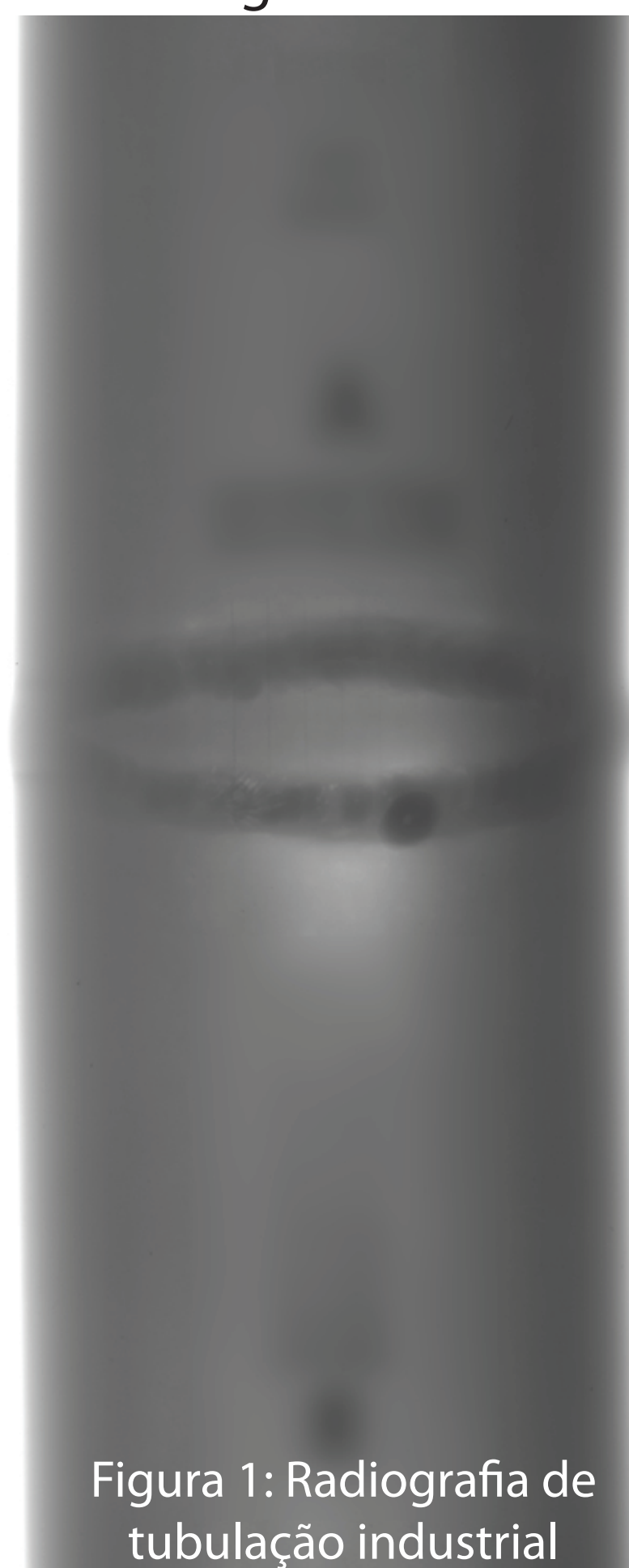
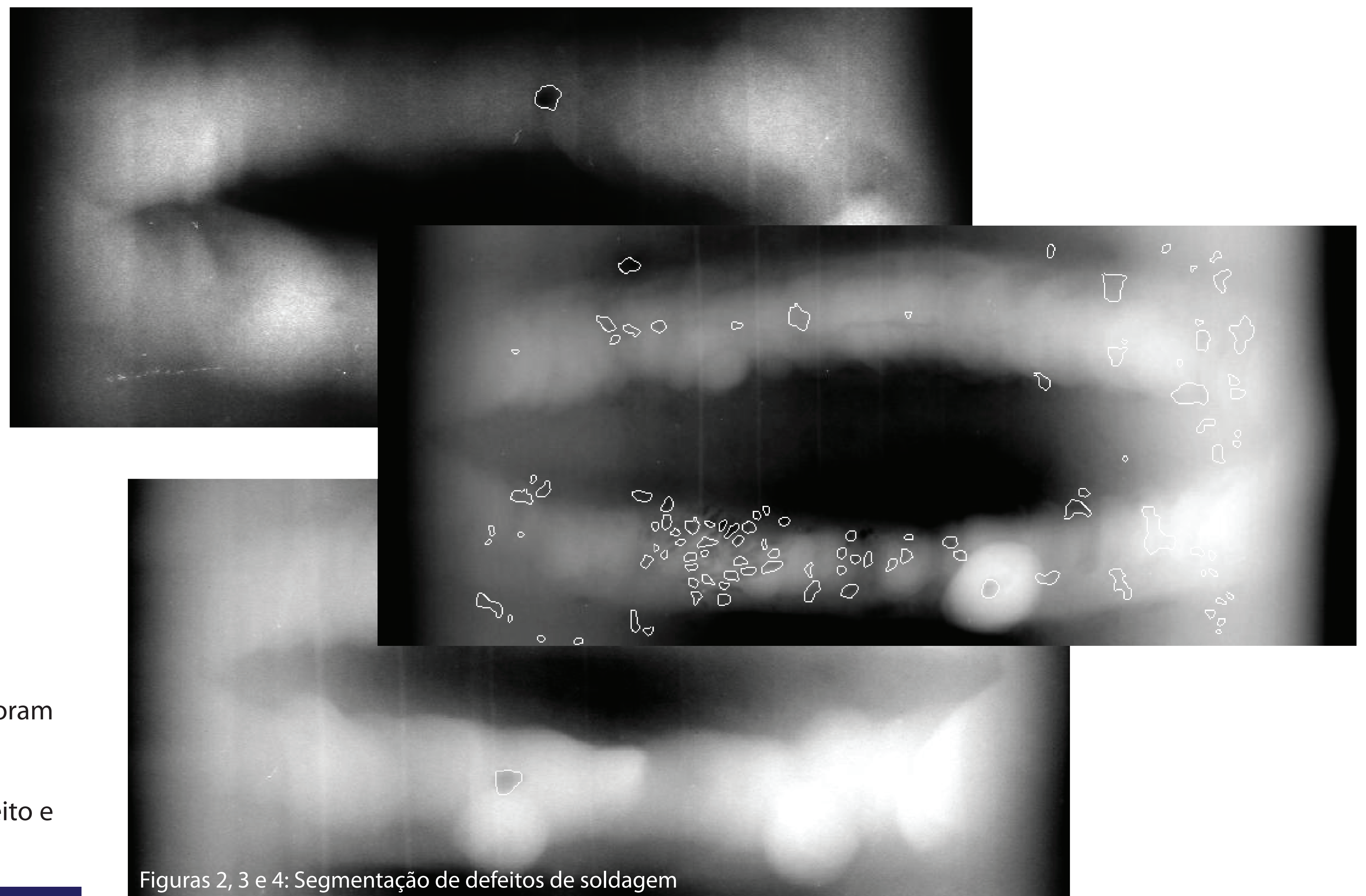


Figura 1: Radiografia de tubulação industrial



Figuras 2, 3 e 4: Segmentação de defeitos de soldagem

Algumas referências

- [1] Ionnis Valavanis and Dimitrios Kosmopoulos. "Multiclass defect detection and classification in weld radiographic images using geometric and texture features". *Expert Systems with Applications*, 37, 2010
- [2] Hayes, C. "ABC's of nondestructive weld examination". *Welding Journal*, 76(5), 1997.
- [3] Germano Xavier de Pádua. "Detecção e Classificação de Defeitos de Soldagem em Radiografias Utilizando o Perfil Transversal ao Cordão". Ph.D. thesis, URFJ, 2004.
- [4] Romeu Ricardo da Silva. "Reconhecimento de Padrões de Defeitos de Soldagem em Radiografias Industriais". Ph.D. thesis, URFJ, 2003.

Este trabalho reforça a aplicação de técnicas de análise e processamento de imagens na indústria a fim de automatizar resultados de ensaios de materiais. Foram encontradas as mesmas dificuldades presentes na literatura e a solução final foi capaz de reduzir o número de parâmetros utilizado para cada análise a apenas um, que determina a escala de detalhes do resultado final.

Assim, bons resultados de segmentação foram obtidos e quanto à classificação dos defeitos encontrados ainda seria possível a realização de estudos acerca de métodos mais precisos.