

Introdução

Neste projeto montamos a técnica de medida de espectroscopia de micro-fotoluminescência (PL - *photoluminescence*) e micro-Raman na presença de alto campo magnético. O sistema ajudará na localização espacial das nanoestruturas para realizar medidas de emissões ópticas (para análise da estrutura eletrônica), bem como, de espalhamento Raman (para estudo de análises químicas e estruturais).

Diferentemente dos sistemas convencionais de micro-PL o nosso sistema contém um magneto-criotato (bobina supercondutora) onde tanto a amostra como a objetiva ficam dentro dele, dificultando assim a sua montagem. Apresentaremos aqui duas aplicações dessa montagem: a primeira, o estudo de diodos de tunelamento quântico em heteroestruturas, e, a segunda, a medida de magneto-micro PL em nanofios de InP.

Montagem Experimental

Principais componentes:

- **Objetiva óptica de 25X.** – focalização do feixe do laser da ordem de microns.
- **Deslocadores da AttoCube** – opera a baixas temperaturas e alto campo magnético e tamanho reduzido apropriado para criostatos de He líquido.

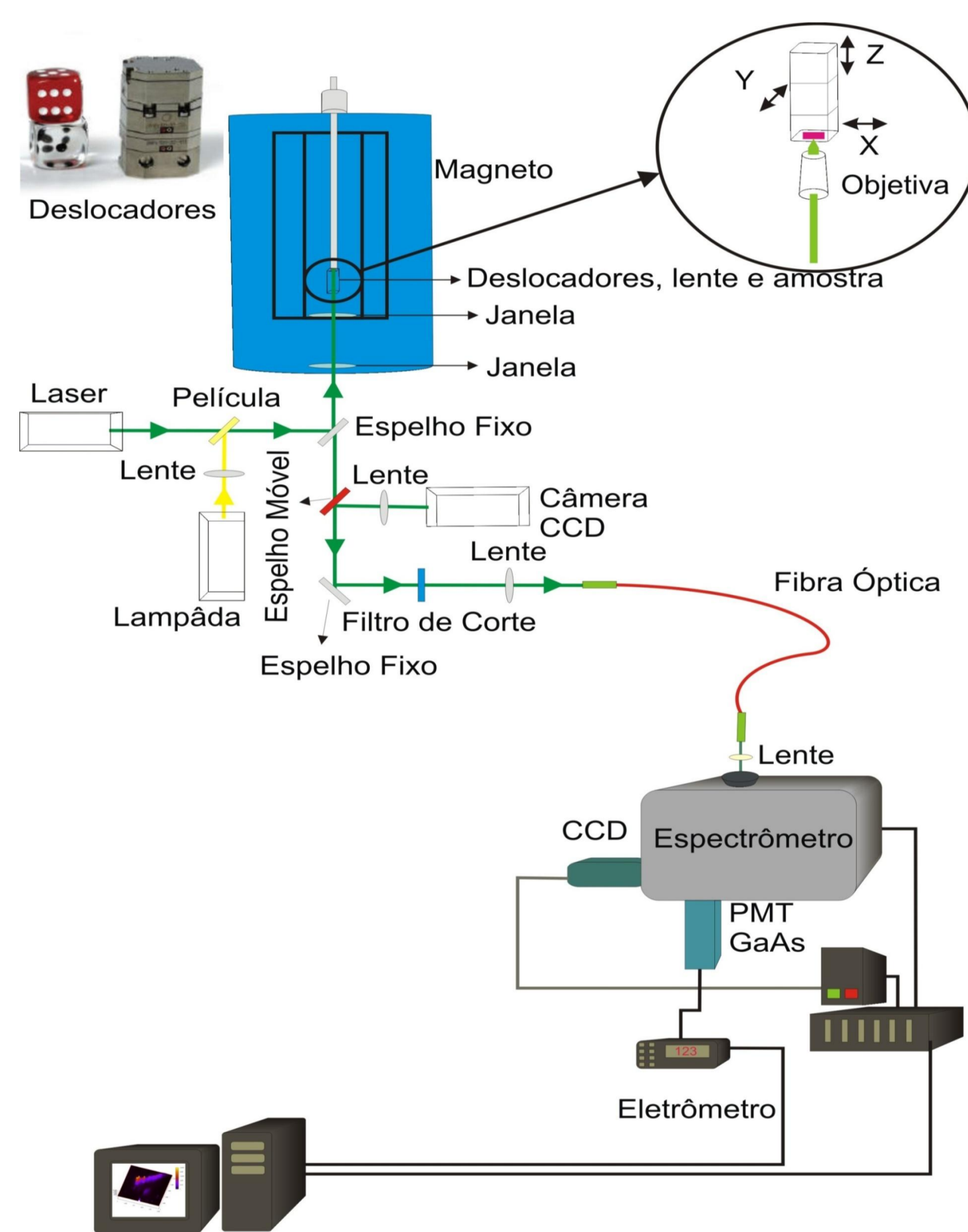


Figura 1: Montagem experimental

Resultados

I - Diodos de tunelamento quântico em heteroestruturas

Este experimento visa estudar a dinâmica dos portadores utilizando o sistema de diodos de tunelamento na presença de um campo magnético externo.

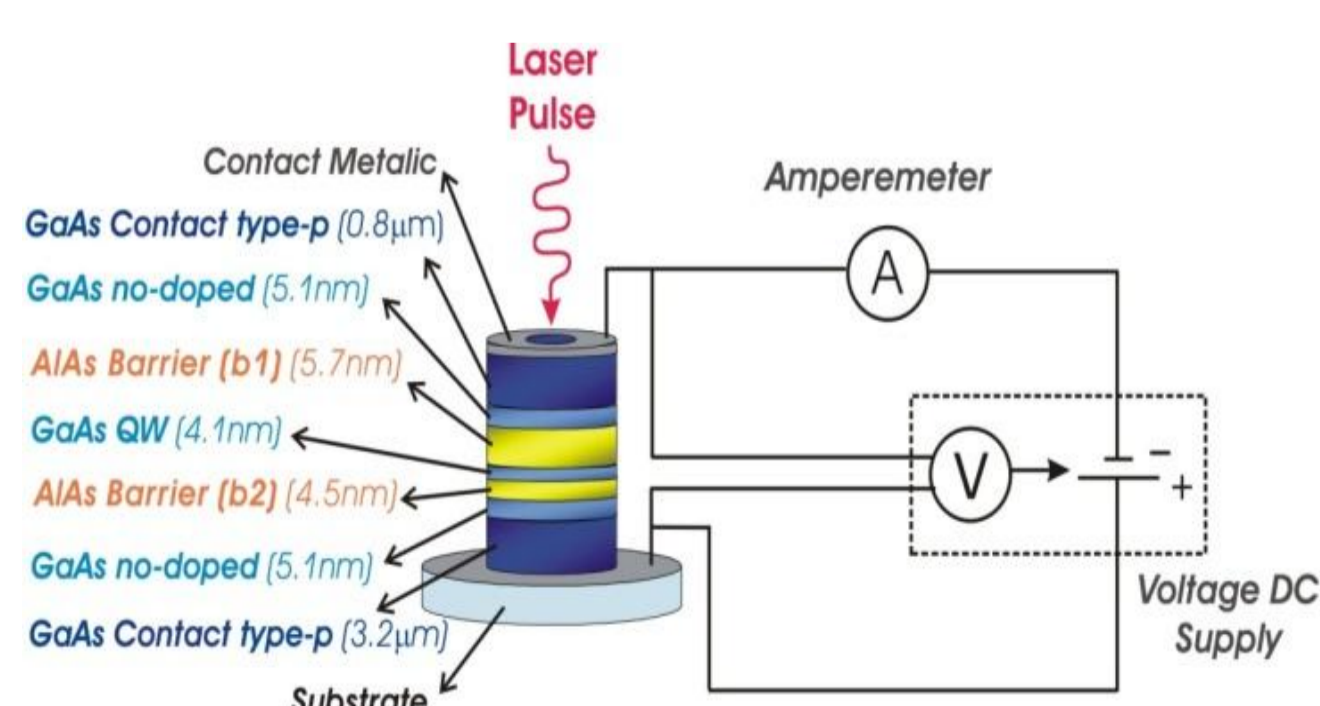


Figura 2 – Estrutura da amostra

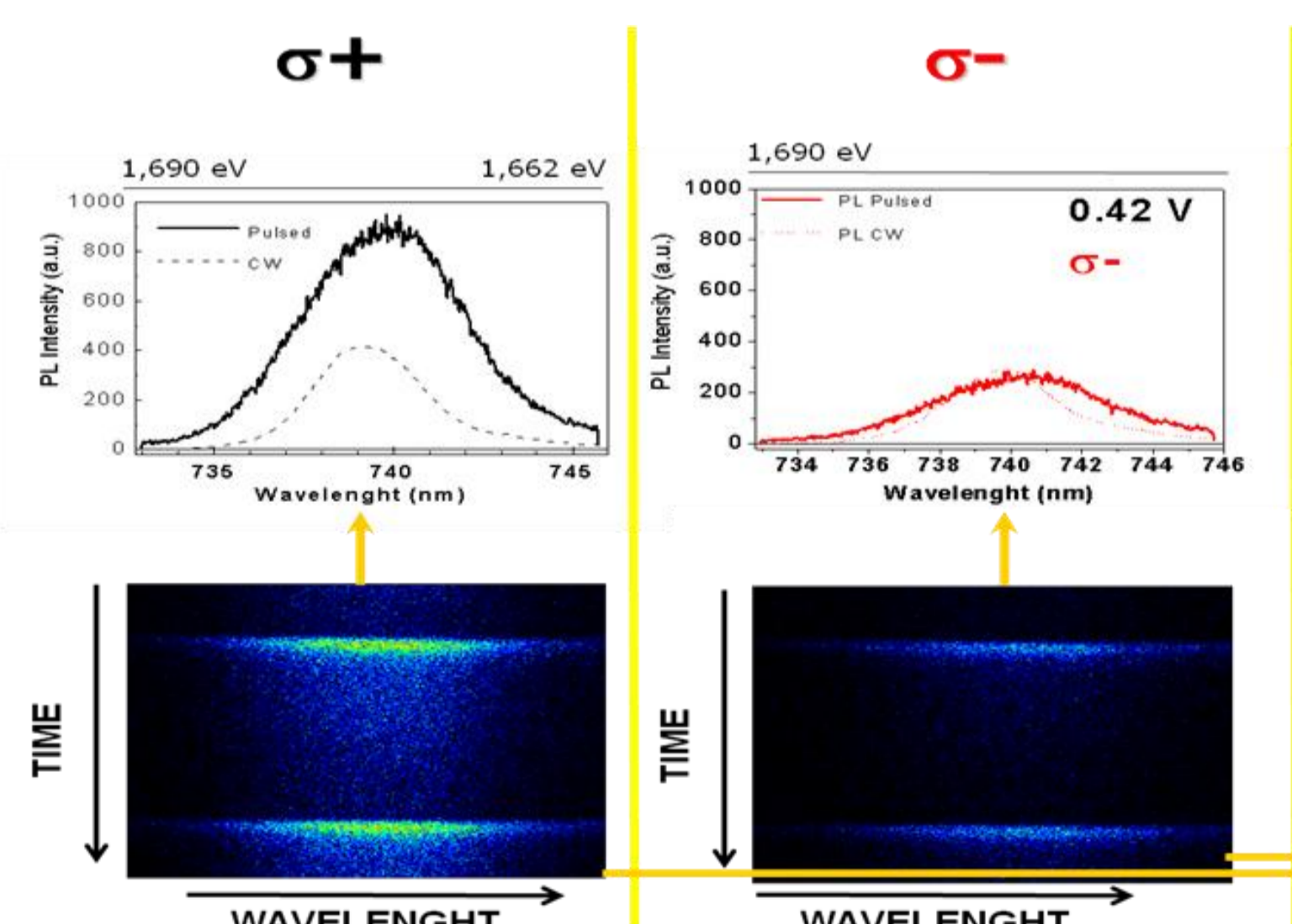


Figura 4 – Espectros de **fotoluminescência resolvida no tempo** de duas componentes de polarização circular da luz obtidos a um campo magnético de 15T. As imagens, na parte inferior, correspondem à intensidade de emissão em função do comprimento de onda (horizontal) e tempo (vertical).

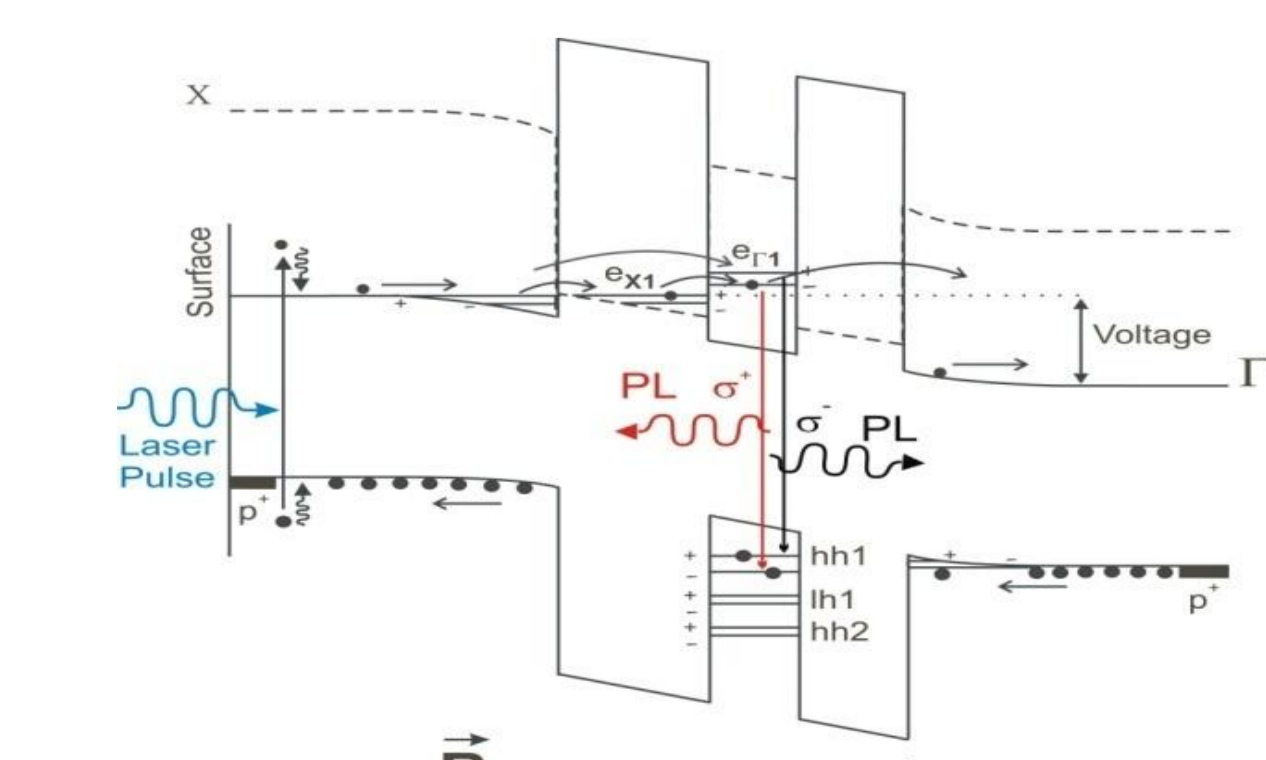


Figura 3 – Perfil de potencial

II - Medida de magneto-micro PL de nanofios de InP

A finalidade principal dessa medida é investigar as propriedades ópticas de nanofios de InP. Os nanofios apresentam estrutura cristalina na fase hexagonal e varias regiões na fase cúbica. As interfaces entre as duas fases são do tipo II, formando, portanto, multipoços quânticos (ver a figura) ao longo do nanofio.

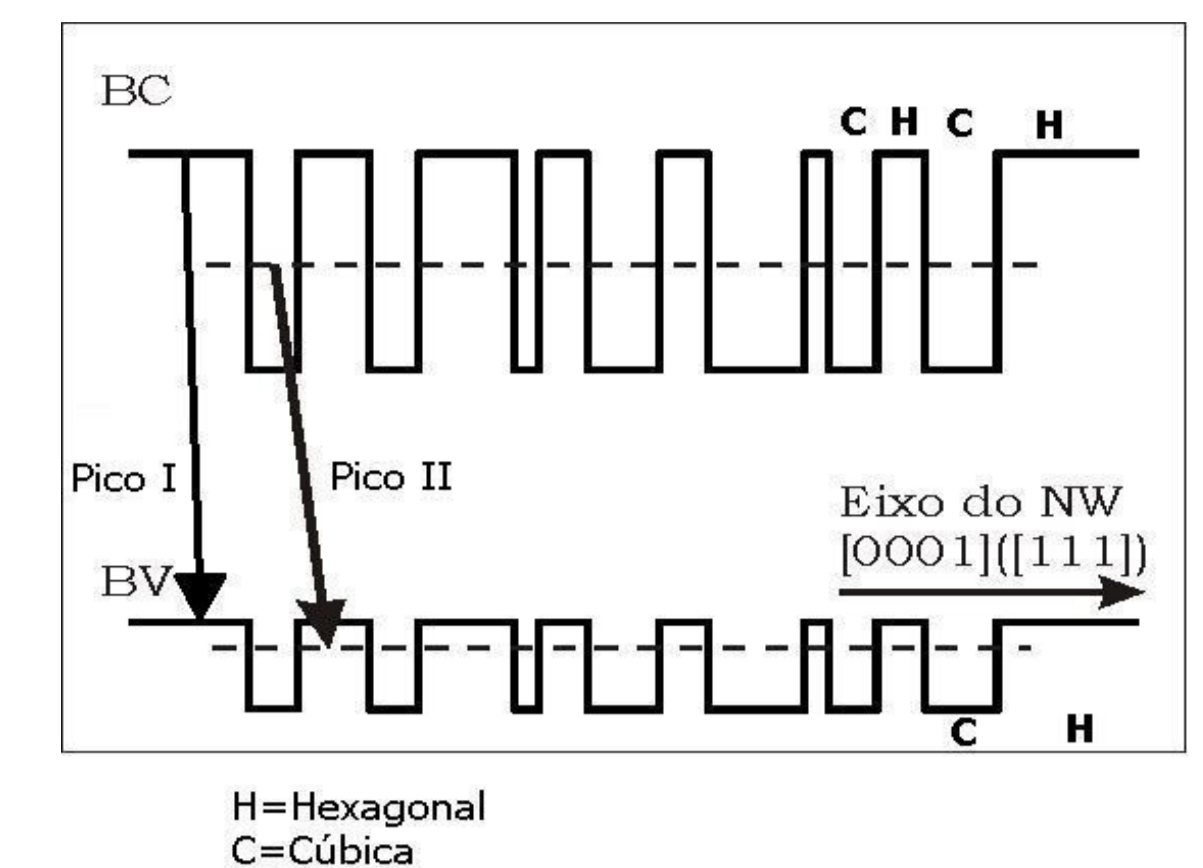


Figura 5 – Perfil de potencial do nanofio de InP ao longo do fio

A aplicação de um campo magnético externo é importante para investigar efeitos como Zeeman e diamagnético dos nanofios.

Considerando os dois efeitos, diamagnético e Zeeman, a energia de transição óptica em semicondutores pode ser escrita da forma abaixo:

$$h\nu_{\pm} = E_0 + \alpha B^2 \pm \frac{g\mu_B B}{2} \quad \text{eq. 1}$$

onde, E_0 é a energia de transição para o campo nulo, g é o fator-g de Landé, μ_B é o magnéton de Bohr e α é o coeficiente diamagnético. O segundo termo corresponde ao efeito diamagnético e o terceiro, o efeito Zeeman. As medidas foram realizadas selecionando a emissão óptica das duas polarizações circulares. A energia de desdobramento de Zeeman pode ser obtida através da relação:

$$\Delta E_Z = h\nu_{+} - h\nu_{-} \quad \text{eq. 2}$$

E a energia de deslocamento diamagnético é obtida através de:

$$\Delta E_D = \frac{(h\nu_{+} + h\nu_{-})}{2} - E_0 \quad \text{eq. 3}$$

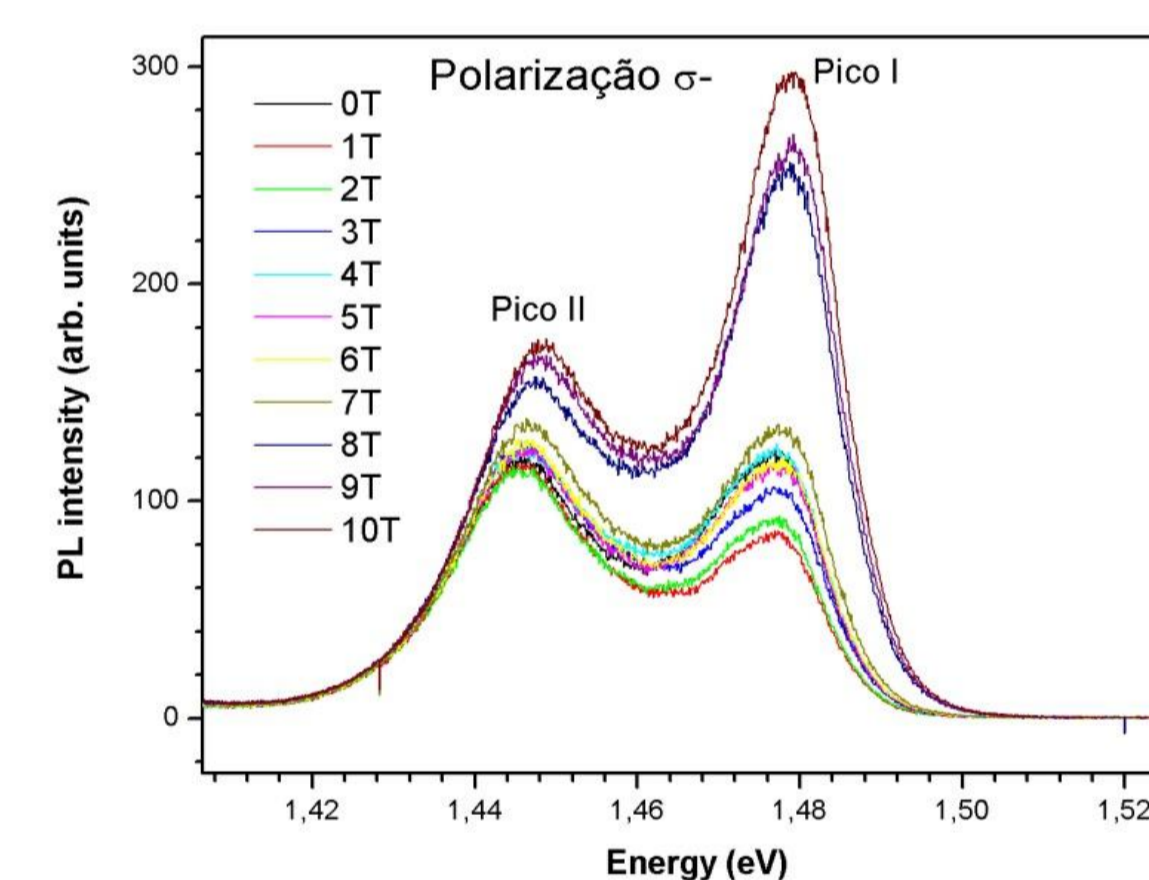


Figura 6 – Espectros de fotoluminescência obtidos para vários campos com polarização σ^-

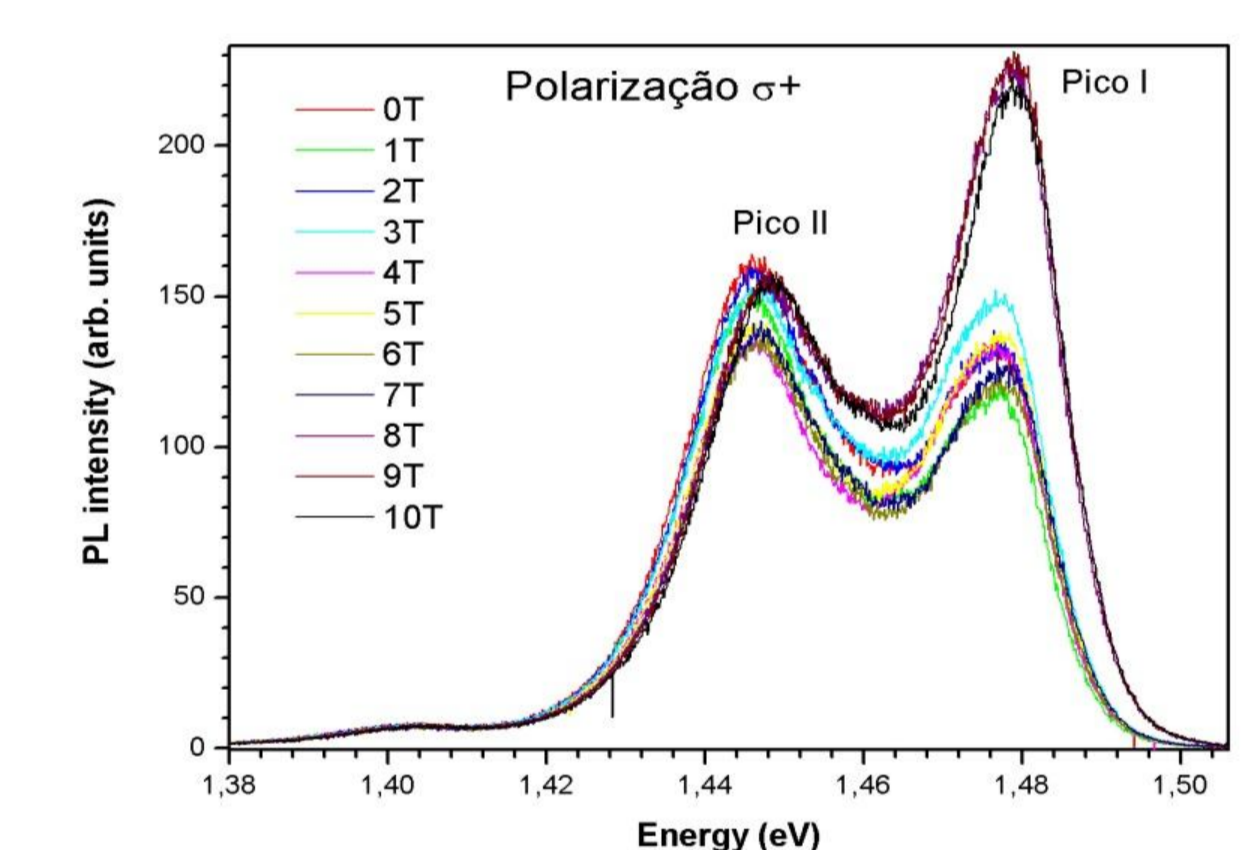


Figura 7 – Espectros de fotoluminescência obtidos para vários campos com polarização σ^+

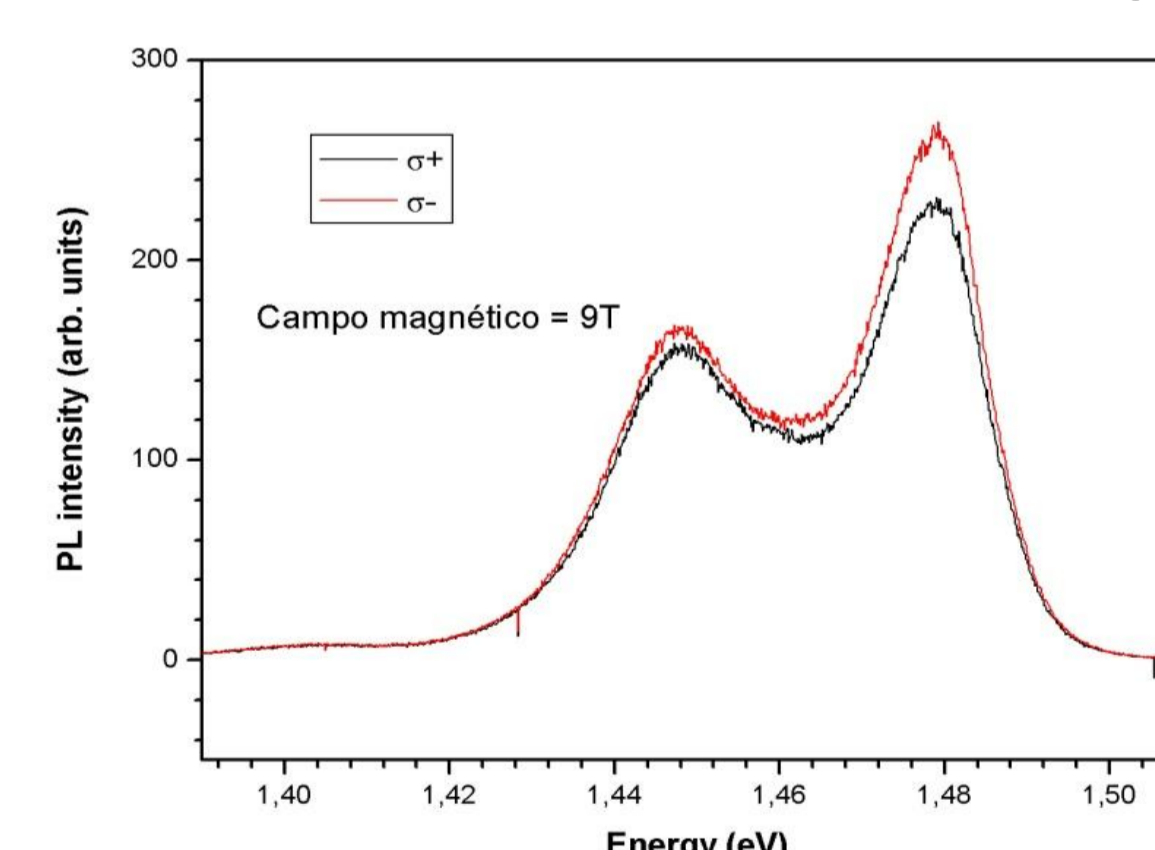


Figura 8 – Espectros de fotoluminescência obtidos a 9 T em duas polarizações circulares

Como a largura da linha de emissão é relativamente grande não é possível determinar com precisão a energia de separação. Porém isso está de acordo com os dados obtidos em InP na fase cúbica, onde a energia de desdobramento a 9 T é também pequena, da ordem de 0,6 meV. Essa energia é da ordem de grandeza da incerteza na determinação da posição do pico e também da resolução do equipamento (0,4 meV)

Conclusão

• Neste trabalho demonstramos que o sistema de medida de micro-PL na presença de um campo magnético pode ser utilizado para estudo de materiais semicondutores nano estruturados.

• O sistema permite também medidas de micro-Raman onde o campo magnético pode ser utilizado para obter a condição de ressonância para estudar os estados eletrônicos e estruturais simultaneamente, como no caso de Grafenos.

Agradecimentos

- A Profª Mônica Cotta, pelo crescimento dos nano-fios
- A Profª Maria José Santos Pompeu Brasil