

APLICAÇÃO DAS TÉCNICAS DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS

NA ANÁLISE DA CORROSÃO DE CASCO PINTADO DE NAVIO

OYAN KAI

Orientador:

Prof. Dr. TOSHI-ICHI TACHIBANA

Dissertação apresentada à Escola
Politécnica da Universidade de São
Paulo para a obtenção do título de
Mestrado em Engenharia.

São Paulo

1997

ÍNDICE

RESUMO (SUMMARY)

AGRADECIMENTOS

1	1 - INTRODUÇÃO.....
1	1.1 - PROPOSTA.....
1	1.2 - MORFOLOGIA MATEMÁTICA E PROCESSAMENTO DE IMAGEM.....
2	1.3 - REFERÊNCIA PARA COMPARAÇÃO.....
2	1.4 - CORPO DE PROVA.....
4	2 - MÀQUINAS E PERIFÉRICOS.....
4	2.1 - COMPUTADOR PESSOAL.....
4	2.1.1 - UNIDADE DE PROCESSAMENTO CENTRAL (CPU).....
6	2.1.2 - MEMÓRIA DE ACESSO ALEATÓRIO (RAM).....
6	2.1.3 - COMPRESSÃO DE ARQUIVO.....
6	2.1.4 - MONITORES DE VÍDEO COLORIDOS.....
7	2.1.5 - CIRCUITOS CONTROLADORAS DE VÍDEO.....
7	2.1.6 - DISPOSITIVOS DE ENTRADA.....
8	2.1.7 - DISPOSITIVOS DE SAÍDA.....
9	3 - CONCEITOS BÁSICO DE UMA IMAGEM DIGITAL.....
9	3.1 - PIXEL.....
10	3.2 - PROFUNDIDADE (Depth).....
11	3.3 - CAMADAS (BAND).....
12	4 - <u>TEORIA DAS CORES</u>
13	4.1 - O QUE É COR ?.....
14	4.2 - O MODELO DE CORES RGB.....
15	4.3 - O MODELO DE CORES CMYK.....
17	4.4 - O MODELO DE CORES HSB.....
19	4.5 - O MODELO DE CORES LAB.....
20	4.6 - OS SETUPS DO PHOTOSHOP.....

104	10 - BIBLIOGRAFIA
101	9.3 - APÊNDICE C
91	9.2 - APÊNDICE B
84	9.1 - APÊNDICE A
84	9 - APÊNDICES
83	8 - PROPOSTAS FUTURAS
82	7 - CONCLUSÃO
77	6.6.2.3 - VARIANDO INTENSIDADE DO THRESHOLD
74	6.6.2.2 - VARIANDO INTENSIDADE DO RAIO (RADIUS)
72	6.6.2.1 - VARIANDO INTENSIDADE DA NITIDEZ (AMOUNT)
72	6.6.2 - ANÁLISE DE INTENSIDADE DO FILTRO ACENTUAR
65	6.6.1 - ANÁLISE MICROSCÓPICO DO FILTRO ACENTUAR
60	6.6 - MÉTODO DO FILTRO ACENTUAR
53	6.5 - MÉTODO DA DECOMPOSIÇÃO DA COR
51	6.4 - MÉTODO ESTATÍSTICO
47	6.3 - MÉTODO DA ESCALA DE CINZA
41	6.2 - MÉTODO DE THRESHOLD
39	6.1 - ESCOLHA DOS CORPOS DE PROVA
39	6 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA
33	5.6 - PADRÕES PARA CALIBRAR
31	5.5.2 - ACENTUAR (SHARPENING)
29	5.5.1 - SUAVIZAR (SMOOTHING)
27	5.5 - FILTROS
27	5.4 - CONSTANTE DE BRILHO ÓTIMO (OPTIMAL THRESHOLD)
25	5.3 - HISTOGRAMA
23	5.2 - CONSTANTE DE BRILHO (THRESHOLD)
22	5.1 - ESCALA DE CINZA (GRAYSCALE)
22	5 - METODOLOGIA DE CÁLCULO

RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido para a avaliação da pintura de casco de navio de aço. Para esta pesquisa foram utilizadas chapas de aço pintadas com tintas encontradas no mercado brasileiro e japonesa expostas ao meio atmosférico marinho. Para mensuração do nível de corrosão foi utilizado o método de processamento de imagem. Todos os resultados e a metodologia utilizada poderão ser úteis para serem utilizados para o programa de manutenção de navios.

SUMMARY

This presents a evaluation methodology for ship'hull painted steel plates. For this research Japanese and Brazilian painted exposed to a marine environment. To measure the level of corrosion, a method of image processing was applied. All the results, as well as the methodology for this evaluation, can be used for maintenance of ship.

AGRADECIMENTOS

Agradeço de forma especial ao orientador Prof. Dr. Toshi-ichi Tachibana pelas diretrizes seguras, confiança, paciência, estímulo e dedicação que sempre teve comigo.

À FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo e o CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo suporte financeiro outorgado mediante a concessão de auxílio a implementação do desenvolvimento da pesquisa.

Os agradecimentos especiais à JICA - Japan International Cooperation Agency pelo apoio de todos material e equipamento necessário a realização dos estudos, e também pela vinda do pesquisador Kanji Yamagishi ao Brasil que iniciou a pesquisa.

À IPT - Instituto de Pesquisa Tecnológicas - DITT, pelo auxílio a montagem da pesquisa, bem como na implementação inicial da mesma.

A todos professores, das diferentes disciplinas cursadas, pelo nível dos conhecimento oferecidos, graças aos quais pude conduzir a bom termo esta dissertação.

Portim a todos que de forma direta ou indireta auxiliaram para que esta empreitada fosse alcançada.

pela paciência e compreensão

Jack

A Cyntha e

1 - INTRODUÇÃO

1.1. PROPOSTA

O presente trabalho visa estabelecer uma metodologia para análise da corrosão de casco pintado de navio através do método de processamento de imagem para mensuração do nível de corrosão das chapas de aço pintado.

Os métodos usuais de avaliação de superfície corroídas ou enferrujadas, no campo de análise da corrosão e proteção de metais com camadas de pintura expostas ao meio atmosférico marinho, têm sido por inspeções visuais ou por meio de equipamento elétricos que medem a passagem de corrente elétrica.

O recente desenvolvimento de técnicas de processamento de imagens em computadores de mesa tem permitido a possibilidade de aplicações das novas técnicas de morfologia matemática e de processamento de imagens para diversas áreas da tecnologia, tais como a avaliação de microestrutura com contagem automática dos grãos na metalografia [1], processamento de dados dos satélites [3], e análise das imagens das chapas de raio X na área de medicina [6].

1.2 - MORFOLOGIA MATEMÁTICA E PROCESSAMENTO DE IMAGEM

Uma imagem digitalizada é uma função tal que a escala dos tons de cinzas ou uma imagem colorida sejam representadas por uma matriz onde cada ponto (x,y) é representado por outra matriz com índices (linha, coluna) chamados "pixel". Cada intensidade "pixel" é representado por 1,2,4,8 ou mais bits da memória. Um bit é suficiente para uma operação simples de "preto e branco", e por 256 para diferentes cores, ou 8 bits para os tons de cinza.

A componente colorida usual é codificada por uma sequência envolvendo um mapa de cores. Os valores armazenados são tratados como endereçamento dentro de uma tabela de cores definidos por componentes do vermelho, verde e azul (RGB).

Atualmente há diversas técnicas desenvolvidas para o processamento de imagens, classificadas de acordo com o tipo de problema encontrado.

Na presente análise, as técnicas de digitalização, codificações, realce, restauração e segmentação de imagens deverão ser feitas por aproximação morfológica. Com aplicação do operador morfológico, objeto com formato especial pode ser identificado e extraído. Finalmente, a combinação com a estatística e análise do conjunto pode fornecer dados sobre a imagem armazenada originalmente.

1.3 - REFERÊNCIA PARA COMPARAÇÃO

Para avaliação do nível de corrosão em uma superfície enferrujada é necessário numa primeira etapa estabelecer os valores "calibrados", ou seja, valores padronizados a serem utilizados como referência para comparação. Para tanto foi tomado como base o conjunto de dados apresentado no Nippon Kaiji Kyokai, 1993 Guidance For Classification [5].

1.4 - CORPO DE PROVA

As imagens (fotografias) foram extraídas dos corpos de provas na Base Norte do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo em Ubatuba.

O objetivo principal desse trabalho em desenvolvimento é a comparação entre a performance de primers especiais anticorrosivos brasileiros e japonesas, expostos em meio marítimo, em situações semelhante a condição em que se encontra o convés de um navio.

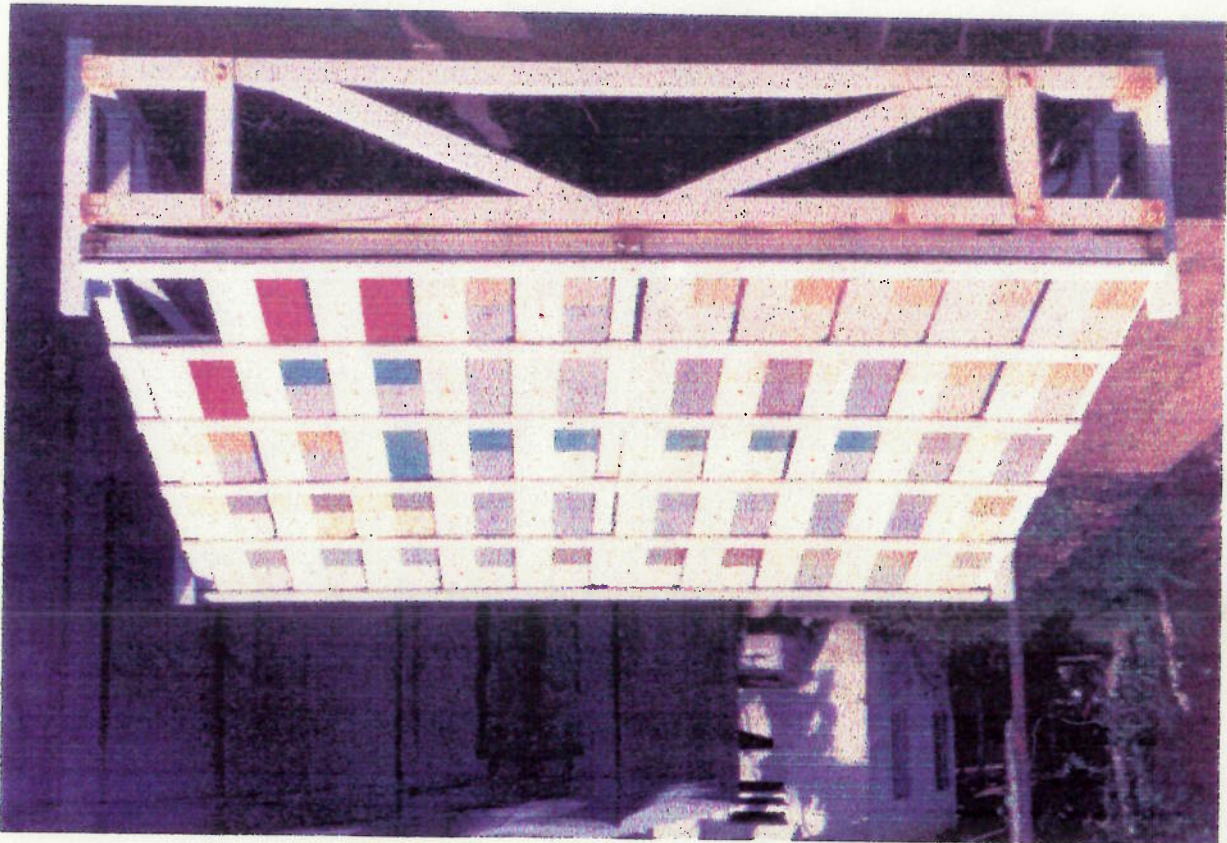
Os corpos de prova são fixados nos estantes para exposição conforme a figura 1.4.1.

Estes corpos de prova antes de serem levados para exposição, eles foram cuidadosamente preparados (preparação da superfície e condições de revestimento) e medidos (rugosidade, espessura do filme úmido e seco... etc) conforme relatório nº 30.960[10], 31.741[11] e 32.679[12] do IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas.

Cada corpo de prova mede 200 x 300 mm e foi dividido em 4 partes, cada um com um número diferente de camadas de tinta e espessuras diferentes. A avaliação está sendo realizada com 75 corpos de provas. Após períodos de exposição de 12 a 18 meses respectivamente, cada corpo de prova foi fotografado e as imagens estão sendo digitalizadas para posterior análise.

O resultado do trabalho pode diminuir o gasto com tratamento de superfície e tintas de manutenção, mas também desonera a mão-de-obra disponível entre os membros da tripulação, uma vez que o trabalho de manutenção do convés é usualmente realizado a bordo durante as viagens e que o número de elementos da tripulação em navios mais modernos está se tornando cada vez mais reduzido.

Figura 1.4.1 - Estante para exposição dos corpos de prova



Um chip Pentium de 200 Mhz é mais rápido do que um de 100 Mhz .
 A velocidade de clock, é medido em megaherts (Mhz , que equivale a um milhão de ciclos de clock).
 de um programa de computador. A velocidade do microprocessador, usualmente chamado de
 A velocidade do microprocessador mede a rapidez com que ele lida com as instruções
 mais sofisticado, ele caracteriza um barramento de dados de 64 bits e é bastante veloz.
 Entre os computadores compatíveis com o PC, o chip Pentium é o mais rápido e o
 cache e outros fatores.

quantidade de dados que o chip pode processar, número de instruções num ciclo, quantidade de
 microprocessador existem varios fatores principais que determinam o desempenho do chip: a
 programa e instruções ao longo de várias vias de dados conectado aos seus circuitos. Em qualquer
 que costuma ser chamado de "Cérebro" do computador. Seu trabalho é processar as etapas de um
 Talvez o componente mais importante do computador seja o microprocessador, o CPU

2.1.1 - UNIDADE DE PROCESSAMENTO CENTRAL (CPU)

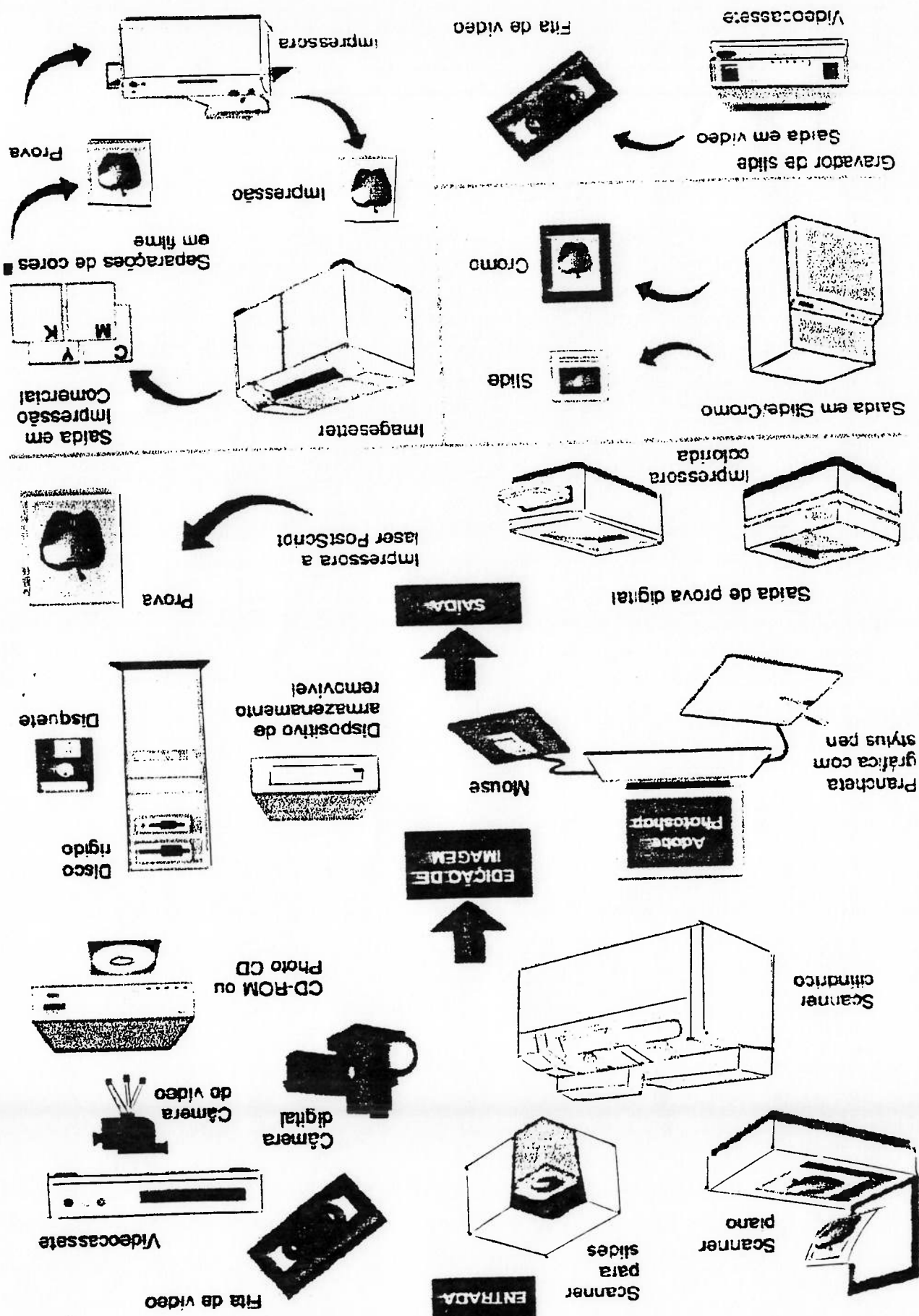
de 1.2 Gigabytes e 128 MB de RAM.
 No presente trabalho foi usado computador Pentium de 200 Mhz , com 2 discos rígidos
 80386 com 8MB de RAM e no mínimo 20 MB de espaço livre no disco rígido.
 No PC, os requisitos mínimos de sistema para rodar Photoshop são: uma máquina
 capacidade do computador.
 De um modo significativo, o desempenho do "Photoshop" depende da velocidade e da

2.1 - COMPUTADOR PESSOAL

entrada e saída do processo de digitalização da imagem.
 usada para fazer as chapas do processo de impressão. A figura 2.1 ilustra os vários dispositivos de
 para uma impressora monocromática ou colorida, ou para uma "imagesetter" para saída em filme,
 suas cores corrigidas. Após a edição, ela pode então ser passada para um "slide", para um vídeo,
 introduzida a imagem no computador, ela pode ser retocada, recortada, ondulada, distorcida ou ter
 de vídeo ou digital, de um gravador de vídeo ou de uma imagem de um Photo CD. E uma vez
 A imagem pode ser introduzida no computador por meio de um scanner, de uma câmera

2 - MÁQUINAS E PERIFÉRICOS

Figura 2.1 Tratamento de imagem Photoshop e processo de produção [3]



Quando criam e editam imagens ; a janela para o mundo das cores digitais é o nosso monitor de vídeo. O tamanho da tela do monitor, a resolução e a precisão das cores são todos fatores críticos quando se trabalha com as imagens digitalizadas.

Muitos monitores gráficos têm uma resolução de no mínimo 72 pixels por polegada (ppi). Um "pixel" é o menor elemento visível na tela. A 72 pixels por polegada, a resolução de um monitor de 14 polegadas é 640 x 480 pixels. Muitos monitores de 19 polegadas exibem 1024 x 768

2.1.4 - MONITORES DE VÍDEO COLORIDOS

Quando estiver com falta de espaço de disco rígido ou espaço para arquivamento, um esquema para gerenciar grandes arquivos é salvá-los no formato comprimido. Existem vários tipos de compressão de dados. Alguns métodos de compressão resultam em perda de dados; outros comprimem sem prejudicar a qualidade da imagem.

No presente trabalho foi usado formato de compressão JPEG (arquivos .JPG).

2.1.3 - COMPRESSÃO DE ARQUIVO

Grande parte da velocidade do Photoshop baseia-se na quantidade de trabalho que ele pode realizar diretamente na RAM (memória de acesso aleatório) do computador. A RAM é a área de memória que o computador usa quando estamos trabalhando com um arquivo, antes de armazenar os dados no disco rígido ou num disquete. Uma vez que o arquivo tenha sido salvo, quando ele for recarregado na memória, o Photoshop colocará na memória RAM o máximo que ele puder do arquivo.

Quando não tem memória RAM em quantidade suficiente para as operações do Photoshop, ele vai no disco rígido e apossa-se da maior quantidade possível de espaço livre para executar suas tarefas. A memória acessada do disco rígido quando a RAM é insuficiente é chamada de memória virtual. As operações executadas totalmente em RAM são sempre mais rápidas do que aquelas que usam a memória virtual. O computador pode interagir mais rapidamente com os dados quando os acessa dos chips eletrônicos do que quando os acessa do disco rígido, que é mecânico.

Como regra prática, para estimar os requisitos de RAM, a ADOBE (Photoshop) sugere ter de três a quatro vezes o seu tamanho de arquivo disponível em RAM ou no disco rígido. O tamanho dos arquivos neste trabalho são pequenos (406 KB), a memória do computador foi dimensionado considerando processamento múltiplo imagem.

2.1.2 - MEMÓRIA DE ACESSO ALEATORIO (RAM)

Os dispositivos de entrada (input devices) digitalizam imagens para que elas possam ser editadas e ter suas cores corrigidas. Esses dispositivos incluem scanners, Photo Cds, Câmaras digitais e câmaras de vídeo.

Os scanners são usados principalmente para digitalizar fotografias, artes e slides. No presente trabalho usou um scanner plano da ARTEC, View Station A 6000C Plus. Ele tem uma alta resolução de até 300 resolução ótica e usa sistema em cores de 24 bits (16,7 milhões de cores). Em muitos aspectos, um scanner plano assemelha-se a uma máquina copiadora. A fotografia é colocada sob a tampa do scanner e assim começa o processo de reprodução digital.

2.1.6 - DISPOSITIVOS DE ENTRADA

O circuito controladora de vídeo, uma das placas de circuito que encontramos dentro de um computador , controla o número de cores que o monitor mostra e geralmente controla a rapidez com que o monitor redesenha as imagens na tela.

Para visualizar na tela as imagens digitalizadas de fotografias coloridas e vê-las da maneira mais realística possível, milhões de cores são necessários. A razão para a necessidade de tantas cores é simples: o olho humano pode discernir milhões de cores . Para ver os milhões de cores, é necessária uma placa adaptadora de vídeo de 24 bits.

Um sistema em cores de 24 bits divide os 24 bits em 8 bits para os valores de vermelho , 8 bits para os valores de verde e 8 bits para os valores de azul . Isso resulta em 256 possibilidades de vermelho, verde e azul, o computador pode criar mais de 16,7 milhões de cores (8 bits=2x2x2x2x2x2x2=256) valores para cada cor. Formando combinações de todos os valores possíveis de vermelho, verde e azul, o computador pode criar mais de 16,7 milhões de cores (256x256x256 = 16777216) .

2.1.5 - CIRCUITO CONTROLADORAS DE VIDEO

Um bom monitor não deve cintilar. A maioria dos monitores de alta qualidade restaura a tela com rapidez suficiente para que a cintilação não seja um problema. A taxa de escaneamento vertical (a taxa de renovação) em monitores de 14 polegadas é em torno de 72 Hz . Isso significa que a tela é escaneada de cima abaixo 72 vezes por segundo.

A intensidade de pontos nos monitores também é um fator que rege a qualidade da imagem . A intensidade de pontos (dot pitch) é a distância entre os elementos de fósforo vermelho, azul e verde. Quanto menor a densidade, mais definido é o monitor.

O monitor usado neste trabalho é de 15" Multi Scan Color Monitor) c resolução de 1024x768.

Um dos principais fatores que determinam a qualidade da imagem escaneada é a gama dinâmica (dynamic range). A gama dinâmica de um scanner mede sua capacidade para capturar graduações desde as partes mais claras até as partes mais escuras de uma imagem. Quanto maior for a gama dinâmica de um scanner, mais nítida será variação de cores da imagem.

2.1.7 - DISPOSITIVOS DE SAÍDA

Dentre os dispositivos de saída (output devices) podem citar as impressoras [ato de tinta (inkjet), impressoras térmicas de cera (thermal wax), impressoras de sublimação de pigmentos (dye-sublimation) , impressoras a laser coloridas e imagesetters. As impressoras inkjet (usado neste trabalho) constituem a maneira mais barata de saída em cores. Essas impressoras criam cores pulverizando tinta proveniente de cartuchos, por meio de um processo chamado composição. O processo de composição utilizado tipicamente padrões de pontos de tinta nas cores ciano, magenta , amarelo e frequentemente preto (CMYK) para criar ilusão de milhões de cores. Neste trabalho usou EPSON, STYLUS COLOR II, ele apresenta uma resolução de até 720 dpi.

3 - CONCEITOS BÁSICO DE UMA IMAGEM DIGITAL

3.1 - PIXEL

Cada imagem digital é constituído por uma grade de minúsculos quadrados chamados pixels. Quando altera a cor de uma imagem, está mudando pixels. Um pixel é o menor ponto ou elemento de figura na tela. A palavra pixel foi criada a partir de duas outras, "picture" e "element" (figura e elemento). Em uma imagem com uma resolução de 72 pixels por polegada, há 5184 pixels em cada polegada quadrada da imagem. Geralmente , quanto mais pixel há por polegada quadrada, mais definida é a imagem e mais suave a mistura entre as cores [2]. Na figura 3.1 mostra claramente os efeitos de números de pixels nas imagens .



Figura 3.1 - Exemplo dos efeitos do número de pixels em uma imagem Grayscale

3.2 - PROFUNDIDADE (Depth)

O número de bits usado para guardar informações do brilho define o "Depth" de uma imagem (fig. 3.2) . Como normalmente os computadores guardam suas informações em bytes (8 bits), este produz uma capacidade para representar 256 brilhos ou grey levels (níveis de cinzas). Os 256 tons de cinzas está além das percepções do olho humano. Uma imagem monocromática , o olho humano só consegue distinguir de 100 níveis. Em imagens coloridas normalmente usam 3 bytes por pixel, 8 bits para vermelho, verde e azul [2].



Figura 3.2 - Efeito do número de bits de uma imagem

Tabela 3.1 - Tabela do comprimento de onda da Landsat-D

Número da	banda	Comprimento da	onda (µm)
1		.45-.52	
2		.52-.60	
3		.63-.69	
4		.76-.90	
5		1.55-1.75	
6		10.40-12.50	
7		2.08-2.35	

Figura 3.4 - Imagem de três bandas

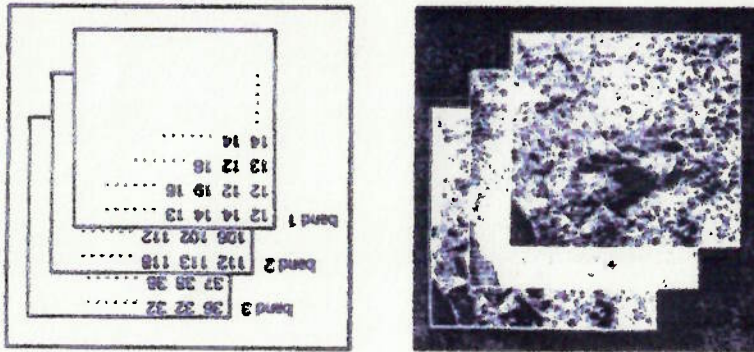


Figura 3.3 - 3 camadas de cores



Uma vista pode ter várias imagens associado a ele, por exemplo: cor (fig.3.3 [1]), podemos ter imagens com 3 camadas de cores: vermelho, verde e azul, ou multi-espectral (fig. 3.4 [1]). Em instrumentos de multi-espectral usados no avião e satélite, normalmente tem 3 a 11 imagens . Podemos citar exemplo de Landsat-D [3], ele é o quarto satélite experimental da série Landsat colocado na órbita da terra. O sensor dele é capaz de dividir 8 camadas de espectro. A tabela 3.1 mostra a faixa de comprimento de onda para cada camada desse satélite.

3.3 - CAMADAS (BAND)

4 - TEORIA DAS CORES

A cor evoca um estado de espírito: ela cria contraste e destaca a beleza de uma imagem. Ela pode tornar vibrante uma cena melancólica, e uma imagem esmaecida imediatamente pode adquirir vida.

Para o artista gráfico, fotógrafo, pintor ou produtor de vídeo, a criação da cor perfeita é essencial. Quando as cores não estão corretas, o conceito não está completo, a imagem pode não conseguir transmitir a informação, e a experiência artística pode ser perdida. Rico que deve irradiar de uma floresta for muito amarelado e fraco, o esplendor da natureza deixa de ser retratado e a aparência "sadia" da paisagem é perdida.

A produção das cores certas requer um conhecimento da teoria de cores. Uma vez que entenda os fundamentos básicos dessa teoria, entenderá o processo de adicionar e subtrair cores quando estiver fazendo correção de cores.

Para escolher com sucesso as cores certas, é preciso primeiro entender os modelos de cores. Os modelos de cores foram criados para proporcionar uma maneira de traduzir cores em dados numéricos para que possam ser descritos de maneira consistente em vários meios. Por exemplo, quando dizemos que uma cor é "azul - esverdeada", estamos dando margem à interpretação baseada principalmente na percepção pessoal. Por outro lado, atribuindo-se valores específicos aquela cor em um modelo de cores - no modelo CMYK, seria 100% ciano, 3% magenta, 30% amarelo e 15% preto, torna-se possível reproduzir aquela cor da mesma maneira, repetidas vezes no mesmo dispositivo de saída sobre as mesmas condições.

A medida que for utilizando as características de cores do Photoshop, estará trabalhando com vários modelos de cores diferentes: RGB, CMYK, HSB e LAB. Os modelos de cores RGB e CMYK são as cores do seu monitor e as cores da página impressa. O monitor cria cores emitindo raios de luz nas cores vermelho, verde e azul; ele usa o modelo de cores RGB (red/green/blue).

Para reproduzir o efeito de tom contínuo das fotografias em cores, a tecnologia de impressão utiliza uma combinação de tintas ciano, magenta, amarelo e preto que refletem e absorvem vários comprimentos de onda de luz. As cores criadas pela impressão composta dessas 4 cores fazem parte do modelo de cores CMYK (ciano/ magenta/ amarelo/ preto). O modelo de cores HSB (matiz/saturação/brilho) fornece uma maneira intuitiva de transmitir as cores da natureza para as cores que o seu computador cria, pois esse modelo é baseado na maneira como os seres humanos percebem as cores.

4.1 - O QUE É COR ?

A cor existe por causa de três entidades: a luz, o objeto que está sendo visto e o observador. Os físicos já provaram que a luz branca é composta por comprimentos de onda de vermelho, verde, e de azul. O olho humano percebe as cores como vários comprimentos de onda de vermelho, de verde e de azul que são absorvidos ou refletidos pelo objeto. Por exemplo, em um piquenique num dia ensolarado e uma maçã vermelha. A luz do sol atinge a maçã e o comprimento de onda de vermelho da luz é refletido da maçã para os olhos do observador. Os comprimentos de onda de azul e verde são absorvidos pela maçã. Sensores dos olhos reagem à luz refletida, mandando uma mensagem que é interpretada pelo cérebro como cor vermelha.

A percepção da cor vermelha depende da maçã da luz e o observador. Uma maçã absorverá mais verde e azul do que outra, e assim a cor parecerá mais avermelhada. Se alguma nuvem encobrir o sol, o vermelho da maçã parecerá mais escuro. A interpretação da maçã também será afetado pela própria psicologia do observador, pela experiência em consumir esse fruto ou pelo fato de ainda não ter comido nada naquele dia.

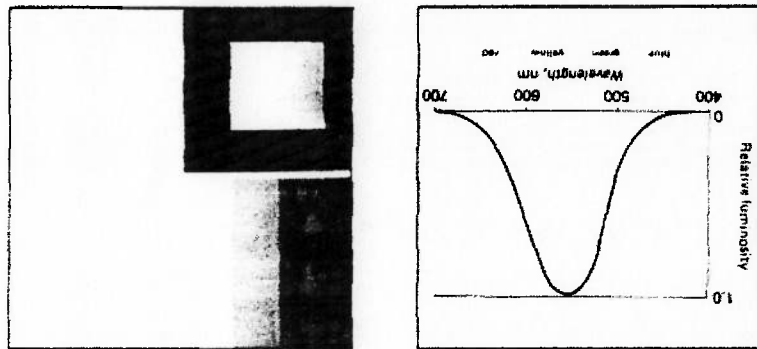


Fig. 4.1.1 - Percepção humana do brilho

Os comprimentos de onda de vermelho, de verde e de azul (fig. 4.1 - [1]) que lhe permitem ver a maçã são a base para todas as cores da natureza. É por isso que as cores vermelho, verde e azul são chamadas frequentemente de cores primárias da luz. Todas as cores de espectro são criadas por diferentes intensidade desses comprimentos de onda de luz. A figura 4.2 é um exemplo simples de como diferentes cores podem ser variadas com os comprimentos de onda primários de vermelho, de verde e de azul. Quando as 3 cores primárias se sobrepõe, elas criam as cores secundárias: ciano, magenta e amarelo. As cores primária e secundária são complementos uma da outra. As cores complementares são as cores que mais diferem uma da outra. Na fig. 4.2 a seguir, podemos ver que o amarelo é formado pelo vermelho e o verde. O azul é a cor primária que falta; Por tanto, azul e amarelo são complementos. O complemento do verde é o magenta e o complemento do vermelho é o ciano. Isso explica porque existem outras cores além do vermelho, verde e azul. Em um girassol, o amarelo é visto, porque os comprimentos de onda da luz vermelha e verde são refletidos de volta enquanto o azul é absorvido pela planta.

O sistema usado para a criação de cores nos monitores baseia-se nas mesmas propriedades fundamentais da luz que ocorre na natureza: as cores podem ser criadas a partir do vermelho, verde e azul. Essa é a base do modelo de cores RGB.

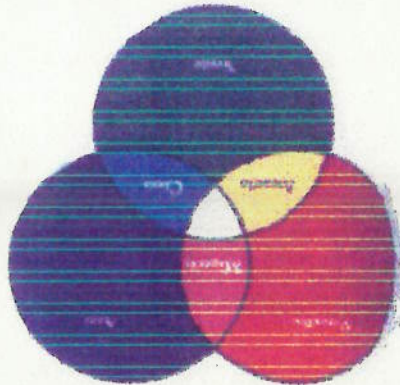
O monitor colorido cria cores emitindo três raios de luz com diferentes intensidade nomeando o material fosforescente vermelho, verde e azul que reveste a parte interna da tela do monitor. Quando a cor vermelha aparece no monitor, é porque o monitor ativou o feixe vermelho, que excita os fósforos vermelhos, ascendendo um pixel vermelho na tela. Por tanto ver uma imagem escaneada de uma maçã na tela é diferente de ver a própria maçã sob o computador. Mas ao apagar as luzes da sala, não verá mais a maçã vermelha sob o computador mas continuará vendo a maçã escaneada, pois a luz está sendo emitida pela tela do monitor.

No modelo de cores RGB, as cores dos pixels podem ser mudadas combinando-se vários valores de vermelho, verde e de azul. Cada uma dessas três cores primárias tem um intervalo de valores de 0 a 255. Quando se combinam os 256 possíveis valores de vermelho, 256 valores de

4.2 - O MODELO DE CORES RGB

A figura 4.2 também mostra que todas as cores primárias se combinam para criar branco. Quando comprimentos de onda de luz são somados, temos cores mais claras. É por isso que as cores primárias frequentemente são chamada cores aditivas. Juntando todas as cores da luz, obtemos a luz mais brilhante: a luz branca. Assim, quando um pedaço de papel é branco todos os comprimentos de onda vermelho, de verde e de azul da luz estão sendo refletidos para os olhos. Quando um objeto é preto, todos os comprimentos de onda de vermelho de verde e de azul da luz estão sendo completamente absorvidos pelo objeto; nenhuma luz é refletida para os olhos.

Figura 4.1.2 - As cores primárias (aditivas) e seus componentes. Quando as três cores primárias são misturadas, elas criam o branco.



O modelo de cores CMYK baseia-se não na adição de luz, mas sim, na sua subtração. No modelo RGB, as cores eram criadas somando-se luz; o monitor (ou a televisão) é uma fonte de luz que pode criar cores. Mas uma página impressa não emite luz; ela absorve e reflete luz. Então quando quiser transportar as cores do monitor para o papel, terá de usar outro modelo, o CMYK. O modelo de cores CMYK é a base do processo de impressão em quatro cores, que é usado principalmente para imprimir imagens de tons contínuos (como as fotografias digitalizadas) em uma impressora. No processo de impressão em quatro cores , as cores são reproduzidas em uma impressora usando-se quatro chapas de impressão diferentes : C (ciano) , M (magenta) , Y (amarelo) e K (preto - o preto é representado pela K porque o B significa azul).

Como uma página impressa não pode emitir luz, uma impressora não pode usar as cores RGB para imprimir; em vez disso, ela utiliza tintas que possuem absorver comprimentos de onda de luz específicos e refletir os outros comprimentos de onda. Combinando tintas de cor ciano, magenta e amarelo, uma impressora comercial pode reproduzir uma parte significativa do espectro visível de cores. Na teoria , 100% ciano, 100% magenta e 100% amarelo devem combinar para reproduzir o preto. No entanto , por causa da impureza das tintas, a mistura das cores ciano, ao magenta e ao amarelo produz um marrom turvo em vez do preto. Portanto, as impressoras geralmente acrescentam o preto ao ciano , ao magenta e ao amarelo para produzir as partes mais escuras e cinzas das imagens. A figura 4.3.1 mostra as cores subtrativas sobrepondo-se para criar um marrom turvo. Observe que cada duas cores subtrativas criam um cor primária (numa situação ideal).

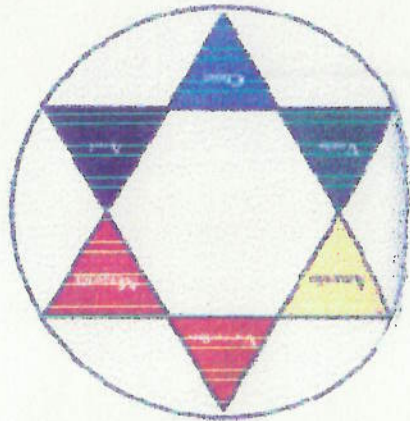
4.3 - O MODELO DE CORES CMYK

Imagens digitalizadas cristalinhas em um monitor equipado com cores de 24 bits. parte visível das cores da natureza . Contudo , 16,7 milhões de cores é suficiente pra reproduzir pode parecer uma quantidade imensa de cores , mas lembre-se de que elas constituem apenas a verde e 256 valores de azul, o número total de cores possíveis é de 16.777.216 (256x256x256) . Isso

cria-la.

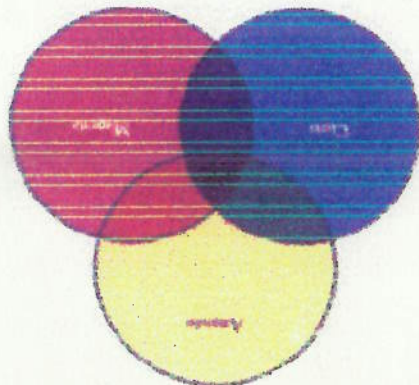
Em um disco de cores, as cores ficam dispostas em um círculo para mostrar a reação entre elas. As cores primárias são posicionadas ao redor do círculo equidistantes umas das outras. Cada cor secundária está situada entre duas cores primárias. Nesse arranjo, cada cor está no lado diretamente oposto do seu complemento e está situado entre as duas cores que são usadas para

Figura 4.3.2 - Cada cor no disco de cores está oposta ao seu complemento e entre as duas cores que a criam.



O uso das porcentagens CMYK pode ser confuso, mas ele ajuda a entender que pode produzir as cores primárias utilizando porcentagens CMYK. Quando entender como produzir o vermelho, o verde e o azul a partir dos valores CMYK, estará mais apto a se orientar ao misturar ou corrigir as cores nesse modelo de cores. Para ajudá-lo a criar essas cores, normalmente usam um disco de cores. O disco de cores mostrado na figura 4.3.2 é uma versão simplificada dos discos de cores que os profissionais usam para ajudar a somar ou subtrair cores.

Figura 4.3.1 - As cores secundárias subtrativas e seus complementos. Quando as três cores secundárias são misturadas, elas criam um marrom turvo.

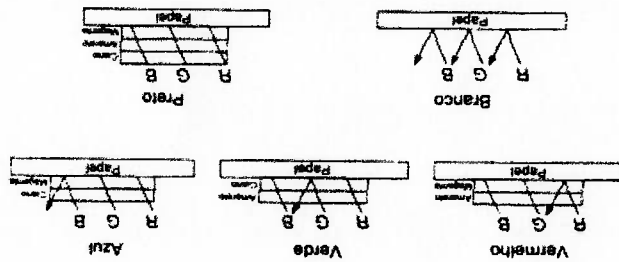


O HSB basea-se na percepção humana das cores e não nos valores RGB do computador ou nas porcentagens de CMYK das impressoras. O olho humano vê cores como componentes de matiz, saturação e brilho (fig. 4.4.1).

Embora os modelos de cores RGB e CMYK sejam essenciais para a computação gráfica e para a impressão, muitos ilustradores e artistas gráficos acham complicados tentar misturar cores usando valores ou porcentagens de outras cores. O uso de um disco de cores ajuda, mas nem o modelo RGB nem o CMYK são muito intuitivos. A mente humana não separa as cores em modelos de vermelho/verde/azul ou ciano/magenta/amarelo/preto. Para tornar mais fáceis essas escolhas, foi criado um terceiro modelo de cores o modelo HSB (matiz / saturação / brilho = Hue / Saturation / Lightness).

4.4 - O MODELO DE CORES HSB

Figura 4.3 - Comprimentos de onda de luz absorvidos e refletidos



Estudando o disco, pode ver que, somando amarelo com magenta, cria o vermelho. Se subtrair amarelo e magenta estará removendo o vermelho. Assim, se quiser tirar vermelho de uma imagem, deve diminuir as porcentagens de amarelo e magenta. Outro ponto há observar sobre o disco de cores é que, quando soma cor a uma imagem, está subtraindo seu complemento. Por exemplo, quando está tornando uma imagem mais vermelha, está diminuindo a porcentagem de ciano (que é o complemento do vermelho, diretamente oposto a ele no disco de cores). No exemplo abaixo mostra como usa o disco de cores para criar o vermelho. Esse exemplo demonstrará como as tintas CMYK absorvem diferentes comprimentos de onda de luz e refletem outro para produzir cores, com mostra a figura 4.3.3.

No livro do RUSSE [2], o brilho (lignhness) também pode ser chamado de intensidade (intensity). O autor usou coordenada espacial para poder transformar o modelo de cor RGB para o modelo de cor HIS (Hue, intensity e Saturation). O RUSSE baseou a fig. 4.4.2 (equivalente fig 4.4.1) e a fig. 4.4.3 (equivalente tabela 4.1) para chegar às fórmulas abaixo.

Tabela 4.1 - Disco de cores

Cor	Valor de Matiz
Vermelho	0 ou 360°
Amarelo	60°
Verde	120°
Ciano	180°
Azul	240°
Magenta	300°

Pense nas matizes como sendo as cores que você pode ver em um disco de cores (tabela 4.1). Em termos técnicos, matiz baseia-se no comprimento de onda da luz refletida de um objeto, ou transmitida através dele. A saturação, geralmente chamada de croma, é a quantidade de cinza em uma cor. Quando mais alta a saturação mais baixo o conteúdo de cinza e mais intensa é a cor. O brilho é uma medida de intensidade de luz em uma cor.

(Matiz, Saturação e Brilho).

Figura 4.4.1 - O modelo de cores Hue, Saturation e Brightness

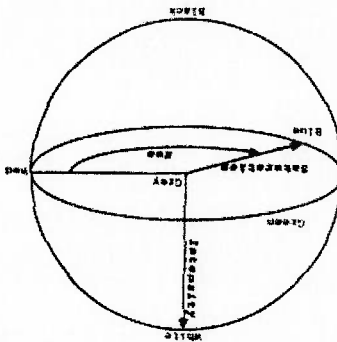


Esse modelo de cores é vital para o Photoshop. Lab é o modelo de cores interno que Photoshop usa para converter de um modo de cor para outro. Quando o Photoshop converte de RGB para CMYK, ele primeiro converte para a cor Lab e depois de Lab para CMYK.

O modelo de cor Lab baseia-se no trabalho da Commission Internationale de l'Éclairage, formada no início do século XX, para realmente padronizar a medida de cores. A comissão idealizou um modelo de cores baseado na maneira como a cor é detectado pelo olho humano. Em 1976, o modelo de cores original foi refinado e chamado de CIE Lab. Ele foi criado para proporcionar cores consistentes, não importando o tipo de monitor ou impressora utilizados; isso se chama cor independente de dispositivo. A cor independente de dispositivo não é afetada pelas características ou peculiaridades de qualquer componentes de hardware.

4.5 - O MODELO DE CORES LAB

Figura 4.4.2 - HIS color

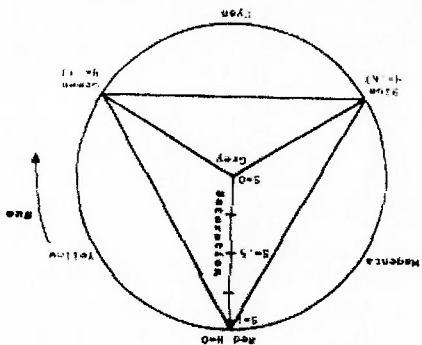


$$S = 1 - [\min(R, G, B) / I]$$

$$I = (R + G + B) / 3$$

$$H = [\pi/2 - \arctan\{(2xR-G-B) / (3x(G-B))\} + \pi; G < B] / 2\pi$$

Figura 4.4.3 - Saturação e Brilho em uma intensidade constante



4.6 - OS SETUPS DO PHOTOSHOP

Durante as conversões, o Photoshop usa primeiro as informações na caixa de diálogo Monitor Setup (File/Preference), para converter internamente de RGB color para Lab color. Assim, se o monitor não estiver adequadamente calibrado, pode estar fazendo uma separação que produzirá cores insatisfatórias na imagem impressa.

A calibração do monitor é definir as opções na caixa de diálogo Monitor Setup do Photoshop. A caixa de diálogo Monitor Setup permite ao Photoshop configurar a tela, dependendo do tipo de monitor que está sendo usado, da iluminação ambiente e do ajuste de gama. A configuração usado neste trabalho está na Figura 4.6.1.

A finalidade da caixa de diálogo Printing Inks Setup é fornecer ao Photoshop as informações sobre a tinta e o papel que a gráfica estará usando. O Photoshop usa essas informações para fazer um ajuste fino na conversão, de modo que as cores CMYK sejam as mais apropriadas para a impressão. Quando muda as configurações na caixa de diálogo, somente a apresentação da imagem CMYK Color será afetada - não a apresentação da imagem RGB Color. A configuração usado neste trabalho está na Figura 4.6.2.

A caixa de diálogo Separation Setup controla a maneira pela qual é criada a chapa preta (black plate) durante o processo de separação de cores. Na maioria dos casos, os valores padrões da caixa de diálogo deverão dar bons resultados. A configuração usado neste trabalho está na Figura 4.6.3.

A Tabelas de Separação (Separation Tables) define as configurações que vai ser usados nas caixas de diálogo Printing Ink Setup e Separation Setup. A configuração usado neste trabalho está na Figura 4.6.4.

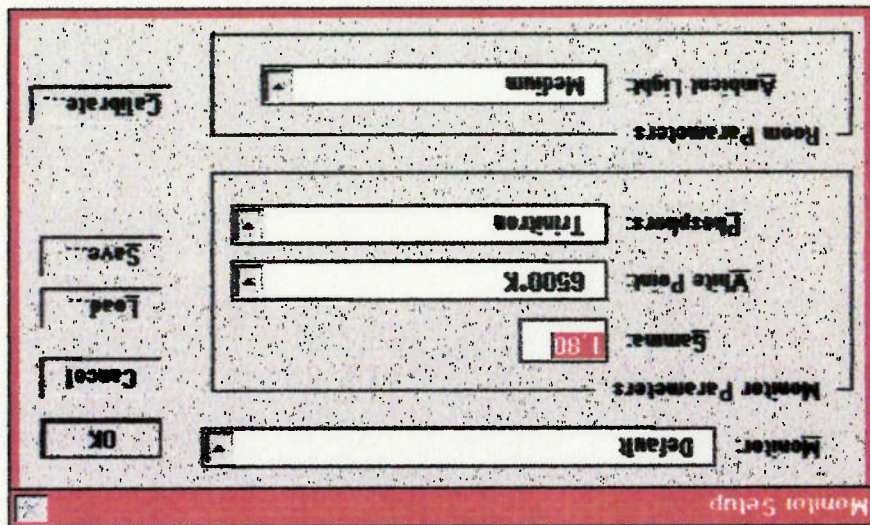


Figura 4.6.1 - Setup do monitor

Figura 4.6.4 - Setup das tabelas de separação

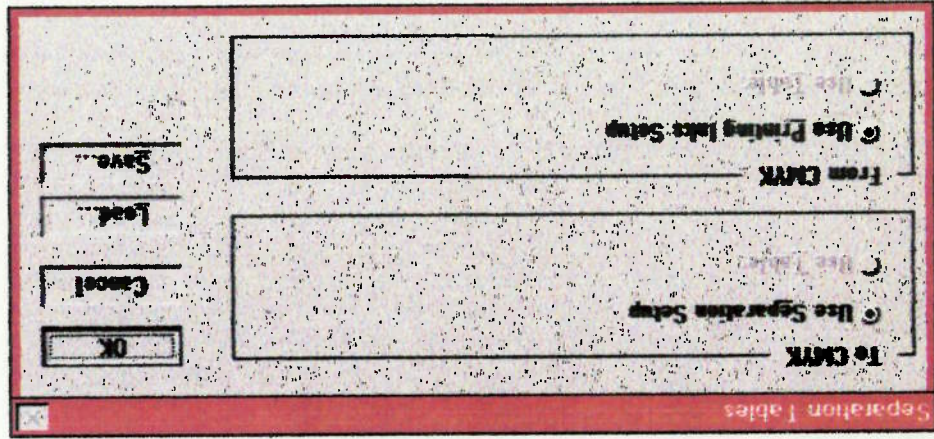


Figura 4.6.3 - Setup de separação de cores

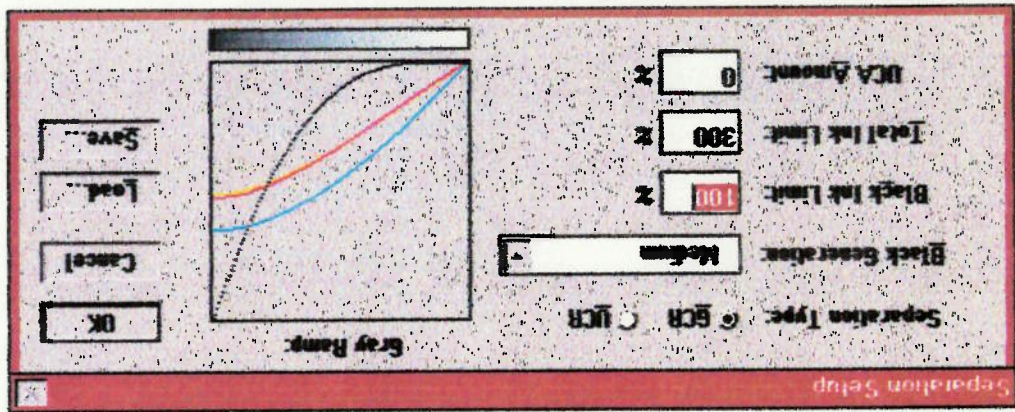
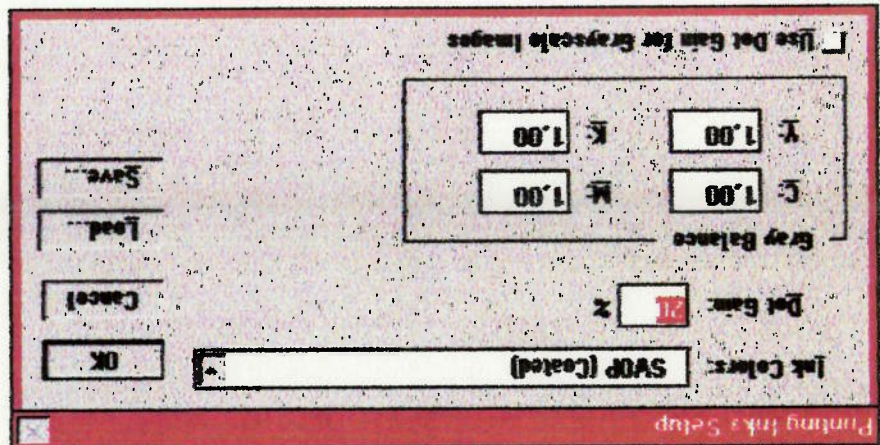


Figura 4.6.2 - Setup da impressora e tintas de impressão



5 - METOLOGIA DE CÁLCULO

5.1 - ESCALA DE CINZA (GRAYSCALE)

No Photoshop se tiver de converter uma imagem digitalizada em cores para escala de cinzas ou preto e branco, precisará primeiro converter o arquivo para o modo Grayscale.

Arquivos em escala de cinzas são imagens em 8 bits que podem ser compostos por até 256 tons de cinza. Quando um arquivo em cores é convertido para escala de cinzas, todas as informações de cores são removidas do arquivo.

A transformação de Grayscale, ela não depende da posição do pixel na imagem [6]. Ela só depende dos valores de cada band (no modo RGB: valor da band R, valor de band G e valor da band B). Na referência [3], o livro descreve o sistema de Tabular Grayscale Adjustment, usado pelo satélite Landsat MSS. O computador gera uma imagem com 256 tons de cinza, através da band 4, 5 e 6 (0-127 níveis de tons) e band 7 (0-63 níveis de tons), usando uma tabela de transformação para estas quatro bandas.

No livro de Hord. [3], mostra um processo chamado Gray-level reversal:

$$G' = 255 - G \quad \text{onde:} \quad G' = \text{Output do Grayscale}$$

$$G = \text{Input do Grayscale}$$

Onde ambos (output e input) variam de 0 a 255 (8 bits). A figura 5.1.1 mostra uma

imagem da Ney York Bight tirado pelo satélite Landsat, e a figura 5.1.2 mostra a mesma imagem com Grayscale reversal.

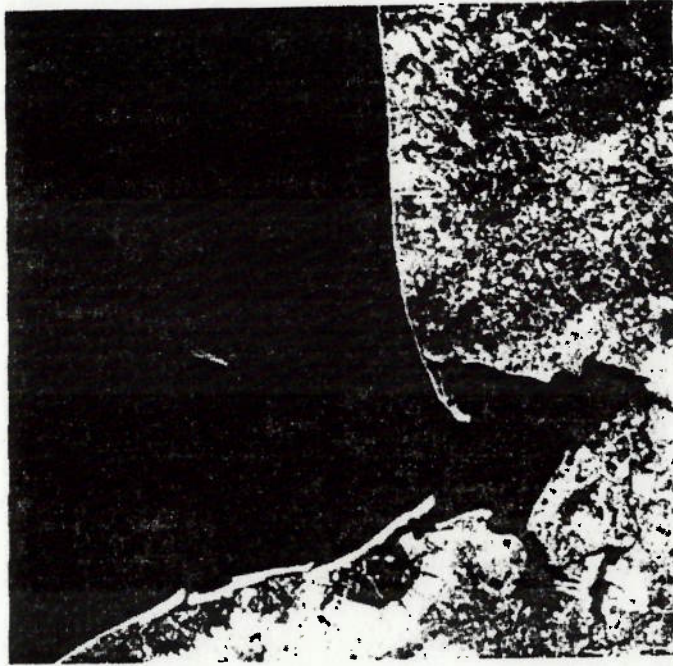


Figura 5.1.1 - Imagem do satélite Landsat

altera o Threshold Level (arrastar para a direita aumenta o valor; arrastar para a esquerda o diminui). Ou pode inserir um valor entre 1 a 255 no campo Threshold Level (o padrão é 128); se o comando

Dar um clique e arrastar no controle deslizante (Δ) da caixa de diálogo Threshold no lado esquerdo do histograma, os valores mais claros são traçados no lado direito. traça o número de pixels para cada nível de tom da imagem. Os valores mais escuros são traçados apresenta graficamente os valores de brilho, ou luminosidade, dos pixels na imagem. O histograma Na caixa de diálogo do Photoshop, pode ver um histograma (figura 5.2.1), que pixels mais escuros do que o Threshold Level são convertidos para o preto.

O comando Image / Map / Threshold (no Photoshop), converte uma imagem colorida ou em escala de cinzas para uma imagem em preto e branco de alto contraste. No comando Threshold permite que selecione um Threshold Level - uma linha divisória entre os pixels pretos e brancos. Todos os pixels mais claros ou iguais ao Threshold Level tornam-se brancos; todos os pixels mais escuros do que o Threshold Level são convertidos para o preto.

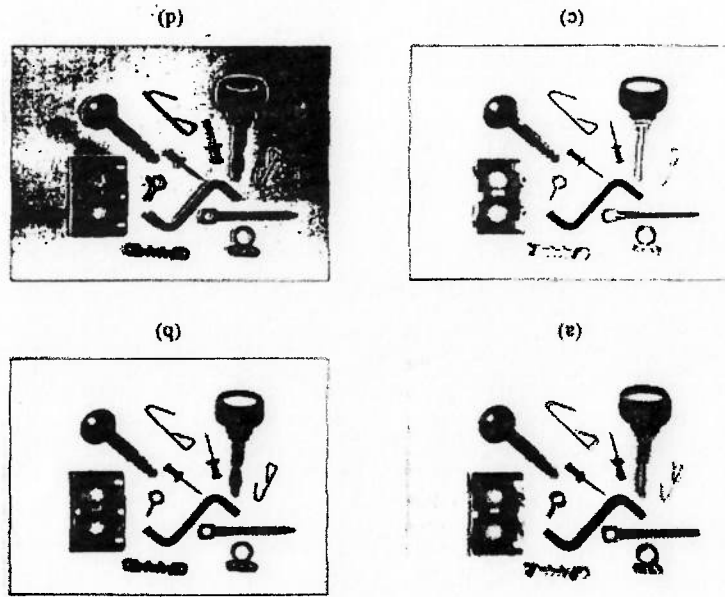
5.2 CONSTANTE DE BRILHO (THRESHOLD)

Quando estiver no modo Grayscale, o tamanho de arquivo será menor do que no modo RGB Color, porque em vez de 24 bits por pixel para criar informações de cores, no Grayscale usa somente 8 bits por pixel. Com isso qualquer processo de cálculo no modo Grayscale é mais rápido do que modo colorido.

Figura 5.1.2 - Imagem com Grayscale reversal.



Figura 5.2.2 - Imagens Threshold



O processo de segmentação de Threshold (Constante de Brilho) normalmente é para identificar objetos ou regiões com a cor de fundo (background). A escolha do valor do Threshold (L) é muito importante, e em alguns casos são difíceis de determinar. Na figura 5.2.2 [6] mostra os erros que podem ocorrer se o valor de Threshold for muito baixo ou muito alto.

$$\begin{aligned}
 G' &= \text{branco se } G \geq L \\
 G' &= \text{preto se } G < L
 \end{aligned}
 \text{ onde } \begin{aligned}
 G &= \text{Input do Grayscale} \\
 G' &= \text{Output do Grayscale} \\
 L &= \text{Threshold Level}
 \end{aligned}$$

A teoria do Threshold é bem simples:

Figura 5.2.1 - Histograma no Photoshop



Threshold for executado no level (nível) 128, todos os pixels com valores maiores que, ou iguais a, 128 se tornarão brancos, e todos os pixels com valores menores que 128 se tornarão pretos.

Quando tem uma imagem em escala de cinzas na tela, cada pixel da imagem pode ter um valor entre 0 (preto) e 255 (branco). Pixels mais escuros têm valores de cinza mais baixos; pixels mais claros têm valores mais altos. Um histograma plota a distribuição dos tons de cinza em uma imagem e fornece uma impressão visual do intervalo de tons de uma imagem. No programa Photoshop, para mostrar um histograma do menu image. Se uma parte das imagens estiver selecionada, o histograma plotará somente a área selecionada.

A caixa de diálogo Histograma (figura 5.3.1) grafa o número de pixels em relação ao intervalo de tons de todos os valores de cinza possíveis em uma imagem. O eixo horizontal (X) representa os valores de cinza possíveis de 0 a 255. O eixo vertical (Y) representa o número de pixels de cada tom/cor. Abaixo do eixo X há uma barra de degrade que mostra os reais níveis de cinza do preto ao branco. Áreas escuras da imagem são gradadas no lado esquerdo do gráfico, os meios-tons no meio e as áreas claras à direita. A altura de cada linha vertical representa o número de pixels para cada tom no eixo X; quanto mais alta a linha, mais pixels daquele nível de cinza existem na imagem.

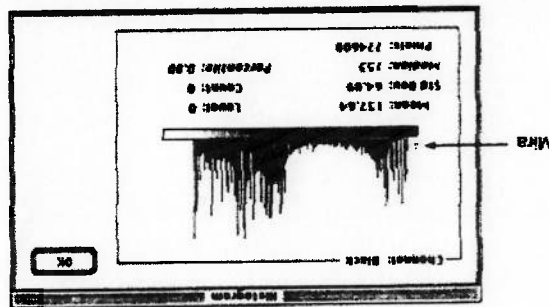


Figura 5.3.1 - Histograma da Imagem

A caixa de diálogo Histograma também mostra as seguintes estatísticas [7] precisas sobre a imagem:

- O valor médio (Mean) representa a média de brilho.

$$Mean = \bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i,j} v(i,j)$$

onde n: número de pixels na imagem

v(i,j): valor do pixel na posição i,j

- O valor do desvio padrão (Standard Deviation) representa a variância dos valores

de brilho na imagem.

$$Std Dev = \sigma = \sqrt{\frac{1}{n} \sum_{i,j} (v(i,j) - \bar{v})^2}$$

(estatística) das cores. Eles serão usados para calcular as áreas de ferrugem e também para avariar porcentagem. No presente trabalho o histograma será um instrumento de medida muito importante. contagem de pixel é 0 (zero). Assim, não há pixels brancos na imagem.

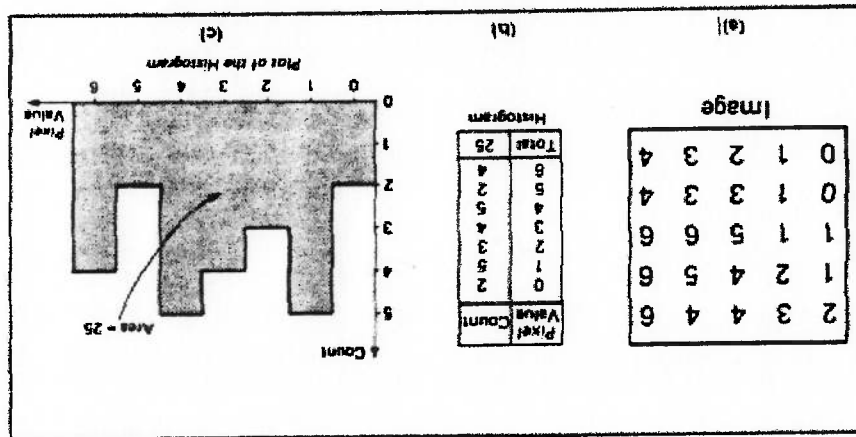
A leitura da "mira" do histograma na figura 5.3.1 mostra que, no nível 255, a 100%.

- Percentile é uma porcentagem baseada na posição da mira no eixo X, de 0% a
- Count representa o número de pixels na localização da "mira" no gráfico.
- nível mais escuro (preto) e 255, o nível mais claro (branco).
- Level representa os níveis de cinza na posição da "mira" no gráfico; 0 (zero) é o

e Percentile mudarão da seguinte forma:

transforma-se em uma "mira". Quando se move a "mira" sobre o histograma, os valores Level, Count No programa Photoshop, quando se move o mouse dentro do gráfico, o ponteiro

Figura 5.3.2 - Histograma de uma dimensão



Na figura 5.3.2 [1] mostra um exemplo do histograma de uma imagem.

- O valor em pixels (Pixels) indica o número total de pixels na imagem ou seleção.

$$\text{Median} = \text{valor correspondente ao } \frac{n+1}{2}$$

imagem.

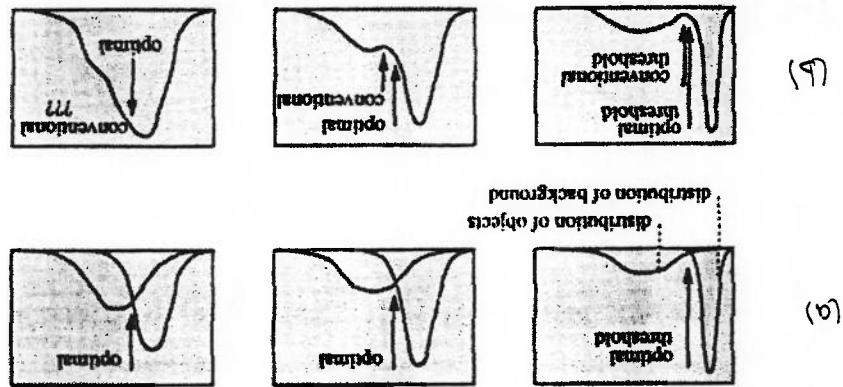
- O valor da mediana (Median) representa o valor de brilho intermediário na

Embora muitos filtros destinem-se a melhorar de modo sutil as imagens escaneadas, outros criarão alterações drásticas, por exemplo, dobrando ou fazendo-as entrar em rotação. Alguns filtros podem selecionar um tom contínuo ou uma imagem pintada e fazê-la parecer como se fosse construída por blocos tridimensionais ou formas piramidais. Muitos filtros criam efeitos comuns, sinistros ou humorísticos. No presente trabalho, esses filtros serão usados para melhorar as bordas da região de ferrugem. Definido bem essas regiões, poderão então calcular a porcentagem da ferrugem numa chapa.

Os filtros podem melhorar uma imagem, encobrir seus defeitos, transformar contornos indefinidos, borrados, em arestas nítidas e claras, ou pode suavizar uma imagem com arestas chanfradas ou ásperas. Os filtros também podem ajudar a remover a poeira e os riscos em imagens digitalizadas. Eles ainda podem ajudar ou eliminar color banding (mudanças abruptas nos valores de cores), e ruído (pixels coloridos aleatoriamente que podem aparecer em uma imagem escaneada).

5.5 FILTROS

figura 5.4.1 - Histograma com níveis de cinza



Na figura 5.4.1 [6] mostra os pontos ótimos de Threshold. Na linha (a) da Figura 5.4.1 mostram os gráficos de distribuição de densidade do objeto e da cor de fundo. E na linha (b) mostra o somatório dos gráficos da linha (a).
 distribuição normal da cor de fundo).

Este método baseia-se na aproximação do histograma de uma imagem usando gráficos de densidades de distribuição do objeto e da cor de fundo (background). O método considera que a escala de cinza (Grayscale) do objeto a ser analisado e a cor de fundo da imagem são gráficos de distribuição normal. E o ponto de Constante de Brilho Ótimo corresponde a probabilidade mínima entre os máximos das distribuições normais (distribuição normal do objeto e

5.4 CONSTANTE DE BRILHO ÓTIMO (OPTIMAL THRESHOLD)

Os efeitos digitais complexos produzidos pelos filtros têm suas raízes na fotografia. Os filtros fotográficos são usados para filtrar luz, para melhorar imagens e para criar efeitos especiais. Mas o filtro fotográfico não pode comparar-se aos filtros digitais em efeitos ou versatilidade. Nos filtros digitais, podem ser aplicados repetidas vezes, até que seja conseguido o efeito correto para a imagem inteira ou dentro das seleções na imagem.

Cada um dos filtros do Photoshop produz um efeito diferente. Alguns funcionam analisando cada pixel da imagem, ou seleção, e transformando-o com a aplicação de algoritmos matemáticos para criar formas aleatórias ou predefinidas. Muitos filtros, no entanto, produzem seus efeitos, por meio de leitura e pixels individuais ou de grupos de pixels para definir áreas que apresentem a maior diferença em cor ou brilho. Uma vez "zerada" uma dessas áreas de transição, o filtro começa a mudar os valores de cores às vezes substituindo a cor de um pixel por aquela do pixel adjacente, às vezes substituindo cores de pixels pelo valor médio das cores dos pixels vizinhos. O resultado, depende do filtro, pode ser um aumento na nitidez da imagem, uma suavização das arestas ásperas ou uma transformação completa. Antes que esses filtros comecem a agir, é apresentada uma caixa de diálogo (input) na qual se pode controlar a magnitude dos efeitos do filtro e frequentemente especificar o raio (alcance) no qual as alterações ocorrerão.

No presente trabalho usará o comando UNSHARP MASK do filtro SHARPEN do Photoshop. Os filtros SHARPEN limpam as imagens criando mais contraste, e são usados frequentemente para melhorar os contornos das imagens scanadas. O filtro UNSHARP MASK (um dos filtros do Sharpen) exagera o realce das arestas de uma imagem. Geralmente é bom aplicá-lo depois da conversão de uma imagem de RGB para CMYK. Esse filtro permite controlar a intensidade de realce quando o aplica.

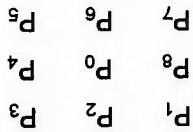
O nome do filtro UNSHARP MASK baseia-se na técnica fotográfica tradicional de mascaramento na qual um negativo e um positivo embaçado de uma imagem são combinados para fazer a imagem se destacar.

Pode-se controlar a intensidade do efeito deste filtro digitando-se um valor de porcentagem de 1 a 500 no campo Amount da Caixa de diálogo UNSHARP MASK (figura 5.5.1). Quanto maior a porcentagem, maior a nitidez. Imagens de resolução mais alta geralmente requererão uma porcentagem mais alta. No campo Radius, pode-se especificar a distância (em pixels) a partir dos contornos de modelação que se quer realçar. Digitando-se um valor baixo para Radius, o realce ocorre mais próximo às arestas da imagem. Quanto maior o valor de Radius, maior a distância de realce que ocorrerá além do contorno da imagem.

Note que este cálculo deve ser feito simultaneamente com todos os pixels na imagem, e que os valores originais de todos os pixels serão usados para este cálculo. O processo acima descrito normalmente não é usado. O processo "Center-weighting" pode ser usado para produzir um "Gaussian Smoothing":

$$P_0' = \frac{1}{8} \sum_{i=0}^8 P_i$$

Com esta notação, a maneira mais simples de tirar a média dos pixels vizinhos para suavizar o ruído de uma imagem é substituir o valor de cada pixel pela média dos valores vizinhos:

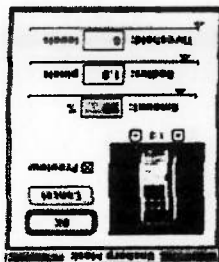


Normalmente o filtro SMOOTHING [2] é usado para eliminar ruídos ou para suavização das arestas ásperas das imagens. O processo SMOOTHING pode ser descrito da seguinte maneira: Numa imagem, cada pixel tem um valor de brilho e ele tem 8 pixels vizinhos. A informação de uma imagem é normalmente mais importante do que a informação individual dos pixels, portanto pode esperar que pixels vizinhos normalmente pode ser uma parte da mesma superfície ou objeto. Neste caso, a média dos vizinhos também devem ser considerados. Considere o pixel central P₀ e os vizinhos de P₁, P₂, ..., P₈ como mostra a matriz abaixo:

5.5.1 - SUAVIZAR (SMOOTHING)

O campo Threshold permite especificar uma comparação entre pixels vizinhos para o realce. Ele permite impedir o realce, a menos que o contraste entre pixels esteja acima do valor Threshold. Por exemplo, se os valores de brilho dos pixels vizinhos diferem de 5, digitar um Threshold de 4 fará com que ocorra o realce. Digite 5 ou mais no campo Threshold, e o Photoshop ignorará os pixels. Assim, o valor de Threshold pode ser usado para evitar realce exagerado na imagem inteira ou na área selecionada. Se mantiver Threshold no nível padrão 0 (zero), o filtro alterará o número máximo possível de pixels. Quanto maior o valor de Threshold, menor o número de pixels que serão afetados.

Figura 5.5.1 - Caixa de diálogo do filtro Unsharp Mask



O processo de smoothing com estas funções de kernels são raramente usados, porque eles fazem perder arestas e contornos das imagens, (exemplo: figura 5.5.1.1), apesar que ele pode eliminar bem os ruídos.

$$\frac{1}{128} \times \begin{pmatrix} 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 1 \\ 2 & 2 & 4 & 7 & 4 & 2 & 2 \\ 2 & 3 & 7 & 12 & 7 & 3 & 2 \\ 2 & 2 & 4 & 7 & 4 & 2 & 2 \\ 1 & 2 & 2 & 3 & 2 & 2 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 2 & 2 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

7x7 Smoothing Kernels:

$$\frac{1}{64} \times \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 3 & 4 & 4 & 4 & 3 \\ 2 & 3 & 4 & 3 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

5x5 Smoothing Kernels:

Outros tamanhos e weights são escritos abaixo (Edwards, 1982):

$$\frac{1}{16} \times \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{pmatrix}$$

Outros fatores "weighting" podem também ser utilizados. De fato, eles fazem com que o valor do pixel original seja mais importante do que os valores dos pixels vizinhos em relação à distância do pixel central (P_0 tem Weighting=4; P_2, P_4, P_6, P_8 têm weighting=2; P_1, P_3, P_5, P_7 têm weighting=1). Chamam a equação acima de "3x3 Kernel of weighting factors", a mesma equação que pode ser descrito como:

$$P'_0 = \left(\frac{1}{16}\right) \times \{1 \times (P_1 + P_3 + P_5 + P_7) + 2 \times (P_2 + P_4 + P_6 + P_8) + 4 \times P_0\}$$

Este operador "Laplacian" apresenta resultado zero numa região uniforme ou região com pouca variação da imagem. Mas dará uma grande variação de resposta, linhas ou pontos (figura 5.5.2.1). No Apêndice-A mostra como os operadores processam.

$$\begin{bmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -2 & +8 & -2 \\ -1 & -1 & -1 \end{bmatrix}$$

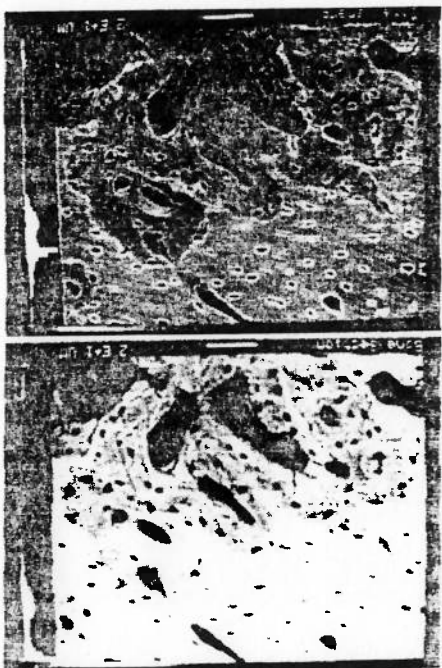
No item anterior, mostrou como se faz smoothing numa imagem usando "3x3 Kernel of multiplying factors". Agora no sharpening apresentará o operador "Laplacian" (Referência [2]) para melhorar os contornos de uma imagem. O operador "Laplacian" tem a seguinte forma:

5.5.2 - ACENTUAR (SHARPENING)

Figura 5.5.1.1 - Comparação entre median filtering e smoothing

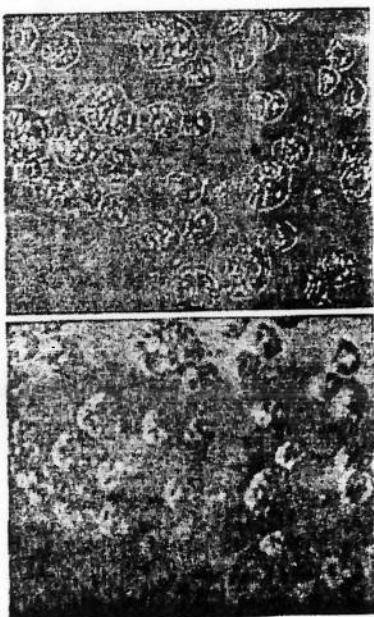


figura 5.5.2.2 - Operação Laplacian



O filtro Sharpening dá uma visão melhor da imagem, porque o sistema visual humano é altamente concentrado nas arestas, nossas retinas seleciona tais descontinuidade para transmitir para o cérebro. Por isso que nos desenhos animados e desenhos de engenharia o objeto normalmente tem linhas pretas para definir os contornos dele. No exemplo abaixo, usa operador "Laplacian" para aumentar o contraste nas arestas e nos dar impressão de nitidez da imagem (figura 5.5.2.2)

figura 5.5.2.1 - Exemplos de Laplacian



Nippon Kaiji Kyokai.
 análise, primeiro usará este método para calcular a própria tabela (figura 5.6.1) usado pelo no da corrosão. Para avaliar se este método pode ou não ser considerado viável para este tipo de corrosão. E estudará um método para que este processo de cálculo seja uma ferramenta de medição Este trabalho, propõe um método computacional que pode calcular o grau de como obter um valor exato, portanto dois inspetores podem julgar valores diferentes.
 inspetor faz uma inspeção visual e faz uma relação com a tabela (figuras.6.1). Os inspetores não tem Caso os inspetores não tenham instrumentos para medir o grau de corrosão, o de navios.

Kaiji Kyokai. A classificadora normalmente tem inspetores que avalia o grau de corrosão do casco A figura 5.6.1 nos dá uma referência do grau da corrosão considerado pelo Nippon Kyokai, 1993 Guidance for classification (figura 5.6.1 [5]).
 comparação. Para tanto foi tomado como base o conjunto de dados apresentado no Nippon Kaiji primeira etapa estabelecer os valores padronizados para serem utilizados como referência ou A avaliação do nível de corrosão em uma superfície enferrujada é necessário numa

5.6 PADRÕES PARA CALIBRAR

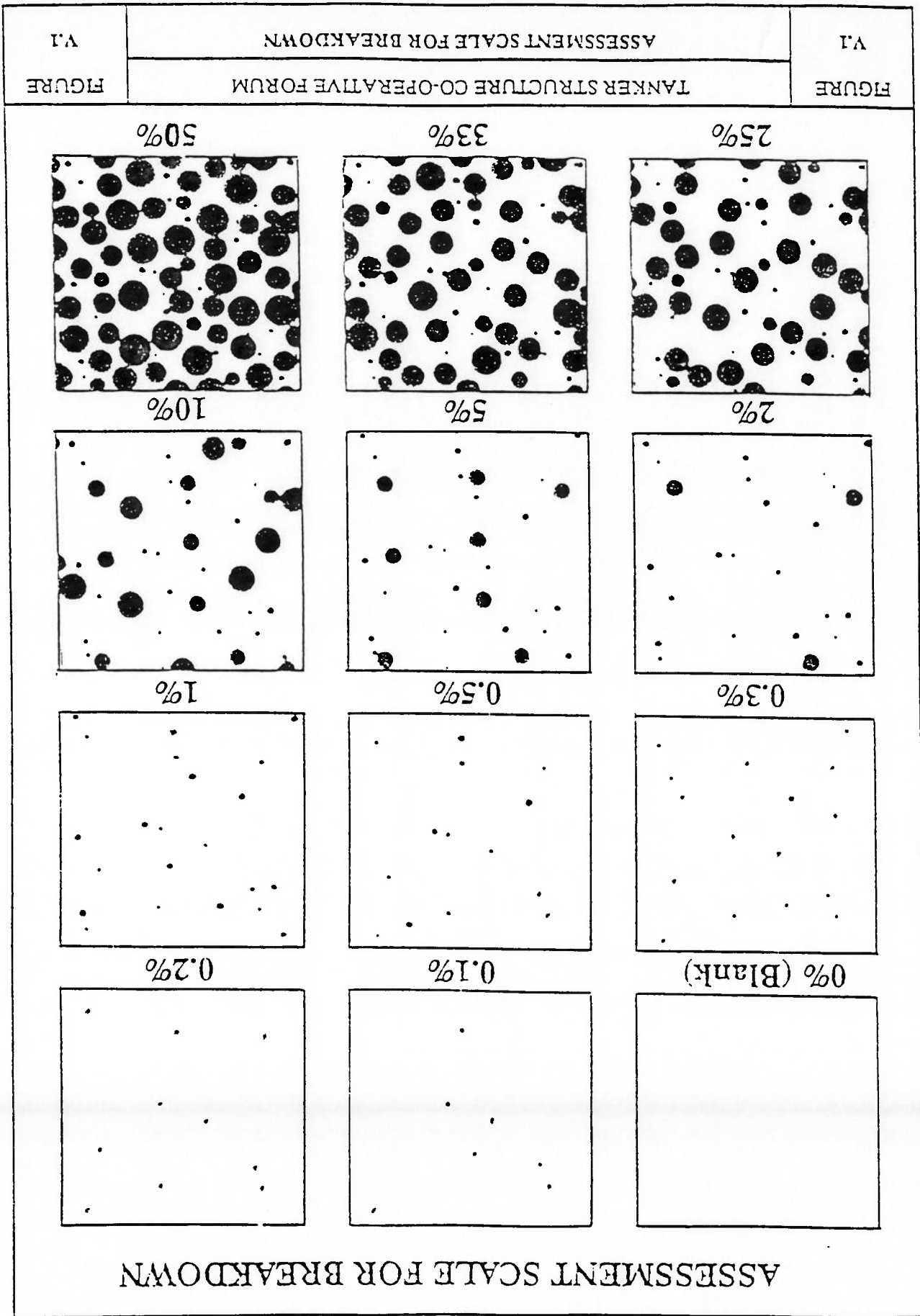
$$\begin{pmatrix} -8 & -5 & -2 & -5 & -8 \\ -5 & +3 & +9 & +3 & -5 \\ -2 & +9 & +33 & +9 & -2 \\ -5 & +3 & +9 & +3 & -5 \\ -8 & -5 & -2 & -5 & -8 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} +1 & -2 & +1 \\ -2 & 5 & -2 \\ +1 & -2 & +1 \end{pmatrix}$$

$$\begin{pmatrix} -1 & -1 & -1 \\ -1 & 9 & -1 \\ -1 & -1 & -1 \end{pmatrix}$$

O tamanho do operador de "Laplacian" assim como smoothing kernels, existem vários tamanhos e weights:

FIG 5.6.1 - Padrão da NK - Nippon Kaigi Kyokai



Para isso, primeiramente digitalizou a figura 5.6.1 usando o programa SCANTOOLS. A sequência do comando são: Scan / Acquire / Pre Scan / Scan.

Como as figuras estão em preto e branco então só basta analisar os histogramas de cada figura no canal preto (channel: Black). No programa Photoshop deve mudar o modo RGB para modo CMYK (Mode / CMYK Color). No modo de cores CMYK pode usar o canal K (Black) para tirar os histogramas das figuras.

As figuras abaixo são histogramas tirados da figura 5.6.1. Eles estão em ordem decrescente da porcentagem de ferrugem (figura 5.6.2=50%, figura 5.6.3=33%,...figura 5.6.13=0%).

A mira de cada histograma desenhado, corresponde aos valores do Level, Count e Percentile. Em cada histograma, a mira foi posicionado dentro do gráfico para obter o valor correspondente a porcentagem da ferrugem (figura 5.6.1). Exemplo: 5.6.10, a mira foi posicionado na região esquerda do histograma para obter 0,30% de área de ferrugem;...

Observando estes gráficos (figura 5.6.2, 5.6.3, ..., 5.6.13) pode concluir que: A tabela usado pelo Nippon Kaiji Kyokai (figura 5.6.1) é simplesmente o cálculo da porcentagem de área corrido sobre a área total. E apesar dos histogramas do Photoshop não fornecer um valor muito exato, mas dá uma aproximação muito boa. Porque a mira sempre cai entre o intervalo do ponto mais escuro e do ponto mais claro.

Os pontos mais escuros são as ferrugens e os pontos mais claros são regiões não enferrujadas. Os meio-tons podem ser falha ou imprecisão do Xerox ou pode ser imperfeições do scanner.

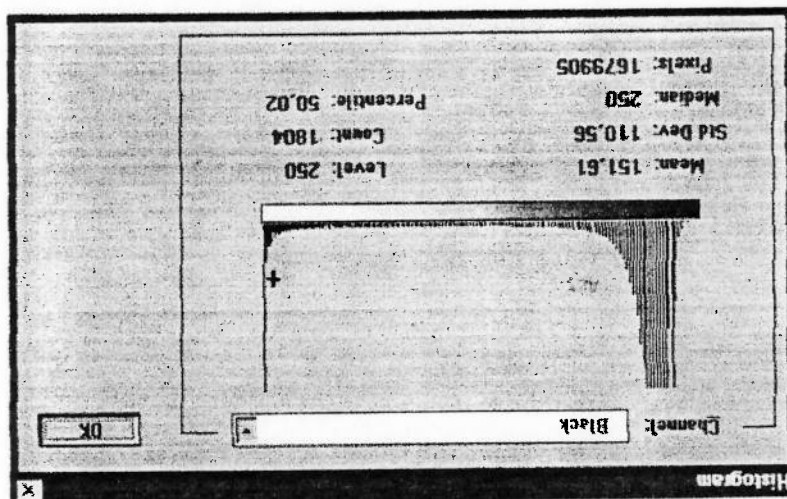


Fig 5.6.2 - Histograma do padrão da NK - 50%

Fig 5.6.5 - Histograma do padrão da NK - 10%

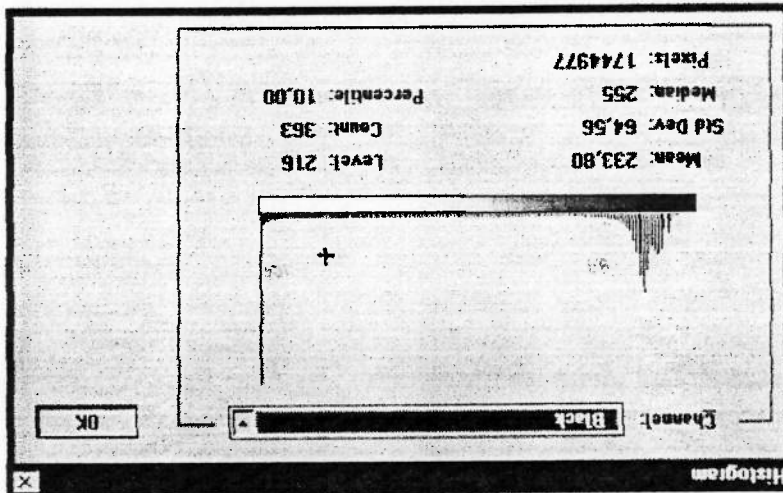


Fig 5.6.4 - Histograma do padrão da NK - 25%

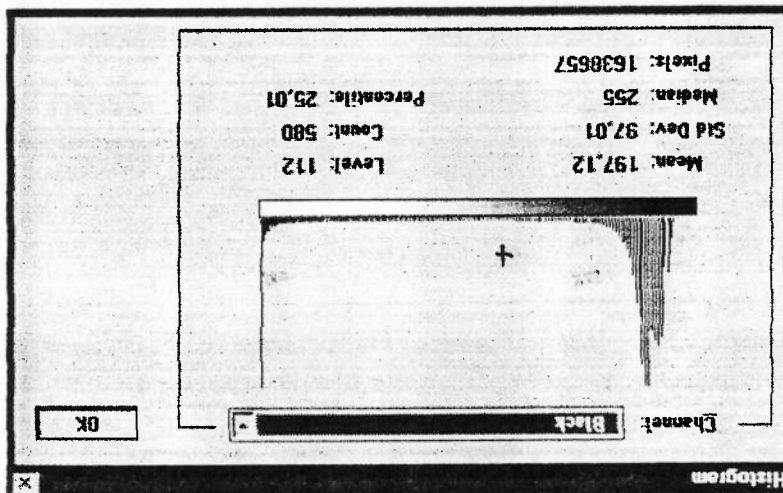


Fig 5.6.3 - Histograma do padrão da NK - 33%

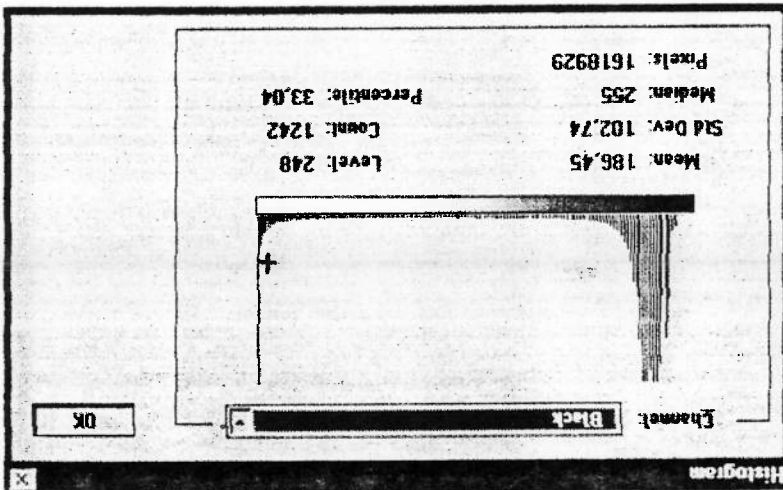


Fig 5.6.8 - Histograma do padrão da NK - 1%

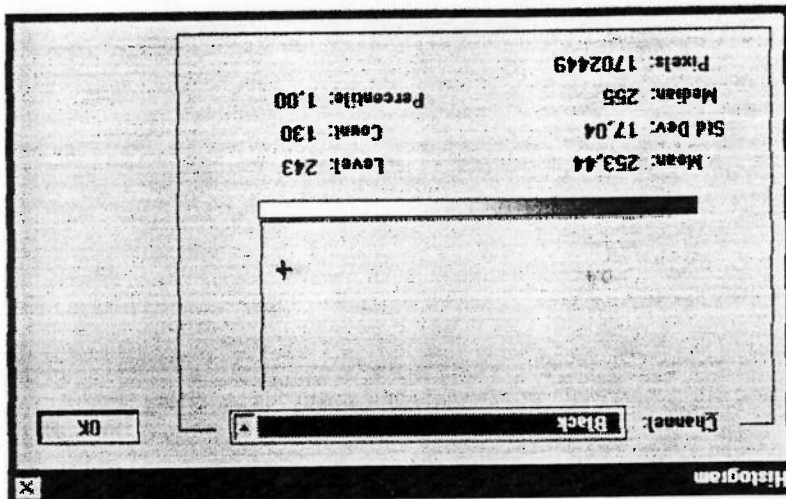


Fig 5.6.7 - Histograma do padrão da NK - 2%

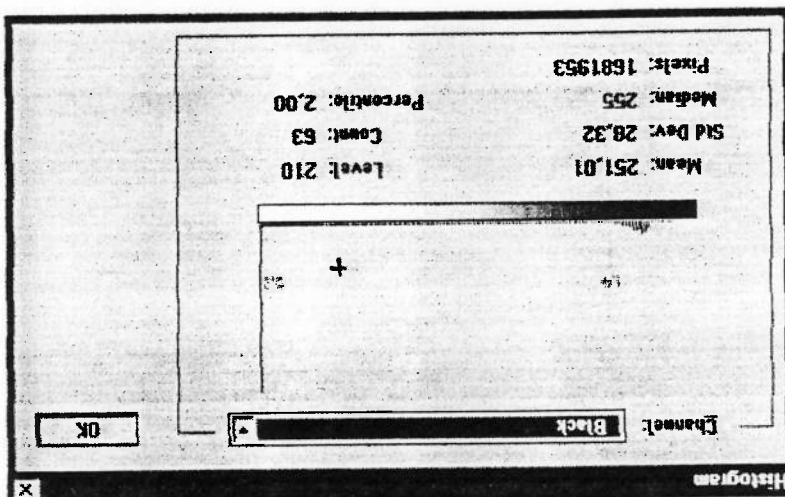


Fig 5.6.6 - Histograma do padrão da NK - 5%

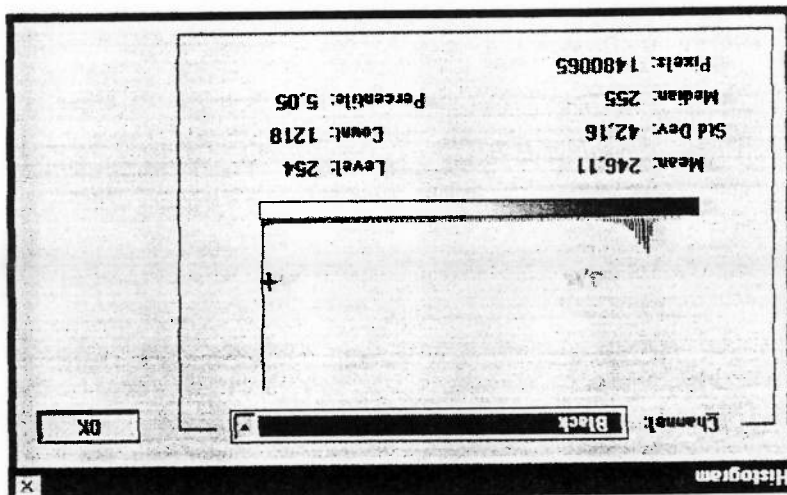


Fig 5.6.11 - Histograma do padrão da NK - 0,2%

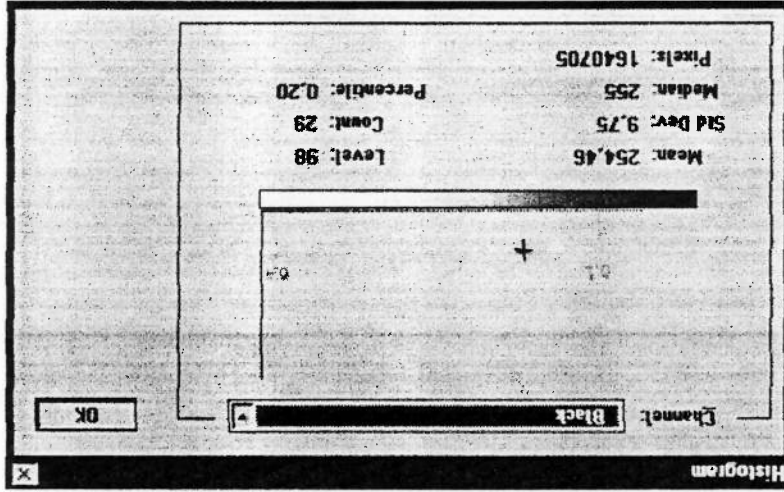


Fig 5.6.10 - Histograma do padrão da NK - 0,3%

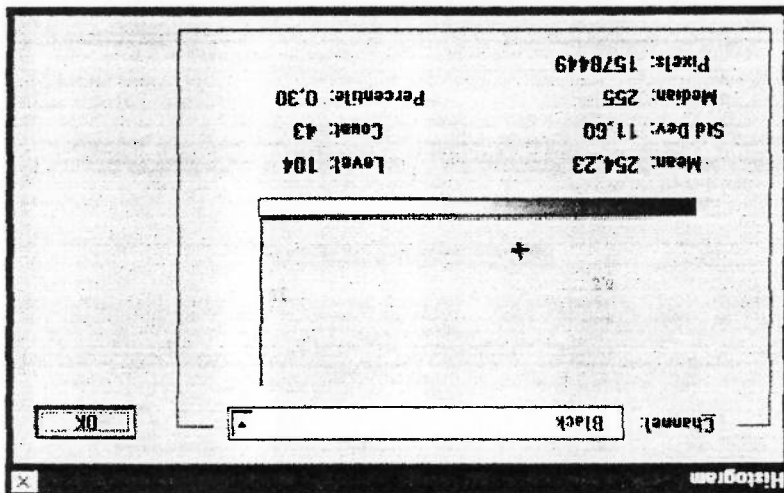


Fig 5.6.9 - Histograma do padrão da NK - 0,5%

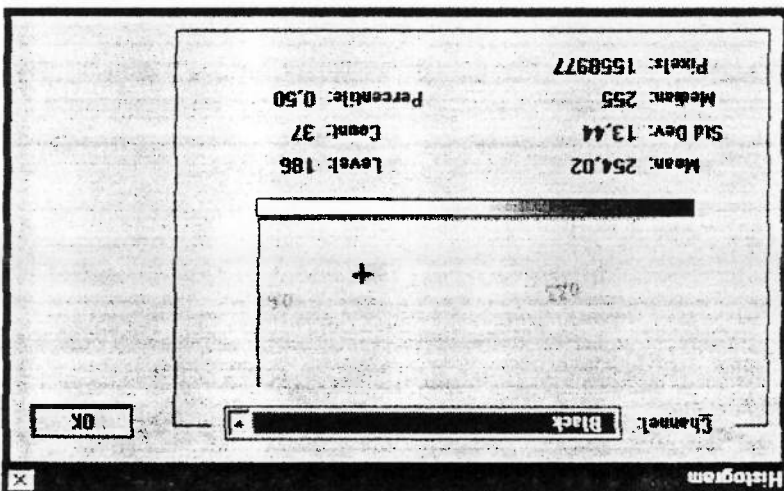


Fig 5.6.13 - Histograma do padrão da NK - 0%

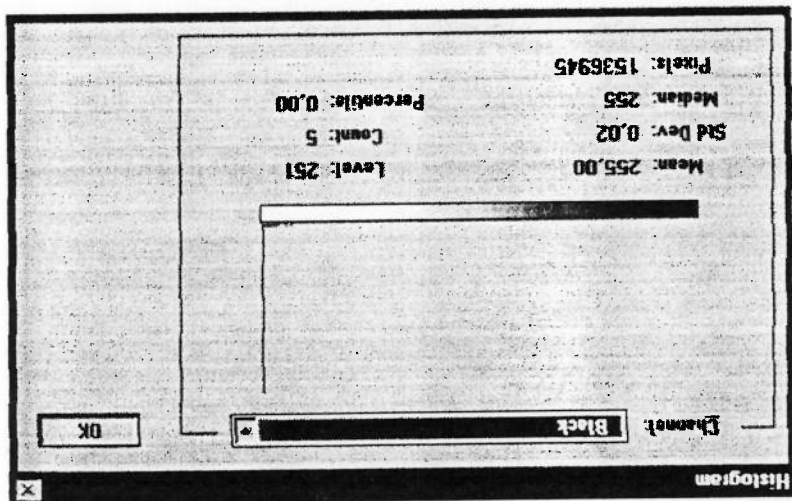
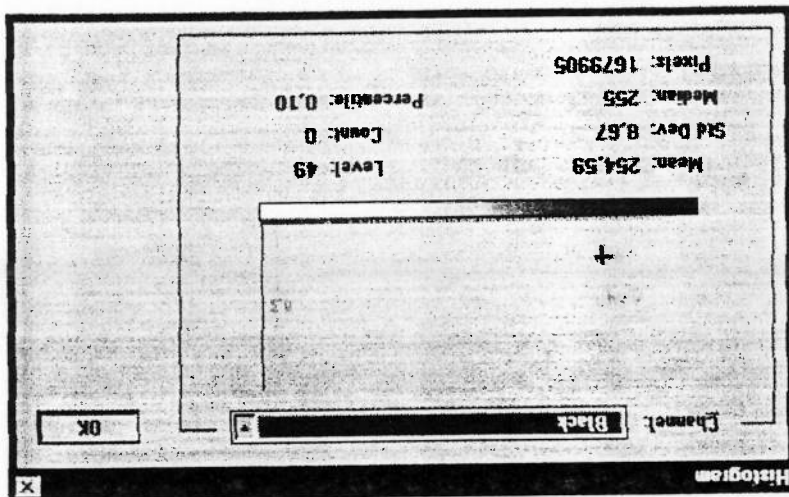


Fig 5.6.12 - Histograma do padrão da NK - 0,1%



6 - APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

6.1 - ESCOLHA DOS CORPOS DE PROVA

A chapa de aço usado para este trabalho foi tirado na Base Norte do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo em Ubatuba. Na Base existe 75 corpos de prova, pintados com tintas navais brasileiras e japonesas, e expostas ao meio ambiente marinho.

Cada corpo de prova mede 200X300mm e foi dividido em 4 partes. Cada uma com um nº diferente de camadas de tinta, e consequentemente com espessuras diferentes. A chapa escolhida foi 72H2B (figura 6.1.1) e o quadrante é aquela que está marcado com o número 72 (figura 6.1.2). Neste trabalho usará só uma parte (onde a ferrugem está uniformemente distribuído, figura 6.13) para análise.

A chapa 72H2B (fotografia tirado no dia 31 de agosto de 1996) foi escaneado e digitalizado usando o programa Scantools e a resolução dele foi de 2048 dots por inch.

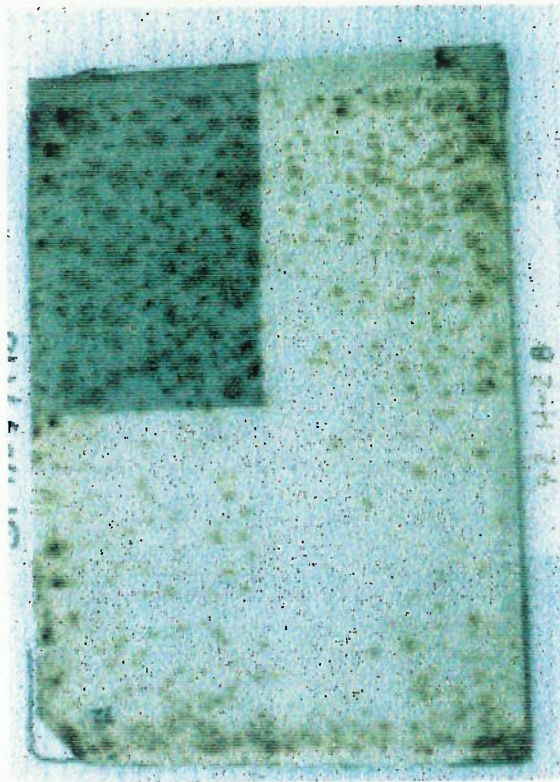


Fig 6.1.1 - Foto da chapa 72H2B

Fig 6.1.3 - Parte uniforme da chapa 72H2B

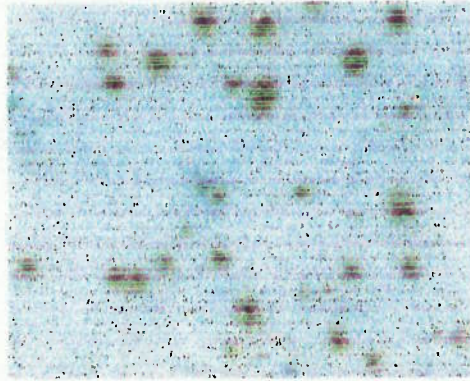
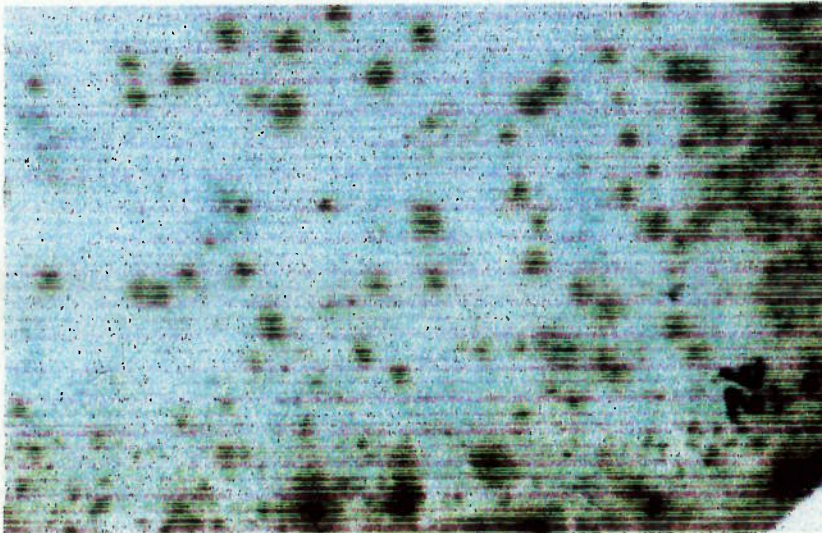


Fig 6.1.2 - ¼ da chapa 72H2B



Na parte esquerda destas figuras (6.2.1, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6 e 6.2.7) fica a imagem resultante do processo de Threshold. Comparando estas figuras com a figura original (figura 6.1.4), pode concluir que as Figuras 6.2.1 (Threshold Level=50), 6.2.2 (Threshold Level=60) e 6.2.3 (Threshold Level=70) estão com Threshold Level muito baixo, porque perderam muitos pontos de dentro do histograma (na parte inferior do eixo x).

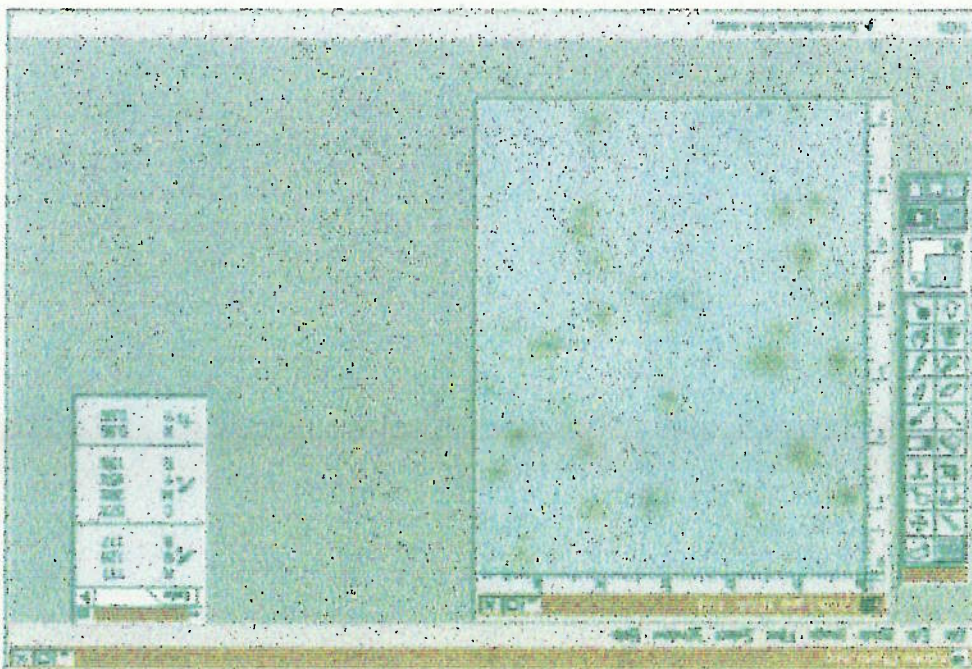
Na parte direita destas figuras (6.2.1, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6 e 6.2.7) fica a caixa de diálogo do Photoshop. Dentro dela está o histograma (apresenta graficamente os valores de brilho, ou luminosidade dos pixels na imagem) da figura 6.1.4 e o Threshold Level. O valor do Threshold Level está indicado em cima do histograma e também indicado pelo controle deslizante (Δ) de Threshold.

mostram os histogramas de Threshold, os Threshold Level e as imagens da chapa após do processo analise inicial que determinará um valor ótimo. As figuras 6.2.1, 6.2.2, 6.2.3, 6.2.4, 6.2.5, 6.2.6 e 6.2.7 Neste trabalho escolhi 7 Threshold Level (50, 60, 70, 80, 85, 90 e 100) para uma Image / Map / Threshold.

O processo Threshold conforme item 5.2, converte uma imagem colorida para uma imagem em preto e branco. Para isso só basta entrar o Threshold Level. O Threshold Level define dentro de um histograma de grayscale, o nível de cinza onde os pixels abaixo dele são convertidos em branco e os pixels acima dele são convertidos em preto. Para isso basta entrar os comandos

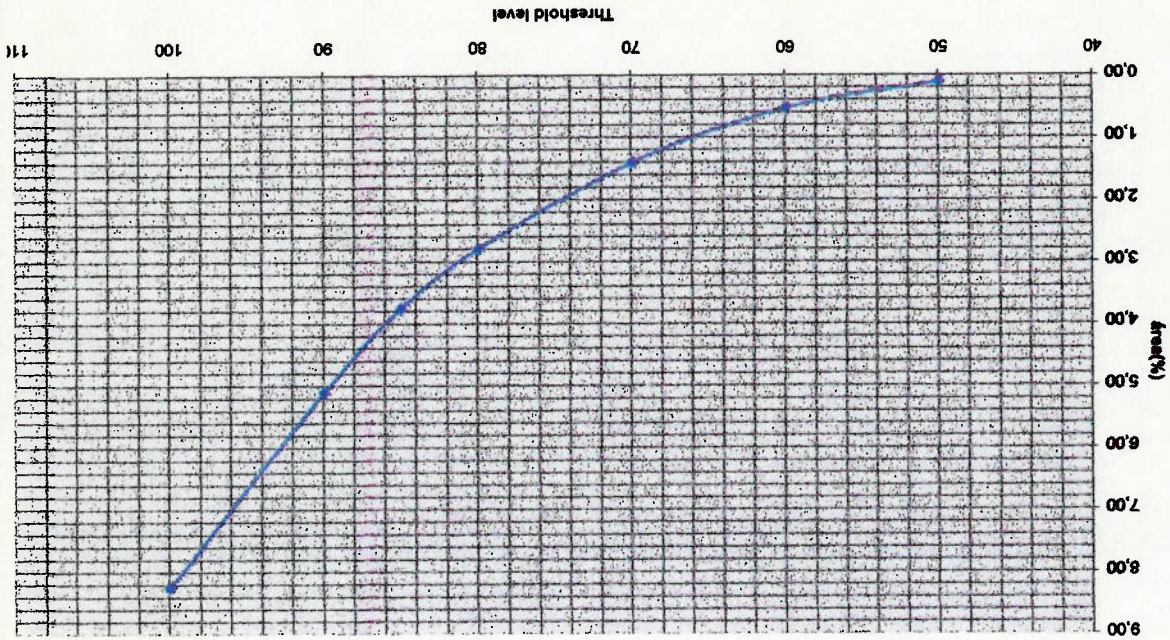
6.2 MÉTODO DE THRESHOLD

Fig 6.1.4 - Chapa 72HZB digitalizado pelo Photoshop



Se pegarmos o valor médio das figuras 6.2.4, 6.2.5 e 6.2.6, a porcentagem da área enferrujada é 3,76%.
 Comparando estes 3 valores de Threshold Level (figura 6.2.4, 6.2.5 e 6.2.6) com os pontos ótimos de Threshold Level (Threshold Level 80 a 90) está de acordo com a Teoria do "Optimal Threshold".

Gráfico 6.2.1 - Porcentagem das ferrugens



área de corrosão

Tabela 6.2.1 - Porcentagem das ferrugens

Figuras	Threshold Level	Area (%)
6.2.1	50	0,11
6.2.2	60	0,54
6.2.3	70	1,41
6.2.4	80	2,80
6.2.5	85	3,76
6.2.6	90	5,11
6.2.7	100	8,25

com a área total das figuras.

A tabela 6.2.1 e gráfico 6.2.1 abaixo mostram o somatório das áreas enferrujadas ferrugens e tamanho destes pontos de ferrugens.
 ferrugem estão grande demais. Então por exclusão as figuras 6.2.4 (Threshold Level=80), 6.2.5 (Threshold Level=85) e 6.2.6 (Threshold Level=90) são aceitáveis para representar pontos de corrosão. E Threshold Level da figura 6.2.7 (Threshold Level=100) está muito alto, pois os graus de

Fig 6.2.2 - Threshold Level = 60

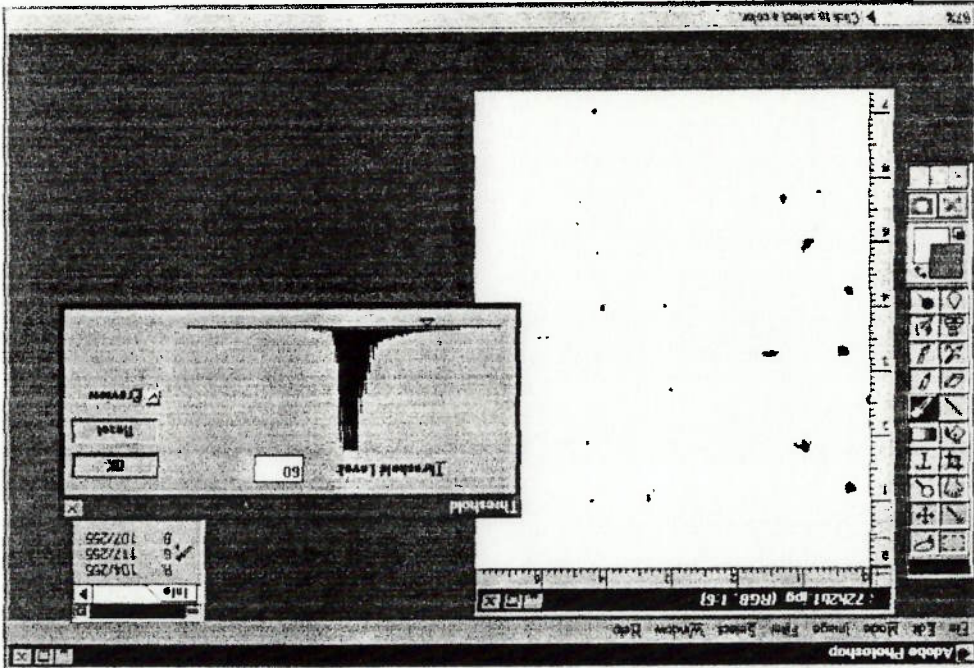


Fig 6.2.1 - Threshold Level = 50

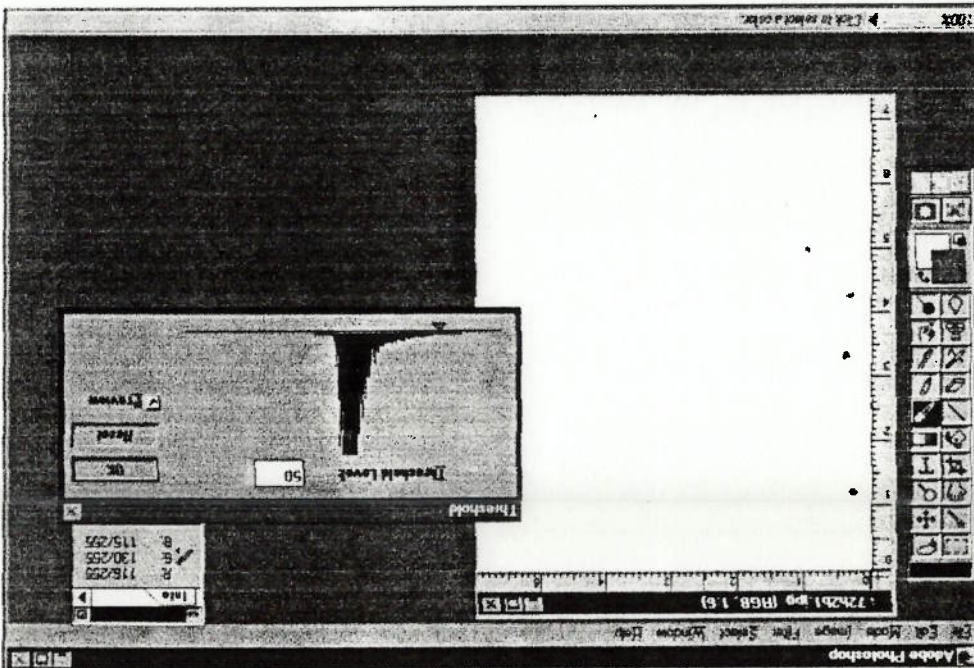


Fig 6.2.4 - Threshold Level = 80

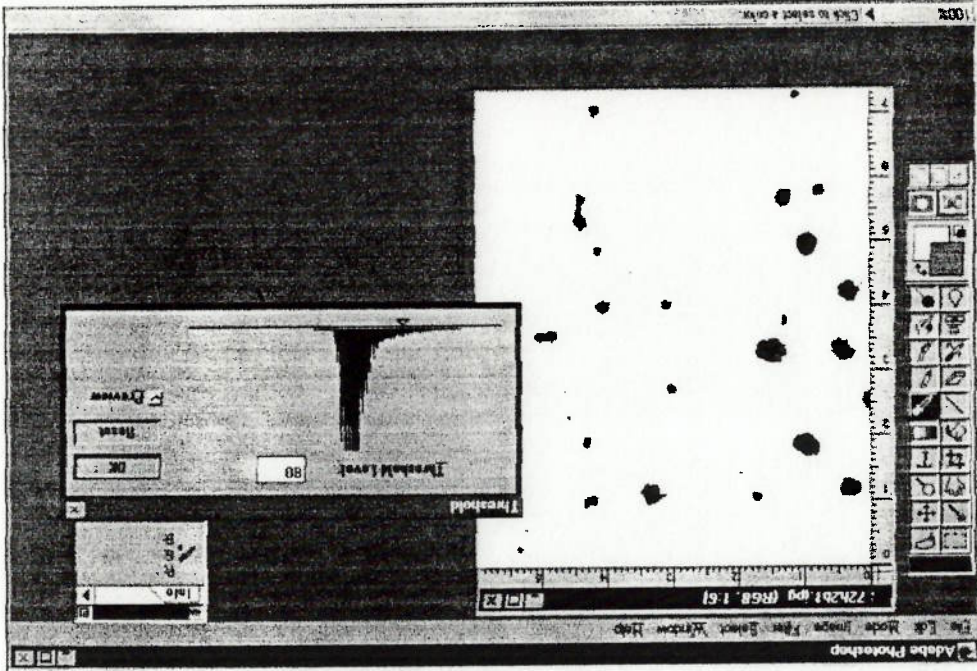


Fig 6.2.3 - Threshold Level = 70

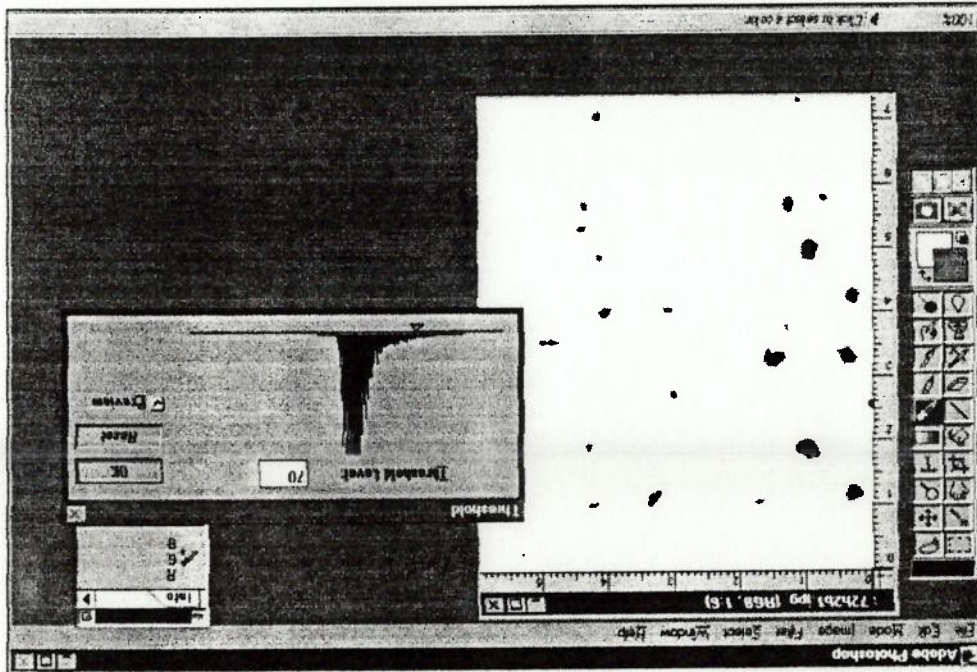


Fig 6.2.6 - Threshold Level = 90

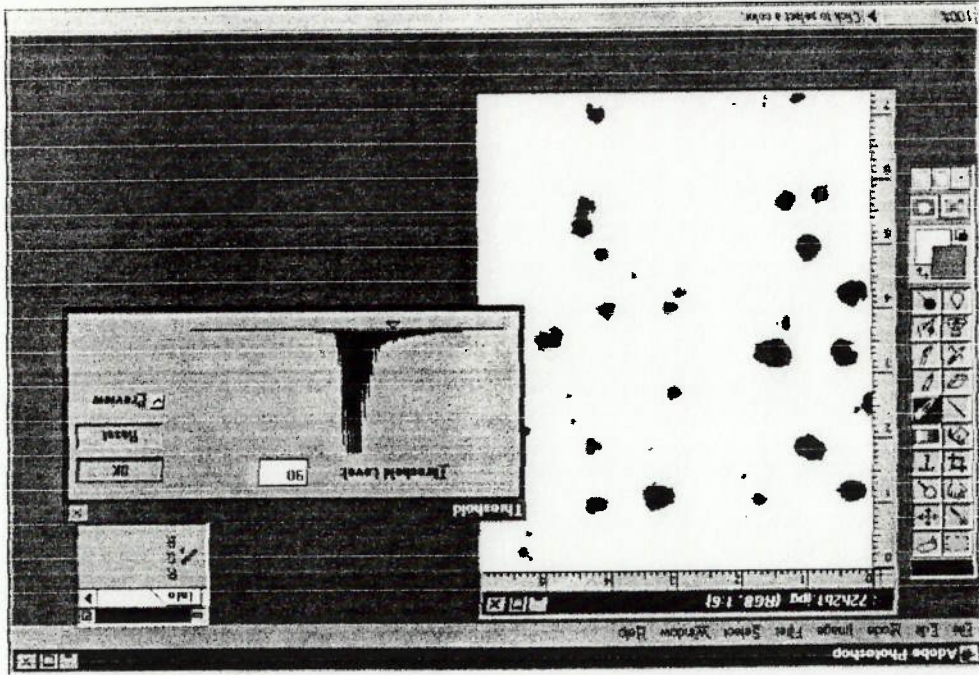
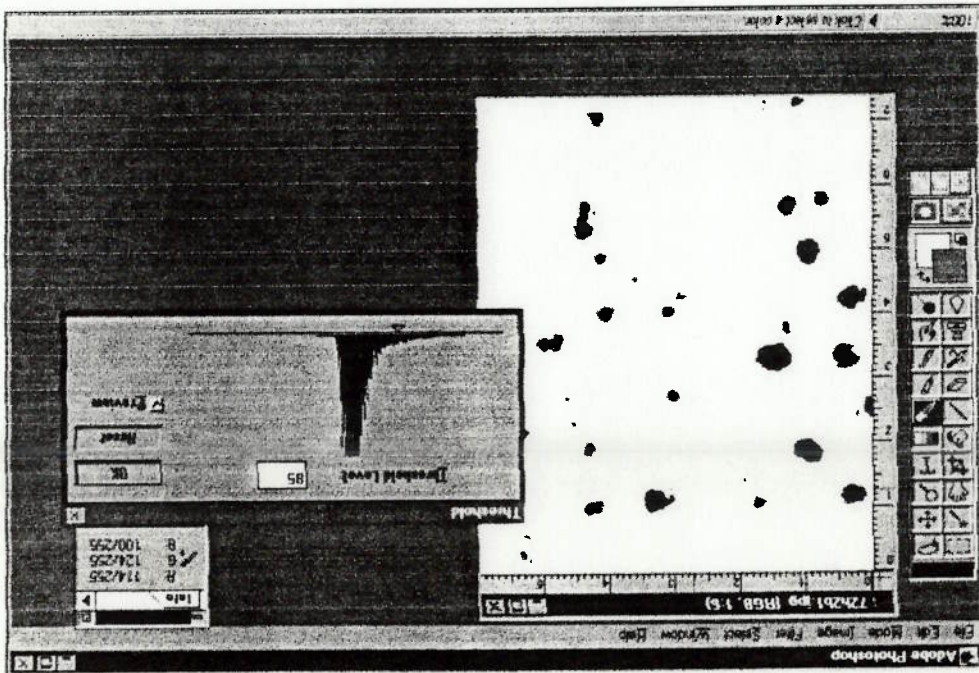
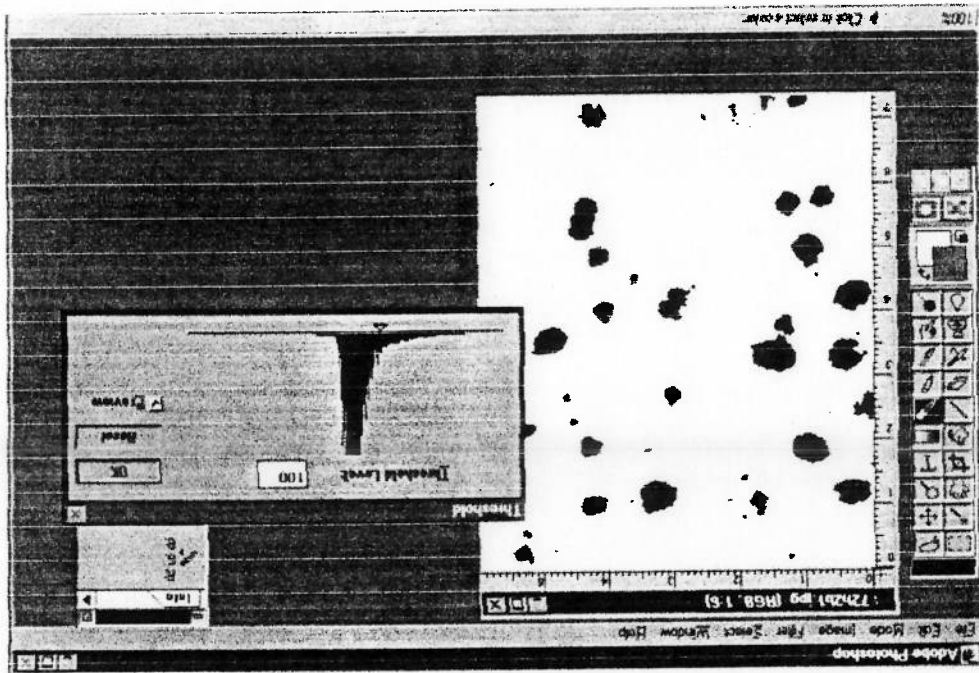


Fig 6.2.5 - Threshold Level = 85



Este método é bom, mas requer uma comparação das figuras resultante dos processos de Threshold com o original.

Fig 6.2.7 - Threshold Level = 100



6.3 - MÉTODO DA ESCALA DE CINZA

Este método consiste em primeiro transformar a imagem digitalizada em cores para uma imagem em escala de cinzas. Para isso a figura 6.1.3 foi transformado em figura 6.3.1.

A figura 6.3.2 mostra a imagem digitalizada pelo programa Photoshop, usando comando Mode / Grayscale.

Em seguida usará histograma da imagem para calcular a porcentagem da área enterrujada (imagem/Histogram). No programa Photoshop, movendo-se o mouse dentro do gráfico (histograma), o ponteiro transforma-se em uma "mira". Quando se move a mira sobre o histograma, os valores Level, Count e Percentile mudarão (item 5.3).

Usando Teoria do Constante de Brilho Ótimo (Optimal Threshold, 5.4) sabe que a área da região enterrujada deve estar no início da curva do histograma. E usando os Threshold Level do item anterior (50, 60, 70, 80, 85, 90 e 100). Como referência, tirou seguintes figuras (histogramas com certos Level de cinza): Figura 6.3.3, 6.3.4, 6.3.5, 6.3.6, 6.3.7, 6.3.8 e 6.3.9.

Comparando estes resultados (porcentagem das áreas enterrujadas) com o do item anterior (6.2), pode-se dizer que são iguais. Porque ao escolher mesmo Level de cinza obtive mesma porcentagem de área de ferrugem, portanto pode concluir que o histograma do Grayscale é igual a do Threshold.

Fig 6.3.1 - Chapa 72H2B em escala de cinza

Fig 6.3.3 - Threshold Level = 50

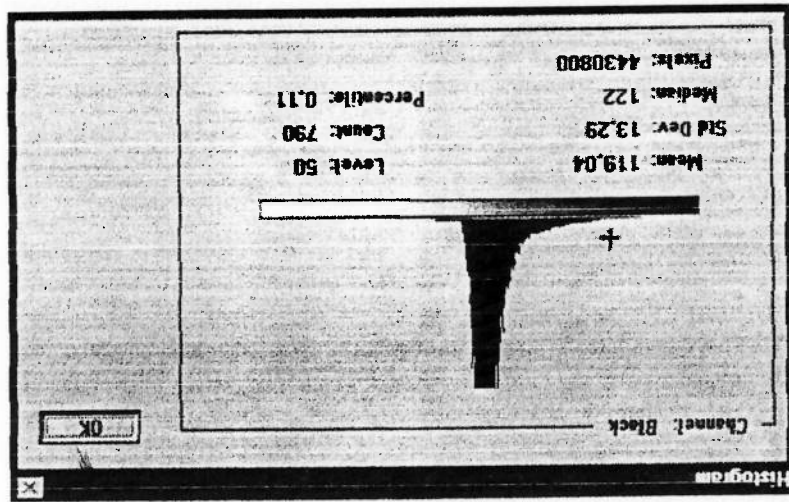


Fig 6.3.2 - Chapa 72H2B em escala de cinza digitalizado

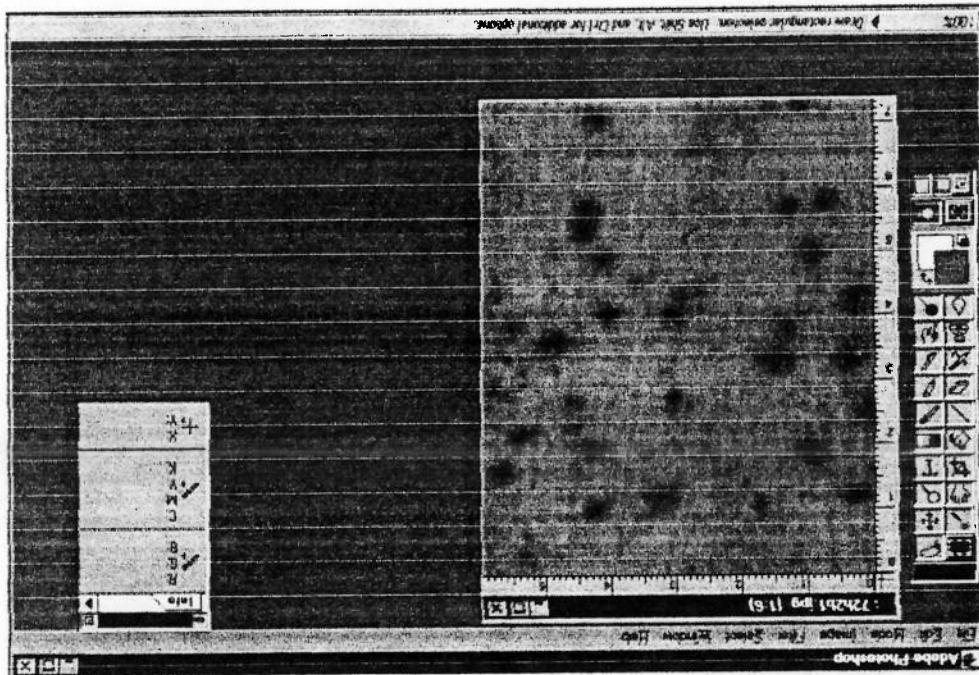


Fig 6.3.6 - Threshold Level = 80

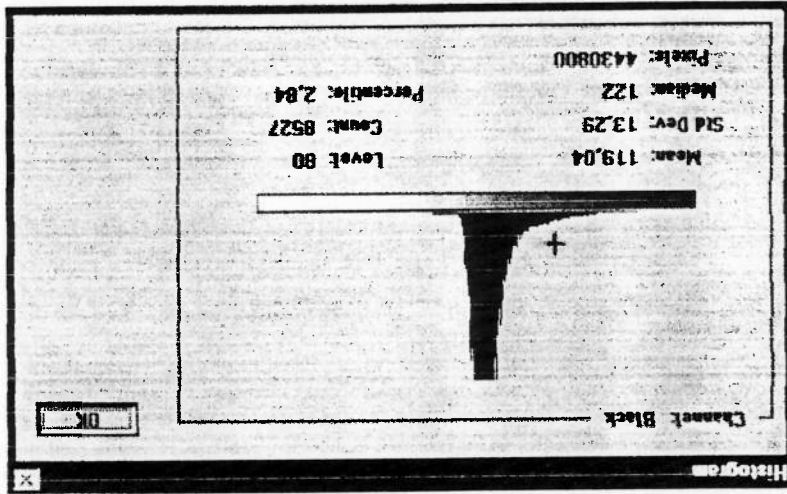


Fig 6.3.5 - Threshold Level = 70

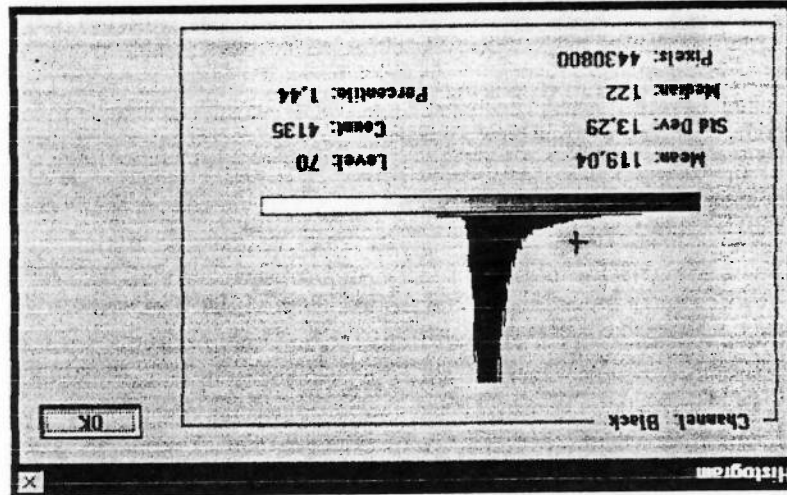


Fig 6.3.4 - Threshold Level = 60

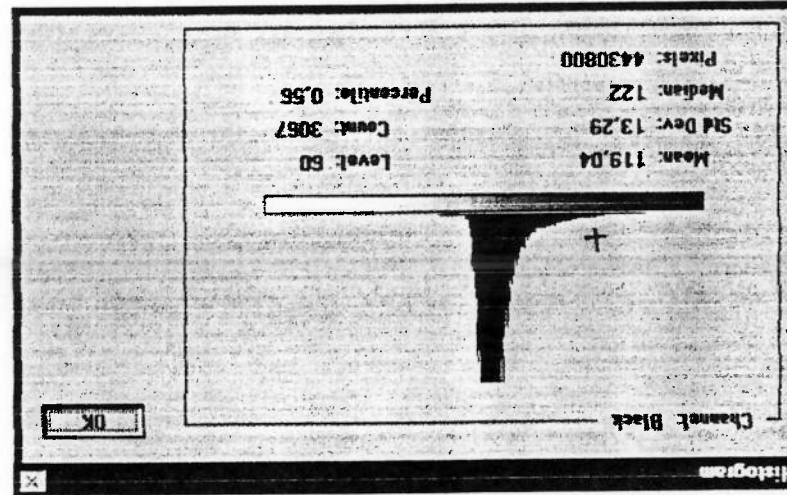


Fig 6.3.9 - Threshold Level = 100

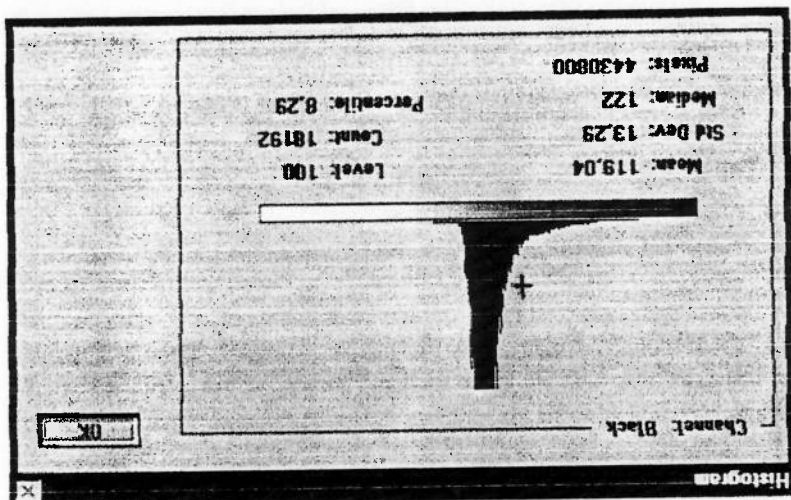


Fig 6.3.8 - Threshold Level = 90

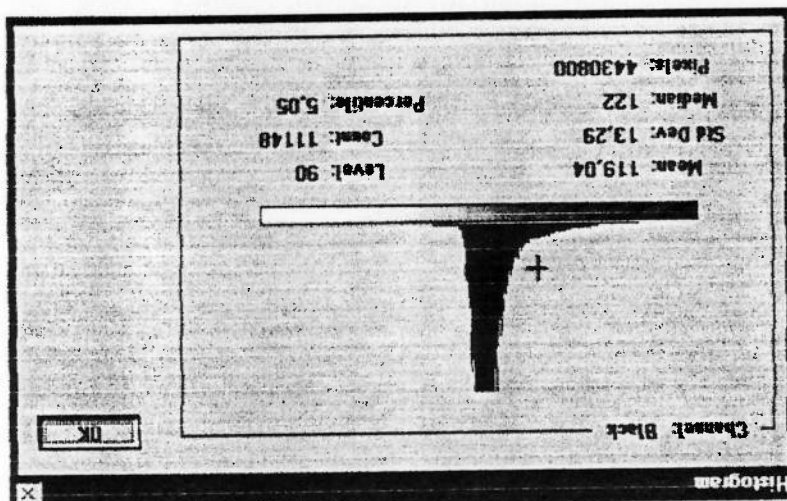
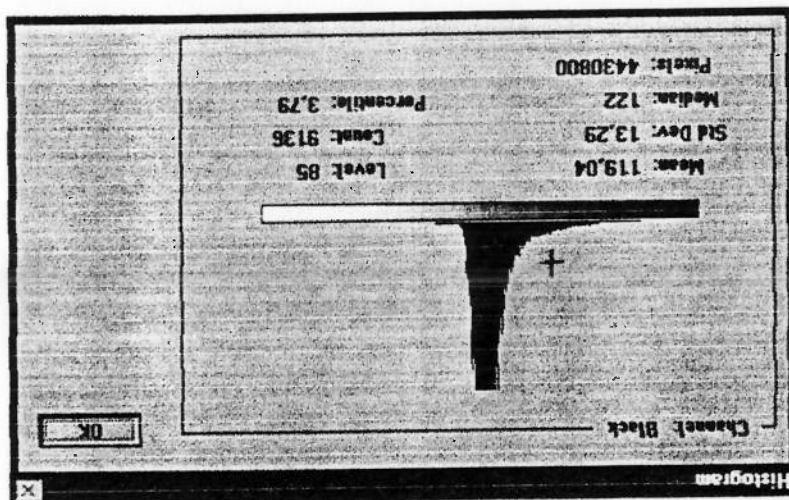


Fig 6.3.7 - Threshold Level = 85



Este método não é um processo preciso, pois ele usa um histograma e uma teoria (Teoria do Constante de Brilho Ótimo) que nos dá uma faixa muito grande de erro.

6.4 - MÉTODO ESTATÍSTICO

O presente método considera o nível de escala de cinza dos pontos da ferrugem para fazer uma avaliação estatística.

No programa Photoshop existe uma paleta (janela) Info que mostra a coordenada x (horizontal) e a coordenada y (vertical) do ponteiro do mouse. E ao mover o ponteiro do mouse sobre áreas coloridas ou cinza, a paleta Info funcionará como um densitômetro (um instrumento usado pelas gráficas para medir densidade de cores), mostrando valores de cor ou tons de cinza a medida que move o mouse sobre a figura. Por exemplo, ao posicionar o ponteiro do mouse sobre a figura 6.4.1 (a imagem está em escala de cinza) na posição indicado (4.21, 0.99), a paleta Info mostra RGB=56 e CMYK (C=63%; M=50%; Y=49%; K=50%).

Para fazer esta avaliação estatística, escolheu-se 10 pontos das ferrugens mais acentuados (grãos grandes) e 10 pontos das ferrugens menos acentuadas (grãos pequenos) conforme a figura 6.4.2. E sempre medirá a densidade do centro dos grãos de ferrugem. A tabela 6.4.1 mostra a densidade do RGB e a densidade do K (preto) do CMYK.

enferrujada.

A média dos primeiros dez pontos (ponto 1 a 10) resultou 49,1 (RGB=49,1). Estes pontos não tem muito valor significativo, pois são pontos mais escuros da ferrugem da imagem. Ele só mostra uma referência de que na escala de cinza os pontos da ferrugem começam com nível 49,1=50. Na figura 6.3 do item anterior, confirma o Level=50 como sendo início do histograma. A média dos dez últimos pontos (ponto 11 a 20) resultou 89,6 (RGB=89,6). Estes pontos tem grande valor significativo, pois representam pontos mais fracos da ferrugem (pequenos pontos de ferrugem) e também a densidade da escala de cinza da periferia dos grãos grandes da ferrugem. Observando a Figura 6.2.6 (Threshold Level=90) conclui que se calcular a média desses pontos, ele já pode dar uma referência (um valor do Threshold Level) para calcular a área enferrujada.

Tabela 6.4.1 - Tabela de densidade de cores dos 20 pontos escolhidos

Ponto	RGB	K (preto) %
1	65	51
2	43	69
3	59	56
4	53	61
5	47	66
6	51	62
7	41	71
8	40	71
9	38	73
10	54	60
11	93	33
12	66	51
13	90	35
14	105	26
15	88	36
16	93	33
17	101	28
18	79	42
19	83	39
20	98	30

Grão grande = +escuro
RGB=49,1
K=64,0%

Grão pequeno = -escuro
RGB=89,6
K=35,3%=90,01

Este método baseia-se na decomposição das cores da imagem. Uma vez decomposto as cores primárias (RGB) ou cores subtrativos (CMYK) analisará os histogramas de cada cor.

6.5 - MÉTODO DA DECOMPOSIÇÃO DA COR

Este método é bom, mas requer mais trabalho para medir os pontos de ferrugem, fazer a média e depois calcular a área enterrujada.

Fig 6.4.2 - Posição dos pontos escolhido

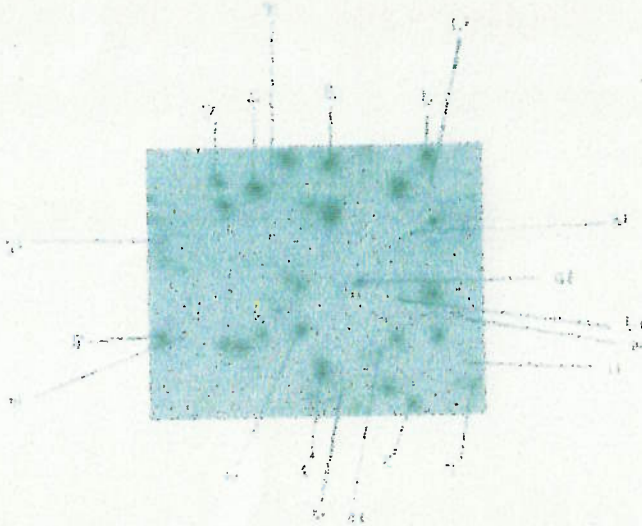


Fig 6.4.1 - Chapa 72H2B digitalizado em escala de cinza

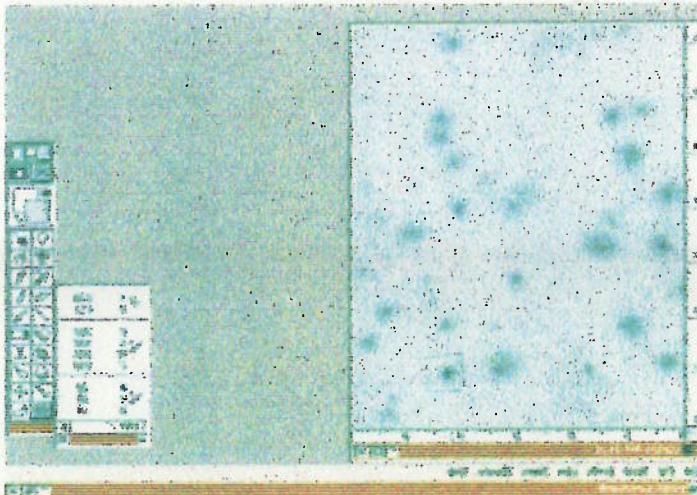
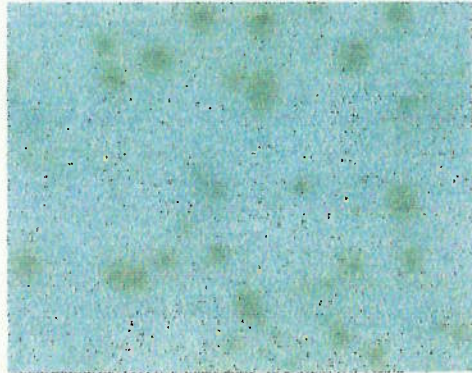


Fig 6.5.1 - Imagem original da chapa 72H2B



A figura 6.5.1 (igual fig. 6.1.3) é a imagem original da chapa 72H2B, a partir dessa figura, digitalizou primeiro em cores RGB (figura 6.5.2). Usando comando Image / Histogram plotou histograma de cada canal de cores: figura 6.5.3 (escala de cinza), Figura 6.5.4 (vermelho), Figura 6.5.5 (verde) e figura 6.5.6 (azul). A posição da mira (+) dentro do histograma, sempre marca a posição onde a porcentagem da área que vai dar $\pm 3,7$ (resultado do Método de Threshold). Comparando as características das curvas dos histogramas das figuras 6.5.4, 6.5.5 e 6.5.6, conclui-se que a figura 6.5.6 (canal azul) pode aplicar Teoria da Constante de Brilho Ótimo, pois a forma do histograma adapta com a teoria do item 5.4.

A figura 6.5.7 é a imagem 6.5.1 digitalizado para modelo de cores CMYK. E obtive seguintes histogramas: Figura 6.5.8 (ciano), figura 6.5.9 (magenta), figura 6.5.10 (amarelo) e figura 6.5.11 (preto). Comparando estas curvas do histograma, observa-se que só no canal preto pode-se aplicar a Teoria da Constante de Brilho Ótimo, pois a forma da curva adapta com a teoria.

Fig 6.5.2 - Chapa 72H2B digitalizado em cores RGB

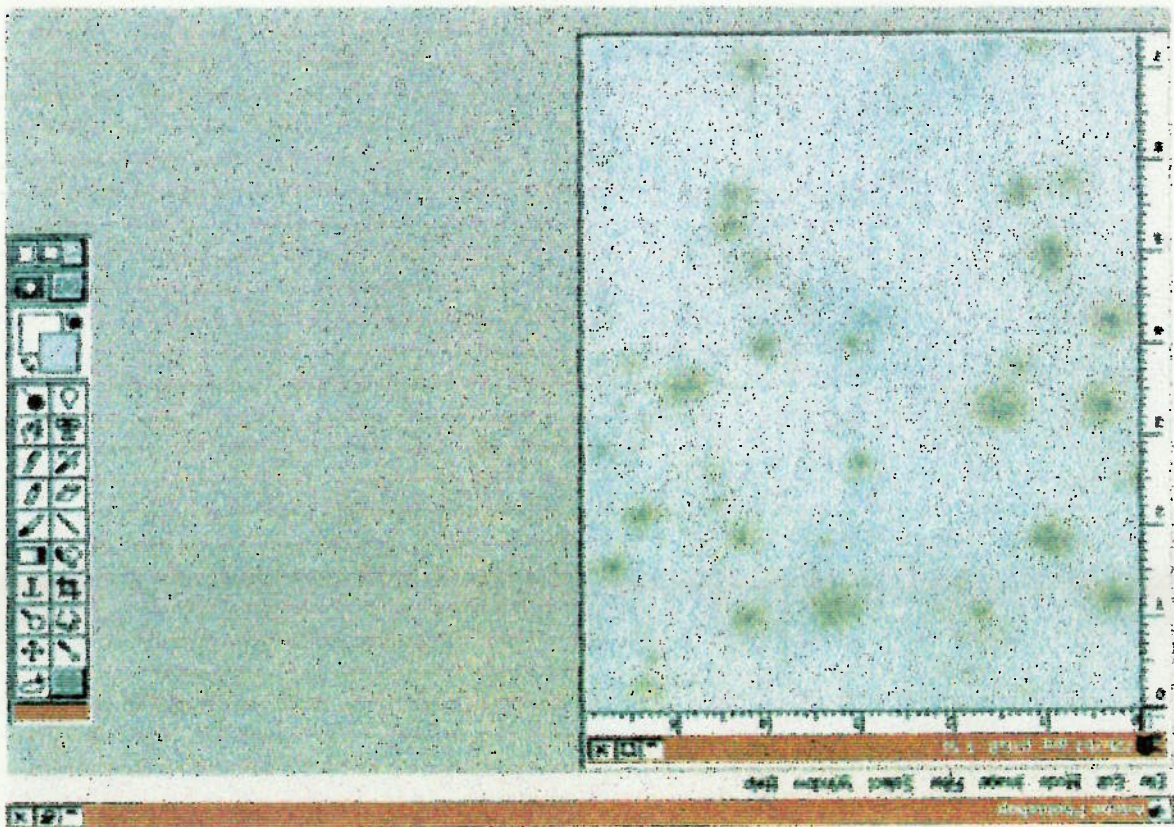


Fig 6.5.4 - Histograma do canal: vermelho

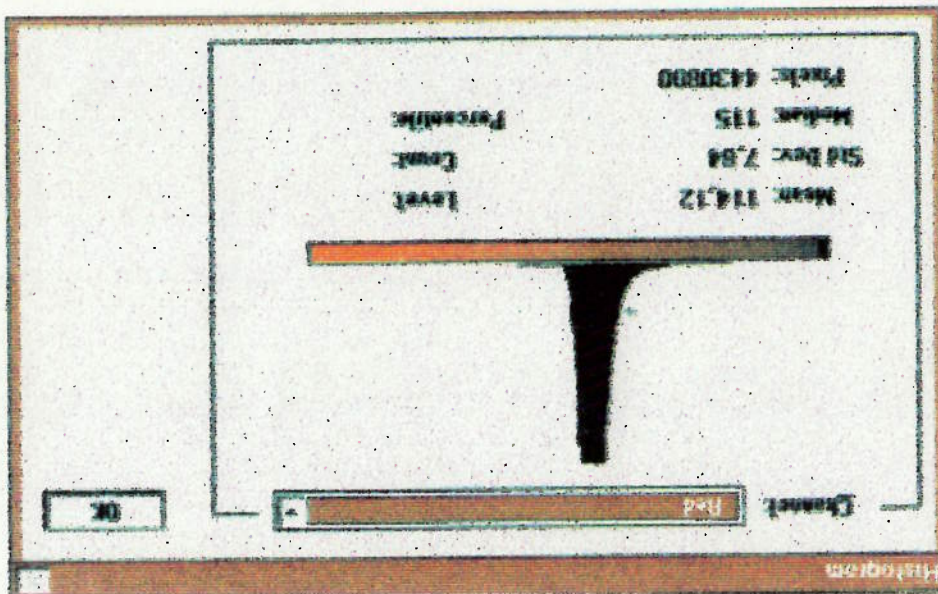


Fig 6.5.3 - Histograma do canal: escala de cinza

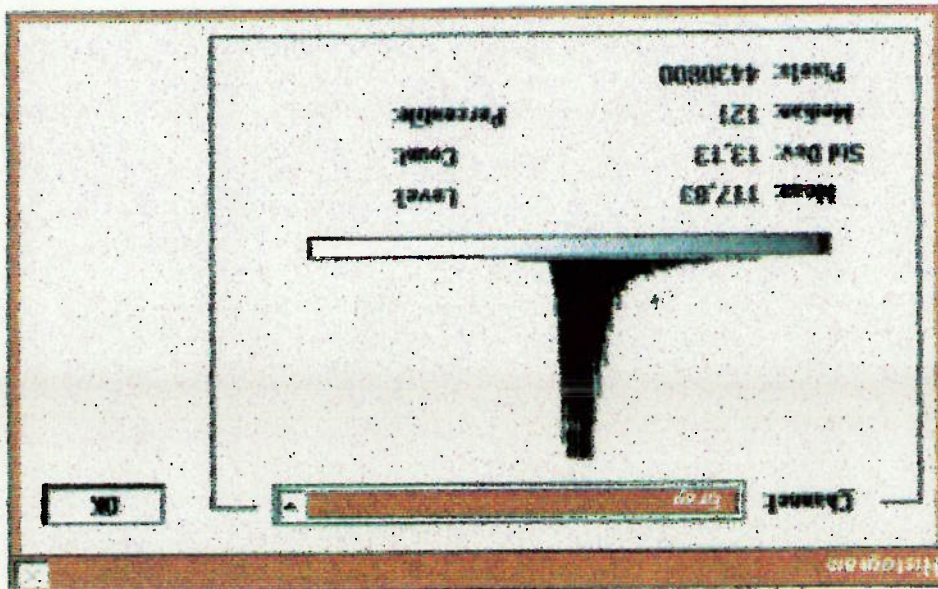


Fig 6.5.6 - Histograma do canal: azul

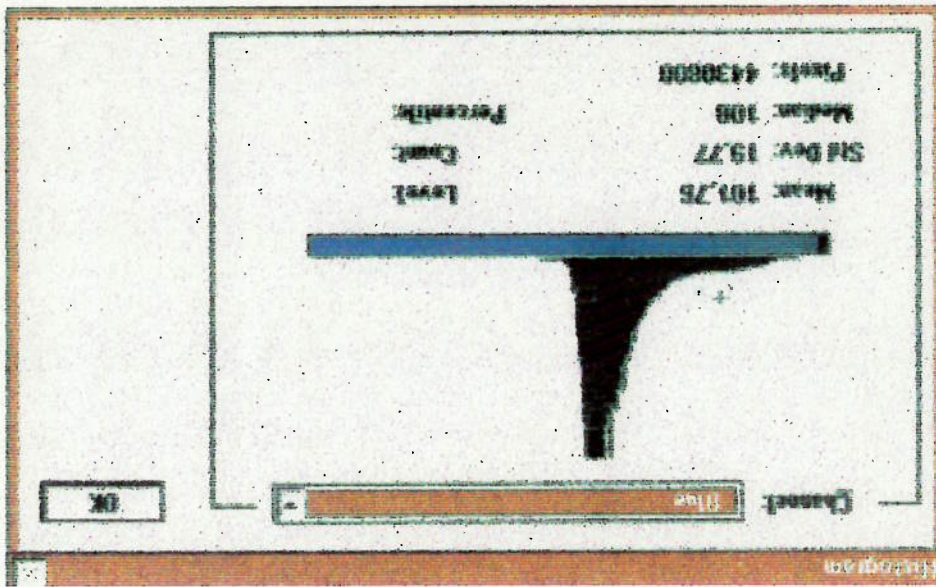


Fig 6.5.5 - Histograma do canal: verde

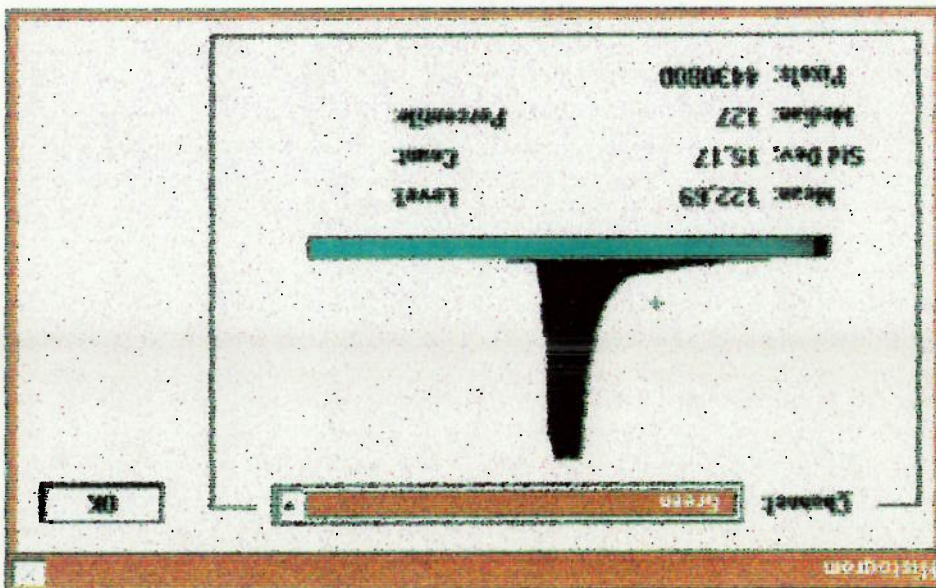


Fig 6.5.8 - Histograma do canal: ciano

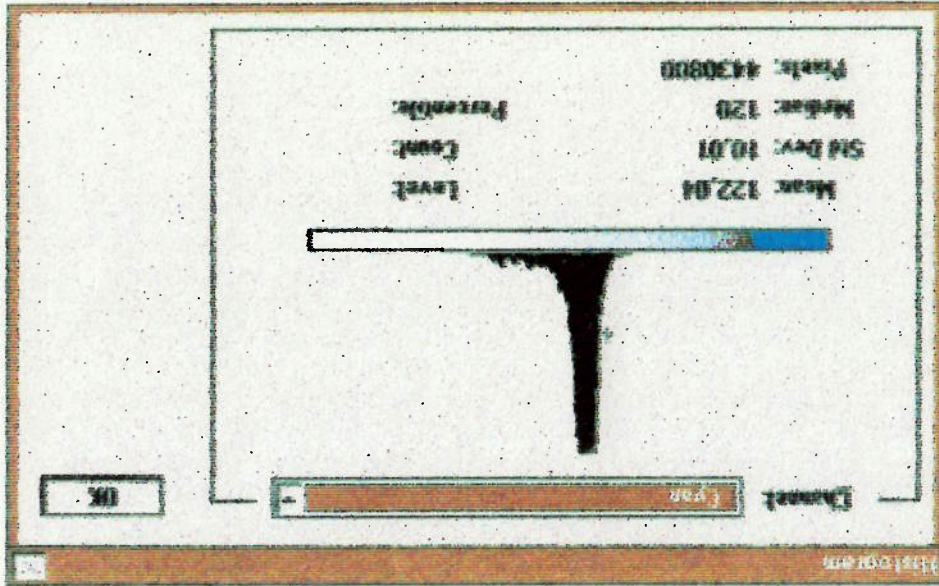


Fig 6.5.7 - Chapa 72H2B digitalizado em cores CMYK

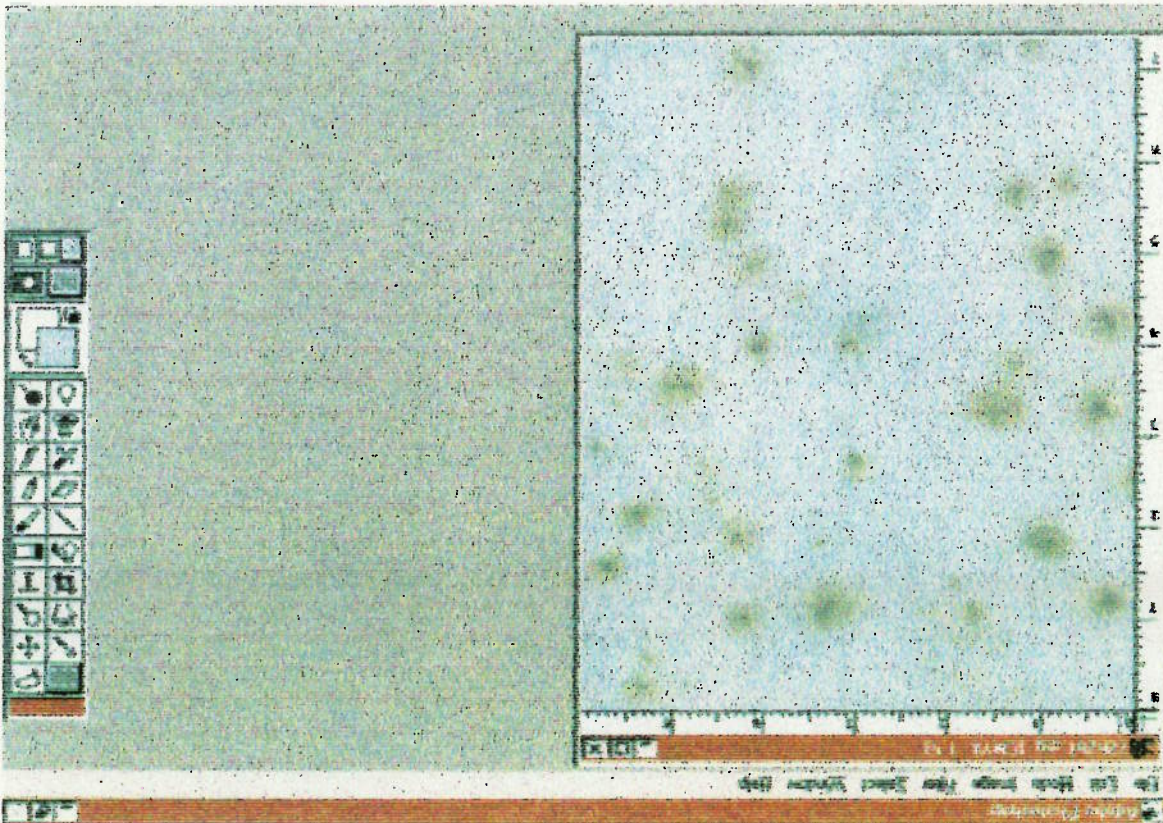


Fig 6.5.10 - Histograma do canal: amarelo

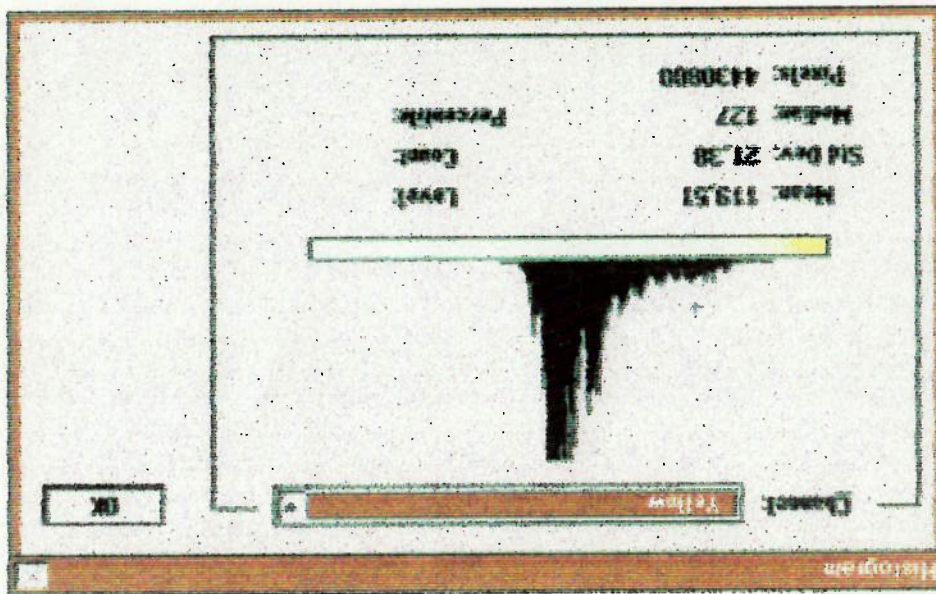
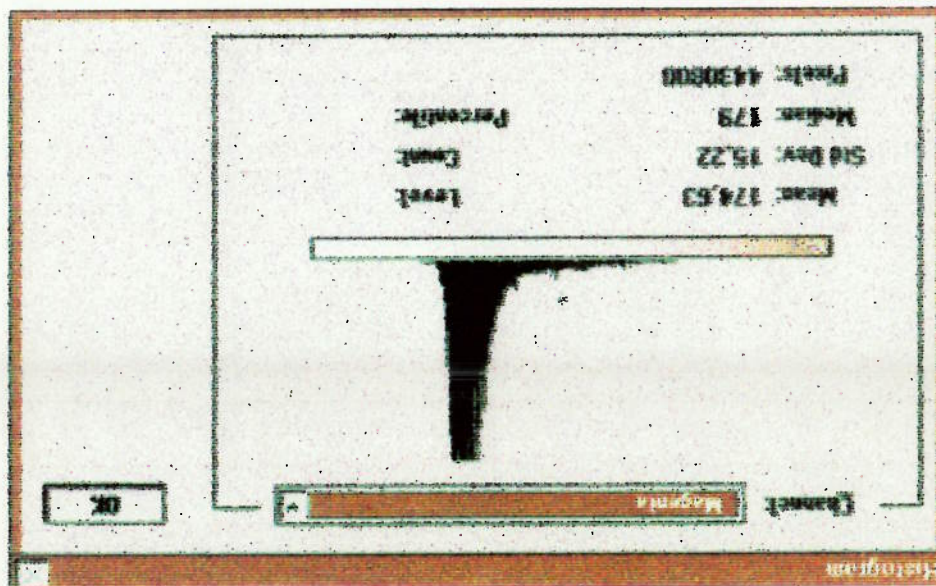


Fig 6.5.9 - Histograma do canal: magenta



A figura 6.6.4 é a imagem resultante aplicando duas vezes Filter / Sharpen / Unsharp Mask. Pode-se observar que os grãos estão maiores. Observando Figura 6.6.5 (histograma do canal K da figura 6.6.4) pode-se observar que o início do histograma está bem definido. E posicionando a mira no início da curva, ele mostra uma porcentagem de 3,10% de área de ferrugem.

A figura 6.6.2 é o resultado após de aplicado o filtro Unsharp Mask. Pode-se observar que os miolos da ferrugem estão ficando preto. E se usar paleta Info no interior (miolos) das ferrugens o canal K (preto) realmente mostra 100%. A figura 6.6.3 é o histograma do canal K da figura 6.6.2. Sabendo que os pontos das ferrugens são 100% preto então posicionará a mira no começo da curva para calcular a porcentagem da área enferrujada. A figura 6.6.3 mostra que a área de ferrugem é 2,9%. O início deste histograma (figura 6.6.3) não está bem definido, portanto deve-se aplicar o filtro Unsharp Mask novamente.

- Amount=500%
- Radius=97 pixels
- Threshold=174 levels

Figura 6.6.1 aplica-se o filtro Unsharp Mask com intensidade:

Para Este método baseia-se em usar filtro acentuar (Sharpening) do Photoshop. Para chamar este filtro no Photoshop basta entrar com o comando Filter / Sharpen / Unsharp Mask. A partir da A figura 6.6.1 é a imagem da chapa 72H2B digitalizado em cores CMYK. A partir da

6.6 - MÉTODO DO FILTRO ACENTUAR

Fig 6.5.11 - Histograma do canal: preto

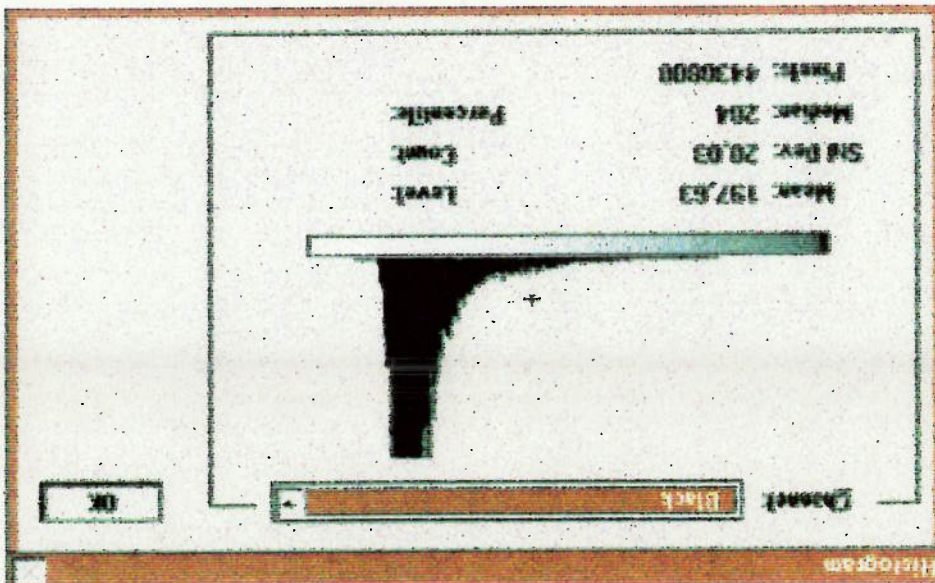
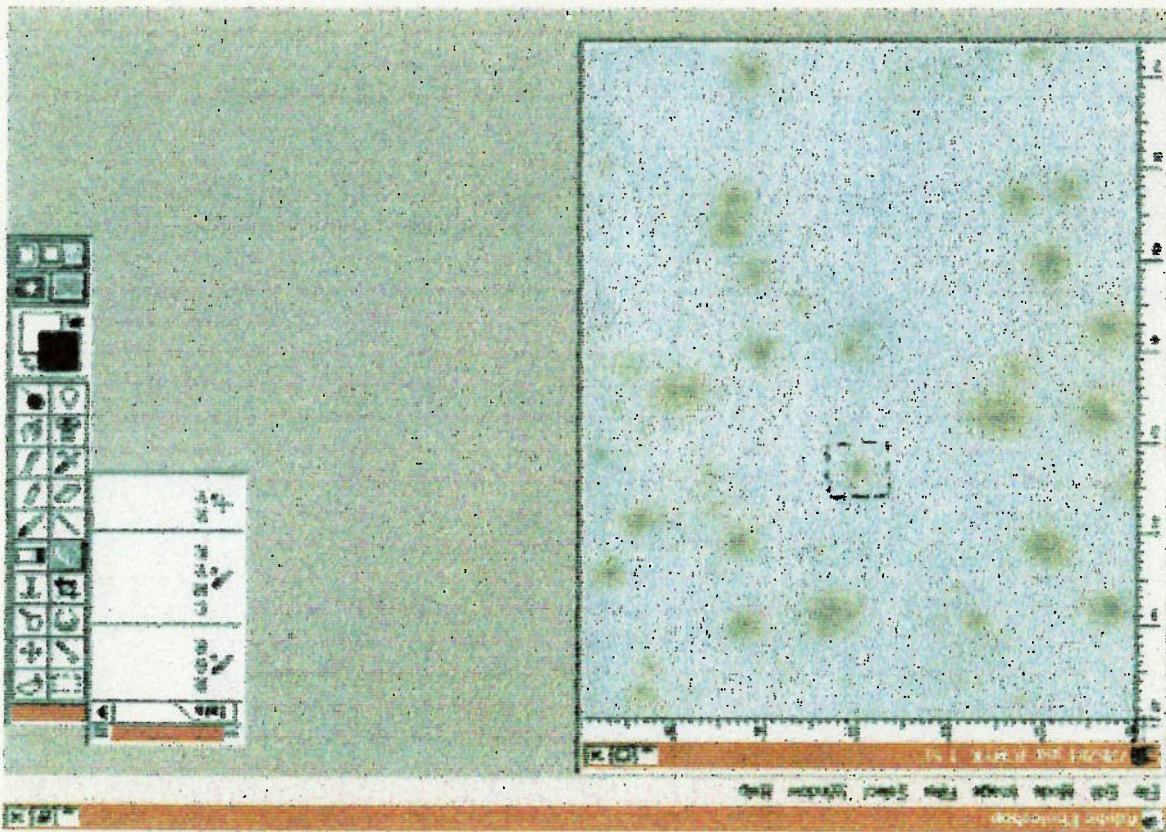


Fig 6.6.1 - Chapa 72H2B digitalizado em cores CMYK



A figura 6.6.6 é a imagem aplicada três vezes o filtro. A imagem 6.6.6 é quase igual a figura 6.6.4. E a figura 6.6.7 (histograma do canal K da figura 6.6.6) é quase idêntica a figura 6.6.5, só com uma pequena diferença de porcentagem 3,14%. Portanto pode-se concluir que aplicando duas vezes o filtro Unsharp Mask, é suficiente para calcular a área enterrada.

Fig 6.6.3 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.2

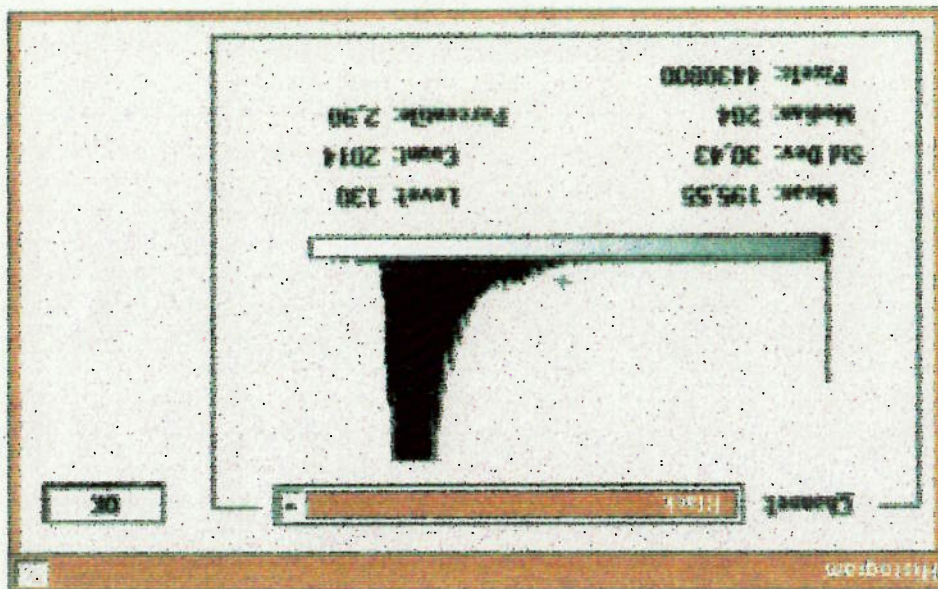


Fig 6.6.2 - Imagem 6.6.1 após aplicado filtro Unsharp Mask

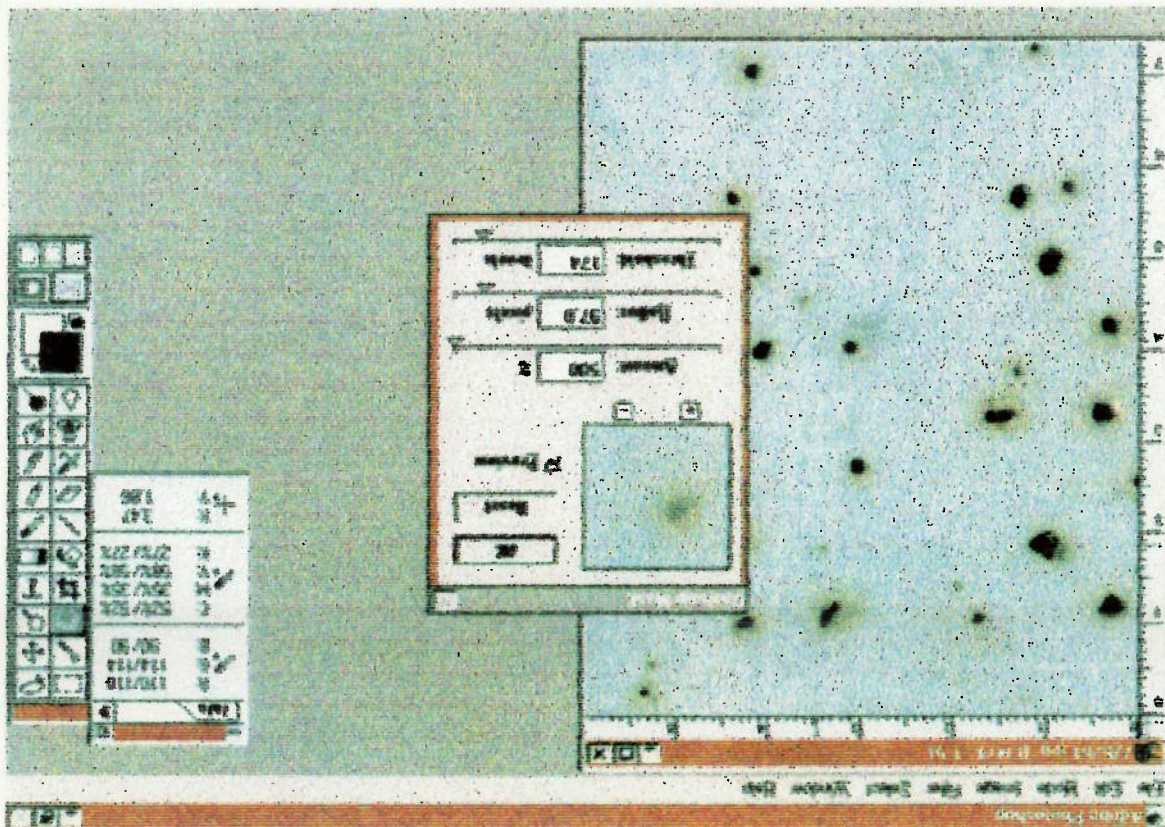


Fig 6.6.5 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.4

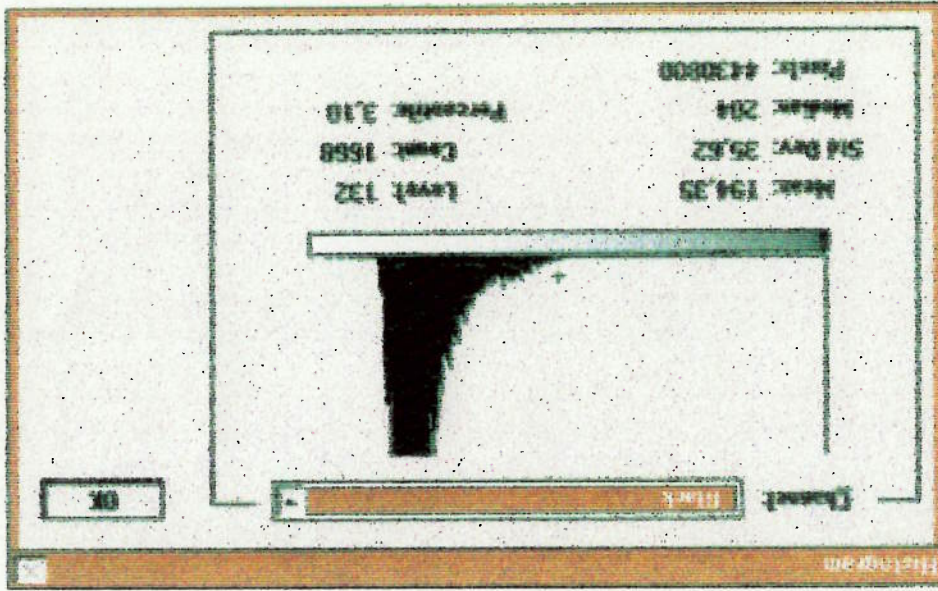


Fig 6.6.4 - Imagem 6.6.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

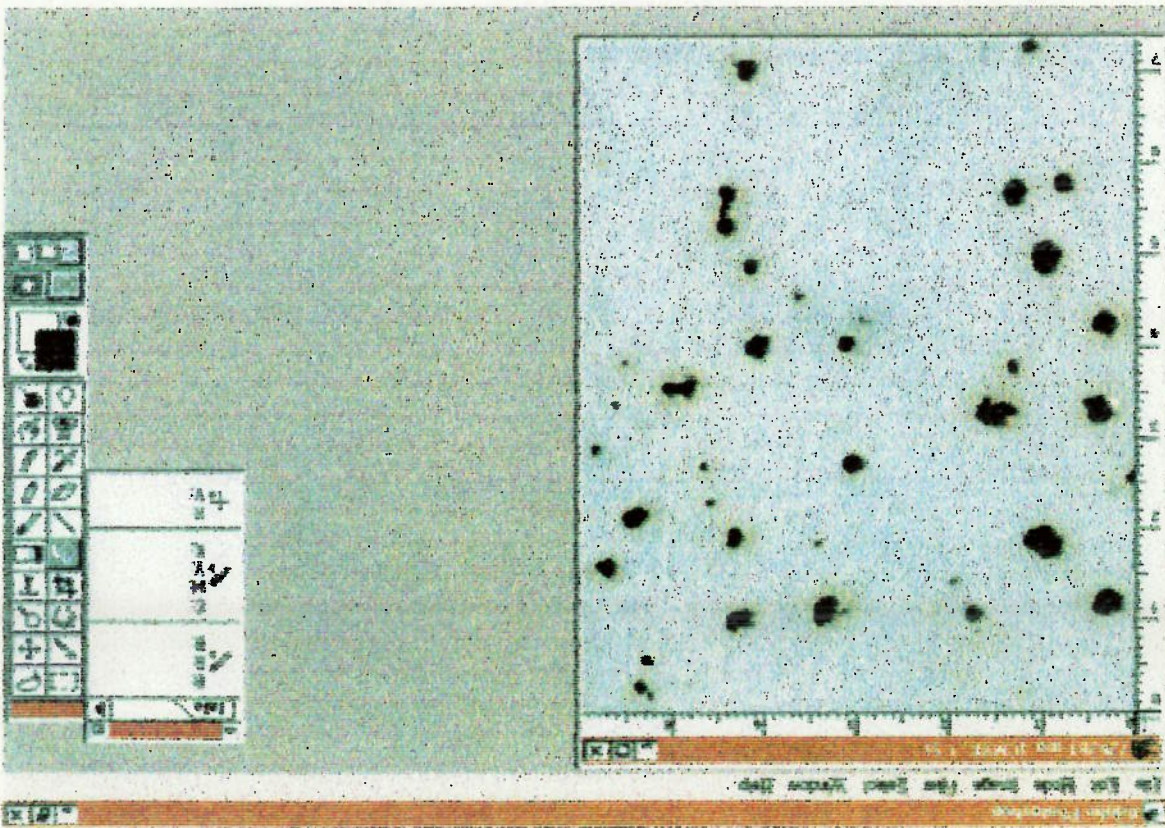


Fig 6.6.7 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.6

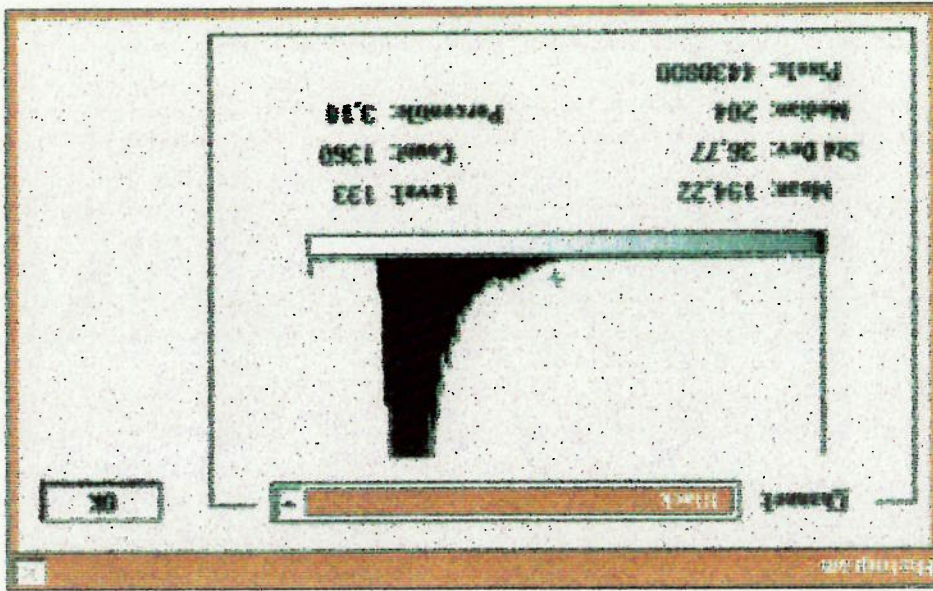
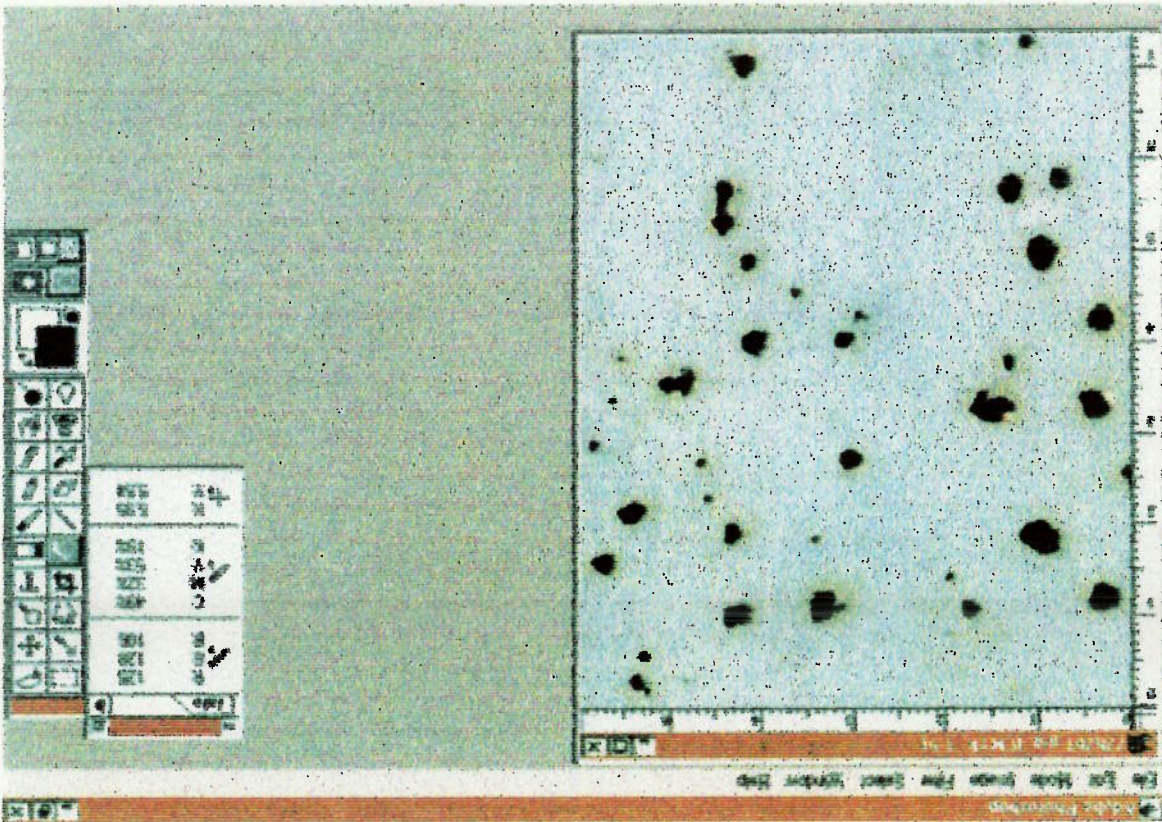


Fig 6.6.6 - Imagem 6.6.1 após aplicado três vezes filtro Unsharp Mask



6.6.1 - ANÁLISE MICROSCÓPICO DO FILTRO ACENTUAR

Neste item escolheu um ponto de ferrugem da figura 6.6.1, para fazer uma análise detalhado do filtro Acentuar.

Na região central da figura 6.6.1 isolou-se um ponto da ferrugem (onde está marcado com um quadrado pontilhado), gerando a figura 6.6.1.1. Na palheta Info (no centro superior direita) da figura 6.6.1.1 pode-se observar as densidades de cada cor no miolo da ferrugem, em particular no canal K é 65%. A figura 6.6.1.2 é o histograma do canal K, da figura 6.6.1.1. E a figura 6.6.1.3 é a imagem da figura 6.6.1.1 após aplicado filtro Find Edges, este comando do Photoshop nos permite achar os limites (edges) de cada cor das imagens. Pode-se observar que a figura 6.6.1.3 não apresenta nem um contorno de cores definido (para usar este filtro, basta entrar comando Filter / Stylize / Find Edges no Photoshop).

A figura 6.6.1.4 é a imagem da figura 6.6.1.1 após de aplicado uma vez filtro Unsharpen Mask. Pode-se observar que a região central da ferrugem realmente transforma em cor preto, pois a palheta Info mostra 100% no canal K. A figura 6.6.1.5 é o histograma da figura 6.6.1.4, este gráfico na posição da mira apresenta porcentagem de 11,05% de área de ferrugem. Pode-se observar na parte esquerda da mira que existe bastante ruído e na parte direita da mira o gráfico começa ficar mais consistente. A figura 6.6.1.6 é a imagem da figura 6.6.1.4 após o comando Find Edges. Pode-se observar que os contornos das cores começam a transformar, mas ainda não estão bem definidos.

A figura 6.6.1.7 é a imagem da figura 6.6.1.1 após de aplicado duas vezes filtro Unsharpen Mask. Pode-se observar que o grau da ferrugem aumentou em comparação com a figura 6.6.1.4. A figura 6.6.1.8 é o histograma da figura 6.6.1.7, neste gráfico a posição da mira continua apresentando porcentagem de 11,05% da área de ferrugem. Mas na parte esquerda da mira os ruídos diminuem bastante. A figura 6.6.1.9 é a imagem da figura 6.6.1.7 após o comando Find Edges. Pode-se observar que os contornos das cores estão bem definidos.

A figura 6.6.1.10 é a imagem da figura 6.6.1.1 após de aplicado três vezes filtro Unsharpen Mask. Pode-se observar que o grau de ferrugem aumentou pouco em relação a figura 6.6.1.7. E no histograma (figura 6.6.1.11) a posição da mira continua com 11,05% de área, mas o ruído diminuiu mais ainda. E a figura 6.6.1.12 (Find Edges da figura 6.6.1.10) não tem muita com a

figura 6.6.1.9. Com estas imagens e histogramas, pode-se então concluir que usando filtro Unsharpen Mask realmente consegue-se calcular a área de ferrugem e deve-se aplicar no mínimo duas vezes o filtro para chegar a um resultado bom.

Fig 6.6.1.2 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.1.1

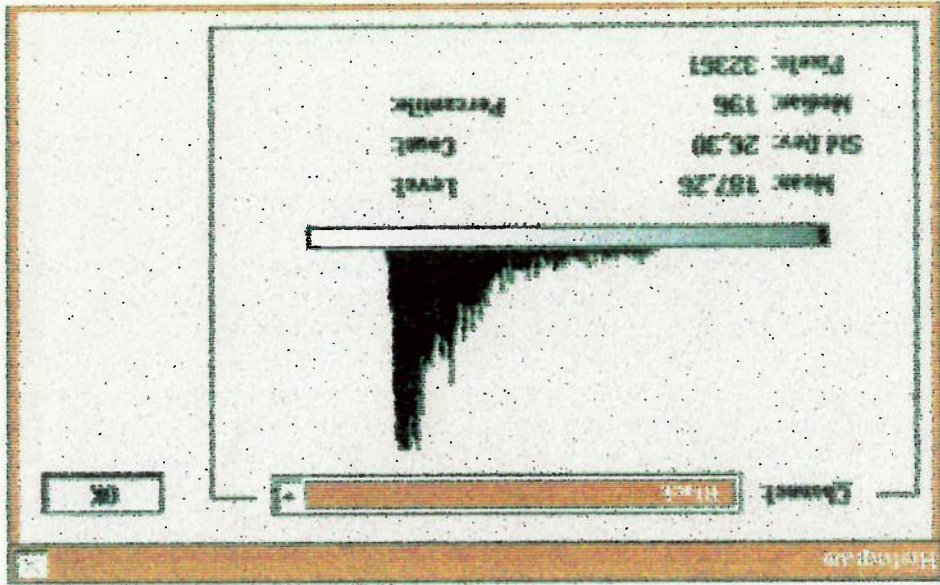


Fig 6.6.1.1 - Imagem de um ponto de ferrugem da Fig. 6.6.1

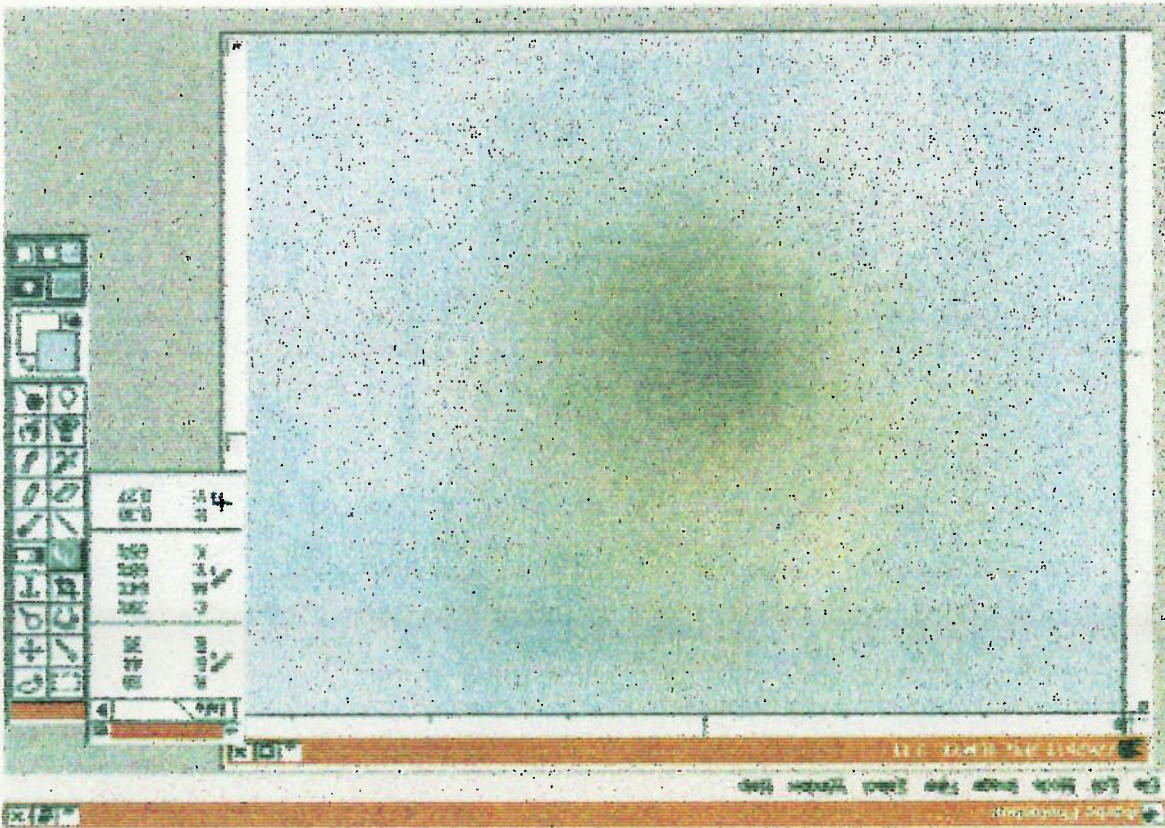


Fig 6.6.1.4 - Imagem 6.6.1.1 após aplicado filtro Unsharp Mask

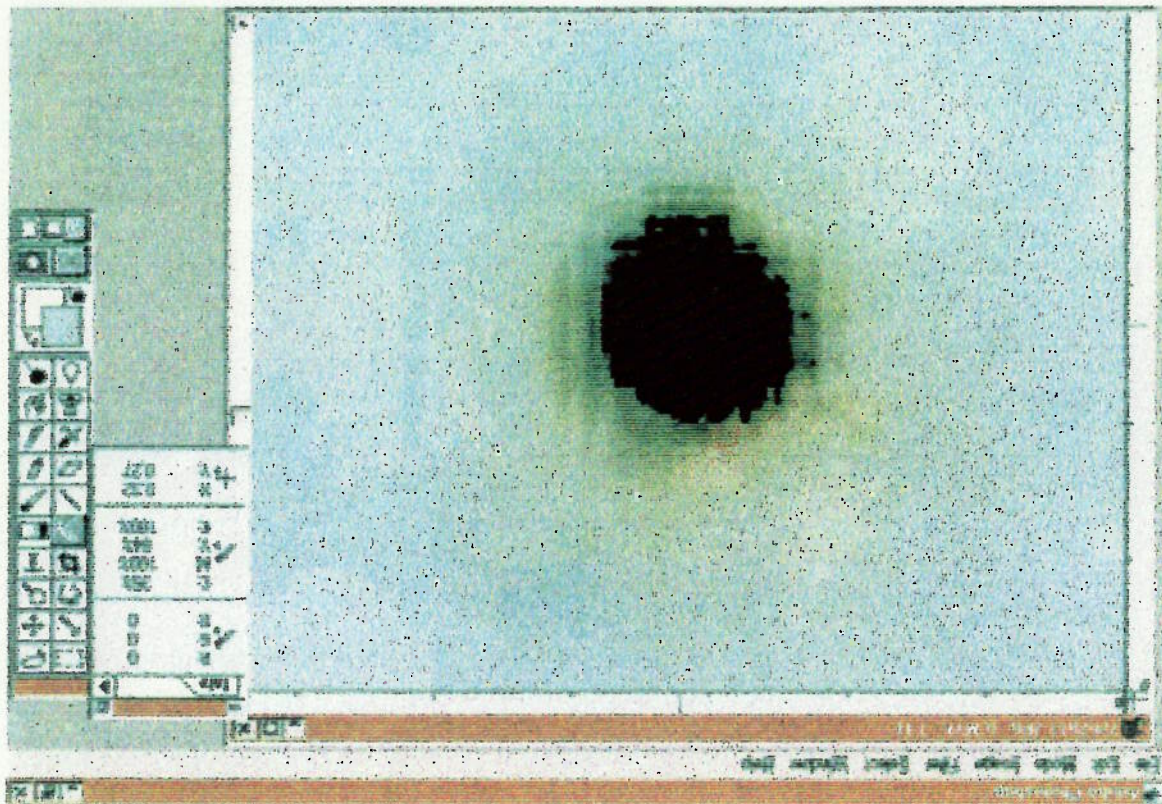


Fig 6.6.1.3 - Limite das cores da Fig. 6.6.1.1

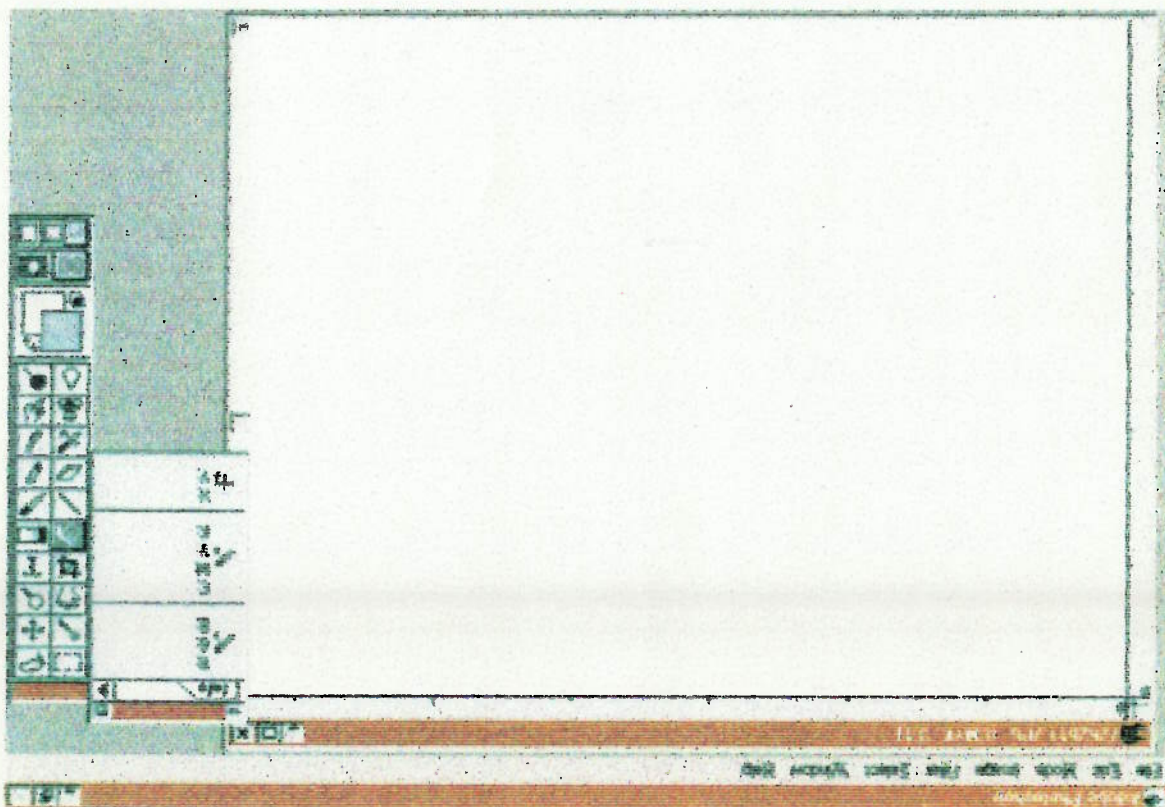


Fig 6.6.1.6 - Limite das cores da Fig. 6.6.1.4

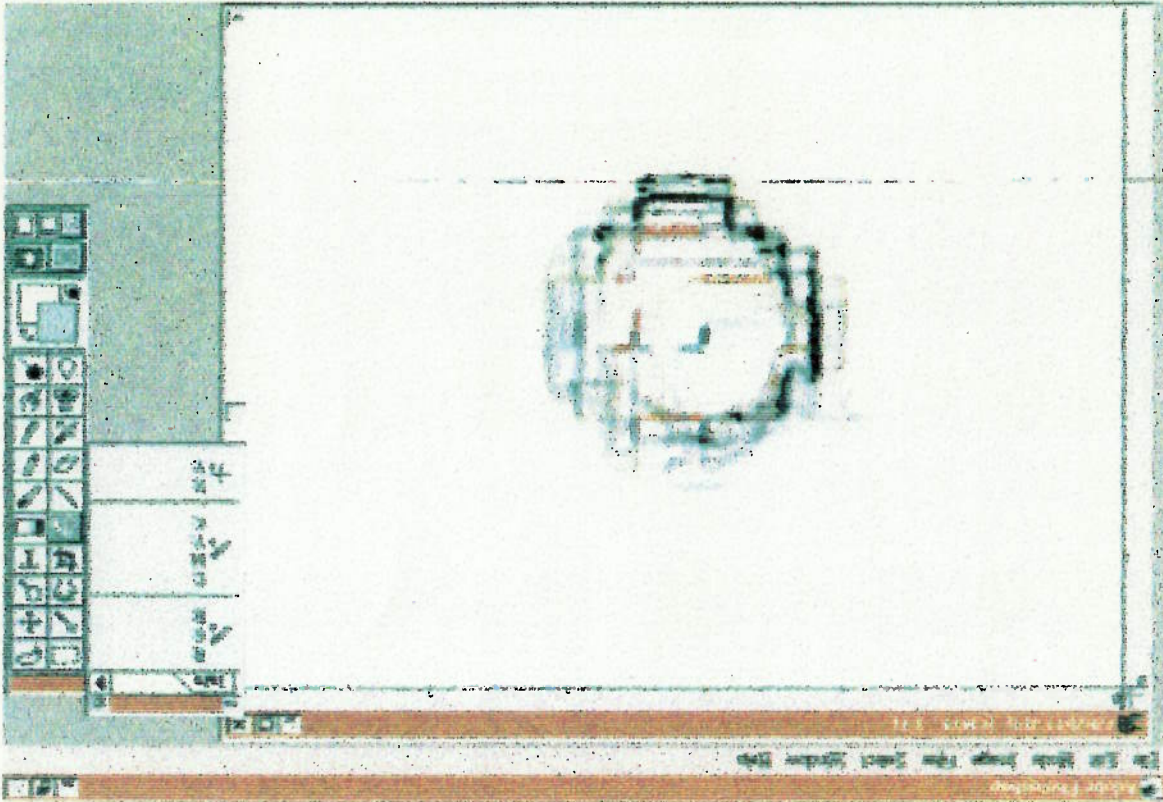


Fig 6.6.1.5 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.1.4

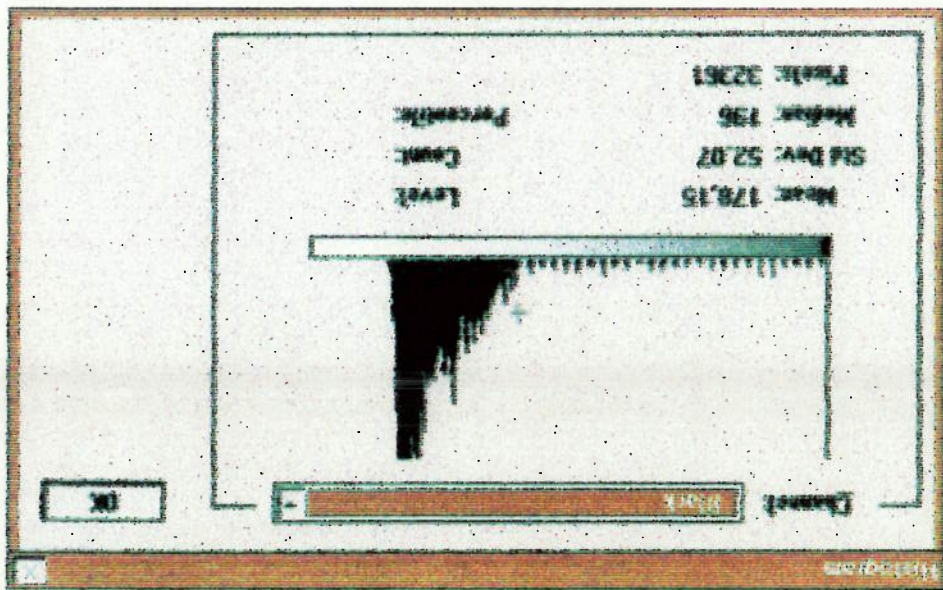


Fig 6.6.1.8 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.1.7

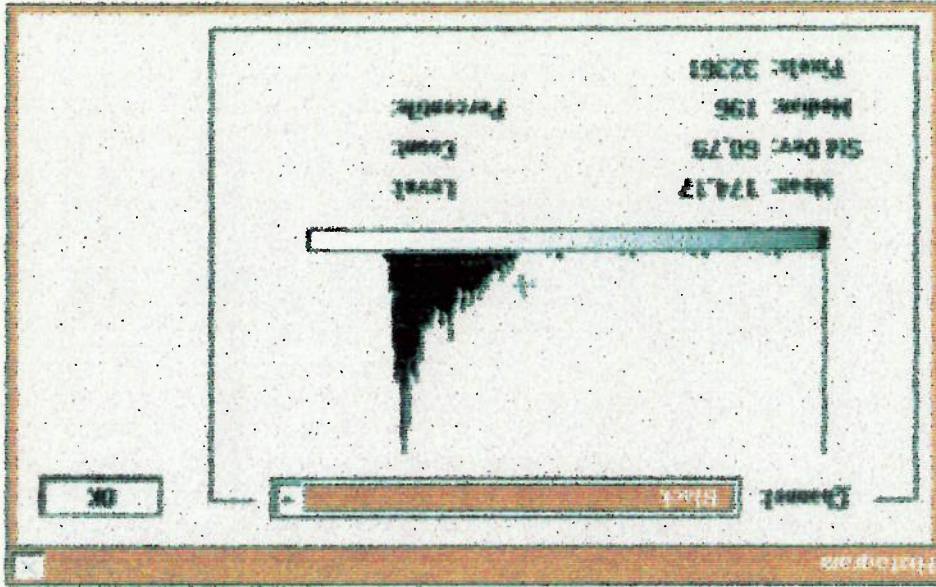


Fig 6.6.1.7 - Imagem 6.6.1.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

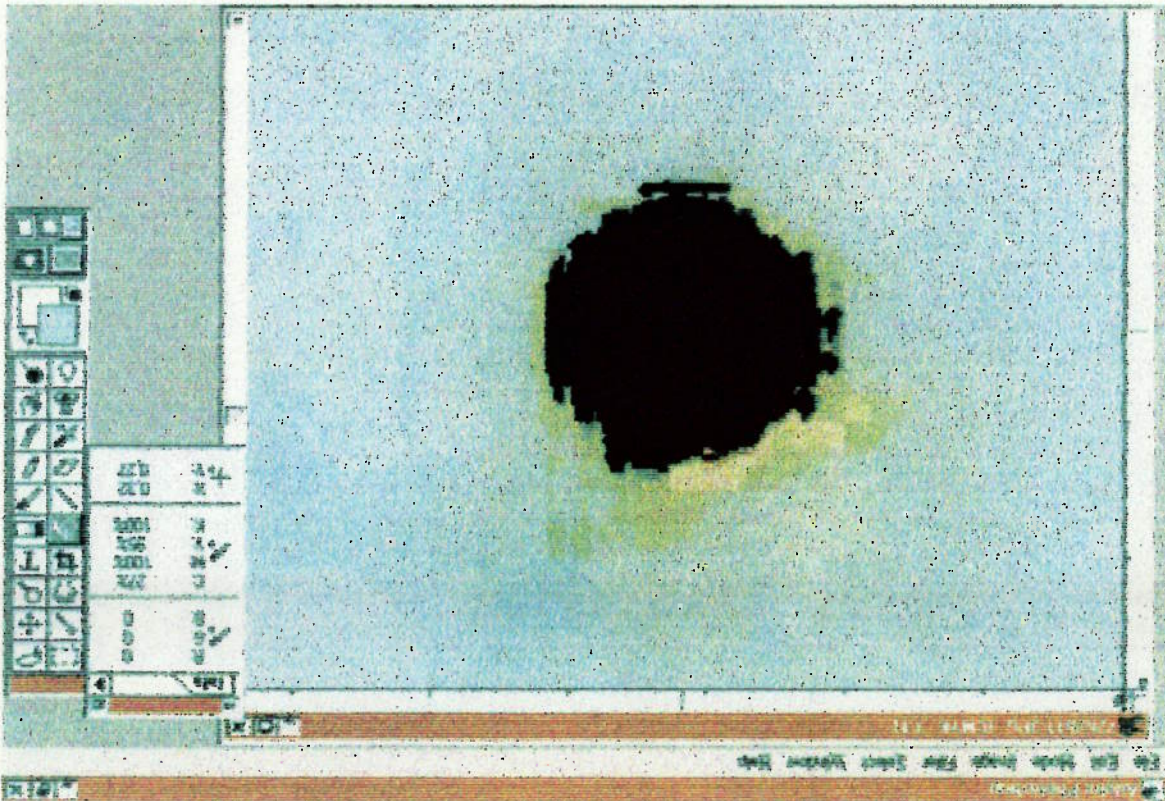


Fig 6.6.1.10 - Imagem 6.6.1.1 após aplicado três vezes filtro Unsharp Mask

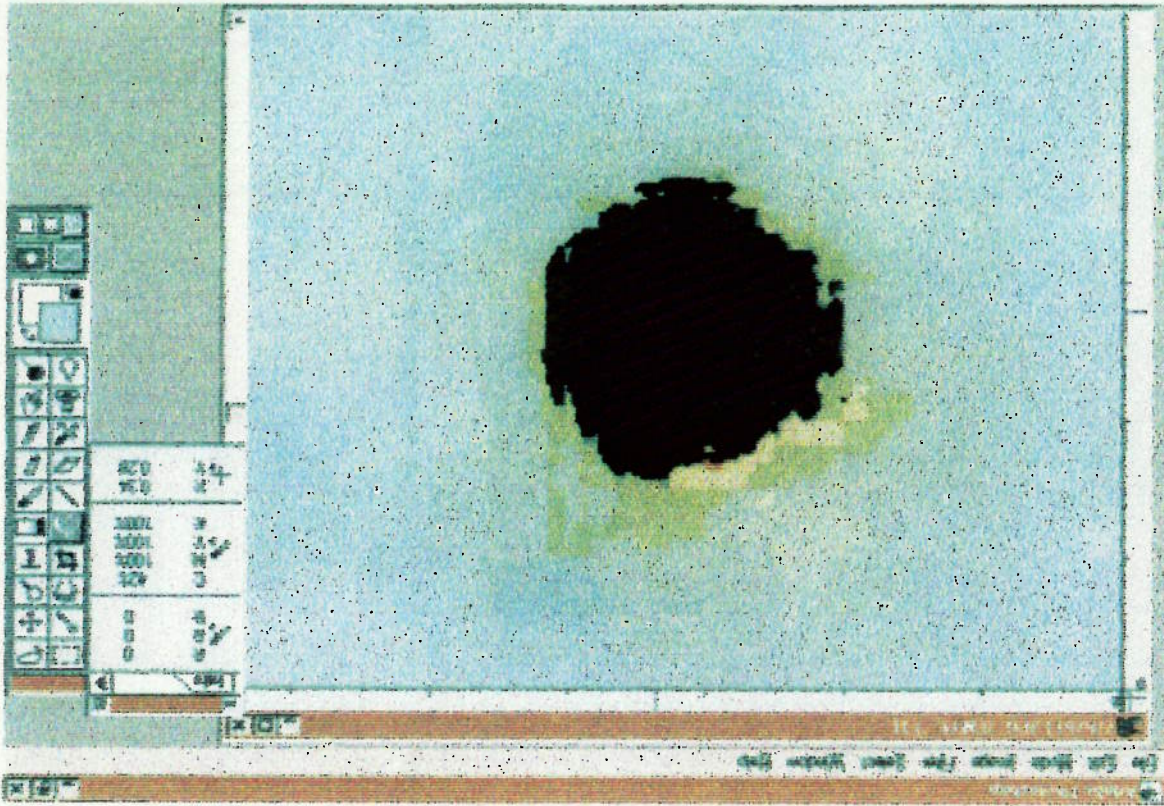


Fig 6.6.1.9 - Limite das cores da Fig. 6.6.1.7

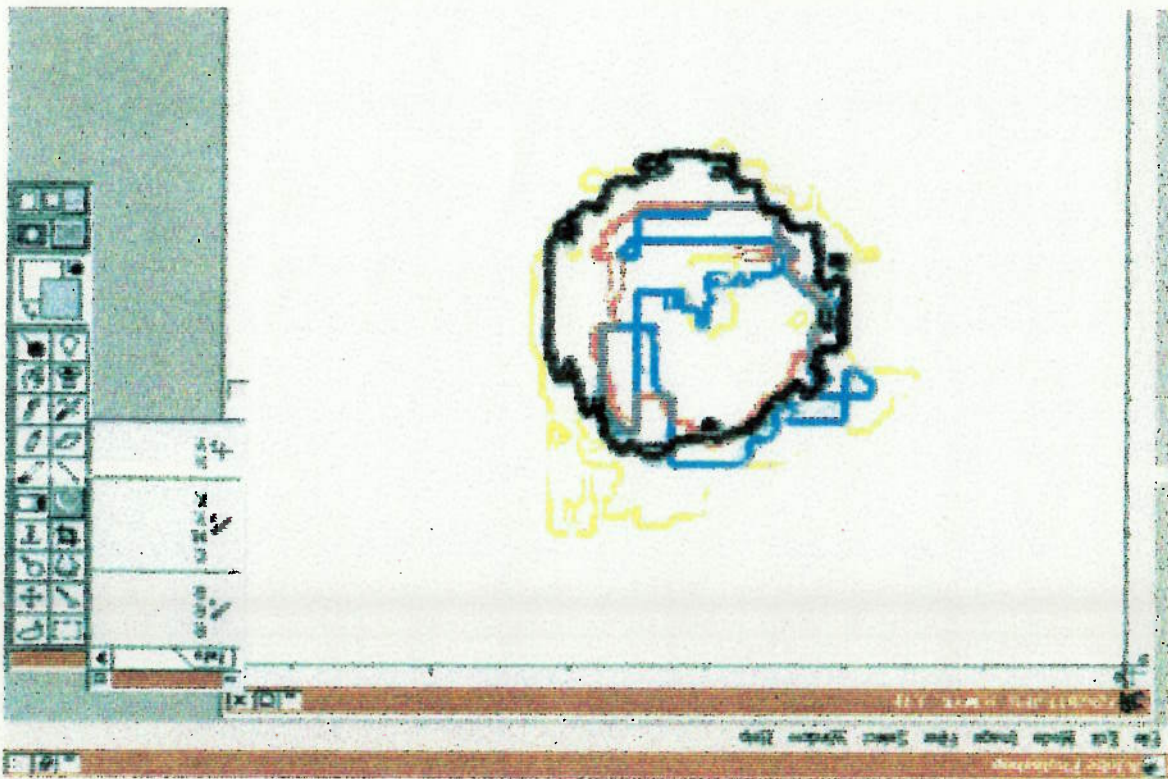


Fig 6.6.1.12 - Limite das cores da Fig. 6.6.1.10

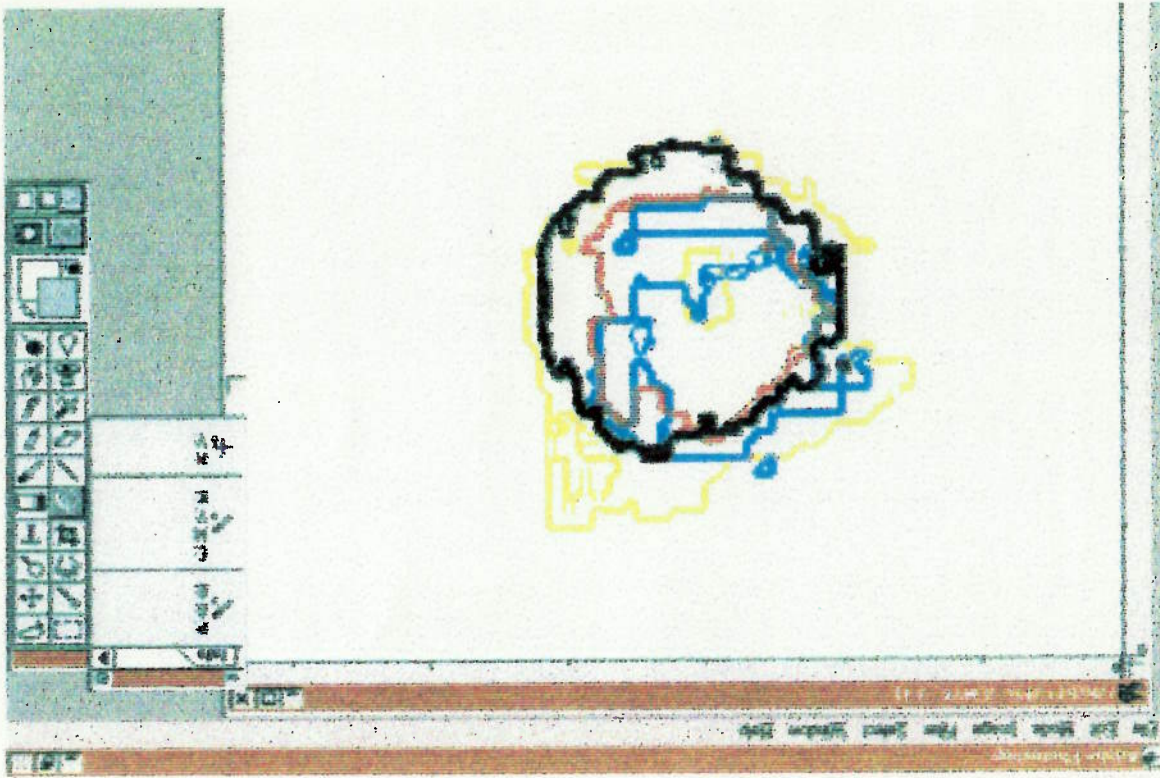
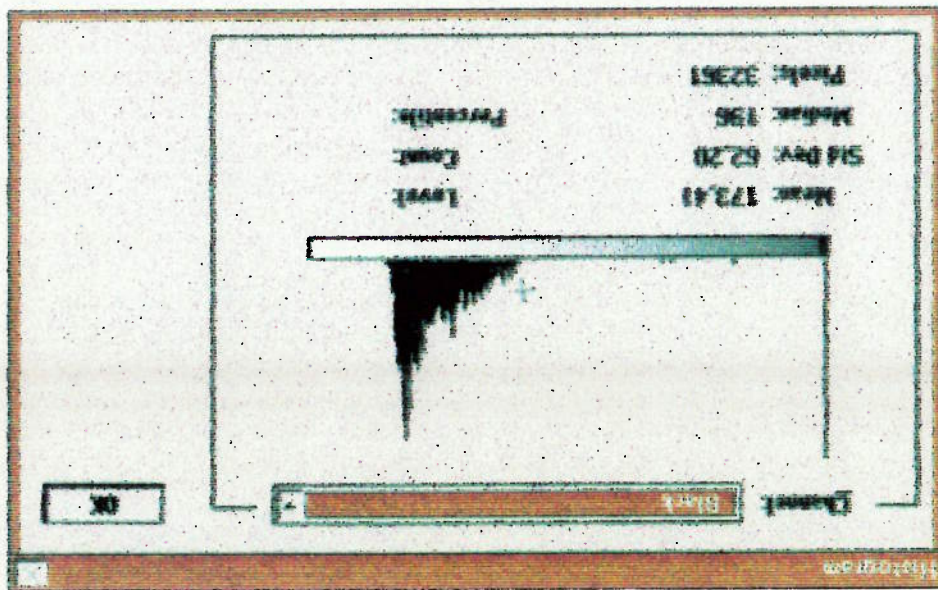


Fig 6.6.1.11 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.1.10



6.6.2 - ANÁLISE DE INTENSIDADE DO FILTRO AGENTUAR

Este item irá variar as intensidade do filtro Unsharp Mask (Amount, Radius e Threshold) para fazer uma análise detalhado destes parâmetros.

6.6.2.1 - VARIANDO INTENSIDADE DA NITIDEZ (AMOUNT)

A intensidade do Amount controla a nitidez da imagem. O valor de porcentagem do Amount varia de 1 a 500 e quanto maior a porcentagem, maior a nitidez.

No item 6.6 foi usado as seguintes intensidade para cálculo:

- Amount = 500%

- Radius = 97 pixels

- Threshold = 174 levels

Como o valor do Amount já é 500% (máximo), então diminui-se o valor do Amount e fixou-se as outras intensidades para ver o resultado.

- Amount = 150%

- Radius = 97 pixels

- Threshold = 174 levels

A figura 6.6.2.1.1 mostra o resultado da imagem 6.6.1 após aplicado duas vezes o filtro Unsharp Mask. E a figura 6.6.2.1.2 é o histograma do canal K da figura 6.6.2.1.1. Pode-se observar que a imagem 6.6.2.1.1 não está boa, pois não houve uma acentuação da cor preta nos miolos das ferrugens. E o histograma não está consistente para tirar um valor da porcentagem de área enferrujada. A mira da figura 6.6.2.1.2 marca a posição de 3,10%. Portanto a porcentagem do Amount deve ser maior possível (500%).

Fig 6.6.2.1.2 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.2.1.1

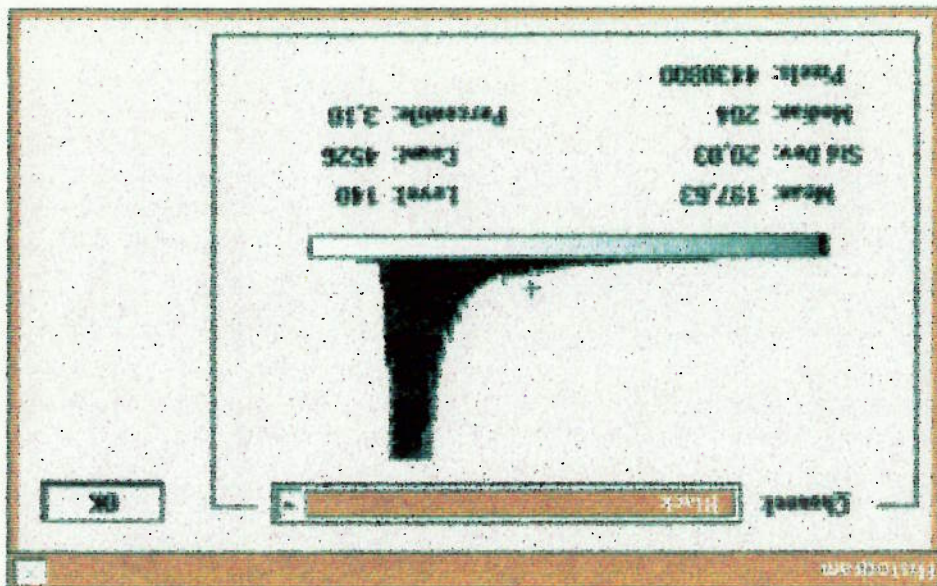
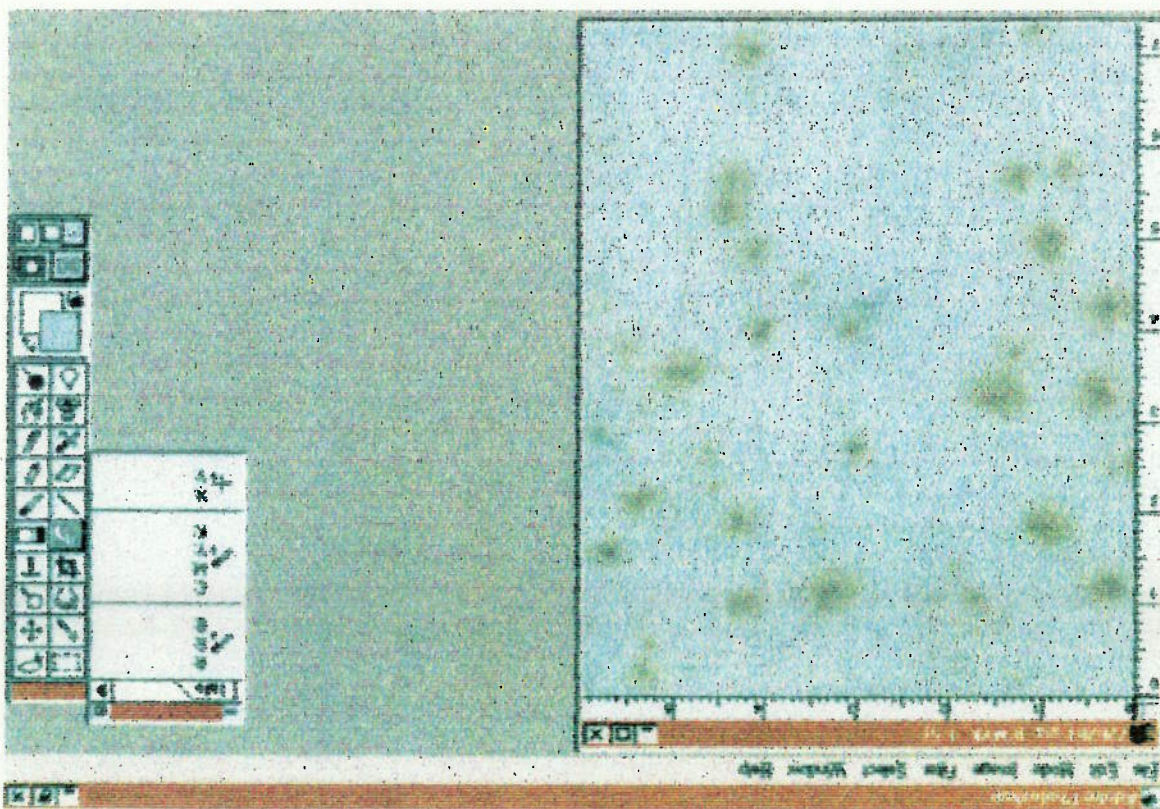


Fig 6.6.2.1.1 - Imagem 6.6.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask



6.6.2.2 - VARIANDO INTENSIDADE DO RAIO (RADIUS)

O parâmetro Radius, especifica a distância (em pixels) a partir dos contornos de modelação que se quer realçar. Um valor baixo de Radius, o realce ocorre mais próximo às arestas da imagem. Quanto maior o valor de Radius, maior a distância de realce que ocorrerá além do contorno da imagem.

No item 6.6 foram usados as seguintes intensidades:

- Amount = 500%
- Radius = 97 pixels
- Threshold = 174 levels

Como o valor de Radius pode variar de 0,1 a 250 pixels e no item 6.6 foi usado 97 pixels, então para verificar os resultados, calcularemos com valor de Radius 250 pixels e 30 pixels.

Primeiro usou-se os seguintes valores:

- Amount = 500%
- Radius = 250 pixels
- Threshold = 174 levels

A figura 6.6.2.1 mostra o resultado da imagem 6.6.1 aplicado duas vezes o filtro

Unsharp Mask. E a Figura 6.6.2.2 é o histograma do canal K da figura 6.6.2.1. Pode-se observar que a imagem 6.6.2.1 está boa, pois houve uma acentuação da cor preta nos miolos das ferrugens.

O histograma nos mostra a área de ferrugem de 4,18% que é um valor aceitável.

Para a seguinte fase usou-se os seguintes valores:

- Amount = 500%
- Radius = 30 pixels
- Threshold = 174 levels

A figura 6.6.2.3 mostra o resultado da imagem 6.6.1 aplicado duas vezes o filtro

Unsharp Mask. E a figura 6.6.2.4 é o histograma do canal K da figura 6.6.2.3. Pode-se observar que a imagem não está boa, pois só a região central da ferrugem foi transformado em cor preto.

Com os resultados acima, pode-se concluir que o Radius para este caso, pode usar de 97 a 250 pixels e quanto maior o valor de Radius, o grau da ferrugem é maior também.

Fig 6.6.2.2 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.2.1

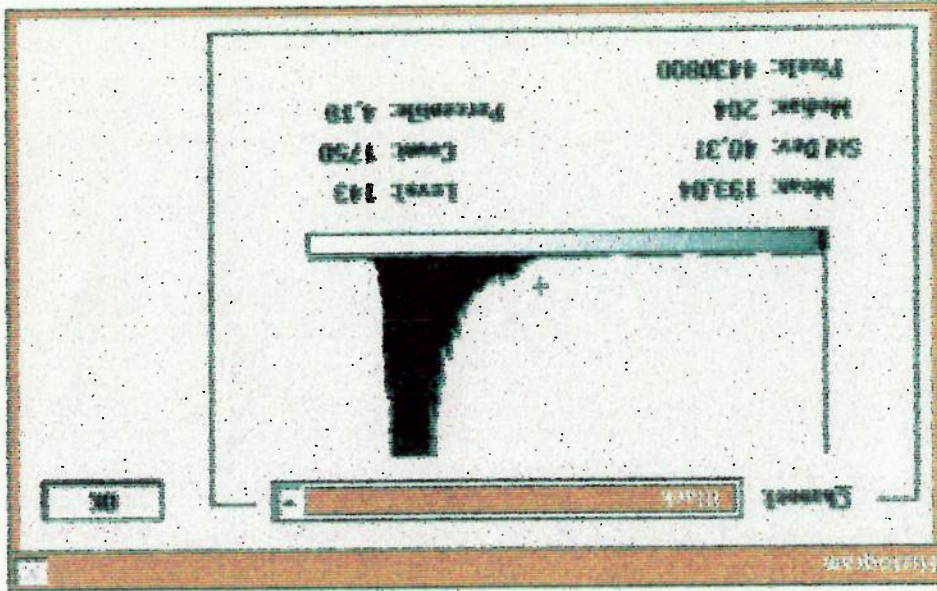


Fig 6.6.2.1 - Imagem 6.6.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

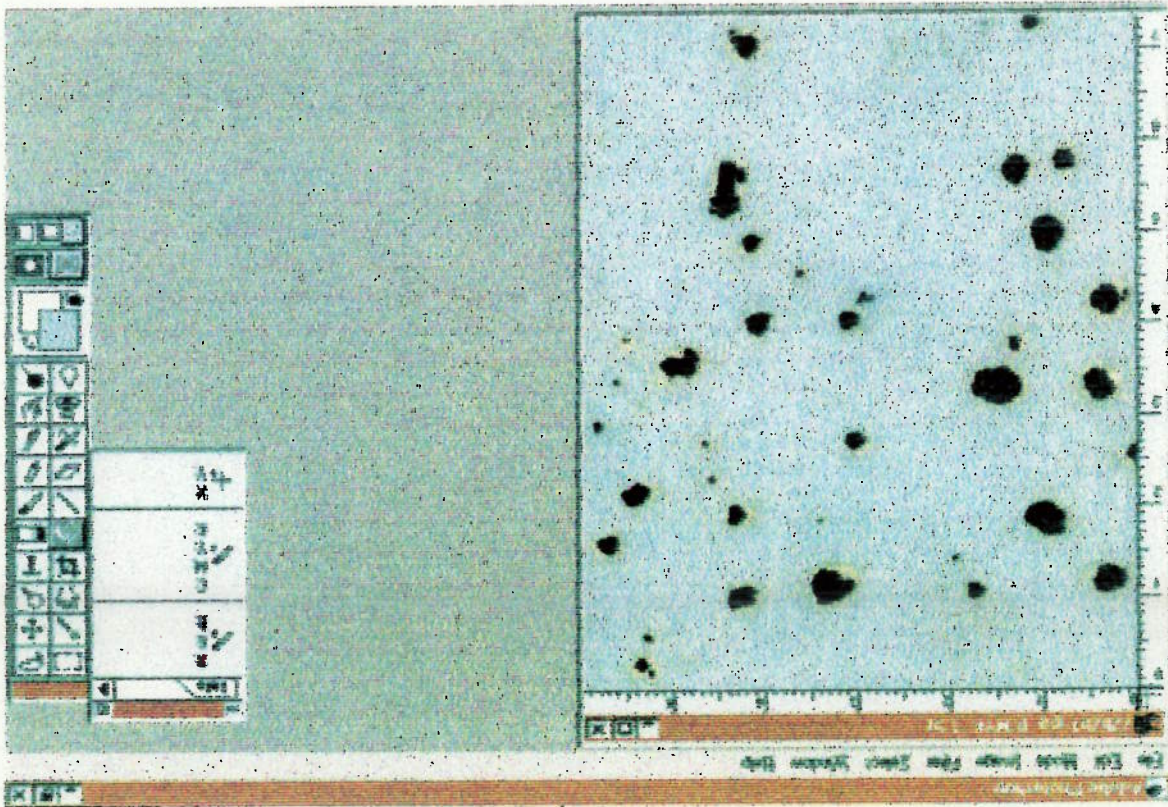


Fig 6.6.2.2.4 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.2.2.3

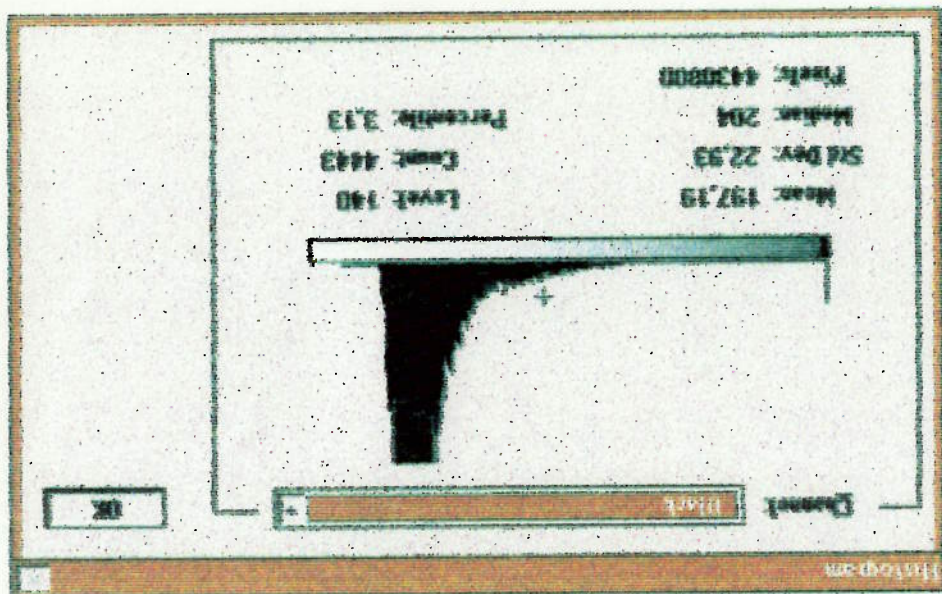
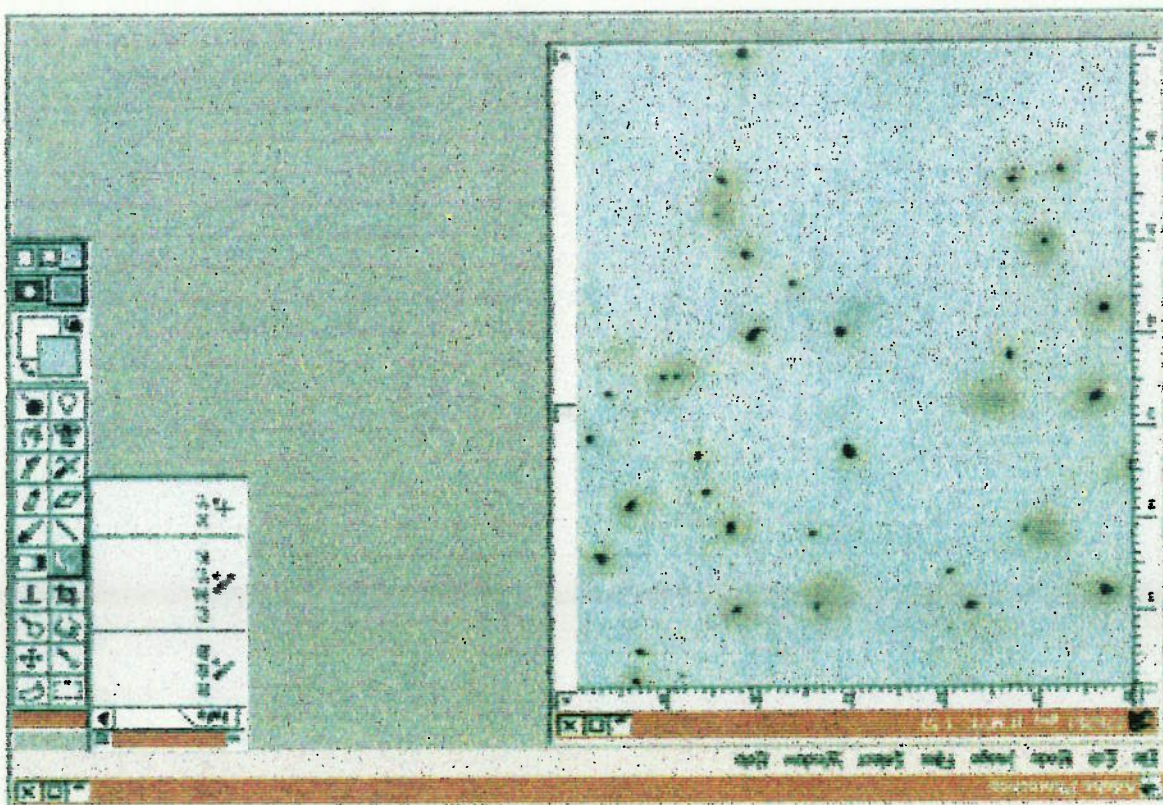


Fig 6.6.2.2.3 - Imagem 6.6.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask



6.6.2.3 - VARIANDO INTENSIDADE DO THRESHOLD

O parâmetro Threshold permite especificar uma comparação entre pixels vizinhos para o realce. Ele permite impedir o realce, a menos que o contraste entre pixels esteja acima do valor do Threshold. Por exemplo, se os valores de brilho dos pixels vizinhos diferirem de 175, digitar um Threshold de 174 ou mais no campo Threshold, o programa ignorará os pixels. Assim o valor de Threshold pode ser usado para evitar realce exagerado (grão de ferrugem maior do que real) dos grãos de ferrugem. Se mantiver Threshold no nível 0 (zero), o filtro alterará o número máximo possível de pixels. Quanto maior o valor de Threshold, menor o número de pixels que serão afetados.

No item 6.6 foram usados as seguintes intensidade:

- Amount = 500%
- Radius = 97 pixels
- Threshold = 174 levels

Como o valor do Threshold pode variar de 0 a 255 levels e no item 6.6 foi usado 174 pixels, então fará o cálculo com valor de Threshold de 50 e 100 levels (abaixo de 174 levels) e com valor de 220 levels (acima de 174 levels) para verificar os resultados.

Primeiro usou-se os seguintes valores:

- Amount = 500%
- Radius = 97 pixels
- Threshold = 50 levels

A figura 6.6.2.3.1 mostra o resultado da imagem 6.6.1 aplicado duas vezes o filtro Unsharp Mask. E a figura 6.6.2.3.2 é o histograma do canal K da figura 6.6.2.3.1. Pode-se observar que a imagem 6.6.2.3.1 não está boa, pois houve um realce exagerado dos grãos de ferrugem e até as regiões onde não há ferrugens foram realçadas. O histograma não nos dá um resultado bom, pois a cor preta não está bem definido no gráfico.

Para esta fase (Threshold menor do que 174) usou-se os seguintes valores:

- Amount = 500%
- Radius = 97 pixels
- Threshold = 100 levels

A figura 6.6.2.3.3 mostra o resultado da imagem 6.6.1 aplicado duas vezes o filtro Unsharp Mask. E a figura 6.6.2.3.4 é o histograma do canal K da figura 6.6.2.3.3. Pode-se observar que a imagem 6.6.2.3.3 ainda está com pouco realce exagerado. Os grãos estão muito grande e as regiões onde não há ferrugem foram realçadas. O histograma já aparece consistente para tirar o valor da área enferrujado.

Para a segunda fase usou-se os seguintes valores:

- Amount = 500%
- Radius = 97 pixels
- Threshold = 220 levels

A figura 6.6.2.3.5 mostra o resultado da imagem 6.6.1 aplicado duas vezes o filtro Unsharp Mask. E a figura 6.6.2.3.6 é o seu histograma.

Pode-se observar que a imagem 6.6.2.3.5 está com pouco realce. Os gráficos estão muito pequenos. E a histograma não está consistente para tirar um valor da porcentagem de área enferrujada (área enferrujada = 2,16%). Portanto o level do Threshold deve ser menor do que 220. Analisando os resultados acima pode-se concluir que o valor de 174 está bom.

Fig 6.6.2.3.2 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.2.3.1

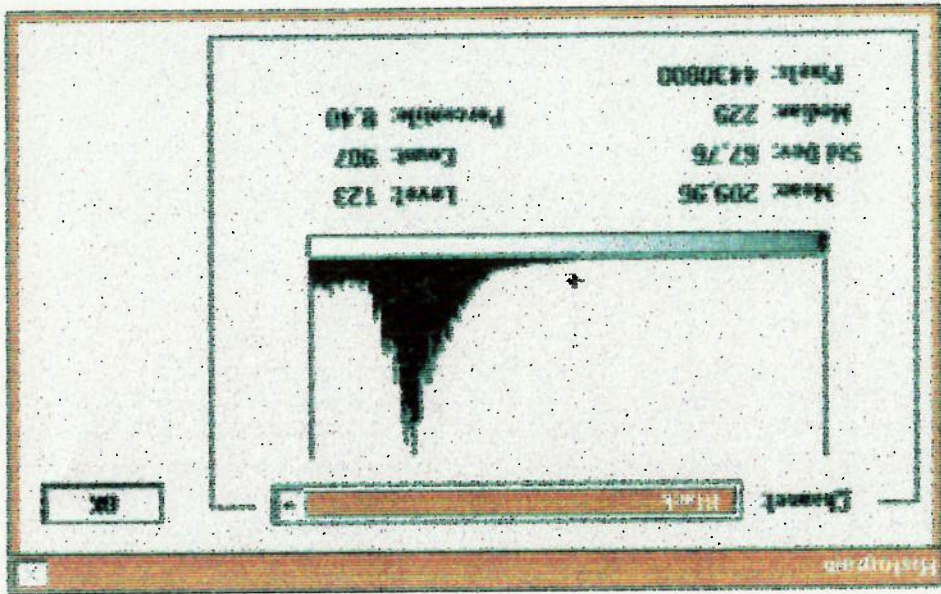


Fig 6.6.2.3.1 - Imagem 6.6.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

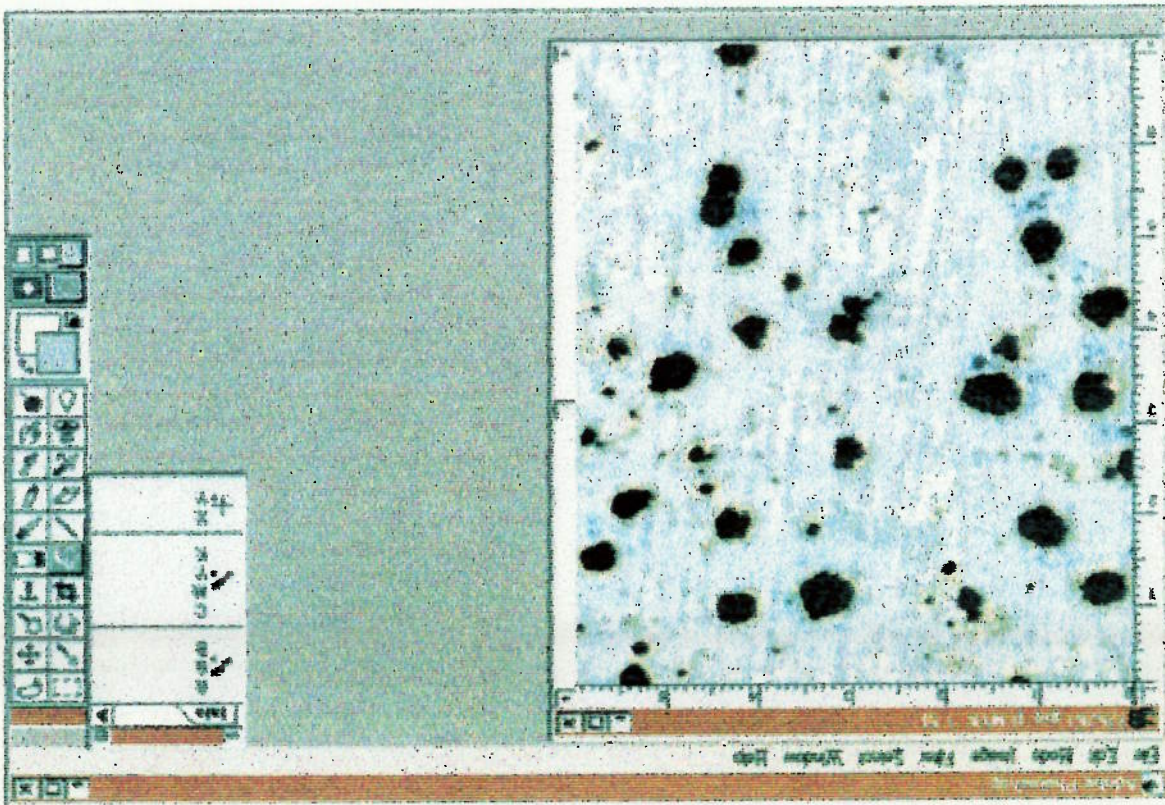


Fig 6.6.2.3.4 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.2.3.3

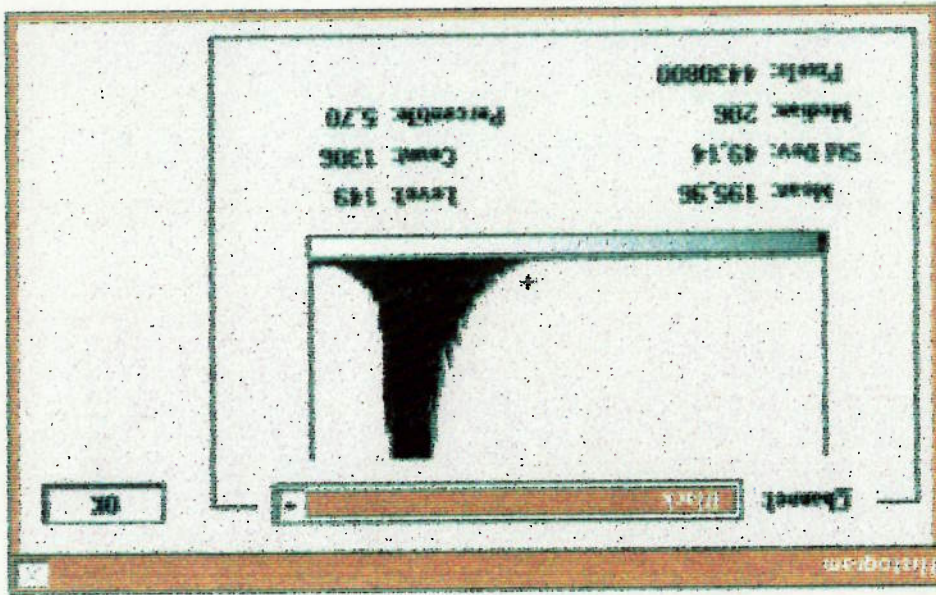


Fig 6.6.2.3.3 - Imagem 6.6.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

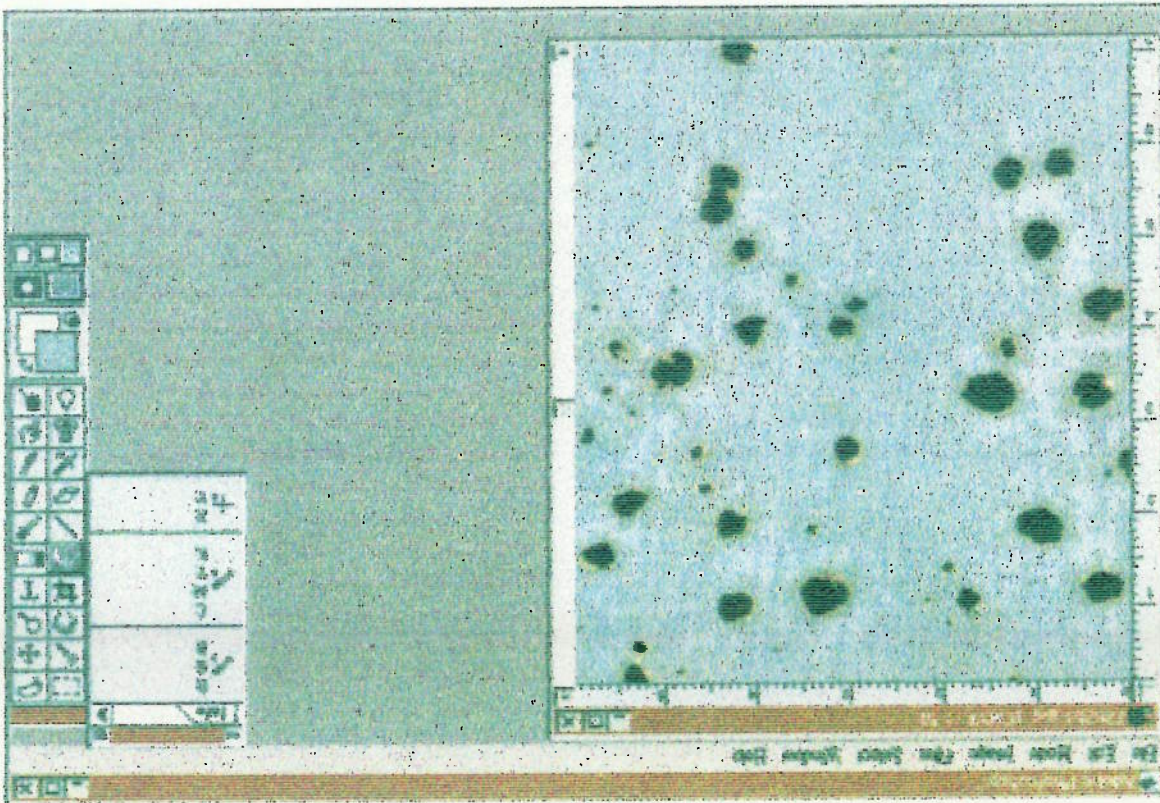


Fig 6.6.2.3.6 - Histograma do canal preto da Fig. 6.6.2.3.5

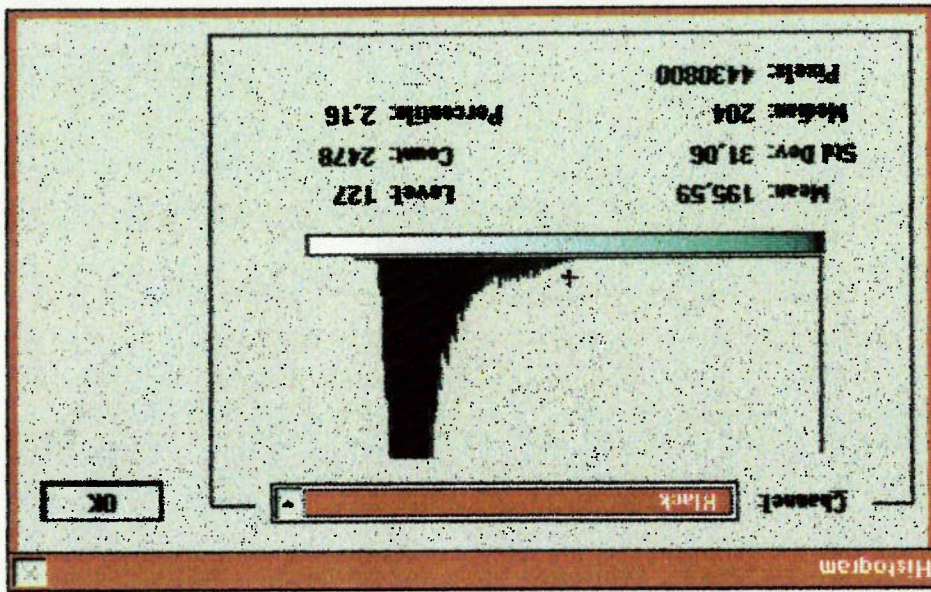
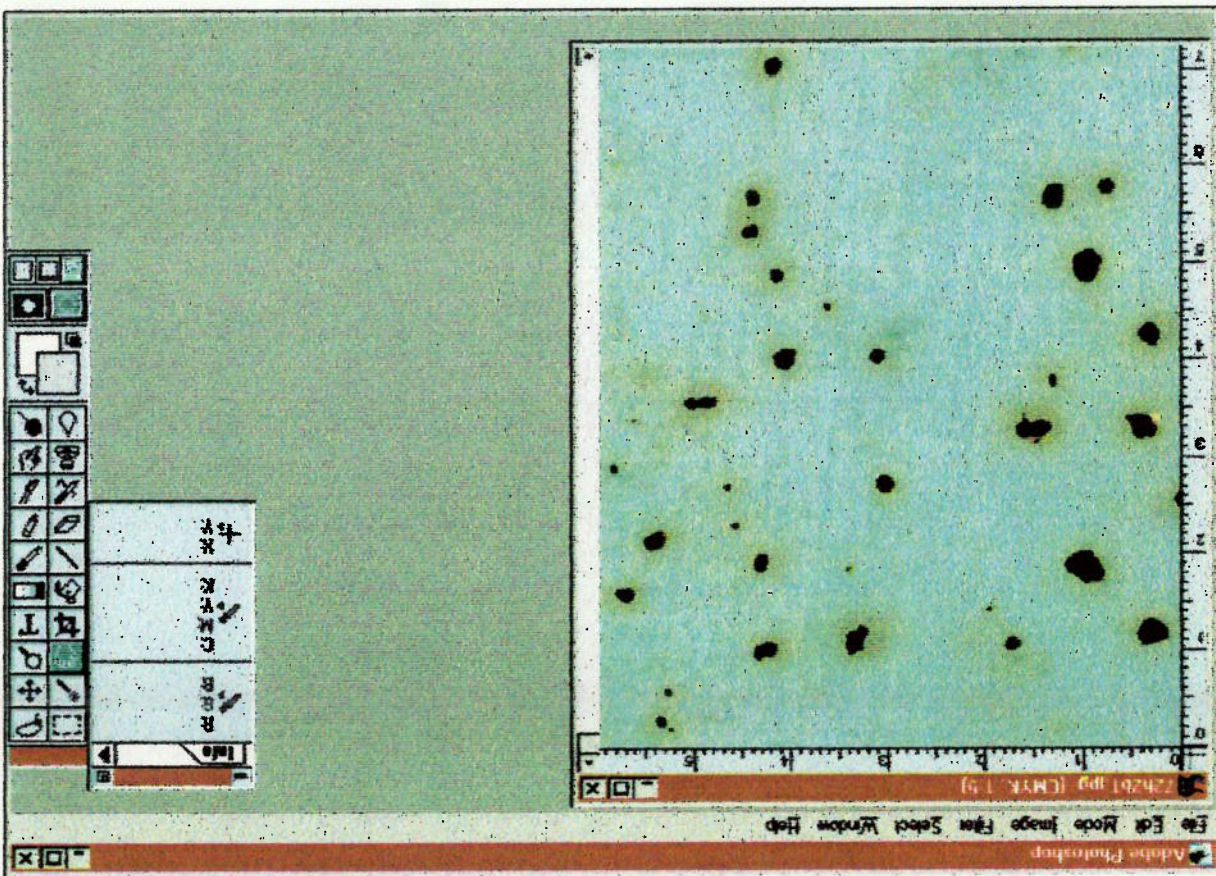


Fig 6.6.2.3.5 - Imagem 6.6.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask



7. CONCLUSÃO

Em função dos resultados obtidos até o momento, pode-se enumerar as seguintes

conclusões:

- Pelo método do Threshold pode-se chegar a um resultado preciso, mas requer muito trabalho. Precisa-se gerar muitas figuras com Threshold Level diferentes para comparar e selecionar a porcentagem de corrosão (3,76%).
- O método de Escala de Cinza usa a Teoria do Contraste de Brilho Ótimo através do histograma da figura, este método não é um processo preciso, pois nos mostra uma faixa muito grande de erro (entre 3,76% ~ 5,05%).
- O método Estatístico é um método confiável, mas também é o método mais trabalhoso de todos, pois precisa recolher uma amostragem grande de pontos na figura para calcular a área de ferrugem (5,11%).
- O método da Decomposição de cor usa também Teoria da Constante de Brilho Ótimo, a vantagem deste método é que primeiro ele decompõe a figura em cores (canais) primários ou decompõe em cores subtrativas para analisar o histograma, e ao escolher o canal certo, pode-se chegar a um resultado confiável (4,6% no canal preto).
- O método do filtro Acentuar é o método mais simples e rápido. Usa-se os recursos do computador e Photoshop (programa) para poder transformar (realçar) os miolos da ferrugem em cor preto e achar a área enferrujada com facilidade (3,14% - 4,18% - 5,10%).

O melhor método de análise da corrosão é o método do filtro acentuar, pois ele é um método simples e rápido. Este método exige uma escolha de intensidade (Amount, Radius e Threshold) correta, no item 6.6.2 mostra que se escolher a intensidade errado o valor da porcentagem de ferrugem pode nos dar uma resultado inválido.

Propõem-se, para ter uma melhor avaliação do método do filtro Acentuar, selecionar mais chapas de aço para calcular porcentagem de corrosão e avaliar a eficiência do método (Apêndice C).

E para próximos fotografias a serem tirados na Base Norte do Instituto Oceanográfico da USP em Ubatuba, preparar um offset de cores RGB e escala de cinza para ser fotografado junto com cada corpo de prova, que poderá ajudar na correção de cores(Apêndice B). Essas diferenças de cores pode ser causado pelo tempo(temperatura, clima, luminosidade,,,etc), filmes, máquina fotográfica, revelação do foto e outros fatores.

8. PROPOSTAS FUTURO

9. APÊNDICES

9.1 - APÊNDICE A

Neste item foi feito dois programas em linguagem Pascal utilizando os quatro

operadores "Laplacian" (item 5.5.2):

Estes operadores "Laplacian" nos dar resultado zero numa região uniforme. Mas

dará um grande variação de resposta nos regiões com variação.

Estes programas tem como entrada de dados um dos operadores e uma

camada(Band), com os lados uniformes e uma variação na região central.

O resultado que pode observar: na região central realmente houve uma acentuação

da imagem. E nas regiões próximos a ele (região próximo ao central, mas estava com valores

uniforme) também sofreram variação, só que foram variações negativas.

```

TYPE BAND.PAS
PROGRAM SHARPENIS ;
CONST
  (* OPERADOR LAPLACIAN *)
  P : ARRAY[1..3,1..3] OF INTEGER = ( (-1, -1, -1),
    (-1, 8, -1),
    (-1, -1, -1) ) ;
  P : ARRAY[1..3,1..3] OF INTEGER = ( (-1, -1, -1),
    (-1, 9, -1),
    (-1, -1, -1) ) ;
  P : ARRAY[1..3,1..3] OF INTEGER = ( (-1, -2, -2),
    (-2, 5, -2),
    (-1, -2, -2) ) ;
  N = 10 ;
  Q : ARRAY[1..N,1..N] OF BYTE
    = ( ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ),
    ( 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1, 1 ) ) ;
  I, J, RR : INTEGER ;
  R : ARRAY[1..N,1..N] OF INTEGER ;
  BEGIN
    FOR I := 1 TO N DO
      FOR J := 1 TO N DO
        WRITE(' ', Q[I,J]:3) ;
        WRITELN ;
      END ;
      WRITELN ;
    END ;
    WRITELN ;
    FOR I := 1 TO N DO
      FOR J := 1 TO N DO
        BEGIN
          ELSE
            BEGIN
              RR := P[1,1] * Q[1-1,J-1] + P[1,2] * Q[1-1,J] + P[1,3] * Q[1-1,J+1]
                + P[2,1] * Q[1,J-1] + P[2,2] * Q[1,J] + P[2,3] * Q[1,J+1]
                + P[3,1] * Q[1+1,J-1] + P[3,2] * Q[1+1,J] + P[3,3] * Q[1+1,J+1] ;
              IF RR > 255
                THEN R[I,J] := 255
                ELSE R[I,J] := RR ;
            END ;
          END
        END
      END ;
    END ;
  END ;

```

```
END ;  
FOR I := 1 TO N DO  
  BEGIN  
    FOR J := 1 TO N DO  
      WRITE( 'R[',J,']:',3 ) ;  
      WRITELN ;  
    END ;  
  END ;  
C:\TURBO\TP>
```



```

+ P[2,3] * Q[1-1,J] + P[2,4] * Q[1-1,J+1]
+ P[2,5] * Q[1-1,J+2]
+ P[3,1] * Q[1,J-2] + P[3,2] * Q[1,J-1]
+ P[3,3] * Q[1,J] + P[3,4] * Q[1,J+1]
+ P[3,5] * Q[1,J+2]
+ P[4,1] * Q[1+1,J-2] + P[4,2] * Q[1+1,J-1]
+ P[4,3] * Q[1+1,J] + P[4,4] * Q[1+1,J+1]
+ P[4,5] * Q[1+1,J+2]
+ P[5,1] * Q[1+2,J-2] + P[5,2] * Q[1+2,J-1]
+ P[5,3] * Q[1+2,J] + P[5,4] * Q[1+2,J+1]
+ P[5,5] * Q[1+2,J+2]
;
IF RR > 255
THEN R[I,J] := 255
ELSE R[I,J] := RR ;
END ;
FOR I := 1 TO N DO
BEGIN
FOR J := 1 TO N DO
WRITE(LST, ' ', R[I,J]);
WRITELN(LST) ;
END ;
END.
C:\TURBO\TP

```


A chapa de aço usado este apêndice (Figura B.1) é a mesma chapa 72H2B usado neste trabalho, mas o foto foi tirado no dia 10 de maio de 1997 (9 meses depois).
 Observa-se que o foto está mais avermelhado do que a Figura 6.1.4 (foto tirado no dia 31 de agosto de 1996). Isto pode ser causado pela diferença do tempo (clima, temperatura), máquina fotográfica, tipo de filme usado e processo de revelação de filme.

A Figura B.1 foi digitalizado em cores CMYK e aplicou o filtro Unsharp Mask duas vezes com intensidade:
 Amount = 500%
 Radius = 97 pixels
 Threshold = 174 levels

A Figura B.2 é o resultado após de aplicado o filtro acentuar. Pode-se observar que os miolos da ferrugem em vez de ficar preto estão ficando "vermelho" (magenta). E verificando o histograma do canal preto (Figura B.3) realmente comprova. Ao analisar os histogramas de cada canal (canal preto = Figura B.3, canal ciano = Figura B.4, canal magenta = Figura B.5 e canal amarelo = Figura B.6) pode-se concluir que a ferrugem neste caso é representado pela cor magenta (3.41% de ferrugem).

Para entender melhor, escolheu o mesmo ponto de ferrugem da Figura 6.6.1, aplicou duas vezes filtro acentuar (Figura B.7) e aplicou filtro Find Edge (Figura B.8). Comparando as Figuras B.7 e B.8 com Figuras 6.6.1.7 e 6.6.1.9, pode-se dizer que realmente a cor que representa a ferrugem neste caso é magenta.

Como a cor preta prevalece a cor magenta, uma alternativa para definir a ferrugem é adicionar a cor preta na imagem. Na Figura B.9 e B.10, usou-se a palheta Info para medir a porcentagem do canal K da ferrugem, que nos dar uma faixa de 25 a 18%. Usando outro recurso do Photoshop, recurso de correção de tom e cores, pode-se aumentar a porcentagem do cor preto. Selecionando menu Image/Adjust/Curves, na caixa de diálogo Curves, Figura B.11 verá um gráfico com uma linha na diagonal. O eixo X (horizontal) desse gráfico representa os valores de entrada (Input) e eixo Y (vertical) os valores de saída (Output), que serão os novos valores depois que a curva for alterada. Neste caso alterou o valor do canal K (preto) de 25% para 50%, conforme a Figura B.12.

A Figura B.13 é a Figura B.1 após de aumentar 25% da cor preto, a Figura B.14 é o resultado após de aplicado o filtro acentuar, e a Figura B.15 é a histograma da Figura B.14 (3.17% de cor preto). Fazendo análise microscópica (Figura B.16 e B.17) podemos observar que a cor preta neste caso pode representar a ferrugem da chapa.

Este método não é um processo correto para cálculo de ferrugem (está mudando característica original do foto sem termos uma referência para isso), mas oferece uma alternativa de visualização melhor (cor preto). Se adicionarmos offset na hora de tirar foto, talvez após de digitalizado a imagem podemos corrigir as cores corretamente no Photoshop.

Figura B.2 - Imagem B.1 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

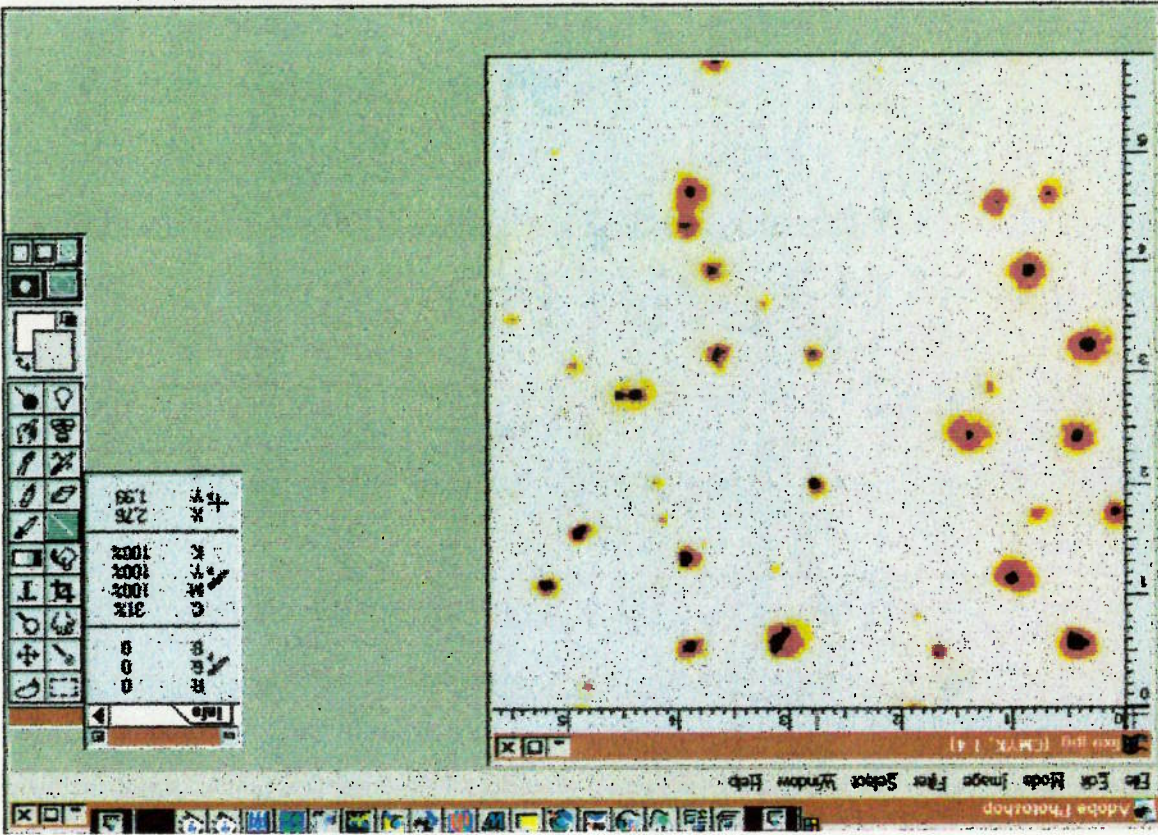


Figura B.1- Chapa 72H2B digitalizado em cores CMYK

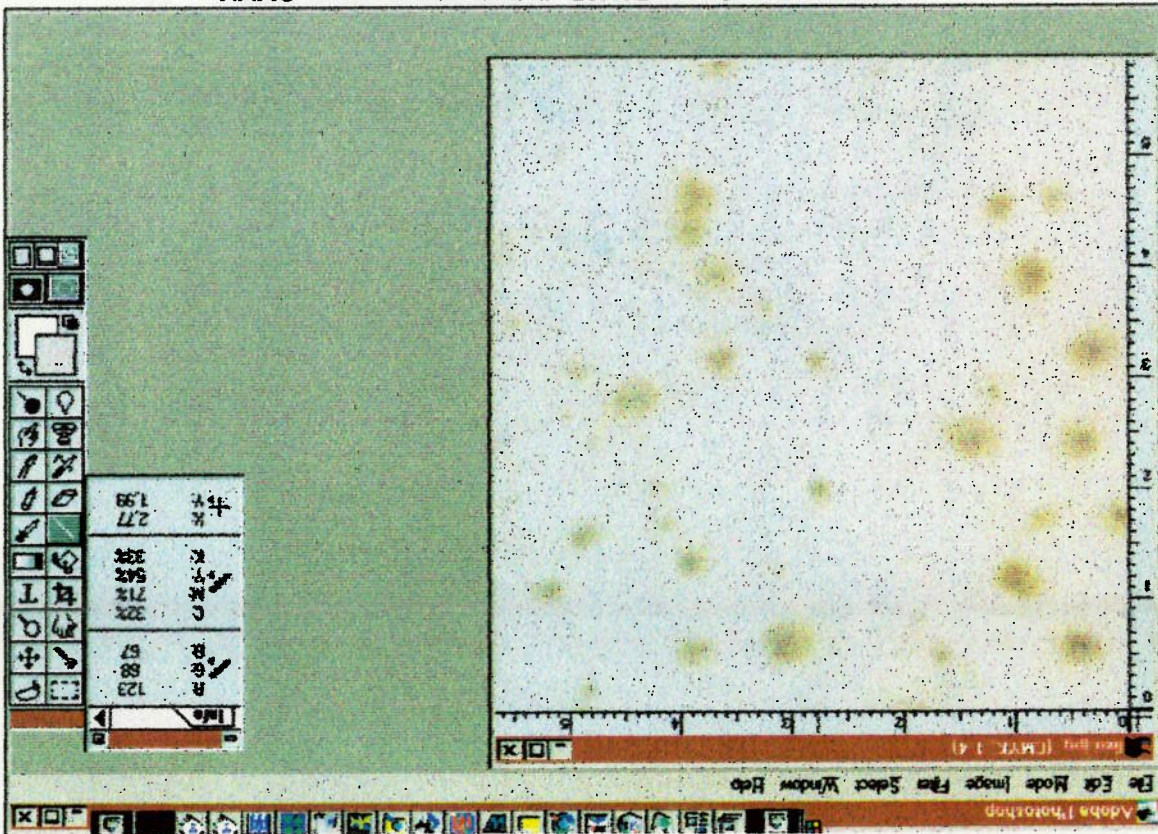


Figura B.4 - Histograma do canal: ciano

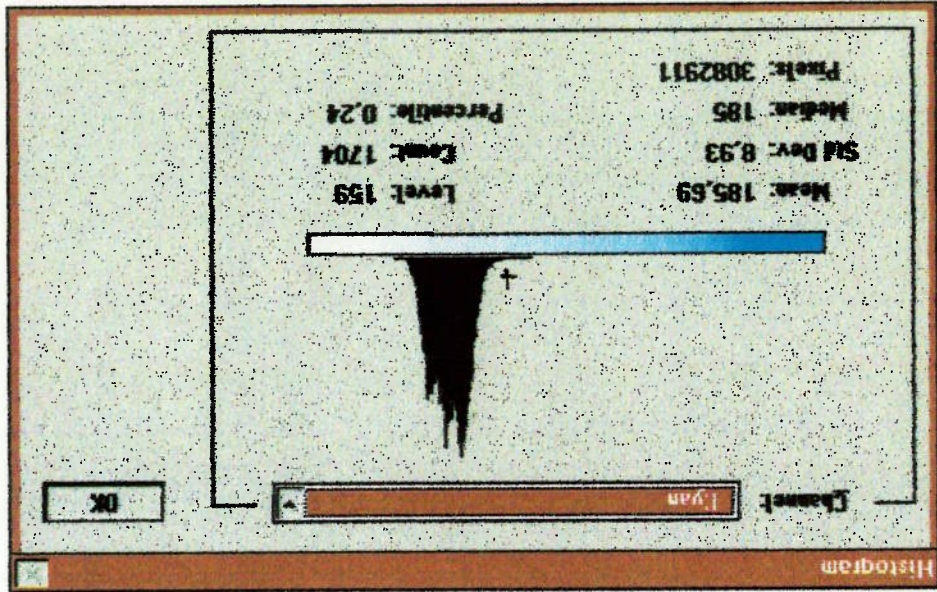


Figura B.3 - Histograma do canal: preto

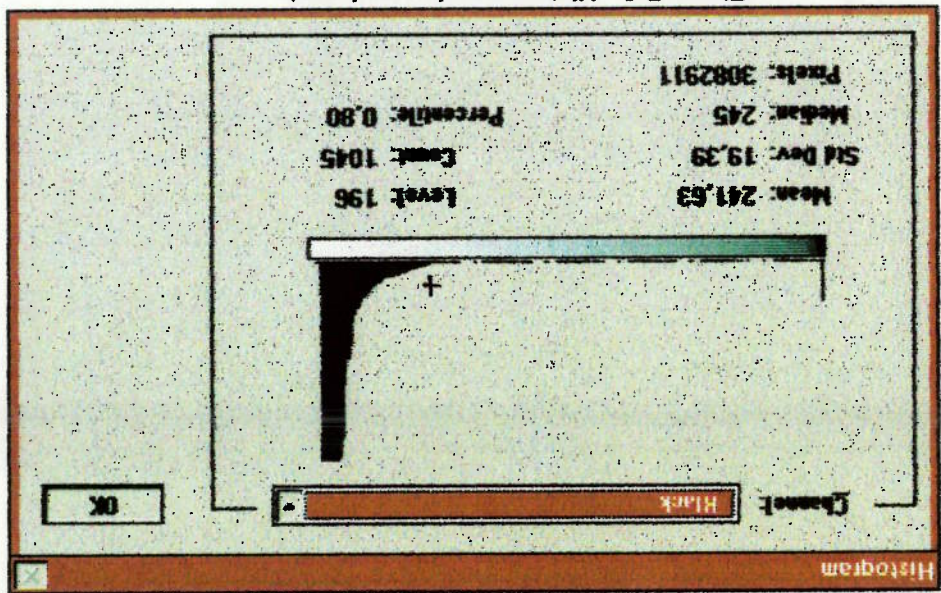


Figura B.6 - Histograma do canal: amarelo

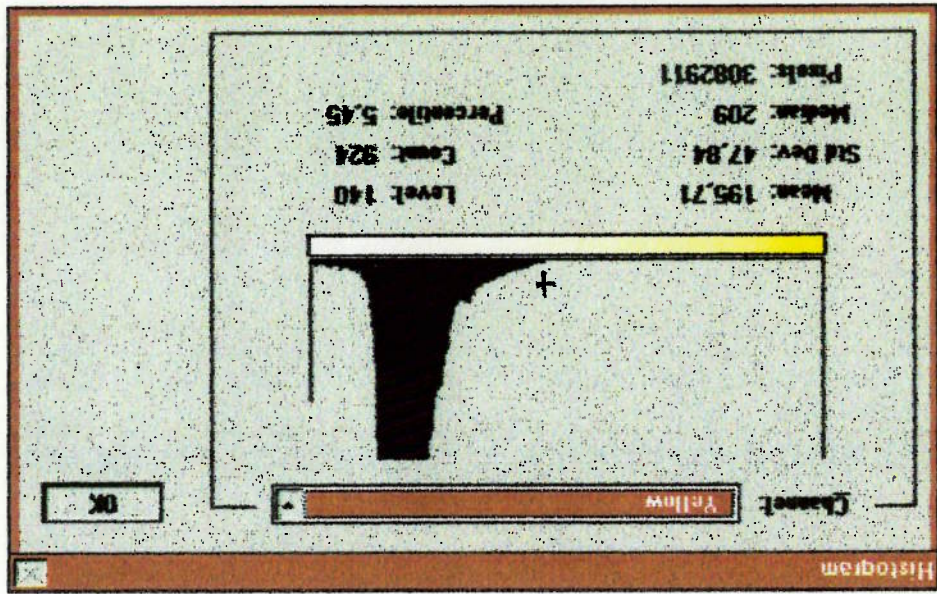


Figura B.5 - Histograma do canal: magenta

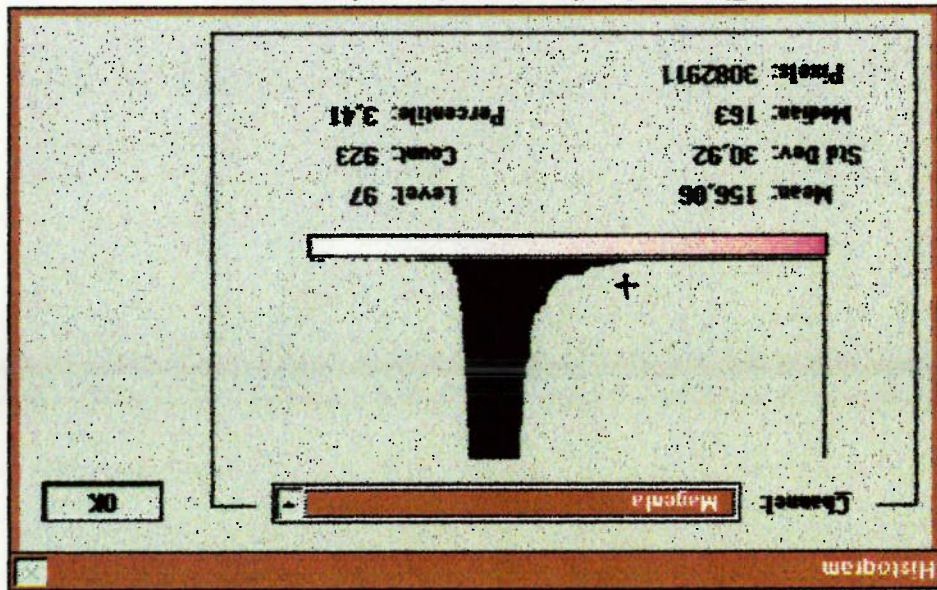


Figura B.8 - Limite das cores da Fig. B.7

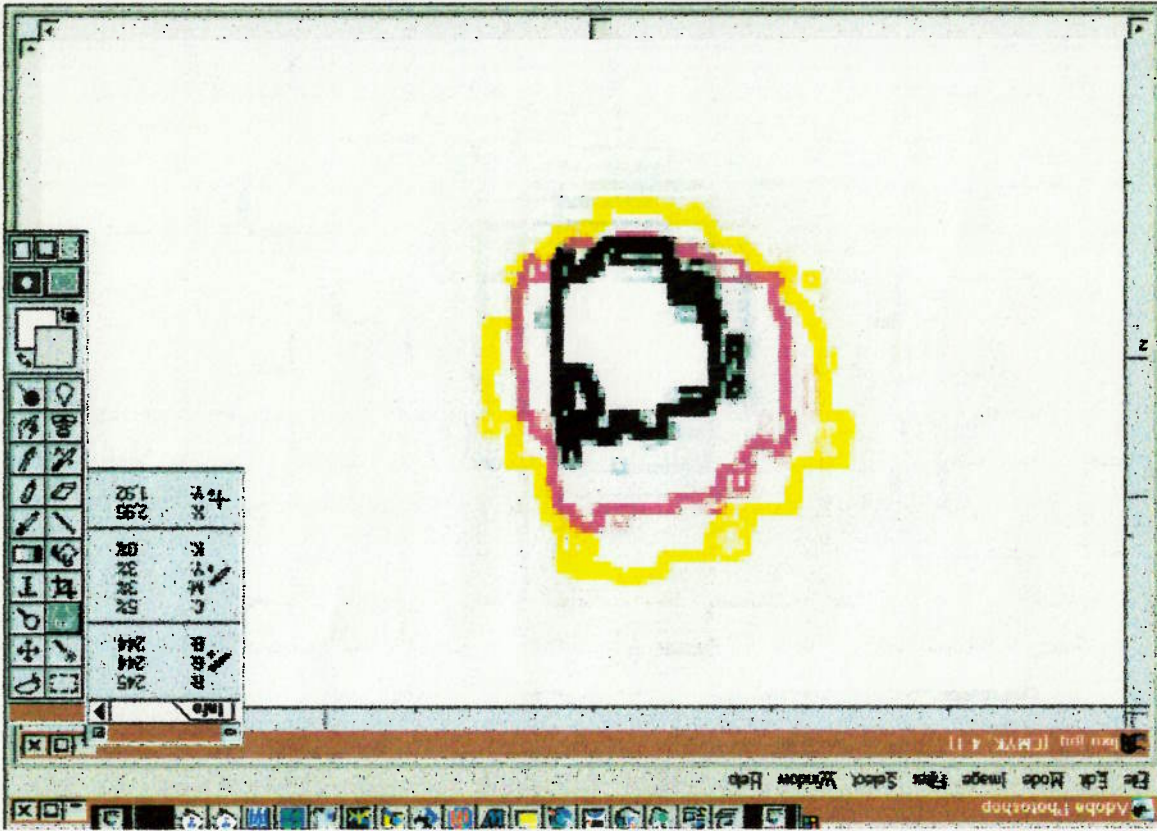


Figura B.7 - Imagem de um ponto de ferrugem, após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

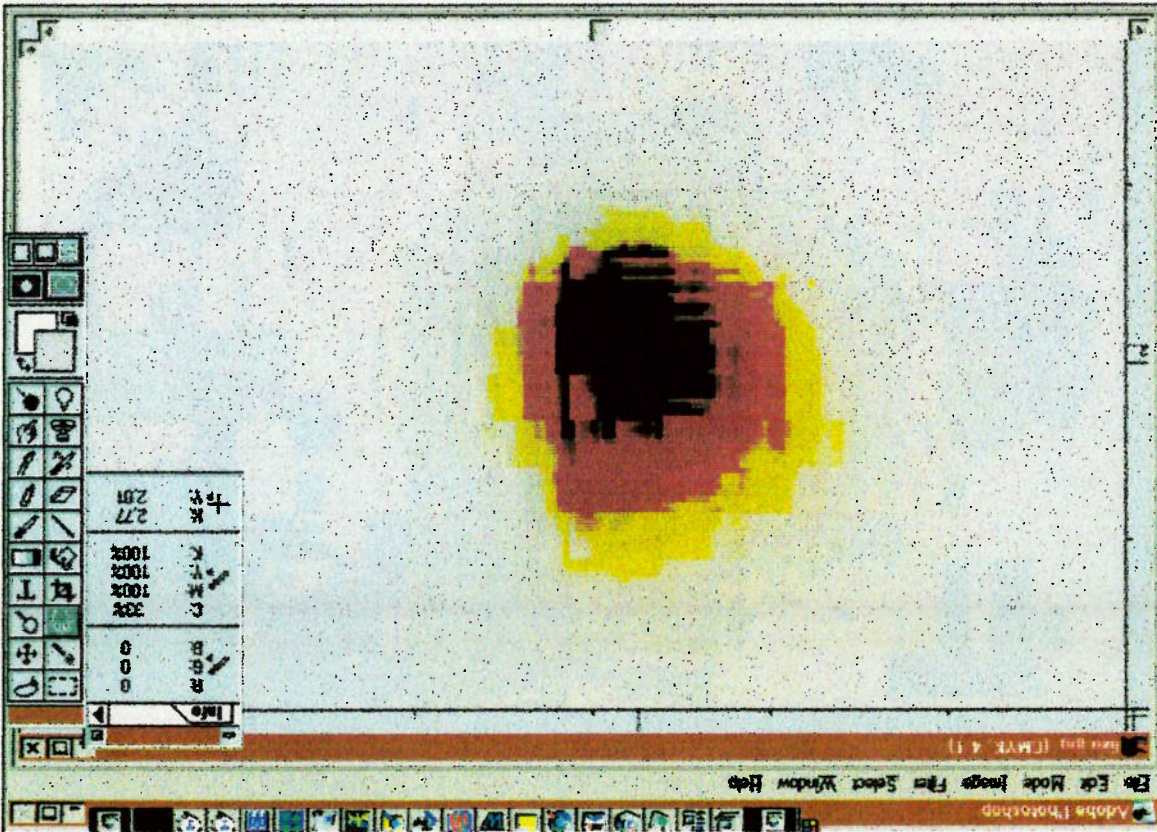


Figura B.10 - Densidade de cores na borda da ferrugem; indicado pela mira

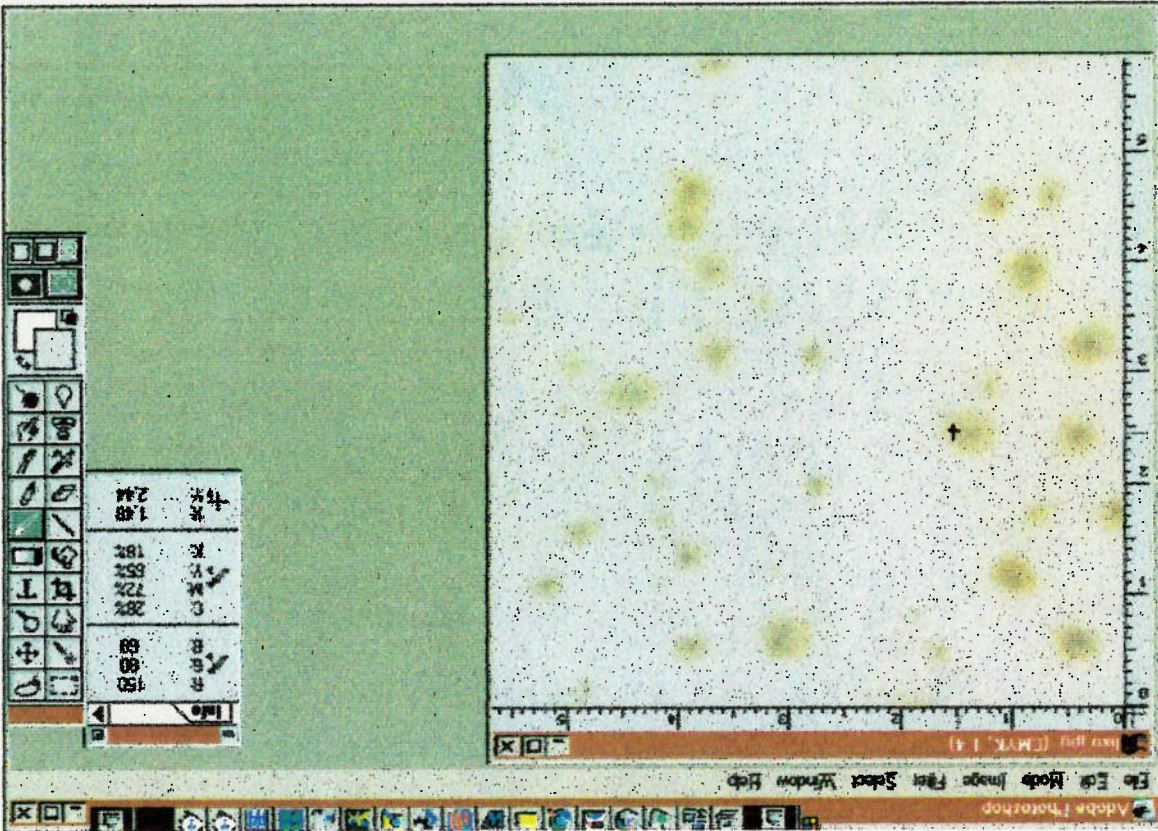


Figura B.9 - Densidade de cores no meio da ferrugem; indicado pela mira

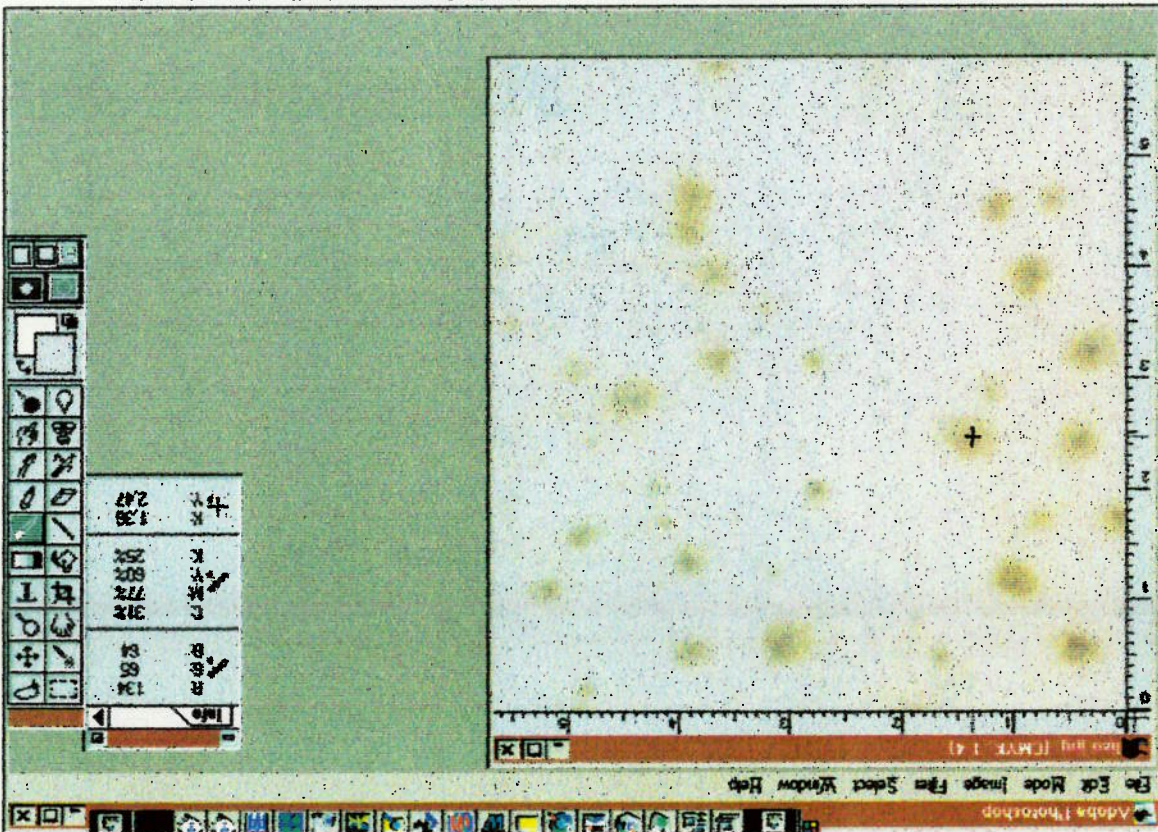


Figura B.12 - Caixa de diálogo Curves com aumento de 25%

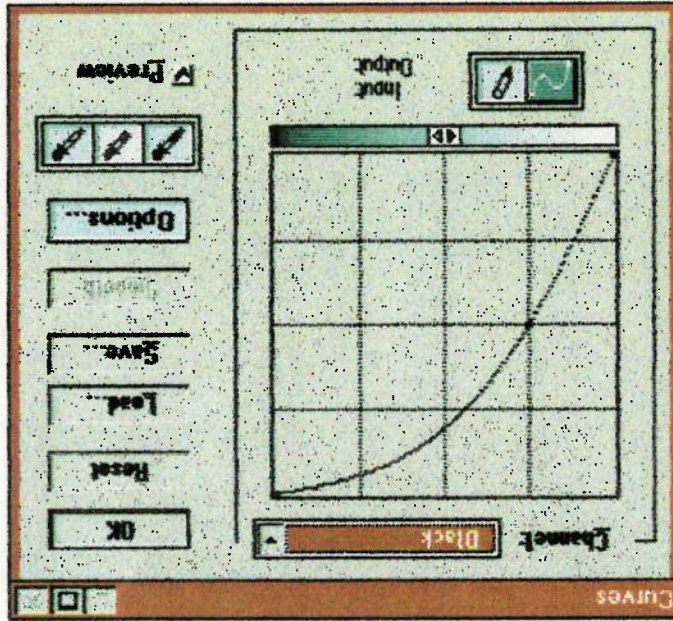


Figura B.11 - Caixa de diálogo Curves

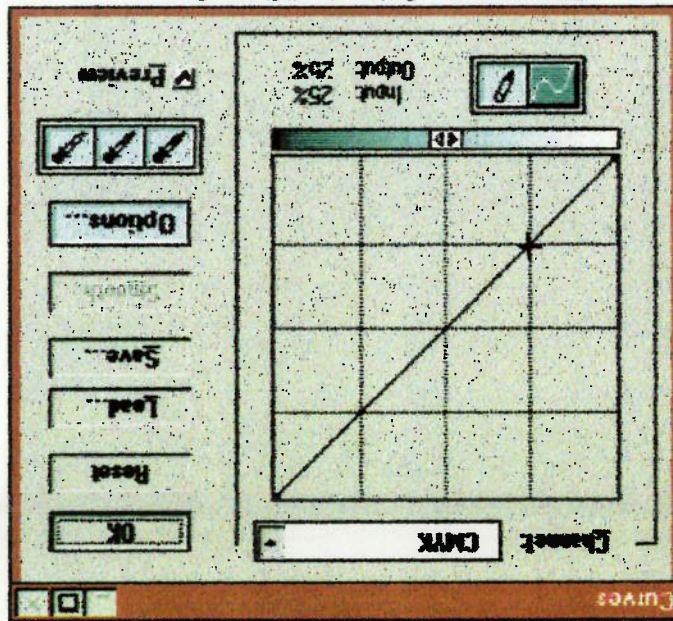


Figura B.13 - Fig. B.1 com aumento de 25% de cor preto

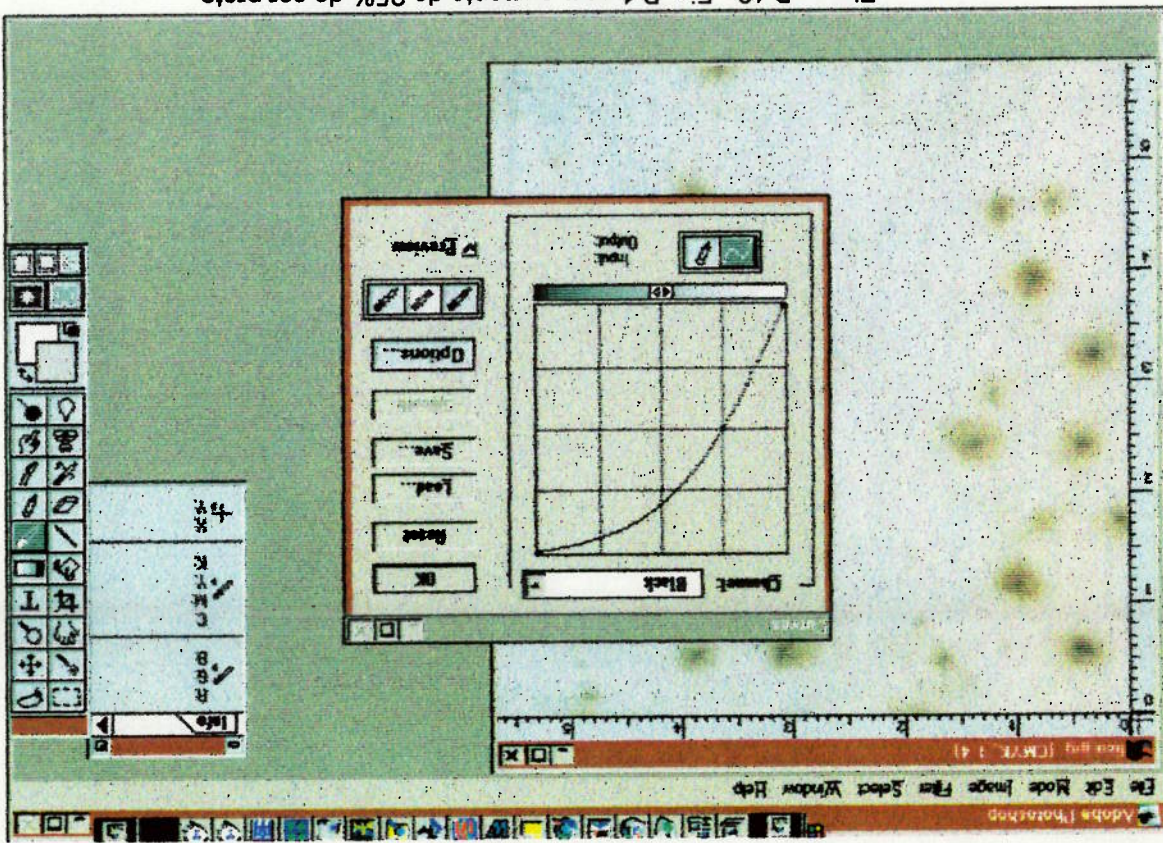


Figura B.15 - Histograma do canal preto da fig. B.14

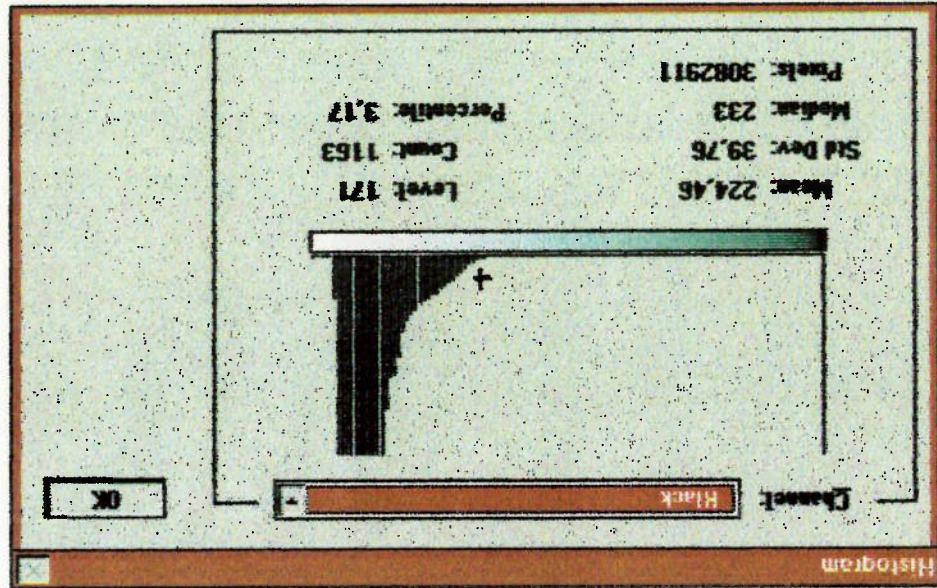


Figura B.14 - Imagem B.13 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

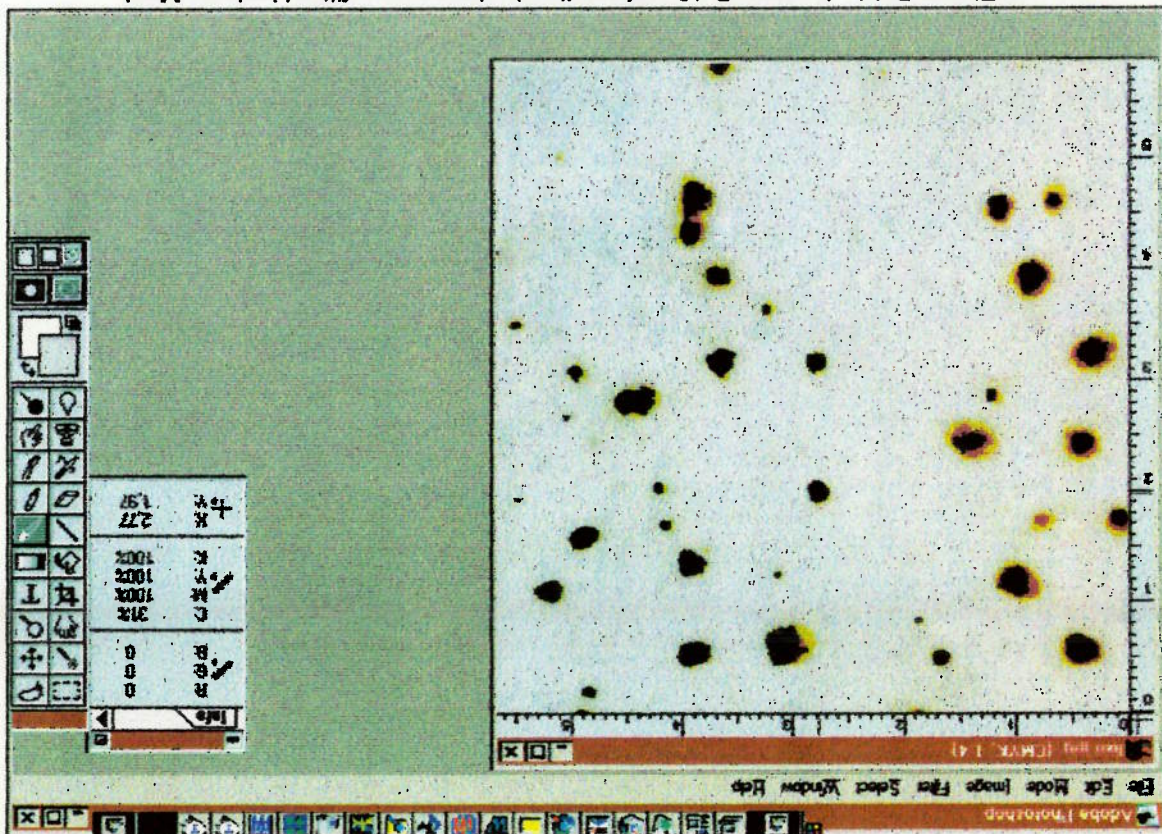


Figura B.17 - Limite das cores da Fig. B.16

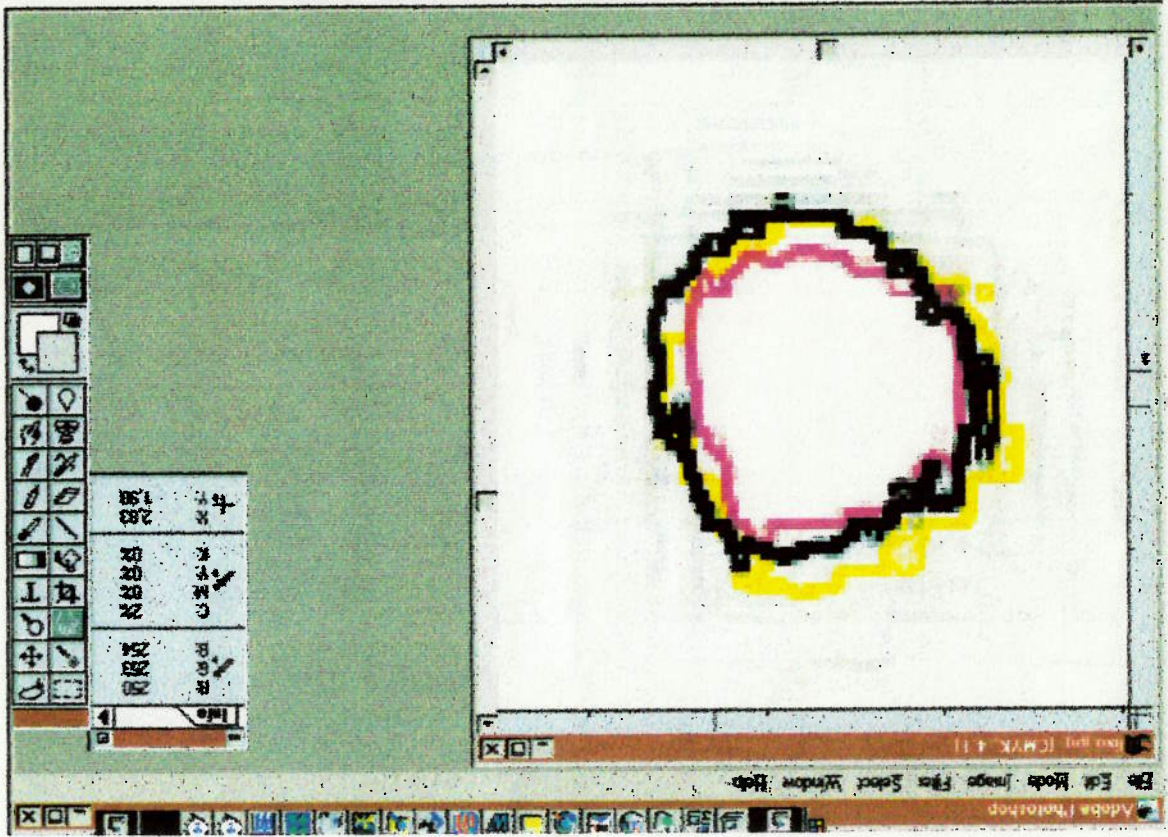
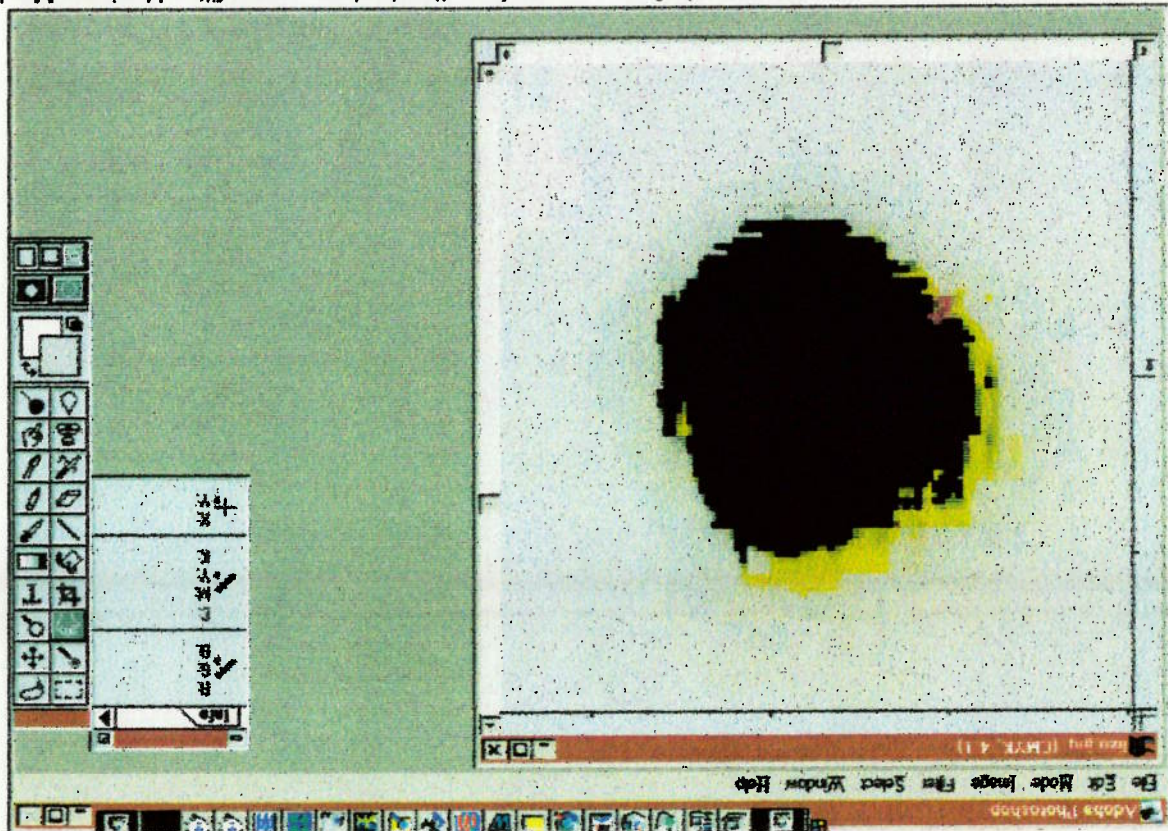


Figura B.16 - Imagem de um ponto de ferrugem, após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask



9.1 - APÊNDICE C

A chapa de aço usado neste apêndice (Figura C.1) é 10E2B e a foto foi tirado no dia 31 de agosto de 1997.

Neste apêndice usa o método filtro acentuar para calcular a área de ferrugem numa chapa com uma área enferrujada maior do que chapa 72H2B. A figura C.2 é o quadrante superior esquerdo da Figura C.1 escolhido para calculo,

A Figura C.3 é a Figura C.2 aplicado duas vezes o filtro acentuar com seguintes intensidade:

- Amount = 500 %
- Radius = 97 pixels
- Threshold = 174 levels

A Figura C.4 é a histograma do canal K da Figura C.3. O resultado mostra que a chapa está com 10,61 % de área enferrujada.

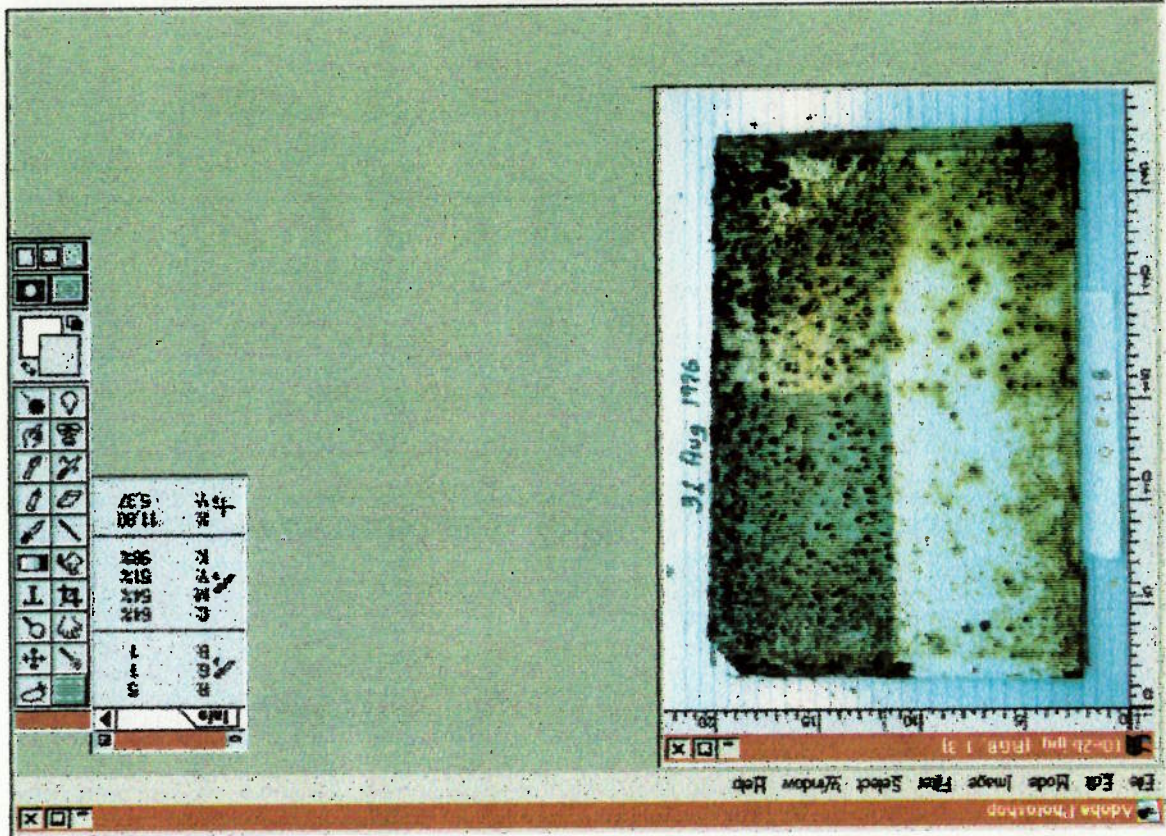


Figura C.1 - Chapa 10E2B digitalizado

Figura C.3 - Imagem C.2 após aplicado duas vezes filtro Unsharp Mask

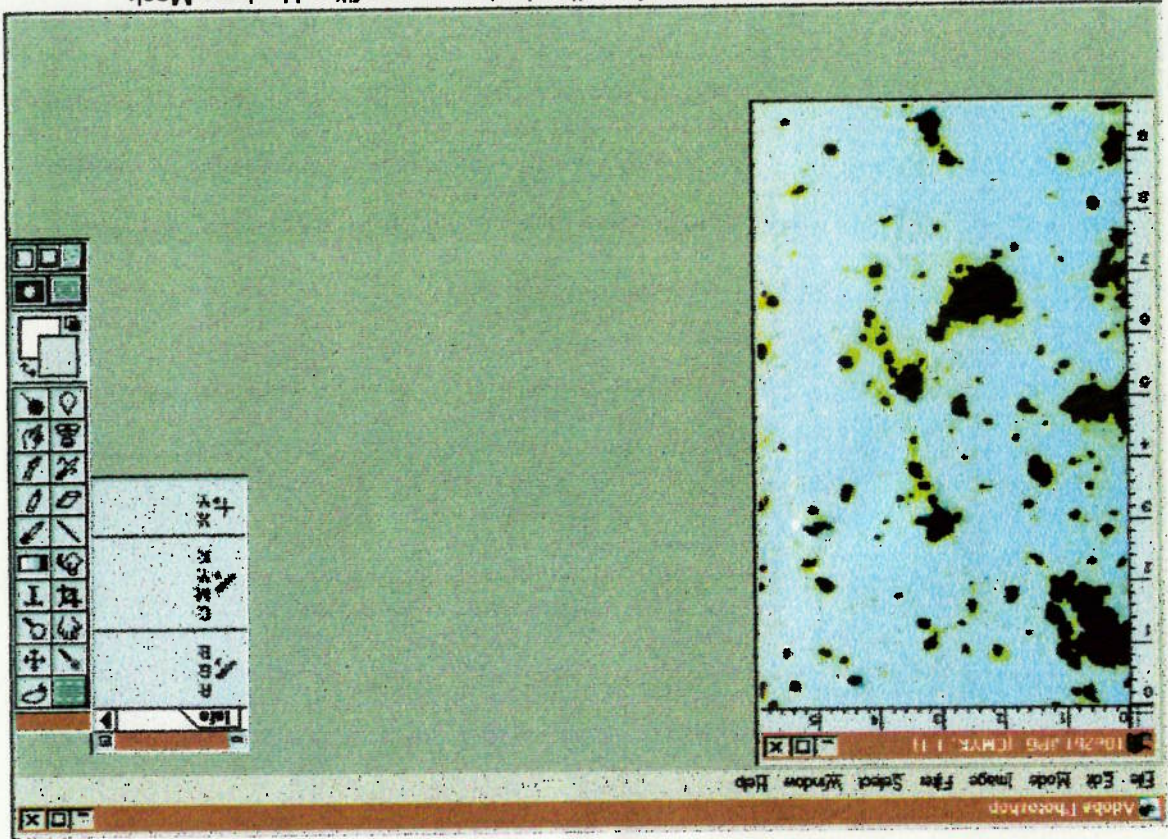


Figura C.2 - ¼ da chapa 10E2B digitalizado em cores CMYK

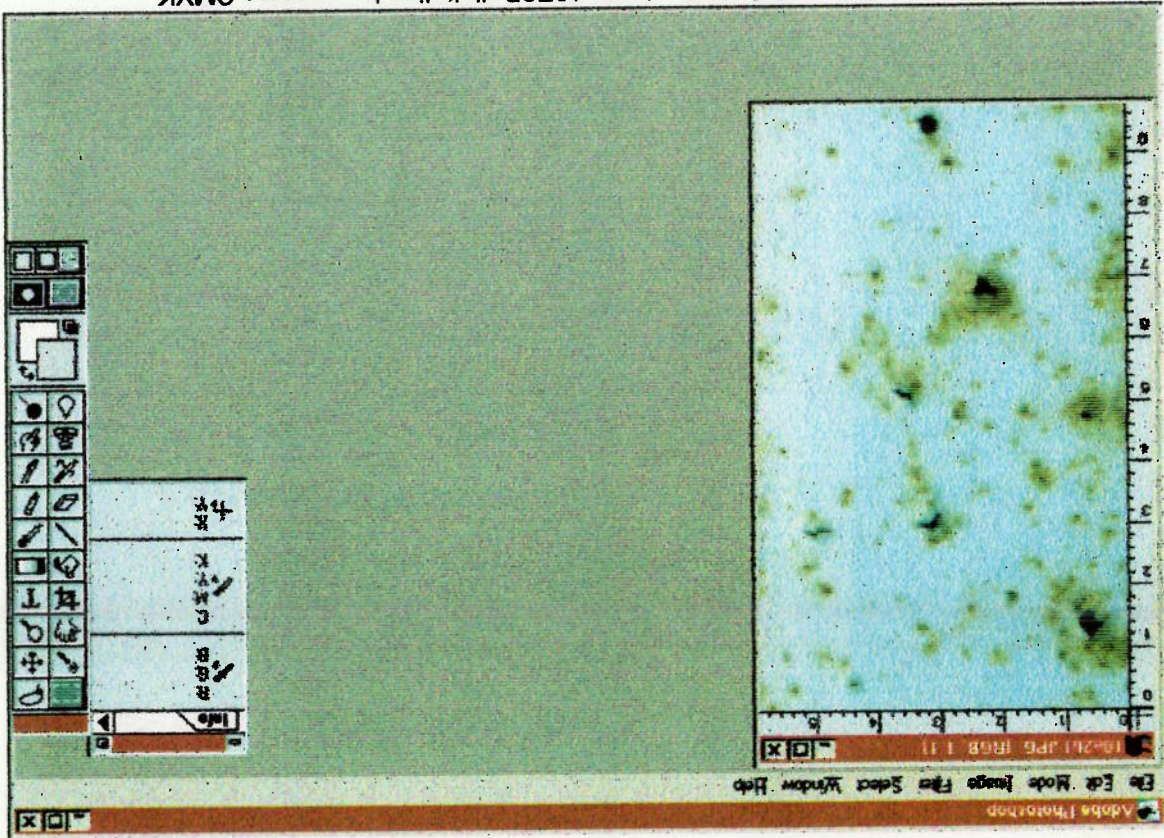
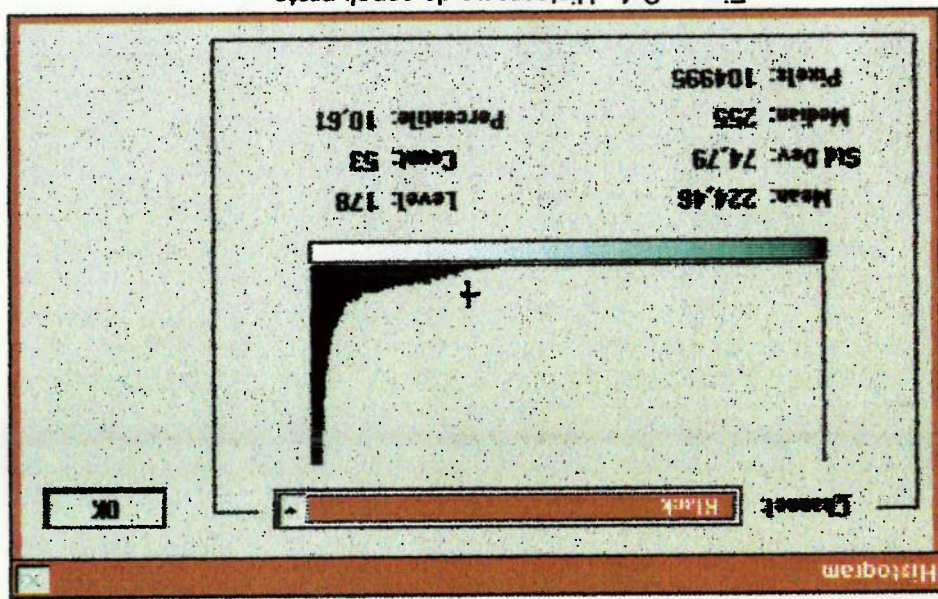


Figura C.4 - Histograma do canal: preto



10. BIBLIOGRAFIA

- [1] - Niblack, Wayne - An introduction to Digital Image Processing
- [2] - Russ, John C. - Computer - Assisted Microscopy
- [3] - Greenberg, Adele Droblas; Greenberg, Seth - Photoshop versão 3.0
- [4] - Hord, R. Michael - Digital Image Processing of Remotely Sensed Data
- [5] - Nippon Kaiji Kyokai, 1993 Guidance for Classification
- [6] - Sonka, Milan; Hlavac, Caclav and Boyle, Roger - Image Processing, Analysis and Machine Vision
- [7] - Freund, John E. Modern Elementary Statistics
- [8] - Martins, F.P.R., 1993 Morphological Image Processing Systems-Msc Dissertation.
- [9] - Rimmer, S., 1993 Bit-Mapped Graphics.2nd.
- [10] - Relatório nº 30.960 - Pesquisa em Tintas Para Uso Naval
- [11] - Relatório nº 31.741 - Pesquisa em Tintas Para Uso Naval
- [12] - Relatório nº 32.679 - Pesquisa em Tintas Para Uso Naval