

## INTRODUÇÃO

O século passado testemunhou mudanças sem precedentes na tecnologia de fabricação industrial. Avanços em materiais, métodos e sistemas de controle levaram a uma maior qualidade, tolerâncias mais rígidas e produções mais rápidas. Tudo isso leva a custos mais baixos, preços mais atrativos e, conseqüentemente, aumento da demanda. O aumento da demanda impulsiona a busca por produções cada vez mais rápidas e o ciclo se repete. Com a pressão sobre a maquinaria de produção para entregar uma velocidade cada vez mais rápida, aumentam as taxas de ciclo da máquina e a vibração. Conseqüentemente, há um aumento nos níveis de ruído.

Os alimentadores vibratórios não estão imunes a esse aumento exponencial nos requisitos de velocidade. Como um dos blocos de construção fundamentais dos sistemas de montagem automatizados, alimentadores cada vez maiores estão sendo pressionados para operar cada vez mais rápido a fim de acompanhar as taxas de produção cada vez maiores. Além disso, à medida que o uso de sistemas de montagem automatizados prolifera, também aumenta o número absoluto de alimentadores em uma determinada instalação. Quantidades maiores e taxas crescentes de alimentadores aumentam os níveis de ruído no local de trabalho.

O ruído, ou seja, qualquer som em volume excessivo, foi identificado há muito tempo como uma das principais causas da perda auditiva. É a **principal causa** de perda auditiva evitável. Além de colocar os funcionários em risco de perda auditiva, níveis excessivos de ruído têm sido associados ao aumento das taxas de acidentes, diminuição da qualidade e baixa produtividade dos trabalhadores. Portanto, qualquer oportunidade de reduzir os níveis de ruído deve ser vista como uma chance de melhorar a lucratividade da empresa.

## OS EFEITOS DO RUÍDO

A mecânica de porque a intensa potência sonora prejudica a audição é agora bem compreendida. O ouvido interno possui nervos auditivos conhecidos como cílios que são danificados muito lentamente ao longo do tempo por exposições persistentes a alta potência sonora. Um dia, esses nervos morrem. A piora da audição com a exposição ao ruído é insidiosa, lenta, persistente e indolor. Normalmente, quando ocorre o primeiro dano ao nervo, o primeiro sinal de alerta é



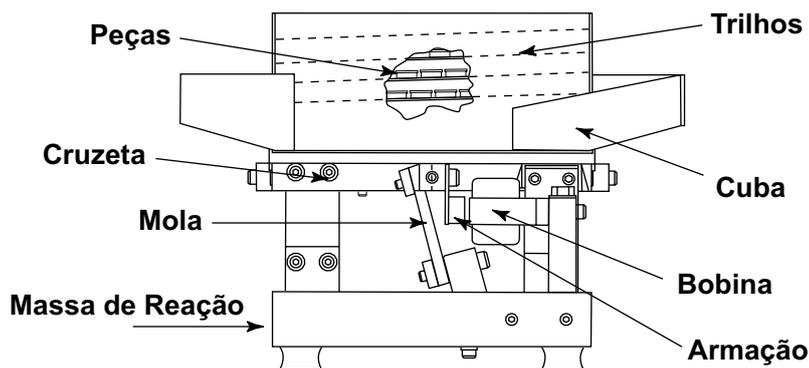
o zumbido (ou sibilos, tinidos e cliques) nos ouvidos. À medida que a perda auditiva aumenta, amigos e parentes percebem que devem repetir a fala com frequência, o rádio e a televisão ficam

anormalmente altos e as pessoas com problemas auditivos começam a perder o interesse pela socialização (uma forma de mudança de personalidade).

Outros problemas associados foram encontrados entre aqueles que trabalham em ambientes ruidosos. Um grande problema é a segurança do trabalhador. Os trabalhadores são colocados em risco quando há ruído no local de trabalho. O ruído afeta a capacidade de ouvir os sinais de aviso. Há redução do entendimento da conversa verbal, como instruções e orientações. A discriminação da fala fica prejudicada, assim como a localização do som. O ruído restringe as interações sociais e serve para mascarar informações auditivas úteis e necessárias. Para trabalhadores com perda auditiva, essas desvantagens auditivas aumentam os riscos. O ruído no ambiente pode levar a erros e, às vezes, a acidentes. Em unidades de produção barulhentas, a perda auditiva afeta entre 40% e 80% da força de trabalho contra uma estimativa de 18% na população em geral.

Existem vários outros efeitos negativos ao se trabalhar regularmente em locais ruidosos. Aqueles que são regularmente expostos a ruído no trabalho têm um índice maior de problemas de saúde emocional, incluindo ansiedade, distúrbios do sono, discórdia emocional com o cônjuge e filhos e hipertensão da pressão arterial. Em um estudo realizado na China, descobriu-se que jovens mulheres adultas desenvolvem vários problemas reprodutivos quando submetidas a um ambiente de trabalho ruidoso. 1) Os ciclos menstruais mudaram e tornaram-se menos regulares. 2) Tiveram maior dificuldade para engravidar. 3) Aquelas que engravidaram tiveram uma taxa anormalmente alta de aborto espontâneo. 4) As que engravidaram tinham um risco anormalmente alto de parto prematuro. 5) Os bebês nascidos vivos tiveram uma taxa anormalmente alta de defeitos de nascença.

### Ilustração 1: Alimentador Vibratório Convencional



É evidente que os efeitos do ruído podem apresentar consequências prejudiciais; portanto, devem ser aplicadas ações para minimizar a exposição a ruídos. A redução de ruídos produzidos por alimentadores vibratórios é uma área capaz de reduzir significativamente a exposição a ruídos no local de trabalho.

### RUÍDO DO ALIMENTADOR VIBRATÓRIO

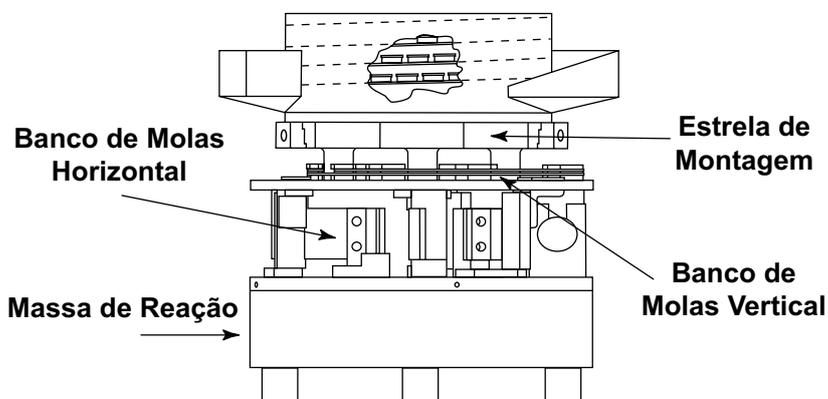
Os alimentadores vibratórios convencionais possuem uma bobina eletromagnética, uma armação correspondente e uma mola em combinação para fornecer o movimento necessário. (Consulte a Ilustração 1) A bobina é montada em uma massa de reação para contrabalançar a cuba vibratória. Conforme a bobina é energizada, a armação é atraída em sua direção. A armação e a mola são conectadas por meio de uma cruzeta, que é a superfície de montagem da cuba. Por causa do ângulo de montagem da mola, conforme a armação é puxada horizontalmente em direção à bobina, a cruzeta se move horizontal e verticalmente. O vetor resultante representa o plano angular no qual a cuba se move para frente e para trás. O plano angular de movimento, em conjunto com a trilha angular da cuba, incrementalmente “alimenta” as peças ao longo da trilha helicoidal em direção à descarga da cuba.

O ruído é gerado a partir dos pulsos elétricos que atraem a armação em direção à bobina. Esses pulsos ocorrem em uma frequência de 60 Hz ou 120 Hz, referentes às frequências de meia onda e de onda completa (em alguns países essas frequências são 50 Hz e 100 Hz). O ruído também é gerado pelas peças da cuba que entram em contato com a trilha. A cada pulso da bobina, conforme a cuba é arrastada ao longo do vetor resultante, as peças são “lançadas” na trilha para um ponto um pouco mais adiante. Cada vez que a peça é lançada para cima e cai sobre a trilha, é gerado ruído. Com milhares de peças na cuba, essa contribuição para o ruído pode ser substancial. O tipo de peça também influencia o nível de ruído. Peças leves de plástico produzirão menos ruído do que peças pesadas de metal. A velocidade de alimentação é controlada por meio da variação de potência nas bobinas. Um aumento na potência criará um aumento na amplitude, ou seja, a distância que a cuba percorre a cada pulso. Como os componentes horizontal e vertical do movimento são ligados mecanicamente por meio da mola, qualquer aumento de potência do componente horizontal (o principal contribuinte para a taxa de alimentação)

automaticamente aumentará a potência do componente vertical. Além do ruído extra gerado pelas bobinas, o aumento da potência do componente vertical faz com que as peças saltem mais, criando mais ruído, além de potencialmente causar desvio das peças.

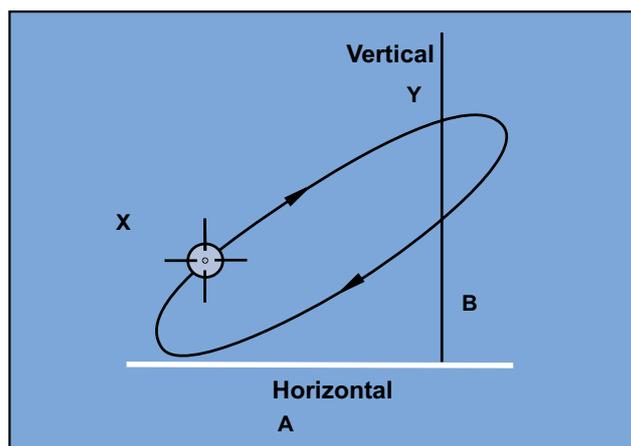
O alimentador de eixo duplo Série 2000 realiza o movimento vibratório de uma maneira diferente. Em vez de ter um conjunto de molas montadas em um ângulo fixo, a unidade de eixo duplo tem um conjunto de molas/bobinas que controla o movimento horizontal e um outro conjunto que controla o movimento vertical. (Consulte a Ilustração 2) Esses dois movimentos são combinados eletronicamente, por meio de um controlador à base de um microprocessador, para criar um vetor resultante. O controlador detecta a frequência natural do sistema de alimentação e o aciona nessa frequência ou próximo a ela, normalmente entre 25 Hz e 35 Hz. Essas frequências mais baixas são percebidas pelo ouvido humano como sendo menos ruidosas do que as frequências mais altas do alimentador convencional. Além disso, como os pulsos eletromagnéticos agora estão trabalhando em favor – e não contra – o movimento natural da cuba, o consumo de energia é menor.

### Ilustração 2: Alimentador Vibratório Série 2000



O controle independente dos movimentos horizontais e verticais da cuba permite aumentar a amplitude horizontal sem aumentar a correspondente amplitude vertical. Essa condição eleva a taxa de alimentação sem intensificar o nível de ruído e sem causar desvio das peças. Além dos componentes horizontal e vertical, a relação entre eles, ou o ângulo de fase, também pode ser otimizada. Ao ajustar o tempo entre um pulso horizontal e um vertical, é criado um caminho elíptico (Consulte a Ilustração 3). Com esse movimento, a cuba cai longe da peça, vai para trás e, gradualmente, pega a peça e a carrega para frente. Em comparação com a ação convencional de arremesso da cuba, esse deslocamento fornece um manuseio de peças muito mais silencioso e suave.

### Ilustração 3: Controle de Fase Série 2000



### TESTE DE COMPARAÇÃO DE NÍVEL DE RUÍDO

Os dados empíricos para confirmar as alegações apresentadas foram coletados por meio da realização de testes comparativos entre uma unidade convencional com acionador quadrado e um acionador Série 2000 da SPIROL. Foi utilizada a mesma cuba para os testes em cada unidade. As leituras de ruído foram realizadas com uma cuba vazia, tampas plásticas de garrafas e pinos metálicos espirais. Tanto para as tampas como para os pinos foram mantidas taxas de alimentação constantes durante os testes da Série 2000 e do acionador quadrado.

Foram realizadas quatro medições ao redor de cada alimentador vibratório, gerando uma média comparativa entre o acionador quadrado e a Série 2000.

As medições e as análises foram realizadas pela Noise Control Engineering (NCE) de Billerica, Massachusetts. Os níveis de ruído foram medidos usando um analisador acústico Larson-Davis modelo 2900B. O instrumento foi calibrado em campo por um calibrador acústico Larson-Davis CAL200 a 94 dB e 114 dB (referente a 20 µPa) a 1.000 Hz.

As medições de ruído de banda de oitava e ponderação A geral foram feitas pela NCE. Os níveis de som da banda de oitava fornecem informações sobre o caráter de frequência do ruído. O nível de ruído com ponderação A geral fornece uma medida da amplitude total do som, conforme percebido pelo ouvido humano. A escala de ponderação A é usada pela OSHA para definir níveis de ruído aceitáveis. Todas as medições foram realizadas em uma sala fechada com o sistema de climatização desligado. Os níveis de ruído de fundo (alimentadores não operando) eram pelo menos 20 decibéis mais baixos do que os níveis de ruído dos alimentadores. As medições de ruído foram tomadas em quatro posições ao redor do perímetro dos alimentadores, todas a uma distância de 3 pés (aproximadamente 90 cm). Foram testadas três condições diferentes: (1) cuba vazia; (2) tampas plásticas de garrafa; e (3) pinos metálicos espirais.

A fim de poder comparar a unidade com acionador quadrado e a unidade Série 2000, a NCE calculou a média de todos os locais de medição para cada alimentador e cada condição. Os níveis de som em função da banda de oitava encontram-se na *Tabela 1*. As colunas "Delta" apresentam os níveis de som médios para cuba vazia, tampas plásticas e pinos metálicos, respectivamente. "Delta médio" apresenta a diferença entre a unidade com acionador quadrado e a unidade Série 2000.

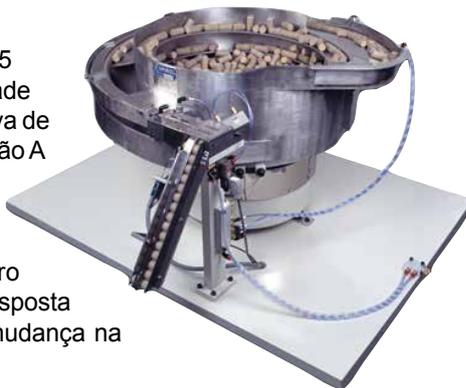
**TABELA 1: Média dos Níveis de Ruído de Banda de Oitava Medidos em Quatro Locais.**  
(Todos os valores em dB re. 20 µPa.)

Banda de Oitava	Cuba Vazia			Tampas Plásticas			Pinos Metálicos			Delta Médio
	Acionador Quadrado	2000	Delta	Acionador Quadrado	2000	Delta	Acionador Quadrado	2000	Delta	
31.5	50	59	-9	51	59	-8	51	61	-11	-9
63	55	55	0	55	55	0	54	56	-2	0
125	87	58	29	87	58	29	89	63	26	28
250	96	78	18	96	77	19	96	80	16	18
500	87	65	22	83	64	19	84	68	17	19
1000	75	53	22	81	63	18	80	66	15	18
2000	64	44	20	80	61	19	81	65	16	18
4000	63	34	29	81	59	22	85	70	15	22
8000	54	31	23	68	45	23	84	69	15	20
16000	39	27	12	50	34	16	78	64	15	14
dB(A)	89	70	19	91	72	19	93	77	16	18

## RESULTADO DOS TESTES

NCE made the following conclusions as a result of their testing:

- ANCE tirou as seguintes conclusões como resultado de seus testes:
- O Alimentador Vibratório Série 2000 é de 15 dB a 22 dB mais silencioso do que a unidade com acionador quadrado em bandas de oitava de 125 Hz a 16.000 Hz. Com base na ponderação A geral, a Série 2000 é 18 dB mais silenciosa do que o dispositivo padrão. Essa redução é muito significativa e pode ser caracterizada como uma “mudança quatro vezes mais marcante” em uma base de resposta subjetiva. Uma redução de 20 dB é uma mudança na energia sonora de cem vezes (100x).
- A uma distância de 3 pés, os níveis de som do alimentador com acionador quadrado excedem os limites de ruído de 90 dB(A) estabelecidos pela OSHA para 8 horas de exposição. Pode ser improvável que um operador fique a menos de 3 pés do alimentador por 8 horas. No entanto, como referência, a unidade da Série 2000 está bem abaixo desses limites da OSHA. Com base na metodologia OSHA, a Série 2000 teria contribuição zero para a exposição ao ruído de um operador durante um único dia de trabalho.
- Uma comparação dos dados da banda de 1/3 de oitava mostra que o acionador quadrado tem dois tons nas bandas de 1/3 de oitava de 125 Hz e 250 Hz. A eliminação do tom de 125 Hz na Série 2000 contribui para um som menos áspero.
- O Alimentador Vibratório Série 2000 é 10 decibéis mais ruidoso na banda de oitava de 31,5 Hz. Provavelmente, isso se deve à menor frequência de acionamento da unidade da Série 2000. O nível de som mais alto, a 31,5 Hz, contribui de pouco a zero para os níveis de som com ponderação A geral.
- Nas bandas de oitava de 31,5 Hz a 500 Hz, os níveis de som são praticamente os mesmos para a cuba vazia, as tampas plásticas e o pinos metálicos. Para a banda de oitava de 1000 Hz e superiores, os pinos metálicos produzem os níveis de som mais altos, seguidos pelas tampas plásticas e, por último, a cuba vazia.



## CONCLUSÃO

A redução do nível de ruído da fábrica deve ser uma prioridade em qualquer instalação de manufatura. Programas bem-sucedidos resultarão em redução das taxas de acidentes, redução dos pedidos de indenização de trabalhadores, maior produtividade e aumento do moral dos funcionários. Todos esses benefícios se combinam para reduzir os custos gerais, permitindo que as empresas sejam mais competitivas e/ou lucrativas. O desenho de eixo duplo do Sistema de Alimentação Vibratória Série 2000 permite maiores taxas de alimentação em um determinado tamanho de cuba, operação na frequência natural do sistema e um movimento elíptico mais suave. Esses recursos contribuem para uma redução de 100 vezes na energia do som em relação a um alimentador convencional ou, em outras palavras, uma redução de ruído percebido pelo homem em quatro vezes. A Série 2000, portanto, deve ser um componente importante nos programas de redução de ruído em instalações que usam, ou estão planejando usar, alimentadores vibratórios em seu processo de fabricação.

© 2017 SPIROL International Corporation

No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, electronically or mechanically, except as permitted by law, without written permission from SPIROL International Corporation.

## Centros Técnicos

### Américas SPIROL Brasil

Rua Mafalda Barnabé Soliane, 134  
Comercial Vitória Martini, Distrito Industrial  
CEP 13347-610, Indaiatuba, SP, Brasil  
Tel. +55 19 3936 2701  
Fax. +55 19 3936 7121

### SPIROL EUA

30 Rock Avenue  
Danielson, Connecticut 06239 EUA  
Tel. +1 (1) 860 774 8571  
Fax. +1 (1) 860 774 2048

### SPIROL Divisão de Calços

321 Remington Road  
Stow, Ohio 44224 EUA  
Tel. +1 (1) 330 920 3655  
Fax. +1 (1) 330 920 3659

### SPIROL Canadá

3103 St. Etienne Boulevard  
Windsor, Ontario N8W 5B1 Canadá  
Tel. +1 (1) 519 974 3334  
Fax. +1 (1) 519 974 6550

### SPIROL México

Avenida Avante #250  
Parque Industrial Avante Apodaca  
Apodaca, N.L. 66607 Mexico  
Tel. +52 (01) 81 8385 4390  
Fax. +52 (01) 81 8385 4391

### Europa

#### SPIROL França

Cité de l'Automobile ZAC Croix Blandin  
18 Rue Léna Bernstein  
51100 Reims, França  
Tel. +33 (0) 3 26 36 31 42  
Fax. +33 (0) 3 26 09 19 76

#### SPIROL Reino Unido

17 Princewood Road  
Corby, Northants  
NN17 4ET Reino Unido  
Tel. +44 (0) 1536 444800  
Fax. +44 (0) 1536 203415

#### SPIROL Alemanha

Ottostr. 4  
80333 Munich, Alemanha  
Tel. +49 (0) 89 4 111 905 71  
Fax. +49 (0) 89 4 111 905 72

#### SPIROL Espanha

08940 Cornellà de Llobregat  
Barcelona, Espanha  
Tel. +34 93 669 31 78  
Fax. +34 93 193 25 43

#### SPIROL República Tcheca

Sokola Tůmy 743/16  
Ostrava-Mariánské Hory 70900  
República Tcheca  
Tel. +420 417 537 979

#### SPIROL Polônia

Aleja 3 Maja 12  
00-391 Warszawa, Polônia  
Tel. +48 510 039 345

### Ásia-Pacífico

#### SPIROL Ásia

1st Floor, Building 22, Plot D9, District D  
No. 122 HeDan Road  
Wai Gao Qiao Free Trade Zone  
Xangai, China 200131  
Tel. +86 (0) 21 5046 1451  
Fax. +86 (0) 21 5046 1540

#### SPIROL Coreia

160-5 Seokchon-Dong  
Songpa-gu, Seoul, 138-844, Coreia  
Tel. +86 (0) 21 5046-1451  
Fax. +86 (0) 21 5046-1540

e-mail: [info-br@spirol.com](mailto:info-br@spirol.com)

**SPIROL.com.br**