

NOVOS DESENVOLVIMENTOS EM NORMALIZAÇÃO INTERNACIONAL

LEIF NIELSEN E LISELOTTE SØRENSEN, ASSOCIAÇÃO DINAMARQUESA DE NORMAS



Leif Nielsen, atua na Associação Dinamarquesa de Normas desde 1973, é Secretário do ISO/TC43, "Acústica" e do TC43/SCI, "Ruído". Desde 1977, é Secretário do TC108, Choque e Vibração Mecânica, SC3.



Liselotte Sørensen entrou para a Associação Dinamarquesa de Normas em 1990, e auxilia o Leif Nielsen no ISO/TC43, e atua nas secretarias da Associação Dinamarquesa e do Comitê Internacional de Eletrotécnica.

Esta publicação é uma versão de artigo intitulado Sounding Right-Recent Developments in International Noise Standardization que apareceu no Boletim da Organização Internacional para Normalização, Boletim ISO Janeiro de 1996, páginas 4-12. Matéria adicional foi introduzida pelos autores neste artigo. -(Editor)

"Recent Developments in International Standardization" artigo publicado no "Noise/News International (NNI) edição de Março de 1997, e traduzido para a SOBRAC pelo Eng.º Fernando Aidar, Engenheiro Civil - Politécnica/USP - 1953, Conselheiro da SOBRAC - Consultoria/Projetos de Acústica - (011) 866-3512 - Cel. (011) 931-5825 - São Paulo - SP.

INTRODUÇÃO

A normalização no campo da acústica trata principalmente do lado negativo do som. Seus principais objetivos são a harmonização de métodos de medições de ruído para estabelecer uma boa base de dados para a redução do ruído, e a harmonização dos métodos de medições, a fim de impedir os efeitos do ruído nas funções da audição humana, diagnosticar e prover os requisitos terapêuticos para os danos da audição. Controle do ruído de máquinas ou equipamentos requer troca efetiva de informação acústica entre diversas partes envolvidas. Estas incluem o fabricante, o instalador e o usuário das máquinas e equipamentos. Esta informação acústica é obtida através de medições; tais medições são vantajosas somente se as condições, sob as quais são conduzidas, estejam especificadas, se elas proporcionam quantidades acústicas definidas, e se elas são efetuadas utilizando-se instrumentos normalizados.

NORMAS, CIÊNCIA E POLÍTICAS

O objetivo fundamental de inúmeros esforços em acústica é eliminar ruído. Quando, portanto, foi fundado, em 1947, o Comitê Técnico 43, de *Acústica*, da Organização Internacional para

Normalização, ISO/TC 43, podia-se dizer que seu principal propósito era o de eliminar o ruído na origem. Existem duas maneiras para reduzir o ruído:

- pelas forças de mercado livre nas quais os produtos de baixo nível de ruído são objetos de competição entre fabricantes;
- pelo estabelecimento de limites de níveis de ruído, através de ações legislativas. A normalização pode atender a ambos os propósitos.

A primeira possibilidade é voluntária. Para isto, a existência de um bem estabelecido meio de medição e descrição de dados do ruído, reconhecido e reproduzível, é necessário para habilitar o usuário em poder comparar rapidamente os produtos de diferentes fabricantes. As normas ISO, reconhecidas mundialmente, são meios muito naturais e lógicos para proporcionar tais informações, e o TC 43 o viu como uma de suas maiores tarefas ao estabelecer bases técnicas animadoras para tal desenvolvimento.

A segunda possibilidade é a ação legislativa que depende das autoridades local, regional e nacional. A legislação sobre ruído consiste de duas partes: 1) um limite, e 2) um método de medição. Eles estão intimamente relacionados, desde que uma medição do nível de ruído depende da maneira pela qual ele foi medido, porém discutindo os dois problemas

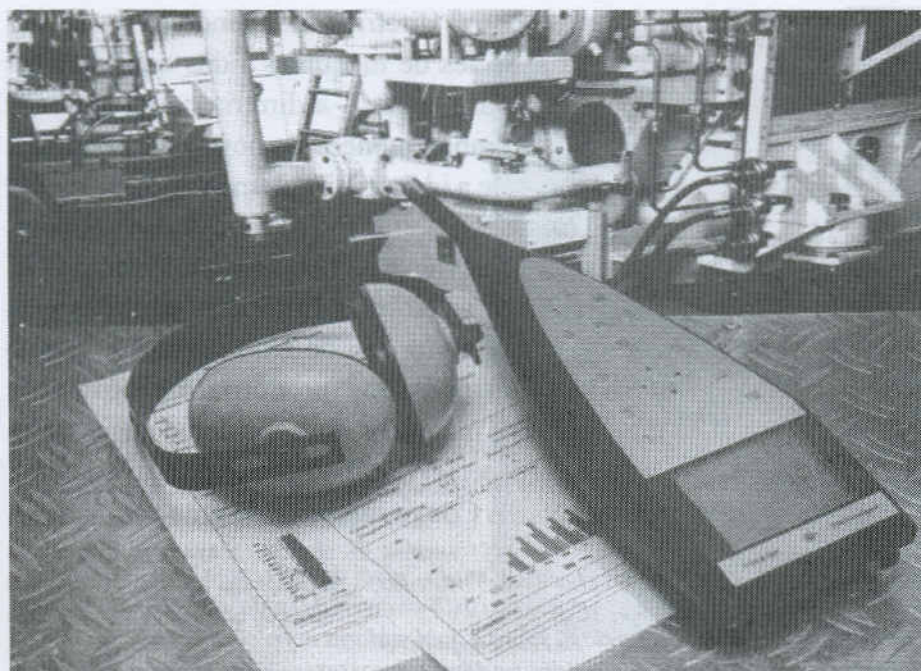


Fig. 1 - Ruídos impulsivos e ruídos com tons puros são particularmente difíceis para medir e descrever; o grau pelo qual eles nos incomodam é de cunho pessoal, e não pode ser descrito em termos físicos exatos. A solução dada na ISO/ 1996 para adicionar 5 dB para a correção da impulsividade ou conteúdo de tom puro quando ele for avaliado está ainda sendo introduzida.

separadamente obviamente simplificará o método. Estabelecer um limite é uma ação legislativa; depende das condições econômicas e políticas as quais variam em todo o mundo e não pode ser normalizada em base global. Ao estabelecer os métodos de medição não é necessário, contudo, que os limites sejam parte da discussão, e, novamente, a referência técnica de métodos de medição fornecidos por normas internacionais é uma resolução muito conveniente.

PESQUISA

O trabalho do TC 43 tem sido sempre muito inter-relacionado com a pesquisa. Desenvolvimentos tecnológicos em instrumentação para medições, tanto em técnicas de fabricação, como no uso de técnicas digitais em processamento de dados, tem proporcionado avanços em quase todas as áreas da normalização em acústica; em métodos de medição de ruído de máquinas, em ambientes externos e internos, em audiometria, em determinação de níveis de audição, etc.

Ainda que o propósito da normalização não tenha sido para a condução de pesquisa, acabou sendo um fundamento ideal para os especialistas trabalharem associados no desenvolvimento de métodos de medições e outros tipos de pesquisa. Em muitos

casos verificou-se que a Norma Internacional (ISO) proporciona o caminho mais conveniente para comparação de resultados de estudos pesquisados com o propósito de padronização, de um parâmetro seletivo, de um método de teste ou mesmo de um produto. Isto também repercute na legislação de acústica; nos anos passados em particular a normalização internacional formou elos científicos e políticos. Algumas normas do TC 43 foram desenvolvidas em estreita colaboração com cientistas, por um lado, e corpos legislativos por outro lado, e por isso ganhou reconhecimento científico e político.

UNIÃO EUROPÉIA E A CEN

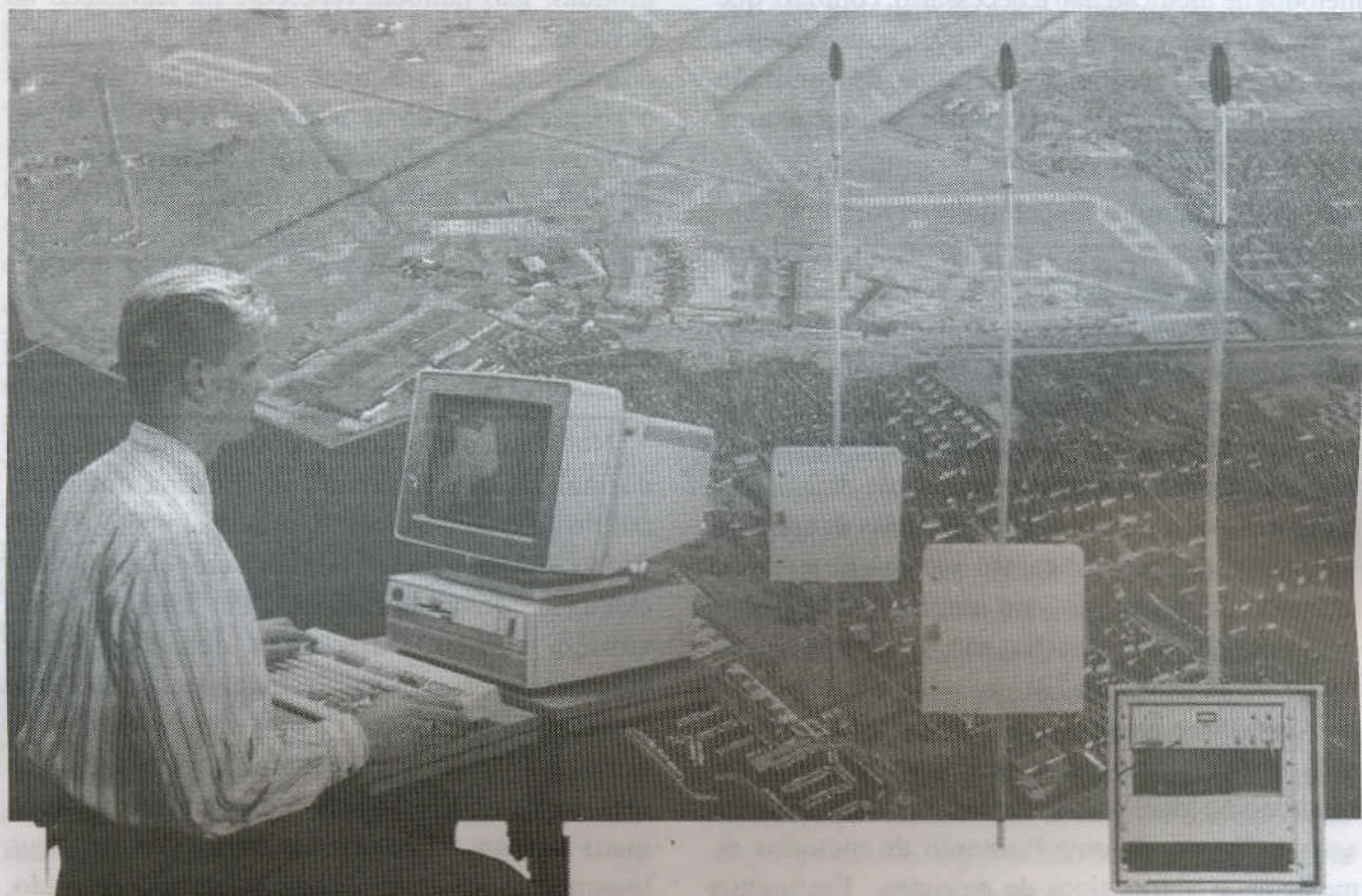
Notadamente, durante poucos anos atrás, a normalização conquistou na Europa um papel político e reconhecimento, principalmente através da introdução, pela UE (União Européia), da então chamada "nova abordagem", em 1985, as quais contêm somente diretrizes designadas por "requisitos essenciais", relegando o detalhado provisionamento técnico para ser especificado nas normas. Particularmente com a emissão das diretrizes da UE sobre segurança em máquinas as quais contêm os requisitos para o ruído, nova importância foi acrescentada às normas de ruído.



Sendo uma nova diretriz abrangendo basicamente todas as espécies de máquinas - das quais muitas são de fato barulhentas - a diretriz para máquinas solicita um grande número de normas específicas. Originalmente a idéia era implementar diretamente as normas ISO em todo o mundo, porém, infelizmente, devido a regulamentação vigente a UE decidiu exigir as Normas Europeias emitidas pela CEN (Comité Européen de Normalisation), então sob grande pressão, principalmente pelos fabricantes de máquinas, foi considerado necessário um comitê especial Europeu de normas para o ruído, CEN/TC 211. Com o interesse de uma cooperação,

Fig. 2 - Na ISO/R 1996, o chamado "nível de referência" foi dado tanto como uma faixa de 10 dB de níveis de ruído, quanto uma base recomendada sobre a qual maiores correções para a avaliação do ruído poderiam posteriormente ser adicionadas. Isto é o mais próximo que o TC 43 conseguiu até agora em termos de definições de limites de ruído.

Fig. 3 - Em aditamento à norma geral, normas de medições de ruído de fontes peculiares no meio ambiente têm sido desenvolvidas no decorrer dos anos. O ruído de aviões tem sido matéria de intensos esforços.



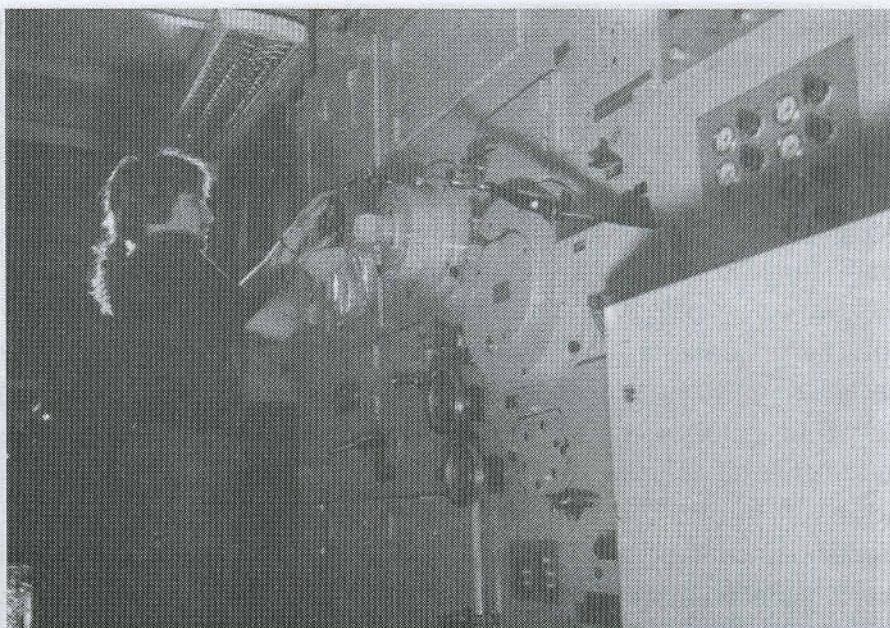


Fig. 4 - O que ocorre com qualquer outra medição, o ruído medido de uma máquina inclui uma margem de incerteza, e máquinas diferentes, ainda de mesma natureza, podem apresentar pequenas diferenças de emissão de ruído.

tão estreita quanto possível, entre a ISO/TC 43 e a nova TC 211, DS (Denmark Association), o grupo de membros da ISO da Dinamarca aceitou a responsabilidade pela nova secretaria da CEN/TC 211, na reunião realizada em 1990, e, conhecedora da sólida tradição internacional da normalização em acústica, a CEN/TC 211 decidiu que as normas Européias emitidas sobre ruído pela CEN/TC 211 devem ser em caráter internacional e que todo trabalho técnico deve ser manipulado pela ISO/TC 43. O papel do chefe do CEN/TC 211 repousaria portanto em nível administrativo, monitorando os objetivos e adotando as Normas Internacionais da ISO como normas Européias. É um prazer notar que isto, por enquanto, tem sido a melhor maneira de trabalho na CEN. A ISO/TC 43 pode, entretanto, reclamar por ter sido explorada em sua vanguarda pela cooperação entre a ISO e CEN, e o primeiro procedimento comparativo formal ISO/CEN aconteceu em um documento preparado pela ISO/TC 43.

A implementação das normas ISO como normas Européias através da CEN/TC 211 afetou profundamente os trabalhos e prioridades do TC/43, desde então muitas Diretrizes da União Européia contêm cláusulas de aspecto acústico: a Diretriz de Máquinas - retro mencionada (sobre ruído de todas as espécies de máquinas), Diretriz de Proteção Pessoal (protetores auriculares), a Diretriz de

Produto de Construção (material de construção), etc., em complementação à diversas Diretrizes técnicas sobre ruído no local de trabalho, ruído de máquinas no local da construção, cortadores de grama, etc. as normas ISO prepararam em estreita cooperação para assegurar que os conteúdos fossem internacionalmente aceitáveis.

Assim, a credibilidade básica do trabalho do TC/43 não foi alterada: as Normas Internacionais de acústica são documentos técnicos; elas não *contêm* limites de ruído, porém métodos descritivos de medições.

ÁREAS DE TRABALHO

O TC 43 desenvolveu adequadamente algumas normas gerais de acústica. A primeira norma de acústica que também estava entre as primeiras normas ISO a ser publicada, foi a ISO 16, o tom musical padrão de 440Hz, a qual ainda existe tecnicamente inalterada.

Os principais campos de trabalho na área de ruído são:

- ruído ambiental;
- ruído de máquinas ;
- itens relacionados com a audição humana.

Ruído Ambiental

Uma das primeiras normas do TC/43 nessa área de ruído foi a ISO/R 1996. A norma especificava

“um método para a medição do ruído ambiente, aplicações de correções para os níveis medidos, e a comparação dos níveis corrigidos com um critério de ruído que leva em conta vários fatores ambientais”. Existem, ainda, muitos problemas não solucionados em acústica para os quais não se pode ainda fornecer uma resposta correta, ou, o que é pior, talvez esta não exista. Em tais questões, uma solução pragmática - ou melhor um acordo - é necessário que seja mundialmente aceito. Na área de ruído externo, ISO/R 1996 proporcionou justamente tal solução para muitas questões, e a norma muito rapidamente tornou-se, cientificamente e politicamente, reconhecida e aceita por incorporação ou por referência como base para legislação nacional em diversos países.

De acordo com a filosofia básica do TC, a ISO/R 1996 não continha limites de ruído. Contudo, nos anos 70, a legislação de ruído, na maioria dos países, estava em seu primórdio, e havia necessidade de uma conduta geral, bem como níveis atualizados de ruído, então decidiu-se incluir em uma nota, ao pé de página, o então chamado “nível de referência”; este é provavelmente o mais próximo que o TC 43 já chegou junto a questão de definição de limites de ruído. A ISO/R 1996 também continha a então chamada “noise rating curves” (curvas de avaliação de ruído) as Curvas de NR que podiam ser utilizadas para avaliação do ruído em situações onde medidas corretivas para reduzir o ruído incômodo tinham de ser avaliadas considerando uma necessária e detalhada análise das frequências. As curvas de NR tornaram-se amplamente consideradas e se elas desapareceram na revisão são ainda solicitadas e utilizadas para avaliações em muitas situações.

Como técnicas de desenvolvimento de legislação nacional, a ISO/R 1996 foi revisada e agora consiste de três partes: *Acústica Descrição e medição do ruído ambiental*, Parte 1: *Quantidades básicas e procedimentos*; Parte 2: *Aquisição de dados pertinentes ao uso do solo*; Parte 3: *Requisitos dos limites de ruído*. Reconhecendo-se o fato de que a legislação nacional tinha agora se tornado mais avançada na maioria dos países, não havia mais sustentação para manter níveis de referência e

curvas de avaliação de ruído, e eles não aparecem mais nas séries revisadas da ISO 1996.

Em complemento à norma geral, normas de medição de ruído de fontes específicas em ambientes foram desenvolvidas ao longo dos anos. O ruído de avião foi, notavelmente, objeto de intensivos esforços, dos quais resultou a ISO 3891, *Procedimento para descrição do ruído de avião ouvido em terra*. Para ruído emitidos por navios em hidrovias continentais e nos portos foram desenvolvidas a ISO 2922, *Medição do ruído emitidos por navios nas hidrovias continentais e nos portos*, e a ISO 2923, *Medição do ruído à bordo de navios*. Para ruído de ferrovias, a ISO 3095, *Medição do ruído emitido por veículos sobre trilhos*, está sendo recentemente atualizada conforme o procedimento regular quinquenal.

Embora as técnicas de medições tenham sido aperfeiçoadas, ainda é relativamente dispendioso fazer medições, de forma que, acompanhando o desenvolvimento de modelos computadorizados, a tendência atual é antes pelo cálculo do que pela medição. Por esta razão foram desenvolvidas normas para propagação do som na atmosfera como publicadas na ISO 9613-1 e ISO 9613-2, e caracterização de grandes instalações como fontes acústicas de ruído com parâmetros que podem ser utilizados em cálculos como publicados na ISO 6190 e ISO 8397

Europa

A questão do ruído no ambiente tem estado na agenda Européia por diversos anos passados, porém somente foi cuidado em parte em algumas relações específicas de fontes de ruído causadoras de problemas de ruído na comunidade. Diretrizes específicas Européias foram preparadas relativas às máquinas de terraplanagem e equipamentos pneumáticos utilizados em locais de construção e de ruído de cortadores de grama. Estas diretrizes foram preparadas antes da nova abordagem, e são diretrizes técnicas tradicionais contendo ambas, limites de emissão admissível do correspondente equipamento e método de medição. Como resultado de cooperação direta entre a ISO/TC 43 e ISO/TC

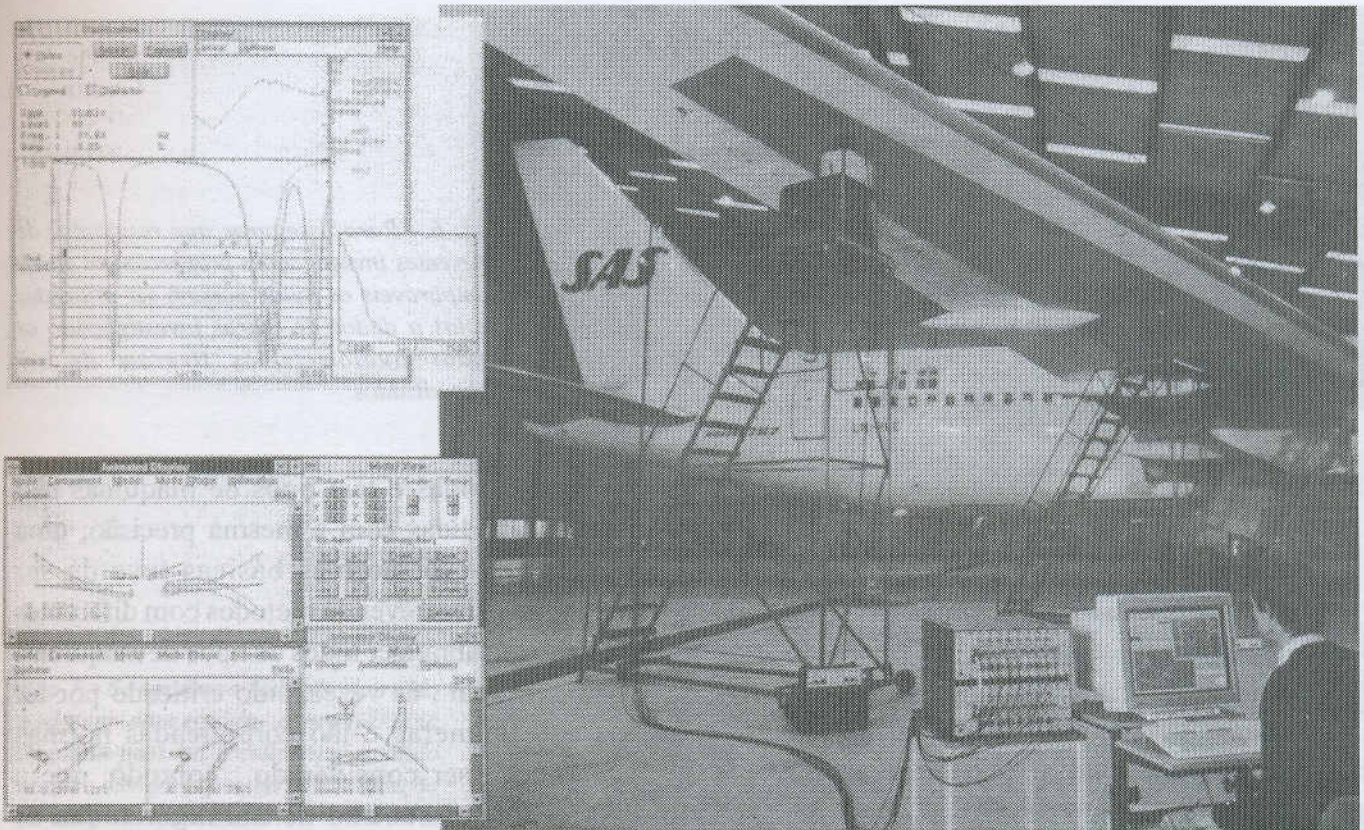


Fig. 5 - O risco de danos à audição depende da exposição ao ruído, porém varia de indivíduo para indivíduo. O TC 43 desenvolveu normas representativas, de resultado consensual, de inúmeras investigações através do mundo, que descrevem as características da audição humana, as quais são aceitas como base internacional para a avaliação da habilidade auditiva.

127 “Máquina de Terraplanagem” e a Comissão da UE(União Européia), os métodos de medição do ruído de tratores são tecnicamente idênticos aos da ISO 4872, ISO 6393, ISO6394, ISO6395 e ISO6396, e ao método para cortadores de grama da ISO 11094.

Até agora, recursos ou prioridades não têm conduzido a introduções específicas relativas à questão geral do ruído ambiental na CEC. O ruído ambiental é, contudo, um dos itens em consideração para uma programação especial do comitê da CEN o qual, no momento, considerando todas as questões ambientais, antepõe-se ao assentamento das prioridades para um programa de normalização e possíveis decretos da UE relativos ao ruído ambiental. Decretos da UE podem conduzir a revisões mais aprofundadas e a novas normas internacionais na área do ruído ambiental.

Ruído de Máquinas

Conforme mencionado anteriormente, a informação sobre ruído de máquina depende muito da maneira em que foi medido. Em 1972, o Conselho da ISO constatou que seria sumamente desejável se todas as medições de ruído efetuadas de acordo com as recomendações da ISO proporcionassem resultados que fossem imediatamente comparáveis. Para que isto fosse possível, o Conselho decidiu através da resolução 43/1972- que basicamente o TC 43 devia se responsabilizar por todas as normas ISO referentes à ruído.

Especificar uma bem definida e reproduzível medição para um particular tipo de máquina - às vezes denominada por “código de teste de ruído”(NTC- noise test code)- dois elementos igualmente importantes necessitam de ser



Fig. 6 - Para assegurar que resultados de diferentes investigações proporcionem dados comparáveis os quais possam ser utilizados juntos a dados de outras investigações, os dados audiométricos tiveram de ser normalizados.

considerados:

- as condições acústicas, isto é, os equipamentos de medições, a distância da fonte, tempo de medição etc., e
- a instalação e condições de operação em particular da máquina em questão.

Obviamente, existe uma estreita interação entre estes dois elementos tal que considerando-os em conjunto por um método de medição consistente e reproduzível, requer cooperação recíproca entre os especialistas em acústica e os conhecedores especialistas da máquina objeto de medição. No campo da normalização isto significa cooperação entre o TC 43 e muitos comitês técnicos que tratam de tipos específicos de máquinas. O TC 43 pretendia entretanto estabelecer uma base técnica sobre a qual pudesse ser edificada uma cooperação entre os TCs.

Requerimentos de Normas Básicas para Máquinas

Uma grande variedade de tipos de máquinas necessita de ser coberta. Esta pode ser pequenas máquinas, isto é, um aspirador de pó que não requer equipamento auxiliar para funcionar, com um ruído não complicado, de emissão estável, o qual pode ser constatado em uma sala especial, tal como uma câmara anecóica. Ou pode ser uma instalação de 20 a 50 metros de comprimento - por exemplo, uma máquina têxtil ou uma impressora - as quais requerem uma grande quantidade de equipamentos auxiliares tais como motores, geradores etc. para funcionar, que são construídas em determinado local e não podem ser removidas. Aqui, as medições têm de ser realizadas, por exemplo no salão da fábrica.

Obviamente, todas e tais tipos de máquinas não podem ser medidas com a mesma precisão; uma completa série de normas básicas teve de ser desenvolvida, descrevendo métodos com diferentes precisões para abranger todos os tipos de máquinas.

O TC 43 tem, às vezes, sido criticado por ter preparado inúmeras e tão complicadas normas básicas; deve ser considerado, contudo, que a intenção foi no sentido de abranger todas as máquinas existentes e as condições de medições. Nunca foi pretendido que *todas* as normas sejam utilizadas em quaisquer situações: somente a mais aplicável deve ser selecionada para cada máquina em particular. Por isto compreende-se porque os *acústicos* precisam de participar na preparação de normas especiais de medição de ruído para adaptar e aplicá-las para os tipos particulares de máquinas.

Decibels e Quantidades Básicas

A maioria das pessoas já ouviram falar do decibel, mas isto, infelizmente, não é a única maneira de representar o ruído. A quantidade acústica que é geralmente utilizada para descrever o ruído é o *nível de pressão sonora*. A pressão sonora é uma quantidade que pode ser medida diretamente; ela descreve o que nós podemos ouvir de certa maneira. Isto, contudo, depende amplamente de inúmeras condições em dadas situações, por exemplo, a medida da pressão sonora do ruído de uma máquina será menor quanto maior, obviamente, for a distância dessa máquina. A pressão sonora medida em certo ponto de um ambiente depende de outras condições, tais como se a absorção é relevante, o que diminuirá o ruído, ou não, com



Fig. 7 - Se nenhuma redução do ruído pode ser conseguida, a providência imediata possível é evitar que o ruído atinja o ouvido da pessoa pela utilização de um protetores auditivos. Uma série completa de Normas Internacionais foram desenvolvidas para avaliar o desempenho de tais protetores.

superfícies duras e refletoras que fazem com que o ruído seja mais intenso. É muito difícil, contudo, prescrever todas as condições por meio exato e comparável, e, em geral, a pressão sonora retro mencionada não é o mais adequado indicador para o ruído de máquinas.

Para ruído de máquinas, o TC 43 resolveu estabelecer uma quantidade acústica como indicadora básica, designada por *potência acústica*.

A potência acústica é o único descritor de energia acústica emitida por uma fonte de ruído, e, como tal, ela é independente da distância entre a fonte de ruído e o microfone do medidor e de outras condições acústicas. A determinação da potência acústica é prescrita por normas básicas. As vantagens de sua utilização são:

- ela permite a comparação direta entre as emissões de ruído de diferentes máquinas;
- ela é a base de cálculo no planejamento de instalações com diversas fontes de ruído;
- tendo por base a potência acústica e o

conhecimento das condições de uma dada instalação, a pressão sonora em um dado ponto pode ser calculada - e definida, o que é afinal aquilo que estamos querendo saber, desde que a pressão sonora seja a quantidade que determina se há risco de danos à audição, ou de incômodo, dos indivíduos presentes no local e naquele instante.

Sabe-se que a capacidade da audição humana não é uma função linear da pressão sonora. Ela é mais logarítmica, e por conseguinte o decibel, como função logarítmica da pressão, é utilizado para descrever algumas quantidades acústicas. Infelizmente, as duas quantidades, o nível de pressão sonora e a potência acústica, são expressas convencionalmente em decibel. Assumindo, contudo, que sejam quantidades diferentes, elas não podem ser imediatamente comparadas. Os valores de 85 ou 90 dB geralmente considerados os limites de ruído no local de trabalho, acima dos quais existe um risco de danos à audição - é um *nível de pressão*

sonora, e ele não pode ser comparado com o nível de potência *acústica*, de uma máquina o qual pode ser, por exemplo, 100 dB para uma máquina de terraplanagem. Isto é confuso e difícil de entender pelo usuário em geral. Nenhuma solução foi ainda encontrada para este problema, e o TC 43 precisa encontrar um meio para explicar isto ao público. (Nos Estados Unidos da América, os níveis de potência *acústica* são expressos em *bels*, onde um *bel* é igual a dez decibels. Isto significa que o nível de potência *acústica* e nível de pressão sonora podem ser facilmente distinguidos. — Editor)

RETORNO AO BÁSICO

Baseado nessa experiência, o TC 43 preparou uma série de normas básicas para a determinação de níveis de potência *acústica* de fontes de ruído: ISO 3740 à ISO 3747, sendo a ISO 3740 uma norma introdutória (procedimentos) para a aplicação de outras normas nesta série. As normas descrevem os seguintes métodos de medições:

- medições de precisão, para o uso em câmaras reverberante ou anecóica; incerteza por volta de 1 dB;
- medições de engenharia, para o uso em “campo livre sobre um plano refletor”, isto é, um piso de concreto com condições *acústicas* relativamente bem controladas e conhecidas (reflexões das paredes, teto e outros objetos próximos de uma máquina); precisão de aproximadamente 1, 5 dB;
- medições aproximadas (“survey”), para o uso em condições de mesma natureza porém onde as condições *acústicas* são bem menos conhecidas e controladas; a precisão em tais condições é cerca de 3-4 dB.

Recentemente, graças aos desenvolvimentos tecnológicos, tornou-se possível a medição direta da intensidade sonora, da qual o nível de potência *acústica* de uma fonte pode ser diretamente calculado. Isto representa um grande avanço em técnicas de medições, e as normas básicas foram rapidamente desenvolvidas. Recentemente, devido especialmente às definições nas Instruções de

Máquinas, e apesar dos problemas mencionados acima, tornou-se necessário preparar normas para medições de níveis de pressão sonora em um ponto particular. Em consequência, outra série de normas básicas, ISO 11200 a 11204, está sendo desenvolvida, e em breve será concluída. A ISO 11200 será uma norma de introdução, e as outras normas da série descreverão métodos de diferentes precisões, sendo uma delas um método de cálculo baseado na determinação do nível de potência *acústica* conforme a série ISO 3740.

Como consequência, o conceito de um “ensaio padrão de ruído” teve de ser ampliado para incluir as medições conforme todas estas normas básicas, e um documento especial, não técnico, ISO 12001, foi desenvolvido. Esta norma inclui uma avaliação de todas as normas básicas da ISO de medição do ruído de máquinas e especifica os elementos necessários para a preparação de ensaio padrão para um particular tipo de máquina. O objetivo é o de especificamente auxiliar os comitês técnicos, voltados para máquinas, na preparação dos ensaios padrões de ruído para tipos específicos de máquinas.

Redução de Ruído

A Instrução de Máquinas da União Européia 89/392 tem sido mencionada por diversas vezes. Um dos requisitos essenciais da instrução é que “a máquina deve ser projetada e construída tal que os riscos resultantes de emissão de ruído aéreo sejam reduzidos ao mínimo, levando em conta o progresso da técnica...”

Posto que todos os esforços em *acústica* objetivam a redução do ruído, este item nunca foi motivo de normalização em si, e muita gente sente que, em verdade, tal item é simplesmente inadequado. No conceito geral de preparação de normas foi preciso cumprir os requisitos essenciais da Instrução de Máquinas da União Européia, assumida pelo TC 43, contudo, relutantemente, torná-lo um Item de Trabalho - por causa da ameaça de que se o TC 43 não o fizesse, a indústria de máquinas o faria! Existem três grupos de normas na área de redução de ruído, correspondentes a três GTs (Grupos de Trabalho) estabelecidos como:

- redução do ruído no projeto
- redução do ruído nos locais de operação das máquinas; e
- determinação de desempenho de dispositivos redutores de ruído.

Como algumas destas normas transformaram-se em documentos atualizados, os membros do conselho - a despeito de suas aprovações dos grupos de trabalho e dos itens de trabalho - relutaram em aceitá-los como normas. Assim neste momento por exemplo, a ISO/TR (Technical Report) 11688-1 1995 - Prática Recomendada de Acústica para o Projeto de Máquinas e Equipamentos com Ruído de Baixa frequência: Parte 1 - emitiu, como Relatório Técnico (TR), o Procedimento que é o documento básico nesta área. Se o TR é satisfatório, no momento não é esclarecedor para a União Européia, porém ele será proposto para aprovação como uma norma Européia.

Declaração de Ruído

A questão do selo ruído tornou-se um item de notável preocupação na atualidade. Como quaisquer outras medições, o ruído medido de uma máquina contém uma margem de incerteza, e diferentes máquinas, mesmo de mesma espécie, podem ter emissões de ruído levemente diferentes. A recomendação ISO original 4871 estabelece que um fabricante de máquinas deve declarar o ruído de uma máquina pelo valor medido, adicionado à incerteza da medição, isto é, um valor maior do que aquele medido. Isto proporciona uma garantia ao usuário de que o ruído em que ele pode estar exposto diante de sua máquina está abaixo do valor do selo, e ao mesmo tempo induz os fabricantes das máquinas a se utilizarem de medições de maior precisão, uma vez que uma menor incerteza admite declaração de menor valor. A exigência, das Diretrizes de Máquinas da União Européia, de informações mais detalhadas, isto é, de mais medições, se o ruído excede um certo nível, teve atenção concentrada pelo destaque do critério de valor. Uns poucos decibels podem fazer uma grande diferença, e alguns fabricantes objetaram energicamente às exigências da ISO 4871 quanto a declarar valores

mais elevados do que os medidos: em consequência disto, decidiu-se revisar a ISO 4871. Uma vez que o conceito original já está implantado em algumas indústrias - por exemplo, para eletrodomésticos, para equipamentos de escritórios e de computadores - a norma revisada permitirá expedir selo ou de acordo com o sistema anterior, ou de acordo com o valor medido. Neste último caso, contudo, a incerteza da medida precisa também ser fornecida juntamente com a medição efetuada.

ASSUNTOS RELACIONADOS À AUDIÇÃO HUMANA

Exposição ao Ruído

O propósito de todos os esforços na normalização do ruído é, certamente, para prevenir o ruído incômodo e danos à audição. Tecnicamente, existem duas maneiras para evitar que as pessoas fiquem expostas ao ruído:

- reduzir o ruído na fonte
- proteger as pessoas expostas ao ruído

A redução do ruído na fonte é a maneira preferida para evitar a exposição ao mesmo, e um número de Normas Internacionais desenvolvidas pelo TC 43 para o auxílio na redução do ruído pelo projeto e determinação do desempenho de dispositivos atenuadores de ruído, tais como cabines enclausurantes, painéis confinantes, etc., foram preparados como mencionamos acima.

Se, contudo, nenhuma redução adicional do ruído na fonte puder ser feita, a possibilidade seguinte é a de evitar que o ruído atinja o ouvido da pessoa, ou por uso de protetores auditivos, ou por confiná-la em uma cabine. Para qualificar o desempenho de protetores auditivos, uma série completa de Normas Internacionais, a série ISO 4869, foi desenvolvida, enquanto que para avaliar o desempenho de uma cabine, o TC 43 trabalhou com a ISO 11957.

Protetores Auditivos

A descrição e avaliação de desempenho de protetores auditivos é complicada por duas razões:

- Os protetores auditivos não atenuam o som igualmente em todas as frequências. Eles

podem, por exemplo, ser projetados para atenuar mais as altas frequências - as quais são mais danosas à audição - do que as baixas frequências, para melhor adaptar-se a uma situação industrial.

- O desempenho de um protetor de ouvido depende do usuário: o mesmo protetor auditivo não proporciona necessariamente a mesma proteção para um indivíduo como para um outro, de modo que ele precisa de ser avaliado estatisticamente.

O método básico de determinação da atenuação do protetor auditivo dado pela ISO 4869-1 prescreve o uso de um número de pessoas teste, expostas a campo acústico com e sem protetores auditivos. Resultados diferentes com pessoas diferentes serão então obtidos, de modo que é considerado necessário um resultado médio de pelo menos 16 pessoas para se conseguir, de um certo protetor, um valor de atenuação com qualidade. Além disso, este procedimento tem de ser repetido pelo menos para sete frequências, assim que este método de teste é, obviamente, muito dispendioso para ser executado.

Para selecionar o melhor protetor auditivo, em uma dada situação, dados completos desta natureza são seguramente necessários, porém isto não pode ser comunicado ao usuário comum, e a ISO 4869-2 oferece uma maneira mais simples de descrição do desempenho de atenuação. O desejo original por utilizar um simples número para ambos não demonstrou ser possível.

Para o uso em controle de produção, o método dado na ISO 4869-1 é complicado e muito avançado por enquanto. Um método muito mais simples, utilizando medições de protetores auditivos em um modelo especial de teste, uma "cabeça artificial" - a qual foi desenvolvida na época do trabalho de normalização - é descrito na ISO 4869-3. Esta proporciona um método simples e reproduzível o qual é bom para comparação, como por exemplo, constatar a estabilidade (qualitativa) de um produto, ao protótipo que foi testado de acordo com o método básico. Os resultados não são, contudo, aqueles obtidos com os protetores auditivos no ouvido humano.



Fig. 8 - O nosso objetivo é criar um mundo melhor, mais harmonioso - e mais quieto - para todos nós.

Recentemente, novos e sofisticados tipos de protetores auditivos foram desenvolvidos, os quais concentram-se no ruído ambiental. Isto significa, por exemplo, que a voz normal ou música pode ser ouvida, porém são atenuados os altos níveis de ruído que poderão prejudicar a audição. Isto pode ser obtido, por exemplo, com a utilização da eletrônica no protetor auditivo e requer métodos de testes especiais os quais têm de ser desenvolvidos ainda. Um dos problemas é assegurar que o dispositivo eletrônico no protetor auditivo não exponha aqueles que se submeterem aos testes a altos níveis de ruído. Um trabalho está em andamento para normalizar tais métodos de teste, porém, tecnicamente todas as batalhas ainda não foram vencidas.

Riscos de Danos à Audição

A despeito de todas as tentativas - ou por causa de recursos inadequados, ou por ignorância, ou por

ausência elementar de alguma advertência superior sobre o assunto, ou talvez simplesmente porque o ruído é tão intenso tal que não possa ser suficientemente reduzido - um grande número de indivíduos está exposto à níveis de ruído tais que a sua audição está sendo danificada. Ambas a "audição normal" e a capacidade de cada um de nós de suportar a exposição ao ruído são questões muito pessoais, e precisam, portanto, ser tratadas estatisticamente. Não existe um valor verdadeiro simples para a "audição normal" de um ser humano. A capacidade de ouvir é muito individual; representando o resultado consensual de um grande número de investigações, em todo o mundo, a ISO 226, a ISO 532 e a ISO 7029, que descrevem as características da audição humana, têm, contudo sido expedidas pelo TC 43 e aceitas como embasamento internacional para a avaliação da capacidade de audição.

O risco de dano à audição depende da exposição ao ruído, e foi primeiro descrito pela ISO/R 1999, publicada em 1975. Ela definia a perda de audição como a perda de mais de 25 dB, dada como a média nas frequências de 500, 1000 e 2000 hertz - consideradas mais importantes para a inteligibilidade da palavra. Esta era uma definição bastante pragmática. A exposição ao ruído é composta de ambas as grandezas, o nível de pressão sonora no tímpano - a emissão do ruído - e o tempo durante o qual o ouvido é exposto.

A ISO/R 1999 além disso expunha o risco relativo a exposição ao ruído diário; assim, por exemplo, o risco de perda de audição causado por dez anos de exposição à um nível de pressão sonora de 85 dB(A), 40 horas por semana, era dado como 3%. Este era um resultado consensual de um grande número de investigações em muitos países, e não obstante ele é, com efeito, politicamente um fator bastante sensível onde as definições e critérios podem ter grande importância econômica. A ISO/R 1999 ganhou reconhecimento mundial, e os dados da norma original são ainda utilizados em muitos lugares.

Não obstante, o conhecimento nesta área tem crescido, e alguns países têm produzido regras mais

sofisticadas, tal como a inclusão de mais frequências na definição de perda de audição; isto provocou uma revisão da ISO/R 1999. A revisão da norma surgiu em 1990. Como acontece em muitas revisões, a norma revisada ficou muito mais complicada do que a original que definia um método para o cálculo da perda de audição, mas deixou em aberto a definição de perda de audição e o uso dos dados básicos individuais.

Audiometria

A determinação dos limiares de audição - a base fundamental para a avaliação e a monitoração do risco de perda de audição e de programas de conservação auditiva - é conseguida pela audiometria. Para assegurar que os resultados de diferentes investigações proporcionem dados comparáveis, os métodos de testes audiométricos devem também ser normalizados, e o TC 43 tem sido ativo nesta área. Em estreita cooperação com o IEC/TC 29, o qual preparou as Normas Internacionais para audiômetros, o TC 43 desenvolveu a série ISO 389 fixando o zero comum necessário para uma calibração reproduzível de audiômetros, assim como a série ISO 8253 para descrever meios padronizados de execução de diferentes naturezas de audiometria, as quais são ambas necessárias para obter dados que podem ser utilizados e comparados com os dados de diferentes testes.

Incômodo

Ainda que o ruído a baixos níveis não seja realmente prejudicial à audição, ele pode ser bastante incômodo. Nós todos sabemos que a sensação de incômodo, ou distúrbio, que sentimos é também muito pessoal, dependendo do tipo de ruído e mesmo da situação ou disposição em que nos encontramos no momento. A avaliação do incômodo devido ao ruído, então, é extremamente difícil normalizar, embora tenha sido feita uma tentativa na ISO/DIS 9612. Este documento contém informações muito úteis descrevendo o estado atual do conhecimento, e provê um resumo de referências para as normas existentes disponíveis neste campo.

Embora quase não existam, de fato, exigências rigorosas na ISO/DIS 9612, após 14 anos de trabalho do comitê e dois votos como Proposta de Norma Internacional, ela recebeu um número substancial de votos negativos dos membros componentes. Os argumentos apresentados são técnicos em sua maioria, porém a razão principal é presumivelmente o receio de que uma vez que o documento exista como uma Norma Internacional, ela poderá também ser adotada por mais uma condição obrigatória, por exemplo, através de implementação como Norma Européia; isto forçaria todos os países Europeus a adotá-la como um padrão nacional. E assim, no momento, o prestígio final da DIS 9612 é incerto.

COOPERAÇÃO COM O IEC/29, ELETROACÚSTICA

Uma das facetas de todos os procedimentos de medições de ruído consiste em especificar a instrumentação de medição. Nas normas do TC/43, isto é feito pela referência à uma detalhada especificação preparada pela IEC/TC 29, *Eletroacústica*. Existe uma interação estreita entre a preparação de métodos de medições e especificação de instrumentação. Os desenvolvimentos tecnológicos, notadamente nas técnicas de medidas digitais, estão permitindo novas e mais sofisticadas medições acústicas. A cooperação íntima entre o TC 43 e o IEC/TC 29 é, portanto, muito produtiva pois assegura a adoção de técnicas instrumentais avançadas recomendadas nas normas de medições. Os padrões IEC de medidores de nível sonoro, filtros, calibradores, etc., básicos para quase todas as medidas sonoras padrões, estão referidas em quase todas as normas do TC 43, e estas referências são mantidas atualizadas correntemente. A cooperação íntima entre os dois comitês também assegura o estabelecimento de colocações coerentes de Normas Internacionais em toda a área de medições de ruído.

NORMAS DE ACÚSTICA DEVEM SER VISTAS... E NÃO OUIDAS

Em conseqüência do aumento de aplicações regulamentares voltadas ao uso das Normas

Internacionais na área de ruído de máquinas, a série inteira de normas básicas tem sido revisada e atualizada, e está agora para ser terminada. A principal tarefa nos anos vindouros será fazer tais normas compreendidas e utilizadas em vários grupos especiais de máquinas para os quais as normas de ruído têm agora de ser estabelecidas. O objetivo é que o pretendido resultado final possa ser realizado, a saber que o dado básico de ruído da Norma Internacional (Recomendação) da ISO, para diferentes máquinas, de todos os tipos, sejam diretamente comparáveis.

O ruído externo poderá ser outra área de atenção política. Isto poderá provocar outras revisões básicas nas normas existentes do TC 43. Muitos países possuem agora os seus regulamentos específicos concernentes ao ruído externo, assim que isto não será certamente uma tarefa fácil.

Relativamente aos efeitos nos seres humanos pela exposição ao ruído, particularmente à níveis mais baixos daqueles que prejudicam a audição, e outras características auditivas, aos testes de tipos especiais modernos de protetores auditivos, etc., existe ainda muito conhecimento a ser obtido, e este será obtido através da contínua e íntima relação entre a pesquisa e a normalização.

A necessidade de formular Normas Internacionais para regulamentar propostas tem tido efeitos positivos. Ela tem reativado a atividade, em particular devido ao suporte financeiro o qual, apesar de ser geralmente difícil de conseguir-se no universo da acústica, tem sido obtido de diferentes fontes. A despeito da vontade em simplificar e tornar o processo da normalização internacional mais eficiente, existem limitações práticas como quão rapidamente uma norma pode ser feita se um tempo razoável for permitido para as várias etapas do processo. É importante para o sucesso fundamental do trabalho da normalização internacional que o princípio de normas, como o resultado de um processo democrático, seja mantido. Somente dessa maneira poderá a normalização internacional contribuir para o objetivo básico derradeiro: *criar um melhor, mais harmonioso - e mais quieto - mundo para todos nós.*