

## DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE DE CONTROLE PARA UM MICROSCÓPIO DE FORÇA ATÔMICA

Guilherme Martinho Chumbinho de Andrade<sup>1</sup>; Gabriel Rosa Alves<sup>2</sup>; Felipe Cafezeiro Plech<sup>3</sup>; Valéria Loureiro da Silva<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Bolsista Graduando em Engenharia da Computação; Iniciação Tecnológica - CNPq;

[guilherme.andrade@fbter.org.br](mailto:guilherme.andrade@fbter.org.br)

<sup>2</sup> Bolsista Graduado em Engenharia Elétrica; Centro de Competências em Sensores – SENAI CIMATEC;

[gabriel.rosa@fbter.org.br](mailto:gabriel.rosa@fbter.org.br)

<sup>3</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; [felipe.plech@fieb.org.br](mailto:felipe.plech@fieb.org.br)

<sup>4</sup> Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; [valeria.dasilva@fieb.org.br](mailto:valeria.dasilva@fieb.org.br)

### RESUMO

O controle de um Microscópio de Força Atômica é feito através de um software de controle com uma interface gráfica que permite que o usuário configure, adquira dados e controle o microscópio adquirindo imagens em tempo real. Para a elaboração deste *software*, é usado um diagrama de sequência do UML, uma ferramenta que mostra a ordem das comunicações entre os objetos e as condições que eles precisam obedecer. Isso facilita o entendimento e a visualização do funcionamento e o comportamento do *software*.

**PALAVRAS-CHAVE:** AFM; Software; Diagrama;

### 1. INTRODUÇÃO

O microscópio é um instrumento científico utilizado para a visualização de objetos que não podem ser vistos ao olho nu, como células e bactérias. O funcionamento deste instrumento é feito pelo uso de lentes que ampliam a imagem do objeto, o que permite que quem estiver observando possa ver os detalhes muito pequenos que estão presentes<sup>1</sup>. Existem vários tipos diferentes de microscópio, cada um possui diferentes características e 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<sup>2</sup>. A ponta do AFM é trazida próxima à superfície da amostra utilizando um sistema de controle acoplado a um atuador piezoelétrico. Ao se aproximar a ponta na superfície da amostra, a força de atração e repulsão gerada entre ambos (amostra e sonda) geram deflexões, que são detectadas por um feixe de laser que ilumina a alavanca na qual a ponta está presa ou pela variação de frequência de ressonância, caso se utilize um diapasão como sonda. As mudanças que são detectadas pelo fotodetector quando o feixe de laser é refletido por um espelho na alavanca ou pelo *Phase-Locked Loop* (PLL) caso se utilize diapasão, são convertidas em sinais elétricos que são amplificados para leitura por um sistema embarcado, geralmente uma FPGA (*Field-Programmable Gate Array*). Este dispositivo fornece os sinais para criação de uma imagem da superfície da amostra em alta resolução<sup>3,4</sup>.

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<sup>3,4</sup>. O *software* possui uma interface gráfica que possibilita que o operador do aparelho veja a amostra e defina as configurações do aparelho para a aquisição de dados. O objetivo deste projeto é o desenvolvimento desta interface gráfica para um microscópio de força atômica sendo construído no CIMATEC.

### 2. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento utilizou-se uma ferramenta chamada *drawio* para realizar a criação dos diagramas UML. UML (*Unified Modeling Language*) trata-se de uma linguagem visual utilizada para modelar, documentar e descrever sistemas de software<sup>5</sup>. Os diagramas escolhidos para a modelagem foram: Diagrama Conceitual, Diagrama de Classe e o Diagrama de sequência. O diagrama conceitual tem a finalidade de ajudar a entender e demonstrar de forma clara e precisa as interações dos elementos envolvidos, o diagrama de classe tem o propósito de fornecer a visão geral da estrutura do sistema mostrando a relação de suas diferentes partes entre si e o diagrama de sequência consegue auxiliar na visualização e compreensão do comportamento dinâmico do sistema, identificando a interação dos objetos entre si e como o sistema reage a esses estímulos.

Este trabalho irá focar na elaboração do diagrama de sequência pois ele representa o software de uma forma intuitiva e de maneira temporal, o que permite que seja fácil visualizar a ordem de envio e recebimento das mensagens. A capacidade de saber a ordem de envio e recebimento possibilita a visualização do comportamento do sistema de uma forma intuitiva e clara, assim permitindo a identificação de problemas de

comunicação dentro do sistema, como pode ser visto no diagrama de seqüência na figura 1. Este tipo de diagrama frequentemente é usado para modelar sistemas orientados a objetos, pois auxilia na identificação de problemas de comunicação que possam acontecer e ajuda na compreensão das interações entre os objetos ou telas do software.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Até o momento foram desenvolvidos os diagramas conceitual, classe e o de seqüência para o auxílio na modelagem do *software*. Dentre eles, o diagrama de seqüência é o que deixa mais clara como os componentes do *software* interagem entre si. Na figura 1, tem-se o diagrama de seqüência apresentando algumas entidades, elas sendo as telas do *software*, e como elas interagem com o sistema e entre si. A relação entre as telas é demonstrada através das mensagens que são representadas como setas que vão de uma entidade para outra, essas mensagens são a comunicação entre as telas que geralmente demonstram o compartilhamento de dados ou a sinalização para realizar alguma ação podendo ser síncronas ou assíncrona.

Embora o diagrama já esteja desenvolvido, ainda é necessário realizar algumas alteração e verificações nele para confirmar que não há nenhum erro de comunicação entre as entidades do sistema. A quantidade de mensagens e relação entre as telas é grande e, portanto, é necessário realizar uma verificação para avaliar adequadamente a eficácia das comunicações e se são efetivas.

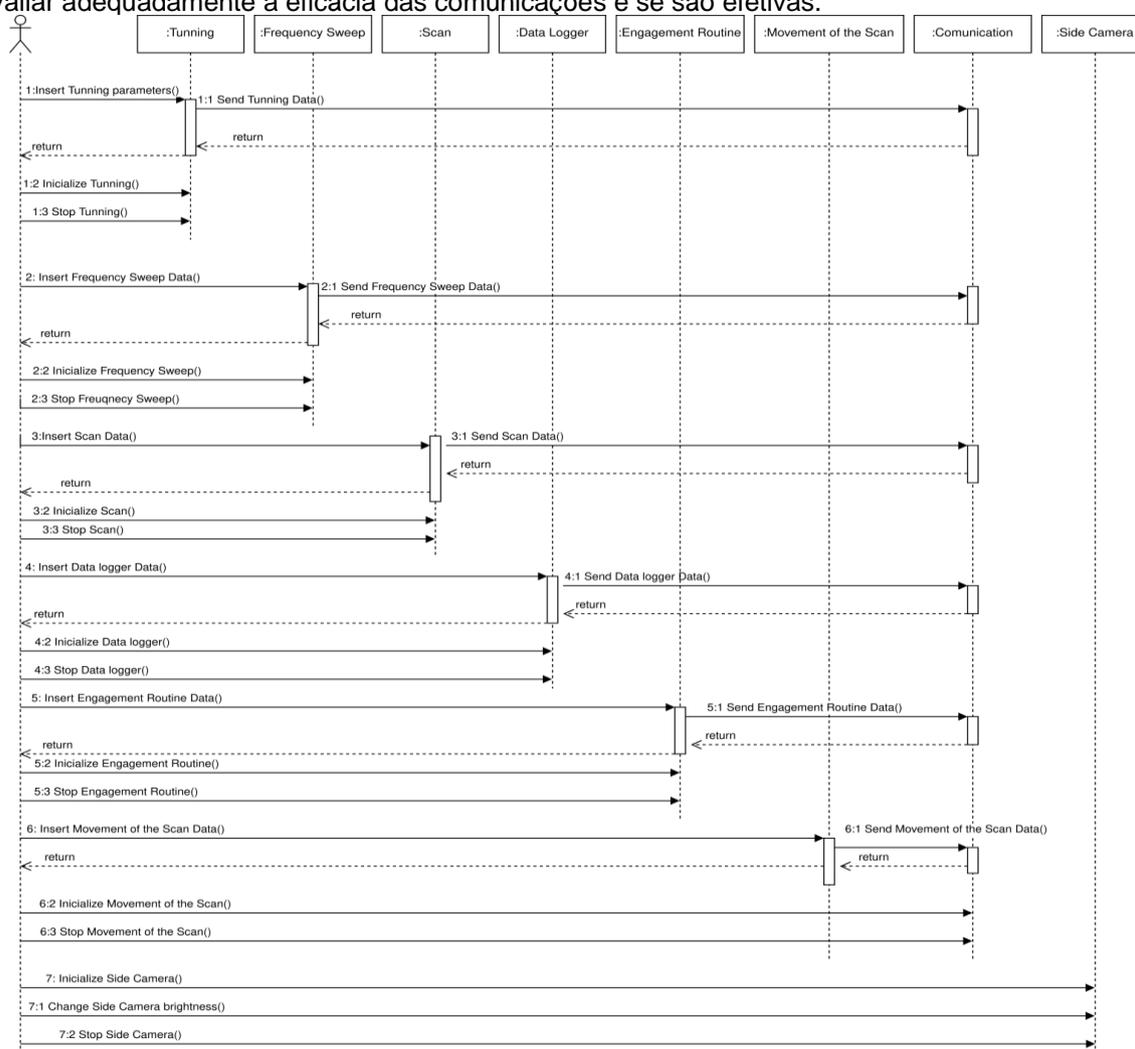


Figura 1: Diagrama de seqüência

### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este projeto se encontra em fase de desenvolvimento, porém já está de forma clara alguns pontos importantes para a sua finalização. Até o momento, já foram desenvolvidos diversos diagramas que possuem a finalidade de deixar clara o funcionamento do sistema e possíveis erros de comunicação que possam

ISSN 0805-2010 – Anuário de resumos expandidos apresentados no VIII SAPCT - SENAI CIMATEC, 2023

acontecer. Os próximos passos no desenvolvimento incluem: revisão do diagrama de sequência para verificar se há mais algum erro de comunicação presente e o fim da construção das interfaces gráficas que o *software* possui.

## 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

- <sup>1</sup> Moreira, Catarina. Microscópio ótico. *Revista de Ciência Elementar*, Lisboa Editora, v.1, n.1, p.7 2013.
- <sup>2</sup> Eaton, Peter. West, Paul. **Atomic Force Microscopy**. New York: Oxford University Press, 2010.
- <sup>3</sup> Regina, Silvia. **Introdução a Microscopia Eletrônica**. São Paulo: Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, 2003.
- <sup>4</sup> 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>).
- <sup>5</sup> 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.