

CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DE INCLUSÕES EM AÇOS

Aluno: Aline Christina Stein Cechin

Orientador: Sidnei Paciornik

Introdução

Atualmente a engenharia de aços avançados procura controlar a quantidade, a forma, o tamanho e a composição de possíveis inclusões em aços. Padrões internacionais definem normas para classificação destas inclusões, tanto utilizando métodos clássicos de comparação de quadros – *chart comparison* – (cf. ASTM E-45), como medidas utilizando análise de imagens (cf. ASTM E-1122). No entanto, o processo definido por estas normas ainda é caracteristicamente manual. Além disso, com a evolução das técnicas de fabricação de aços, estes se tornam cada vez mais "limpos", livres de inclusões, tornando cada vez mais difícil e trabalhoso localizar inclusões para serem classificadas. Da mesma forma, a baixa concentração deste tipo de defeito torna mais exigente a análise estatística a ser realizada para uma correta classificação.

Assim, é relevante desenvolver um método automático de classificação de inclusões em aços, com alta confiabilidade estatística, minimizando a interferência do usuário ao longo de todo o procedimento.

Metodologia

O primeiro passo foi digitalizar, com alta resolução, o quadro de referência da norma E-45, que contém figuras para os 4 tipos: A (Sulfetos), B (Alumina), C (Silicatos) e D (Óxidos), séries fina e grossa, e 6 níveis de severidade, em um total de 48 figuras. Como as imagens do quadro apresentam calibração precisa das dimensões x-y e também contém medidas manuais das severidades e das espessuras, elas se constituem em ótima referência para calibração.

A norma E-1122 [1] propõe, inicialmente, separar inclusões do Tipo A, que apareceriam com tonalidades mais claras que inclusões dos demais tipos. No entanto, as imagens de referência apresentam as inclusões como objetos pretos sobre fundo branco impossibilitando, inicialmente, de separá-las com sucesso. Como as demais inclusões não dependem de tons para serem separadas e sim, somente de sua forma, realizaram-se cinco etapas para separar as inclusões.

1. Separação das inclusões do Tipo B com severidade ≥ 2 . Para isso foi realizada uma série de procedimentos, tais como dilatação, interseção de imagens e condições de tamanhos verticais para cortes [2].
2. Separação das inclusões Tipo C (com exceção daquelas com severidade igual a 0,5). Como esse tipo de inclusão é identificado pela sua forma alongada, utilizou-se da condição de tamanho vertical para a realização dessa separação.
3. Separação das inclusões Tipo B ≤ 2 . Foram utilizados os mesmos procedimentos do primeiro passo para efetuá-la.
4. Separação das inclusões Tipo C das do Tipo D. Como o formato das inclusões do tipo C é mais alongado que as do tipo D, foi utilizada a condição razão de aspectos para separar um tipo do outro.
5. União das imagens que continham as inclusões Tipo B severidade ≥ 2 com as de severidade < 2 . Da mesma forma foi feito com as imagens Tipo C > 0.5 com as de severidade = 0.5.

Em seguida, já com as classes separadas, foi feita a classificação das inclusões de acordo com a sua espessura.

Para classificar as inclusões dos Tipos B e C, necessitou-se primeiro identificar cada conjunto de inclusões alinhadas e próximas (stringer). Para isso foi utilizado o método da dilatação, tanto na horizontal quanto na vertical. Identificado o “stringer”, tornou-se necessário medir a espessura de cada componente de cada “stringer” e verificar se esse foi considerado fino ou grosso. Foi realizado então, um looping que analisou a espessura de cada componente de cada “stringer”. Separou-se em seguida todos os componentes do “stringer” que são considerados finos dos que são considerados grossos. Foi somado o comprimento total de cada tipo de componente. Aquele que possuiu o maior comprimento foi o que caracterizou o stringer como fino ou grosso.

Como o Tipo D não possui stringer, sua classificação foi muito mais fácil. Apenas utilizou-se a condição de espessura máxima de uma inclusão considerada fina e realizou a separação entre fina e grossa.

A última etapa da rotina consiste no cálculo da severidade de cada inclusão. Para os Tipos B e C, precisou-se primeiro identificar cada “stringer” conforme descrito acima. Identificados os “stringers”, mediu-se seu comprimento total e por meio dele avaliou-se sua severidade. Para o Tipo D, foi necessário apenas identificar a quantidade de inclusões Tipo D que há no campo e depois avaliar sua severidade.

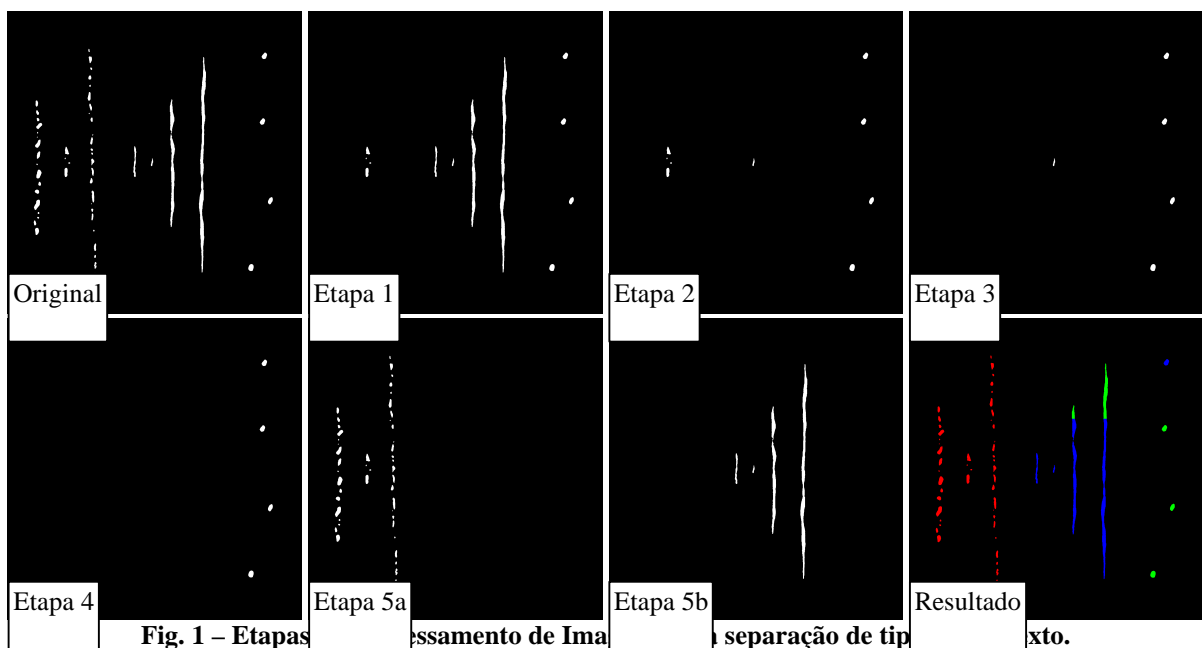


Fig. 1 – Etapas de processamento de Imagem para separação de tipos de inclusões.

Conclusões

O método desenvolvido foi bem sucedido para as imagens de referência da norma. O próximo passo é começar a aplicar o método na classificação de imagens reais obtidas por microscopia ótica.

Referências

1 – ASTM E 1122-96 in **Annual Book of ASTM Standards.**, v.03.01, ASTM, West Conshohocken, 1999, p. 729-737.

2 – PACIORNIK, S., MAURÍCIO, M.H.P. (2004). Digital Imaging, in *ASM Handbook: Metallography and Microstructures*. (Ed. Vander Voort, G.), 368-402. ASM International, Materials Park, Ohio (USA).