



Automatização de varredura espacial de micro-fotoluminescência e micro-Raman para estudo de nanoestrutura de semicondutores

Bethânia Albuquerque Gomes
Fernando Iikawa

Palavras chave : Espectroscopia Raman, nanofio, LabView

1 Introdução

A fotoluminescência e a espectroscopia Raman são técnicas importantes para o estudo óptico de semicondutores. A primeira se baseia na emissão espontânea de radiação (luz) do material após uma excitação, enquanto a segunda analisa a luz espalhada por excitações coletivas, como vibrações da rede, pelo material. Com essas técnicas, podemos obter informações químicas e estruturais de semicondutores e de heteroestruturas semicondutoras. Neste projeto, propomos investigar nanofios de semicondutores, em particular, de GaP. É interessante obter imagem de fotoluminescência e de Raman para visualizar as características espaciais desses materiais, sob o ponto de vista da homogeneidade ou mistura de materiais.

O objetivo deste projeto é automatizar a aquisição de dados do sistema de varredura espacial, tanto do espalhamento Raman como o de fotoluminescência em todo o nanofio, e, através dos espectros, analisar a característica local do material. Durante o desenvolvimento do projeto tivemos que alterar o plano de trabalho, devido à pandemia da covid-19, e passamos a desenvolver programas que simulam os equipamentos do laboratório responsáveis pela captura de dados (espectrômetros), e pela varredura espacial (motor de passos).

O programa principal foi feito em Labview, que comunica com o software AndorSolis, de aquisição de espectros Raman ou fotoluminescência, com o programa que controla a posição da amostra, também feito em Labview, que controla os dois motores-de-passo da Newport, modelo ESP300. Apresentaremos aqui, no entanto, o trabalho alternativo desenvolvido no período, em forma de simulações utilizando o próprio Labview para substituir a parte experimental proposta.

2 Atividade de pesquisa

O sistema de automatização é formado por um espectrômetro e um detector CCD da Andor, que retira os espectros ópticos do nanofio, e também pelo controlador do motor-de-passo ESP300, da Newport, responsável pela varredura espacial do sistema. Com o LabView, que utiliza uma linguagem de programação em forma de diagrama de blocos e não em linhas, onde cada bloco representa um comando, é possível montar o programa principal para controlar ambos, como mostra o esquema da figura 1. As comunicações entre os programas são feitas a partir da criação, leitura e edição de dois arquivos de textos distintos.

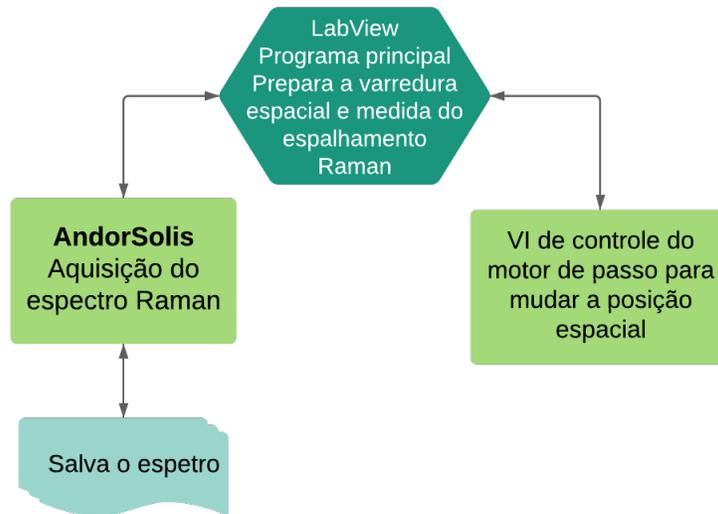


Figura 1: Esquema de montagem do sistema de automação da varredura espacial do nanofio

Como as atividades experimentais foram interrompidas, adaptamos o projeto para uma simulação dos equipamentos (espectrômetro e motor de passo) e mantivemos o mesmo algoritmo de comunicação da figura 1. O novo sistema está mostrado na figura 2, e ele é composto por 2 VIs (programas em Labview) que simulam os equipamentos (AndorSolis e o motor de passo) e um outro que realiza a comunicação entre eles. Para simular o motor de passo, utilizamos um circuito com lâmpadas LED e um arduino, onde um led específico acende para indicar o movimento em uma direção. Acrescentamos um led vermelho, posto apenas para acompanhar os passos do sistema de forma mais detalhada. Ele é aceso apenas quando o simulador da AndorSolis adquire um espectro.

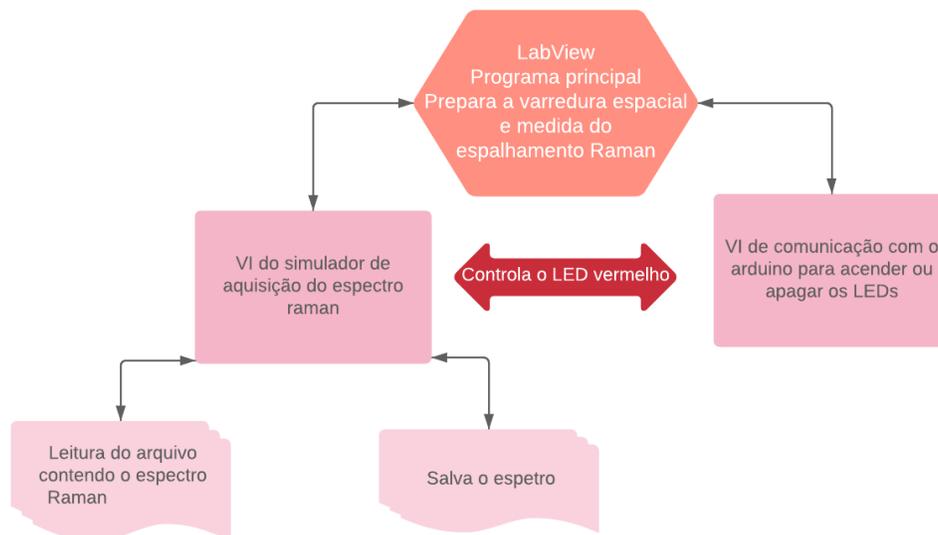


Figura 2: Esquema de montagem da simulação para a varredura espacial e aquisição de espectros Raman

Como temos dados anteriormente adquirido de espectros Raman, obtidos pelo Dr. Bruno C da Silva (ex aluno do IFGW), então, para simular o espectrômetro, criamos um programa que lê estes arquivos, imprime o espectro em uma janela e o salva. Como dito antes, utilizamos também um arduino e um circuito com leds, que comunica

com o LabView e simula a comunicação feita com este *software* e o motor de passo. As simulações entre estes dois programas se dá via criação, edição e leitura de arquivos de texto. O fluxograma mais detalhado do programa desenvolvido, incluindo as simulações dos dois VIs citado acima, está indicado na figura 3.

Inicialmente, o programa principal (PP) lê o arquivo "A" que o simulador da AndorSolis (AS) envia para avisar que está pronto para medir. Se estiver pronto, ele irá receber o código "0". A próxima tarefa é verificar se a varredura não concluiu, isto é, verificar se o número total de pontos previsto na varredura é máximo. Caso não tenha atingido esse número, o programa principal envia o sinal ao arduino para acender o LED, que corresponde ao posicionamento da amostra para iniciar a varredura. Em seguida, o PP vai enviar um código "1" ao AS através do arquivo "B", avisando que pode adquirir o espectro Raman (ou fotoluminescência). Então, AS carrega o arquivo contendo o espectro selecionado previamente, salva com outro nome e envia o código "0" ao PP via arquivo "A". Assim repete o ciclo até atingir a varredura total.

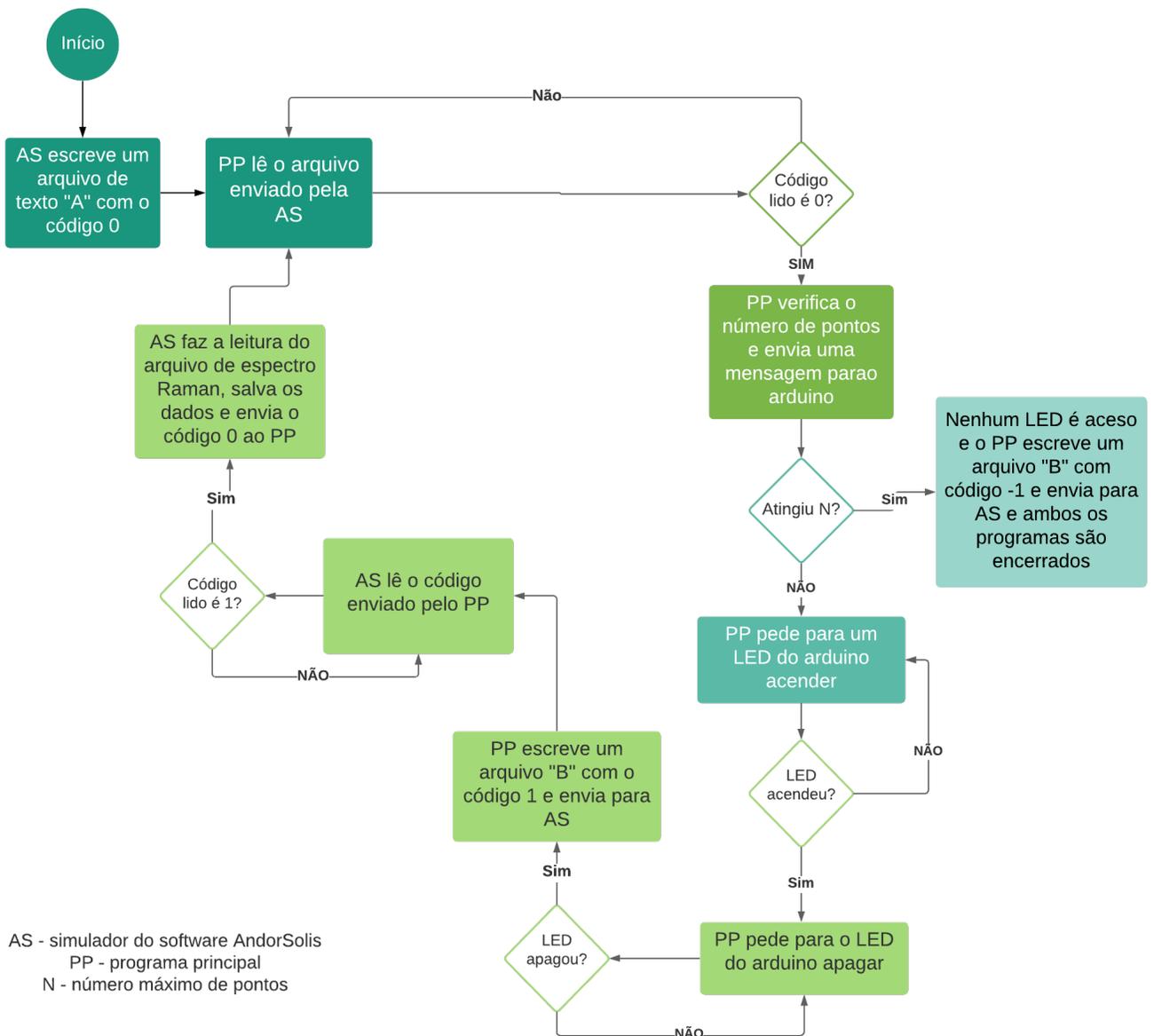


Figura 3: Fluxo de dados do sistema de varredura espacial e espectroscopia de um nanofio utilizando o LabView

3 Resultados

Foram realizados vários testes de comunicação entre os programas e simulações para adquirir os dados e tratá-los, de forma que os programas se comunicam bem através dos arquivos de texto e simulam a aquisição dos dados. Com estes simuladores, realizamos medidas de varredura utilizando espectros já existentes em dois pontos do espaço na amostra. Utilizando Python, montamos um gráfico dos espectros Raman da simulação, indicado na figura 4, em que o pico mais intenso indica o nanofio. Os picos abaixo de 450cm^{-1} indicam os modos de vibração da rede de GaP na fase hexagonal. O pico em 520cm^{-1} é do substrato de Si.

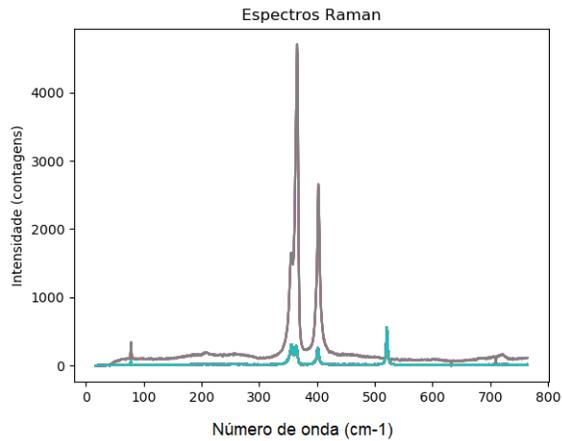


Figura 4: Espectros Raman de nanofios de GaP obtidos em duas posições para serem utilizados para a nossa simulação.

Com estes espectros, montamos a imagem dessas intensidades no espaço, indicado na figura 5.

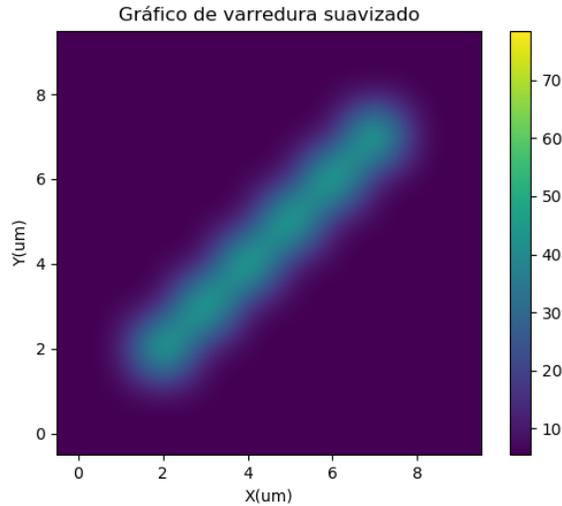


Figura 5: Imagem de intensidade Raman obtida a partir da simulação de um sistema de varredura espacial de um nanofio

4 Conclusão

Neste projeto, estudamos sobre a técnica de espectroscopia Raman e o que pode ser obtido a partir dela e aprendemos linguagens de programação diferentes para controlar/criar os equipamentos e também para fazer o tratamento de dados. Apesar de ter sido necessário uma adaptação, o aprendizado não foi comprometido e incentivou a criatividade ao desenvolver os programas que simulam os equipamentos, que é uma parte importante da programação e instrumentação, e ampliamos o conhecimento sobre a programação envolvendo diferentes softwares.

5 Agradecimentos

Agradecemos a Profa. Mônica A. Cotta e o Dr. Bruno C. da Silva por cederem as amostras de nanofio de GaP e por disponibilizarem os dados de espalhamento Raman. E também ao PIBIC e a Unicamp pelo financiamento do projeto de iniciação científica.