

# MEDIDA DA FREQUÊNCIA DE VIBRAÇÃO DESENVOLVIDA PELO FLUTTER VRP1 EM DIFERENTES PONTOS DO APARELHO

**Mabel de Sena e Aquino<sup>1</sup>, Luis Vicente de Oliveira<sup>1</sup>, Daniel Acosta -Avalos<sup>1</sup>, Paulo Roxo Barja<sup>1</sup>, Eder Rezende Moraes<sup>1</sup>, Steven Frederick Durrant<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento- IP&D, Universidade do Vale do Paraíba, Av. Shishima Hifumi, 2911-Urbanova, CEP 12244-000 – São José dos Campos- SP  
mabelsena@bol.com.br

<sup>2</sup> Unidade Diferenciada Sorocaba/Iperó, UNESP, Avenida Três de Março 511, Alta de Boa Vista, CEP 18087-180, Sorocaba-SP  
steve@sorocaba.unesp.br

**Palavras-chave:** Flutter VRP1, osciloscópio digital, microfone de eletreto, FFT, higiene brônquica.

**Área do Conhecimento:** III - Engenharias

**Resumo-** A utilização do dispositivo Flutter VRP1, como coadjuvante da fisioterapia respiratória, é uma técnica não invasiva que se propõe a facilitar a higiene brônquica em desordens pulmonares hipersecretivas, revelando-se como alternativa de fácil utilização e resultados significativos no descolamento e deslocamento do muco. O Flutter VRP1 é um dispositivo com formato de cachimbo, com uma esfera apoiada em um cone central, que oscila durante a exalação, promovendo assim oscilações na pressão positiva expiratória. Neste trabalho as frequências de vibração geradas neste dispositivo foram estudadas. As vibrações foram captadas por um microfone de eletreto, posicionado em quatro pontos diferentes do dispositivo, e os dados foram coletados num computador usando um osciloscópio digital (AudioTester) com a opção da Transformada de Fourier Rápida (FFT). Observou-se que as frequências de vibração geradas em cada região são semelhantes.

## Introdução

O sistema de limpeza mucociliar normal e os mecanismos de tosse geralmente são efetivos e eficientes, mas tornam-se sobrecarregados se este sistema e o mecanismo funcionam mal e/ou na presença de secreções brônquicas excessivas [1]. Muitos processos patológicos interferem na atividade mucociliar normal, e por isso requerem técnicas de higiene pulmonar que facilitem a remoção das secreções [2]. Vários métodos de tratamento têm sido utilizados, todos eles com o objetivo de aumentar a depuração das secreções e diminuir a obstrução das vias aéreas, promovendo a homogeneidade da ventilação e melhorando as trocas gasosas [3].

A terapia com Flutter VRP1, descrita pela primeira vez por Lindemann [3], utiliza um dispositivo que se assemelha a um pequeno cachimbo, constituído por um tubo cilíndrico com 2 cm de diâmetro e 4 cm de comprimento, um bocal de plástico em uma extremidade, e um tubo cilíndrico com 3,5 cm de diâmetro, 4 cm de comprimento e inclinado 45° em relação ao primeiro cilindro. Este segundo cilindro possui uma abertura, também de plástico, perfurada na outra extremidade. Uma válvula é criada no interior do aparelho por uma esfera de aço inoxidável, sustentada e cercada por um cone plástico central. Durante a expiração, essa esfera

movimenta-se, criando uma oscilação da pressão expiratória e da vibração do ar com as vias aéreas [1, 5, 6]. A frequência da oscilação pode ser alterada pela mínima mudança na inclinação do Flutter VRP1 para cima ou para baixo, a partir da posição horizontal. A posição exata da bola é resultado de um equilíbrio entre a pressão do ar exalado, a força gravitacional na bola e o ângulo de contato da esfera no cone [6].

O objetivo deste trabalho é estudar as frequências de vibração geradas pelo dispositivo Flutter VRP1, em diferentes pontos do aparelho.

## Materiais e Métodos

Neste estudo foi utilizado o dispositivo Flutter VRP1 (Vario Raw S.A - Aubonne, Suíça), acoplado a um gerador de fluxo contínuo de ar (Sullivan® V Lightweight) para fazer o sistema vibrar e simular o fluxo de ar fisiológico desenvolvido pelo ser humano durante a realização da terapia. Optamos pelo gerador de fluxo, a fim de minimizar as variações de fluxo provenientes de fatores como idade, altura e capacidade pulmonar total do indivíduo.

As ondas sonoras geradas no dispositivo, pelo fluxo de ar contínuo, foram captadas por um microfone de eletreto comercial. O microfone foi fixado externamente, em 4 posições diferentes, nos seguintes compartimentos: (1°) no corpo do

primeiro cilindro do Flutter VRP1, à meia distância do comprimento total do tubo (posição denominada *tubo*); (2<sup>o</sup>) na saída distal da conexão do gerador de fluxo, imediatamente após o corpo do dispositivo (posição denominada *saída distal*); (3<sup>o</sup>) na superfície externa do segundo cilindro inclinado do Flutter VRP1 (posição denominada *cilindro*); (4<sup>o</sup>) fora da saída do segundo cilindro, sem contato direto com o dispositivo e sustentado por um suporte contendo uma garra regulável que fixou o microfone a uma distância de 2,0 cm da superfície superior do cilindro (posição denominada *suspenso*).

Antes de cada aquisição de dados, foi realizada uma medida de controle, onde o gerador de fluxo era desligado, a fim de conhecermos e discernirmos os ruídos ambientais.

Para coletar os dados relativos à vibração no corpo do dispositivo, foi utilizada a placa de som de um computador. O microfone de eletreto foi conectada na entrada de som da placa e o sinal foi observado através de um osciloscópio digital (AudioTester ver. 1.4h). Este osciloscópio conta com a função da Transformada de Fourier Rápida (FFT), a qual permite observar as contribuições relativas de cada frequência de oscilação no sinal.

O microfone foi fixado com fita isolante nas posições citadas anteriormente, uma de cada vez. O Flutter VRP1 foi então conectado à extremidade distal do gerador de fluxo contínuo, ainda desligado, e foi colhida a primeira medida de controle. O próximo passo foi ligar o gerador de fluxo para a aquisição de medidas. Tanto para a coleta das medidas de controle, quanto para a coleta das medidas com o fluxo de ar, utilizou-se um tempo padrão de 10 segundos, já que a janela de tempo do osciloscópio utilizado é fixa. O intervalo entre uma coleta e outra foi de aproximadamente 1 minuto.

Os espectros foram armazenados no microcomputador, em arquivos com formato txt, para serem tratados com o software de tratamento de gráficos Microcal™ Origin® 6.0.

## Resultados

A figura 1 mostra o resultado da FFT nas quatro diferentes posições estudadas no Flutter VRP1. Pode-se observar que as frequências geradas nas posições *saída proximal* e *suspenso* são completamente diferentes, sendo que a saída distal é a mais importante porque se encontra em contato com a boca do paciente.

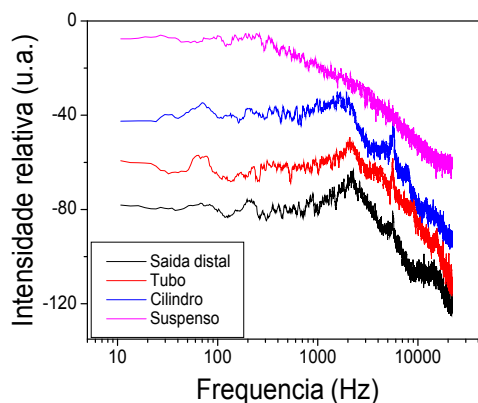


Figura 1: FFT do sinal captado nas diferentes posições do microfone no Flutter VRP1. A intensidade do som encontra-se em unidades arbitrárias (u.a.) já que o osciloscópio digital utilizado não está calibrado.

A tabela I mostra as principais frequências observadas no gráfico 1 para cada posição de medida.

Tabela I: Frequências principais observadas no gráfico 1, segundo a posição de medida

Posição	Frequências (Hz)
<i>Saída Distal</i>	200, 850, 2250, 3707, 4240, 5570, 10590, 13500
<i>Tubo</i>	63, 75, 227, 2100, 4210, 5623, 8877, 10521, 15298
<i>Cilindro</i>	75, 1653, 2028, 5623, 4440, 7824, 12049
<i>Suspenso</i>	2000, 5120

A partir da Tabela I, pode-se observar que existem duas frequências que se repetem basicamente em todas as posições. Estas são aproximadamente 2100 Hz e 5480 Hz, com pequenas variações de uma posição para outra. Observa-se também a repetição da frequência por volta de 4250 Hz, o que é normal pois ela corresponde à frequência ressonante do sistema, a qual é calculada considerando o sistema como sendo formado por uma cavidade cilíndrica aberta nos dois extremos (primeiro cilindro) e por outra cavidade cilíndrica fechada num dos extremos (segundo cilindro inclinado).

## Discussão

Os resultados apresentados mostram grande discrepância entre os valores das frequências desenvolvidas pelo Flutter VRP1, quando comparados a trabalhos anteriores, que relatam frequências baixas com valores entre 15-32 Hz para uma angulação de +30<sup>o</sup> do instrumento [4],

e, entre 15-30Hz para angulações variáveis de 0°, 20° e 40° [2]. Neste trabalho a angulação do sistema foi de 0°. Acreditamos que as diferenças encontradas nos valores das frequências observadas podem ser resultado das diferentes metodologias empregadas em cada um dos trabalhos citados anteriormente.

Observamos que na *saída distal* as frequências mais importantes correspondem com 2100 Hz e 5480 Hz, sendo estas frequências as que farão vibrar o sistema respiratório. Se estas frequências tem, ou não tem, relevância neste sistema é um problema que futuramente será estudado neste trabalho. Este estudo também será complementado através de variações na angulação do aparelho, observando como mudam as frequências de vibrações em função do ângulo de inclinação.

### Conclusão

Este estudo apresentou dados preliminares sobre as frequências de vibração, geradas no dispositivo Flutter VRP1 na posição horizontal. Para uma melhor interpretação dos resultados obtidos, mais estudos serão realizados nas quatro posições estudadas aqui, em função de diferentes ângulos de inclinação do instrumento.

### Referências

[1] PRYOR, J.A. Phisioterapy for airway clearance in adults, **Eur. Respir. J.**, V. 14, p 1418-1424, 1999.

[2] VOLSKO, T.A.; DI FIORE, J.; CHATBURN, R. L. Performance comparison of two oscillating positive expiratory pressure devices: Acapella versus Flutter, **Respiratory Care**, V. 48, n. 2, pp. 124- 130, 2003

[3] HARDY, K. A. A review of airway clearance: new techniques, indications, and recommendations, **Respiratory Care**, V. 39, n. 5, p. 29-31, 1994.

[4] BROOKS, D.; NEWBOLD, E.; KOSAR, L. F.; RIVERA, M. The flutter device and expiratory pressures, **Journal of Cardiopulmonary Rehabilitation**, V. 22, p. 53-57, 2002.

[5] KONSTAN, M. W.; STERN, R. C.; DOERSHUK, C. F. Efficacy of the Flutter device for airway mucus clearance in patients with cystic fibrosis. **The Journal of Pediatrics**. V. 124, n. 5, p. 689-693, 1994.

[6] GAVA, M. V.; ORTENZI, L. Estudo analítico dos efeitos fisiológicos e da utilização do aparelho Flutter VRP1, **Fisioterapia em Movimento**, v. XI, n. 1, 1998.