

## **AMBIENTE GRÁFICO PARA TRATAMENTO DE IMAGENS DE MICROSCOPIA DE FORÇA ATÔMICA.** Renato Guimarães Aquino de Oliveira, José Roberto Ribeiro Bortoleto, e Mônica Alonso Cotta. – Inter-áreas – Engenharia de Controle e Automação – Campus Experimental de Sorocaba

A nanotecnologia está associada a diversas áreas de pesquisa, como a medicina, eletrônica, ciência da computação, física, química, biologia e engenharia dos materiais, e produção na escala nano (escala atômica). O termo “nano”, em grego, significa anão. Este deu origem a uma unidade de medida, o nanômetro, que equivale à bilionésima parte do metro. Nesse campo, o trabalho consiste em desenvolver técnicas que tornem o homem apto a manipular átomos e moléculas, as partículas básicas do universo. O rearranjo dessas partículas permite, por exemplo, a criação de novos materiais e estruturas mais eficientes e/ou com propriedades distintas. No Brasil, a nanotecnologia é de extrema importância, uma vez que a indústria brasileira terá de competir internacionalmente com novos produtos para que a economia do país se recupere e retome o crescimento econômico. Esta competição somente será bem sucedida com produtos e processos inovadores, que se comparem aos melhores que a indústria internacional oferece. Isto significa que o conteúdo tecnológico dos produtos ofertados pela indústria brasileira terá de crescer substancialmente nos próximos anos e que a força de trabalho do país terá de receber um nível de formação científico-tecnológica muito mais elevada do que a de hoje.

Entretanto, o desenvolvimento da nanotecnologia só se tornou exequível através do desenvolvimento e aperfeiçoamento das técnicas de microscopia eletrônica e de sonda de prova. Em particular, se destaca a microscopia de força atômica pela sua versatilidade. Esta técnica pode ser empregada na investigação dos mais diversos materiais, abrangendo desde os semicondutores até materiais biológicos. Além disso, a aquisição de imagens é relativamente fácil. Por outro lado, por ser um processo de interação dinâmica entre uma ponta e a superfície do material ou nanoestrutura, há diversos aspectos que devem ser observados cuidadosamente. Em geral, as imagens obtidas exibem artefatos de medida. Dessa forma, é necessário um tratamento criterioso posteriormente à aquisição da imagem. Isto é realizado por meio de softwares específicos, que geralmente são vendidos juntamente com o próprio microscópio. Contudo, não raramente, estes softwares não incluem todas as ferramentas que possibilitariam a correção mais acurada dos dados adquiridos.

Neste trabalho foi desenvolvido um ambiente gráfico para a visualização, tratamento e análise de imagens de AFM (*Microscopia por Força Atômica*), o mesmo contará com recursos de interatividade e rotinas de distribuição de dados (histograma), além do controle de contraste, brilho e gama (curva de transferência). Além disso, foram implementadas rotinas que possibilitam a remoção de linha ou ponto, a planarização da imagem, o cálculo entre duas imagens distintas de AFM, a nivelção interativa da imagem e a subtração da mediana, sendo que estas últimas não são encontradas em softwares comerciais.

Para o desenvolvimento deste software em ambiente do Windows, foi utilizado o programa Borland C++ Builder 6.0, sendo que a linguagem de programação utilizada foi C++. Para tanto, foi desenvolvida primeiramente uma rotina capaz de ler um arquivo em formato ascii, que é um dos formatos de arquivo utilizado pelos microscópios comerciais, a fim de armazenar seus valores, referentes às alturas da superfície analisada, em uma matriz, para a possível manipulação e análise dos mesmos. Esta rotina foi feita por meio de comandos que realizam a leitura caractere por caractere do arquivo solicitado, e mostrou-se muito eficiente na leitura de diversos formatos de arquivo. Em seguida, foi desenvolvido um ambiente gráfico no qual a matriz de dados é apresentada no formato bidimensional, conforme apresentado na Fig. 1. Nesse tipo de apresentação, as diferentes alturas são indicadas por uma barra com diferentes intensidades, variando do preto até o claro. Quanto mais claro, mais alto é o ponto da imagem.

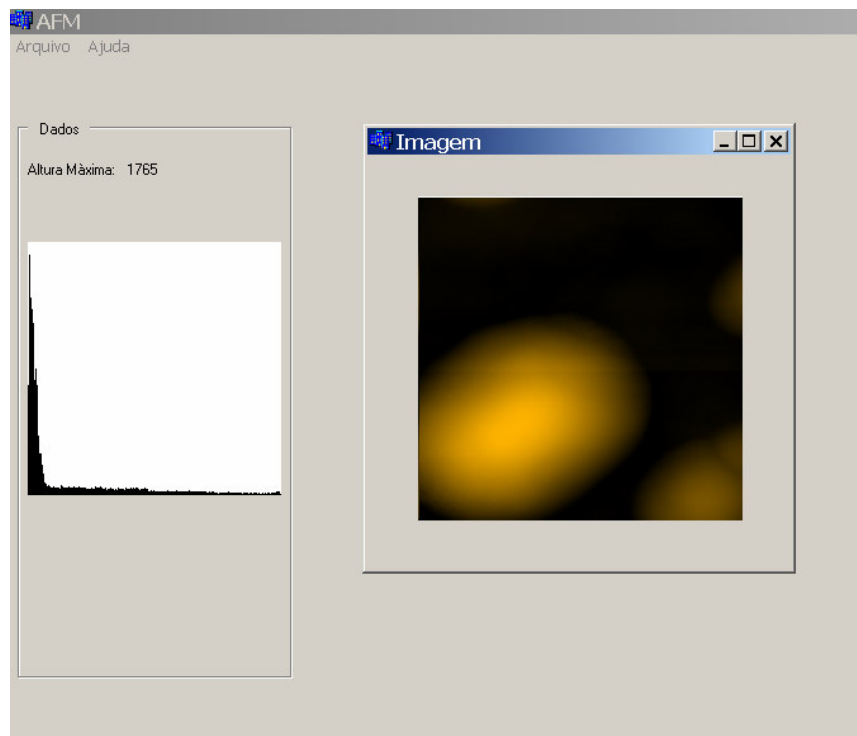


Figura 1 – Imagem do ambiente em Windows do software.

Em seguida foi desenvolvida uma rotina capaz de construir o histograma da imagem analisada, por meio de comandos básicos da linguagem C++. O histograma da imagem de AFM mostrada na Fig. 1 pode ser visto no lado esquerdo da tela do software. Já a Fig. 2 mostra o histograma da mesma imagem obtido por um software comercial. Nota-se que o histograma do software desenvolvido apresenta maior resolução do que o do software comercial. Além disso, o software desenvolvido permite a interatividade do usuário tanto com a imagem como com o histograma de alturas.

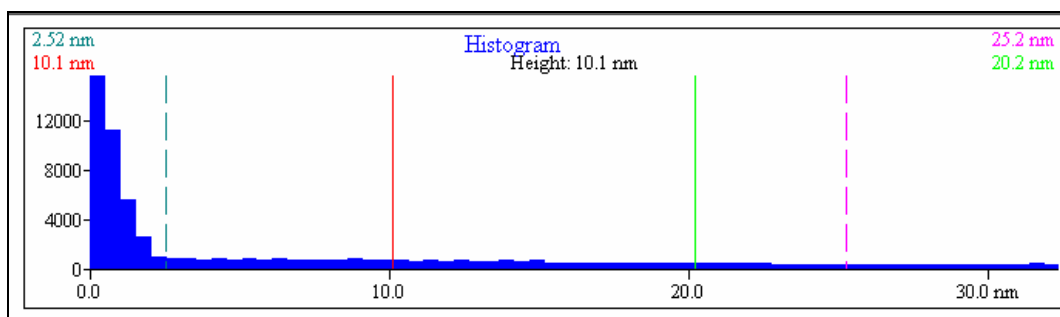


Figura 2 – Histograma obtido pelo programa AutoProbe Image.

O software aqui desenvolvido mostra potencial para atender não somente os especialistas, mas inclusive todos que utilizem esta técnica de caracterização em suas pesquisas. Não obstante, também pode ser utilizado para o tratamento de imagens que não sejam da área de microscopia, como por exemplo, imagens de satélite, entre outros.