

DESENVOLVIMENTO DE TELAS PARA O SOFTWARE PARA CONTROLE DO MICROSCÓPIO DE FORÇA ATÔMICA

Guilherme Martinho Chumbinho de Andrade¹; Gabriel Rosa Alves²; Valéria Loureiro Da Silva³

¹ Bolsista Graduando em Engenharia da Computação; Iniciação Tecnológica - CNPq;

guilherme.andrade@fbest.org.br

² Bolsista Graduado em Engenharia Elétrica; Centro de Competências em Sensores – SENAI CIMATEC;

gabriel.rosa@fbter.org.br

³ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; valeria.dasilva@fieb.org.br

RESUMO

Este trabalho foca no desenvolvimento de uma interface gráfica para um Microscópio de Força Atômica (AFM), instrumento crucial para a visualização de entidades em escalas nanométricas. O projeto utilizou diagramas Unified Modeling Language (UML), desenvolvidos no projeto anterior, para a construção das interfaces gráficas do software, que inclui telas como Frequency Sweep, Tune PLL, Sample Scan, Probe Settings e Tip Approach. Destas, a tela Sample Scan é a que mais se destaca, nela o usuário pode configurar parâmetros, controlar movimentação e visualizar o progresso da varredura. A interface gráfica proporciona uma interação intuitiva e eficiente. Embora tenha sido possível neste trabalho realizar o desenvolvimento das interfaces, ainda existem ajustes e verificações adicionais que são necessários para garantir a eficácia e ausência de erros. O projeto está em fase de desenvolvimento, com os próximos passos sendo a unificação das interfaces gráficas, integração com o microcontrolador e o desenvolvimento de seu código.

PALAVRAS-CHAVE: Microscópio de Força Atômica (AFM); Interface gráfica; Desenvolvimento de Software;

1. INTRODUÇÃO

O microscópio é um dispositivo científico empregado para ampliar a visualização de entidades que estão além da capacidade de detecção do olho humano, tais como células e bactérias. O funcionamento deste instrumento é feito pelo uso de lentes que ampliam a imagem do objeto, o que permite ver os detalhes que estão presentes em uma escala variando de micrômetros a nanômetros, dependendo do tipo de microscópio e de suas especificações técnicas. ¹. Há uma variedade de tipos de microscópios, cada um com suas próprias características e capacidades únicas, tais como microscópios ópticos, ideais para observação de amostras transparentes ou translúcidas numa escala de micrômetros, e microscópios eletrônicos, que oferecem resolução na escala de nanômetros, o que os torna adequados para uma ampla gama de aplicações.

O Microscópio de Força Atômica (*Atomic Force Microscope* - AFM) é um tipo de microscópio de varredura, ele utiliza uma “sonda” que é uma ponta extremamente fina para mapear uma superfície de um material com alta precisão em uma escala nanométrica ². A ponta do Microscópio de Força Atômica (AFM) é posicionada próxima à superfície da amostra por meio de um sistema de controle conectado a um atuador piezoelétrico. À medida que a ponta se aproxima da superfície da amostra, as interações de atração e repulsão entre eles geram deflexões. Essas deflexões são detectadas por um feixe de laser que incide sobre a alavanca onde a ponta está fixada, ou pela variação da frequência de ressonância, se um diapasão for utilizado como sonda. As alterações detectadas pelo fotodetector, quando o feixe de laser é refletido por um espelho na alavanca, ou pelo *Phase-Locked Loop* (PLL), no caso do uso de um diapasão, são convertidas em sinais elétricos. Esses sinais são então amplificados para leitura por um sistema embarcado, geralmente uma FPGA (Field-Programmable Gate Array). Este dispositivo fornece os sinais necessários para gerar uma imagem da superfície da amostra em alta resolução ^{3,4}.

Para o controle do AFM é utilizado um software que permite a aquisição de dados, controle do movimento da ponta e a geração de imagens da superfície da amostra em tempo real ^{3,4}. O software conta com uma interface gráfica que permite ao operador visualizar a amostra e configurar o dispositivo para a coleta de dados. O propósito deste projeto é desenvolver essa interface gráfica para um microscópio de força atômica em construção no CIMATEC.

2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento das telas do software, foi utilizado como base o Manual de Operação do Módulo de controle do software do projeto Na@MO, onde identificamos as funcionalidades que as telas deveriam possuir. Além disso, foram utilizados diagramas UML que foram desenvolvidos no projeto anterior no último ano. A UML (Unified Modeling Language) trata-se de uma linguagem visual utilizada para modelar, documentar e descrever sistemas de software ⁵. Dos diagramas desenvolvidos no trabalho anterior, o diagrama de sequência foi escolhido para ser utilizado na criação das interfaces gráficas do software, pois ele

mostra de forma visual a comunicação e interação entre todas as telas do software, o que leva a um processo de desenvolvimento mais eficiente e a um software de melhor qualidade.

As telas desenvolvidas para o software foram: Frequency Sweep, Tune PLL, Sample Scan, Probe Settings e Tip Approach. A tela Frequency Sweep é utilizada para a varredura de frequência com o intuito de sintonizar o tuning fork, já a tela do Tune PLL é utilizada para o controle do tuning fork. A tela Sample Scan é usada para o determinar a área de varredura que a ponta vai cobrir, a Probe Setting é usada para a informar as informações para a configuração da sonda e a tela Tip Approach é a usada para o procedimento de aproximação da sonda.

Dentre todas as telas desenvolvidas durante o trabalho, a tela Sample Scan recebeu maior destaque devido ao seu papel central no sistema de varredura. Nessa tela, os usuários têm a oportunidade de interagir com diferentes métodos de varredura e configurar diversos parâmetros, como número de linhas e colunas, velocidade e rotação da área de escaneamento. Além disso, eles podem controlar a movimentação da amostra, visualizar sua posição atual e acompanhar o progresso da varredura. A barra de funcionalidades oferece opções para iniciar, pausar ou encerrar varreduras, selecionar dados e definir o tipo de movimentação, garantindo uma experiência intuitiva e eficaz para os usuários.

Utilizou-se o software Qt Creator para criar as telas devido à sua robustez e eficiência no desenvolvimento de interfaces gráficas. Após a construção das interfaces, realizou-se testes de usabilidade, funcionalidade e integração para verificar o software, usando dados dummy para avaliar as características, como interação com diferentes tipos de varredura e controle da barra de recursos. É importante mencionar que os testes foram realizados exclusivamente no ambiente do software, pois até o momento ainda não havia sido construída a parte mecânica do microscópio, garantindo a eficácia e a qualidade do software no contexto virtual.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No projeto foi desenvolvido as interfaces gráficas para o software, incluindo as telas Frequency Sweep, Tune PLL, Sample Scan, Probe Settings e Tip Approach. Dentre elas, a tela Sample Scan é a tela que deixou de forma mais clara o funcionamento do procedimento de varredura do Microscópio de Força Atômica. Na figura 1 é apresentado a tela Sample Scan apresentando algumas funcionalidades.

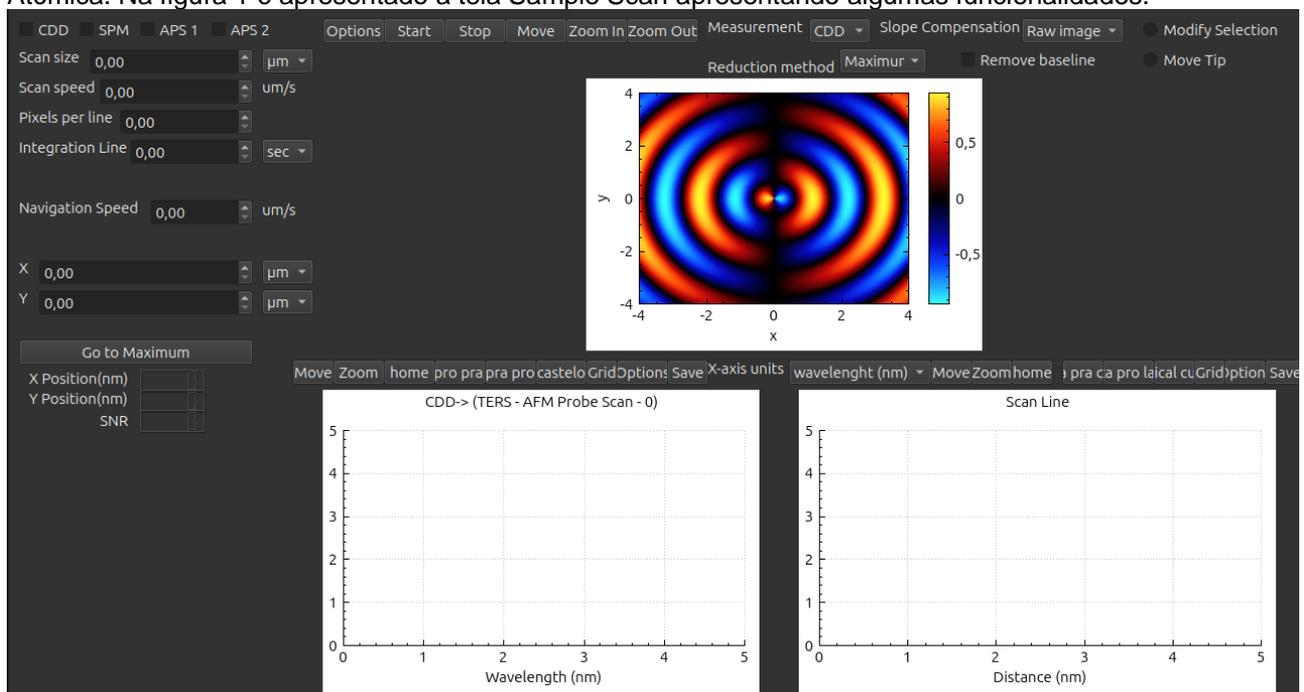


Figura 1: Tela Sample Scan

As funcionalidades da tela Sample Scan são:

- Tipos de varredura: área, linha, série temporal e ponta em Z.
- Configurações de varredura: número de linhas e colunas, velocidade e retrace.
- Tamanho da área escaneada e passos na horizontal e vertical.
- Offset e rotação da área de varredura.
- Velocidade de movimento XY da amostra.
- Posição atual da amostra.

- Barra de funcionalidades: iniciar, pausar ou encerrar varreduras, seleção de dados e tipo de movimentação.
- Área de exibição das varreduras concluídas e área de seleção atual.

Essas características não apenas otimizam a coleta de dados, mas também capacitam os pesquisadores a explorarem uma gama diversificada de aplicações em nanoescala, atendendo de forma abrangente às complexas demandas científicas e tecnológicas do AFM.

Embora as interfaces gráficas já tenham sido desenvolvidas neste trabalho, ainda é necessário realizar alterações e verificações para confirmar a ausência de erros de comunicação entre os objetos e funções do sistema. Dada a complexidade das relações entre os itens na tela e de outros componentes, é crucial conduzir uma verificação abrangente para avaliar a eficácia das comunicações. Isso pode incluir testes de usabilidade, revisões de design e análises detalhadas para identificar problemas de interação e fluxo de informações. Essas etapas são essenciais para garantir uma experiência do usuário sem falhas.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto encontra-se em fase de desenvolvimento, com pontos importantes já delineados para sua finalização. Até o momento, foram elaboradas as interfaces visuais do software, ficando como próximos passos a unificação destas interfaces, a integração entre o microcontrolador e o software, e o desenvolvimento do código do microcontrolador.

Agradecimentos

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa PIBIT para Guilherme de Andrade e ao SENAI-CIMATEC pela bolsa de PDI de Gabriel Alves e a colaboração com o LabNS e DCC da UFMG, FabNS, CODEMGE.

5. REFERÊNCIAS

- ¹ Moreira, Catarina. Microscópio ótico. *Revista de Ciência Elementar*, Lisboa Editora, v.1, n.1, p.7 2013.
- ² Eaton, Peter. West, Paul. **Atomic Force Microscopy**. New York: Oxford University Press, 2010.
- ³ Regina, Silvia. **Introdução a Microscopia Eletrônica**. São Paulo: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, 2003.
- ⁴ MIRANDA, Hudson L. S. de. **A practical toolset for TERS experiments and analysis**. Tese de Doutorado, UFMG, Belo Horizonte, 2020 (<http://hdl.handle.net/1843/34709>).
- ⁵ LucidCharts. UML. Disponível em: <https://www.lucidchart.com/pages/pt/o-que-e-uml#:~:text=um%20diagrama%20UML-,O%20que%20%C3%A9%20UML%3F,tanto%20estruturalmente%20quanto%20para%20comportamentos>. Acesso em: 28 mar. 2023.