

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Leonardo Serafim dos Santos

**AVALIAÇÃO DA VIBRAÇÃO MECÂNICA COM O USO DE
APARELHOS DE MASSAGEM VIBRATÓRIOS COMERCIAIS**

Taubaté – SP
2009

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ
Leonardo Serafim dos Santos

**AVALIAÇÃO DA VIBRAÇÃO MECÂNICA COM O USO DE
APARELHOS DE MASSAGEM VIBRATÓRIOS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada ao Departamento de Engenharia
Mecânica da Universidade de Taubaté, como parte dos
requisitos para obtenção do título de Mestre, pelo curso de
Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica
Área de Concentração: Produção
Orientador: Prof. Dr. José Rubens de Camargo

Taubaté – SP
2009

Ficha catalográfica

LEONARDO SERAFIM DOS SANTOS

**AVALIAÇÃO DA VIBRAÇÃO MECÂNICA COM O USO DE APARELHOS DE
MASSAGEM VIBRATÓRIOS COMERCIAIS**

Dissertação apresentada para obtenção de Título de Mestre pelo Curso de Mestrado Profissional em Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté, Área de Concentração: Produção.

Data:

Resultado:

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Rubens de Camargo Universidade de Taubaté

Assinatura _____

Prof. Dra. Ana Paula Rosifini Alves UNESP

Assinatura _____

Prof. Dr. Carlos Alberto Chaves Universidade de Taubaté

Assinatura _____

DEDICATÓRIA

A Deus.

A meus pais Leonor Serafim dos Santos e Maria Aparecida dos Santos pelo amor e dedicação na minha existência, a minha esposa Rosiney Ziroldo dos Santos pelo carinho e apoio em todos os momentos e a meus filhos Renan e Kezia pela compreensão e apoio.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho não poderia ser concluído sem a ajuda de diversas pessoas, às quais presto minha homenagem:

Ao meu orientador Prof. Dr. José Rubens de Camargo, pela amizade e estímulo durante esta jornada.

Ao co-cunhado Valdemir Mandu Gomes, pelo apoio técnico e estímulo na realização deste trabalho.

Aos companheiros de mestrado, pela excelente convivência e amizade.

A Empresa Nissan Indústria e Comércio de Aparelhos Fisioterapêuticos Ltda, pela disponibilização dos recursos necessários para a realização dos estudos.

Aos professores, pelos conhecimentos proporcionados.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para realização deste trabalho.

Muito Obrigado!

RESUMO

A massagem tradicional tem sido auxiliada com o uso de acessórios convencionais e eletro-eletrônicos, onde estes produtos trabalham por intermédio de equipamentos programados por micro-controladores que atuam de forma eficiente, atuando na qualidade de vida do ser humano. O objetivo principal deste trabalho foi comparar os níveis de frequência (Hz) da almofada vibratória com os da esteira vibratória tendo como referência a massagem tradicional e a vibroterapia, analisando por meio de pesquisa quantitativa o desenvolvimento e fabricação de aparelhos vibratórios. Não é do nosso conhecimento estudos avaliando tais parâmetros nesta área, pois a comparação e detalhamento de frequências tem o parecer inédito neste aspecto. Foram feitos dez medições de frequências com uso de tacômetro e acelerômetro para as quatro funções na almofada vibratória e, cinco medições para as quinze funções na esteira vibratória onde os valores de intensidades mínimo e máximo foram comparados às normas para garantir o bem estar no momento da utilização. Para os aparelhos vibratórios utilizados nesse trabalho, foram encontrados valores de frequências de 7,33 a 116,35 Hz, onde na massagem tradicional a variação é de 10 a 20 Hz, para as normas de fabricação é de 1 a 100 Hz para corpo inteiro, 5 a 1.250 Hz para as transmitidas à mão e 100 a 300 Hz citados em trabalhos acadêmicos. Portanto, ambos os aparelhos vibratórios apresentaram resultados de valores de frequência dentro dos limites definidos pelos autores de trabalhos acadêmicos, assim como as normas de fabricação.

Palavras-chave: Inovação. Nível de frequência. Aparelho Vibratório. Acelerômetro.

EVALUATION OF MECHANICAL VIBRATION WITH THE USE OF VIBRATING MASSAGE EQUIPMENT BUSINESS

ABSTRACT

The traditional massage has been assisted with use of conventional accessories and electric-electronics, where this product works for intermediary of equipment programmed by microcontrollers that act of efficient form acting in the quality of life of the human being. The main goal of this study was to compare the levels of frequency (Hz) vibration of the pad with the belt vibration with reference to traditional massage and vibrotherapy, analyzing by quantitative research development and manufacturing of vibration equipments. Not the best of our knowledge studies evaluating these parameters in this area, because the comparison of frequencies and detail has unpublished opinion in this regard. Ten measurements were made of frequencies using tachometer and accelerometer for the four functions in vibrating cushion and, five measurements for the fifteen functions in vibrating mat where the values of minimum and maximum of intensities were compared to standards to ensure the well-being at use. For the vibration equipments used in this study, we found values of frequencies from 7,33 to 116,35 Hz, where the change in traditional massage is 10 to 20 Hz, for the standards of manufacture is from 1 to 100 Hz for the whole body , 5 to 1.250 Hz vibration to the hands and 100 Hz to 300 cited in academic work. Therefore, both devices performed vibration frequency of values within the limits defined by the authors of academic works and the manufacture standards.

Keywords: Innovation. Level of frequency. Vibrating equipment. Accelerometer.

ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Hz – Hertz

AVC – Acidente Vascular Cerebral

“W” – Corpo

y – Gráfico de deslocamento

“T” – Período

A – Amplitude

t – Tempo

F – Frequência

m.s² - Aceleração

RVT – Resposta vibratória tônica

WBV – Vibração de corpo inteiro (*Whole Body Vibration*)

E/S – Entrada e saída

PCs – Computadores

V– Volts

rpm – Rotação por minuto

I – entrada (*Input*)

O – Saída (*Output*)

μ/s – Micron por segundo

m.s , mm.s, m.min – Unidades de velocidade

RMS – Raiz Média Quadrática (*Root Mean Square*)

ISO – Norma Internacional Padronizada (*International Standart
Organization*)

g – Constante gravitacional

m, mm, μm – Unidades de deslocamento

SI – Sistema internacional

$^{\circ}\text{C}$ – Graus Centígrados

Mín. – Mínimo

Máx. – Máximo

LCD – Tela de Cristal Líquido (*Liquid Crystal Display*)

MEM – Memória

m – Massa

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

NBR – Norma Brasileira

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Frequências fundamental e harmônica	20
Figura 2 – Corpo “W” suspenso e gráfico de deslocamento	21
Figura 3 - Direções de coordenadas para vibrações mecânicas em seres humanos	26
Figura 4 – Estrutura do sistema vibratório	34
Figura 5 – Manta Vibratória	35
Figura 6 – Modelos de equipamentos vibratórios em uso na década atual	36
Figura 7 – Designações “tradicionais” de correntes elétricas	38
Figura 8 – Designações “comerciais” de correntes elétricas	39
Figura 9 – Representação da intensidade da vibração	40
Figura 10 – Curva típica de ressonância	41
Figura 11 – Almofada térmica vibratória	44
Figura 12 – Esteira térmica anatômica vibratória	45
Figura 13 – Armazenamento automático dos valores	46
Figura 14 – Tacômetro foto/contato	47
Figura 15 – Acelerômetro piezoelétrico	49
Figura 16 – Acelerômetro piezoelétrico	49
Figura 17 – Medições com tacômetro na almofada térmica vibratória	50
Figura 18 – Medições acelerômetro na almofada térmica vibratória	51
Figura 19 – Medições tacômetro na esteira térmica anatômica vibratória	52
Figura 20 – Medições acelerômetro esteira térmica anatômica vibratória	53
Figura 21 – Gráfico de análise de frequência (Hz) da almofada térmica vibratória com tacômetro	54
Figura 22 – Gráfico de análise de frequência (Hz) da almofada térmica vibratória com acelerômetro	55

Figura 23 – Gráfico de análise de freqüência (Hz) da esteira térmica anatômica vibratória com tacômetro	56
Figura 24 – Gráfico de análise de freqüência (Hz) da esteira térmica anatômica vibratória com acelerômetro	57
Figura 25 – Gráfico de dispersão da almofada térmica vibratória	58
Figura 26 – Gráfico de dispersão da esteira térmica anatômica vibratória	59

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Tecnologias utilizadas nos aparelhos vibratórios	33
Quadro 2 – Unidades do SI usadas em vibração	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
2 REVISÃO DA LITERATURA	18
2.1 Considerações gerais	18
2.2 Vibrações mecânicas	19
2.3 Vibrações humanas	23
2.4 Massagem	27
2.5 Vibroterapia	27
2.5.1 Aparelhos vibratórios	33
2.5.2 Análise das formas de se medir vibrações	37
2.5.2.1 Equipamentos de medir vibrações	37
2.5.2.2 Classificação das correntes eletroterapêuticas	38
2.5.2.3 Diversas formas de se quantificar as vibrações	39
2.5.2.4 Exemplo de curva de medição (curva típica de ressonância)	41
3 PROPOSIÇÃO	43
4 MATERIAIS E MÉTODOS	44
4.1 Materiais	44
4.1.1 Almofada térmica vibratória	44
4.1.2 Esteira térmica anatômica vibratória	44
4.2 Métodos	45
4.2.1 Equipamentos utilizados	46
4.2.1.1 Tacômetro	46
4.2.1.2 Acelerômetro	48
4.2.2 Medições na almofada térmica vibratória	50

4.2.2.1 Medições com tacômetro na almofada térmica vibratória	50
4.2.2.2 Medições com acelerômetro na almofada térmica vibratória	51
4.2.3 Medições na esteira térmica anatômica vibratória	51
4.2.3.1 Medições com tacômetro na esteira térmica anatômica vibratória	52
4.2.3.2 Medições com acelerômetro na esteira térmica anatômica vibratória	52
5 RESULTADO E DISCUSSÃO	54
5.1 Almofada térmica vibratória	54
5.2 Esteira térmica anatômica vibratória	56
5.3 Média dos resultados	58
6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS	61
6.1 Conclusões	61
6.2 Sugestões para trabalhos futuros	61
7 REFERÊNCIAS	62
8 ANEXOS	66
Anexo A - Normas de vibração, conforme ISO 2631 (1978)	66
Anexo B - Normas de qualidade para a área da saúde	69
9 APÊNDICE	70
Apêndice A - Relatório de medição da Almofada com Tacômetro	70
Apêndice B - Relatório de medição da Almofada com Acelerômetro	71
Apêndice C - Relatório de medição da Esteira com Tacômetro	72
Apêndice D - Relatório de medição da Esteira com Acelerômetro	73

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos cinquenta anos, em função do desenvolvimento tecnológico, o sedentarismo veio de modo mais intenso afastando lentamente o homem do movimento. O uso da tecnologia, aliada à busca de comodidade e conforto, tirou as ações dinâmicas do corpo humano, que é tão imprescindível. Seus órgãos ficaram mais atrofiados, diminuíram e o mais prejudicado foi o aparelho cardiovascular (COBRA, 2005).

Estresse é a forma que o corpo emocional encontra para se expressar no corpo físico em resposta ao desgaste da vida diária, cheia de tensão e pressão. O Instituto Norte-Americano do Estresse afirma que 90% de todos os problemas de saúde estão relacionados com o estresse e a incapacidade da pessoa de perceber e reagir a isso. Estresse excessivo estoura a barreira da segurança do sistema imunológico, abrindo as portas do corpo para vários tipos de doenças e sintomas, de gripe que não se cura a hipertensão. Quando o estresse não é tratado se torna crônico e mina todo o sistema de saúde da pessoa, abrindo o caminho para pressão alta, depressão, derrame cerebral e todo tipo de descontrole do sono: insônia, sono excessivo, dificuldade de levantar da cama e pesadelos (SANTOS, 2008).

A maioria das atividades humanas envolve alguma forma de vibração. Ouve-se porque o tímpano vibra, enxerga-se porque as ondas luminosas se propagam. A respiração está associada à vibração dos pulmões, os batimentos cardíacos são movimentos vibratórios do coração, a fala se fundamenta na vibração das cordas vocais e os movimentos do corpo envolvem oscilações de braços e pernas. Em muitos outros campos da atividade humana, fenômenos apresentam variáveis cujo comportamento é oscilatório (RAO, 2003).

A vibração pode ser usada para estimular os nervos, músculos e órgãos, para aumentar a circulação e a temperatura de tecidos locais e como forma de anestesia (BRAUN e SIMONSON, 2007).

Este trabalho foi motivado pelo interesse de se conhecer como atuam as frequências (Hz) nos aparelhos de massagem comerciais, almofada vibratória e esteira vibratória, comercializados no mercado consumidor onde os resultados das medições realizadas são muito importantes para o contínuo desenvolvimento e servindo como base para estudos na área terapêutica.

O objetivo principal deste trabalho foi avaliar os níveis de frequência (Hz) da almofada vibratória e da esteira vibratória comparando com as normas de vibração, tendo como referência a massagem tradicional e a vibroterapia, analisando por meio de pesquisa quantitativa e o desenvolvimento da fabricação de aparelhos vibratórios. Não é do nosso conhecimento estudos avaliando tais parâmetros nesta área, pois a comparação e detalhamento de frequências têm o parecer inédito neste aspecto.

O capítulo 1 descreve a introdução e o objetivo.

O capítulo 2 descreve a revisão da literatura, ou seja, a pesquisa sobre todos os assuntos tratados nesta dissertação, que servirão para embasar os resultados obtidos.

O capítulo 3 descreve o propósito da pesquisa.

O capítulo 4 mostra os materiais utilizados bem como a metodologia aplicada com a utilização do tacômetro e acelerômetro.

O capítulo 5 descreve os resultados e discussão obtidos, as análises quantitativas e qualitativas bem como os limites da massagem manual e automatizada.

O capítulo 6 mostra as conclusões.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Considerações Gerais

A saúde é considerada como o maior e o melhor recurso para o desenvolvimento social, econômico e pessoal, assim como uma das mais importantes dimensões da qualidade de vida do ser humano (BUSS, 2008).

O acidente vascular cerebral (AVC), chamado popularmente de derrame, não é mais um mal exclusivo de idosos. As mudanças de hábitos de vida experimentadas pela população economicamente ativa nos últimos anos, decorrentes de uma sociedade cada vez mais competitiva, têm tornado o AVC mais freqüente entre jovens, fazendo vítimas até mesmo antes dos 30 anos de idade (CATOZZI, 2008).

O Hospital das Clínicas da Universidade Federal do Paraná possui uma linha de pesquisa contínua sobre o assunto, com um universo pesquisado de 1050 indivíduos. Os primeiros dados do levantamento demonstravam que 25% do total de vítimas de AVC atendidas eram jovens. Hoje esse índice subiu para aproximadamente 32% (CATOZZI, 2008).

As principais causas do AVC são o tabagismo, hipertensão arterial, colesterol elevado, diabetes, ausência de atividade física regular, estresse e obesidade. Por isso, o mais importante é adotar bons hábitos de vida afim de se obter mais saúde, como não fumar, ter dieta sem gordura e com pouco sal, além de caminhar se possível 30 minutos diariamente (MERLO, 2009).

O estresse é uma reação do organismo frente às ameaças do ambiente que está ao redor, porém o homem civilizado em sua vida sedentária sofre uma série de ameaças constantemente e não dá vazão para a energia extra colocada a seu dispor pela reação de estresse (GASPAR, 2008).

Existem situações de obesidade, ansiedade e depressão, onde o excesso de gordura corporal aumenta os níveis de diversas substâncias inflamatórias, fundamentais para a determinação da frequência, intensidade e duração das crises de enxaqueca. Quanto mais corriqueiras, severas e duradouras essas crises, maiores são os riscos de a dor se tornar crônica. Cerca de 85 das vítimas de enxaqueca crônica sofrem de algum distúrbio de ansiedade ou de humor. Um estudo do Instituto de psiquiatria da Universidade de São Paulo descobriu que, dos pacientes com enxaqueca crônica, 76% tinham transtornos de ansiedade e 50%, distúrbios de humor, como depressão (QUEIROZ, 2008).

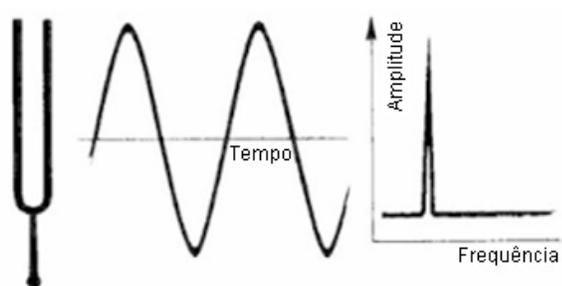
2.2 Vibrações mecânicas

As vibrações mecânicas são movimentos periódicos de corpos ou partículas onde sua ocorrência é amplamente disseminada no dia-a-dia, embora, em muitos casos reais a análise seja um tanto complexa, os princípios básicos são relativamente simples e existe uma analogia quase perfeita com oscilações elétricas (SOARES, 2008).

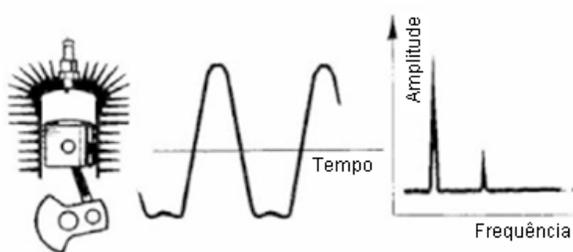
As vibrações mecânicas que são mantidas por forças elásticas são chamadas vibrações livres. Uma vez iniciada uma vibração livre, freqüentemente denominada vibração natural, continua a oscilar com sua freqüência natural. Uma vibração forçada é produzida e mantida por uma força excitadora externa ao sistema, e ocorre com a freqüência da força excitadora. Se o sistema é praticamente sem atrito e não contém elementos dissipativos, a amplitude da oscilação forçada ficará muito grande quando a freqüência da força excitadora estiver próxima da freqüência natural do sistema (HIGDON e STILES, 1984).

Diz-se que um corpo vibra quando descreve um movimento oscilatório em relação a um corpo de referência. O número de ciclos do movimento por segundo é

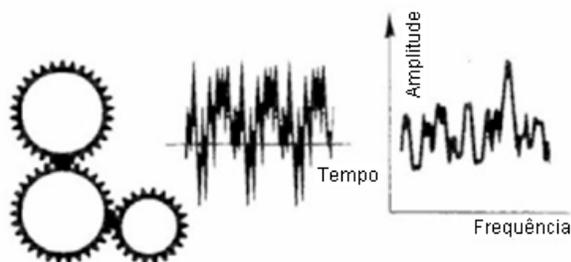
chamado de frequência, medido em Hertz (Hz). O movimento pode consistir num único componente com uma única frequência, como ocorre com o diapasão, conforme a Figura 1a, ou em vários componentes que ocorrem em diversas frequências, como no caso de um pistão de combustão interna, conforme a Figura 1b, ou também em um conjunto de engrenagens, conforme a Figura 1c (BARBARINI et al., 2007).



a) Diapasão



b) Pistão de combustão



c) Conjunto de engrenagens

Figura 1 – Frequências fundamental e harmônica (BARBARINI et al., 2007)

A Figura 2(a) apresenta um corpo “W” suspenso de um suporte por uma mola em sua posição de equilíbrio. A Figura 2(b) apresenta um gráfico do deslocamento, y , do corpo “W” em relação a sua posição de equilíbrio, como uma função de tempo. Uma das propriedades fundamentais das vibrações mecânicas é que o movimento se repete em intervalos definidos de tempo. O período, “ T ”, da oscilação é a mínima quantidade de tempo decorrida antes que o movimento comece a se repetir. O movimento completado em um período é um ciclo. Deve ser observado que a frequência é o inverso do período (HIGDON e STILES, 1984).

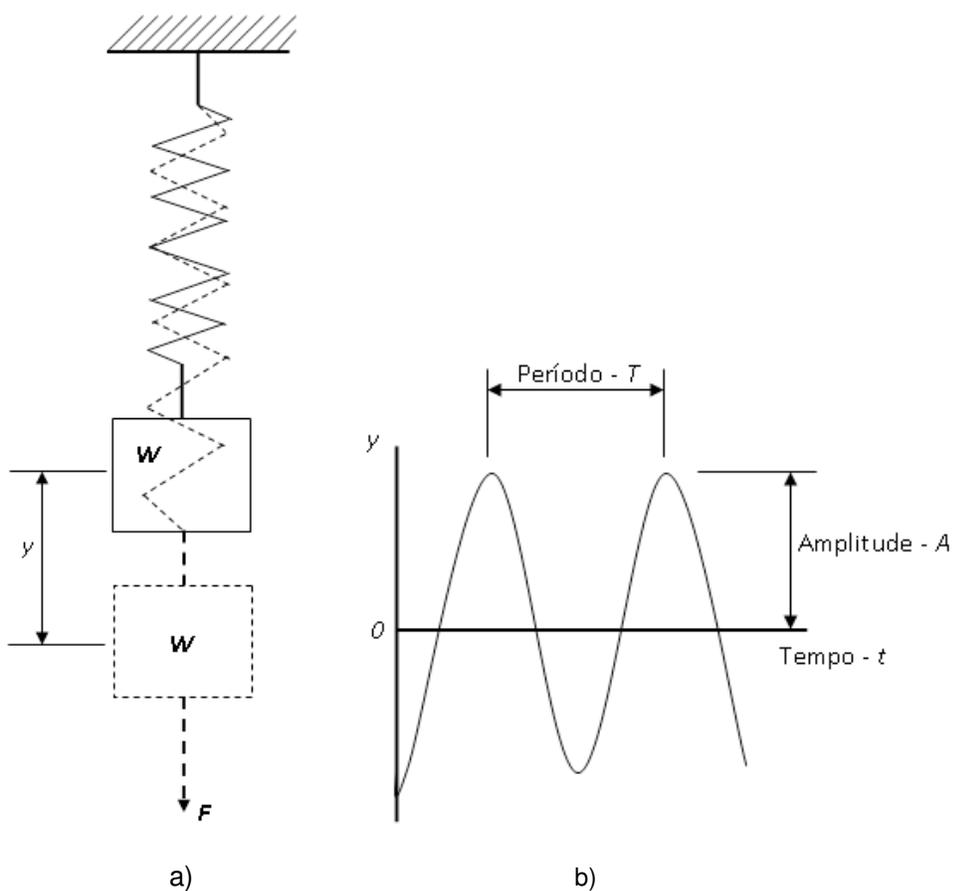


Figura 2 – Corpo “W” suspenso e gráfico de deslocamento (HIGDON e STILES, 1984)

A amplitude, “A”, da oscilação é o máximo deslocamento linear ou angular do corpo a partir da sua posição de equilíbrio (HIGDON e STILES, 1984).

Em engenharia, as aplicações das vibrações mecânicas são de grande importância nos tempos atuais. Projetos de máquinas, fundações, estruturas, motores, turbinas, sistemas de controle e outros, exigem que questões relacionadas com vibrações sejam levadas em conta. Os primeiros estudos de vibrações em engenharia foram motivados pelo problema de desbalanceamento em motores. O desbalanceamento pode ser tanto devido a problemas de projeto como de fabricação e manutenção. As rodas de locomotivas podem sair até um centímetro dos trilhos devido a desbalanceamentos. Em turbinas, os engenheiros ainda não foram capazes de resolver uma grande parte dos problemas originados em pás e rotores. As estruturas projetadas para suportar máquinas centrifugas pesadas (motores, turbinas, bombas, compressores, etc.) também estão sujeitas as vibrações, sendo possível que partes dessas estruturas sofram fadiga devido à variação cíclica de tensões. A vibração também causa desgaste mais rápido em mancais e engrenagens, provocando ruído excessivo. Em máquinas, a vibração pode provocar o afrouxamento de parafusos. Em processos de usinagem, a vibração pode causar trepidação, conduzindo a um pobre acabamento superficial (RAO, 2003).

As vibrações se dividem em duas categorias: aquelas que surgem a partir de fontes internas e aquelas que surgem a partir de fontes externas. A maioria das vibrações geradas no interior de edifícios provém de máquinas (guindastes, elevadores, ventiladores, bombas, queda de martelos, funcionamento de prensas) e das atividades das pessoas (caminhar, pular, dançar, correr). Vibrações externas geradas comumente surgem a partir de tráfego rodoviário e ferroviário, metrô,

atividades de construção (cravação de estacas, decapagem, escavação e compactação de solo), ventos fortes e terremotos. O resultado de vibrações em edifícios pode causar incômodo para os ocupantes, prejudica a função de instrumentos ou danos estruturais (RAINER e NORTHWOOD, 1979).

Entretanto, a vibração mecânica também pode realizar trabalho útil. Por exemplo, pode-se provocar a vibração em dispositivos alimentadores de componentes ou peças numa linha de produção, em compactadores de concreto, em britadores e bate-estacas. Uma exigência básica do trabalho vibratório está na capacidade de se conseguir uma avaliação exata dessa vibração por meio da medição e análise (BARBARINI et al., 2007).

2.3 Vibrações humanas

As vibrações mecânicas dos equipamentos e instrumentos de trabalho quando se transmitem ao homem dão origem às vibrações humanas e podem afetar o conforto, a segurança e a saúde. Define-se vibração humana como sendo o efeito de uma vibração mecânica no corpo. Este efeito manifesta-se todos os dias e estão expostos a vibrações diversas, por exemplo, quando se viaja de ônibus, trem ou quando se conduz um automóvel (GADE, 1988).

O organismo possui uma vibração natural e quando essa vibração natural se confronta com uma vibração externa, ocorre o que se chama de ressonância, essa energia quando absorvida pelo organismo provoca alterações nos tecidos e órgãos (VENDRAME e PIANELLI, 2005).

A Norma Internacional define e dá valores numéricos a limites de exposição a vibrações transmitidas ao corpo humano, por superfícies sólidas, na amplitude de frequência de 1 a 80 Hz. Pode ser aplicada, dentro da amplitude de frequência especificada para vibrações periódicas e não periódicas ou esporádicas com um

espectro difuso de freqüência. Eventualmente, pode também ser aplicada à excitação de impacto, desde que a energia em questão esteja contida na banda entre 1 e 80Hz (FERNANDES e FERNANDES, 1978).

Os limites especificados basearam-se em dados disponíveis, provenientes tanto da experiência prática como de experimentos de laboratórios, no campo da resposta humana à vibração mecânica. Até hoje, observações úteis foram feitas principalmente na amplitude de freqüência aproximadamente 1 e 100 Hz. A amplitude de freqüência, suas subdivisões e as freqüências de ângulo definido nesta Norma Internacional têm sido selecionadas de acordo com a ISO 266 e com normas nacionais em vários países. Vibrações em bandas de freqüência inferiores a 1 Hz, constituem um problema especial, sendo associadas a indisposições causadas por movimentos lentos (vômito, tontura), que têm caráter distinto dos efeitos de vibrações de freqüência mais altas. O aparecimento de tais sintomas depende de fatores individuais complexos, diretamente relacionados à intensidade, freqüência ou duração do movimento provocador. Vibrações mecânicas aplicadas aos pés ou nádegas, acima da amplitude de freqüência considerada nesta Norma Internacional, produzem progressivamente sensações e efeitos altamente dependentes de fatores locais, como as direções precisas, locais e área de aplicação no corpo e, da presença de materiais úmidos (por exemplo, vestuário ou calçado), que podem controlar a resposta vibratória da pele e das camadas superficiais do corpo. Por essas razões, portanto não é possível, com base nos dados presentes, formular recomendações geralmente válidas para freqüências fora da banda 1 a 80 Hz (FERNANDES e FERNANDES, 1978).

A vibração é analisada no que diz respeito à amplitude, freqüência, direção e exposição. Geralmente a amplitude é expressa em valores de aceleração (m/s^2), de

determinadas gamas de freqüências ou bandas de freqüências. As faixas de freqüências são 1 a 80 Hz para vibração de corpo inteiro, 5 a 1.250 Hz para as vibrações transmitidas à mão e 0,1 a 1 Hz para a freqüência de baixa vibração (oscilação). A direção de vibração é geralmente analisada nos três eixos ortogonais (x, y e z) e, por vezes, são considerados ângulos rotativos. O conceito de exposição é o mesmo que em outras áreas de higiene no trabalho que é uma integração de duração e aceleração. Normalmente, a vibração é contínua ou flutuante em estruturas sólidas com as freqüências variando de 0,1 a 1.000 Hz. Em alguns casos, a vibração de alta freqüência (1.000 a 10.000 Hz) é analisada, por exemplo, em odontologia de alta velocidade nos equipamentos utilizados (PÄÄKKÖNEN, 2005).

O corpo humano reage às vibrações de maneiras diversas dependendo da região do corpo atingida. No caso de vibração no corpo inteiro a sensibilidade às vibrações longitudinais (ao longo do eixo z, da coluna vertebral) é diferente da sensibilidade transversal (eixos x ou y, ao longo dos braços ou através do tórax). Dentro de cada direção, a sensibilidade também varia com a freqüência (“resposta em freqüência do corpo”), isto é, para uma determinada freqüência, a aceleração tolerável (em m/s^2) é diferente da aceleração tolerável em outras freqüências. O ser humano apresenta maior sensibilidade nas direções x e y quando em baixa freqüência, 1 a 2 Hz. A curva padrão combinada das três direções é obtida para o caso mais crítico dos eixos x, y e z (REGAZZI, 2006).

Há quatro fatores físicos de importância primordial para determinar a resposta humana à vibração, a saber: intensidade, freqüência, direção e duração (tempo de exposição) da vibração. A intensidade de vibração é a quantidade primária para descrever a intensidade de um ambiente vibratório, independente do tipo de transdutor ou “*pick-up*” usado nas medições reais, deverá ser a aceleração. A

aceleração deveria normalmente ser expressa em metros por segundo ao quadrado (m/s^2). A direção da vibração são vibrações retilíneas transmitidas ao homem que deveriam ser medidas nas direções apropriadas de um sistema coordenado ortogonal tendo sua origem na localização do coração, conforme Figura 3. O tempo de exposição (duração) está incluso na Norma Internacional uma metodologia para avaliar exposição diária efetiva à vibração. Isto é feito levando-se em consideração, o quanto forem possíveis, as variações na intensidade de vibração e qualquer intermitência ou interrupção de exposição à vibração, que varie em intensidade ou que for descontínua, o registro do tempo desta exposição deverá ser anotado em detalhe (FERNANDES e FERNANDES, 1978).

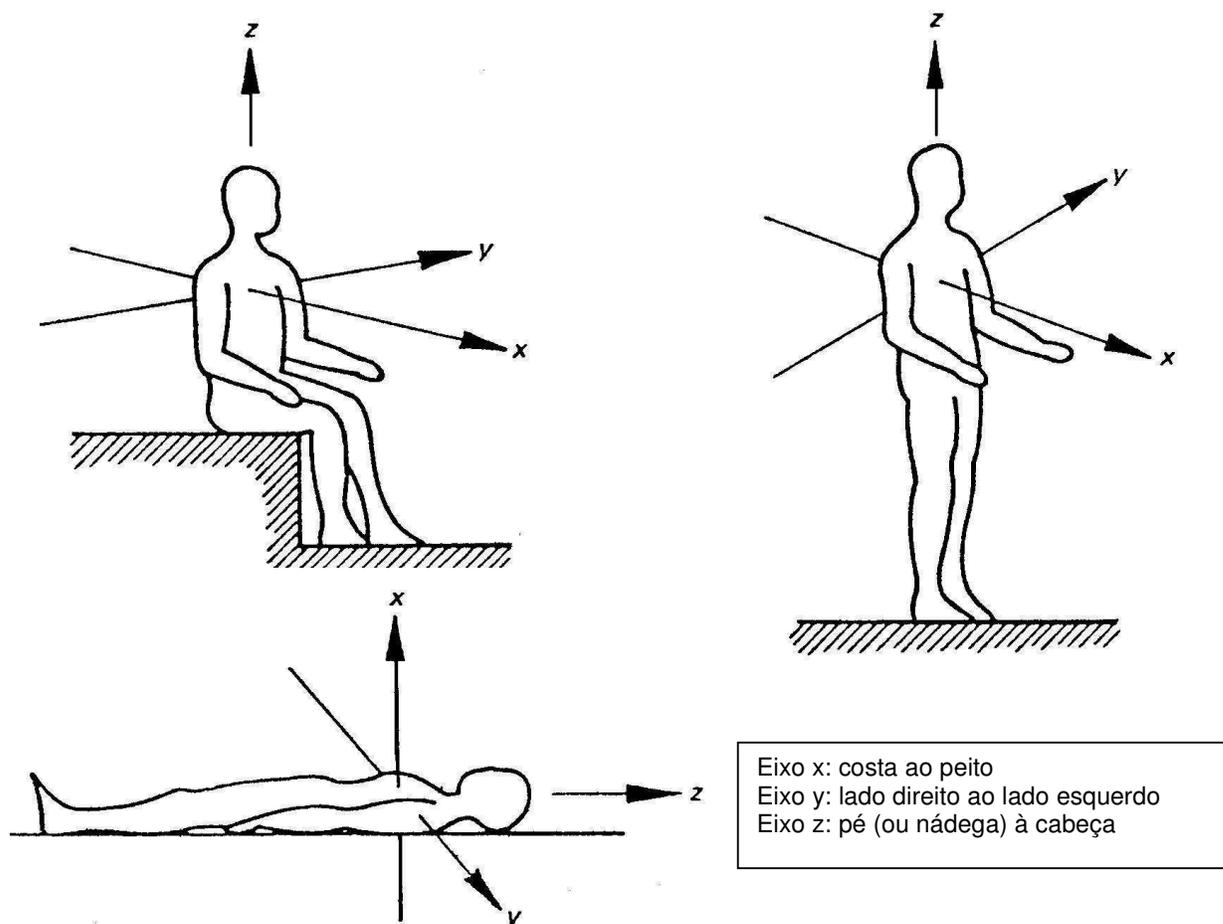


Figura 3 - Direções de coordenadas para vibrações mecânicas em seres humanos (FERNANDES e FERNANDES, 1978)

2.4 Massagem

Ao longo de milhares de anos e em uma infinidade de culturas, as pessoas vêm usando a massagem para comunicação, alívio da dor ou desconforto, cura, proteção ou melhora da saúde em geral. A maioria das pessoas usa a massagem de forma instintiva ou intuitiva ao friccionar ou apoiar um ferimento, uma contusão ou uma área de desconforto no corpo (BRAUN e SIMONSON, 2007).

Desde os tempos imemoráveis as pessoas se massageiam. À primeira vista não houve grandes mudanças: antigamente tal tratamento era habitual antes ou depois de uma guerra, uma caçada ou uma competição esportiva, como também hoje em dia os esportistas são massageados. No entanto, algo é diferente em princípio: massagens não servem apenas para prevenir doenças ou curá-las, mas para manter naturalmente o bem-estar, boas condições e flexibilidade do corpo (VOORMAN e DANDEKAR, 2004).

Com a evolução, estudiosos foram aperfeiçoando cada vez mais a massagem, e dividindo-a em três tipos: terapia física, hidroterapia e vibroterapia e será dada ênfase na vibroterapia, pois hoje é a mais completa no sentido de relaxar o corpo humano e facilitar a recuperação terapêutica (STIVALE, RIBEIRO e KAKAZU, 2007).

2.5 Vibroterapia

Na área da saúde a vibração é uma manobra que envolve movimentos vibratórios das mãos. As vibrações podem percorrer o corpo, afetando desde a superfície cutânea até os órgãos mais profundos. Uma das concepções enganosas da massagem é que o trabalho de tecido profundo requer grande quantidade de pressão ou manipulação, mas a vibração demonstra o quanto é incorreto. Basta

pensar-se no quanto a terra treme quando um grande caminhão passa sobre ela ou como se percebe o aparelho de som de um carro nas proximidades. A vibração pode ser usada para estimular os nervos, músculos e órgãos, para aumentar a circulação e a temperatura dos tecidos locais e como forma de anestesia. Algumas das variações que incluem balanço, tremor e colisão, geralmente são usadas para relaxamento (BRAUN e SIMONSON, 2007).

Algumas pessoas acham difícil aprender a aplicar vibração, porque é necessário manter ombros, braços e mãos muito relaxados e ao mesmo tempo movimentá-los com grande rapidez. Se as articulações e os músculos estiverem frouxos, o terapeuta forçará demais a sua musculatura, e o movimento perderá a sua eficácia. Com as pontas ou as almofadas dos dedos relaxadas sobre a pele do cliente, deve-se executar com o punho e a mão um movimento de tremor suave. Novamente, manter a mecânica corporal apropriada, permanecendo o mais relaxado possível do ombro até as pontas dos dedos. Os dedos podem permanecer firmes sobre a pele, ou as pontas dos dedos podem deslizar suavemente ao longo da superfície cutânea durante a vibração (BRAUN e SIMONSON, 2007).

O balanço é uma técnica em que se empurra de modo suave, rítmico e intermitente para balançar lentamente os membros ou o corpo inteiro do cliente. Todos sabem o quanto o movimento lento e suave de balanço acalma e relaxa bebês e adultos. O balanço é feito mantendo-se o ritmo para frente e para trás do corpo do cliente com séries bem programadas de movimentos de empurrar e soltar. Pode-se exercer pressão sobre a perna, o braço e a pelve do cliente para gerar balanço. É preciso entrar em sintonia com o ritmo natural do cliente para permitir que o seu corpo relaxe. Uma vez iniciado o balanço, o corpo do cliente precisa ser empurrado exatamente na mesma hora em que estiver começando a se afastar do

terapeuta. Se ele for empurrado enquanto ainda estiver rolando na direção do terapeuta, o balanço será irregular e desajeitado, causando, assim, perturbação em vez de relaxamento. O objetivo principal do balanço é estimular o relaxamento. A ondulação movimenta os membros do cliente para frente e para trás como se fosse uma cobra. Da mesma forma que o movimento de tremor, o objetivo da ondulação é confundir o sistema nervoso e induzir o relaxamento (BRAUN e SIMONSON, 2007).

Uma das aplicações da vibroterapia é a técnica de higiene brônquica que visa a movimentação de secreções já soltas na árvore brônquica em direção aos brônquios de maior calibre, ficando mais fácil a sua expectoração. Para sua realização o fisioterapeuta deverá colocar as mãos espalmadas com leve pressão sobre o tórax do paciente, fazendo uma contração isométrica dos membros superiores, o que irá gerar uma vibração que será transmitida ao tórax do paciente com movimentos rítmicos e rápidos durante a fase expiratória com intensidade suficiente para levar esta vibração até o nível bronquial, provocando uma onda vibratória no interior do tórax. A vibração quando bem aplicada se assemelha ao movimento ciliar humano com freqüência de 12 a 20 Hz (VELLOSO et al., 1990).

As contrações musculares podem ser sustentadas quando o músculo recebe entre dez e vinte impulsos nervosos por segundos. A vibração pode estimular as contrações musculares quando a freqüência dos movimentos vibratórios é igual ou superior à freqüência dos impulsos nervosos da contração muscular. Infelizmente, as mãos só conseguem produzir dez a vinte movimentos por segundo, o que em geral não é considerado suficientemente rápido para estimular a contração muscular. Para se obter os efeitos estimulantes da vibração, podem-se pensar no uso de um aparelho capaz de produzir as altas freqüências necessárias. Como outros efeitos reflexos iniciais do toque, a vibração inicialmente estimula o sistema nervoso e a

atividade orgânica. O efeito é muito semelhante ao de ser sacudido e acordar ou parar para prestar atenção. Após vários minutos de vibração, começam os efeitos reflexos do relaxamento: redução da sensibilidade à dor, aumento da circulação, aumento da temperatura e redução da tensão muscular (BRAUN e SIMONSON, 2007).

Para inibição de um padrão espástico são utilizadas várias técnicas, sendo a vibração mecânica eleita para desenvolvimento deste trabalho. A vibração é a aplicação de estímulos cutâneos em áreas separadas, com o fim de modificar o tônus e estimular a contração dos músculos subjacentes. A estimulação mecânica da pele que cobre um determinado músculo provoca a atuação das eferentes gamas que inervam os receptores de estiramento desse músculo. A utilização do vibrador mecânico terapêutico é eficaz na diminuição da espasticidade, de maneira temporária desde que seja aplicada em musculatura antagonista a musculatura espástica, devido as respostas fisiológicas trazidas pela inibição recíproca (PEREIRA, 2000).

A vibração de alta frequência, de 100 a 300 Hz ou ciclos por segundo, no músculo ou tendão desencadeia uma resposta reflexa chamada de resposta vibratória tônica (RVT). Cada ciclo de vibração desencadeia alongamento no fuso muscular e provoca disparo seletivo de receptores aferentes (UMPHRED, 1994).

A vibroterapia consiste da aplicação terapêutica de vibrações mecânicas de forma que se produzem solicitações muito rápidas em vai e vem. Observa-se claramente uma oscilação transversal em todas as direções que a partir do centro se propaga de forma centrífuga (GARCIA, PADILHA e FRANCO, 2001).

Para inibir um músculo hipertônico a vibração pode ser feita no músculo antagonista. A facilitação do agonista e inibição dos antagonistas, também chamada

inervação recíproca, são respostas fisiológicas que possuem a aplicação significativa (UMPHRED, 1994).

Os fusos musculares podem ser estimulados por uma vibração mecânica aplicada na união miotendinosa com o músculo em estiramento, a partir disto se deduz que entraria em funcionamento o mecanismo de inervação recíproca descrita por Sherrington, por o qual se produzia uma inibição dos músculos antagonistas devido que uma vez estimulam as fibras, através da vibração contatam de modo monosináptico com os motoneurônios alfa; estes descarregam e causam contração muscular. Estas fibras fazem contato monosináptico excitatório com interneurônio inibitórios que por sua vez inibem motoneurônios alfa dos músculos antagonistas (GARCIA, PADILHA e FRANCO, 2001).

Devido à potência da vibração como técnica de tratamento, seu uso indiscriminado deve ser altamente desencorajado. Tem sido relatado que essa técnica provoca efeitos adversos, especialmente em clientes com disfunção cerebelar, assim, devem sempre ser empregadas estratégias de observações clínicas aguçadas qualquer que seja a resposta prevista (UMPHRED, 1994).

Já há algum tempo percebe-se o significativo aumento no número de estudos acerca de treinamento muscular por meio de máquinas vibratórias. Estes estudos sugerem que a estimulação por meio de exercícios realizados neste tipo de equipamento, quando utilizada baixa amplitude e alta frequência, poderia influenciar positivamente no desempenho atlético em que as características de força e potência musculares sejam predominantes (FACHINA, 2006).

O treinamento vibratório foi originalmente uma modificação do reflexo vibratório tônico produzido pela vibração do tendão. O reflexo vibratório tônico é uma técnica aplicada na fisioterapia onde uma contração reflexa resulta de uma

estimulação muito localizada no músculo ou no tendão (BONGIOVANNI, HAGBARTH e STJERNBERG, 1990).

Existe uma vasta quantidade de dados na literatura apresentando respostas positivas no aumento de força e potência com o uso de plataformas vibratórias. Runge et al. (2000) obteve a diminuição de 18% no tempo de levantar da cadeira em pessoas idosas após 12 semanas de treinamento de vibração de corpo inteiro utilizando frequência de 27 Hz. Torniven et al. (2002) relataram um significativo aumento da potência de membros inferiores (8,5%) após 4 meses de intervenção em adultos jovens não atletas. Neste estudo, foram utilizadas frequências crescentes entre 25-30 Hz (FACHINA, 2006).

Mesmo em trabalhos objetivando observar efeitos agudos à vibração mecânica (após uma única sessão), foi encontrado aumento de força e na potência dos músculos extensores dos membros inferiores (Bosco et al., 1999; Bosco et al., 2000).

Outro dado que chama bastante a atenção para este método é que muitos estudos obtiveram respostas positivas com sessões de treinamento variando de 4 a 10 minutos, 3 vezes na semana e com intervalo de um dia entre elas (VERSCHEUREN et.al., 2004), (FACHINA, 2006).

No departamento de Engenharia Biomédica da Universidade do Estado de Nova Iorque, seguindo um tratamento realizado com uma plataforma vibratória e seis pessoas que sofriam de osteoporose, provou-se que a tecnologia vibracional pode ter um papel chave no tratamento biomédico, desta terrível doença (SPINE, 2003).

Durante um período de seis meses, Verscheuren pesquisou os efeitos da Vibração de Corpo Inteiro (WBV - *Whole Body Vibration*) sobre a densidade óssea dos seus pacientes que sofriam de osteoporose. Estudos anteriores indicaram que

certas medicações podem desacelerar a diminuição de densidade óssea, mas nunca foram descobertas evidências de uma terapia que conseguisse reverter o processo degenerativo. Verscheuren provou que a densidade óssea aumentou em 1,5% depois da realização de tratamento com uma plataforma vibratória (VERSCHEUREN, 2004).

Um estudo conduzido no College of Higher Education em Groningen, indicou que a terapia vibracional oferece ao sistema circulatório melhorias mais significativas do que a terapia convencional (KELDERMAN, 2001).

2.5.1 Aparelhos vibratórios

Na tecnologia aplicada na fabricação de aparelhos vibratórios, utiliza-se o mais alto padrão de qualidade para que os mesmos tenham o resultado esperado. Assim, foram desenvolvidos sistemas, componentes e recursos para atingir esta qualidade, conforme mostra o Quadro 1 (SANTOS et al., 2008).

Quadro 1. Tecnologias utilizadas nos aparelhos vibratórios (SANTOS et al., 2008)

FOTO	DESCRIÇÃO	FUNÇÃO
	Microcontrolador	Um microcontrolador é um pequeno computador programável, em um chip otimizado para controlar dispositivos eletrônicos. É uma espécie de microprocessador, com memória e interfaces de E/S(I/O) integrados, possuindo todas lógicas para se projetar qualquer tipo de circuito, enfatizando a auto-suficiência, em contraste com um microprocessador de propósito geral, o mesmo tipo usado nos PCs, que requer chips adicionais para prover as funções necessárias.
	Micromotor	Que produz ou transmite movimento através de corrente contínua
	Placa eletrônica	Serve como interface para controlar o micromotor através do microcontrolador
	Fio de Niquel Cromo	Elementos de resistências elétricas para temperaturas. Sua boa resistência mecânica a quente o indica para elementos instalados horizontalmente. É aplicado em uma série de aparelhos elétricos, eletrodomésticos e outros.

O sistema abaixo é caracterizado por um motor elétrico que varia de 2 à 6v, onde este possui uma massa descentralizada no eixo que gira aproximadamente de 50 a 80 rpm e a excentricidade desta massa e a rotação do mesmo irão gerar as amplitudes necessárias para promover e propagar a energia gerada por meio de vibração para o corpo humano. A transmissão é feita pela cápsula de segurança que além de proteger o motor da umidade, choques e demais danos, transmitirá principalmente por estar fixado rigidamente ao motor, esta cápsula absorve parte da vibração e repassa uma parte para o corpo humano, conforme apresenta a Figura 4 (STIVALE, RIBEIRO E KAKAZU, 2007).

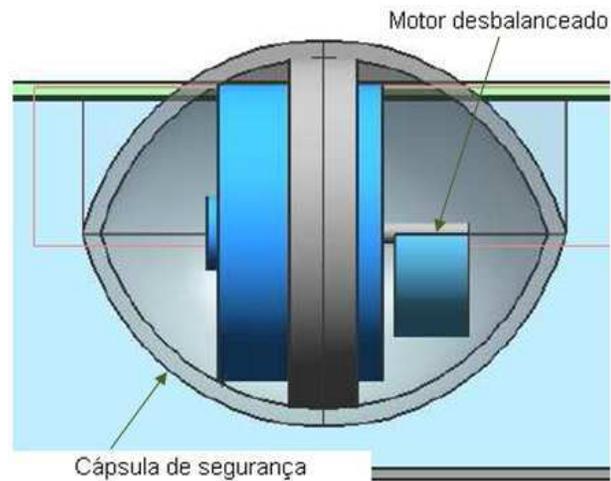


Figura 4 – Estrutura do sistema vibratório (STIVALE, RIBEIRO E KAKAZU, 2007).

Na Figura 5 apresenta a manta vibratória na demonstração do sistema de vibração com o motor descentralizado (STIVALE, RIBEIRO E KAKAZU, 2007).



Figura 5 – Manta Vibratória (STIVALE, RIBEIRO E KAKAZU, 2007).

Na vibração com uso de vibrador elétrico, tem-se como objetivo mobilizar secreções, sensibilizar áreas hipoventiladas e estimular a tosse (GREVE, CASALIS e BARROS, 2001).

A vibração pode ser usada para estimular os nervos, músculos e órgãos, para aumentar a circulação e a temperatura de tecidos locais e como forma de anestesia. Algumas das suas variações – que incluem balanço, tremor e colisão – geralmente são usadas para relaxamento. As contrações musculares podem ser sustentadas quando o músculo recebe entre dez e vinte impulsos nervosos por segundo. A vibração pode estimular as contrações musculares quando a frequência dos movimentos vibratórios é igual ou superior à frequência dos impulsos nervosos da contração muscular. Infelizmente, as mãos só conseguem produzir de dez a vinte movimentos por segundo, o que em geral não é considerado suficientemente rápido para estimular a contração muscular. Para obter os efeitos estimulantes das vibrações, pode-se pensar no uso de um aparelho capaz de produzir as altas frequências necessárias (BRAUN e SIMONSON, 2007).

A Figura 6 apresenta modelos de equipamentos vibratórios em uso na década atual, (a) Poltrona de massagem, (b) Esteira automotiva, (c) Massageador de olhos e (d) Massageador para cintura e e) Massageador dos pés (TIANLUN, 2009).



a) Poltrona de massagem



b) Esteira Automotiva



c) Massageador de olhos



d) Massageador para cintura



e) Massageador dos pés

Figura 6 – Modelo de equipamentos vibratórios em uso na década atual (TIANLUN, 2009).

O primeiro professor a sugerir um dispositivo especial de vibração para a realização de massagem ocular através da “bobina elétrica de Edson”, foi Aleksankin. Este dispositivo teve como princípio da ação a vibração eletromagnética de uma haste de metal ao final da qual foi fixada um massageador de cabeça em forma de um bulbo feito de osso de elefante, onde foi utilizado para o tratamento de cataratas e córnea. A vibração foi realizada com a mão e a intensidade da força de massagem foi controlada aumentando ou diminuindo a pressão do bulbo da vibração em cima do globo ocular. O vibrador foi amplamente utilizado para o tratamento de glaucoma e outras doenças oculares. No entanto, seu uso não foi estendido para outros tipos de tratamento, pois sua construção não tinha meios de medir o grau de precisão da pressão do bulbo sobre o globo ocular durante o tratamento (ALEKSANKIN, 1970).

2.5.2 Análise das formas de se medir as vibrações

2.5.2.1 Equipamentos de medir vibrações

Nos últimos 15 anos foi criada uma nova tecnologia de medição de vibração, permitindo avaliar máquinas que funcionam em alta velocidade e num elevado ritmo de solicitação. Utilizando acelerômetros piezelétricos, com a finalidade de converter o movimento vibratório em sinais elétricos, o processo de medição e análise é habitualmente realizado graças à versatilidade de aparelhos eletrônicos (BARBARINI et al., 2007).

Tacômetro é um aparelho utilizado para medir a velocidade de rotação de eixos e partes rotatórias (BRONDANI et al., 2003).

2.5.2.2 Classificação das correntes eletroterapêuticas

As correntes elétricas têm sido usadas como proposta terapêutica por centenas de anos. Com o desenvolvimento de diferentes formas de geradores elétricos durante o século XX, os tipos de correntes elétricas empregados nas aplicações terapêuticas proliferaram. A introdução no mercado da saúde de vários tipos diferentes de estimuladores que produzem diferentes formas de correntes elétricas tem sido acompanhada por muita confusão na comunicação com relação às características das correntes geradas. Antes de 1990, nenhum sistema tinha sido desenvolvido para padronizar descrição de correntes elétricas usadas na eletroterapia. A caracterização das correntes eletroterapêuticas foi muitas vezes dirigida pelos desenvolvimentos históricos ou pelo setor comercial. A Figura 7 apresenta alguns dos vários tipos de correntes tradicionalmente empregadas na eletroterapia e suas designações tradicionais. A Figura 8 ilustra vários perfis de ondas de correntes (ou voltagem) designadas comercialmente (ROBINSON, 2002).

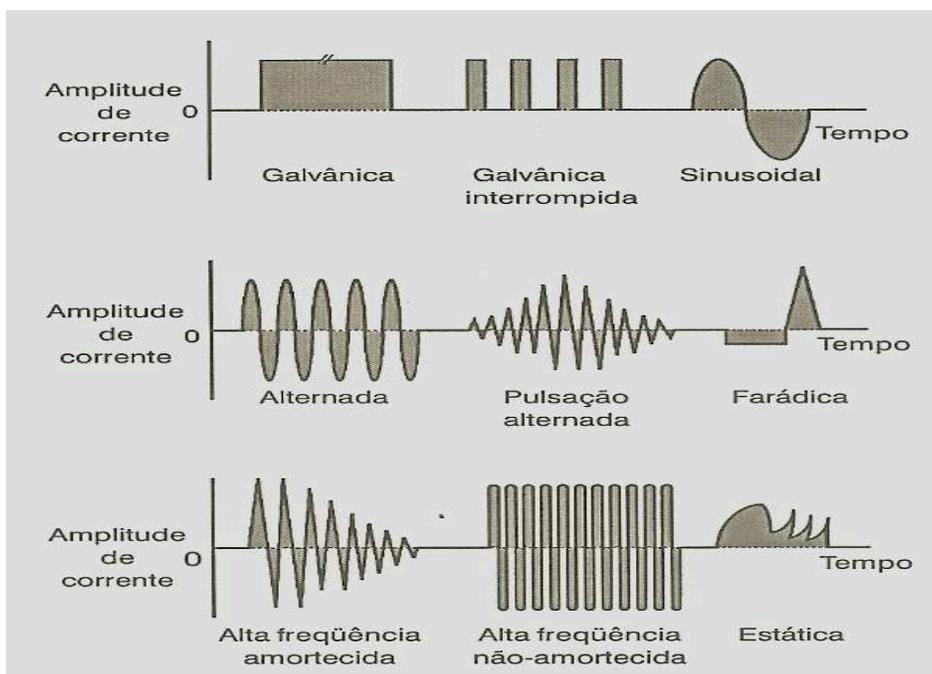


Figura 7 – Designações “tradicionais” de correntes elétricas (ROBINSON, 2002)

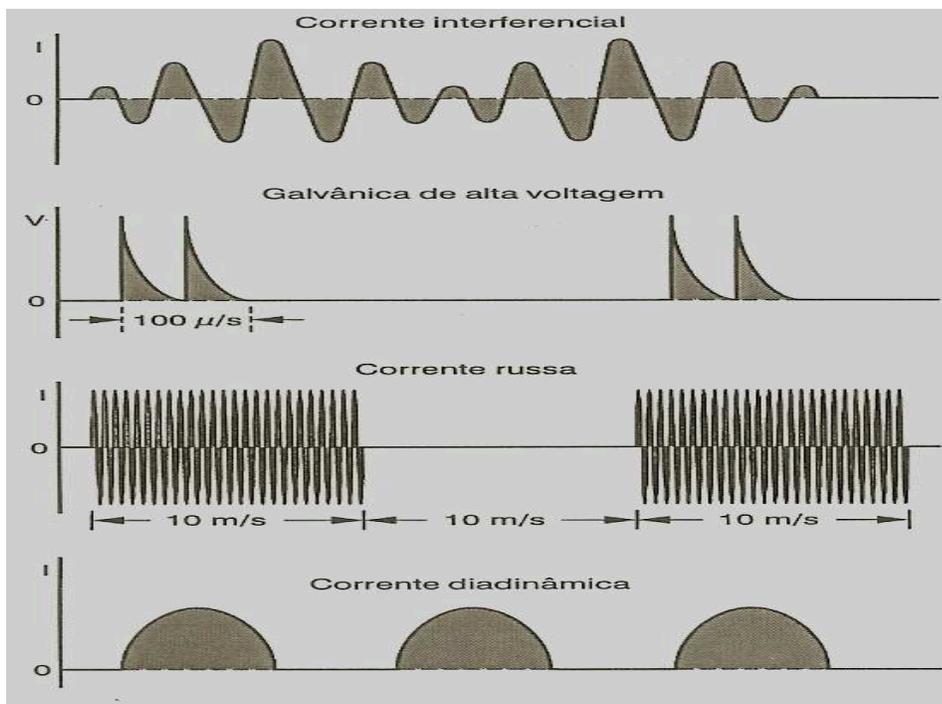


Figura 8 – Designações “comerciais” de correntes elétricas (ROBINSON 2002)

2.5.2.3 Diversas formas de se quantificar as vibrações

Nas formas de se quantificar as vibrações o valor pico-a-pico indica a máxima amplitude de onda senoidal e é usado, por exemplo, onde o deslocamento vibratório da máquina é parte crítica na tensão máxima de elementos de máquina. O valor de pico é particularmente usado na indicação de níveis de impacto de curta duração. O valor médio é usado quando se quer se levar em consideração um valor da quantidade física da amplitude em um determinado tempo. O valor RMS é a mais importante medida da amplitude porque ele mostra a média da energia contida no movimento vibratório – mostra o potencial destrutivo da vibração (MARQUES, 2007).

A amplitude da vibração pode ser quantificada de diversas maneiras, tais como: nível pico-a-pico, nível de pico, nível médio e o nível quadrático médio ou o valor eficaz ou RMS, Raiz Média Quadrática (*Root Mean Square*). A Figura 9

apresenta as diversas formas de se quantificar as vibrações (BARBARINI et al., 2007).

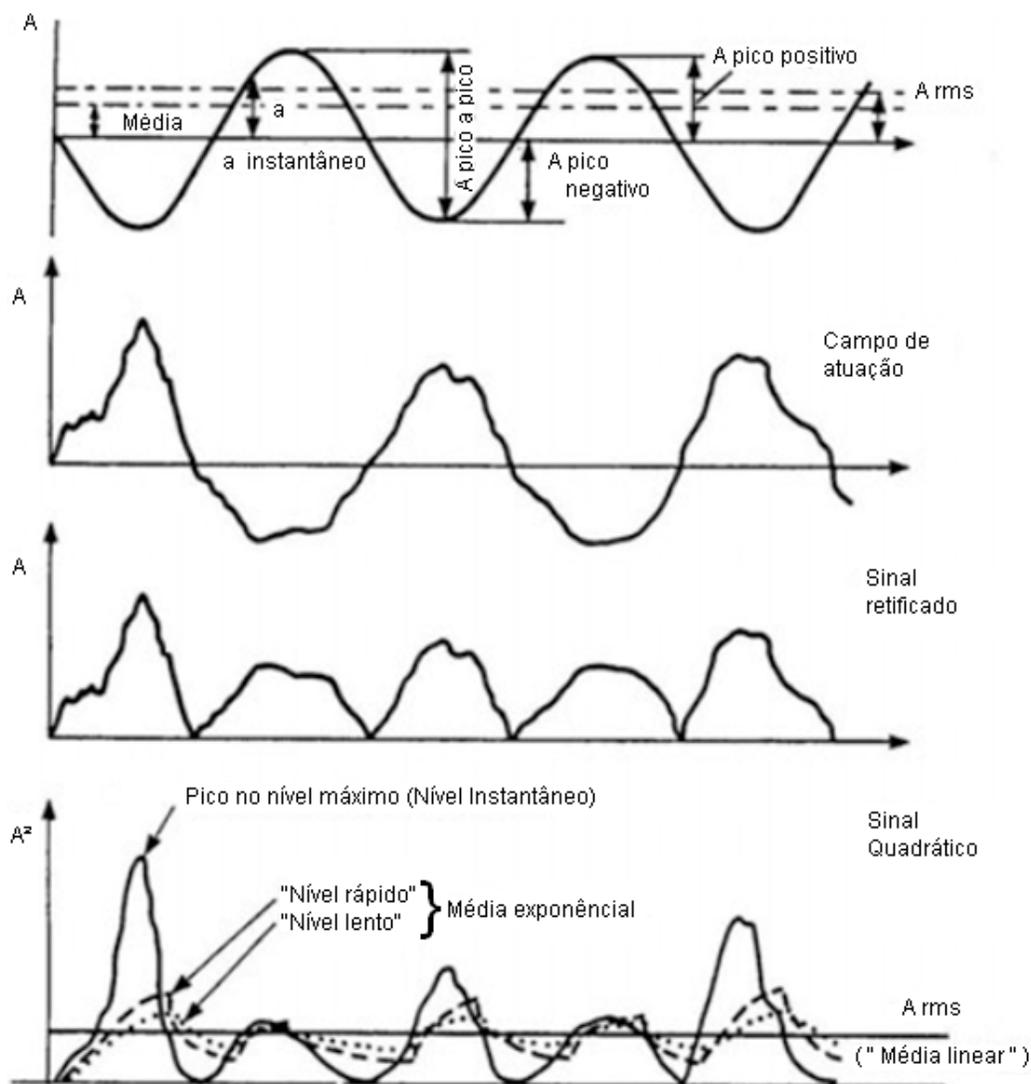


Figura 9 – Representação da intensidade da vibração (BARBARINI et al., 2000).

Os parâmetros de vibração devem ser medidos em unidades métricas de acordo com a norma ISO, conforme o Quadro 2. A constante gravitacional g também pode ser usada nos níveis de aceleração, tomado como $9,81 \text{ m/s}^2$ (FERNANDES e FERNANDES, 1978).

Quadro 2 – Unidades do SI usadas em vibração (FERNANDES e FERNANDES, 1978)

Unidades de vibração (ISO 1000)	
Deslocamento	m, mm, μm
Velocidade	m/s, mm/s (ou $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$, $\text{mm}\cdot\text{s}^{-1}$)
Aceleração	m/s^2 (ou $\text{m}\cdot\text{s}^{-2}$) --- $1\text{g} = 9,81 \text{ m}/\text{s}^2$

2.5.2.4 Exemplo de curva de medição (curva típica de ressonância)

Entende-se por ressonância a característica física dos corpos que, ao serem excitado em suas frequências naturais, tendem a adquirir amplitudes de vibração muito superiores à amplitude de excitação. A frequência natural de um corpo corresponde a uma forma peculiar de um corpo vibrar, estabelecido pela distribuição de massa e rigidez deste. Assim, o que caracteriza uma ressonância é uma diferença considerável de amplitude de vibração medida em uma frequência específica quando comparada com as amplitudes medidas em outras frequências e quando comparada com a amplitude de excitação (BARBARINI et al., 2007).

Considere um dispositivo excitado por uma curva senoidal na faixa de 5 a 1.000Hz com amplitude de excitação de 1g. Este dispositivo está sendo medido por um acelerômetro. A Figura 10 apresenta a curva de medição (BARBARINI et al., 2007).

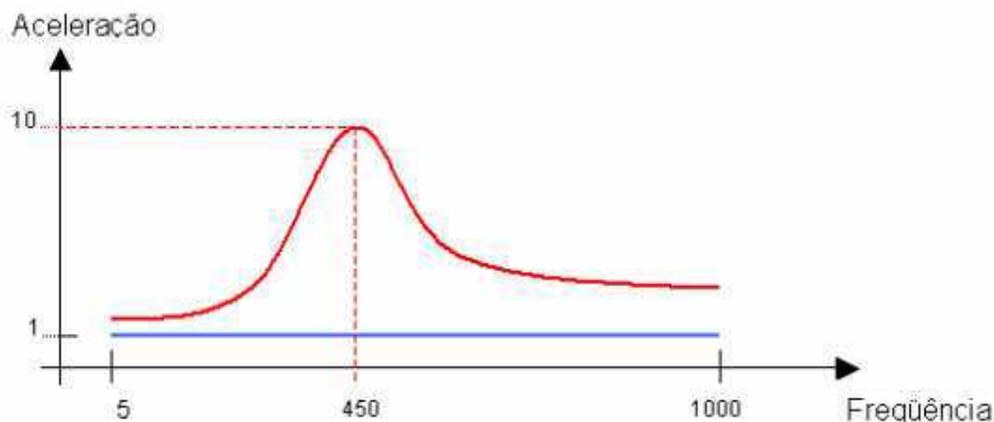


Figura 10 – Curva típica de ressonância (BARBARINI et al., 2007).

A curva em azul indica a curva de excitação. A curva em vermelho indica a curva de resposta do acelerômetro de medição. Analisando as diferenças de amplitude, pode-se observar que em toda a faixa de frequência, a amplitude de resposta foi superior à amplitude de excitação. Entretanto, na região de 450 Hz, a diferença de amplitudes foi muito maior do que a amplitude de resposta no restante da faixa de frequência e muito maior que a amplitude de excitação, isso caracteriza um estado de ressonância. A frequência natural é, portanto a frequência de 450 Hz. A Figura 10 apresenta um gráfico real de ressonâncias (BARBARINI et al., 2007).

3 PROPOSIÇÃO

O presente trabalho buscou quantificar os níveis de vibrações nos aparelhos vibratórios comerciais no desenvolvimento e fabricação, analisando os níveis de intensidade, comparando com as tolerâncias de frequência da massagem tradicional e a vibroterapia.

Na almofada e esteira vibratória foram avaliadas quanto a intensidade de rotação (rpm) e a frequência (Hz) utilizando-se os equipamentos de medição, tacômetro e o acelerômetro, tomando-se como base e cuidado os limites de frequência para exposição humana.

Não é o objetivo deste trabalho desenvolver estudos dos equipamentos vibratórios nas patologias, pois a medição e detalhamento de frequências têm o parecer inédito neste aspecto, onde os resultados servirão como base para estudos futuros no aprimoramento na área de vibroterapia.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Materiais

4.1.1 Almofada térmica vibratória

A almofada térmica vibratória, possui 4 tipos de vibração, 8 modos de intensidade, aquecimento a 45°C e pastilhas de Infravermelho longo, conforme apresenta a Figura 11.



Figura 11 - Almofada térmica vibratória

4.1.2 Esteira térmica anatômica vibratória

A esteira térmica anatômica vibratória, possui 4 pontos de massagem A (cabeça), B (coluna), C (parte posterior da coxa) e D (panturrilha), permite 15 tipos de vibração seqüencial ou em cada ponto individualmente, 8 modos de intensidade, aquecimento a 45°C e pastilhas de Infravermelho longo, conforme apresenta a Figura 12.

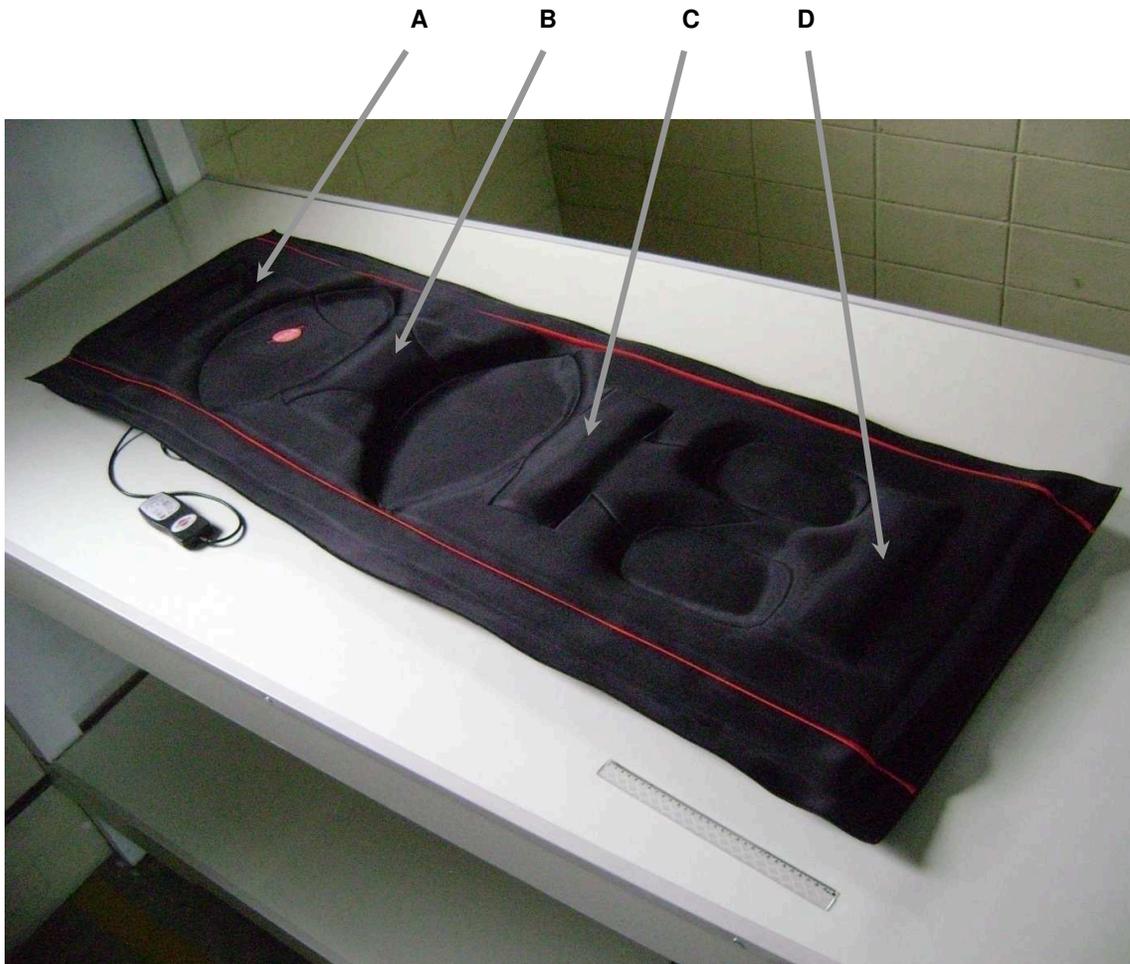


Figura 12 - Esteira térmica anatômica vibratória

4.2 Métodos

O desenvolvimento experimental dos aparelhos vibratórios foi executado em laboratório com equipamentos aferidos e em condições de uso com excelente desempenho, sendo que os executantes possuem os devidos treinamentos e experiência nos mesmos.

Foram executados testes com dois modelos de equipamentos, sendo:

- 1) Tacômetro Digital foto / contato marca Minipa, modelo MDT 2238 A;
- 2) Equipamento de medir vibração Acelerômetro marca Vibrocontrol, modelo MT 9000.

4.2.1 Equipamentos utilizados

4.2.1.1 Tacômetro

O modelo MDT-2238A é um Tacômetro Foto / Contato para medidas de rpm (Rotação Por Minuto) e m/min, compacto, com display de 5 dígitos e fácil de usar. Composto por microprocessador dedicado com base de tempo a cristal, fornecendo medidas de alta precisão e alta taxa de amostragem. Utiliza componentes de vida longa com gabinete plástico leve e resistente, proporcionando excelente desempenho, não necessitando de manutenção por vários anos. Apresenta uma ampla faixa de medida de 0,5 a 20.000 rpm (modo contato) e de 2,5 a 100.000 rpm (modo foto), e função de armazenamento automático dos valores máximo e mínimo, além do último valor medido, através da tecla “MEM”, conforme a Figura 13 (MINIPA, 2003).

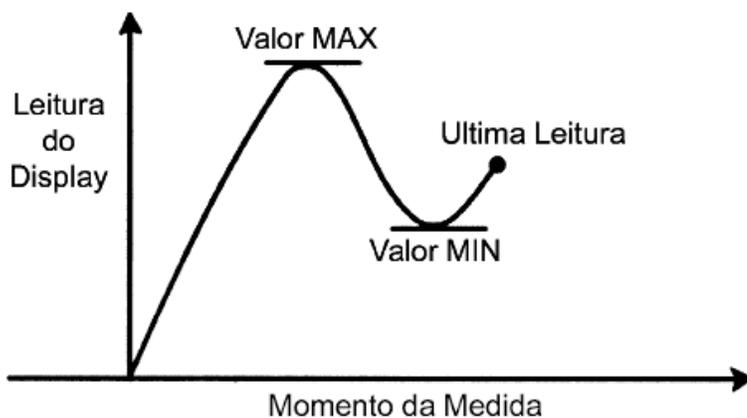
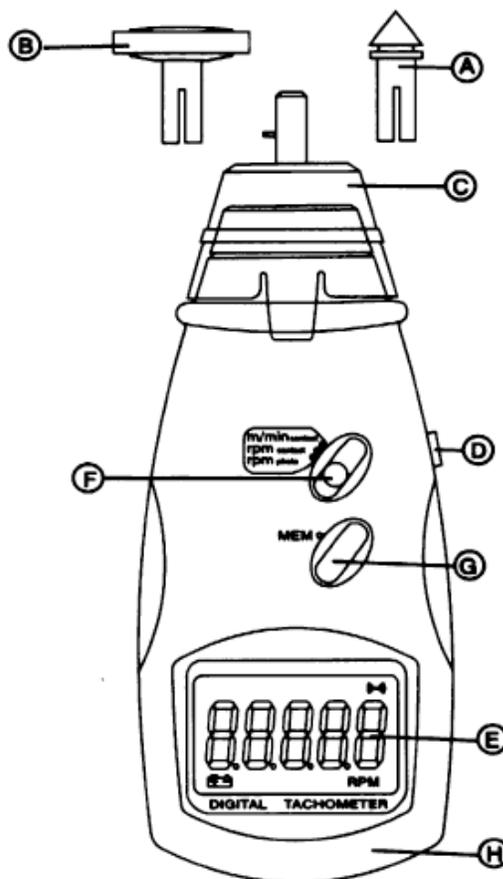


Figura 13 – Armazenamento automático dos valores (MINIPA, 2003).

O equipamento tacômetro com seu painel é ilustrado na Figura 14 (MINIPA, 2003).



- A. Adaptador para medir rpm por contato
- B. Adaptador para medir velocidade de superfície
- C. Adaptador para medida por contato
- D. Botão de acionamento, quando pressionado realiza a medida
- E. *Display* LCD
- F. Chave de funções
- G. Botão "MEM"
- H. Tampa da bateria (parte traseira)

Figura 14 – Tacômetro foto/contato (MINIPA, 2003).

4.2.1.2 Acelerômetro

Medidor de vibrações MT-9000 é um instrumento que permite medir a vibração global das máquinas instaladas em qualquer tipo de indústria. Tem a capacidade de através dos níveis da Norma Internacional (ISO 3272; VDI 2056) armazenados na sua memória, o MT-9000 permite um rápido Diagnóstico das Falhas no Maquinário, tais como desbalanceamento, desalinhamento, rolamentos deteriorados e correias defeituosas. Estas características o fazem ideal para implementar programas de manutenção preditiva (VIBROCONTROL, 2009).

O transdutor normalmente utilizado na captação de uma vibração é constituído por acelerômetros piezelétricos, que possui boa linearidade e uma banda dinâmica maior em comparação a outros acelerômetros. Os acelerômetros piezelétricos não necessitam de fonte de alimentação, ou seja, o sinal de saída pode se conectado diretamente ao medidor de vibrações. Além disso, não possuem partes móveis e geram um sinal proporcional à aceleração, que pode ser integrado, obtendo-se a velocidade e o deslocamento do sinal (FERNANDES, 2000) (MEDIÇÕES DE VIBRAÇÕES, 2007).

A essência desse tipo de acelerômetro é o material piezelétrico, usualmente um cerâmico ferro-elétrico polarizada artificialmente. Quando mecanicamente tencionada proporcional à força aplicada gerando uma carga elétrica que polariza suas faces, a Figura 15 ilustra a reação quando a aceleração é aplicada e a Figura 16 ilustra os componentes do acelerômetro piezelétrico (BARBARINI et al., 2007).

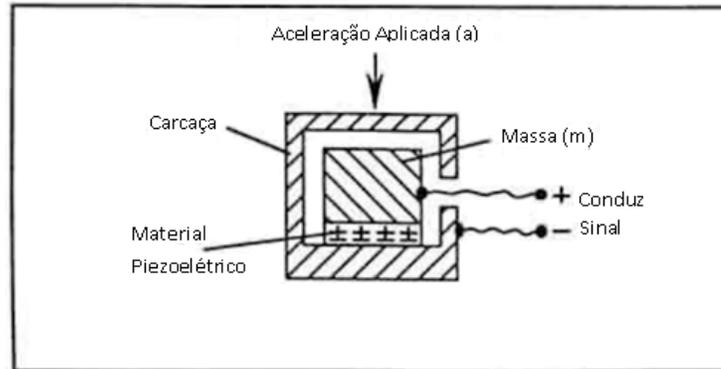


Figura 15 – Aceleração aplicada (BARBARINI et al., 2007)

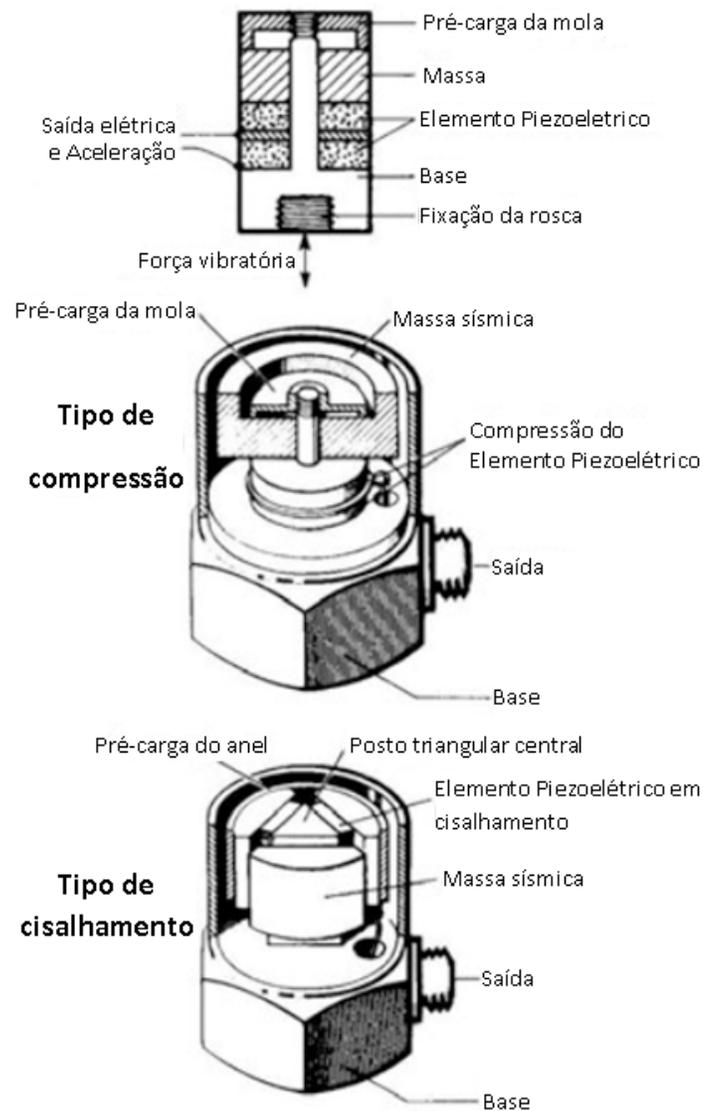


Figura 16 – Acelerômetro piezoelétrico (BARBARINI et al., 2000)

4.2.2 Medições na almofada térmica vibratória

Foram executadas nos dois equipamentos, tacômetro e Acelerômetro, 10 medições nas funções 01, 02, 03 e 04, nos níveis de intensidade mínimos (modo 01) e máximos (modo 08) no tempo de 120 segundos em cada função e intensidade. Com base nessas medições foram calculadas as médias das frequências (Hz), para análise dos respectivos resultados.

4.2.2.1 Medições com tacômetro na almofada térmica vibratória

Para realizar as medições com tacômetro na almofada foram realizadas as seguintes etapas: a) posicionar o conjunto eletrônico do aparelho vibratório na bancada; b) posicionar e ligar o equipamento de medição tacômetro modelo MDT 2238 A; c) ligar o aparelho vibratório. Na Figura 17 é possível observar o momento da medição com tacômetro.

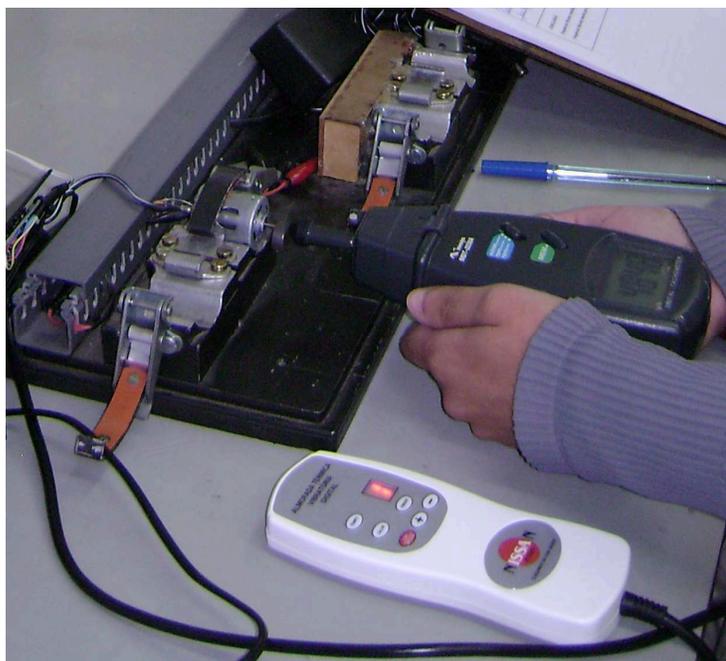


Figura 17 – Medições com tacômetro na almofada térmica vibratória

4.2.2.2 Medições com acelerômetro na almofada térmica vibratória

Para realizar as medições com acelerômetro na almofada foram realizadas as seguintes etapas: a) posicionar o conjunto eletrônico do aparelho vibratório na bancada; b) posicionar e ligar o equipamento de medição acelerômetro modelo MT 9000; c) ligar o aparelho vibratório. Na Figura 18 é possível observar o momento da medição com acelerômetro.



Figura 18 – Medições com acelerômetro na almofada térmica vibratória

4.2.3 Medições na esteira térmica anatômica vibratória

Foram executadas nos dois equipamentos, tacômetro e Acelerômetro, 05 medições nas funções de 01 a 15, nos níveis de intensidade mínimos (modo 01) e máximo (modo 08) no tempo de 120 segundos em cada função e intensidade. Com base nessas medições foram calculadas as médias das frequências (Hz), para análise dos respectivos resultados.

4.2.3.1 Medições com tacômetro na esteira térmica anatômica vibratória

Para realizar as medições com tacômetro na esteira foram realizadas as seguintes etapas: a) posicionar o conjunto eletrônico do aparelho vibratório na bancada; b) posicionar e ligar o equipamento de medição tacômetro modelo MDT 2238 A; c) ligar o aparelho vibratório. Na Figura 19 é possível observar o momento da medição com tacômetro.



Figura 19 – Medições com tacômetro na esteira térmica anatômica vibratória

4.2.3.2 Medições com acelerômetro na esteira térmica anatômica vibratória

Para realizar as medições com acelerômetro na almofada foram realizadas as seguintes etapas: a) posicionar o conjunto eletrônico do aparelho vibratório na bancada; b) posicionar e ligar o equipamento de medição acelerômetro modelo MT 9000; c) ligar o aparelho vibratório. Na Figura 20 é possível observar o momento da medição com acelerômetro.

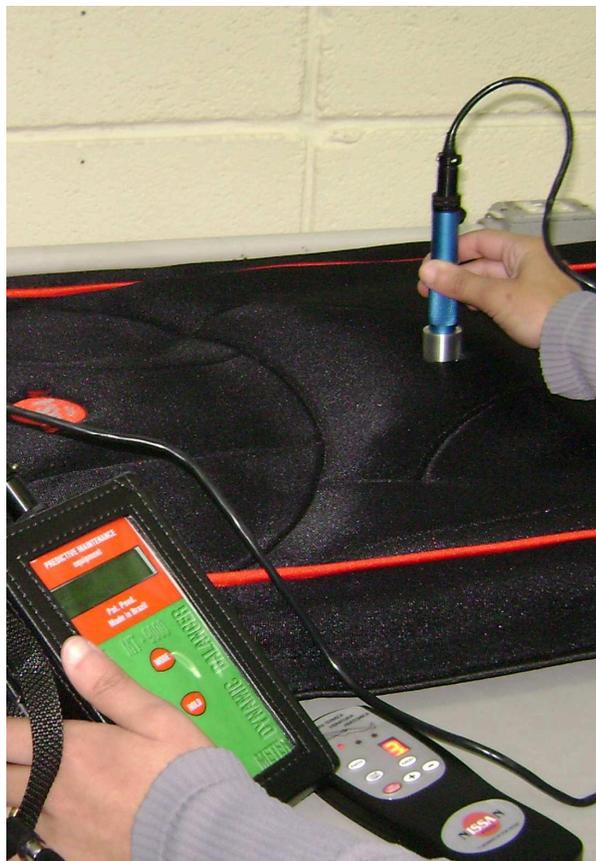


Figura 20 – Medições com acelerômetro na esteira térmica anatômica vibratória

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Almofada térmica vibratória

No aparelho “almofada térmica vibratória”, foi observada que um dos recursos mais importantes é o controle da frequência da intensidade de vibração para cada função (quatro). O estudo mostra que o produto pode promover oito possibilidades de intensidade de rotação (rpm) e frequência (Hz), diferentes para os dois equipamentos tacômetro e acelerômetro. A Figura 21 apresenta os dados obtidos, mínimo e máximo, da almofada vibratória para as 4 funções, utilizando-se o tacômetro da marca Minipa, onde os dados originais estão no Apêndice 1.

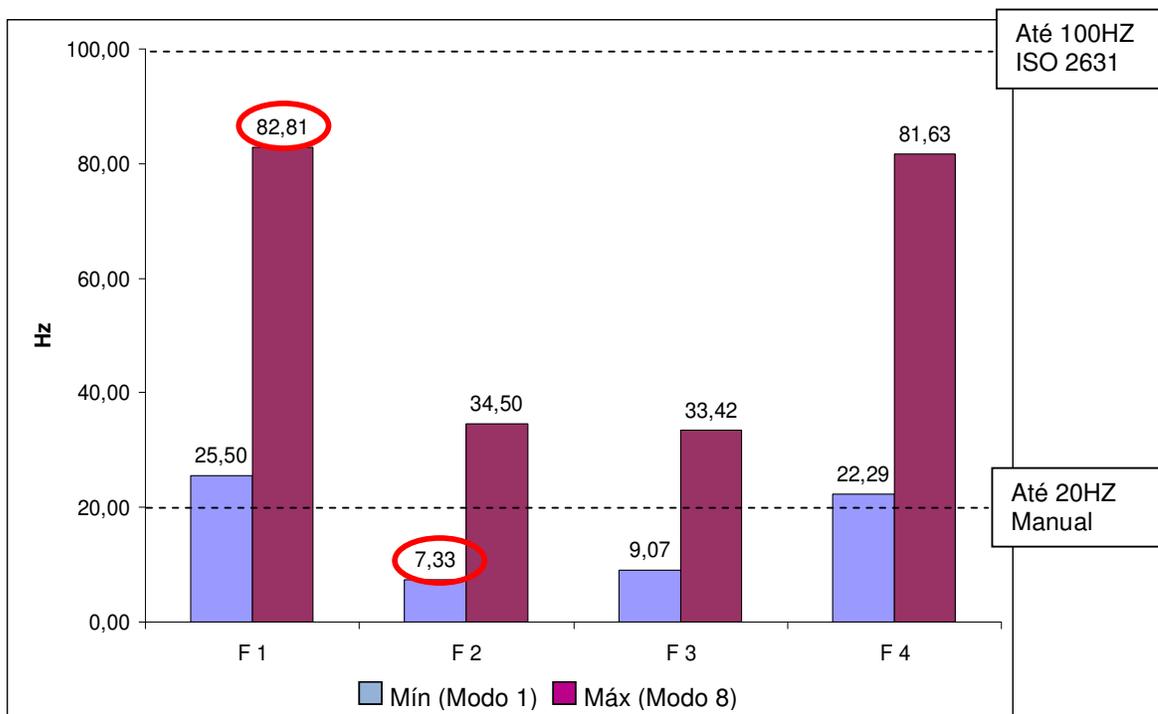


Figura 21 – Gráfico de análise de frequência (Hz) da almofada térmica vibratória com tacômetro

O gráfico da Figura 21 apresenta que o valor máximo de frequência foi de 82,81 Hz e que este valor não atingiu o limite de desconforto que é de 100 Hz, citado pela norma ISO 2631. Pode-se observar também que a massagem automatizada ultrapassou o limite da massagem manual que é de 20 Hz, proporcionando assim

futuros estudos mais detalhados da aplicação nos problemas terapêuticos em ações posteriores.

A Figura 22 apresenta os dados obtidos, mínimo e máximo, da almofada vibratória para as 4 funções, utilizando-se o acelerômetro da marca Vibrocontrol, onde os dados originais estão no Apêndice 2.

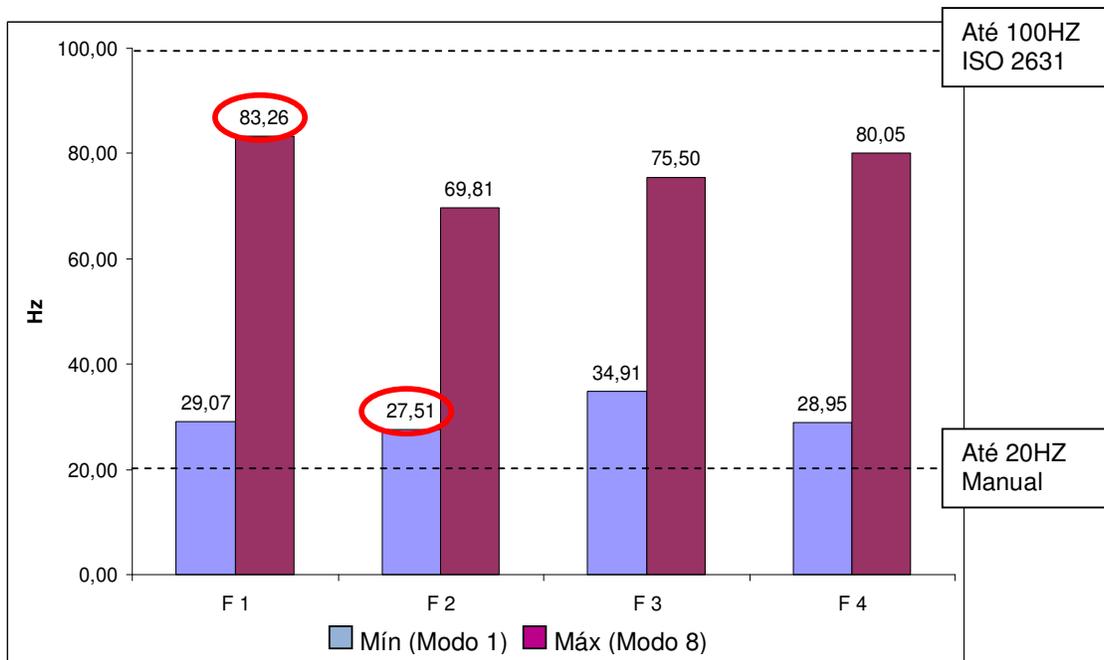


Figura 22 – Gráfico de análise de frequência (Hz) da almofada térmica vibratória com acelerômetro

O gráfico da Figura 22 apresenta que o valor máximo de frequência foi de 83,26 Hz e que este valor não atingiu o limite de desconforto que é de 100 Hz, citado pela norma ISO 2631. Pode-se observar também que a massagem automatizada ultrapassou o limite da massagem manual que é de 20 Hz, proporcionando assim estudo mais detalhado da aplicação nos problemas terapêuticos em ações posteriores.

5.2 Esteira térmica anatômica vibratória

No aparelho “esteira térmica anatômica vibratória”, foi observada que um dos recursos mais importantes é o controle da frequência da intensidade de vibração para cada função (quinze). O estudo mostra que o produto pode promover oito possibilidades de intensidade de rotação (rpm) e frequência (Hz), diferentes para os dois equipamentos tacômetro e acelerômetro. A Figura 23 apresenta os dados obtidos, mínimo e máximo, da esteira vibratória para as 15 funções, utilizando-se o tacômetro da marca Minipa, onde os dados originais estão no Apêndice 3.

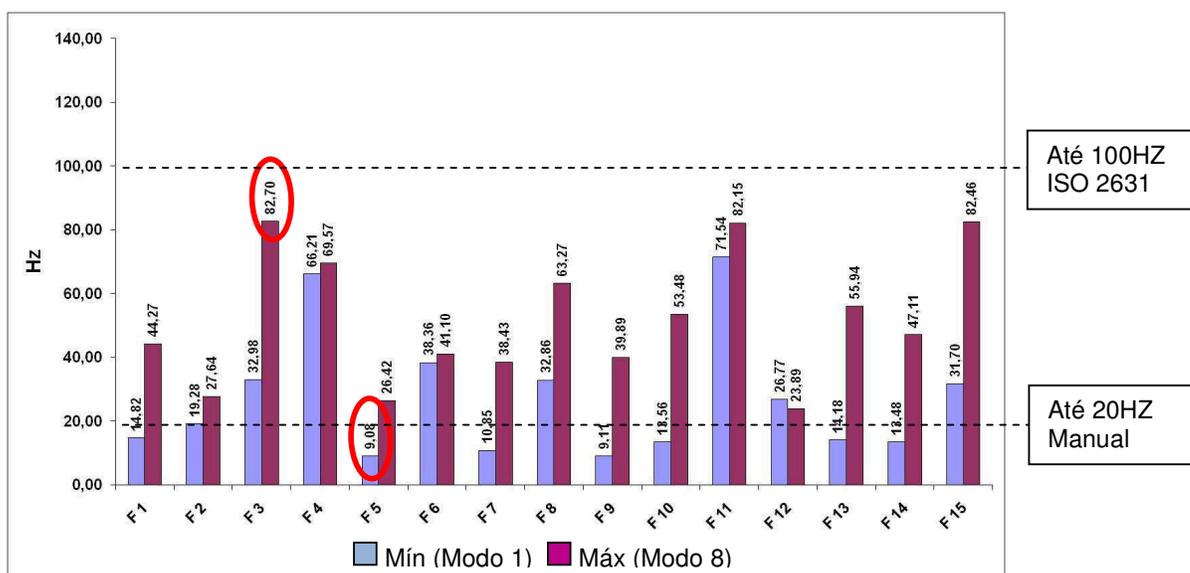


Figura 23 – Gráfico de análise de frequência (Hz) da esteira térmica anatômica vibratória com tacômetro

O gráfico da Figura 23 apresenta que o valor máximo de frequência foi de 82,70 Hz e que este valor não atingiu o limite de desconforto que é de 100 Hz, citado pela norma ISO 2631. Pode-se observar também que a massagem automatizada ultrapassou o limite da massagem manual que é de 20 Hz, proporcionando assim estudo mais detalhado da aplicação nos problemas terapêuticos em ações posteriores.

A Figura 24 apresenta os dados obtidos, mínimo e máximo, da esteira vibratória para as 15 funções, utilizando-se o acelerômetro da marca Vibrocontrol, onde os dados originais estão no Apêndice 4.

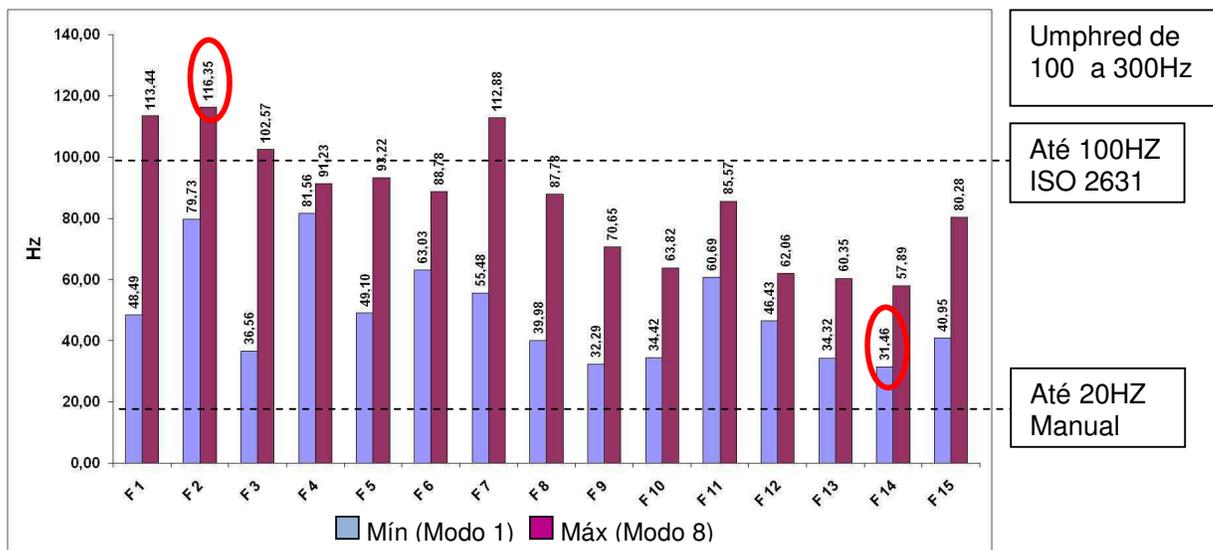


Figura 24 – Gráfico de análise de frequência (Hz) da esteira térmica anatômica vibratória com acelerômetro

O gráfico da Figura 24 apresenta que o valor máximo de frequência foi de 116,35 Hz e que este valor atingiu o limite de desconforto que é de 100 Hz, citado pela norma ISO 2631, porém esta norma é para corpo inteiro, sendo que os aparelhos de massagem normalmente são utilizados em partes localizadas, portanto, a esteira vibratória trabalha com a massagem localizada nos pontos A, B, C e D, mas estando dentro dos limites de 5 a 1.250 Hz citado pelo pesquisador Pääkkönen (2005) e de 100 a 300 Hz citado pelo pesquisador Umphred (1994). Pode-se observar também que a massagem automatizada ultrapassou o limite da massagem manual que é de 20 Hz, proporcionando assim estudo mais detalhado da aplicação nos problemas terapêuticos em ações posteriores.

5.3 Média dos resultados

No aparelho Almofada térmica vibratória, foi observada a média do mínimo e máximo de frequência (Hz e rpm) de cinco amostras na medição com os equipamentos tacômetro e acelerômetro, conforme apresenta a Figura 25.

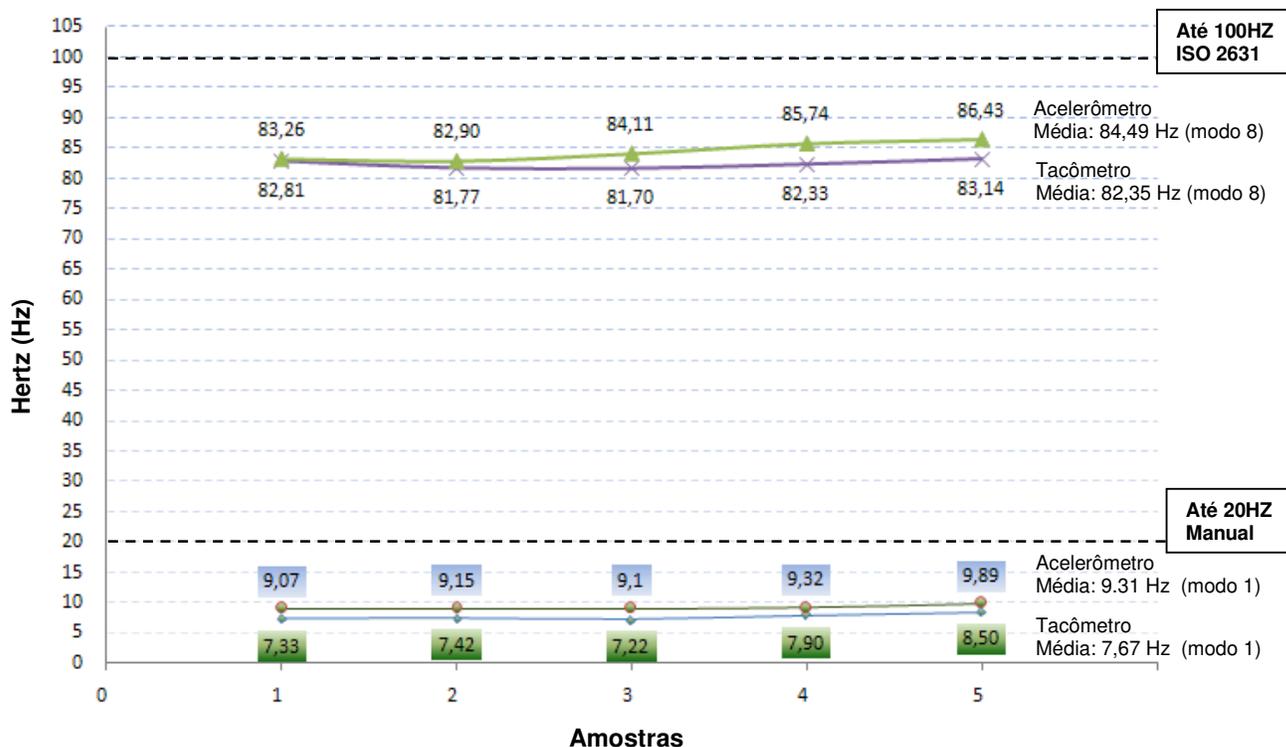


Figura 25 – Gráfico de dispersão da almofada térmica vibratória

O gráfico da Figura 25 apresenta que o menor valor médio mínimo de frequência (Hz) das cinco amostras foi de 7,67 Hz e que o maior valor médio máximo de frequência (Hz) das cinco amostras foi de 84,49 Hz, e que este maior valor médio máximo não atingiu o limite de desconforto que é de 100 Hz, citado pela norma ISO 2631. Pode-se observar também que houve uma tendência de evolução crescente tanto no menor valor mínimo como no maior valor máximo, mas os resultados estão dentro dos padrões de frequências já mencionados.

No aparelho esteira térmica anatômica vibratória, foi observada a média do mínimo e máximo de frequência (Hz e rpm) de cinco amostras na medição com os equipamentos tacômetro e acelerômetro, conforme apresenta a Figura 26.

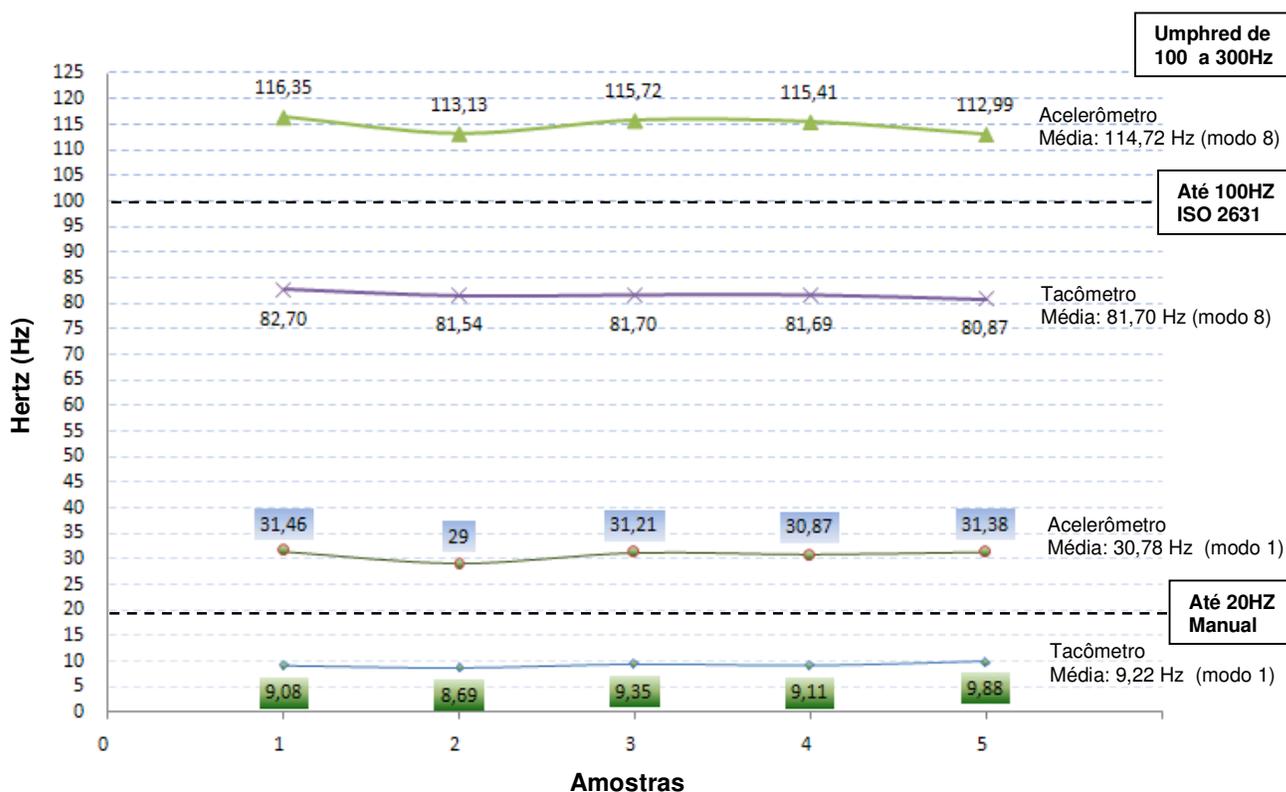


Figura 26 – Gráfico de dispersão da esteira térmica anatômica vibratória

O gráfico da Figura 26 apresenta que o menor valor médio mínimo de frequência (Hz) das cinco amostras foi de 9,22 Hz e que o maior valor médio máximo de frequência (Hz) das cinco amostras foi de 114,72 Hz, e que este maior valor médio máximo atingiu o limite de desconforto que é de 100 Hz, citado pela norma ISO 2631, porém esta norma é para corpo inteiro, sendo que os aparelhos de massagem normalmente são utilizados em partes localizadas, portanto, a esteira vibratória trabalha com a massagem localizada nos pontos A, B, C e D, mas estando dentro dos limites de 5 a 1.250 Hz citado pelo pesquisador Pääkkönen (2005) e de

100 a 300 Hz citado por Umphred (1994). Pode-se observar também que a massagem automatizada ultrapassou o limite da massagem manual que é de 20 Hz. Pode-se observar também que houve uma tendência de decréscimo da frequência máxima e na frequência mínima se manteve estável, mas os resultados estão dentro dos padrões de frequências já mencionados.

Com base nos resultados obtidos das análises qualitativas e quantitativas do desenvolvimento e fabricação da almofada e esteira vibratória, pode-se observar que:

A almofada e a esteira vibratória apresentaram valores similares de mínima frequência (Hz), atendendo a massagem tradicional e a ISO 2631.

Quanto a máxima frequência, a almofada vibratória apresentou 84,49 Hz e a esteira vibratória 114,72 Hz, onde a almofada atende somente a norma ISO 2631 e a esteira atende a norma ISO e a pesquisadora Umphred.

6 CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

6.1 CONCLUSÕES

Conclui-se que os aparelhos almofada vibratória e esteira vibratória atendem as normas e autores, dentro dos limites de freqüência citados.

As medições conduziram a entender as freqüências de vibração mecânica dos dois equipamentos possibilitando o conhecimento mais aprofundado de cada função onde a almofada vibratória e a esteira vibratória podem atingir o ponto mínimo e o máximo de freqüência em determinada função o que tornou deste trabalho algo inédito que ainda não havia sido estudado.

Portanto, esses equipamentos que foram desenvolvidos para serem utilizados em massagem automatizada podem proporcionar estudos mais detalhados na aplicação nos problemas terapêuticos em ações posteriores.

6.2 SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

- a) Estudar os efeitos da vibroterapia com o uso da almofada e esteira vibratória;
- b) Estudar outros equipamentos;
- c) Questionar os limites de vibração;
- d) Estudar vibração de corpo inteiro e localizadas.

7 REFERÊNCIAS

ALEKSANKIN, V. F.; Um aparelho para massagem ocular; Helmholtz Instituto de pesquisa de doenças dos olhos, traduzido de Meditsinskaya Teknika, N°5, pp. 56-57, setembro-outubro, 1971, o artigo original foi submetido em 22 de junho, 1970.

ANVISA; Resolução RDC nº 59, 27 de Junho de 2000.

ASPESI, N.V.; GOBBATO, P.L.; artigo Acidente vascular cerebral, disponível em < www.abcdasaude.com.br/artigo.phd?6 >, acesso dia 29 de Maio de 2009.

BARBARINI, F.; NATURESA, J.; GONÇALVES, L.; VON, R.; Vibrações e Acelerômetros, disponível em < <http://www.slideshare.net/jimnaturesa/vibraes-e-acelermetros-presentation> >, acesso em 30 de maio de 2009, Novembro de 2007.

BONGIOVANNI, L.; HAGBARTH, K.; STJERNBERG, L.; Prolonged muscle vibration reducing motor output in maximal voluntary contractions in man, J Physiol, 423: 15-23, 1990.

BOSCO, C.; COLLI, R.; INTROINI, E.; Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure, Clin Physiol, 19: 183-87, 1999.

BOSCO, C.; LACOVELLI, M.; TSARPELA, O.; CARDINALE, M.; BONFINAZI, M. TIHANYI, J.; VIRU, J.; DE LORENZO, A.; Hormonal responses to whole-vibration in men, Eur J Appl Physiol, 81: 449-54, 2000.

BRAUN, M. B.; SIMONSON, S.; Massoterapia, Manole, p. 2, 148-154 e 373-374, 2007.

BRONDANI, D.T.; BRANCHER, D.L.; TOMAS, H.; AREND, L.; SANTOS, R.I.F.; Medição de rotação utilizando um motor C.C. e uma placa de aquisição de dados conectados a um computador com uso do software labview, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM – RS, XVIII congresso regional de iniciação científica e tecnologia, 2003.

BUSS, P. M.; Saúde, sociedade e qualidade de vida, disponível em < <http://www.invivo.fiocruz.br/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=34&sid=8> > capturado em 14 Ago. 2008.

CATOZZI, A.; Derrame cada vez mais cedo, disponível em < <http://revistavivasauade.uol.com.br/Edicoes/32/artigo30648-1.asp> > capturado em 14 Ago. 2008, 2008.

COBRA, N.; A semente da vitória; Editora SENAC; Edição 76, 2005.

CULLEN, C.; FIELD, T.; ESCALONA, A.; HARTSHORN, K.; Father-infants interactions are enhanced by massage therapy, Early Child Development and Care, 1998.

DELECLUSE, C.; ROELANTS, M.; VERSCHEREM, S.; Strength increase after whole-body vibration compared with resistance training, *Med Sci Sports Exerc*, 35: 1003-41, 2003.

FACHINA, R.J.F.G.; artigo Ganho de força e potência musculares com o treinamento vibratório, CEFE, Centro de estudos de fisiologia do exercício, p.1,3 e 4, 2006.

FERNANDES, J.C.; FERNANDES, M.R.M.; artigo “Guia para avaliação da exposição humana à vibrações de corpo inteiro”, *International Standard ISO 2631*, Segunda edição, 15 de Janeiro de 1978.

GARCIA, E.; PADILHA, I.; FRANCO. M.A.; Vibroterapia em la inhibicion de la espasticidade asociada a la enfermedad motriz cerebral, *Revista iberoamericana de fisioterapia e cinesiologia*, n. 02, p. 66-74, 2001.

GASPAR, P.F.; Estresse no trânsito; disponível em <
<http://somostodosum.ig.com.br/club/artigos.asp?id=04486>>acesso dia 15 de maio de 2009, 2008.

GADE, S.; Improve the quality of sound and vibration, disponível em <
<http://www.bkhome.com/> > acesso em 14 Março 2009, 1988.

GREVE, J. M. D.; CASALIS, M. E. P.; BARROS, T. E. P.; *Diagnóstico e Tratamento da Lesão da Medula Espinal*, Roca, Ed. 1, p. 48, 2001.

HIGDON, A.; STILES, W.B.; *Mecânica Dinâmica*, Volume 2, 2ª Edição, Prentice/Hall do Brasil, p. 667-670, 1984.

ISO 13485; *International Standard Organization; Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos para fins regulamentares*; Associação Brasileira de Normas Técnicas, Comitê Brasileiro Odonto Médico Hospitalar, 2003.

_____*ISO 2631; Guia para avaliação da exposição humana à vibrações de corpo inteiro; Guide for evaluation of human exposure to whole-body vibration; International Organization for Standardization; 2ª edição, 1978.*

_____*ISO 2631-1; Mechanical vibration and shock – Evaluation of human exposure to whole-body vibration, International Standard, Second edition, 01 May 1997.*

_____*ISO 5349-1; Guia para medição e avaliação da exposição humana à vibrações transmitida à mão; Guide for evaluation of human exposure to whole-body vibration; International Organization for Standardization; 2ª edição; 1979.*

KELDERMAN, J.; *Groningen College of Higher Education*, 2001.

MARQUES, A.; *Conversão de unidades de vibração. Mecatrônica atual*. Editora Saber. Junho/Julho, 2007.

MERLO, I.; Derrame; disponível em < <http://oglobo.globo.com/vivermelhor/mat/2009/03/16/acidente-vascular-cerebral-uma-das-principais-causas-de-morte-do-pais-754857589.asp>> acesso dia 15 de maio de 2009, 2009.

MINIPA; Manual do tacômetro minipa modelo 2238, disponível em < <http://www.minipa.com.br/produtos/DetailsProduct.aspx?id=200> > capturado em 15 março de 2009, 2003.

PÄÄKKÖNEN, R.; “Tolerância de vibração”, disponível em < www.ttl.fi/NR/rdonlyres/543B890E.../Pääkkönen091205B.pdf > acesso em 15 Março 2009, 06 de Maio de 2005.

PEREIRA, C.C.G.; Conforto humano e limites para vibrações verticais, disponível em < www.rem.com.br/seer/index.php/Escola/.../105 > acesso em 10 Março 2009, 2000.

QUEIROZ, L.P.; Os gatilhos para a dor crônica, disponível em < http://www.santoandre.sp.gov.br/biblioteca/bv/hemdig_txt/080527003.pdf>, acesso ao site em 30 de Outubro de 2008, 28 de Maio de 2008.

RAINER, J.H.; NORTHWOOD, T.D.; Terremotos e Imóveis no Canadá, National Research Council Canadá, Division of Building Research, Canadian Building Digest 208, outubro de 1979.

RAO, S.S.; Vibrations Mechanical. 4th ed., Printice Hall, New Jersey, 1104 pp., 2003.

REGAZZI, R.D.; Avaliação de Vibração no Corpo Inteiro”, 3R Brasil Tecnologia Ambiental Ltda, Rio de Janeiro, 07 de Julho de 2006.

ROBINSON, A. J.; Eletrofisiologia Clínica. 2a ed. Rio Grande do Sul: Artmed, 22-24p., 2002.

RUNGE, M.; REHFELD, G.; RESNICEK, E.; Balance training and exercise in geriatric patients, Musculoskel Neuron Interact, 1: 61-65, 2000.

RUSHMER R.F.; Estrutura e função do sistema cardiovascular, Ed. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, 1974.

SANTOS, J.J.; O que é estresse e como afeta a saúde; psicanálise e psicologia oriental, disponível em < <http://www.joacir.com/o-que-e-estresse-e-como-afeta-a-saude#Topo> > acesso em 11 Ago. 2008, 08 de Fevereiro de 2008.

SANTOS, L.S.; SABIO, M.A.; LAMAS, W.Q.; PELOGGIA, A.; CAMARGO, J.R.; Aplicação da almofada vibratória na massagem automatizada proporcionando melhor qualidade de vida das pessoas, IV Workshop Cooperação Universidade-Empresa 8 de Dezembro de 2008, UNITAU, Ubatuba-SP, 2008.

SOARES, M.; Vibrações Mecânicas, disponível em < <http://www.mspsc.eng.br/mecn/mvbr110.shtml> >, acesso em 20 Março 2009, agosto de 2008.

STIVALE, A.R.; RIBEIRO, F.A.; KAKAZU, R.; Desenvolvimento do protótipo de manta vibratória com aplicação terapêutica, Universidade Santa Cecília – Santos, 2007.

SPINE; Plataforma vibratória, disponível em < <http://journals.lww.com/spinejournal/pages/default.aspx> > 28(23): 2621-7, acesso em 12 Abril 2009, 01 de Dezembro de 2003.

TIANLUN, R.; HEALTH EQUIPMENT, Products list, disponível em < <http://www.tianlun-china.com> > capturado em 22 agosto de 2009.

TORNIVEN, S.; KANNUS, P.; SIEVÄNEN, H.; JÄRVINEN, T.A.H.; PASANEN, M.; KONTULAINEN, S.; Effect of a vibration exposure on muscular performance and body balance, Randomized crossover study, Clin Physiol & Func Im, 22: 145-52, 2002.

UMPHRED, D.A.; Fisioterapia neurological, 2. ed., São Paulo: Manole, 1994.

VELLOSO, M.; GRANS, R.; SHIMADA, S.; GHION, L.G. M.; artigo “Fisioterapia respiratória – aspectos do atendimento hospitalar ambulatorial e home care, 1990.

VENDRAME, A.C.; PIANELLI, C.; Vendrame Consultoria, Relatório de Monitorização de Vibrações. Down Brasil SA, Guarujá 2005.

VERSCHUEREN, S.M.; ROELANTS, M.; DELECLUSE, C.; SWINNEN, S.; VANDERSCHUEREN, D.; COONEN, S.; Effect of 6-month whole body vibration training on hip density, muscle strength, and postural control in postmenopausal women: a randomized controlled pilot study, J Bone Miner Res, 19: 352-9, 2004.

VERSCHEUREN, S.M.; International Journal of Sports Medicine, 25(1):1-5, Jan 2004.

VIBROCONTROL; Manual de operações do acelerômetro, disponível em < www.vibrocontrol.com.br > acesso em 10 Maio 2009.

VOORMAN, C. ; DANDEKAR, G.; Massagem em Bebê, Alles Trade, Ed. revisada, p. 14, 2004.

8 ANEXOS

Anexo A - Normas de vibração, conforme ISO 2631 (1978)

Guia para avaliação da exposição humana à vibrações de corpo inteiro

Veículos aéreos, terrestres e aquáticos, bem como maquinarias (da indústria ou agricultura) expõem o homem à vibração mecânica, interferindo no seu conforto, na eficiência do seu trabalho e, em algumas situações, na saúde e segurança (FERNANDES e FERNANDES, 1978).

Esta Norma Internacional foi preparada tendo em vista os complexos fatores que determinam a resposta humana à vibração e a escassez de dados consistentes sobre a percepção e reações dos indivíduos à vibração. Tem como objetivos facilitar a avaliação e comparação de dados nesta área e proporcionar um guia provisório sobre os níveis aceitáveis de exposição à vibração de corpo inteiro. Os limites propostos nesta Norma Internacional devem se constituir num meio termo entre os dados disponíveis e os que deveriam satisfazer as necessidades de aplicações gerais. Estes limites são definidos explicitamente em termos numéricos para evitar ambigüidade e possibilitar, na prática, a sua medição precisa. Entretanto, ao usar estes critérios limites, é importante ter em mente as restrições colocadas à sua aplicação (FERNANDES e FERNANDES, 1978).

Vibração e choque mecânico - Avaliação da exposição humana de vibração a corpo inteiro, conforme ISO 2631-1 (1997)

O objetivo principal desta parte da norma ISO 2631 é definir métodos de quantificar todo o corpo em relação à vibração:

- A saúde humana e conforto;
- A probabilidade de percepção da vibração;

- A incidência de enjôo.

Esta parte da norma ISO 2631 está preocupada com vibração de corpo inteiro e exclui efeitos perigosos da vibração transmitida diretamente para os membros (por exemplo, ferramentas elétricas).

Veículos (ar, terra e água), máquinas (por exemplo, aqueles utilizados na indústria e na agricultura) e atividades industriais (como empilhamento e explosivos), podem expor as pessoas de forma periódica, aleatória e transitória a vibrações mecânicas que podem interferir com o conforto, as atividades e saúde (ISO 2631-1, 1997).

Esta parte da norma ISO 2631 define métodos para a avaliação de periódicos, aleatório e transitória para vibração de corpo inteiro. Ela indica os principais fatores que se combinam para determinar o grau em que uma exposição a vibração será aceitável.

Os anexos informativos indicam o atual parecer e fornece orientações sobre os possíveis efeitos da vibração sobre a saúde, percepção de conforto e enjôo. A faixa de frequência considerada é a seguinte:

- 0,5 Hz a 80 Hz para a saúde, percepção de conforto, e
- 0,1 Hz a 0,5 Hz para o enjôo.

Esta parte da norma ISO 2631 é aplicável às respostas transmitidas para o corpo humano como um todo através do apoio de superfícies: os pés da pessoa de pé, as nádegas, costas e os pés de uma pessoa sentada ou o apoio à área de uma pessoa reclinada. Este tipo de vibração é encontrado nos veículos, máquinas, nos edifícios e nas imediações das máquinas de trabalho (ISO 2631-1, 1997).

Vibrações mecânicas, medição e avaliação da exposição humana a mão, conforme ISO 5349 (1978)

A vibração intensiva pode ser transmitida a partir de ferramentas, maquinários ou instrumentos de trabalho vibratórios para as mãos e braços dos operadores. Tais situações ocorrem, por exemplo, nas indústrias manufatureiras, de mineração e de construção, quando se manipula ferramentas manuais elétricas e pneumáticas e, no trabalho florestal quando se utiliza moto serras. Estas vibrações são geralmente transmitidas pela mão e braço para o ombro (FERNANDES e FERNANDES, 1978).

As exposições à vibração necessárias para causar estas enfermidades não são exatamente conhecidas, tanto no que diz respeito à intensidade de vibração como ao espectro de frequência de vibração, ou no que diz respeito ao tempo de exposição diária e ao período de exposição total. A coleta de dados confiáveis de como a exposição à vibração afeta a saúde humana, provou ser muito difícil por muitas razões. Considerando a complexidade do problema da vibração transmitida à mão, de acordo com a atividade ocupacional, bem como a escassez de dados quantitativos sobre seu efeito à saúde, é difícil propor uma norma firme quanto à avaliação de tal vibração e recomendar o limite de exposição seguro. Contudo, com base nos dados limitados disponíveis e na experiência com condições atuais de exposição, os limites propostos nesta Norma Internacional parecem representar a melhor diretriz disponível hoje, para proteger a maioria dos trabalhadores contra danos sérios de saúde e para ajudar no desenvolvimento de ferramentas manuais com menor risco de causar enfermidades da vibração no homem (FERNANDES e FERNANDES, 1978).

Anexo B - Normas de qualidade para a área da saúde

Resolução RDC Nº 59, conforme ANVISA (2000)

A Diretoria colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), no uso da atribuição que lhe confere o art. 11, inciso IV, do regulamento da ANVISA aprovado pelo decreto 3.029, de 16 de abril de 1999, em reunião realizada em 20 de Junho de 2000, considerando a Lei nº 6360, de 23 de Setembro de 1976 e seu regulamento, o Decreto nº 79094 de 5 de Janeiro de 1977 estabelece que considerando a necessidade de instituir e implementar requisitos de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos que fabriquem ou comercializem produtos médicos, de forma a garantir a qualidade do processo e o controle dos fatores de risco à saúde do consumidor com base nos instrumentos harmonizados no Mercosul. Considerando a necessidade de dispor de parâmetros para a auditoria e inspeção das Boas Práticas de Fabricação de Produtos Médicos. Considerando a necessidade de internalizar a Resolução Mercosul/GMC/Res. Nº 04/95 e Resolução Mercosul/GMC/Res. Nº 131/96 (ANVISA, 2000).

NBR ISO 13485:2000

Esta Norma especifica requisitos para um sistema de gestão da qualidade que pode ser utilizado por uma organização para o projeto e desenvolvimento, produção, instalação e serviços de produtos para saúde, e para o projeto, desenvolvimento e provisão de serviços relacionados. Pode também ser utilizada por partes internas e externas, incluindo organismos de certificação, para avaliar as habilidades da organização em atender aos clientes e aos requisitos regulamentares (ISO 13485, 2003).

9 APÊNDICE

Apêndice A – Relatório de medição da Almofada Térmica Vibratória com Tacômetro

		RELATÓRIO PRÁTICO DE ANÁLISE - ALMOFADA										
DATA DA REALIZAÇÃO: 25.05.2009												
NOME E MODELO DO INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO: TACOMETRO MDT - 2238A												
DATA DA ÚLTIMA AFERIÇÃO DO EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO: 24/10/2008												
REALIZADO POR: AUXILIAR DE QUALIDADE WILLIAM HONORATO										ASSINATURA:		
APROVADO POR: ENGº MARCELO ANASTACIO										ASSINATURA:		
ROTAÇÃO (rpm) DE 10 REPETIÇÕES												
UTILIZAR A FUNÇÃO (1)												
INTENSIDADE:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA DA ROTAÇÃO (rpm)	FREQUÊNCIA (Hz)
1	1503	1523	1601	1529	1513	1511	1513	1706	1327	1576	1530,20	25,50
2	1936	2088	2193	2116	2067	2081	2013	2326	2003	2173	2099,60	34,99
3	2608	2710	2712	2641	2002	2617	2628	2912	2583	2791	2620,40	43,67
4	3155	3175	3253	3242	3207	3196	3233	3473	3257	3363	3255,40	54,26
5	3669	3793	3905	3768	3700	3660	3749	4095	3819	3981	3813,90	63,57
6	4241	4311	4414	4261	4161	4146	4374	4482	4359	4556	4330,50	72,18
7	4718	4736	5061	4861	4723	4758	4965	5135	4968	5085	4901,00	81,68
8	4821	4894	5045	4939	4768	4756	5065	5114	5135	5149	4968,60	82,81
UTILIZAR A FUNÇÃO (2)												
1	402	401	425	426	440	446	427	587	422	422	439,80	7,33
2	528	542	613	548	558	537	559	562	520	584	555,10	9,25
3	693	649	935	775	712	750	702	955	706	1001	787,80	13,13
4	756	855	1045	750	702	794	851	855	1123	846	857,70	14,30
5	1250	1186	1316	1395	1275	1272	1355	1430	1247	1345	1307,10	21,79
6	1236	1582	1647	1544	1688	1590	1584	1462	1580	1527	1544,00	25,73
7	1346	1770	1637	1911	1705	1935	1968	2039	1780	2211	1830,20	30,50
8	1938	1930	2189	1943	1998	1942	1909	2226	2296	2326	2069,70	34,50
UTILIZAR A FUNÇÃO (3)												
1	540	497	515	549	559	551	558	594	474	605	544,20	9,07
2	778	729	768	758	782	779	775	850	740	834	779,30	12,99
3	967	967	971	913	994	993	1035	1035	1007	1067	994,90	16,58
4	1228	1214	1250	1227	1268	1223	1271	1354	1235	1330	1260,00	21,00
5	1434	1330	1503	1495	1495	1454	1446	1485	1515	1177	1433,40	23,89
6	1522	1606	1758	1672	1670	1625	1676	1840	1742	1471	1658,20	27,64
7	1820	2044	2006	1919	1927	1856	2172	2048	2027	2053	1987,20	33,12
8	1923	1927	2080	2024	2001	1840	2083	2002	2089	2085	2005,40	33,42
UTILIZAR A FUNÇÃO (4)												
1	265	1054	1474	1434	1503	1579	1508	1630	1282	1646	1337,50	22,29
2	641	1590	2120	2184	2197	2181	2026	2179	1973	2283	1937,40	32,29
3	918	2658	2776	2772	2787	2637	2733	2768	2490	2889	2542,80	42,38
4	1664	3153	3384	2129	3332	3252	3292	3459	3246	3453	3036,40	50,61
5	1980	3501	3875	3751	3894	3713	3894	3989	3783	4011	3639,10	60,65
6	2373	4210	4259	4424	4449	4040	4483	4211	4515	4130	4109,40	68,49
7	4977	4103	4520	4266	4912	4928	5043	4762	5108	5139	4775,80	79,60
8	4668	4909	5092	4897	5091	4841	4512	4657	5146	5165	4897,80	81,63
CONCLUSÃO												
FREQUÊNCIA MÍNIMA: 7,33 Hz						FREQUÊNCIA MÁXIMA: 82,81 Hz						
OBSERVAÇÕES:												

Apêndice B – Relatório de medição da Almofada Térmica Vibratória com Acelerômetro

		RELATÓRIO PRÁTICO DE ANÁLISE - ALMOFADA										
DATA DA REALIZAÇÃO: 25.05.2009												
NOME E MODELO DO INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO: ACCELEROMETRO - MT 9000												
DATA DA ÚLTIMA AFERIÇÃO DO EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO:												
REALIZADO POR: AUXILIAR TÉCNICO AUGUSTO DE OLIVEIRA										ASSINATURA:		
APROVADO POR: ENGº MARCELO ANASTACIO										ASSINATURA:		
ROTAÇÃO (rpm) DE 10 REPETIÇÕES												
UTILIZAR A FUNÇÃO (1)												
INTENSIDADE:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	MÉDIA DA ROTAÇÃO (rpm)	FREQUÊNCIA (Hz)
1	1844	1696	1655	1872	1671	1814	1738	1652	1754	1745	1744,10	29,07
2	2490	2290	2254	2228	2139	2460	2327	2101	2160	2208	2265,70	37,76
3	3080	2884	2803	2864	2808	2808	2868	2718	2814	2744	2839,10	47,32
4	3718	3411	3390	3565	3320	3358	3408	3243	3400	3342	3415,50	56,93
5	4244	3962	3964	4144	3922	3882	3825	3805	3932	3952	3963,20	66,05
6	4787	4414	4408	4618	4132	4382	4195	4119	4497	4246	4379,80	73,00
7	5188	4983	4801	5214	4966	4930	4801	4680	5080	4870	4951,30	82,52
8	5402	5162	5033	5281	5210	4775	4900	4700	4813	4680	4995,60	83,26
UTILIZAR A FUNÇÃO (2)												
1	1558	1658	1464	1470	1671	1702	1762	1742	1742	1738	1650,70	27,51
2	1980	2061	1618	1671	2006	2129	2178	1860	2006	2272	1978,10	32,97
3	2674	2941	2610	2506	3342	2917	2864	2674	2796	2451	2777,50	46,29
4	3320	3580	3720	3744	4011	3512	3247	2941	3056	3008	3413,90	56,90
5	3565	4011	5050	3465	4144	4011	3678	4011	3099	3696	3873,00	64,55
6	4150	4308	4245	4216	4226	4196	3980	4106	3194	3056	3967,70	66,13
7	3890	4525	4421	4456	3844	3932	3761	4157	3180	3593	3975,90	66,27
8	4069	4890	4180	4011	4430	4011	4966	4367	3560	3403	4188,70	69,81
UTILIZAR A FUNÇÃO (3)												
1	1925	1925	1960	1910	2292	2172	2228	2292	2139	2101	2094,40	34,91
2	2926	3490	2992	3403	2463	3075	2776	2674	2674	2540	2901,30	48,36
3	3872	3722	4358	5730	4775	5252	4234	3454	3543	3744	4268,40	71,14
4	4659	4611	5876	5170	5348	5097	4640	5570	4011	4393	4937,50	82,29
5	4066	4803	4638	4456	4584	4512	4730	4562	3056	4234	4364,10	72,74
6	4057	4272	4654	4635	4393	4343	4234	4360	3162	4109	4221,90	70,37
7	4234	4662	4081	4813	4011	4584	4428	4564	3375	4106	4285,80	71,43
8	4419	4928	4599	4902	4297	4397	4596	4412	4297	4452	4529,90	75,50
UTILIZAR A FUNÇÃO (4)												
1	1823	1714	1782	1712	1702	1754	1782	1702	1694	1702	1736,70	28,95
2	2024	2202	2267	2340	2086	2249	2178	2282	2089	2228	2194,50	36,58
3	2768	2918	3082	3412	2607	3482	3164	3321	2861	3281	3089,60	51,49
4	3556	3479	3596	3502	3412	3328	4002	3976	3301	3804	3595,60	59,93
5	3999	3897	3722	3805	3841	3760	3862	3981	4555	3756	3917,80	65,30
6	4472	4493	4119	4436	4011	4152	4154	4206	3990	4251	4228,40	70,47
7	4760	4765	4614	4902	4674	4635	4552	4568	4254	4396	4612,00	76,87
8	4891	5016	4699	4954	4680	4775	4345	4708	4908	5053	4802,90	80,05
CONCLUSÃO												
FREQUÊNCIA MÍNIMA: 27,51 Hz					FREQUÊNCIA MÁXIMA: 83,26 Hz							
OBSERVAÇÕES:												

Apêndice C – Relatório de medição da Esteira Térmica Anatômica Vibratória com Tacômetro

FUNÇÃO		INT.	REPETIÇÃO					MÉDIA DA ROTACÃO (rpm)	FREQÜÊNCIA (Hz)	FUNÇÃO		INT.	REPETIÇÃO					MÉDIA DA ROTACÃO (rpm)	FREQÜÊNCIA (Hz)
			1	2	3	4	5						1	2	3	4	5		
1	1	1191	404	423	1333	1096	889,40	14,82	9	1	658	571	524	426	555	546,80	9,11		
	4	2392	805	844	2549	1989	1715,80	28,60		4	1349	1329	1229	1276	1291	1294,80	21,58		
	8	3595	1235	1348	3667	3435	2656,00	44,27		8	2540	2624	1924	2342	2537	2393,40	39,89		
2	1	1101	1044	1061	4046	1041	1658,60	27,64	10	1	958	896	703	711	801	813,80	13,56		
	4	1084	1057	1078	1110	1092	1084,20	18,07		4	2265	2124	1922	1951	1975	2047,40	34,12		
3	1	1962	2048	1921	2025	1937	1978,60	32,98	11	1	4343	4335	4239	4269	4277	4292,60	71,54		
	4	3509	3527	3535	3573	3550	3538,80	58,98		4	3564	3019	2762	2390	2895	2926,00	48,77		
4	1	3897	3984	3966	4026	3991	3972,80	66,21	12	1	609	1710	1837	1932	1942	1606,00	26,77		
	4	3926	3931	3952	3986	3999	3958,80	65,98		4	1291	1228	1337	1599	1399	1370,80	22,85		
5	1	570	509	582	555	509	545,00	9,08	13	1	837	816	807	902	891	850,60	14,18		
	4	1087	1087	1041	1084	1065	1072,80	17,88		4	2239	2419	1882	1914	1852	2061,20	34,35		
6	1	2484	2555	235	4384	2673	2466,20	41,10	14	1	787	822	715	828	891	808,60	13,48		
	4	1929	1626	476	3888	1819	1947,60	32,46		4	1877	1770	1808	1901	1900	1851,20	30,85		
7	1	399	1153	222	781	699	650,80	10,85	15	1	1920	1938	1806	1937	1910	1902,20	31,70		
	4	751	2273	478	1467	1662	1326,20	22,10		4	2541	2530	2727	2410	2435	2528,60	42,14		
8	1	1963	1942	1930	2049	1974	1971,60	32,86	8	1	4913	4881	4972	5000	4971	4947,40	82,46		
	4	3251	3209	3284	3308	3310	3272,40	54,54		8	3762	3717	3851	3887	3765	3796,40	63,27		

CONCLUSÃO

FREQÜÊNCIA MÍNIMA:	9,08 Hz	FREQÜÊNCIA MÁXIMA:	82,70 Hz
OBSERVAÇÕES:			

Apêndice D – Relatório de medição da Esteira Térmica Anatômica Vibratória com Acelerômetro

FUNÇÃO		INT.	REPETIÇÃO					MÉDIA DA ROTACÃO (rpm)	FREQÜÊNCIA (Hz)	FUNÇÃO		INT.	REPETIÇÃO					MÉDIA DA ROTACÃO (rpm)	FREQÜÊNCIA (Hz)
			1	2	3	4	5						1	2	3	4	5		
1	1	1999	1823	1882	2340	6654	2939,60	48,99	9	1	1738	2127	1719	2066	2037	1937,40	32,29		
	4	5034	3291	5730	3198	9057	5262,00	87,70		4	3497	3155	2406	3122	3544	3144,80	52,41		
	8	5528	5080	7279	8022	8123	6806,40	113,44		8	4202	3198	5190	4872	3732	4238,80	70,65		
2	1	6068	4011	4304	3247	6288	4783,60	79,73	10	1	2181	2360	1884	1814	2086	2065,00	34,42		
	4	5744	4298	4902	4584	9426	5790,80	96,51		4	3610	2783	3036	2744	3117	3058,00	50,97		
	8	6746	4618	9448	4456	9638	6981,20	116,35		8	4101	3390	4317	4187	3150	3829,00	63,82		
3	1	2428	2702	2006	1719	2113	2193,60	36,56	11	1	2518	4617	4683	2107	4283	3641,60	60,69		
	4	3712	3646	3394	3487	9822	4812,20	80,20		4	3886	4251	4012	3416	3398	3792,60	63,21		
	8	6818	5124	4721	6551	7556	6154,00	102,57		8	5001	5499	5238	4890	5043	5134,20	85,57		
4	1	5716	3616	3952	5232	5952	4893,60	81,56	12	1	3915	3015	2376	2362	2262	2786,00	46,43		
	4	5730	4117	4413	8356	4325	5388,20	89,80		4	4011	3347	3068	3042	3105	3314,60	55,24		
	8	7754	4329	5128	5933	4226	5474,00	91,23		8	4620	3128	4172	3443	3256	3723,80	62,06		
5	1	4127	2348	2674	1782	3800	2946,20	49,10	13	1	2190	2305	1881	1834	2085	2059,00	34,32		
	4	5254	3892	3460	3707	4621	4186,80	69,78		4	3131	3261	3213	2513	3106	3044,80	50,75		
	8	6498	4493	6449	5502	5023	5593,00	93,22		8	3884	3295	4016	3528	3383	3621,20	60,35		
6	1	3560	4658	2101	4578	4011	3781,60	63,03	14	1	2024	2006	1783	1708	1918	1887,80	31,46		
	4	6685	4189	3886	3998	4056	4562,80	76,05		4	3102	2477	2800	2414	3052	2769,00	46,15		
	8	6021	4846	5730	5780	4258	5327,00	88,78		8	3999	2893	3390	2956	4128	3473,20	57,89		
7	1	4584	2790	2228	1828	5214	3328,80	55,48	15	1	2670	2228	2558	2604	2224	2456,80	40,95		
	4	5942	4200	4992	3389	5656	4835,80	80,60		4	3820	4128	4029	3026	3680	3736,60	62,28		
	8	7449	5482	9741	5741	5450	6772,60	112,88		8	5060	5121	5011	4182	4710	4816,80	80,28		
8	1	2768	2458	2006	2139	2622	2398,60	39,98											
	4	6685	4293	3268	4011	4870	4625,40	77,09											
	8	6061	4481	4564	4163	7066	5267,00	87,78											

CONCLUSÃO

FREQÜÊNCIA MÍNIMA:	31,46 Hz	FREQÜÊNCIA MÁXIMA:	116,35 Hz
OBSERVAÇÕES:			