

Passo 1: Abrir imagem da amostra obtida do MEV com contorno realçado clicando no menu File -> Open, conforme Figura 1-b

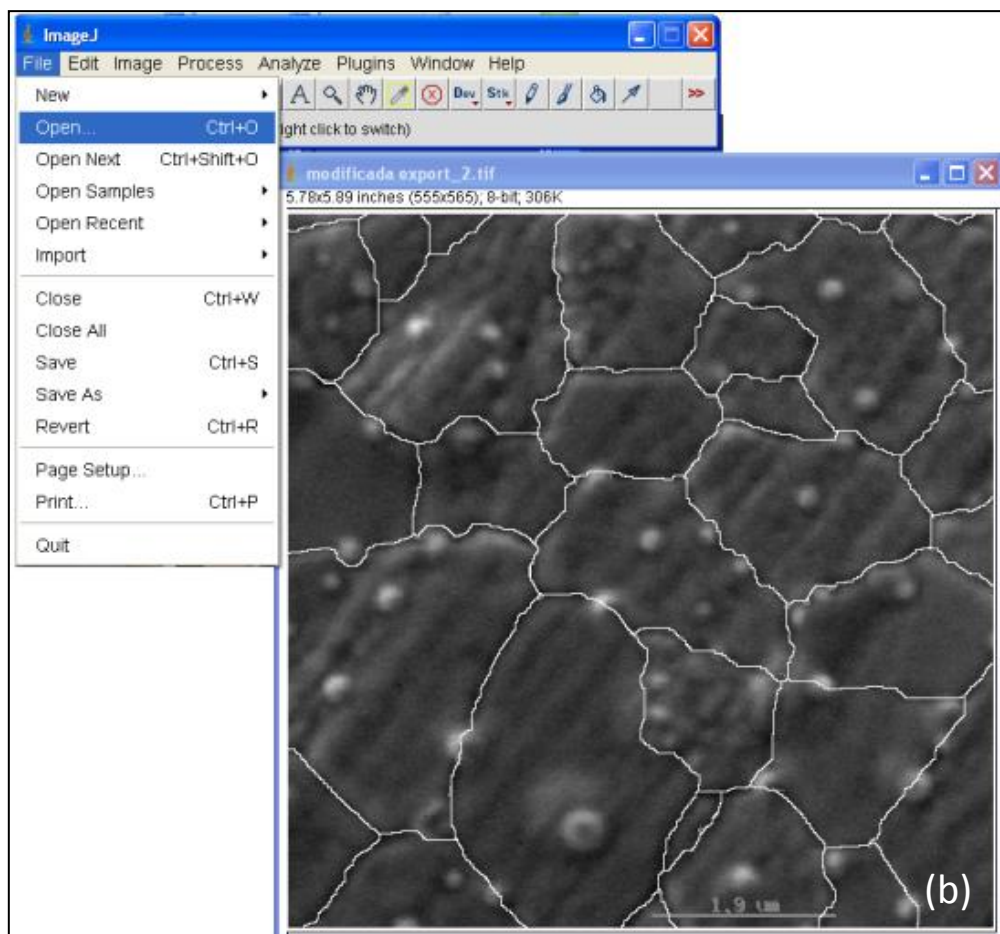
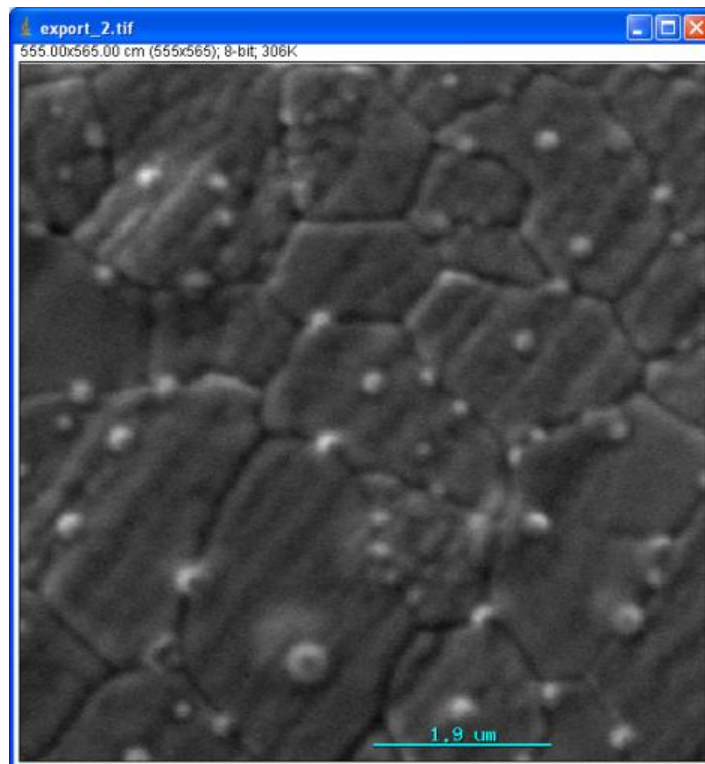


Figura 1:(a)Imagem da amostra original obtida do MEV; (b) Amostra com contorno de grão realçado através do editor de imagem Paint.

2º Passo: Após aberta a imagem da amostra, utiliza-se o menu *Image -> Type -> RGB Color* para conversão do formato, que inicialmente a amostra teria 8-bit Color Figura 2 (a), para coloração *Red-Green-Blue (RGB Color)* e em seguida separando estes canais de cores em camadas (*RGB stack*) através do menu *Image -> Type -> RGB Stack* Figura 2 (b)

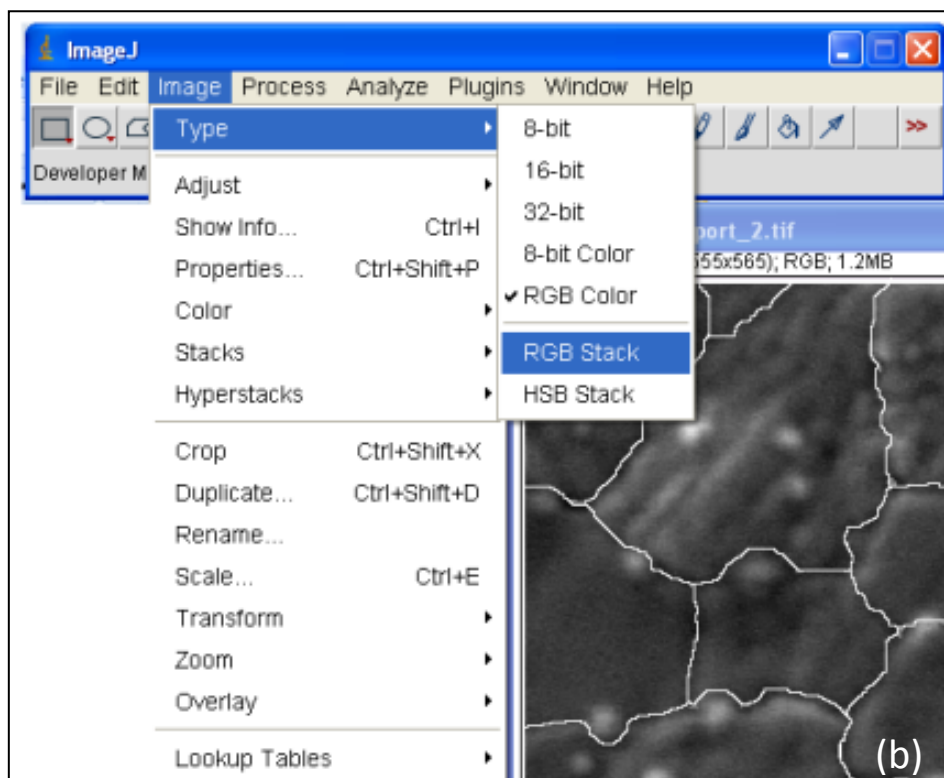
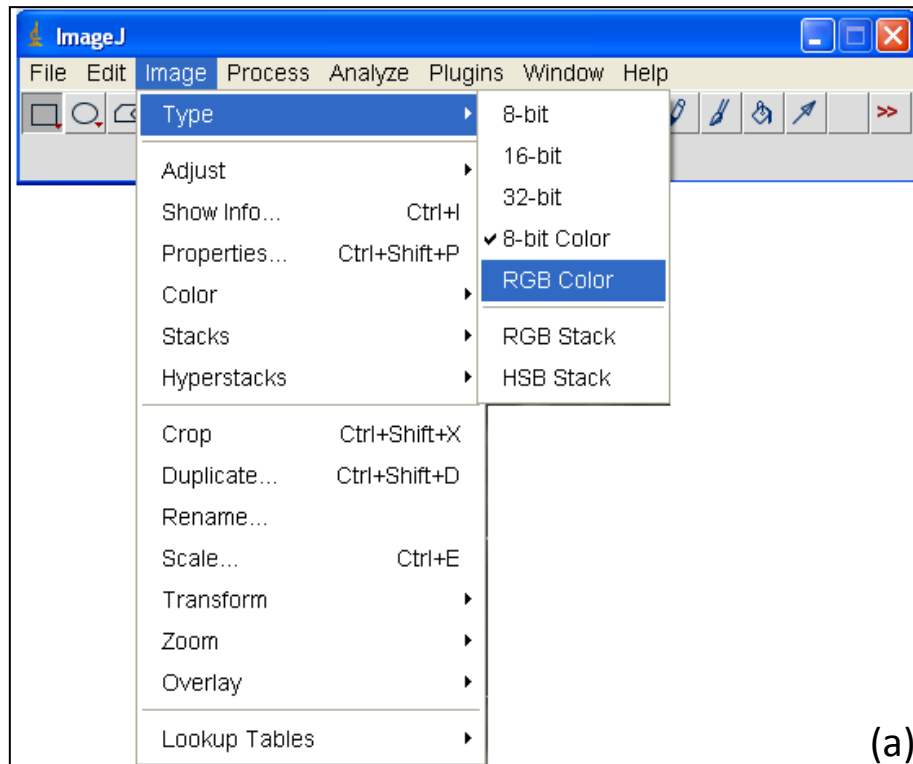


Figura 2: (a) acesso ao menu de comando de conversão para RGB Color; (b) comando RGB Stack

Observe na Figura 3 que para visão humana não houve mudança na amostra, mas para a visão computacional foram separadas em três camadas, identificadas na barra de status da amostra destaque na Figura 3.

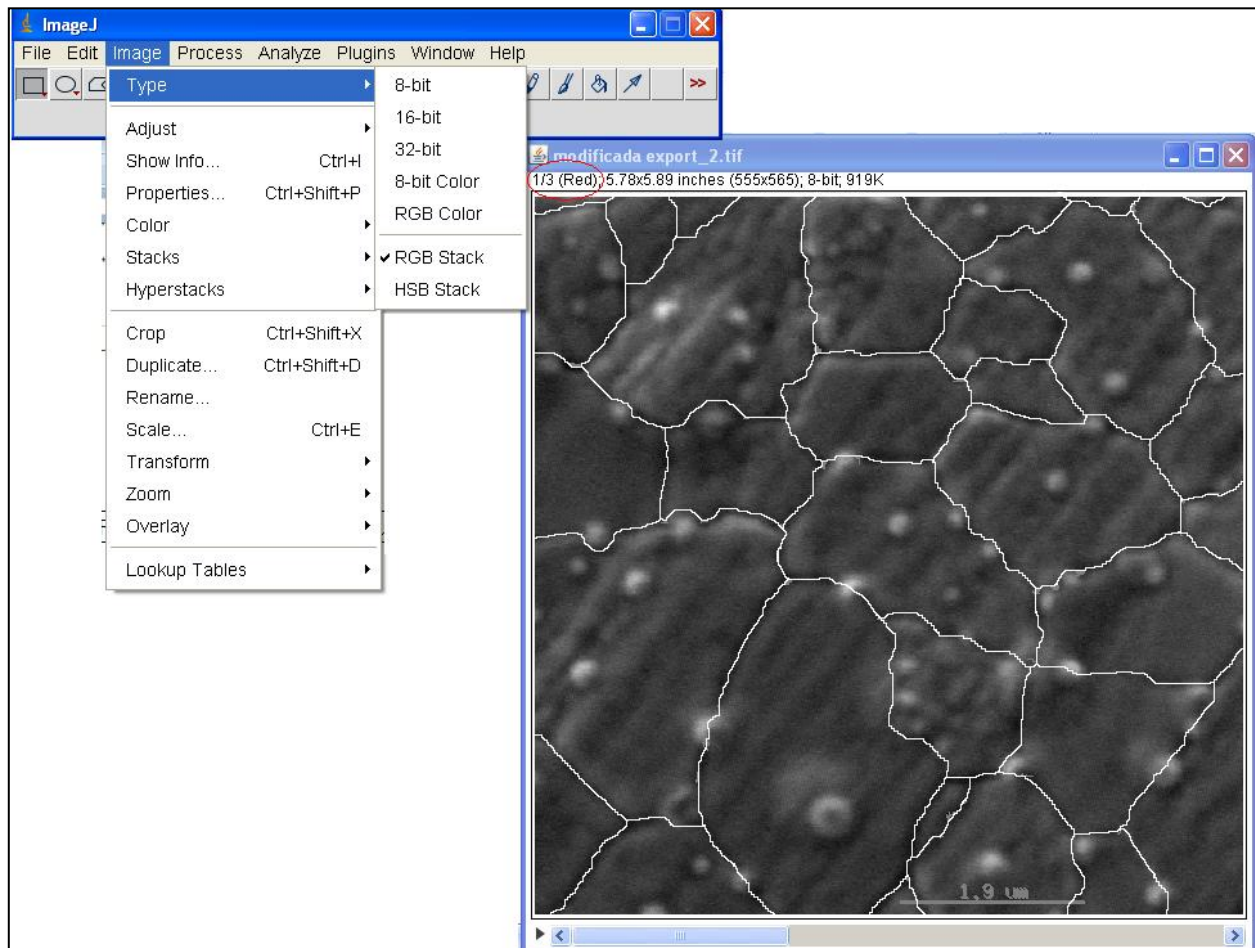


Figura 3: Amostra com as camadas de cores separadas.

Para que a amostra possa ser binarizada é necessário excluir duas das três camadas de cores, para esta etapa do tratamento da amostra utilizando o comando *Image -> Stacks -> Delete Slice*. Figura 4

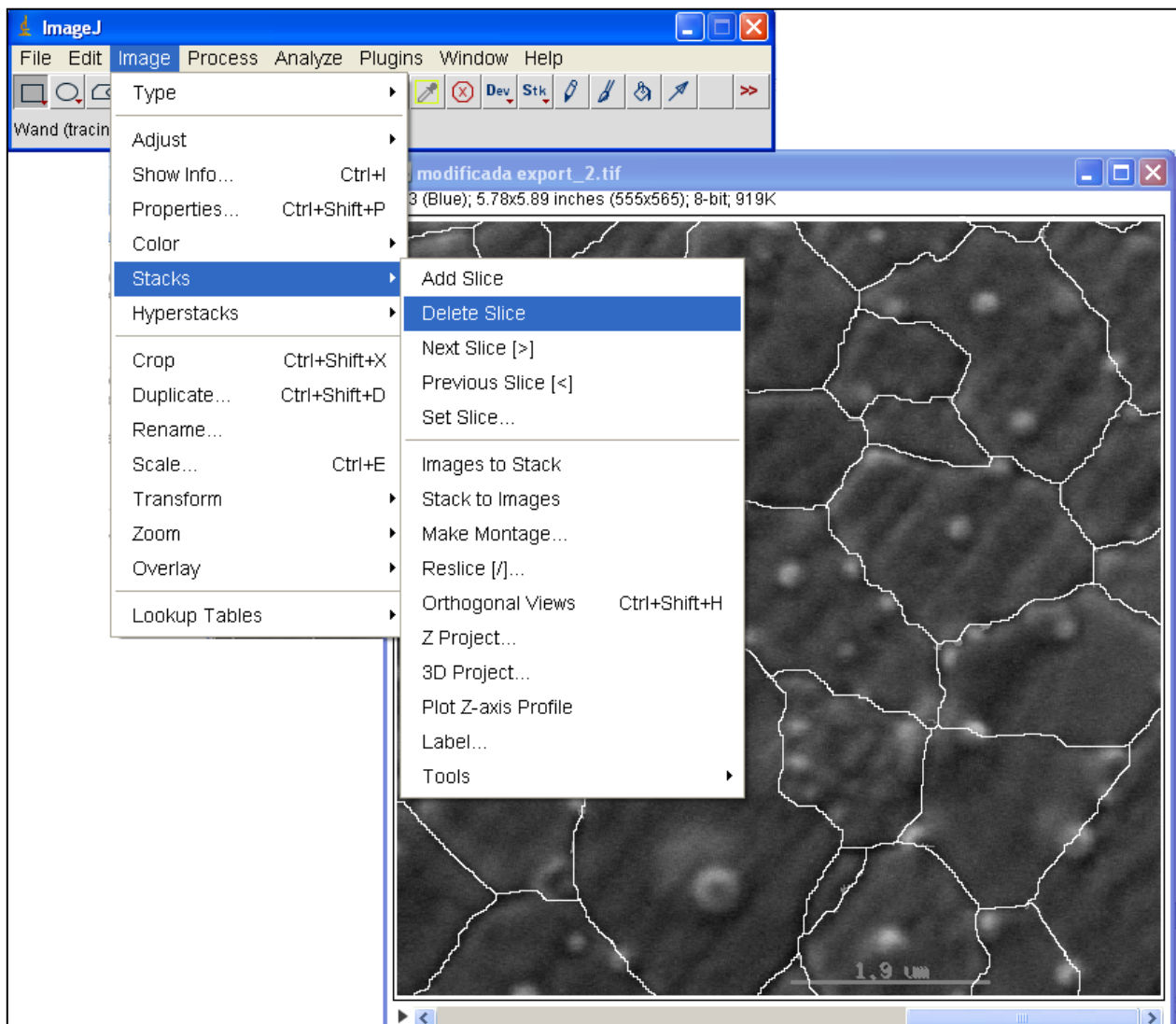


Figura 4: acesso ao menu de comando *Image -> Stacks -> Delete Slice* que exclui a camada de cor.

O próximo passo, que só é utilizado no caso de não obter sucesso no uso direto do comando de binarização (*Threshold*), é a inversão de cores da amostra para que o contorno do grão fique ainda mais realçado, conforme a Figura 5, para isto utiliza-se o comando *Edit -> Invert*.

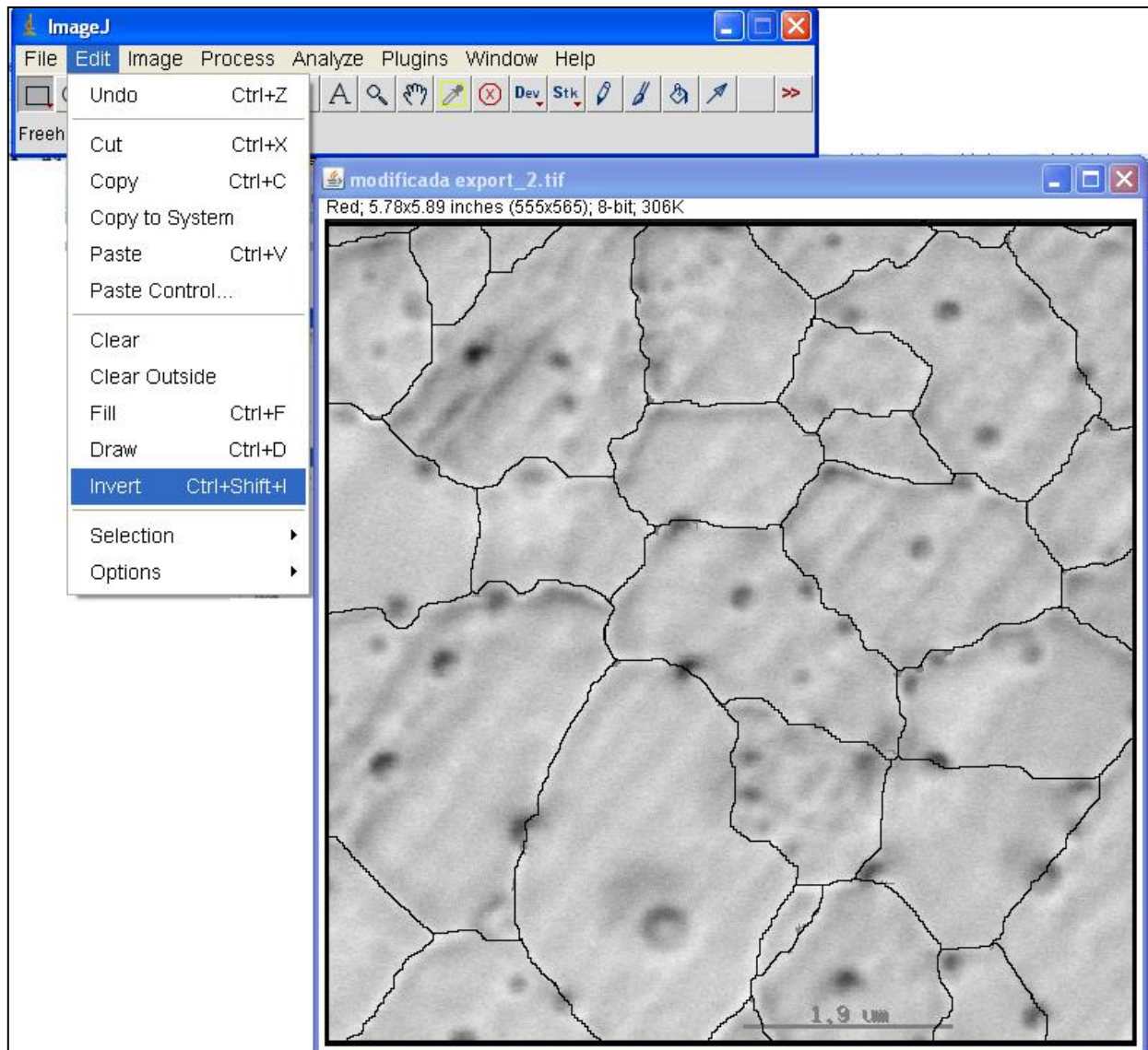


Figura 5: Amostra com recurso de inversão de cores para realce do contorno do grão

Com ou sem a inversão das cores feitas e assim o contorno de grão realçado, é feito o ajuste da amostra com a binarização, utilizando o comando *Image -> Ajuste -> Threshold*, conforme Figura 6.

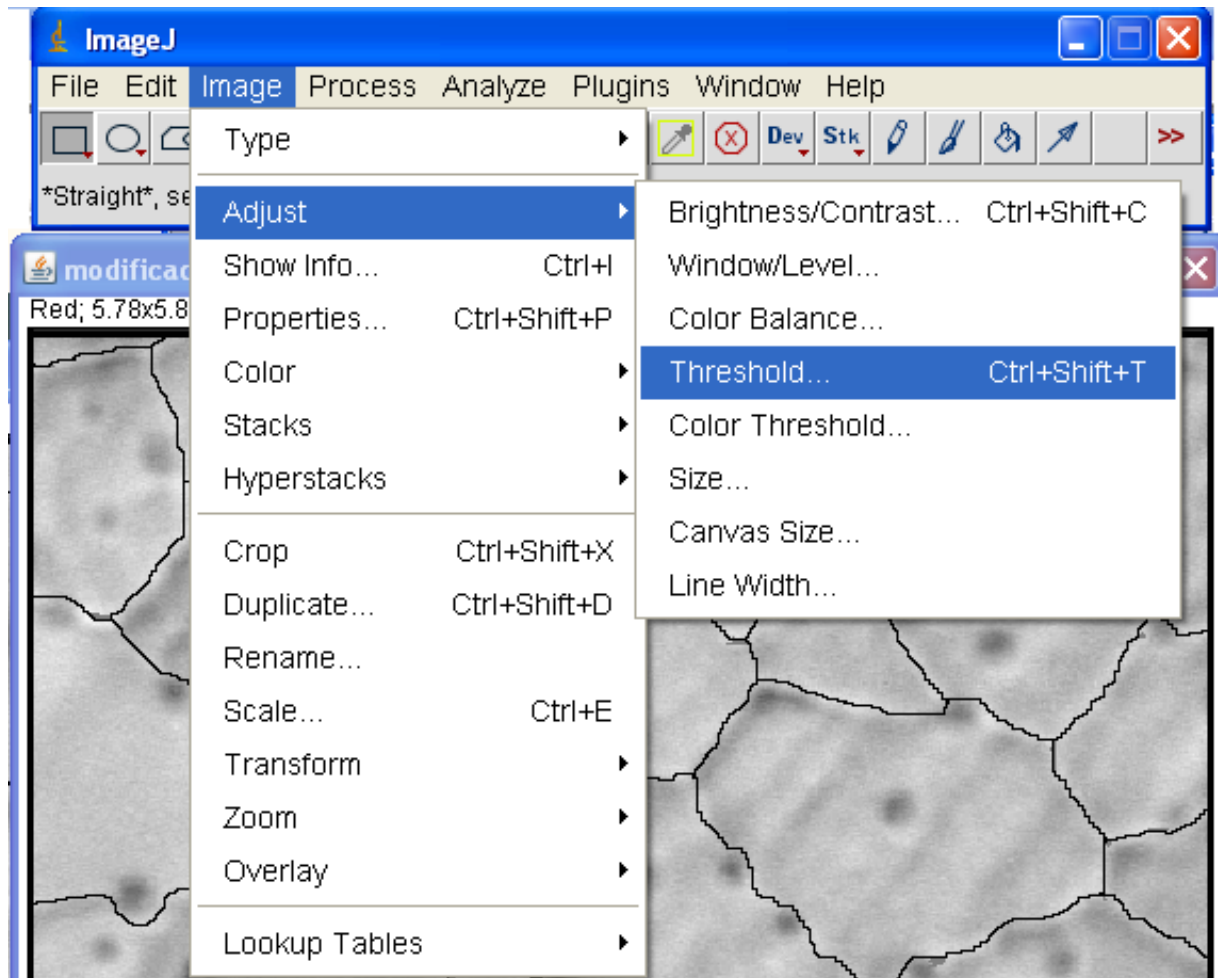


Figura 6: acesso ao comando de binarização

Feita a binarização Figura 7 (a) ainda existem alguns ruídos na amostra que são os pontos brancos irregulares existentes nesta amostra, mas com a barra de ferramenta de controle de intensidade das cores preta e branca pode-se corrigir estes ruídos deslizando o seletor pela barra indicada na Figura 7 (b)

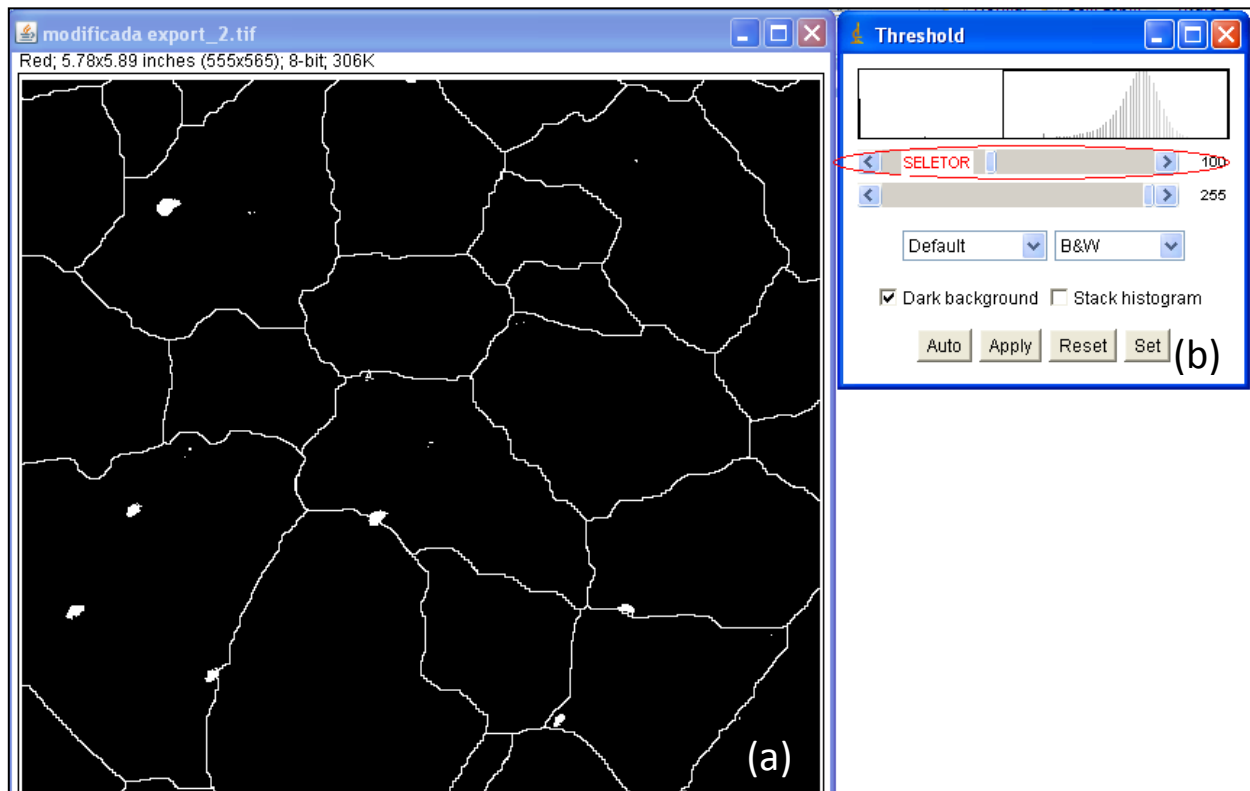


Figura 7: (a) Amostra binarizada e ainda com ruídos e (b) ferramenta de variação de intensidade da cor.

O resultado deste tratamento da amostra é a correção dos pontos brancos irregulares deixando-a sem ruídos, conforme Figura 8.

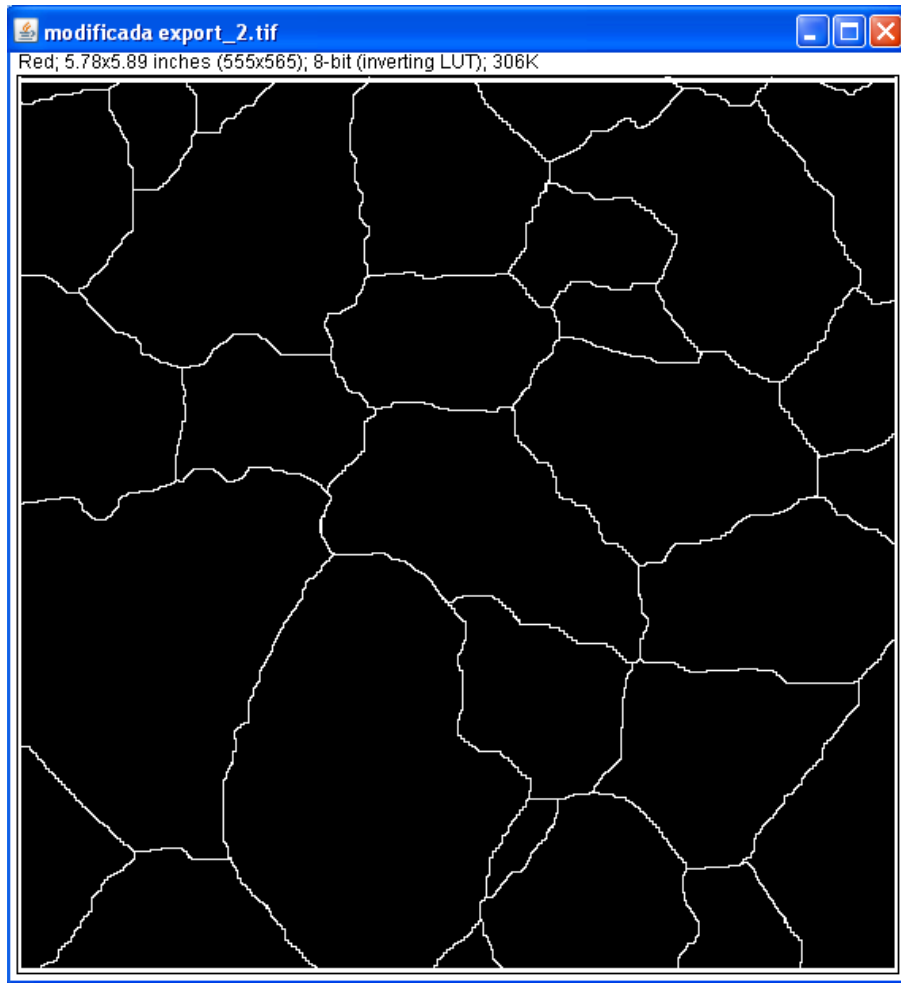
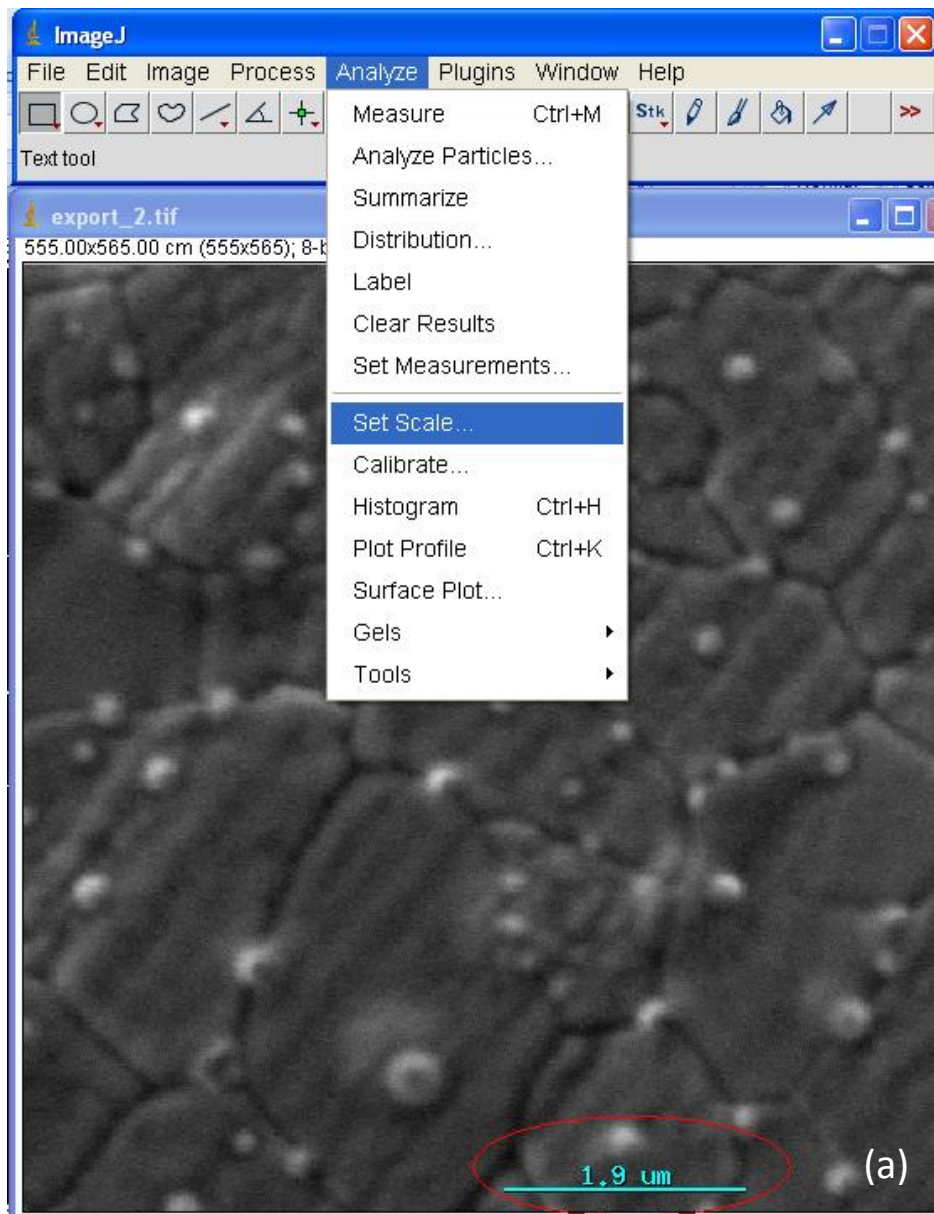


Figura 8: Amostra binarizada e corrigida pela intensidade de cor.

Dando continuidade a análise da amostra, passaremos à etapa de análise de partículas. Como existem diferentes escalas de medida de amostras obtidas por MEV é necessário criar a escala equivalente para esta amostra. Abrindo a amostra original Figura 1 (a) e utilizando o comando *Analyze -> Set Scale*. Observando que na parte inferior da amostra, em destaque na Figura 9 (a), aparece a barra de escala que será utilizada como referência para que o programa possa relacionar esta medida à quantidade de pixel.



Após ser utilizado o comando, citado anteriormente, aparecerá a caixa de diálogo, como a da Figura 9 (b) que utiliza-se para referenciar a medida da barra de escala à uma determinada quantidade de pixels.

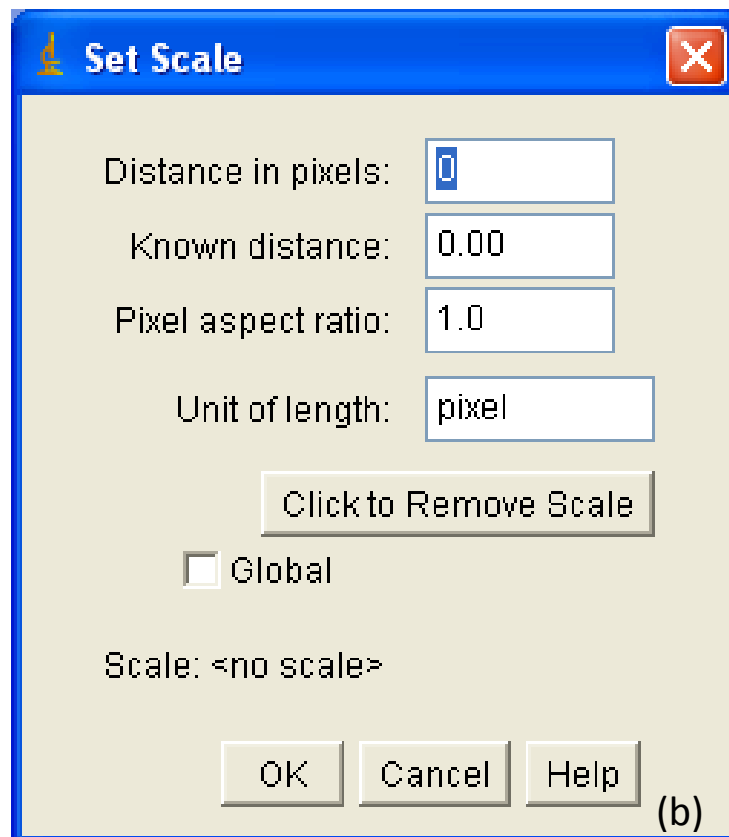


Figura 9: (a) Amostra Original com barra de escala e menu de acesso ao comando de criação de escala; (b) Caixa de diálogo onde é criada a escala

Clicando no botão ao centro da caixa de diálogo, *Click to Remove Scale* na Figura 9 (b), será apagada a escala padrão do programa ou a utilizada anteriormente, para que permita a criação de uma escala compatível com a amostra em uso.

Em seguida é selecionada a ferramenta de traço reto existente na caixa de ferramentas do programa *ImageJ*, em destaque na parte superior da Figura 10 e com o auxílio do mouse é traçada uma reta sobre a barra de escala, conforme o destaque na parte inferior da Figura 10.

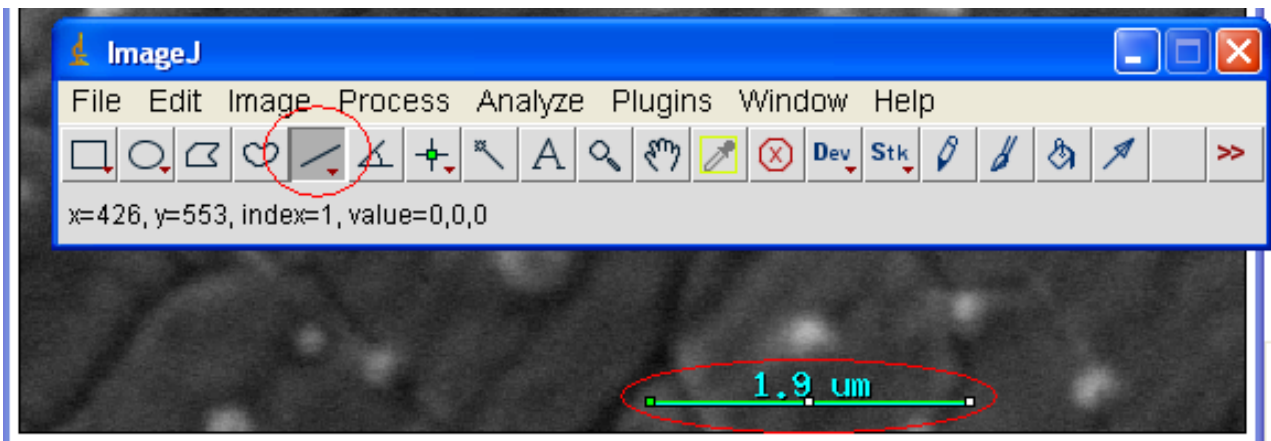


Figura 10: Ferramenta de traçado reto para criação da escala para a amostra

Feito o procedimento de traço sobre a barra de escala é criada uma nova referente a amostra em uso, através do comando *Analyse -> Set Scale* (Analisar -> Definir Escala), exibindo a caixa de diálogo para criação da mencionada escala, conforme a Figura 11.

O primeiro campo *Distance in pixels* (Distância em pixels), que para esta amostra, apresenta o valor 145 referente ao número de pixels existentes no traçado reto feito sobre a barra de escala, então é digitado no segundo campo *Pixel aspect ratio* (Proporção de pixel) o valor da barra de escala original e no quarto campo *Unit of length* (Unidade de comprimento) é escrita a unidade de medida a ser utilizada e como utilizaremos esta escala criada para a medição da amostra anteriormente binarizada é necessário marcar a opção Global e para concluir esta etapa clicar no botão OK.

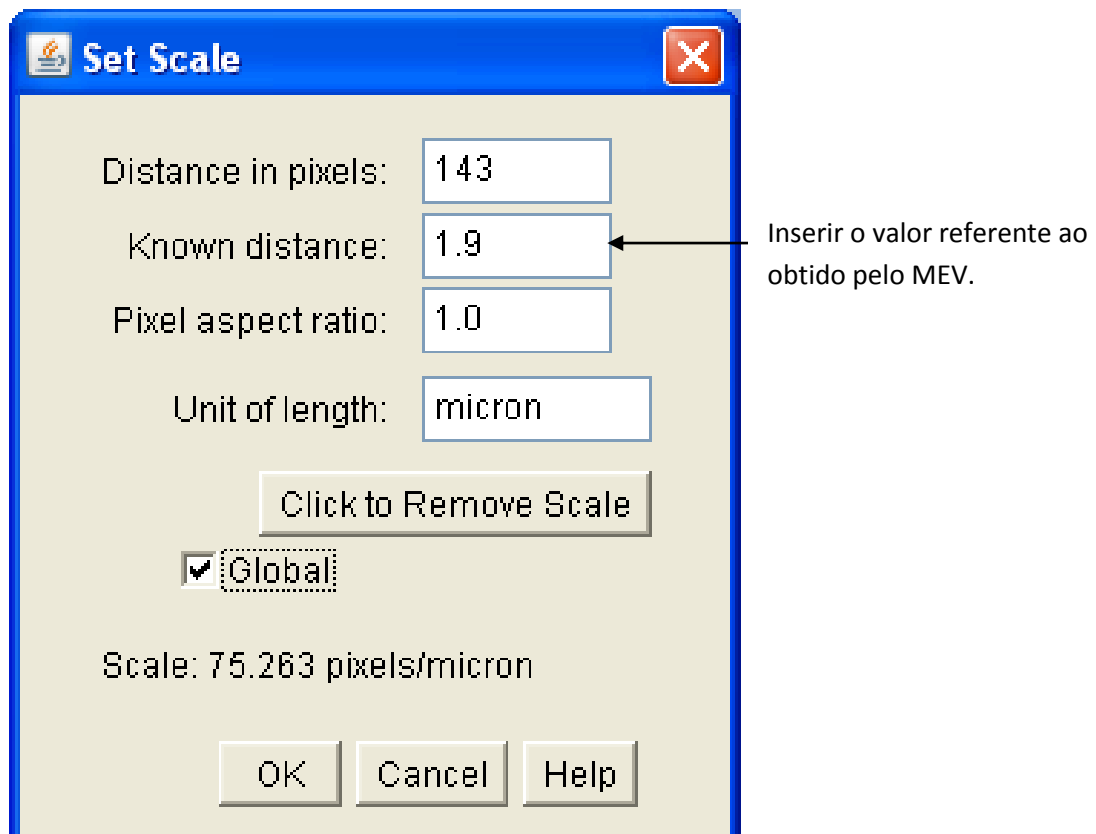
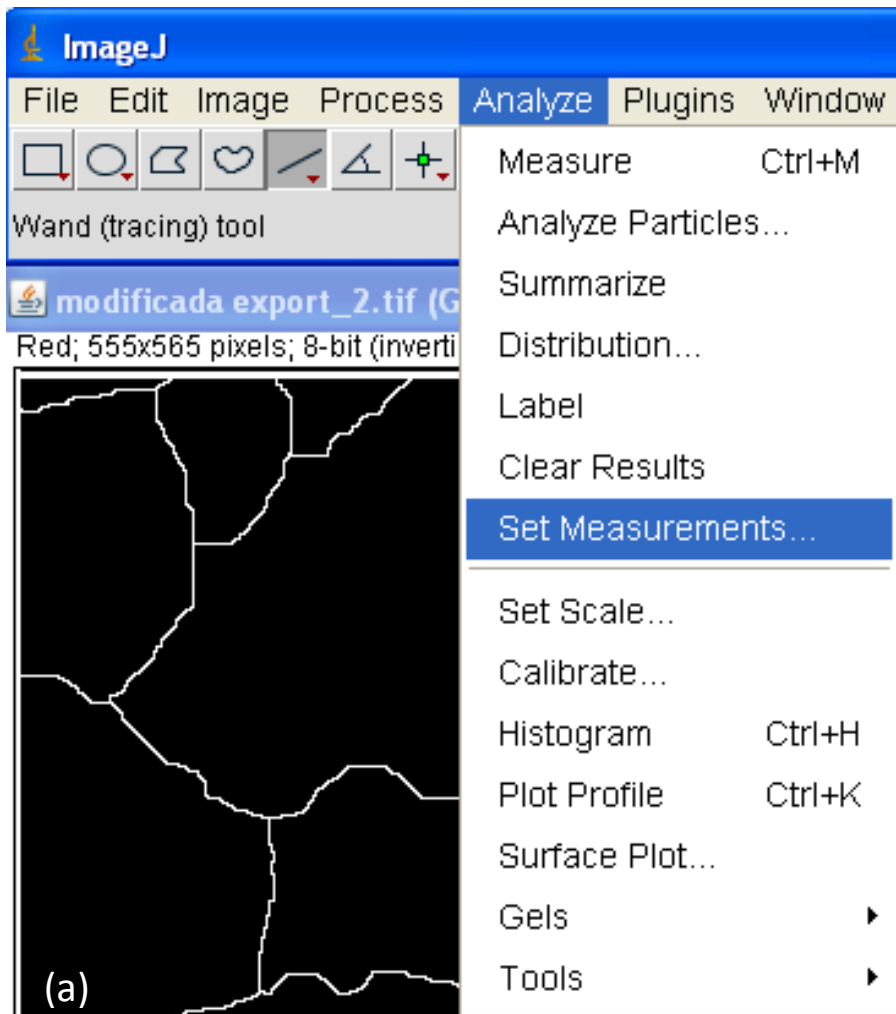


Figura 11: Caixa de diálogo preenchida com os valores de medida para a amostra em uso.

Selecionando novamente a janela que contém a amostra binarizada e através do comando *Analyze -> SetMeasurements* (Analisar -> Medidas conjunto), conforme a figura 12 (a), será aberta uma outra caixa de diálogo, Figura 12 (b), onde seleciona-se quais as informações da amostra quer que seja exibida ao final da análise. Neste caso, as opções que aparecem selecionadas na Figura 12 (b) exibem o resultado da medida da área, do perímetro e do diâmetro dos grãos.



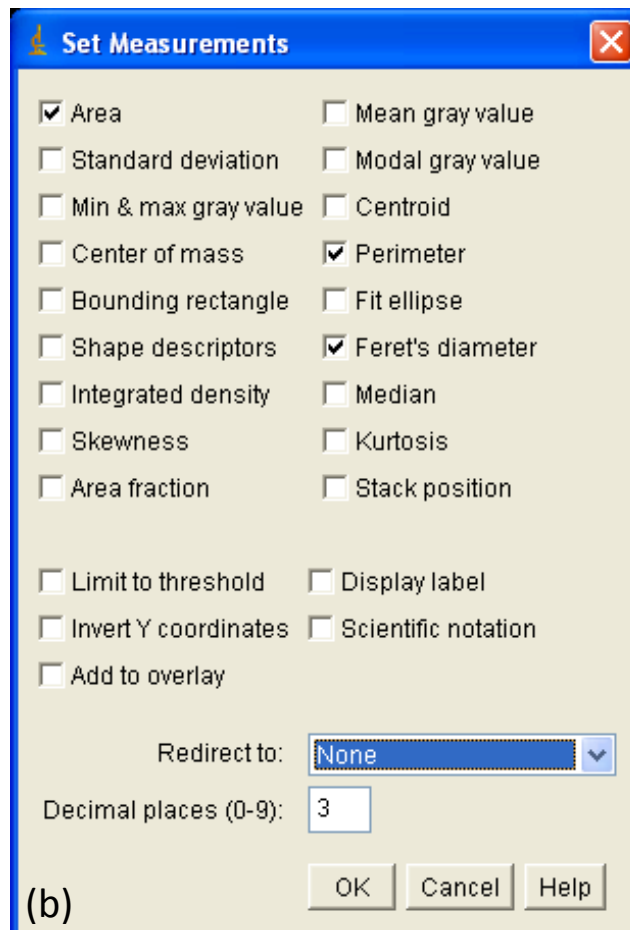


Figura 12: (a) acesso ao comando onde são selecionadas as opções de resultado; (b) caixa de diálogo de resultados a serem mostrados

Após feita a escala de medida adequada a esta amostra é selecionando o comando *Analyze -> Analyze Particles* (Analisar -> Analisar Partículas) , conforme a Figura 13(a), exibindo então outra caixa de diálogo visível na figura 13 (b), onde é selecionada a opção *Outlines* (contornos), no campo *Show*, para que o resultado a ser calculado tenha como orientação a linha de contorno do grão e para que não haja conflito de informação devido a borda da janela marca-se a opção *Exclude on edges* (Excluir nas bordas), que despreza os grão que estão em contato com a borda da janela.

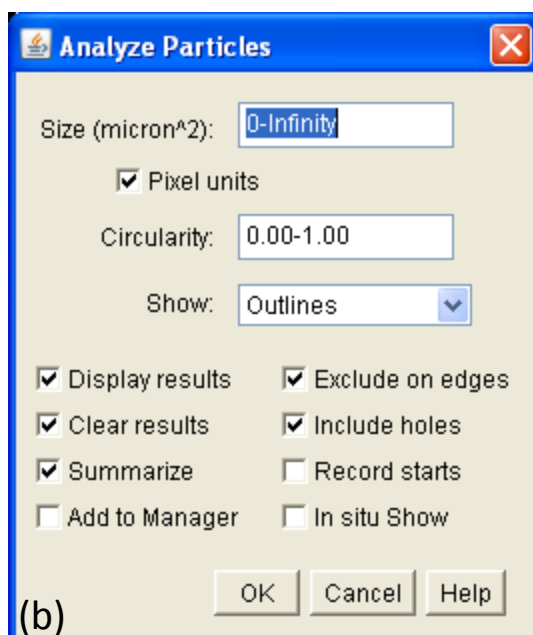
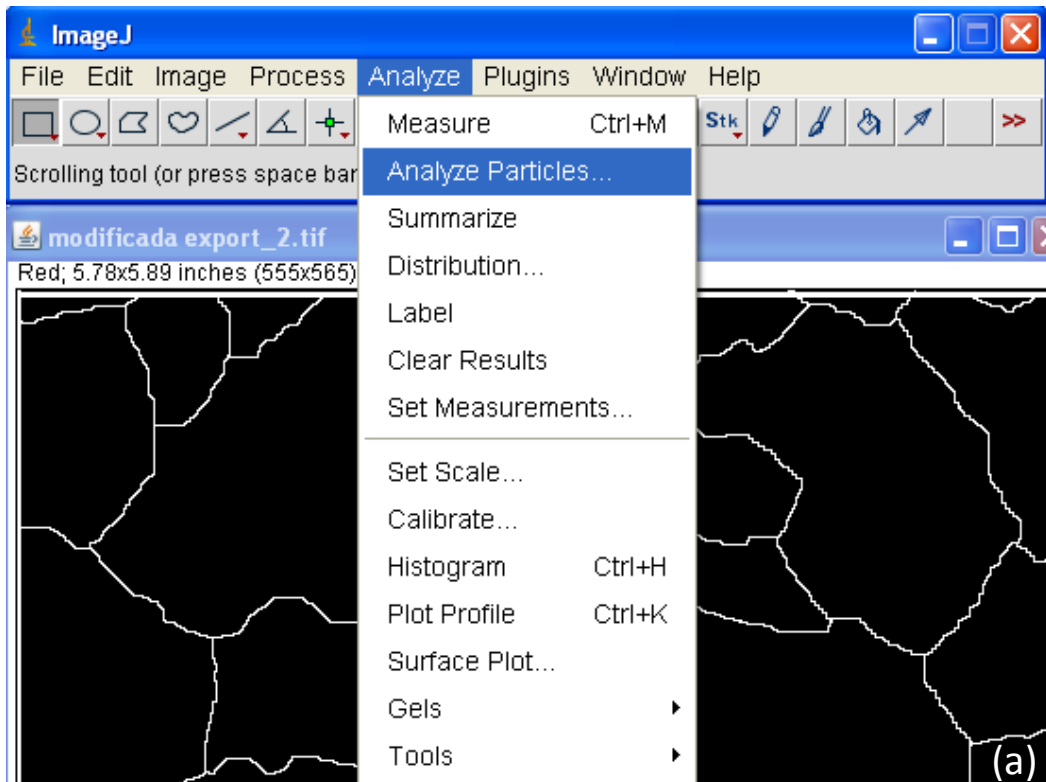


Figura 12: (a) acesso ao comando onde é acessada a ferramenta que contém as opções de resultado; (b) caixa de diálogo de resultados a serem mostrados

Clicando no botão OK são geradas as janelas com a planilha de resultados: Figura 13(a) valores de área, perímetro e diâmetro (*Feret*) e Figura 13 (b) identificação indexada numérica dos Grãos.

Results (a)							
File	Edit	Font	Results				
	Area	Perim.	Feret	FeretX	FeretY	FeretAngle	MinFer
2	0.473	2.811	0.992	0.970	0.943	63.778	0.717
3	0.165	1.952	0.748	1.501	0.465	33.408	0.412
4	3.752	8.789	2.969	0.585	1.900	38.460	2.104
5	2.169	5.923	1.977	2.936	0.053	126.254	1.634
6	0.646	4.092	1.702	3.853	0.053	177.763	0.651
7	0.075	1.666	0.745	5.527	0.080	2.045	0.186
8	1.173	5.477	2.108	6.285	0.053	120.282	1.089
9	0.017	0.813	0.372	6.763	0.053	177.955	0.093
10	3.281	8.597	2.786	4.464	0.717	158.452	1.758
11	1.296	4.682	1.722	0.412	1.807	78.430	0.930
12	0.886	4.140	1.431	4.119	1.648	12.875	1.006
13	1.759	5.497	1.959	2.578	2.059	175.721	1.146
14	2.008	6.142	2.151	0.027	1.674	109.106	1.369
15	0.527	3.338	1.308	4.478	1.927	159.171	0.628
16	0.919	4.052	1.432	6.723	3.176	64.148	0.957
17	1.473	5.407	1.761	1.329	3.375	19.392	1.265
18	3.141	7.552	2.648	4.159	2.750	163.383	1.841
19	3.205	8.441	3.036	3.003	2.790	136.596	1.701
20	0.369	2.743	0.951	6.723	3.189	131.035	0.638
21	5.888	10.826	3.444	0.970	6.484	66.105	2.601
22	2.527	6.582	2.331	5.222	4.876	24.228	1.541
23	6.121	10.249	3.555	2.644	4.013	103.621	2.489
24	1.688	5.674	1.982	3.614	4.411	127.100	1.410
25	1.990	7.029	2.847	6.564	7.467	74.018	1.262
26	2.326	6.688	2.389	4.836	5.992	22.571	1.705
27	0.956	4.678	1.854	0.027	5.620	94.934	0.943
28	2.017	7.185	2.275	3.494	7.467	22.671	1.462
29	0.204	2.269	0.999	3.933	6.869	54.197	0.305
30	1.403	5.707	2.285	0.199	7.454	179.667	0.997
31	0.646	3.552	1.252	5.607	6.643	138.871	0.877

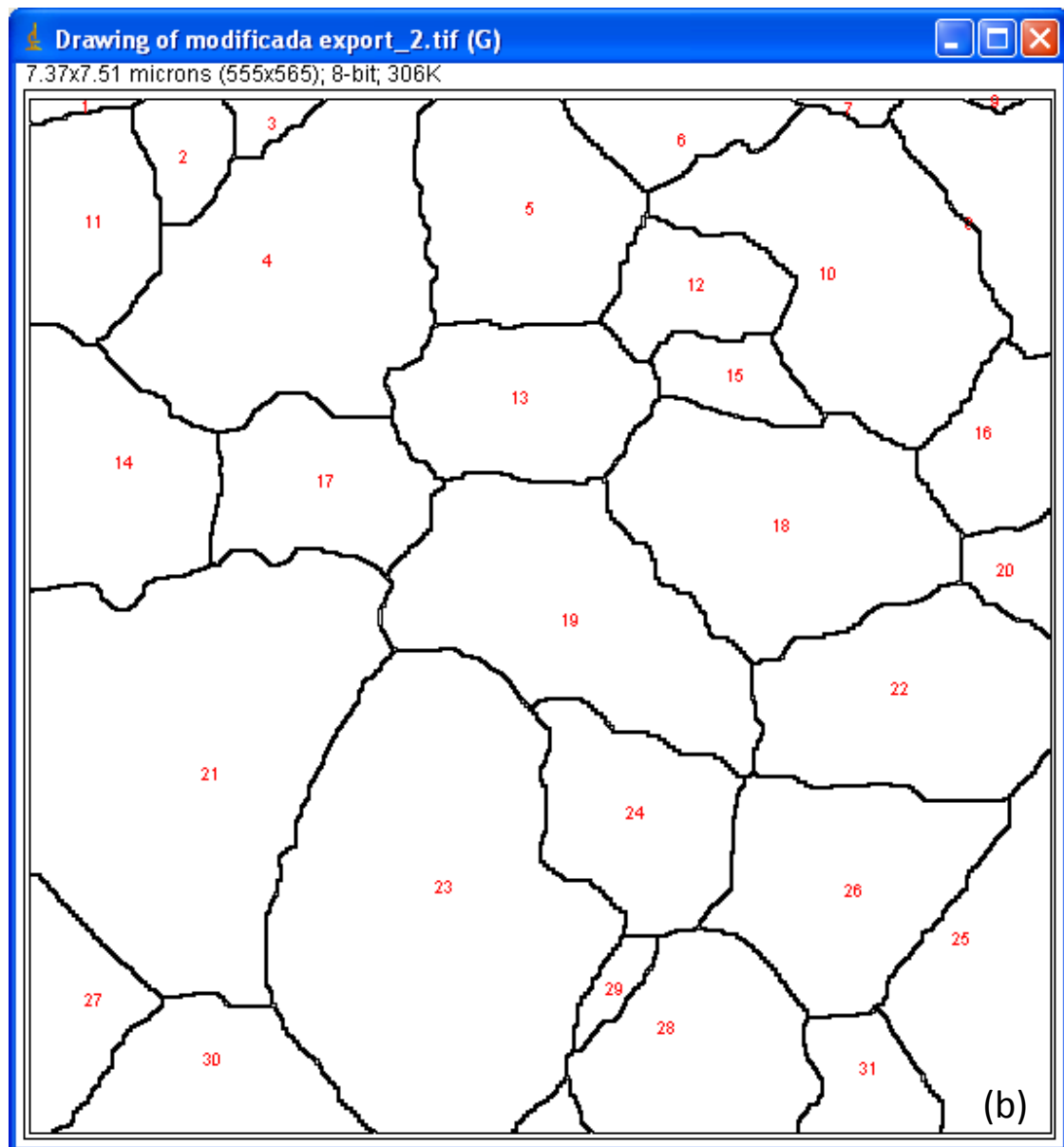
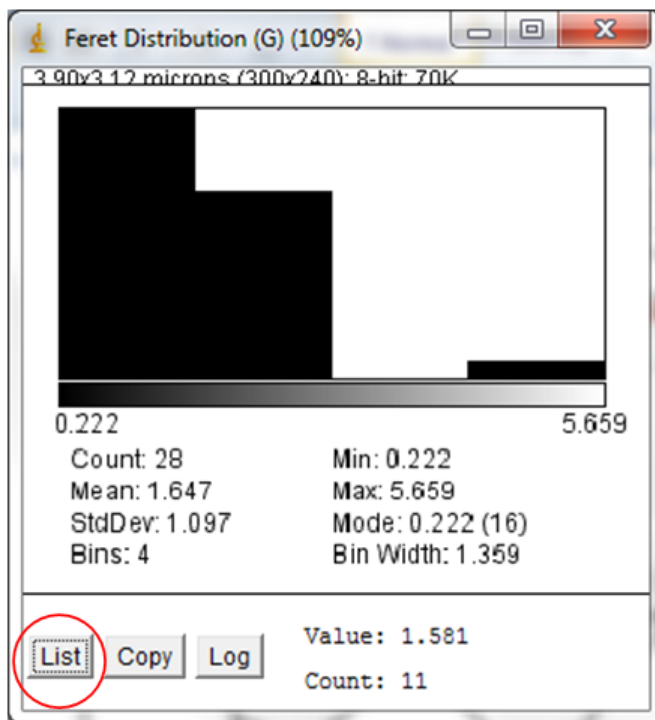
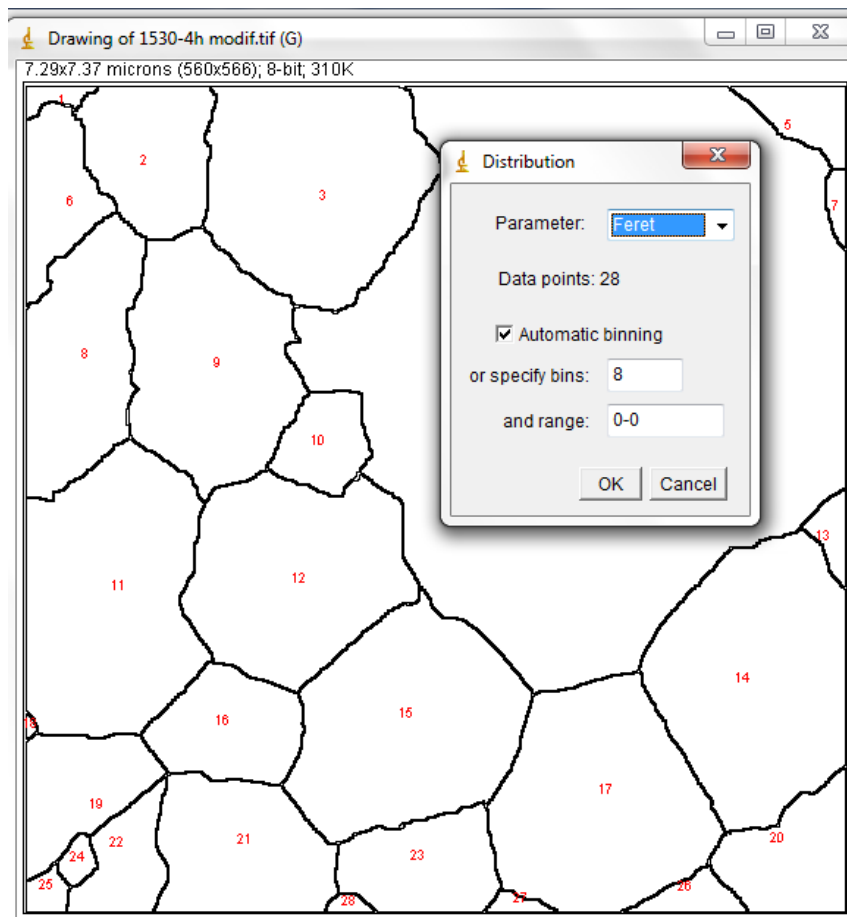


Figura 13: (a) Planilha de resultados (b) grãos com contorno realçados e indexados

Para exibir um gráfico com a distribuição dos grãos basta clicar no menu *Result* -> *Distribution*, conforme imagem abaixo, e será exibida uma caixa de diálogo, onde poderá selecionar uma das opções de valores (área, perímetro ou *Feret*)

	Area	Perim			FeretAngle	MinFeret	
1	0.096	1.75			24.624	0.286	
2	1.290	4.67			130.236	1.251	
3	3.192	7.21			122.793	1.991	
4	18.488	18.7			72.190	4.958	
5	0.412	3.09			144.324	0.676	
6	0.799	4.564	1.627	0.013	1.976	81.812	0.794
7	0.091	1.573	0.700	7.157	0.768	99.638	0.169
8	1.881	6.484	2.642	0.013	3.670	71.922	1.023
9	2.632	7.076	2.423	1.484	1.288	92.770	1.592
10	0.566	3.071	1.057	2.147	3.410	37.999	0.779
11	3.359	7.760	2.733	0.156	5.778	73.118	1.653
12	2.834	6.977	2.186	1.679	5.140	40.897	1.883
13	0.168	2.087	0.859	7.248	4.464	88.264	0.390
14	3.436	7.490	2.765	6.207	6.637	75.833	1.822
15	3.161	7.301	2.408	2.694	6.741	70.096	1.865
16	1.070	4.179	1.447	1.041	5.804	11.411	1.031
17	3.112	7.105	2.275	4.242	7.157	57.856	2.002
18	0.013	0.518	0.222	0.013	5.596	93.366	0.091
19	0.971	4.382	1.630	0.013	7.066	51.483	1.019
20	0.980	4.390	1.538	6.416	7.353	56.041	1.126
21	1.622	5.334	1.845	1.262	6.142	139.004	1.236
22	0.600	3.783	1.481	0.377	7.353	53.936	0.778
23	1.045	4.332	1.506	2.785	7.183	31.218	0.947
24	0.098	1.237	0.474	0.403	7.118	74.055	0.316
25	0.118	1.415	0.509	0.013	7.353	57.529	0.377
26	0.217	2.577	1.093	5.309	7.340	179.318	0.416
27	0.066	1.434	0.625	4.086	7.340	178.807	0.195
28	0.047	0.996	0.430	2.668	7.340	178.264	0.156



bin start	count
0.222	16
1.581	11
2.940	0
4.299	1