

# AUTOMATIZAÇÃO DO DESLOCAMENTO DO COMPRIMENTO DE ONDA DO LASER PARA A TÉCNICA ESPECTROSCOPIA RAMAN DISPERSIVA DIFERENCIAL

**Edson A. P. Santos<sup>1\*\*</sup>, André R. B. Dias<sup>1</sup>, Dayana Gonçalves Ribeiro<sup>1</sup>,  
Mário Augusto da Silva Martins<sup>1</sup>, Alessandro Corrêa Mendes<sup>1</sup>, Herculano da Silva  
Martinho<sup>1</sup>, Airton A. Martin<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>LEVB - Laboratório de Espectroscopia Vibracional Biomédica  
IP&D - Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento  
UNIVAP - Universidade do Vale do Paraíba  
Av. Shishima Hifumi, 2911 CEP: 12244-000 – São José dos Campos, SP, Brasil  
Tel: (12) 3947-1165 Fax: (12) 3947-1165 e-mail: eds.univap@yahoo.com.br\*\*

**Resumo** – A Espectroscopia Raman Dispersiva Diferencial é uma ferramenta que está se tornando fundamental para estudos de tecidos biológicos “in vivo”. Esta técnica é baseada na análise de pares de espectros Raman obtidos em comprimentos de onda ligeiramente deslocados. Como fonte de excitação do sistema Raman, foi utilizada um laser de diodo com cavidade externa, centrado em  $\lambda = 830$  nm, fabricado pela empresa Sacher Lasertechnik e um espectrômetro Acton-Princeton Instruments, modelo SpectraPro 2500i, acoplado uma câmera CCD, modelo SPEC10-400BR/LN. Neste trabalho apresentamos um protótipo que visa automatizar o ajuste do comprimento de onda do laser, tornando o procedimento mais ágil e com grande reprodutibilidade. A Espectroscopia Raman Dispersiva com ajuste automático do comprimento de onda da fonte de excitação, traz maior agilidade e precisão nos resultados, ficando assim comprovado sua eficiência nos testes realizados e com a vantagem de seu baixo custo de construção.

**Palavras-chave:** Espectroscopia Raman Dispersiva, Laser Diodo, Automação, Raman Diferencial.

**Área do Conhecimento:** Engenharia.

## Introdução

A Espectroscopia Raman vem se tornando uma ferramenta importante e versátil para análise de tecidos biológicos, inclusive com intuito de diagnosticar o câncer. Para viabilização desta técnica em ambiente clínico, será necessário desenvolver uma metodologia para aquisição dos espectros através do Sistema Raman Dispersivo *in vivo* (HAKA et al., 2006). A principal vantagem deste sistema dispersivo é a rapidez na aquisição dos espectros. Entretanto, é amplamente conhecido que os espectros Raman obtidos de tecidos biológicos excitados por laser com comprimento de onda no vermelho e infravermelho próximo, são mascarados por forte fluorescência. Desta forma, vem sendo desenvolvida no Laboratório de Espectroscopia Vibracional Biomédica (LEVB) a técnica de Raman Dispersiva Diferencial. Segundo Martins et al. (2007), esta técnica tem por objetivo eliminar a fluorescência do sinal obtido do tecido biológico sem ajustes matemáticos extensos. Para tanto, dois espectros do mesmo ponto da amostra são obtidos com diferentes comprimentos de onda do laser. O resultado da subtração entre os espectros é integrado, fornecendo um terceiro espectro livre de fluorescência.

Nestes experimentos se faz necessário o ajuste do comprimento de onda do laser, que atualmente é realizado manualmente. Para que esse procedimento apresente resultados mais precisos e rápidos, propomos o desenvolvimento de uma interface com o computador para a realização do ajuste automático do comprimento de onda do laser.

## Materiais e Métodos

Como fonte de excitação do sistema Raman, foi utilizada um laser de diodo com cavidade externa, centrado em  $\lambda = 830$  nm, fabricado pela empresa alemã Sacher Lasertechnik. O laser é mostrado na figura 1.



Figura 1 – Laser 830 nm SACHER.

O espectrômetro utilizado no sistema é fabricado pela empresa Acton-Princeton Instruments, modelo SpectraPro 2500i, no qual está acoplado uma câmera CCD pertencente à mesma empresa, modelo SPEC10-400BR/LN. O equipamento é mostrado na figura 2.

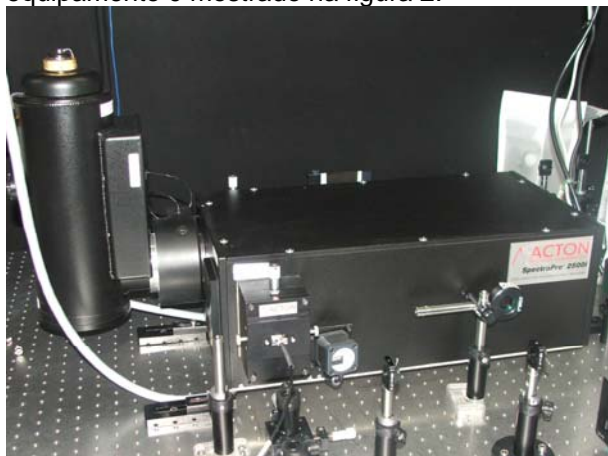


Figura 2 – Espectrômetro Raman Dispersivo modelo Acton-Princeton Instruments, modelo SpectraPro 2500i.

Para o presente estudo, foi utilizado um motor de passo do tipo padrão, com ângulo de passo em  $7,5^\circ$  - alimentação 12 Volts que consome uma corrente de 340 mA. Acoplado ao motor de passo, existe uma caixa de redução que tem papel de multiplicar o torque ao motor. A figura 3 apresenta a foto do motor.



Figura 3 – Motor de Passo.

O motor possui 4 bobinas para alimentação e orientação do movimento. A disposição elétrica de ligação do motor é apresentada na Figura 4.

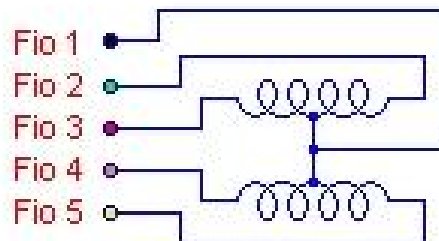


Figura 4 – Disposição elétrica das bobinas do Motor de Passo.

Para realizar testes iniciais, ou seja: mensurar cada passo correspondente à variação do comprimento de onda do laser foi utilizado o software (LPTMOTOR) [www.rogercom.com](http://www.rogercom.com)

Basicamente o projeto elétrico consistiu em utilizar um Computador; Driver de potência Texas Instruments (ULN2003) <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/ulq2003a.pdf>; e um Driver RS232 Texas Instruments (MAX232) <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>.

O diagrama em blocos do projeto é apresentado na Figura 5.

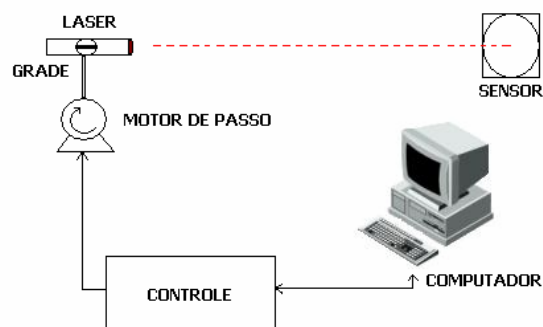


Figura 5 – Diagrama em bloco do sistema.

Para conectar o motor ao microcomputador foi construído um circuito composto de um CI ULN2003AN, um diodo zenner 0.5W/12V e um cabo DB25 macho x macho utilizado para a conexão.

O ULN2003AN é um driver de potência e serve como uma chave no circuito, controlando a bobina que será energizada, e o diodo zenner é utilizado para absorver o campo magnético reverso produzido quando o motor é desligado. O circuito montado está descrito na figura 6.

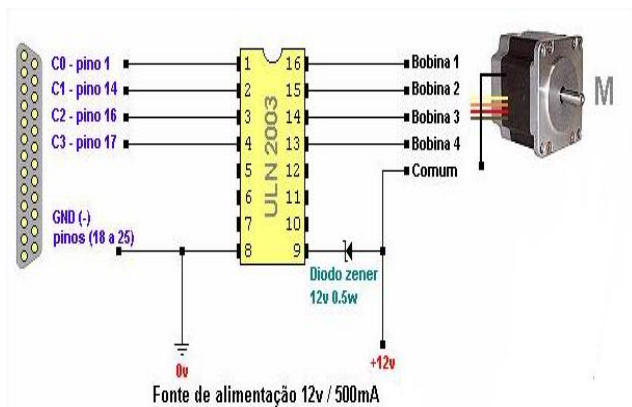


Figura 6 - Esquema do circuito montado.

Depois de conectado ao computador, foi necessário criar uma interface para o controle do software.

O equipamento devidamente montado é apresentado na Figura 7.

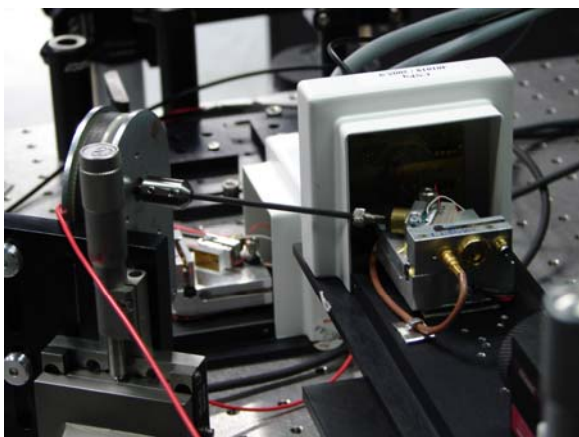


Figura 7 – Adaptação do sistema ao parafuso de ajuste do comprimento de onda do laser 830 nm.

Os testes foram realizados pelo seguinte procedimento:

Através de um comando foi possível determinar a direção, velocidade e ângulo do movimento do motor de passo. A cada passo foi verificado o comprimento de onda do laser. Efetuado a aferição na faixa desejada, essas informações foram armazenadas no microcomputador que serviu como referência no momento de encontrar a posição correta.

No software foi selecionado o sentido da rotação do motor, posteriormente, para cada passo foi necessário dar um comando no software. Em cada teste foi contado o número de passos necessários para movimentar o comprimento de onda do laser em 1 nm. A Figura 8 apresenta a tela da interface do software utilizada na presente rotina.

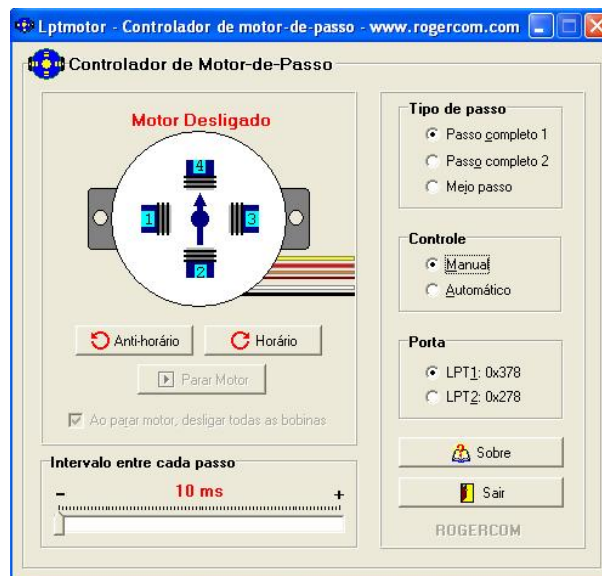


Figura 8 – Tela da Interface do software responsável para controle de passos do motor (LPTMOTOR).

## Resultados

Foram analisados cinco espectros e os valores de comprimento de onda foram registrados. Dois exemplos desta variação no comprimento de onda são apresentados na Figura 9 para demonstrar a reprodutibilidade do ajuste, onde o laser foi deslocado 1 nm. Com esses dados podemos nos certificar de que o sistema é eficiente em seu deslocamento, sendo que para cada 50 passos tem-se o deslocamento de 1 nm no comprimento de onda do laser em estudo.

Os cinco testes feitos resultaram em 500 espectros, sendo 100 espectros por teste, destes, 50 espectros para variar o comprimento de onda de 830 nm para 831 nm e 50 espectros para reverter o processo, ou seja, de 831 nm para 830 nm. Sempre o primeiro espectro de cada teste foi sem o ajuste no deslocamento e a partir do mesmo, a cada passo dado no motor um novo espectro era obtido. Este deslocamento provou ser linear, já que os testes comprovaram que com 50 passos ocorria exatamente o deslocamento desejado.

Estes resultados mostram que a histerese na variação positiva ou negativa do comprimento de onda é praticamente desprezível.

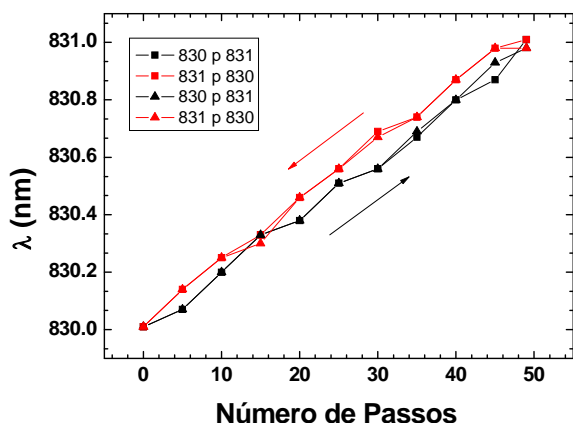


Figura 9 – Gráfico da reprodutibilidade do ajuste do comprimento de onda do laser 830 nm.

### Discussão

A maior dificuldade do projeto foi determinar a reprodutibilidade do sistema de posicionamento, pois quando se desloca para uma determinada posição é difícil retornar a posição de origem, mantendo precisamente o mesmo valor de comprimento de onda inicial. Esta dificuldade foi decorrente, principalmente, das características intrínsecas do laser utilizado.

Futuramente poderá ser calculado e selecionado o comprimento de onda do laser 830 nm automaticamente pelo usuário através de uma nova versão do software que esta sendo desenvolvido.

A aparência da interface do software em desenvolvimento é apresentada na Figura 10.



Figura 10 – Painel de controle no computador.

### Conclusão

Para a Espectroscopia Raman Dispersiva o ajuste automático do comprimento de onda da fonte de excitação, traz maior agilidade e precisão nos resultados. Ficando assim comprovado sua eficiência nos testes realizados e descritos anteriormente.

O baixo custo na construção é outro ponto que torna este projeto viável e útil.

### Agradecimentos

AAM agradece à FAPESP (2001/14384-8) e ao CNPq (302393/2003-0).

### Referências

Haka AS, Volynskaya Z, Gardecki JA, et al. In vivo margin assessment during partial mastectomy breast surgery using Raman spectroscopy. *CANCER RESEARCH* 66 (6): 3317-3322 MAR 15 2006.

Martins, M.A.S; Ribeiro, D.G; Martin, A.A; Martinho, H.S. *Espectroscopia Raman Diferencial, QUALIVITAE* 2007.

Rogercom Pesquisa e Desenvolvimento. <http://www.rogercom.com>. Acesso 15 jul. 2007.

Sacher Lasertechnik – <http://www.sacher-laser.com>. Acesso em 09 ago. 2007.

Texas Instruments Pesquisa e Desenvolvimento. <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/ulq2003a.pdf>, <http://focus.ti.com/lit/ds/symlink/max232.pdf>