

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
INSTITUTO DE FÍSICA GLEB WATAGHIN

F 530 – INSTRUMENTAÇÃO I
RELATÓRIO FINAL

Medidas de Tempo de vida das transições
 ${}^5D_4 - {}^7F_J$ do Tb^{3+} em a-SiN:H



Orientador:

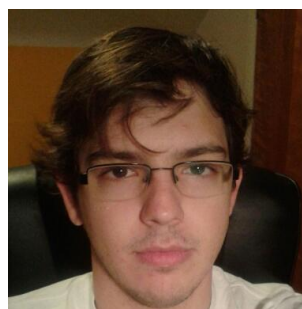
Prof. Dr. Leandro Russovski Tessler

<http://portal.ifi.unicamp.br/pessoas/corpo-docente/302-273>



Aluno:

Leandro Aparecido Doriguelo
leandro.doriguelo(arroba)gmail.com



Auxílio laboratorial:
Giacomino Ferreira Bosco

Coordenador: Prof. José Joaquim Lunazzi

RESUMO

Neste trabalho realizou-se o processo para a obtenção de tempo de vida do íon de Térbio, para isso foram feitas diversas montagens otimizando o processo, até que se chegasse na montagem que será descrita neste relatório. É importante ressaltar que até o momento não foi possível coletar o tempo de vida das emissões do Térbio, mas para um efeito didático será feita a análise do tempo de vida das emissões de um papel. Todo trabalho foi realizado no Laboratório 94, do Departamento de Física Aplicada (DFA), IFGW, UNICAMP.

INTRODUÇÃO

Transições eletrônicas ocorrem quando elétrons mudam de um estado quântico para outro. Elas são em geral associadas à emissão ou absorção de fótons com energia $E = h\nu$ igual a diferença de energia dos níveis eletrônicos.

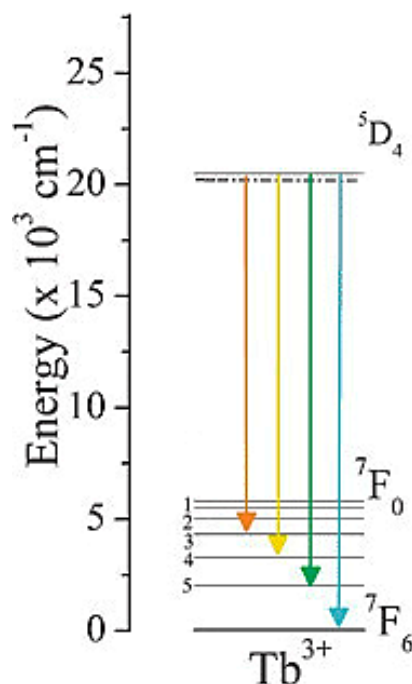


Figura 1: Esquema dos níveis energéticos do Tb^{3+}

Adaptado de: *Up-conversion properties of lanthanide-organic frameworks and how to track ammunitions using these materials*^[1].

O Tb^{3+} apresenta transições eletrônicas entre níveis dos elétrons de valência 4f. Esses elétrons são internos no sentido que não participam das ligações químicas que envolvem os elétrons 6s. Este trabalho tem como objetivo medir o tempo de vida de emissão em transições

eletrônicas entre o nível 5D_4 para os níveis 7F_6 , 7F_5 , 7F_4 , 7F_3 do íon Tb^{3+} diluídos em filmes finos de nitreto de silício amorfo hidrogenado. Estas transições emitem fótons com comprimentos de onda de $488nm$ ($2,54eV$), $543nm$ ($2,28eV$), $590nm$ ($2,10eV$) e $621nm$ ($2,00eV$), ou seja, dentro do espectro visível.

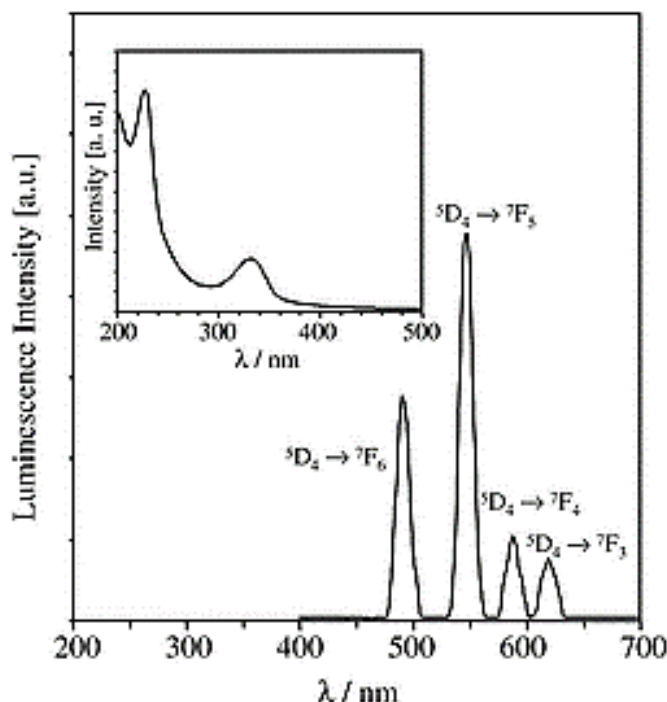


Figura 2: Espectro da emissão do Tb^{3+}

Fonte: Quantum chemistry-based interpretations on the lowest triplet state of luminescent lanthanides complexes. Part 1. Relation between the triplet state energy of hydroxamate complexes and their luminescence properties [2].

Através de uma excitação por onda pulsada podemos obter uma densidade não estacionária de estados excitados que decaem até o estado fundamental através de processos radioativos (emissão de luz) e não radioativos nos dando um sinal de intensidade dependente do tempo que segue a regra geral $\frac{dN(t)}{dt} = -A_T N(t)$, onde A_T é a taxa de decaimento total (radioativo e não radioativo). O processo de decaimento pode ser observado experimentalmente através da análise temporal da intensidade luminosa emitida pela amostra, uma vez que esta também é dependente da densidade de estados decaindo por unidade de tempo, reescrevendo a regra geral anterior, temos:

$$I_{em}(t) = I_0 e^{-A_T t}$$

A equação acima corresponde a lei de decaimento da intensidade emitida, com o tempo de vida dado por $\tau = \frac{1}{A_T}$, este tempo de vida representa o tempo necessário para a intensidade emitida decair pra $\frac{I_0}{e}$ e pode ser obtido através do coeficiente angular do gráfico $\log(I) \times \tau$.

OBJETIVO

Este projeto teve como objetivo medir o tempo de vida das transições eletrônicas do íon Tb^{3+} . Conhecendo os tempos de vida das transições eletrônicas pode-se obter informações sobre mecanismos de excitação e recombinação não radiativa do íon.

METODOLOGIA

Para realizar as medidas de tempo de vida das transições eletrônicas do Tb^{3+} foi utilizada a montagem da Figura 3, a mesma montagem está esquematizada na Figura 4.

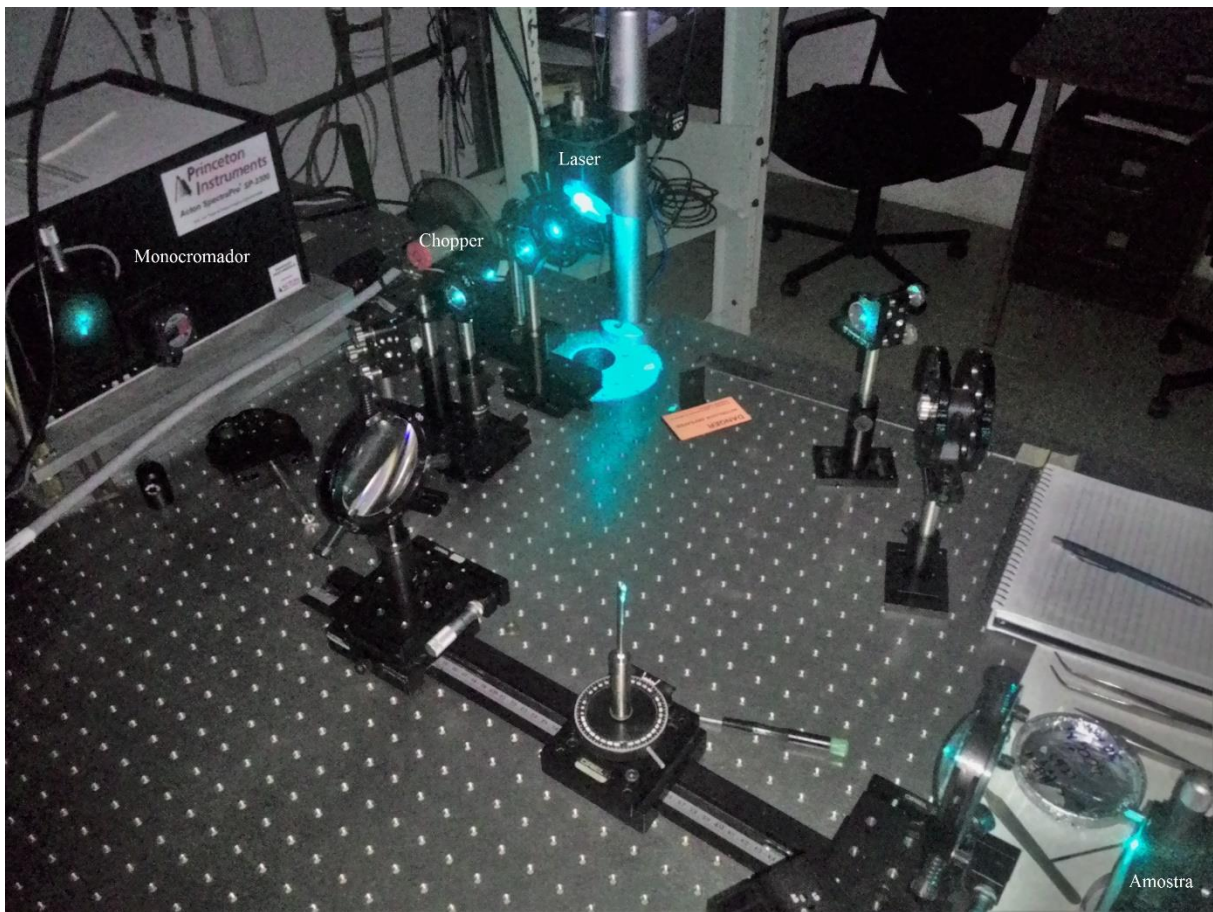


Figura 3: Foto da montagem durante o processo de obtenção de tempo de vida.

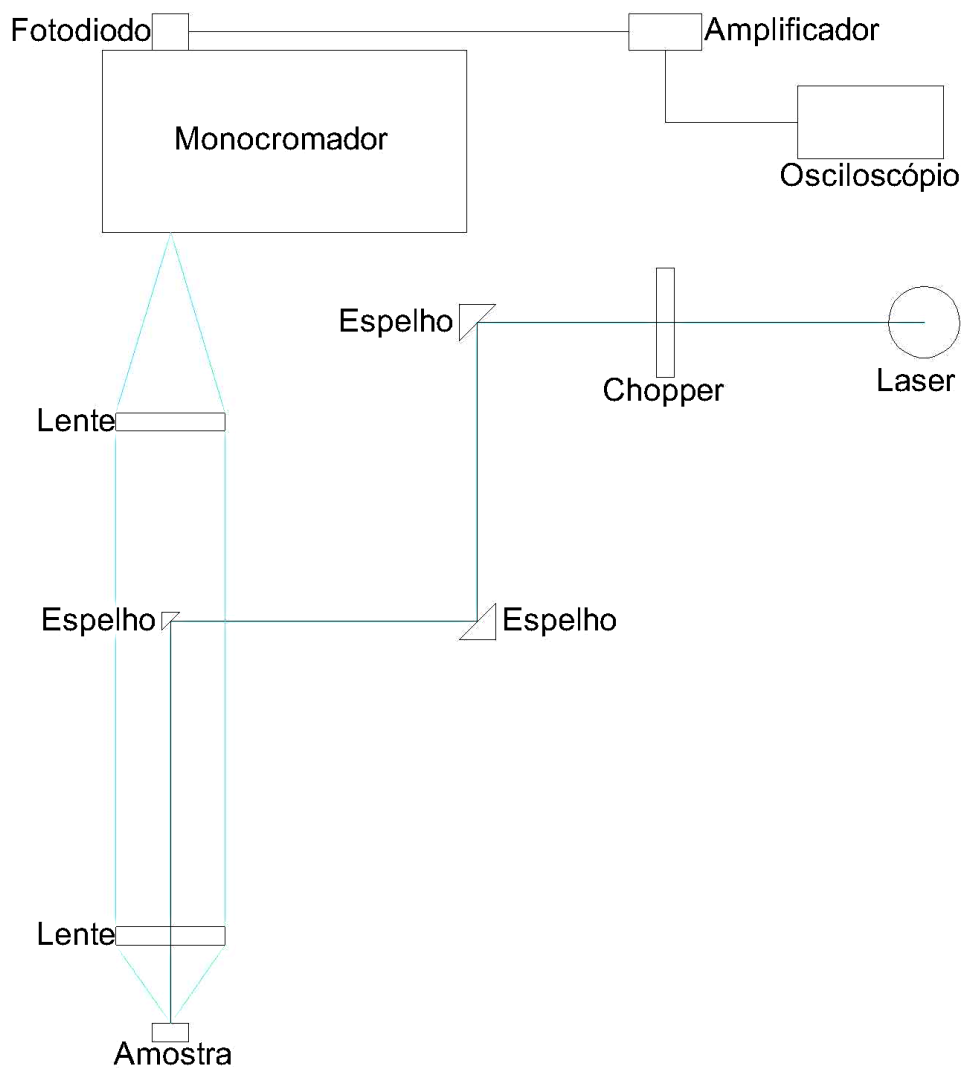


Figura 4: Desenho esquemático da montagem realizada no laboratório

Os componentes utilizados na montagem estão esquematizados na Tabela 1.

Tabela 1: Lista dos componentes usados na montagem.

Componente	Marca	Modelo
Laser de Argônio	Lexel	3500
Chopper	Scitec Inst	300CD
Lente 1		f/1.0
Lente 2		f/4.7
Monocromador	Princeton Inst	SpectraPro 2300i
Fotodiodo	Newport	818-BB-21
Osciloscópio	Tecktronix	TDS 654 C

Para visualizar as emissões das transições eletrônicas do Tb^{3+} é preciso modular o laser para que este incida na amostra de forma pulsada podendo assim gerar uma densidade não estacionária de estados excitados. Para a excitação das amostras foi utilizado um laser de Argônio emitindo em $488nm$ modulado por um *chopper* à $500Hz$, frequência esta que determina o número de pulsos por segundo que incide na amostra (como pode ser visto na Figura 2, este comprimento de onda é ressonante com a transição $^5D_4 \rightarrow ^7F_6$, devido a isso é esperada intensa emissão).

Estes pulsos irão excitar os íons de Tb^{3+} cuja luminescência deverá ser observada a olho nu, uma vez que a emissão é no visível. As lentes focam a luz vinda da amostra na entrada do monocromador que transmite uma faixa estreita de comprimentos de onda para o fotodiodo cujo sinal, após amplificação, é enviado ao osciloscópio permitindo assim observar o decaimento da intensidade luminosa com o tempo.

RESULTADOS

Mesmo excitando as amostras com laser de comprimento de onda ressonante não foi possível a medida do tempo de vida das transições do Tb^{3+} , provavelmente o problema se deve à característica metaestável das amostras, recozidas há dois anos.

Meu orientador concorda com o expressado neste relatório e deu a seguinte opinião:

REFERÊNCIAS

Tipler PA, Llewellyn RA. FÍSICA Moderna. 3ª edição

Eisberg R, Resnick R. FÍSICA Quântica. 3ª edição

[1] PUBLISHING. Journals, books and databases. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2012/ra/c2ra01214f>>. Acesso em 21 mar. 2016

[2] PUBLISHING. Journals, books and databases. Disponível em: <<http://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2004/dt/b316246j>>. Acesso em 21 mar. 2016

ATEC. Oscilloscope datasheet. Disponível em: <<http://www.atecorp.com/products/tektronix/tds-654c.aspx>>. Acesso em: 17 mar. 2016

NEWPORT. Biased Photodetector Silicon. Disponível em: <<http://search.newport.com/?x2=sku&q2=818-BB-21>>. Acesso em: 28 mar. 2016

LEXEL. Ion Lasers. Disponível em: <http://www.amstechnologies.com/fileadmin/amsmmedia/downloads/4836_lexel8595ionlasers.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2016

SCITEC. Rotating Optical Chopper. Disponível em: <http://www.scitec.uk/optical_chopper/300cd>. Acesso em: 05 jul. 2016

PRINCETON Instruments. Monochromator/Spectrograph Manual. Disponível em: <http://www.princetoninstruments.com/userfiles/files/assetLibrary/Datasheets/Princeton_Instruments_Acton_Series_N3_1-9-2-15.pdf>. Acesso em: 05 jul. 2016