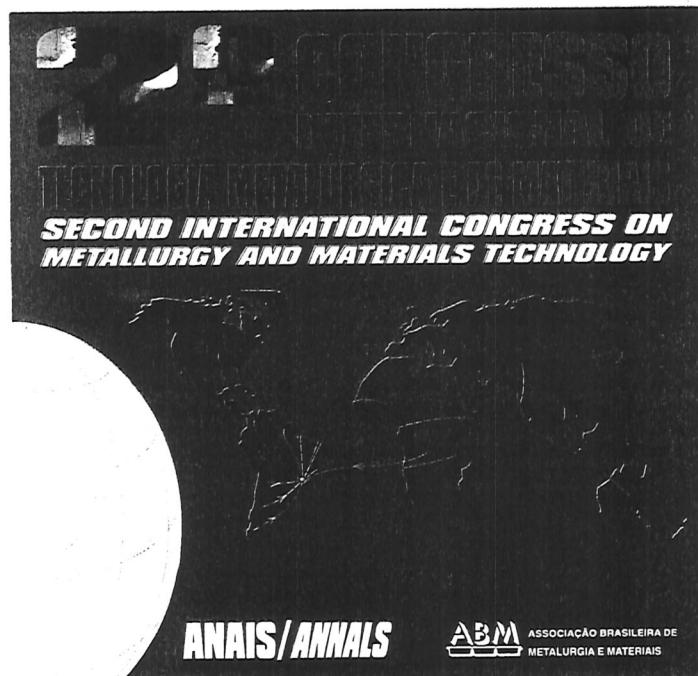


SMT
01
12
1987



SC FABRICADO PELA MICROSERVICE - MICROFILMAGENS E REPRODUÇÕES TÉCNICAS LTDA.
CGC. 43.359.926/0001-80 - SÃO PAULO - SOB ENCOMENDA DE ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA
DE METALURGIA E MATERIAIS CGC. 60.998.267/0001-41 - INDÚSTRIA BRASILEIRA

Conteúdo

Informações Gerais
retoria
visões Técnicas
stórico
mios
gionais
cios
ha Catalográfica
rvicos
ntro de Informações
aço ABM
entos
ndo ABM
blicações

ngresso
ais
ngressistas
atísticas
pomet
ganizações
Apóios Financeiros
Comissão Organizadora
Co-Patrocinadores
Patrocinadores
uniões Abertas

Contents

General Information
Board of Directors
Technical Divisions
History
Awards
Regional Offices
Members
Services
Information Center
ABM Facility
Events
ABM Fund
Publications
Conference
Annals
Participants
Statistics
Expomet
Organization and Sponsors
Financial Support
Organization Committee
Co-Sponsors
Sponsors
Open Meetings



Rua Antonio Comparato, 218 - Campo Belo - CEP 04605-030 - São Paulo/SP - Brasil
Tel.: (011) 536-4333 - Fax: (011) 240-4273 - E-Mail: ABMBRASI@ABMBRASI.COM.BR

Ficha Catalográfica/Catalog Card

Congresso Internacional de Tecnologia Metalúrgica e de Materiais. (II./ 52. : 1997 : São Paulo)
II Congresso Internacional de Tecnologia Metalúrgica e de Materiais;
52º Congresso Anual. -- São Paulo : Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais, 1997.

Vários organizadores.
Obra em 1v. CD-Rom.

1. Metalurgia - Congressos 2. Materiais - Congressos I. título

CDD - 669.06

Índices para Catálogos Sistemáticos:

1. Congressos : Metalurgia : Tecnologia 669.06
2. Metalurgia : Tecnologia : Congressos 669.06



Printed April, 1998

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 1

CORRELAÇÃO ENTRE O SISTEMA DE ANÁLISE DE IMAGENS E O MÉTODO DE CONTAGEM DE PONTOS PARA AVALIAÇÃO DE PARÂMETROS METALÓGRAFICOS¹

C3594

Euclides Castorino²
João Manuel D.A. Rollo³
Solange de Souza⁴
Pedro Luiz Di Lorenzo⁵

RESUMO

O trabalho consiste na proposição de uma correlação entre a técnica tradicional de contagem de pontos e a técnica utilizando o sistema de análise de imagem para avaliação dos parâmetros metalográficos. Utilizou-se nove amostras de chapas de aços laminados a quente, apresentando a porcentagem de carbono de 0,05 a 0,56%. Através do método da contagem de pontos, determinou-se a fração volumétrica da perlita, utilizando uma grade com 100 pontos, efetuando-se 10 medidas em cada amostra. O sistema de análise de imagem utilizado, consiste de um *Software Mocha Versão 1.1* acoplado a uma placa *frame grabber*, que digitaliza, "captura" e armazena a imagem da microestrutura, produzida pela câmara de vídeo. Determinou-se as medidas dos parâmetros: porcentagem volumétrica da perlita e da ferrita. Na normalização das imagens utilizou-se o *software photoshop Versão 4.0*, visando melhorar iluminação, contraste, brilho, remoção de sombras e eliminação de ruídos indesejados das imagens. Como resultado, obteve-se o grau de confiabilidade de ambos os métodos. Através do software *Origin Versão 4.0*, obteve-se duas equações do 1º grau, que relacionam as porcentagens de carbono com as porcentagens das fases presentes.

Palavras-chave: análise de imagem, microestrutura.

- 1 -CONTRIBUIÇÃO TÉCNICA A SER APRESENTADA NO 2º CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA METALÚRGICA E DE MATERIAIS, SÃO PAULO, SP; 12/ 10/97 À 17/10/97
2 -ALUNO DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENG DE MATERIAIS EESC/IFSC/QSC/USP.
E-mail: euclcastor@ibonmail.com
3 -PROF. ASSOCIADO DEPTO. DE ENG. DE MATERIAIS, EESC/USP.
4 -ALUNA DE PÓS- GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E ENG. DE MATERIAIS EESC/IFSC/QSC/USP.
5 -BACHAREL EM QUÍMICA - IFSC/USP.

1000292
050199

SYSNO 1000292
PROD 001612
ACERVO EESC

10

Trabalhó: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

INTRODUÇÃO

As avaliações dos parâmetros microestruturais das ligas metálicas, são fundamentais para o controle e desenvolvimento de suas propriedades. Pequenas variações das propriedades mecânicas de uma liga, estão, frequentemente, associadas a sensíveis variações das microestruturas, que são as vezes difíceis de serem colocadas em evidência^{[1][2]}. O aprimoramento das técnicas de caracterizações microestruturais tem sido amplamente intensificado. Até na década passada, as imagens obtidas por microscopia óptica ou microscopia eletrônica para avaliação dos parâmetros microestruturais eram efetuadas, essencialmente, pelo emprego de métodos manuais^[3]. Atualmente, com o desenvolvimento das técnicas automatizadas de processamento dos parâmetros microestruturais utilizando o sistema digitais e Softwares específicos, as avaliações microestruturais utilizada pela metalografia quantitativa passaram a ter um outro instrumento de análise. Existem vários softwares utilizados para análises de imagens citados pela literatura; tais como *Mocha*^{[4][5]}, *Imago*^[6], *Quantimet 900*^[7], *Quanikov* que utiliza o método *saltykov*^{[8][9]}, *Image-pro-plus*^[10], *Leco 2005*^[11] ... etc. Neste trabalho pretende-se correlacionar os dados dos parâmetros, porcentagem volumétrica dos microconstituintes perlita e ferrita, de sete amostras de chapas de aço ao carbono comum laminadas a quente, com porcentagem de carbono variando de 0,05% a 0,14% e a título complementar mais duas amostras de chapa de aço ao carbono comum laminada a quente, com porcentagem de 0,56 %C e com adições diferentes de elementos de ligas.

• Método utilizando o sistema de análise de imagens

Atualmente com a possibilidade da utilização de uma placa de digitalização *Frame Grabber*, que congela e armazena uma imagem produzida por uma fonte de vídeo e com o Software exclusivo do analisador de imagem *Mocha* Versão 1.1, que se processa em ambiente *Windows*, adaptada a um microcomputador 486.DX4, obtém-se as quantificações das microestruturas com precisão e rapidez. Uma imagem torna-se visível para o olho humano tal como uma série contínua de brilho e cor.

Basicamente, o procedimento para a análise de imagens realiza transformações sobre três tipos de imagem^[12]:

- a) imagem de vídeo, que é um conjunto de sinais eletrônicos;
- b) imagem digitalizada, que é uma tradução padronizada e "congelada" da imagem de vídeo;
- c) imagem binária, a partir da qual a informação desejada poderá ser extraída.

Quando uma imagem é digitalizada esta é convertida em valores numéricos, isto é, transformada em um padrão de elemento de imagem, ou pixel, nome extraído da expressão *picture element*. Um pixel é definido como um ponto qualquer no espaço amostrado, isto é, um ponto com intensidade luminosa constante. Cada pixel tem um valor numérico correspondente a sua posição(X,Y), brilho e/ou cor^[3].

Usando esses valores, a imagem pode ser medida e analisada matematicamente, modificada e armazenada como um arquivo de imagem. O processamento é baseado em modificações da localização do pixel e brilho. A passagem da imagem digitalizada

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 3

para imagem binária se faz através de uma discriminação: os valores dos pixels, que podem variar de 0 a 255, são reduzidos para dois únicos valores: (0 e 1 ou preto e branco). Esta redução é feita através de algoritmos de segmentação^[13]. Geralmente, as regiões brancas correspondem aos objetos e as regiões pretas ao fundo. A resolução de uma imagem é determinada pelo número de pixels e os níveis de intensidade por pixel. A placa *Frame grabber* digitaliza imagens com tamanho de 756 pixels de largura e 486 pixels de altura e com uma resolução de 72 dpi (pixels/polegada) e cada imagem ocupa uma memória de 359 Kbyte.

Um histograma intensiométrico mostra o número de ocorrências de cada nível de cinza em uma imagem. O histograma é um gráfico de barras, onde o eixo horizontal representa o intervalo de todos os níveis cinza possíveis (0 a 255), e o eixo vertical mostra o número de pixels de cada nível de cinza em escala logarítmica, conforme ilustra a figura(1).

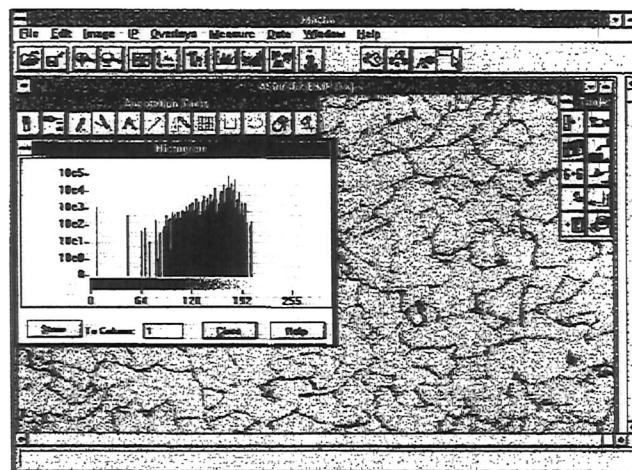


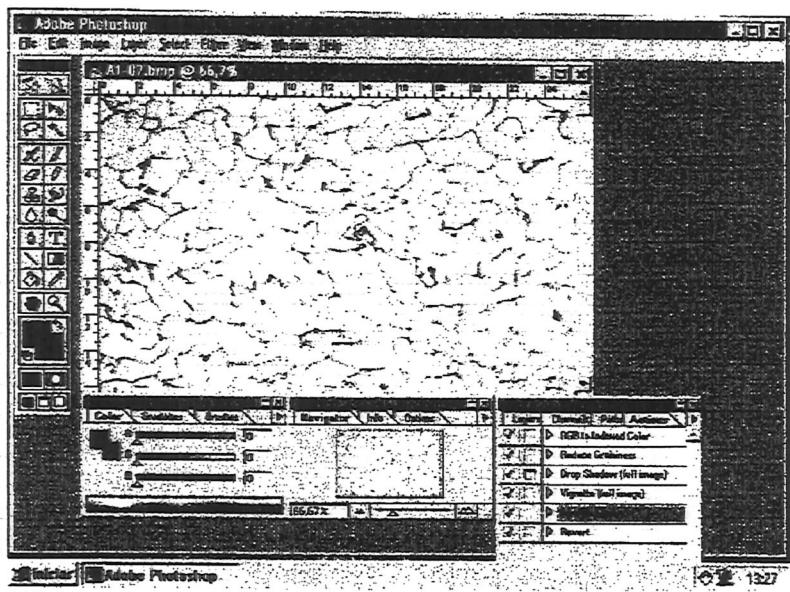
FIGURA 1 Ilustração do *Software Mocha Versão 1.1* com um histograma de distribuição dos níveis de cinza.

Os dados são coletados e armazenados, podendo ser manipulados para uma redistribuição dos níveis de cinza, melhorando a definição de algumas características da imagem. Se uma imagem apresenta uma definição fraca para uma análise precisa, seus níveis de cinza necessitam então ser manipulados antes das medidas desejadas serem realizadas. O processamento da imagem pode ser utilizado para remoção de artefatos indesejáveis e ruídos, melhorar contraste ou brilho, definir contornos de objetos, remover sombras ou melhorar iluminação deficiente. Utilizou-se como apoio ao *Software Mocha*, no processamento de imagens, o software *Adobe Photoshop* versão 4.0, conforme ilustra a figura(2).

Trabalho: João-Manuel-D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 4

FIGURA 2 Ilustração do o Software *Adobe Photoshop* versão 4.0

Os filtros, por sua vez, formam um outro grupo de ferramentas que auxiliam na melhoria da qualidade da imagem digitalizada. No caso das imagens em preto e branco, como são preferencialmente capturadas, os filtros cinzas melhoram a imagem atuando matematicamente sobre a intensidade de pixel, substituindo a intensidade original por novos valores que dependem das intensidades dos pixels vizinhos.

Método manual

Para o método manual optou-se pela técnica de contagem de pontos. O fato de optar-se pela técnica de contagem de pontos é por ser este o método mais utilizado na rotina industrial e nos meios científicos [3][4]. Essa técnica basicamente consiste na aplicabilidade de uma rede de "pontos testes" sobre uma área da microestrutura. O número de pontos que caem sobre as áreas de interesse, isto é do objeto, é contado para uma primeira posição da rede de pontos. A rede é então deslocada para a posição seguinte, aleatoriamente ou em uma determinada direção, e o número de pontos que caem sobre o objeto de interesse é novamente contado [5]. As medidas básicas que podem ser efetuada nas seções planas são:

A fração de pontos; (P_r), é calculada dividindo-se o número total de pontos P_t , contados sobre os objetos de interesse, pelo número total de pontos do

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

reticulado P , sendo que os pontos que caírem nos contornos dos objetos de interesse serão contados como $\frac{1}{2}$ [15][16][17]. Assim representada pela equação(1)

$$P_p = \frac{P_i}{P} \quad (1)$$

A metalografia quantitativa utiliza muitas determinações que precisam ser tratadas estatisticamente [15][16][17]. A média aritmética da fração de ponto é dada pela equação (2).

$$\bar{P}_p = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^{i=n} \bar{P}_p(i) \quad (2)$$

Onde: \bar{P}_p → é a fração de ponto média
 n → é o número de medida.

Muitos dos parâmetros, em terceira dimensão como fração volumétrica, podem ser obtidos por meio de relações em duas dimensões [12][14][15].

A equação(3), $P_p = \bar{A}_A = \bar{V}_V$, representa a inter-relações entre os parâmetros microestruturais, onde: \bar{V}_V → é o valor esperado da fração volumétrica, \bar{A}_A → é o valor esperado da fração de área. Estas inter-relações não são limitadas, de forma alguma pela natureza geométrica do microconstituente que deve ser avaliado, porém é necessário que se disponha de uma seção representativa da microestrutura e que esta seja uniformemente amostrada.

O método de contagem de pontos trabalha com uma estimativa da precisão da fração volumétrica. Neste método também necessita-se de um número relativamente grande de medidas, para permitir o uso dos conceitos estatísticos, no entanto a confiabilidade destes métodos depende da habilidade do técnico responsável, o que restringe bastante a reproduzibilidade destes dados. Neste trabalho, para todas as amostra de aço, utilizou-se uma grade com 100 pontos sobre 10 campos diferentes da microestrutura, para determinação da porcentagem dos microconstituente presente. O fato de se adotar uma rede com 100 pontos [14][20], é que esta tem a vantagem de minimizar o desvio padrão das medidas, sem no entanto, aumentar demasiadamente a fadiga visual pelo número excessivos de pontos.

A preocupação fundamental do trabalho é verificar a confiabilidade dos resultados obtidos por comparações entre os métodos de análise, utilizando o sistema de análise de imagem como comparativo absoluto.

MATERIAIS E MÉTODO

Objetivou-se obter a fração volumétrica da perlita em nove amostras de chapas de aços ao carbono laminados a quente, através do método de contagem de ponto e do método utilizado pelo sistema de análise de imagens. A composição química das amostras encontra-se representada na tabela I.

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 6

TABELA I : Composição química (% em peso) das chapas de aços ao carbono laminadas a quente analisadas.

AMOSTRA	C	Mn	P	S	Si	Cu	Ni	Cr	Mo	Al	Nb	Ap
01	0.05	0.31	0.016	0.013	0.012	0.01	0.01	0.014	0.004	0.047	0.001	0.057
02	0.06	0.28	0.017	0.017	0.090	0.01	0.010	0.012	0.003	0.032	0.001	0.033
03	0.05	0.49	0.016	0.009	0.046	-	-	-	-	0.024	-	0.028
04	0.09	0.44	0.012	0.012	0.056	-	-	-	-	0.035	-	0.019
05	0.11	0.36	0.005	0.006	0.069	0.01	0.012	0.011	0.003	0.039	0.003	0.053
06	0.12	0.43	0.014	0.027	0.088	0.01	0.012	0.016	-	0.045	0.003	0.040
07	0.14	0.42	0.017	0.017	0.089	0.01	0.011	0.015	-	0.043	0.004	0.057
08	0.08	0.67	0.015	0.013	0.200	-	-	-	-	0.044	-	-
09	0.05	0.71	0.024	0.006	0.200	-	-	-	-	0.046	-	-

Obs: Ap é a porcentagem de alumínio na panela

- *Preparação das amostras*

As amostra para análise metalográfica foram preparadas segundo a norma^[21]. Para cada amostra de chapas de aço laminado a quente fez-se cortes para retiradas das amostras, conforme ilustra a figura(3), sendo posteriormente “embutidas” em resina, conforme ilustra a figura (4).

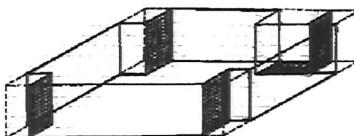


FIGURA 3 Perspectiva do corte das amostras, quatro no sentido vertical e um no sentido horizontal.

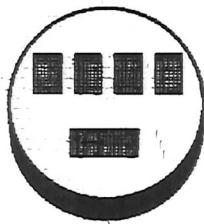


FIGURA 4 Embutimento das amostras

Utilizou-se como reagente químico, para revelar a microestrutura perlítica, o ataque com Nital 2%. O preparo do reagente químico obedeceu a norma^[22]. O tempo médio de ataque foi de 25 segundos para cada amostra.

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

• *Método utilizando o sistema de análise de imagens*

O sistema de análise de imagem utilizado para as medidas quantitativas das características microestruturais está esquematizado na figura(4).

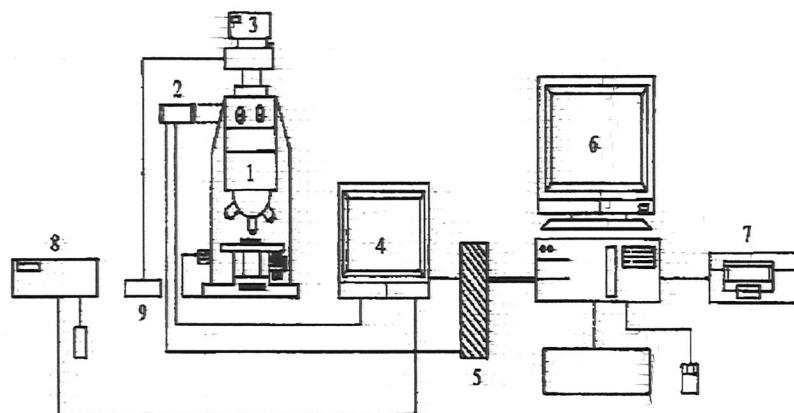


FIGURA 5 Esquema do sistema de análise de imagem

- | | |
|-----------------------------|--------------------------------|
| 1) - Microscópio ótico; | (6) - Microcomputador 486 DXR; |
| (2) - Câmera CCD/RGB | (7) - Impressora; |
| (3) - Máquina fotográfica | (8) - Impressora de vídeo; |
| (4) - Monitor de vídeo; | (9) - Fotômetro automático |
| (5) - Placa digitalizadora; | |

A imagem fotografada para contagem de pontos, foi a mesma imagem digitalizada pela câmera de vídeo *CCD/RGB*, adaptada ao microscópio ótico *LEITZ DMRX*, a imagem foi transferida para um monitor de vídeo colorido marca *Sony*. O monitor de vídeo reproduz a imagem com os ajustamento do microscópio óptico. A imagem ajustada no microscópio óptico é então digitalizada através de uma placa *Frame grabber* com o auxílio do software *Mocha*, específico da placa *Frame grabber*.

Nas imagens digitalizadas pela placa *frame grabber*, com o auxílio do software *Mocha*, não utilizou luz polarizada. O aumento utilizado na objetiva foi de 500X para todas as amostras. A placa *Frame grabber* digitaliza imagens com extensão em (.BMP). A figura(5a), exemplifica a imagem da amostra(1) conforme a tabela I digitalizada pela placa, com o auxílio do software *Mocha*.

A figura(5b) exemplifica o microconstituinte perlita, a ser determinado da amostra (1), obtida por microscopia eletrônica de varredura.

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 8

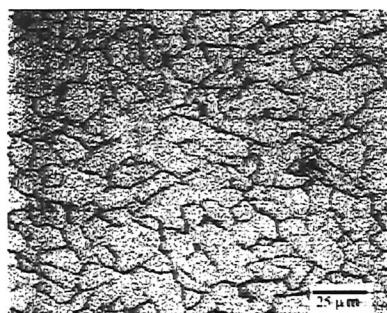


FIGURA 5a Ilustra a imagem da amostra 1 conforme digitalizada

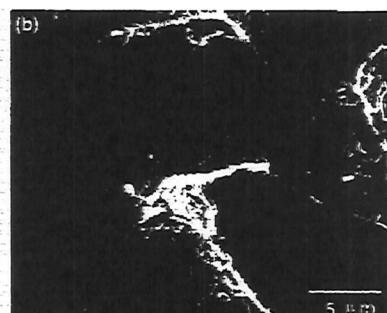


FIGURA 5a Ilustra o microconstituinte "Perlita" a ser determinado da amostra 1

Utilizou-se como apoio ao software *Mocha*, o software *Adobe Photoshop 4.1*, para promover a normalização das imagens. Recortou-se as bordas da imagem retirando o risco de interferência de digitalização, conforme ilustra a figura (6a) e (6b)

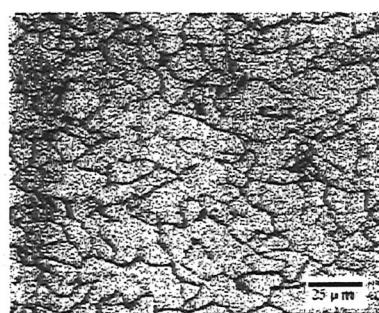


FIGURA 6a Ilustra a imagem da amostra 1 no campo 7 conforme digitalizada

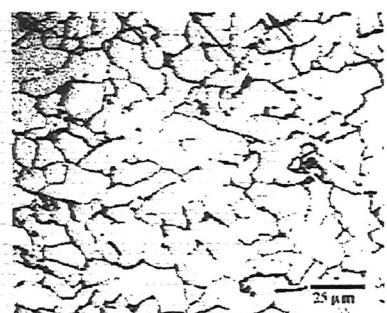


FIGURA 6b Ilustra a imagem da amostra 1 no campo 7 após normalização do histograma de nível de cinzas.

Subseqüentemente promoveu a normalização dos níveis de cinza, utilizando o comando auto-nível do *Adobe Photoshop versão 4.0*, isto é, distribuição automática do histograma de níveis de cinzas. As 10 imagens de cada amostra foram colocadas lado a lado e, utilizando o recurso do *Adobe Photoshop*, ajustou-se o brilho e contraste das imagens, escolhendo para isto uma imagem como referência e reajustando as demais em função da escolhida. As imagens foram gravadas no *Adobe Photoshop Versão 4.0* e aberta no software *Mocha*. Para eliminar os ruídos originados da digitalização, conforme apresentado na figura (7), aplicou-se o filtro mediano.

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 9

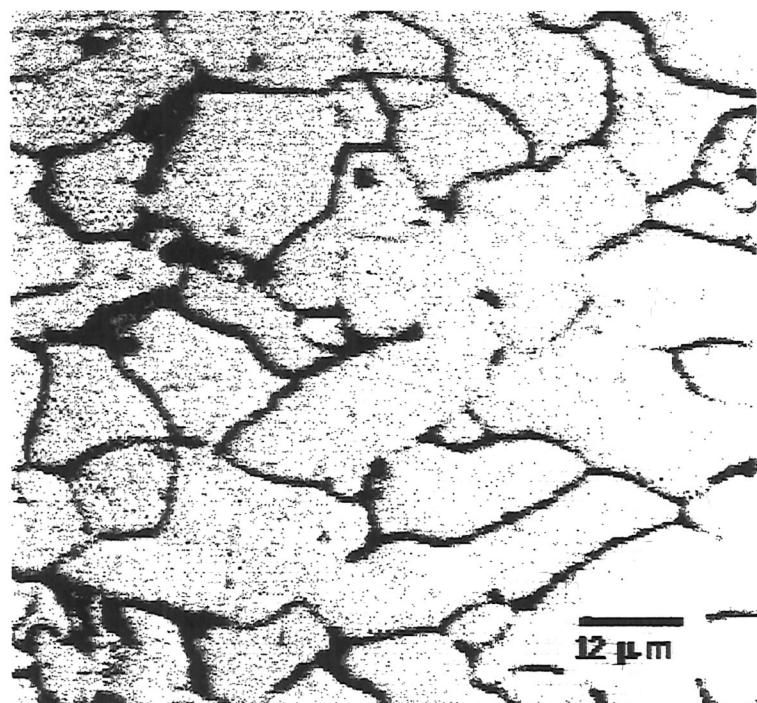


FIGURA 7 Ilustra uma imagem amplificada da imagem original, da amostra(1), antes da aplicação do filtro mediano.

O exemplo abaixo ilustra o filtro não linear mediano de uma janela de *convolução* (3*3):

4	6	7
6	8	9
5	7	9

Neste exemplo o valor do pixel de entrada é 8

[4,5,6,6,7,7,8,9,9] Classificação em ordem crescente: onde 7 é a posição mediana

4	6	7
6	7	9
5	7	9

O valor do pixel de saída é 7

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 10

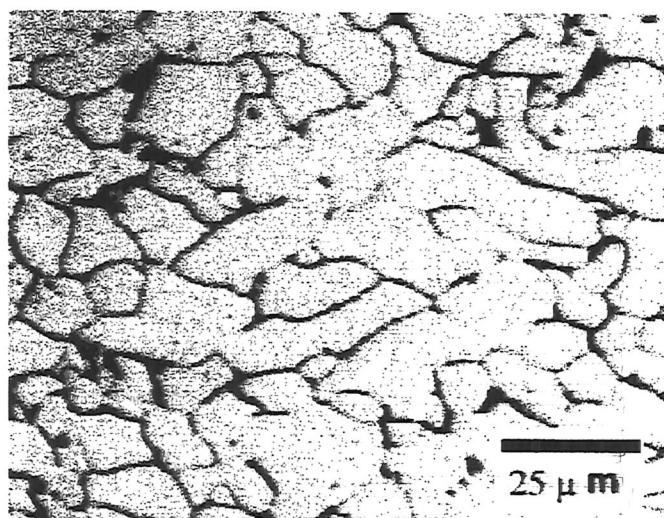


FIGURA 8 Ilustra a imagem do aço 1005 amplificada da imagem original, após a utilização do filtro mediano.

O software *Mocha*, possui uma série de tipos de filtros cinzas, que operam como matrizes $m \times n$ (*kernel* $m \times n$). Entre os principais filtros destacam-se o *convolution*, *kernel* (3x3), *averaging* (filtro mediano que elimina ruídos de alta frequência), *laplace*, *sobel*, *ranking* (filtro que pode atuar simultaneamente como erosão e dilatação).

Utilizou-se a calibração espacial de 2 pontos para as imagens de pixel em micrômetros. Digitalizou-se uma imagem em escala micrométrica e estabeleceu-se uma correlação entre pixel e micrômetro, em função do aumento de 500X, conforme ilustra a tabela II.

TABELA II - Ilustra a calibração por dois pontos em função do aumento 500X, medida experimentalmente com auxílio de uma régua micrométrica.

AUMENTO	DISTÂNCIA VELHA	DISTÂNCIA NOVA
500X	288,016	100
UNIDADE	Pixel	100 Micron

Todas as imagens digitalizadas pela placa *frame grabber*, possuem uma resolução de 72 dpi (pixel por polegadas), o software *Mocha* versão 1.1, sendo um aplicativo da placa, só reconhecerá imagem com a resolução de 72 dpi.

Utilizou-se o histograma “*thereshold*” “limite fixo” de distribuição da escala de cinza para delimitar até o nível de cinza 100, como sendo a fase perlítica a ser analisada, adicionou-se à imagem original um sobreplano, pintando os níveis de cinza de 0 a 100, correspondente a área do microconstituinte perlita de cor vermelha.

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 11

Utilizou-se as ferramentas do software "mocha", conforme ilustra os ícones da figura(9) para eliminar os riscos, ruídos e artefatos indesejáveis, que foram pintados a mão com o sobreplano.

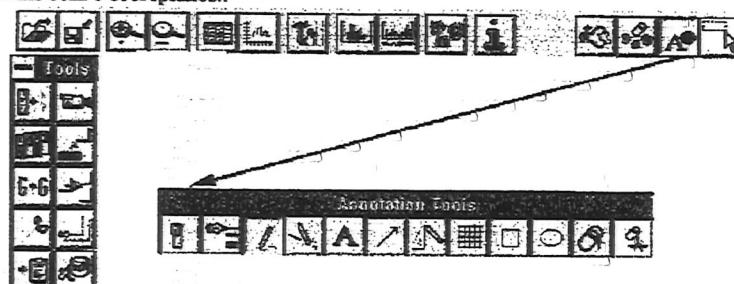


FIGURA 9 Ilustra as ferramentas do software Mocha utilizadas na eliminação de ruídos indesejáveis.

• *Método de contagem de pontos*

Com o microscópio óptico LEITZ-DMRX, conforme ilustra a figura(10), fez-se as fotomicrografias de 10 (dez) campos diferentes de cada amostra.



FIGURA 10 Ilustra o microscópio óptico LEITZ- DMRX, utilizado na obtenção das imagens.

Padronizou-se a intensidade de luz, filtro e polarização do Microscópio óptico para todas as imagens estudadas. Para calibrar o aumento total sofrido pela amostra, fotografou-se uma escala micrométrica.

O número de campos necessário, foi fixado em 10, e de pontos da rede em 100, conforme ilustra figura (11).

Trabalho: João-Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 12

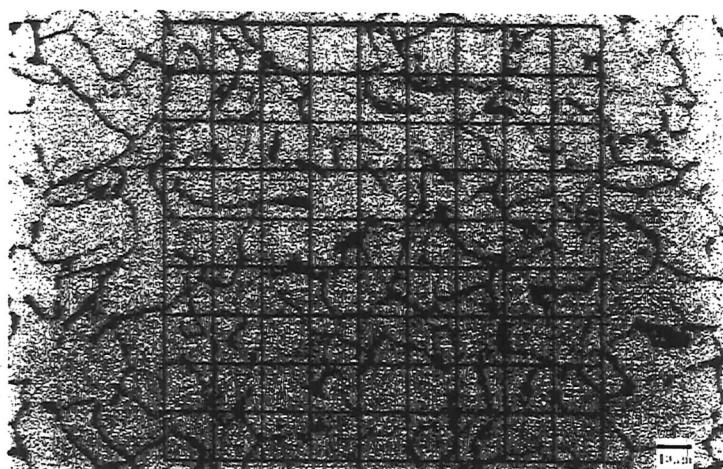


FIGURA 11 Ilustra a fotomicrografia do campo 7 da amostra do aço 1005 com uma rede de 100 pontos sobreposta.

Duas recomendações básicas devem ser seguidas para se obter bons resultados:

- 1)- Os pontos que se encontram nos contornos devem ser contados como $\frac{1}{2}$.
- 2)- Deve ser selecionada, quando possível, uma rede de pontos, na qual, em média não mais que um ponto incida sobre um mesmo objeto de interesse e que o espaçamento da rede seja próximo ao espaçamento entre os objetos de interesse. No entanto recomenda-se tomar cuidado para que não caiam dois pontos sobre a mesma face.

RESULTADOS

• Método de contagem de pontos

Os resultados das análises das porcentagens dos constituintes perlita para os dez (10) campos das amostras 1 a 9 analisadas, encontram-se representado na tabela III, em porcentagem de área.

TABELA III- Porcentagem dos microconstituintes perlita dos 10 campos analisados de cada amostra utilizando o método de contagem de pontos.

AMOSTRA DE CHAPA DE AÇO	1005	1006	1008	1009	1011	1012	1014	1056	1056
CAMPO-1	5	11	15	15	9	14	13	75	70
CAMPO-2	6	7	8	10	11	13	12	64	68
CAMPO-3	4	8	9	6	13	18	14	75	69
CAMPO-4	9	5	6	8	12	13	14	69	74
CAMPO-5	5	5	7	9	9	11	18	67	71
CAMPO-6	3	9	9	10	9	11	13	74	74
CAMPO-7	5	10	12	6	14	12	18	62	79
CAMPO-8	7	7	8	8	15	15	22	71	80
CAMPO-9	7	6	7	13	10	10	17	72	78
CAMPO-10	6	7	8	7	10	7	15	66	61
MÉDIA \bar{P}_p	5,7	7,5	8,9	9,2	11,4	12,4	15,6	69,5	72,2

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

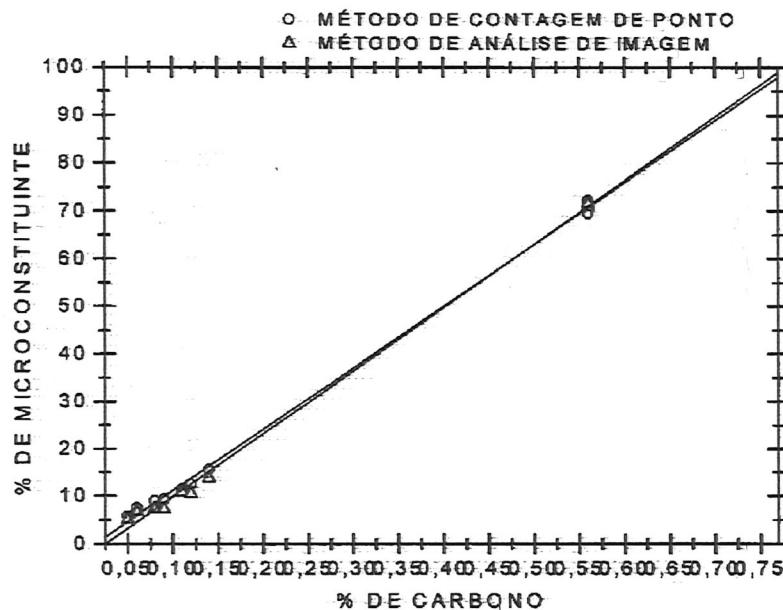
• *Método utilizando o sistema de análise de imagens*

Os resultados da análise da porcentagem do microconstituente perlita, encontram-se representados na tabela IV. Cada campo analisado pelo método de contagem de ponto foi o mesmo analisado pelo método utilizando o sistema de análise de imagem.

TABELA IV - Resultados fração volumétrica média obtidas para os 10 campos de cada amostra analisada.

PI	1005	1006	1008	1009	1011	1012	1014	1056	1056
1	3.91	8.52	8.85	8.37	09.79	11.84	14.25	76.69	70.08
2	4.62	7.15	7.35	7.59	10.27	11.39	9.69	66.30	62.27
3	4.98	7.21	7.95	5.33	12.33	14.21	13.55	73.28	67.07
4	6.92	6.29	5.67	7.25	11.34	10.65	16.44	69.40	68.84
5	4.53	7.12	5.79	7.37	08.73	08.18	10.07	67.89	72.06
6	3.84	4.55	8.11	7.38	12.48	10.10	16.98	70.35	73.32
7	4.54	5.33	8.14	6.48	12.93	10.14	16.78	66.34	77.25
8	5.87	6.24	7.45	7.30	09.80	13.33	17.22	71.27	78.07
9	5.99	7.33	6.52	7.69	10.00	08.39	14.27	71.56	75.14
10	5.18	7.29	7.63	7.13	10.50	06.33	13.97	67.82	61.50
MÉDIA P_p	5,04	6,70	7,35	7,19	10,80	10,50	13,70	70,90	71,58

Para montagem do gráfico, utilizou o software *Origin 4.1*



Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Figura.11 -Variação dos parâmetros, porcentagem volumétrica dos microconstituintes "Perlit" em função da porcentagem em peso de carbono nas amostras analisadas pelos métodos de contagem de ponto e utilizando o sistema de análise de imagem.

Através de uma regressão linear de 1ª ordem determinou-se a equação que representa o método de contagem de pontos para as amostras de aços carbono laminado a quente, utilizando o método de contagem de pontos.

$$\text{PORCENTAGEM DE PERLITA} = -1,87 + 129,5 X \quad (8)$$

Baseando no mesmo princípio determinou-se a equação linear de 1ª ordem para o método utilizando o sistema de análise de imagem.

$$\text{PORCENTAGEM DE PERLITA} = -3,5 + 133 X \quad (9)$$

CONCLUSÃO

O analisador de imagens microestruturais "mocha", Versão 1.1, constitui uma ferramenta simples para o processamento e obtenção dos parâmetros microestruturais a partir de imagens digitalizadas.

A diferença fundamental, entre os métodos analisados, encontra-se na rapidez de obtenção dos parâmetros. O tempo total para quantificar a porcentagem de fase utilizando os métodos tradicionais "manuais" pode atingir até dois dias para uma amostra, já no método utilizando pelo sistema de análise de imagens encontra-se em torno de 2 horas para analisar a mesma amostra.

O sistema de análise de imagens "Mocha" versão 1.1, só pode distinguir as fases, através da diferença de tonalidades entre elas, sendo assim é necessário que as imagens, a serem analisadas, sejam livres de objetos que possuam tonalidades similares aos objetos, os quais se deseja estudar, tais como riscos, interferência nas bordas, ruídos etc.... Assim a preocupação com a confiabilidade dos resultados obtidos deve começar desde a preparação da amostra como, polimento, escolha do ataque para revelar a fase a ser determinada.

A variação do brilho nas imagens obtidas, mesmo fixando o controlador de intensidade do microscópio óptico, é uma variável difícil de atingir devido a sensibilidade do sistema. A luz do ambiente de trabalho é outra variável que pode influenciar na intensidade de brilho das amostras quando analisadas.

O sistema de análise de imagens, de uma forma geral mostra-se mais prático e eficiente na obtenção dos parâmetros microestruturais.

BIBLIOGRAFIA

1. BARCELOS, E.J.B.V& FILHO, F.A& CUNHA, R.C. Aplicações da metalografia quantitativa automática. *Metalurgia ABM*, V.33, Nº231, Fev 1977, P. 93-98.
2. COCHRANE, R.C.; Microstructural Characterisation, 1988; Characterisation of high temperature materialsthe institute of metals.

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

3. HEIN, L.R.O& AMMANN, J.J.& SILVA, F. A .& NAZAR, A. M , M; 49º Congresso anual da ABM; Pesquisa da microestrutura de metais e materiais. Metalurgia Física. V.1, P. 33-44
4. MOCHA IMAGE ANALYSIS SOFTWARE; Operator's Guide, Jardet scientific 1993.
5. CASTORINO, E.& ROLLO, J.M.A; . Evaluation of metalographic parameters using a image analysis system. Proceedings of the 5th Brazilian Conference na Microscopy of material Micromat 96.
6. ROCHA, A . C. & PACIORNIK, J.C.; Levantamento de parâmetros e implementação de cálculos de metalografia quantitativa por processamento digital de imagens. 49º Congresso da ABM, V III.
7. HETZNER, D.W. Quantitative image analysis procedures for evaluating steel products. Iron & Steel maker, v.19, n 1, jan 1992, p.21-28.
8. PINTO, L.C. M.& BRESSIANI, J.C. Quantificação de microestruturas com o analisador microestrutural QuantiKov. 49º Congresso anual da ABM, V III.
9. SANTOS, A . M. M.& LAMEIRAS, E . S . I.& BRAGA, I . D . ; Aplicação do método de Saltykov para determinação da distribuição Volumétrica de poros e grãos. Anais do XXXV Congresso Brasileiro de cerâmica e III Iberoamericano de cerâmica, vidro e refratário.
10. IMAGE-PRO.PLUS, Media cybemetics, 1995-The imaging experts. 8484 Gerogia aventure, silver spring, Maryland 20910 USA.
11. ADVANCED MATERIALS & PROCESS V. 139, Nº6, Junho 1991.
12. SAVARY, G. Introdução à análise de imagens em ciência dos materiais; PEMM/ COPPE/UFRJ, 3º Edição, Apostila (revisada e traduzida), 1995.
13. RUSS, J. C. The Image Processing Handbook, 1995
14. PUJOL, J.C.F.; PINTO, L.C.M. Um analisador de imagens de materiais para avaliação quantitativa de microestruturas. 47º Congresso Anual ABM, 1992 V.1, P.541-553.
15. MENEZES, R.A .& BASTIAN, F.L., Metalografia Quantitativa aplicada ao controle de inclusões não metálicas em aços. Metalurgia ABM, Abril 1974, São Paulo, Brasil V.30 Nº197.
16. PADILHA, A . F.& FILHO, F . A . - Técnicas de análise microestrutural 1985 P. 113-141.

Trabalho: João Manuel D. A. Rollo

Autor: Correlação entre o sistema de análise de imagens e o método de contagem de pontos para avaliação de parâmetros metalográficos.

Pag. 16

17. AMERICA SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM E 562-89
Standard test method for determining volume fraction by systematic manual point count.
18. UNDERWOOD, E.E. Quantitative Metallography -Metals Handbook- v.9, 9º Ed., 1985, Metallography and microstructure. American Society for Metals, Metals Park, Ohio, p.123-134.
19. CLADMAN, T. & WOOLHEAD, J.H. The accuracy of point counting in metallographic investigations Journal of the iron and steel institute. February, 1960 V.194. Part 2 P.189-193.
20. EXNER, H.E ET AL. Quantitative description of microstructural geometry a practical guide to manual processes., V. 30, Nº5, 1993.
21. Subcomissão IXJ do Instituto Internacional de soldagem (International Institute of welding IIW -1988).
22. AMERICAN SOCIETY FOR MATERIALS, Standard methods of preparation of metallographic specimens, ASTM E3-80, 1990.
23. AMERICAN SOCIETY FOR TEST MATERIALS, Standard methods for microetching Metals and Alloys ASTM E 407 - 70, 1982

CORRELATION BETWEEN IMAGE ANALYSIS SYSTEM AND MANUAL POINT COUNT FOR EVALUATION OF METALLOGRAPHIC PARAMETERS

ABSTRACT

This work made a correlation between the traditional counting points and the image analysis techniques for evaluating metallographic parameters. Nine samples removed from a hot rolled plated steel, with carbon content varying between 0.05 to 0.56, were used. Through the counting point technique, the volumes fraction of perlite and ferrite were evaluated using a 100 points grid. The image analysis were carried out using the "mocha" software, connected to a "Frame grabber" electronic plate, which digitalise, capture and storage the images obtained by a video camera. The images were standardised through a "photoshop" software, improving the contrast, brightness, remotion of shadows and noises. The results were trustworthy for both methods. The software "origin 4.0" has produced two first degree equations, which relates the carbon content with the amount of phases present.