

**SÉRGIO RICARDO KRUG  
ROBERTO JAQUES  
PAULO SÉRGIO DE MORAES**

**ESTUDO DE CASO: AVALIAÇÃO DO AGENTE FÍSICO RUÍDO EM UMA  
PLANTA INDUSTRIAL DE TRANSFERÊNCIA DE ÓLEO E GÁS**

Monografia apresentada à Escola Politécnica  
para obtenção do Título de Especialista em  
Higiene Ocupacional.

USP – Universidade de São Paulo.

São Paulo  
2006

As nossas esposas e filhos pela sua dedicação e  
compreensão.

## **AGRADECIMENTOS**

A Gerência Executiva de SMS da Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS, através da Gerência Corporativa de Saúde por propiciar-nos a participação no curso de Pós-Graduação em Higiene Ocupacional realizado pela Escola Politécnica da USP.

Aos colegas médicos do trabalho João Carlos do Amaral Luzovey e Sérgio Antônio Rossato pelo estímulo e viabilização do curso em parceria com a USP.

Aos nossos gerentes por possibilitarem a nossa participação no referido curso.

Aos professores: Dr. Sérgio Médici de Eston, Dr. Maurício Torloni e Engenheiro Mário Luiz Fantazzini, pela transmissão dos conhecimentos para a aplicação da Higiene Ocupacional.

Aos professores do curso de Pós Graduação em Higiene Ocupacional promovido pela USP e Petróleo Brasileiro S.A.- PETROBRAS.

Aos nossos colegas e a todos aqueles que de alguma maneira colaboraram durante a realização desta monografia.

## **RESUMO**

O presente estudo de caso consiste na análise crítica do planejamento e do desenvolvimento completo de uma campanha de reconhecimento, avaliação e controle do agente ruído, para todos os Grupos Homogêneos de Exposição (GHEs) de um terminal de petróleo e gás da Petrobras Transporte S.A. – TRANSPETRO, frente ao conjunto de padrões de procedimentos de Higiene Ocupacional desenvolvidos pela Petróleo Brasileiro S.A – PETROBRAS, bem como confrontando com a legislação trabalhista e boas práticas preconizadas por entidades como: FUNDACENTRO, ACGIH e AHIA.

Esta monografia está estruturada em seis capítulos. O primeiro diz respeito à introdução. No segundo capítulo encontra-se a revisão da literatura sobre o ruído. O capítulo três descreve a metodologia empregada. O quarto capítulo enfoca os resultados obtidos. No quinto capítulo são apresentados os resultados da análise crítica. Finalmente, o último capítulo apresenta as conclusões do trabalho.

Tal estudo permitiu verificar o grau de aderência aos referidos procedimentos, no que diz respeito à campanha de ruído ora realizada, bem como propor ajustes para novas campanhas na área de higiene ocupacional na TRANSPETRO.

## ABSTRACT

The present study case consists of the critical analysis of the planning and the complete development of a campaign of recognition, evaluation and control of the agent noise, for all the Homogeneous Groups of Exposition (EHG) of a terminal of oil and gas of Petrobras Transporte s.a. - TRANSPETRO, in the set of standards of procedures of Occupational Hygiene developed by Petróleo Brasileiro S.A - PETROBRAS, as well as collating with the labor law and good practical praised by entities as: FUNDACENTRO, ACGIH and AHIA.

This study is structuralized in six chapters. Introduction is the first one. The second chapter presents the revision of literature about the noise. The chapter three describes the methodology that was used. Chapter four focus on the results. In the fifth chapter the results of the critical analysis are presented. Finally, the last chapter presents the conclusions of the work.

This study allowed to verify the level of acceptance of the related procedures, about the campaign of noise studied in this project, as well as suggest adjustments for next campaigns in occupational hygiene area in the PETROBRAS TRANSPORTE S.A. – TRANSPETRO.

2.8.6 Formas Amostrais em Higiene Ocupacional e sua Utilização Segundo o Tipo de Limite de Exposição.....	42
2.8.7 Processos de Decisão sobre Tolerabilidade – Procedimento Petrobras - PB – PP – 03 – 00008 # Anexo 6.....	44
2.8.7.1 Notas Gerais Sobre a Tolerabilidade das Exposições.....	50
2.8.8 Procedimento para Amostragem Aleatória Prática Recomendada – Procedimento Petrobras - PB – PP – 03 – 00008 # Anexo 9 .....	50
2.8.9 Abordagem para o Ruído em Termos de Análise Estatística de Dados Ambientais. ....	51
2.9 IMPORTÂNCIA DA PARTICIPAÇÃO DOS TRABALHADORES.....	53
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>54</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>57</b>
4.1 ANÁLISE PRELIMINAR DE RISCOS (APR-HO) .....	57
4.2 ESTRATIFICAÇÃO DOS RESULTADOS POR GRUPO HOMOGÊNEO DE EXPOSIÇÃO (GHE) .....	57
4.3 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES DOS NPS E DOSE DE RUÍDO.....	59
4.4 CÁLCULO DA ATENUAÇÃO DOS PROTETORES AUDITIVOS.....	59
4.5 RESULTADOS DAS MEDIÇÕES PARA QUANTIFICAR A EXPOSIÇÃO. ....	61
4.6 CRITÉRIO ADOTADO PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS .....	62
4.7 INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS .....	63
4.8 RESULTADOS DE MEDIÇÕES DOS NPS POR BANDAS DE OITAVAS DAS FONTES RECONHECIDAS COMO DE MAIOR INFLUÊNCIA .....	64
<b>5 DISCUSSÃO.....</b>	<b>71</b>
<b>6 CONCLUSÕES .....</b>	<b>83</b>
<b>ANEXO A – N-2428 - AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A NÍVEIS DE RUÍDO EM AMBIENTES DE TRABALHO COM O USO DE AUDIODOSÍMETROS. ....</b>	<b>86</b>
<b>ANEXO B – RELATÓRIO TÉCNICO DE EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL.....</b>	<b>101</b>
<b>ANEXO C – MEMÓRIA DE EXPOSIÇÃO A RUÍDO .....</b>	<b>114</b>
<b>ANEXO D – ESTATÍSTICA DA AIHA PARA O GHE 12 .....</b>	<b>117</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>119</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de uma APR-HO. ....	33
Figura 2 – Tipo de Amostra x Período de Verificação do LE. ....	42
Figura 3 – Fluxograma de Decisão para Agentes com Nível de Ação Definido – .....	45
Fluxograma de Decisão para Tolerabilidade Preliminar.....	45
Figura 4 - Fluxograma de Decisão para Tolerabilidade no Curto Prazo ( <i>Baseline</i> ) .....	46
Figura 5 - Fluxograma de Decisão para Agente sem Nível de Ação Definido.....	47
Figura 6 - Fluxograma de Decisão para Controle de Ruído e Agentes Químicos .....	49
Figura 7 – Avaliação de NPS - Bomba do Separador de Água e Óleo.....	65
Figura 8 – Avaliação de NPS - Bombas de Incêndio.....	65
Figura 9 – Avaliação de NPS - Bombas de Transferência de Petróleo.....	66
Figura 10 – Avaliação de NPS - Check Válvula do Box-01 Carregamento de GLP.....	66
Figura 11 – Avaliação de NPS - Bombas de Transf. Condensado de Gás Natural.....	67
Figura 12 – Avaliação de NPS - Bombas de Transferência de Gás Natural.....	67
Figura 13 – Avaliação de NPS - Compressores Refrigeração de Gás Natural.....	68
Figura 14 – Avaliação de NPS - Compressores Gás.....	68
Figura 15 – Avaliação de NPS - Turbo-compressores Gás.....	69
Figura 16 – Avaliação de NPS - Bombas de Transferência de Gás Natural.....	69
Figura 17 – Avaliação de NPS - Compressores. ....	70
Figura 18 – Avaliação de NPS - Compressores .....	70

## LISTA DE TABELAS

Tabela I – Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente. ....	25
Tabela II - Limites de Níveis de Tolerância ao Ruído Ocupacional, Segundo Norma de Vários Países. ....	27
Tabela III - Lista de Agentes Físicos, Químicos e Biológicos.....	32
Tabela IV – Seleção de Categorias de Risco. ....	36
TABELA V - Regras de Decisão p/ a Priorização de Estudo dos GHEs e Medidas Iniciais de Controle dos Riscos. ....	37
Tabela VI - Tipos de Medidas de Controle.....	38
Tabela VII - Tabela de Ajuste do Nível de Ação Segundo o Desvio Padrão ....	41
Geométrico da Distribuição de Probabilidades de Exposição. ....	41
Tabela VIII – Tipo de Limite de Exposição x Base de Tempo.....	43
Tabela - IX - Números Aleatórios para Amostragem. ....	52
Tabela X – APR HO Elaborada pelo GHE 12. ....	58
Tabela XI – Código de Cores x Dosimetrias. ....	59
Tabela XII – Resultados das Dosimetrias de Ruído.....	60
Tabela XIII - Cálculo da Correção da atenuação dos Protetores. ....	61
Tabela XIV - Correções Adotadas para os Protetores em Uso. ....	61
Tabela XV - Resultados x GHEs. ....	62
Tabela XVI – Faixas de Exposição.....	63
Tabela XVII – Estratificação das Fontes de Ruído Avaliadas.....	64
Tabela XVIII - Critério adotado para interpretação dos resultados. ....	82
Tabela XIX – NHO – 01 .....	82



## **LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ABNT	– Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACGIH	- American Conference of Industrial Hygienists
AIHA	– American Industrial Hygiene Association
ANSI	- American National Standards Institute
APR – HO	– Análise Preliminar de Riscos para a Higiene Ocupacional
CA	- Certificado de Aprovação
CEMOV	- Coordenadoria de Estoque e Movimentação
CLT	– Consolidação das Leis Trabalhistas
CMAC	- Coordenadoria de Macaé
CONAMA	– Conselho Nacional de Meio Ambiente
COTUR	- Coordenador de Turno
DPG	- Desvio Padrão Geométrico
DR	- Dosimetria de Ruído
EMR	- Exposto de Maior Risco
FUNDACENTRO	– Fundação Jorge Duprat Figueiredo
GEPROG	- Gerência de Processamento
GHE	- Grupo Homogêneo de Exposição
GLP	- Gás Liquefeito de Petróleo

HO	- Higiene Ocupacional
IEC	– International Electrotechnical Commission
INMETRO	– Instituto Nacional de Metrologia
INSS	– Instituto Nacional de Saúde Social
INTRANET	– Sistema de Internet da rede interna da PETROBRAS
LAVG	- Level Average
LEQ	- Nível Equivalente
MG	- Média Geométrica
MTE	- Ministério do Trabalho e Emprego
NBR	- Norma Brasileira
NC	- Noise Criterium
NHO	– Norma de Higiene Ocupacional
NIOSH	- National Institute of Occupational Safety & Health
NPS	– Nível de Pressão Sonora
NR	– Norma Regulamentadora
NRRsf	- Nível de Redução de Ruído Subject Fit
ns	- Nível Sonoro
PAIR	– Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional
PCA	- Programa de Conservação Auditiva

PCMSO – Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional

PETROBRAS – Petróleo Brasileiro S.A.

PPRA – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais

RBC - Rede Brasileira de Calibração

RMS – Root Mean Square

SINPEP - Sistema Integrado de Padronização Eletrônica da Petrobras

SMS - Segurança Meio Ambiente e Saúde

TECAB - Terminal de Cabiúnas da TRANSPETRO

TRANSPETRO – Petrobras Transporte S/A.

U - Unidade

URL - Unidade de Recuperação de Líquidos

## **LISTA DE SIMBOLOS**

C	Velocidade de Propagação do Som
dB	Decibel
F	Frequência
Hz	Hertz
N	Newton
P	Pressão
P0	Pressão de Referência
W	Watt
$\lambda$	Comprimento de Onda

## 1 INTRODUÇÃO

### 1.1 Apresentação do Tema ou Contextualização.

Atualmente, é difícil imaginar o mundo sem o uso da energia nas suas mais diversas formas: elétrica, térmica e hidráulica. Nossa dependência por petróleo é muito grande, pois o mesmo é uma das principais fontes de energia, sendo empregado, através de processos de combustão, para movimentação de automóveis, ônibus, caminhões, trens, navios, aviões, helicópteros, bem como, para geração de energia elétrica.

A fim de atender à crescente demanda por petróleo, são necessários investimentos em todas as suas fases (exploração, produção, transporte, estocagem, transferência, refino e distribuição), bem como, em programas de conservação de energia na busca por um uso cada vez mais racional.

As atividades de estocagem e transferência de petróleo e gás podem expor os trabalhadores a uma série de riscos. Entre estes riscos estão os riscos ambientais, tais como: gases e vapores de produtos químicos, calor, vibrações, radiações e ruído.

“O agente agressivo mais significativo na maioria das atividades da cadeia produtiva do petróleo é o ruído, presente tanto nas sondas de perfuração, nas plataformas de produção, nas refinarias e, em menor escala, nos terminais” (REIS, 2005).

Os ruídos intensos podem provocar efeitos no sistema auditivo e no organismo como um todo, como dores de cabeça, cansaço, tensões, irritação, etc. Também dificultam a comunicação, podem diminuir a atenção, aumentar o erro e o número de acidentes.

Neste cenário, as empresas necessitam ser cada vez mais competitivas, a fim de se manterem no mercado. Para tanto, as empresas necessitam ser eficientes no uso de recursos disponíveis (materiais, pessoal e tempo) e eficazes no atendimento aos clientes (satisfação dos clientes), sendo necessários investimentos em máquinas e equipamentos e, principalmente, nas pessoas. Muitas vezes a eficiência (maior produção em menor tempo) tem sido alcançada às custas de sofrimento e sacrifício dos trabalhadores. Como causas deste sofrimento, pode-se citar as condições

ambientais inadequadas, em foco o ruído, a má organização do trabalho, a execução de tarefas repetitivas, a monotonia e a insatisfação, entre outras.

Como importantes fontes de emissão de ruído, temos aquelas oriundas do trânsito, das atividades da vizinhança, das obras e fábricas. No interior de plantas industriais as mais importantes fontes de ruído são máquinas, motores, instalações de ar comprimido e vapor, geradores de energia e compressores. Nas unidades de estocagem e transferência de petróleo e gás, podemos identificar como principais fontes de ruídos as bombas de transferência, geradores, compressores e motores elétricos.

Não bastasse a atuação cada vez mais coordenada de centenas de entidades prevencionistas, a vocação humanista de milhares de profissionais que buscam a preservação da saúde e da integridade físicas dos trabalhadores, a evolução da legislação nas áreas trabalhista, previdenciária, civil e criminal, as questões de segurança, meio ambiente e saúde já não podem mais ser relegadas a um segundo plano. Contribuem ainda para esta mudança, as conquistas dos trabalhadores através de suas entidades sindicais e os processos de certificação de qualidade, meio-ambiente, segurança e saúde no trabalho e responsabilidade social.

Para buscar soluções para estes problemas, pode-se fazer uso das técnicas da Higiene Ocupacional e da Ergonomia. As atividades operacionais da Higiene Ocupacional são conduzidas através das fases de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle das situações, substâncias ou energias que possam resultar em malefícios aos trabalhadores, enquanto exercendo as suas rotinas.

Dentro deste enfoque, a Petróleo Brasileiro S.A. – PETROBRAS tem desenvolvido estudos e aprimoramento de seus procedimentos e padrões de Higiene Ocupacional, o que tem propiciado a realização de campanhas de reconhecimento, avaliação e adoção de propostas de controle, incluindo o agente ruído, em suas diversas unidades de negócios de serviços e subsidiárias.

## 1.2 Objetivo.

O objetivo do presente trabalho é o de analisar o planejamento e desenvolvimento completo (levantamento de dosimetrias, análise preliminar de riscos voltada à Higiene Ocupacional - APR-HO, nível de pressão sonora, equipamentos de medição utilizados, equipamento de proteção individual - EPIs recomendados) de uma campanha de reconhecimento, avaliação e controle do agente ruído, para todos os Grupos Homogêneos de Exposição (GHEs) de um terminal de petróleo e gás da Petrobras Transporte S.A. – TRANSPETRO, empresa subsidiária da PETROBRAS, responsável pelo transporte (por via marítima e dutoviária), estocagem e transferência de petróleo, derivados e álcool.

## 1.3 Justificativas.

A justificativa para esta monografia deveu-se a necessidade de verificar no desenrolar de uma campanha:

- a) a exeqüibilidade da aplicação dos padrões de procedimentos de Higiene Ocupacional - HO;
- b) o nível de aderência aos padrões de procedimentos de Higiene Ocupacional;
- c) a melhor interpretação dos dados obtidos;
- d) a importância do julgamento profissional;
- e) a pertinência do controle das exposições que foram propostos.

Sabe-se que o objetivo principal da função Higiene Ocupacional e do profissional higienista na prática do seu dia a dia é prevenir o surgimento de doenças relacionadas à exposição aos agentes ambientais. Neste sentido, o resultado do seu trabalho não pode ser percebido no mês seguinte ou no ano seguinte ao término das campanhas ou pelo cumprimento de algum plano de ação. Implementar um modo de operar rotineiro e padronizado que se traduza nas ações de reconhecimento, avaliação e controle destes agentes significa agregar às exigências legais, conceitos de estatística aplicada, boas práticas orientadas pela *AIHA (American Industrial Hygiene Association)* e *NIOSH (National Institute of Occupational)*, utilização dos limites de exposição ocupacional preconizados pela *ACGIH (American Conference of*

*Industrial Hygienists*), o estado da arte, compromisso com a ética e, principalmente, a busca permanente pela excelência.



## **2 REVISÃO DA LITERATURA**

O capítulo de revisão da literatura permite esclarecer conceitos e acessar pesquisas sobre a relação do ruído com suas diversas implicações no nosso cotidiano, principalmente as relacionadas ao trabalho. Dentre estes destacam-se: conceitos sobre ruído, fisiologia da audição, efeitos do ruído, ergonomia, controle do ruído industrial, procedimentos de medição e legislação. São dados importantes que podem afirmar ou negar o que se está pesquisando.

Para isto utilizou-se de pesquisa bibliográfica e pesquisa na Internet.

Por fim, conclui-se que, em função da complexidade dos problemas acústicos e dos custos envolvidos no controle de ruído, é preciso definir prioridades e isto implica na necessidade da identificação das fontes de ruído, bem como no conhecimento da exposição dos trabalhadores.

### **2.1 Princípios Teóricos**

A seguir são apresentados alguns conceitos importantes no processo de reconhecimento, avaliação e controle do ruído.

“O ruído é uma mistura complexa de diversas vibrações, medido em uma escala logarítmica, em uma unidade chamada decibel (dB)” (IIDA, 1998).

Ainda segundo Iida (1998) existem diversas conceituações sobre o ruído, sendo a mais usual a que considera o ruído como um som indesejável. Tal conceito é subjetivo, pois pode ser indesejável para uns e não ser para outros, como também, ser indesejável para a mesma pessoa, em ocasiões diferentes.

Denomina-se barulho todo o som que é indesejável, sendo o barulho e o ruído interpretações desagradáveis e subjetivas do som (SALIBA, 2000).

“Ruído é a denominação dada ao conjunto de sons harmonicamente indesejáveis, discordantes e confusos” (AZEVEDO, 1990).

De acordo com Gerges (2000), um ruído é um tipo de som, associado a som desagradável e indesejável.

Amplitude é o valor máximo, considerando a partir de um ponto de equilíbrio, atingido pela pressão, no que diz respeito as vibrações sonoras (ASTETE, 1991).

Frequência de um som é o número de vezes que um ciclo se repete na unidade de tempo. Sua unidade é o Hertz (Hz) (ASTETE, 1991).

Velocidade do som é a velocidade de propagação das ondas sonoras, sendo sua unidade usual o m/s (NEPOMUCENO, 1994).

Conforme Astete (1991), comprimento de onda ( $\lambda$ ) é a distância percorrida pela onda sonora durante um ciclo, ou seja, a distância percorrida, para que a oscilação repita a situação imediatamente anterior, em amplitude e fase. Sua relação com a frequência ( $f$ ) e a velocidade de propagação do som ( $C$ ) é dada pela eq.(1).

$$C \text{ (m/s)} = f \text{ (Hz)} \times \lambda \text{ (m)} \quad (1)$$

Potência Sonora ou Potência Acústica é o total da energia sonora (energia mecânica sob forma de som) emitida por uma fonte, por unidade de tempo, ou seja, é uma medida da capacidade de produzir som de uma fonte. Unidade é o Watt (W) (ASTETE, 1991).

Intensidade sonora é o fluxo médio da energia sonora por unidade de área, em direção normal à propagação. Sua unidade usual é o  $\text{W/m}^2$  (NEPOMUCENO, 1994).

A pressão sonora ou pressão acústica é o valor instantâneo do desvio de pressão em relação à pressão atmosférica (pressão estática), devido a perturbação acústica. Normalmente, é medida em  $\text{Newton/m}^2$ , unidade de pressão denominada de Pascal (Pa), sendo que  $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$  (NEPOMUCENO, 1994).

## 2.2 Fisiologia da Audição

Para que o som possa ser percebido pelo ser humano, é necessário que o mesmo tenha certas características de pressão (faixa de 0,00002 Newton/m<sup>2</sup> a 200 Newton/m<sup>2</sup>) e de frequência. As frequências audíveis encontram-se entre 16 e 20.000 Hz - faixa de audiofrequência. Abaixo de 16 Hz estão os infra-sons e acima de 20.000 Hz os ultra-sons (ASTETE, 1991).

O ouvido divide-se em três partes: o externo, o médio e o interno. O ouvido externo, o qual tem por função captar os sons, é composto pelo pavilhão auditivo (orelha) e pelo conduto auditivo externo, o qual termina na membrana do tímpano. O ouvido médio é composto de três ossículos: martelo, bigorna e estribo. Os ossículos captam as vibrações do tímpano e as transmitem a uma outra membrana fina na janela oval, bem como amplificam as mesmas. No ouvido interno encontra-se um órgão chamado cóclea (tem a forma de um caracol), o qual converte as vibrações sonoras em pressões hidráulicas e os receptores vestibulares, responsáveis pela percepção da posição e acelerações (IIDA, 1998).

Ainda segundo Iida (1998), os sons chegam por vibrações do ar, captadas pelo ouvido externo, transformando-se em vibrações mecânicas, no ouvido médio, e em seguida em pressões hidráulicas, no ouvido interno. Finalmente, essas pressões são captadas por células sensíveis no ouvido interno e transformadas em sinais elétricos, que se transmite ao cérebro.

Conforme Grandjean (1998), as ondas sonoras ao penetrarem no ouvido interno, onde a energia acústica é transformada em impulsos nervosos, atingem determinadas áreas do cérebro, provocando sensações sonoras, percebidas como sons.

## 2.3 Efeitos do Ruído

Segundo Fantazzini (2004), o ruído é um dos principais focos de atenção dos profissionais da área de segurança, saúde do trabalhador e higiene, pois os seus efeitos à

saúde dos trabalhadores são consideráveis e sua ocorrência é freqüente nos ambientes de trabalho.

O ruído também apresenta aspectos informativos indispensáveis, tais como: alarmes, telefone e conversações, não tendo somente efeitos negativos (SANTOS *et al*, 1997).

Entre os efeitos do ruído, estão: a perda auditiva induzida pelo ruído ocupacional (PAIR), zumbidos, dificuldades de concentração, maior estresse, cansaço, fadiga e prejuízo nas comunicações verbais ( PEREIRA, 2000).

Miranda; Dias (1998), relatam que, no Brasil, assim como em outros países, o ruído é o agente de maior incidência no ambiente de trabalho.

Os efeitos do ruído podem ser classificados em auditivos e extra-auditivos.

### **2.3.1 Efeitos Extra-Auditivos do Ruído**

Os efeitos extra-auditivos são: dilatação da pupila, aumento da produção de hormônios da tireóide, aumento dos batimentos cardíacos, contração do estômago e abdômen, contração dos vasos sanguíneos, entre outros (GERGES, 2000).

Os efeitos não-auditivos do ruído, conforme Seligman (1993), referem-se às alterações orgânicas: neurológicas, cardiovasculares, bioquímicas, vestibulares, digestivas e comportamentais.

De acordo com Alexandry (1985), ocorrem três tipos de respostas ao ruído: resposta somática, resposta química e resposta psicológica. A resposta somática diz respeito a fatores como a vasoconstrição periférica; a hiporritmia ventilativa; a variação galvanotérmica e a variação tensomuscular. A resposta química refere-se a relação de secreção de substâncias glandulares que produzem trocas clínicas na composição de suco gástrico, sangue, urina e fluido neurônico. A resposta psicológica apresenta-se em vários níveis, como sono, atenção, concentração, irritabilidade, ansiedade, inibição, medo e neurótico.

### 2.3.2 Efeitos Auditivos

Segundo Astete (1991), os efeitos do ruído sobre o sistema auditivo são:

- a) mudança temporária do limiar da audição (surdez temporária), decorrente da exposição do indivíduo a barulho intenso, mesmo por um curto período de tempo. A condição de perda permanece temporariamente, sendo que a audição normal retorna após algum tempo;
- b) surdez permanente, decorrente da exposição repetida, por longos períodos, a barulhos de intensidade excessiva. Está associada à destruição dos elementos sensoriais da audição;
- c) trauma acústico, ou seja, perda auditiva repentina após a exposição a barulho intenso, causado por explosões ou impactos sonoros semelhantes, podendo ser temporária ou permanente, conforme o tipo e extensão da lesão.

O Instituto Nacional de Saúde Social, publicou Portaria através do DOU número 131, de 11/07/1997 (edital nº 3 de 9/7/97) que:

“Entretanto, é comum em condições normais de trabalho a coexistência de vários outros fatores que podem agredir diretamente o órgão auditivo, ou através da interação com ruído influenciar o desenvolvimento da perda auditiva. Alguns fatores de risco ambientais são: agentes químicos (solventes, gases, fumos, metálicos, etc); agentes físicos (vibrações, calor, radiação, etc); agentes biológicos (vírus, bactérias, etc)” (BRASIL, 1997).

Conforme Piza (1997), a PAIR é muito freqüente entre trabalhadores brasileiros, sendo um fato muito comum, a não admissão desses trabalhadores por apresentarem a PAIR.

Exposições a níveis de ruído elevados, da ordem de 90 dB(A), por muitos anos, podem causar perdas auditivas permanentes (KOENIGSBERGER, 1980).

Harris (1979), relata que em ambientes de trabalho na faixa de 20 a 200 Hz, cujas fontes de ruído são ventiladores, bombas, compressores, geradores, veículos pesados, entre

outros, o ruído é de frequência baixa. Esse tipo de ruído é muito incômodo, já que pode ser ouvido de longas distâncias, por consequência de seu grande comprimento de onda, e seu reduzido poder de atenuação do meio no qual se propaga.

Entre os efeitos que os ruídos podem provocar no aparelho auditivo estão: lesões irreversíveis, tal como a surdez e alterações reversíveis, como a fadiga auditiva (LAVILLE, 1977).

O efeito nocivo do ruído, segundo Saliba et al (1997) é função dos seguintes aspectos:

- a) susceptibilidade individual;
- b) tempo de exposição;
- c) nível de pressão sonora e distribuição do mesmo por frequências (espectro sonoro);
- d) número de repetições da exposição por dia.

Pereira (1989) relatou que a surdez profissional é uma das doenças mais frequentes entre os trabalhadores. O ruído intenso está presente nas mais variadas atividades individuais, tais como metalúrgica, indústria química, têxtil, construção civil, energética e outras.

A perda auditiva induzida por ruído (PAIR), como é chamada, manifesta-se de modo lento e cumulativo, evoluindo progressivamente com os anos de exposição (CLARK, 1992).

### **2.3.3 Ocorrência de Acidentes**

O ruído elevado pode contribuir para o surgimento de acidentes, pois dificulta o entendimento de ordens ou orientações (MELO, 1994).

Conforme Gerges (2000) uma das consequências do excesso de ruído nos ambientes industriais é o aumento de acidentes devido à perda de inteligibilidade na comunicação verbal entre os trabalhadores.

### 2.3.4 Efeitos do Ruído na Produção

Conforme Guimarães (1999b), os estudos sobre as influências do ruído no trabalho são contraditórias. Para a grande maioria dos trabalhos, os efeitos na produtividade parecem ser de pouca importância, até mesmo quando se aumenta o nível de ruído. Quando das variações de ruído, parece haver uma rápida adaptação dos trabalhadores, com exceção dos trabalhos de vigilância visual (ruído prejudica a atenção concentrada).

As exposições a ruído não trazem consequências significativas para o trabalho físico, entretanto, freqüentemente prejudicam os trabalhos mentais complexos, bem como determinadas produções com altas exigências na destreza e na análise de informações (GRANDJEAN, 1998).

Segundo Couto (1996), entre os efeitos que o ruído excessivo pode provocar estão:

- a) a dificuldade de concentração, dependendo das características do ruído e das características do trabalho;
- b) o prejuízo ao desempenho das atividades, principalmente aquelas acompanhadas de sobrecarga mental, complexidade e grande número de detalhes;
- c) o aumento da performance, se o ritmo do trabalho coincidir com o ritmo do barulho;
- d) o prejuízo para a performance intelectual do ser humano, sendo que a conversa prejudica mais do que o ruído propriamente dito, porque o ruído na maior parte das vezes representa um tipo de interferência sem significado, enquanto que a conversa próxima, no mesmo idioma, é entendida pelas pessoas, sendo difícil abstrair-se do seu significado;
- e) a música retira bastante a atenção das pessoas que realizam trabalhos com empenho intelectual, por se enquadrar na categoria dos sons que têm significado ou mesmo quando são mescladas a letras ou falas de locutores. Já em trabalhos sem empenho intelectual, e em tarefas de alta repetitividade, ao contrário, a música dá bons resultados.

## **2.4 Ruído e Ergonomia**

Segundo Santos; Fialho (1995) afirmam que a ergonomia pode ser considerada como sendo um conjunto de conhecimentos relativos ao homem em atividade, que nos permite desenvolver ferramentas, máquinas, espaços e os próprios sistemas de trabalho, para que estes traduzam o máximo de conforto, segurança e eficiência. Dedicar-se a propiciar uma interação adequada e confortável do ser humano com os objetos que maneja e com os ambientes onde se encontra. Em relação ao ruído destacam que há influência considerável sobre o desempenho do homem no trabalho.

Em uma intervenção ergonômica deve ser avaliado o ambiente, a fim de evitar danos físicos, sensoriais ou mentais. O ruído é citado como um dos principais condicionantes que afetam o rendimento no trabalho. Os ruídos intensos, acima de 90 dB, dificultam a comunicação verbal. As pessoas precisam falar mais alto e prestar mais atenção, para serem compreendidas. Nestas circunstâncias, aumenta a tensão psicológica e diminui o nível de atenção no trabalho (IIDA, 1998).

Montmollin (1990) faz uma reflexão sobre como o ergonomista deve realizar sua análise. Em primeiro lugar na análise ergonômica deve-se levar em consideração os seguintes itens: as características antropométricas (medidas dos diferentes segmentos do corpo); as características funcionais/motoras e a postura. Ainda deve-se também analisar os aspectos relacionados ao meio e suas influências (calor, agentes tóxicos, frio, vibrações e ruído), as características psicológicas, o tempo de reação, além de outras características rítmicas que regulam a atividade biológica no decurso das horas do dia.

## **2.5 Controle do Ruído Industrial**

Em função do considerável investimento necessário para implementar medidas de controle de ruído industrial, as empresas precisam eleger prioridades para otimizar os seus gastos com controle de ruído.



Na escolha das prioridades, diversos fatores devem ser considerados, como o nível de ruído nos postos de trabalho, o número de funcionários e o tempo de exposição ao ruído, os setores com mais casos de perda auditiva, o investimento necessário e outros fatores específicos de cada empresa.

Depois de escolhidas as prioridades, as principais fontes sonoras precisam ser identificadas para que sejam projetadas as soluções de controle de ruído.

A identificação de uma fonte de ruído industrial consiste na sua localização e na determinação do seu impacto acústico sobre os trabalhadores. Isto pode ser feito por medições do nível de pressão sonora.

Segundo Bistafa (2004a), “a eliminação por completo do ruído é em geral inconveniente, além de ser caro. Assim o objetivo é normalmente o controle do ruído e não a sua eliminação por completo”.

Ainda segundo Bistafa (2004a), a tarefa de redução do ruído não é tão simples e embora existam soluções padronizadas na literatura especializada, devemos ser capazes de aplicar os princípios básicos da acústica.

Conforme Guimarães; Sattler; Amaral (2000), a atenuação do ruído envolve uma relação custo / benefício. O custo pode ser quantificado a partir da atenuação desejada dos níveis de ruído e o benefício dessa atenuação é o conforto e a segurança do trabalhador.

Soares (1994) relata que o ruído pode ser eliminado, reduzido ou controlado na fonte, no meio ou no indivíduo.

Segundo Astete (1991), as formas de controle do ruído são:

- controle na fonte de origem;
- controle na via de transmissão;
- controle no pessoal, diminuindo o tempo de exposição ou utilizando protetores auriculares.

### 2.5.1 Controle na Fonte

A forma mais eficaz de redução do ruído é a redução na fonte (BISTAFA, 2004a).

Santos (1996) apresenta as possíveis intervenções para controle do ruído, citando que a primeira medida deve ser através de uma intervenção na fonte emissora, eliminando ou substituindo por máquinas mais silenciosas; redução de concentração de máquinas e modificação do ritmo de funcionamento da máquina.

Saliba et al (1997), citam as seguintes medidas como formas de controle na fonte:

- a) substituir os equipamentos ruidosos por outros mais silenciosos;
- b) balancear e equilibrar partes móveis;
- c) lubrificar adequadamente mancais, rolamentos, etc;
- d) reduzir os impactos;
- e) modificar o processo;
- f) fazer a regulação dos motores;
- g) reapertar estruturas;
- h) substituir as engrenagens metálicas por outras de celeron ou plástico;
- i) trabalhar na programação das operações, reduzindo o número de máquinas em funcionamento simultâneo.

Rio; Pires (1999), afirmam que o controle do ruído pode ser feito na fonte, enclausurando as máquinas, substituindo materiais mais duros e de contato ruidoso por outros mais macios e com maior capacidade de amortecimento, etc.

Dul; Weerdmeester (1995) relatam que as medidas de controle do ruído na fonte podem ser:

- a) selecionar um método de produção silencioso;
- b) usar máquinas silenciosas;
- c) fazer a manutenção periódica das máquinas;
- d) confinar as máquinas ruidosas.

### **2.5.2 Controle na Via de Transmissão (Trajetória)**

Saliba et al (1997), afirmam que o passo seguinte para controle do ruído, quando o controle na fonte não é aplicável, é o controle no meio. Dentre as possibilidades estão:

- a) isolar a fonte através da construção de barreira que separe a fonte do meio que a rodeia, evitando a propagação do ruído;
- b) isolar o receptor através da construção de barreira que separe a fonte do meio do indivíduo exposto ao ruído.

Quando for inviável controlar o ruído na fonte, ou quando a redução de ruído junto a mesma não for suficiente, atua-se na via de transmissão, por intermédio de enclausuramentos, barreiras, adição de materiais absorventes, etc (BISTAFA, 2004a).

Segundo Dul; Weerdmeester (1995), as medidas de controle do ruído na trajetória são:

- a) segregação: a segregação pode ser feita no espaço e no tempo. No primeiro caso, a operação ruidosa seria executada à distância, diminuindo assim o nível de ruído. No segundo, a operação ruidosa seria executada fora do turno de trabalho, o que raramente é possível;
- b) manter uma distância suficiente da fonte de ruído, colocando a mesma o mais longe possível das pessoas;
- c) barreiras: não são eficientes como o enclausuramento, porém auxiliam a controlar a propagação de ruído numa determinada direção;
- d) tratamento acústico das superfícies do local: o tratamento acústico no interior de um ambiente onde há fontes consideráveis de ruído, visa, se não evitar, pelo menos diminuir a reverberação no ambiente.

### **2.5.3 Medidas de Proteção Individual**

Segundo Signorini (1999), as medidas voltadas aos trabalhadores são:

- a) a limitação do tempo de exposição ao risco ao mínimo necessário;
- b) os exames médicos admissionais e periódicos;
- c) a informação e o treinamento sobre os riscos e as formas de se proteger;

d) a participação dos trabalhadores nos estudos de Higiene Ocupacional.

A Legislação Brasileira, conforme a Portaria 3214/78, do Ministério do Trabalho e Emprego - NR-6 – Equipamento de proteção individual – EPI, regulamenta os equipamentos de proteção individual. Nesta norma encontram-se todas as situações em que se faz necessário o uso de protetores auditivos, bem como as obrigações do empregador e do empregado. Recomenda o uso do equipamento de proteção individual enquanto as medidas de proteção coletiva estiverem sendo implantadas. A norma orienta que o empregador deve adquirir o tipo adequado de protetor auditivo necessário à atividade do empregado. A norma refere que o trabalhador deve ser treinado sobre o uso correto e adequado do protetor auditivo (BRASIL, 1978).

Para Behar (1998) os protetores auditivos são o meio mais comum empregado para controlar a exposição a níveis elevados de ruído. Refere que duas características são importantes em um protetor: a atenuação e o conforto.

Quando os métodos de controle da fonte ou do meio falharem, o último recurso é o equipamento de proteção auricular. No mercado brasileiro existe uma grande variedade de protetores auriculares. Entre os diversos tipos destacam-se: protetores de inserção (colocados na entrada do canal auditivo) e protetores circum-auriculares (isolam e envolvem o ouvido externo) (SOTO, 1993).

#### **2.5.4 Programa de Conservação Auditiva**

De acordo com Miranda; Dias (1998), a indústria brasileira tem apresentado falhas no que diz respeito à proteção auditiva, com ausência de programas de conservação auditiva ou de medidas preventivas ao ruído a que fica exposto o trabalhador.

Gerges (2000) refere que as medidas de conservação auditiva devem ser aplicadas no momento em que se tem conhecimento da ocorrência de ruído intenso em local de trabalho. Dentre os aspectos a serem executados num programa de conservação auditiva, incluem-se o mapeamento de ruído, a delimitação das zonas de risco de ruído e avisos de

alerta, o controle de ruído, os refúgios de ruído, a rotatividade de função, as especificações de ruído, a proteção da audição, a educação e o monitoramento audiométrico dos trabalhadores expostos ao ruído.

Bernardi; Saldanha (2003) sugerem que a implantação de um PCA (Programa de Conservação Auditiva) passe por etapas, com medidas individuais e coletivas. Sendo a primeira etapa a análise do processo industrial e condições de trabalho a partir desta estabelecer um diagnóstico, após fazer uma análise e desenvolvimento do panorama epidemiológico aonde entrariam as medidas de controle ambientais, administrativas, coletivas e treinamentos. Na etapa seguinte recomenda a análise de desencadeamento e agravamento de perdas auditivas e organização de um documento legal.

Kwitko (1996) refere que, em um programa de conservação auditiva, os resultados só serão confiáveis, depois de 2 a 3 anos que o programa tenha sido implantado, isto em função de que as perdas auditivas ocorrem lentamente.

## **2.6 Medição do Ruído**

Segundo Wisner (1987), as avaliações de ruído normalmente visam detectar um nível considerado perigoso a médio prazo e, às vezes, assinalar um perigo iminente que determina a interrupção do trabalho.

A fim de caracterizar o ambiente sonoro de forma precisa, é necessário realizar medidas do nível e da composição do ruído, bem como determinar a natureza do sinal sonoro (ruído de fundo, conversações, etc.) e do trabalho efetuado (SANTOS et al, 1997).

Para procedermos as medições é importante o conhecimento de alguns conceitos básicos:

a) nível de pressão sonora (NPS): segundo Astete (1991), os estudos de Weber-Fechner com relação a sensação humana quando o ouvido é exposto, dentro da faixa de audiofrequência, a diferentes pressões sonoras que o estimulam, concluem que: “quando o estímulo físico é multiplicado por 10, a sensação aumenta em apenas uma unidade”.

As conclusões de Weber-Fechner são, na verdade, uma aproximação, que na prática, definem um meio simples de medir, numa escala de fácil manuseio, considerando a enorme variação de pressões sonoras e, ao mesmo tempo, a reação humana ao estímulo. O meio criado foi uma relação logarítmica, expressa em decibéis (dB), entre uma pressão de referência arbitrariamente adotada e a pressão sonora real que existe no local. A relação é conhecida como Nível de Pressão Sonora (NPS), cuja expressão matemática é dada pela eq.(2).

$$\text{NPS} = 20 \log (P/P_0) [\text{dB}] \quad (2)$$

O decibel é uma grandeza não dimensional (relação entre duas grandezas variáveis, uma das quais adotada como referência).

Considerando  $P_0$  (pressão de referência) igual a  $0,00002 \text{ Newton/m}^2$  (por convenção), chegamos a eq.(3).

$$\text{NPS} = 20 \log p + 94 [\text{dB}] \text{ re. } 2 \times 10^{-5} \quad (3)$$

b) nível sonoro: para contornar o problema de dar um valor só (a um conjunto de sons) que reflita adequadamente a sensação humana e que permita avaliar o risco de desconforto ou de dano auditivo de uma forma simples, foram criados os decibéis compensados. A base para os decibéis compensados deriva do fato de o sistema auditivo humano ter sensibilidade diferente para frequências diferentes. Para seguir, então, da maneira mais fiel possível a sensação humana real, os níveis de pressão sonora são alterados, compensando, para cada faixa de frequência, através de filtros próprios, incluídos nos equipamentos de medição (compensação realizada automaticamente), para se obter apenas um valor, chamado de nível de pressão sonora compensado ou, simplesmente, Nível Sonoro – ns. A sensação humana, contudo, é mais complexa que o mecanismo idealizado para aproximar-nos dela, razão pela qual, na prática, são utilizados diferentes critérios de compensação, são identificados por letras: A, B, C, D, E, etc, sendo as mais conhecidas as curvas A, B e C (cada uma altera, de maneira específica, seguindo normas aceitas internacionalmente, o nível de pressão sonora real).

Dos três critérios mencionados, acredita-se que o que melhor se aproxima à resposta humana é a curva A (ASTETE, 1991);

c) nível de audibilidade: conforme Astete (1991), é um conceito que inclui aspectos subjetivos. É medido através de um som padrão, em relação ao qual os grupos de pessoas, que servem como observadores, comparam o som desconhecido apresentado. O padrão é um som emitido numa estreita banda de frequência cujo centro é 1000 Hz.

De fato, num esforço para obter uma quantidade proporcional à intensidade de sensação sonora, foi definida uma escala linear de audibilidade cuja unidade é o sone.

O nível de audibilidade é medido em fons. Por definição, 1 sone corresponde ao nível de audibilidade de 40 fons. A escala em sones tem a vantagem da linearidade em relação a sensação.

Os equipamentos para medir NPS ou NS devem ser chamados de medidores de nível de pressão sonora ou medidores de nível sonoro ou sonômetro, sendo popularmente denominado de decibelfímetros. Tratam-se de instrumentos básicos para a medida de ruído e que respondem aproximadamente da mesma forma que o ouvido humano aos sons (BISTAFA, 2004b).

Ainda segunda Bistafa, 2004b:

- a) o microfone transformar um sinal mecânico (vibração sonora) num sinal elétrico equivalente;
- b) o pré-amplificador amplifica o sinal elétrico de baixa magnitude gerado no microfone;
- c) o filtro ponderador é responsável pela reprodução aproximada da resposta do ouvido humano ao som que está sendo medido;
- d) o filtro é responsável pela filtragem da energia sonora contida em uma determinada faixa de frequências;
- e) o detector converte o sinal existente (forma de corrente alternada) para corrente contínua;
- f) o ponderador temporal serve para determinar a rapidez com que o medidor responde a variações do nível sonoro;



h) o indicador pode ser digital ou analógico (ponteiro indicador).

Para Gerges (2000), um sistema para medição de ruído compõe-se de um microfone de alta qualidade, que converte a grandeza física - pressão acústica - em sinal elétrico. O sinal elétrico de pequena amplitude deve passar por préamplificadores lineares e circuitos de compensação (A, B, C ou D) e / ou filtro de passa banda. Em seguida o sinal passa a outra amplificação variável e detector *RMS* com várias constantes de tempo de média. O sinal é indicado em dB, dB (A), dB pico ou dB impulso.

Segundo Harris (1979), as características dos circuitos de ponderação A, B e C têm sido padronizadas internacionalmente pelo *American National Standards Institute - ANSI S1.4 - 1971*, através da NORMA (*American National Standard Specification for Sound Level Meters*) e pela *International Electrotechnical Commission - IEC / 179 - 1973 (Precisions Sound Level Meters)*. Portanto, a curva "A", comumente utilizada para medições de ruído relacionado com a audição do indivíduo, é a curva que mais aproxima-se das curvas de audibilidade subjetiva do som (*loudness*), pelo fato de possuir pouca sensibilidade às baixas frequências, bastante sensibilidade nas frequências entre 2000 e 5000 Hz, e menor sensibilidade nas altas frequências.

Segundo a Renault (1985), quando o nível de ruído for muito elevado (risco de trauma acústico), é preciso buscar um meio para reduzir o ruído para valores abaixo dos limites aceitáveis. Para isto, é necessário realizar uma análise do espectro do ruído.

Os equipamentos para avaliação de ruído devem ser calibrados antes e depois de um conjunto de medições (jornada de avaliações). Choques mecânicos, campos eletromagnéticos muito intensos, extremo calor ou frio podem justificar uma recalibração. Os calibradores devem ser aferidos comparando-o a um padrão primário (em laboratórios adequados) anualmente (FANTAZZINI, 2004).

Gerges (2000) recomenda que o PCA inicie pela avaliação e monitoramento da exposição ao ruído: conhecer o ambiente de trabalho, o NPS, presença de produtos químicos, ototóxicos, jornada de trabalho, classificar áreas onde o controle do ruído é



prioritário. Recomenda o cálculo da dose de ruído. O mapeamento sonoro é realizado com um medidor de nível de pressão sonora, que contenha ponderações nas curvas A e C e circuito de resposta lenta e rápida que poderá estar acoplado a um filtro de bandas de oitavas ou de um terço de oitavas, permitindo assim a avaliação das frequências, facilitando as medidas de controle do ambiente.

Segundo Saliba et al (1997), com objetivo de se determinar com a maior exatidão possível a exposição ao ruído, quando ocorrerem variações de níveis durante a jornada, deve-se utilizar o audiodosímetro. Ainda conforme Saliba et al (1997), a avaliação de frequências é fundamental para se definir as medidas de controle.

Conforme Bistafa (2004c), o dosímetro de ruído possibilita o seu transporte pelo usuário no bolso ou preso ao cinto, face ao seu tamanho. Através de um cabo de extensão, liga um pequeno microfone fixado próximo ao ouvido do usuário (na borda do capacete ou na gola da camisa) ao equipamento. Trata-se de um aparelho usado para monitoramento pessoal, o qual é controlado por microprocessador e que permite a medição da dose de ruído, além de outros parâmetros, como níveis equivalentes, níveis de sons impulsivos, etc.

Nos casos em que o nível de ruído é variável, ou seja, o trabalhador executa várias funções em ambientes diferentes durante a jornada de trabalho, o dosímetro é o aparelho utilizado para a medição da dose de ruído (nível equivalente). Trata-se de um aparelho portátil, com microfone, que deve ser colocado o mais próximo possível da orelha (bolso da camisa, capacete) para que o mesmo faça o registro do nível equivalente e compare este com a norma em vigor, indicando se a dose de ruído passou de 100% (GERGES, 2000).

Como as exposições a níveis de ruído, normalmente ocorrem a níveis que oscilam muito rapidamente, sendo muito difícil a obtenção de dados relativos aos tempos de exposição correspondentes, torna-se necessário o uso de um dosímetro para se obter uma dose representativa (FANTAZZINI, 2004).

Nepomuceno (1997) afirma que para a análise do risco auditivo, a dosimetria é o dado que mais interessa, principalmente para a indicação de protetores auditivos, porque fornece um conjunto de dados, tais como o nível de exposição, tabela de níveis minuta a minuto, nível de pico e gráficos de distribuição, demonstrando o comportamento da exposição do indivíduo. Salienta que a legislação brasileira utiliza o fator 5 dB, o que deve ser considerado nos procedimentos.

Essa discussão envolvendo o fator de troca é uma preocupação constante. No Brasil e nos Estados Unidos utiliza-se o fator de dobra 5 dB, enquanto na Europa e na maior parte dos países do mundo, 3 dB(A). Nepomuceno (1997), por exemplo, defende que uma elevação da intensidade de ruído de 3 dB representa a duplicação do risco devido à exposição. Afirma que este valor é fundamentado em estudos de nível de emissão de ruído e de dose total de energia recebida, sendo, portanto um modelo mais apurado e eficaz, uma vez que a sustentação científica está em dados epidemiológicos. Essa condição contrasta com a do fator de dobra de 5 dB(A) que foi baseado em dados de mudança temporária de limiar.

## **2.7 Ruído e Legislação**

O nível máximo de intensidade de ruído em ambiente empresarial é de 85 dB(A), conforme a Portaria número 491, de 16 de setembro de 1965 (SOARES, 1994).

Conforme Bistafa (2004c), a Organização Mundial de Saúde, em 1993, publicou recomendações para proteção de comunidades contra o ruído. Os critérios estabelecidos definem valores para o nível sonoro equivalente ( $L_{eq}$ ), em função do período do dia (dia ou noite) e em função de condições específicas. No Brasil a NBR 10151 – Avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade assume papel semelhante. Já a NBR 10152 – Níveis de ruído para conforto acústico define os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico em diversos ambientes, com base nas curvas de avaliação de ruído NC.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 10.151, de dezembro de 1987, que fixa as condições exigíveis da aceitabilidade do ruído em comunidades, especifica o método para a medição do ruído, aplicação de correções nos níveis medidos e uma comparação dos níveis corrigidos, com critério que leva em conta vários fatores ambientais (ABNT, 1987a).

A NBR 10.152 estabelece os níveis de ruído para conforto acústico em ambientes diversos (ABNT, 1987b).

A primeira determinação federal em relação aos trabalhadores expostos a ruído surgiu com a Norma Regulamentadora NR-7, da Segurança e Medicina do Trabalho (Portaria 3.214 de 8 de junho de 1978) do Ministério do Trabalho e Emprego, estabelecendo a obrigatoriedade de audiometria para todos os trabalhadores expostos a valores acima de 85 dBA – para 8 horas de trabalho. Em 1994, a NR 7 sofreu alteração, passando a denominar-se de Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional – PCMSO. (BRASIL, 1978).

A NR 7 é complementada pela Portaria N.º 19, de 9 de abril de 1998, que estabelece os critérios para realização e análise das audiometrias, atendendo a necessidade de se estabelecer diretrizes e parâmetros mínimos para avaliação e acompanhamento da audição dos trabalhadores expostos a níveis de pressão sonora elevados. A Portaria n.º 19 define e caracteriza perda auditiva por níveis de pressão sonora elevados, as alterações auditivas do tipo neurossensorial, decorrente de exposição ocupacional sistemática a níveis de pressão sonora elevados. Apresenta irreversibilidade e progressão gradual da perda com o tempo de exposição (BRASIL, 1978).

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), órgão federal, dentre as resoluções que enfocam o ruído (resolução nº 001 de 08 de março de 1990), estabelece que a emissão de sons e ruídos, em decorrência de qualquer atividade industrial, comercial, social e recreativas, inclusive as de propagandas, obedecerá no interesse da saúde, segurança e sossego público, aos padrões no ambiente exterior do recinto que tem origem, de níveis de mais de 10 dB (A) acima do ruído de fundo existente no local, sem

tráfego; atinjam no ambiente exterior, independente do ruído de fundo, em que tem origem, mais de 70 dB (A), durante o dia e 60 dB (A) durante a noite e no interior do recinto não alcancem os níveis permitidos pela Norma NBR-95 (1987), da ABNT. A Resolução CONAMA n.º 2 institui em caráter nacional o Programa Nacional de Educação e Controle da Poluição Sonora – Silêncio.

A Consolidação das Leis do Trabalho (CLT), no BRASIL, em 1943, através do seu Artigo 180, garantia ao trabalhador o direito de evitar a fadiga auditiva. Mais tarde, a Portaria número 607/1965 do Ministério do Trabalho e Emprego, e o decreto-lei número 229/1967, asseguraram outros benefícios relativos ao conforto no ambiente de trabalho.

Posteriormente, a Lei número 6524/1977, altera o Capítulo V do Título II da CLT, e institui em todo o País disposições a respeito da Segurança e medicina do Trabalho. A Portaria número 3214 de Junho de 1978 aprova as Normas Regulamentadoras (NRs), responsáveis pelas regras de segurança nas atividades relativas ao trabalho, em nível nacional. A NR-7 que regulamenta a respeito dos exames audiométricos. A NR-15, nos seus Anexos I e II, trata do estabelecimento dos limites de níveis de ruído para ambientes ocupacionais do tipo industriais. A NR-17 - Ergonomia, também trata das condições ambientais do posto de trabalho (BRASIL, 1978).

A Norma Regulamentadora 9 – Programa de Prevenção de Riscos Ambientais do Ministério do Trabalho e Emprego, considera o ruído como uma das formas de energia a que o trabalhador pode estar exposto. Recomenda a antecipação e reconhecimento dos riscos ambientais, sua identificação, determinação, localização das possíveis fontes geradoras, identificação das possíveis trajetórias e dos meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho, a caracterização das atividades e do tipo de exposição e os possíveis danos à saúde relacionada aos riscos identificados, disponíveis na literatura técnica. Orienta a realização da avaliação quantitativa com o objetivo de dimensionar a exposição dos trabalhadores e subsidiar as medidas de controle (BRASIL, 1978).

Segundo a Portaria 3214/78 – NR15 – Anexo I, temos:

a) o limite de tolerância para exposição diária ao ruído contínuo ou intermitente permitido pela norma é de 85 dB para 8 horas. A cada 5 dB de aumento da intensidade, o tempo permissível de exposição diminui pela metade, sendo que assim, para 90 dB, o tempo que um trabalhador pode ficar exposto é de 4 horas; para 95 dB (A), a exposição é de 2 horas e para 100 dB (A), o trabalhador só pode ficar exposto sem proteção por 1 hora;

A Tabela I mostra os limites de tolerância a níveis de exposição a ruído ocupacional, conforme norma nacional expedida pelo Ministério do Trabalho e Emprego, através da Portaria no. 3214, de 08 de Junho de 1978.

Tabela I – Limites de Tolerância para Ruído Contínuo ou Intermitente.

<b>Nível de Ruído dB(A)</b>	<b>Máxima Exposição Diária Permissível</b>
85	8 horas
86	7 horas
87	6 horas
88	5 horas
89	4 horas e 30 minutos
90	4 horas
91	3 horas e 30 minutos
92	3 horas
93	2 horas e 40 minutos
94	2 horas e 15 minutos
95	2 horas
96	1 hora e 45 minutos
98	1 hora e 15 minutos
100	1 hora
102	45 minutos
104	35 minutos
105	30 minutos
106	25 minutos
108	20 minutos
110	15 minutos
112	10 minutos
114	8 minutos
115	7 minutos

Fonte: BRASIL (1978).

- b) não é permitida a exposição a níveis de ruído acima de 115 dB(A) para indivíduos que não estejam adequadamente protegidos. As atividades ou operações que exponham os trabalhadores a níveis de ruído contínuo ou intermitente, superiores a 115 dB(A), sem proteção adequada, oferecerão risco grave e iminente;
- c) ruído contínuo ou intermitente, para os fins de aplicação de limites de tolerância, é considerado todo o ruído que não seja de impacto;
- d) se durante a jornada de trabalho ocorrerem dois ou mais períodos de exposição a ruído de diferentes níveis, devem ser considerados os seus efeitos combinados, de forma que, se exceder à unidade, a exposição estará acima do limite de tolerância. Isto é, será necessário realizar a medição da dose de ruído, a dosimetria, a que um trabalhador está exposto durante a jornada de trabalho. A dose de ruído é expressa em porcentagem de exposição diária permitida;
- e) os níveis de ruído contínuo ou intermitente devem ser medidos em decibels (dB), com instrumento de nível de pressão sonora operando no circuito de compensação “A”, pois esta indica que os níveis medidos estão sendo ponderados pelas frequências, de acordo com a subjetividade do ouvido humano. Portanto, os resultados serão em dB(A), em respostas lentas (*SLOW*). As leituras devem ser feitas próximas ao ouvido do trabalhador (BRASIL, 1978).

A Tabela II a seguir mostra os limites de níveis de exposição ao ruído ocupacional que atendem as normas de vários países, dentre eles, o Brasil.

A Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho (FUNDACENTRO), órgão ligado ao Ministério do Trabalho e Emprego estabelece por meio da norma NHO-01 (avaliação da exposição ocupacional ao ruído) critérios e procedimentos para a avaliação da exposição ocupacional ao ruído contínuo ou intermitente e a ruído de impacto, em quaisquer situações de trabalho que implique em risco potencial de surdez ocupacional (BRASIL, 1999).

A qualidade sonora ainda não faz parte das normas brasileiras, a preocupação está em evitar ambientes insalubres com relação aos níveis de pressão sonora, são eles que

podem causar perda auditiva. Arruda (2004) afirma que o desconforto se torna difícil de medir uma vez que é subjetivo.

Tabela II - Limites de Níveis de Tolerância ao Ruído Ocupacional, Segundo Norma de Vários Países.

País	Nível de ruído dB(A)	Tempo de exposição (h/d)	Nível máximo dB(A)	Nível máximo admissível de ruído de impacto dB(A)
ALEMANHA	85	8		140
JAPÃO	90	8		
FRANÇA	85	8		135
BÉLGICA	90	8	110	140
INGLATERRA	85	8	135	140
ITÁLIA	85	8	115	140
ISRAEL	85	8		
ESPANHA	85	8		140
DINAMARCA	90	8	115	
SUÉCIA	85	8	115	140
USA – OSHA	90	8	115	140
USA – NIOSH	85	8		
CANADÁ	90	8	115	140
AUSTRÁLIA	85	8	115	140
HOLANDA	80	8		
BRASIL	85	8	115	130

Fonte: FERNANDES (1991).

Russo (1997) define acústica como uma ciência que se preocupa com o estudo do som segundo sua produção, transmissão, e detecção. Pode ser estudada sob dois aspectos: acústica física e acústica fisiológica ou psicoacústica.

Atualmente Arruda (2004) apresenta a nova preocupação dos pesquisadores, afirmando que tradicionalmente, a abordagem em laboratório era a de atenuar o ruído e fabricar uma máquina o mais silenciosa possível. A preocupação mais recente está relacionada com a impressão que o som causa ao usuário. Justificando que, o ruído não precisa ser necessariamente baixo, mas agradável. A qualidade sonora de um produto pode ser

definida como uma espécie de impressão digital de um som. Através da qualidade sonora é possível detectar todas as características do som.

A avaliação da qualidade sonora é medida pela psicoacústica, tem sua aplicação conforme Arruda (2004), principalmente nas situações em que o NPS já tenha sido controlado, como por exemplo, para melhorar a qualidade sonora dos instrumentos musicais, do interior dos automóveis, entre outros. Afirmar também, que nem sempre a redução do ruído causa necessariamente melhora na qualidade sonora de um som.

Lima (2004) questiona a escala que se utiliza na avaliação, principalmente da audição o dB(A), sugerindo que esta não é a melhor opção quando o que se deseja avaliar é a sensação auditiva do sujeito. Porque a percepção do som é uma sensação subjetiva, a que representa com maior fidelidade à sensação auditiva é *loudness*.

## **2.8 Conjunto de Padrões de Procedimentos de Higiene Ocupacional da Petrobras**

“A Higiene Industrial é definida por Frank Patty, em 1948, como a ciência que visa antecipar e reconhecer situações potencialmente perigosas e aplicar medidas de controle de engenharia, antes que agressões sérias à saúde do trabalhador sejam observadas” (FANTAZZINI, 2004).

“Estratégia de Amostragem é um processo de conhecimento da exposição de trabalhadores, que se inicia com uma adequada abordagem do ambiente (processo, pessoas, tarefas, agentes) e termina com afirmações estatisticamente fundamentadas sobre essa exposição, para que o ciclo da higiene ocupacional possa prosseguir, até o controle dos riscos” (PETROBRAS, 2005).

A metodologia de estratégia de amostragem da PETROBRAS (2005) compreende as seguintes etapas:

- a) abordagem do ambiente para a caracterização básica – definição de Grupos Homogêneos de Exposição (GHE);
- b) elaboração de Análise Preliminar de Riscos (APR-HO);



- c) caracterização e determinação do Exposto de Maior Risco (EMR);
- d) conceito e utilização do Nível de Ação;
- e) tipos de Amostras de Agentes Ambientais;
- f) formas amostrais em Higiene Ocupacional e sua utilização segundo o tipo de limite de exposição;
- g) processos de decisão sobre tolerabilidade;
- h) procedimento para amostragem aleatória;
- i) abordagem para o ruído em termos de análise estatística de dados ambientais.

### **2.8.1 Abordagem do Ambiente para a Caracterização Básica – Definição de Grupos Homogêneos de Exposição (GHE)**

Esta se constitui na primeira etapa do programa de Higiene Ocupacional em desenvolvimento pela PETROBRAS. Para auxílio no correto reconhecimento de riscos e extratificação dos trabalhadores em GHEs de exposição faz-se uso da APR –HO.

#### **2.8.1.1 Caracterização Básica**

“Caracterização Básica é um conceito presente em uma publicação da AIHA. Representa um processo inicial de conhecimento, em higiene ocupacional, que vai permitir a obtenção dos Grupos Homogêneos de Exposição (GHE), assim como a estruturação de amostragens representativas dos trabalhadores da empresa” (PETROBRAS, 2005).

“Trata-se de conhecer as três dimensões da questão: os ambientes de trabalho, os expostos e os agentes ambientais. Conhecer o ambiente significa conhecer os processos principais, secundários e complementares, como o de manutenção, com detalhe suficiente para a inferência dos agentes ambientais que podem produzir. Também significa conhecer todos os materiais utilizados nos mesmos, seja como matéria prima, subprodutos, produtos acabados e rejeitos. Conhecer os expostos significa conhecer todas as funções desempenhadas, as atividades e tarefas realizadas, relacionando-as em termos de exposições ocupacionais aos processos e aos agentes identificados. Conhecer

os agentes significa correlacioná-los às tarefas, processos e expostos, pois é centrado nos agentes que deve começar o estudo. Também significa conhecer bem os efeitos que podem ser causados, os limites de exposição aplicáveis e as características físico-químicas relevantes” (PETROBRAS, 2005).

“Deste estudo integrado deve-se definir a unidade de trabalho, que é o Grupo Homogêneo de Exposição, este é um conceito do NIOSH. A AIHA usa o termo ‘grupos de exposição similar’, que é considerado equivalente” (PETROBRAS, 2005).

“Os grupos homogêneos de exposição (GHE) deverão ser identificados a partir da caracterização básica. Eles são definidos por agente ambiental, e por local (edificação) de trabalho, ou sítio operacional (em plantas de processo, por exemplo)” (PETROBRAS, 2005).

#### **2.8.1.2 Grupos Homogêneos de Exposição**

“Definição de Grupo Homogêneo de Exposição (GHE), corresponde a um grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo” (PETROBRAS, 2005).

“Os Grupos Homogêneos de Exposição (GHEs) são obtidos a partir da caracterização básica, que é dada pela observação e conhecimento do processo, das atividades e dos agentes, ou seja, das exposições que ocorrem nos ambientes de trabalho. Consistem em uma expectativa formulada pelo profissional que atua em higiene ocupacional, baseada no seu conhecimento e experiência, dentro de seu julgamento profissional. Mais tarde, no processo de avaliação da exposição dos grupos, isso será validado ou reformulado” (PETROBRAS, 2005).

“Pontos básicos para a determinação dos GHEs:

- a) iniciar pela função, pois numa mesma função é de se esperar que as atividades sejam essencialmente iguais e portanto seja igual a chance de exposição associada;
- b) ter atenção para com os desvios de função; não se fixe no nome do cargo, mas sim no que realmente é feito, do ponto de vista operacional;
- c) fazer uma boa entrevista com os trabalhadores e a complementar com a supervisão, visando conhecer o que se faz, quem (funções) faz;
- d) ter atenção às nuances que a função tem, se há subgrupos com atividades diferenciadas (serão outros GHEs);
- e) ter atenção quanto às variantes entre turnos (ambiente, operações e equipamentos podem variar);
- f) os GHE só fazem sentido numa mesma edificação ou sítio operacional (em áreas de processamento aberto, por exemplo);
- g) GHE se inicia pelo ambiente (edificação ou sítio), e pelo agente; dentro dessas premissas, buscam-se as funções ou subgrupos cujas atividades tornam a exposição similar;
- h) um grupo é homogêneo no sentido estatístico, e isso permite que um número relativamente pequeno de amostras possa definir as tendências de exposição de todo o grupo” (PETROBRAS, 2005).

### **2.8.2 Elaboração de Análise Preliminar de Riscos voltada à Higiene Ocupacional (APR-HO) – Procedimento Petrobras - PB – PP – 03 – 00007 # Anexo 3**

“A APR-HO visa estabelecer a Caracterização Básica das Exposições através da pesquisa sistemática das tarefas desenvolvidas por um determinado Grupo Homogêneo de Exposição - GHE, subsidiando a tomada de ações para estabelecer prioridades e periodicidade das avaliações, bem como, possibilidade de controles que mantenham as citadas exposições dentro de faixas tidas como toleráveis. Deverá ser utilizada como ferramenta para a caracterização das exposições aos riscos, conforme Tabela III – Lista de agentes físicos, químicos e biológicos, devendo integrar o Documento Base do PPRA” (PETROBRAS, 2005).

Tabela III - Lista de Agentes Físicos, Químicos e Biológicos.

Agentes Físicos	Agentes Químicos	Agentes Biológicos
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ruído</li> <li>• ultra-som</li> <li>• Infrassom</li> <li>• Calor de fontes artificiais</li> <li>• Calor de fontes naturais</li> <li>• Frio</li> <li>• Umidade (locais encharcados)</li> <li>• Pressões anormais</li> <li>• Vibração localizada</li> <li>• Vibração de corpo inteiro</li> <li>• Radio frequência</li> <li>• Microondas</li> <li>• Radiação infravermelha</li> <li>• Radiação visível</li> <li>• Radiação ultravioleta</li> <li>• Extra-baixa frequência</li> <li>• Campo eletromagnético</li> <li>• Campo Magnético Estático</li> <li>• Radiação laser</li> <li>• Radiação Alfa</li> <li>• Radiação Beta</li> <li>• Radiação Gama</li> <li>• Radiação X</li> <li>• Radiação de Nêutron</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Gases (especificar)</li> <li>• Vapores (especificar)</li> <li>• Névoas (especificar)</li> <li>• Poeiras (especificar)</li> <li>• Fumos metálicos (especificar)</li> <li>• Fibras Minerais (como por ex. amianto).</li> <li>• Fibras Vegetais (como por ex. algodão).</li> <li>• Graxas, óleos minerais e produtos químicos, passíveis de contato dérmico (especificar)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vírus</li> <li>• Bactérias</li> <li>• Fungos</li> <li>• Protozoários</li> <li>• Bacilos</li> <li>• Outros microrganismos (especificar)</li> </ul>

### 2.8.2.1 Metodologia de Aplicação da APR-HO

“De posse do formulário da APR-HO – Figura 1, o profissional de higiene ocupacional deve agendar e conduzir as entrevistas com os colaboradores integrantes do GHE em estudo, sempre que possível, na própria área de trabalho destes” (PETROBRAS, 2005).

“Deve iniciar o preenchimento do formulário pelos campos de rastreabilidade do documento, em seguida descrever sequencialmente as tarefas diárias e eventuais que o colaborador executa. Para cada tarefa devem ser identificados os agentes físicos, químicos e biológicos presentes, realizando a análise da exposição potencial, seus efeitos à saúde e medidas de controle existentes” (PETROBRAS, 2005).

Análise Preliminar de Riscos Ambientais para o PPRA									
APR-HO número:					Revisão:				
Empresa				GHE:		Entrevistado			
Unidade				Nº de expostos		Matrícula			
Gerência				Cargo(s):		Data da Entrevista			
Setor / Local:						Coordenador/ Supervisor do GHE		Rubrica	
Atividade / Tarefa	Local	Freq./ Duração	Risco / Potencial Agentes	Causa / Fonte	Trajetória / Meio de Propagação	Efeito Potencial	Categ. de Risco	Medidas de Controle	E, F I ou NA
Elaborador:				Aprovador:		Data			

Figura 1 – Modelo de uma APR-HO.

“A APR-HO com as informações finais deve ser submetida à ciência do superior hierárquico responsável pelo GHE estudado (gerente, coordenador, supervisor). A APR-HO é um documento em formato-padrão tabular, onde são coletadas todas as

informações relevantes para a antecipação e o reconhecimento de riscos ambientais” (PETROBRAS, 2005).

“A APR-HO deve ser reavaliada (revalidada ou revisada) anualmente, ou quando ocorrerem mudanças no processo (equipamentos, métodos, *lay-out*, insumos, etc.), ou ainda mediante indicadores de potencial comprometimento da saúde (alteração de exames médicos, queixa de colaboradores). Se, durante a reavaliação periódica, for constatado que não houve alterações, a APR-HO deve ser revalidada, sem emissão de uma revisão” (PETROBRAS, 2005).

“O detalhamento dos campos da APR-HO (Figura 1), são apresentados de forma resumida, a seguir:

- a) APR-HO nº - número seqüencial geral de rastreamento da APR. O controle de emissão deve ser mantido em arquivo sob responsabilidade da Gerência de SMS;
- b) revisão nº-letra - letra seqüencial (A, B, C...) por APR-HO indicativo da revalidação / revisão sofrida;
- c) empresa - empresa do Sistema Petrobrás;
- d) unidade - unidade Organizacional onde está sendo conduzida a APR-HO;
- e) gerência - denominação da gerência onde são desenvolvidas as tarefas objeto da APR-HO;
- f) setor/local - subdivisão da gerência/seção/área, quando aplicável;
- g) GHE - inserir o nome/código do GHE em questão, respeitando os dados estabelecidos pelo Documento Base do PPRA;
- h) nº de expostos - identificar a quantidade de empregados que integram o GHE em estudo;
- i) cargo(s) - informar a denominação formal do(s) cargo(s), constante(s) do plano de cargos e salários local;
- j) atividade/tarefa - descrever em linhas gerais as principais funções/tarefas desenvolvidas pelo empregado. Utilizar uma linha para cada tarefa. Incluir todas as tarefas que possuam exposições potenciais a riscos ambientais. Não listar, necessariamente, tarefas nas quais inexistam exposições a riscos ambientais;

- k) entrevistado - informar o nome do empregado, integrante do GHE em estudo, que respondeu à entrevista;
- l) matrícula - informar a matrícula do empregado, integrante do GHE em estudo, que respondeu à entrevista;
- m) data da entrevista - inserir a data em que ocorreu a entrevista;
- n) duração/freqüência - informar/estimar duração e freqüência de cada tarefa;
- o) local - informar o local onde a tarefa é realizada;
- p) risco potencial - informar o risco relacionado com a atividade, para cada risco utilizar uma linha diferente, conforme Tabela IV - Lista de agentes físicos, químicos e biológicos;
- q) causa/fonte - determinar as possíveis fontes geradoras do risco;
- r) trajetória / meio de propagação - identificar as possíveis trajetórias e os meios de propagação dos agentes no ambiente de trabalho;
- s) efeito potencial - informar os possíveis danos à saúde, disponíveis em literatura técnica, que possam estar relacionados ao risco identificado. Este campo deve ser preenchido com o suporte técnico dos especialistas em medicina do trabalho;
- t) categ. de risco - para cada agente identificado, estabelecer a categoria do risco, conforme Tabela IV – Seleção de categorias de risco. A categoria é atribuída em função das conseqüências (efeitos), que vão definir prioridades básicas do PPRA em termos de avaliação e controle;
- u) medidas de controle - especificar as medidas de controle existentes para cada agente identificado. Sugerir ou propor medidas adicionais, a serem ratificadas pelos resultados das avaliações da exposição e a critério da supervisão ou gerência;
- v) E / F / I ou NA - designar os controles já existentes pela letra “E”; aqueles a serem implementados no futuro pela letra “F”; aqueles que necessitem ser adotados imediatamente, pela letra “I” e “NA” para não aplicável;
- w) elaborado - assinatura e carimbo (ou matrícula) do profissional de SMS que efetuou a APR-HO;
- x) aprovador - assinatura e carimbo (ou matrícula) do responsável pela aprovação da APR-HO;

z) data - data da aprovação” (PETROBRAS, 2005).

Tabela IV – Seleção de Categorias de Risco.

CATEGORIA DE RISCO	SITUAÇÃO	
	NÃO QUANTIFICADA	QUANTIFICADA(*)
<b>1</b> IRRELEVANTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>O agente e/ou as condições de trabalho não representam risco potencial de dano à saúde nas condições usuais industriais, descritas em literatura, ou pode representar apenas um aspecto de desconforto e não de risco.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O agente foi identificado, mas é quantitativamente desprezível frente aos critérios técnicos.</li> <li>O agente se encontra sob controle técnico e abaixo do nível de ação.</li> </ul>
<b>2</b> DE ATENÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>O agente representa um risco moderado à saúde, nas condições usuais industriais descritas na literatura, não causando efeitos agudos.</li> <li>O agente não possui limite de exposição do tipo teto e o valor de limite de exposição do tipo média ponderada é consideravelmente alto (centenas de ppm).</li> <li>Não há queixas médicas sistematizadas aparentemente relacionadas com o agente.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A exposição se encontra sob controle técnico e acima do nível de ação, porém abaixo do limite de tolerância.</li> </ul>
<b>3</b> CRÍTICA	<ul style="list-style-type: none"> <li>O agente pode causar efeitos agudos.</li> <li>O agente possui limite de exposição do tipo valor teto ou quando possui limite de exposição do tipo média ponderada muito baixo (alguns ppm).</li> <li>As práticas operacionais e/ou as condições industriais indicam aparente descontrole de exposição.</li> <li>Há possibilidade de deficiência de oxigênio.</li> <li>Não há proteção cutânea específica no manuseio de substâncias com notação pele.</li> <li>Há queixas sistematizadas específicas e indicadores biológicos de exposição excedidos (vide PCMSO).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A exposição não se encontra sob controle técnico, está acima do limite de exposição do tipo média ponderada e excede o limite tipo valor teto.</li> </ul>
<b>4</b> NÃO TOLERÁVEL	<ul style="list-style-type: none"> <li>Envolve exposição a carcinogênicos, mutagênicos ou teratogênicos suspeitos ou comprovados em humanos.</li> <li>Nas situações aparentes de risco grave e iminente por agentes ambientais</li> <li>Há risco aparente de deficiência de oxigênio</li> <li>O agente possui efeitos agudos, baixos limites de exposição e IPVS (concentração imediatamente perigosa a vida e a saúde).</li> <li>As queixas são específicas e frequentes, com indicadores biológicos de exposição excedidos.</li> <li>Há exposição cutânea severa a substâncias com notação pele.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>A exposição não se encontra sob controle técnico e está acima do valor teto/ valor máximo.</li> </ul>

(\*) Referes-se a avaliações eventualmente disponíveis por ocasião da elaboração da APR; uma vez iniciado o estudo do GII<sup>1</sup>, o processo de avaliação quantitativa e o controle dos riscos do padrão de T-estratégia de Amostragem deve ser seguido. Esta tabela tem objetivo único de estabelecer prioridades iniciais de estudo dos GII's reconhecidos, conforme a Tabela V.



TABELA V - Regras de Decisão para a Priorização de estudo dos GHEs e Medidas Iniciais de Controle dos Riscos.

CATEGORIA DE RISCO		CONSIDERAÇÕES TÉCNICO-ADMINISTRATIVAS DE ATUAÇÃO
1	IRRELEVANTE	Não prioritário. Ações dentro do princípio de melhoria contínua. Pode ser necessária avaliação quantitativa do GHE para confirmação da categoria, a critério do profissional de Higiene Ocupacional.
2	DE ATENÇÃO	Prioridade básica. Iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE para confirmação da categoria e monitoramento periódico.
3	CRÍTICA	Prioridade preferencial. Adotar medidas de controle para redução da exposição e iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE
4	NÃO TOLERÁVEL	Prioridade máxima. Adotar medidas imediatas de controle. Quando não, a continuidade da operação só poderá ocorrer com ciência e aprovação do gerente geral da unidade ou instalação. Iniciar processo de avaliação quantitativa do GHE para verificação do rebaixamento da categoria de risco.

Notas:

- a) o processo de avaliação quantitativa está descrito no padrão de Estratégia de Amostragem de agentes ambientais. Ao longo do processo, poderá ocorrer a ratificação ou o reposicionamento da categoria de risco de cada agente do GHE;
- b) as prioridades obtidas no reconhecimento de riscos serão consideradas nos referidos padrões, que irão definir as ações de avaliação e controle, gerando os respectivos cronogramas do plano de ação do PPRA da unidade ou instalação.

“Sempre que houver a necessidade de implementar um controle, deve ser observada a hierarquia da Tabela VI – Tipos de medidas de controle. As medidas de controle que necessitem de prazos para implantação devem ser controladas através de documentos (plano de ação) que façam referência a APR-HO envolvida. Pode ser necessário adotar uma combinação de tipos de medidas de controle para reduzir as exposições à categoria

de TOLERÁVEL. Após a implantação das medidas de controle, a APR-HO deverá ser revisada para adequação dos campos pertinentes” (PETROBRAS, 2005).

Tabela VI - Tipos de Medidas de Controle.

HIERARQUIA RECOMENDADA	TIPO DE MEDIDA DE CONTROLE	EXEMPLOS
A	FONTE	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Substituição de materiais ou equipamentos, modificação de processos.</li> <li>• Troca de um produto químico por outro menos agressivo</li> </ul>
B	TRAJETÓRIA / MEIO DE PROPAGAÇÃO	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enclausuramento de fontes ruidosas.</li> <li>• Sistemas de ventilação exaustora e diluidora.</li> <li>• Barreiras refletivas para a radiação térmica.</li> <li>• Blindagem de fontes radioativas</li> </ul>
C	TRABALHADOR	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitação do tempo de exposição, através do rodízio de pessoas/tarefas e outras medidas organizacionais.</li> <li>• Treinamento para compreensão do risco.</li> <li>• Exames médicos periódicos e especiais</li> <li>• Implementação de programas de controle como o Programa de Conservação da Audição (PCA) e o de Proteção Respiratória (PPR).</li> <li>• Uso de EPIs como protetores auditivos, respiradores, luvas, etc</li> </ul>

### 2.8.3 Caracterização e Determinação do Exposto de Maior Risco (EMR) – Procedimento Petrobras - PB – PP – 03 – 00008 # Anexo 2

“O conceito de Exposto de Maior Risco (EMR) é importante para a otimização de ações de Estratégia de Amostragem. Grupos Homogêneos inteiros podem ser caracterizados a partir da avaliação da exposição do EMR, sob circunstâncias adequadas” (PETROBRAS, 2005).

“Exposto de Maior Risco, ou EMR, é o trabalhador de um grupo homogêneo de exposição (GHE) que é julgado como possuidor da maior exposição relativa em seu

grupo. O entendimento de mais exposto do grupo é dado no sentido qualitativo” (PETROBRAS, 2005).

“As formas para caracterização e determinação são apresentadas a seguir:

a) por julgamento profissional. O EMR será determinado por possuir uma ou mais das seguintes características, que lhe conferem o maior potencial de exposição:

- exercer suas atividades mais próximo da fonte do agente;
- exercer suas atividades em região do ambiente onde ocorre maior concentração ou intensidade aparente do agente;
- exercer suas atividades de maneira a se expor por mais tempo ao agente;
- exercer as rotinas operacionais (*modus operandi*) de forma a se expor mais ao agente.

A determinação será feita por observação de campo, sendo importante o conhecimento acurado das operações e atividades, assim como a experiência e o conhecimento do profissional relativamente ao agente e à forma de exposição;

b) por ferramenta estatística;

c) procedimento nos casos em que o EMR não puder ser evidenciado por observação; Como o procedimento estatístico para determinação do EMR normalmente implica em um grande número de amostras, e a caracterização referencial de um GHE pode envolver um número de amostras freqüentemente inferior, deve-se iniciar imediatamente o estudo amostral do grupo” (PETROBRAS, 2005).

#### **2.8.4 Conceito e Uso do Nível de Ação (NA)**

“Este conceito é definido na NR-9. O nível de ação de um agente ambiental, segundo a NR-9, é um valor de 0,5 do seu limite de exposição (Limite de Tolerância, em termos legais), para agentes químicos, e dose de ruído de 50%, para este agente físico. É um valor referencial, a partir do qual certas ações devem ser tomadas, num programa de higiene ocupacional; por essa razão há ações específicas previstas na norma regulamentadora, ao ser excedido o valor do NA” (PETROBRAS, 2005).

“No Manual de Estratégia de Amostragem do NIOSH, o conceito original resultou da seguinte questão: como fazer afirmações sobre as exposições experimentadas ao longo

dos dias por um grupo homogêneo de exposição (GHE), a partir de uma dada determinação da exposição de um integrante do grupo, em um dia típico? Para responder isso, os estatísticos assumiram certas premissas para a distribuição estatística que se ajusta às exposições inter-dias (ao longo dos dias) de um grupo homogêneo, considerada como uma distribuição lognormal, e sua variabilidade, expressa pelo desvio padrão geométrico da mesma, o qual foi fixado em 1,22. Também foi pré-definido o coeficiente de variação dos métodos de medição da exposição, que exprime sua precisão (variabilidade dos procedimentos e instrumentos), em 0,1 ou 10%. A partir daí, resultou um nível de ação de 0,5 – tal qual o conhecemos, com um significado bem específico, ou seja: se o nível de ação for excedido em um dia típico, existe uma probabilidade maior que 5% de que o limite de exposição será excedido em outros dias de trabalho” (PETROBRAS, 2005).

“Colocando o conceito de outra forma, pode-se dizer: se o nível de ação for respeitado em um dia típico, existe uma probabilidade maior que 95% de que o limite de exposição será respeitado, em outros dias de trabalho. O teste estatístico em si tem um nível de confiança estatístico de 95%” (PETROBRAS, 2005).

“GHE com NA excedido devem ser estudados até um conhecimento, com adequado detalhe, de sua exposição. GHE com NA respeitado, podem ser considerados como de exposição preliminarmente tolerável, pois implicam em atendimento ao limite de exposição segundo as premissas do teste e dos critérios estatísticos habituais (95% de probabilidade de atendimento da premissa, com 95% de confiança). É a forma estatística de se dizer que o limite de exposição está sendo respeitado” (PETROBRAS, 2005).

“Se os condicionantes do teste forem todos atendidos (avaliação de um dia típico de trabalho, desvio padrão geométrico e coeficiente de variação dentro dos valores citados), então esse GHE não é preliminarmente relevante para as prioridades da higiene ocupacional, podendo sua exposição ser revisada periodicamente a intervalos de até 3 anos, ou antes, a critério das unidades de negócio, de serviço e controladas, ou ainda, se

houver mudanças no processo, procedimentos ou produtos em uso, índices biológicos de exposição excedidos ou outras evidências de sobre-exposição” (PETROBRAS, 2005).

“Se um particular GHE for representado por uma distribuição lognormal com desvio padrão geométrico maior que 1,22 deve-se corrigir o valor do NA conforme a Tabela VII a seguir (prática recomendada conforme o Manual de Estratégia de Amostragem do NIOSH, apêndice técnico L.)” (PETROBRAS, 2005).

Tabela VII - Tabela de Ajuste do Nível de Ação Segundo o Desvio Padrão Geométrico da Distribuição de Probabilidades de Exposição.

Desvio Padrão Geométrico (valores aproximados)	Nível de Ação (como porcentagem do Limite de Exposição)
<b>1,22</b>	<b>0,5</b>
<b>1,45</b>	<b>0,3</b>
<b>2,0</b>	<b>0,1</b>

### 2.8.5 Tipos de Amostras de Agentes Ambientais

Os tipos de amostras segundo sua aplicabilidade para fins ocupacionais e gerais são:

- “a) amostras pessoais ou individuais. São amostras tomadas de maneira que o amostrador é portado pelo indivíduo amostrado, e situado na zona corporal de interesse;
- b) amostras de zona corporal de interesse. São amostras tomadas por um terceiro, que mantém o amostrador na zona corporal de interesse. É o tipo aceitável para amostragem de exposição ocupacional, limitadas a funções ou tarefas de pouca movimentação em área fisicamente restrita, durante a tomada de cada amostra;
- c) amostras de área. São amostras tomadas em pontos fixos da área de trabalho, não vinculadas ao trabalhador. A aplicabilidade está restrita ao controle da emissão de processos, situações de emergência. Absoluta inadequação para exposições de pessoas” (PETROBRAS, 2005).

### 2.8.6 Formas Amostrais em Higiene Ocupacional e sua Utilização Segundo o Tipo de Limite de Exposição

“As formas amostrais a serem apresentadas se referem a determinações (amostras) feitas ao longo de uma jornada, e o seu tratamento de cálculo fornecerá ‘uma amostra’ da exposição diária do trabalhador. As formas amostrais são:

- a) amostra única de período completo. Esta amostra é tomada sobre toda a base de tempo do limite de exposição (ver Figura 2). A base de tempo do limite de exposição é dependente do tipo de limite (ver Tabela VIII). Esta forma amostral é a segunda melhor forma do ponto de vista estatístico, para decisões sobre a exposição de uma jornada;

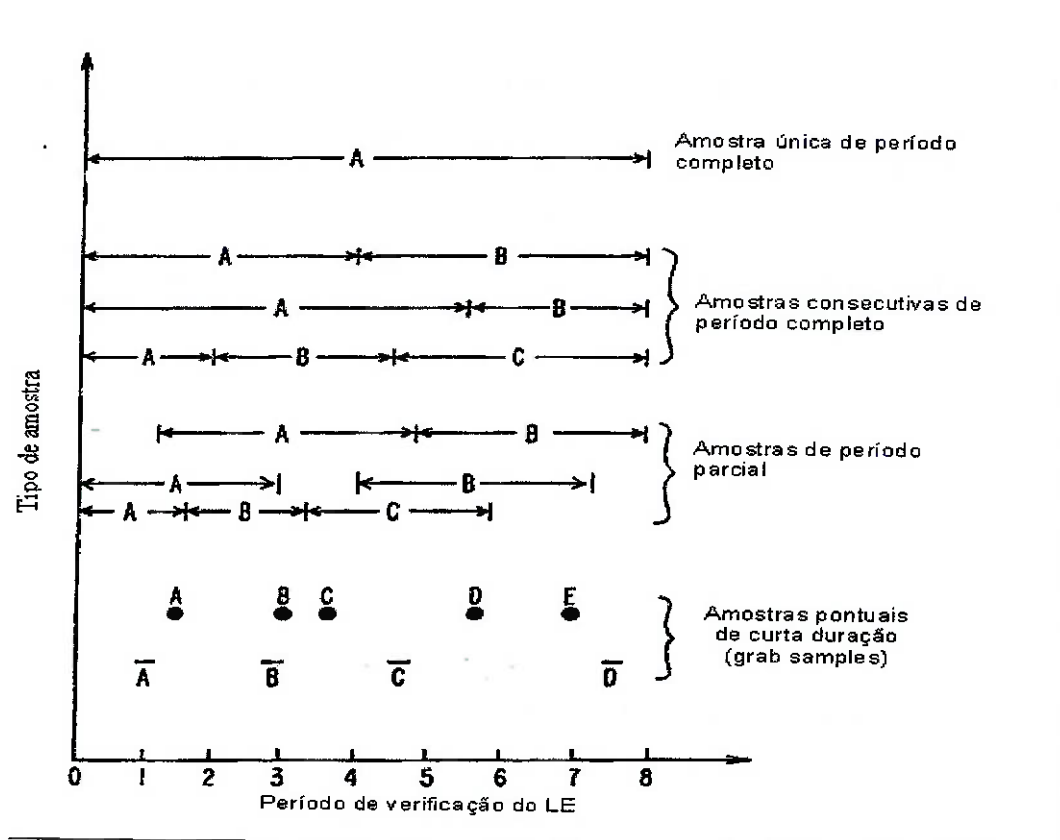


Figura 2 – Tipo de Amostra x Período de Verificação do LE.

Fonte: PETROBRAS, 2005.

b) amostras consecutivas de período completo. Esta forma amostral utiliza várias amostras, sendo que o tempo total das mesmas equivale à base de tempo do limite. As amostras não se superpõem no tempo, nem há qualquer período da base de tempo que não seja amostrado, ou seja, as amostras são consecutivas e justapostas (ver Figura 1). As amostras não necessitam ter a mesma duração. Esta forma amostral é a de melhor benefício do ponto de vista estatístico, para decisão sobre a exposição de uma jornada;

Tabela VIII – Tipo de Limite de Exposição x Base de Tempo.

Tipo de Limite de Exposição	Base de tempo (período completo)
<b>LE - média ponderada, NR-15</b>	<b>8 horas</b>
<b>LE - TLV/TWA (ACGIH)</b>	<b>8 horas</b>
<b>LE - STEL (ACGIH)</b>	<b>15 minutos</b>

c) amostras de período parcial. Consistem em uma ou mais amostras que não cobrem integralmente a base de tempo do limite. Esta forma amostral é muito limitada do ponto de vista estatístico, não sendo recomendada, a menos que:

- o profissional de higiene possa assegurar, pelo conhecimento das atividades e do processo e pelo acompanhamento feito durante a amostragem, que o período não amostrado é essencialmente igual ao amostrado do ponto de vista da exposição ao agente. Neste caso, o valor médio ponderado no tempo do período amostrado pode ser considerado o valor médio ponderado para a jornada, e a amostra passa a ser, do ponto de vista estatístico, como uma amostra de período completo;
- o profissional de higiene possa assegurar, pelas mesmas razões supracitadas, que a exposição ocupacional no período não amostrado, foi nula (exposição zero). Nesse caso, o valor médio ponderado no tempo para a jornada deve ser calculado considerando-se o tempo não amostrado como de exposição zero. No caso do ruído, a dose da jornada será representada pela dose da amostra;

- se as condições dos itens anteriores não forem atendidas, não há tratamento estatístico adequado para a decisão sobre a exposição da jornada, sendo recomendável outra forma amostral;

d) amostras pontuais de curta duração – “*grab samples*”. Esta forma amostral consiste de várias amostras, de duração breve (de alguns segundos a vários minutos), aleatórias quanto ao momento da realização de cada amostra, distribuídas pela jornada de trabalho. Cada amostra é considerada uma determinação. Esta forma amostral é a de menor poder de decisão estatístico.” (PETROBRAS, 2005).

“A seleção da forma amostral, em função dos objetivos, ou seja do tipo de limite de exposição a ser verificado ou do nível de informação desejado acerca de um GHE, deverá estar fundamentada na documentação associada (documento de campo, relatório técnico ou documento do PPRA)” (PETROBRAS, 2005).

“Com relação as avaliações (amostragens) de situações de ‘pior caso’, deve ser respeitada a seguinte orientação, tendo-se em vista avaliações de situações de pior caso:

- a) o uso de exposições de pior caso é a base para a avaliação do EMR (exposto de maior risco), como primeira informação a respeito de um GHE;
- b) o uso de exposições de pior caso também é a forma de abordar a verificação de limites do tipo “que não pode ser excedido em nenhum momento da jornada;
- c) não devem ser realizadas amostras de pior caso como forma de verificação de limites tipo média ponderada no tempo, pois, neste caso, ou as amostras (uma ou mais) cobrem toda a jornada, ou são do tipo parcial, que podem eventualmente ser estendidas para toda a jornada, ou são do tipo ‘amostras pontuais de curta duração’, as quais deverão ser, necessariamente, aleatórias” (PETROBRAS, 2005).

### **2.8.7 Processos de Decisão sobre Tolerabilidade – Procedimento Petrobras - PB – PP – 03 – 00008 # Anexo 6**

“As etapas estão definidas a seguir:

- a) Processo Preliminar e de Curto Prazo para Agentes com Nível de Ação Definido:
  - Preliminar (Exposto de Maior Risco) (ver Figura 3);
  - Curto Prazo (“Baseline”) (ver Figura 4).



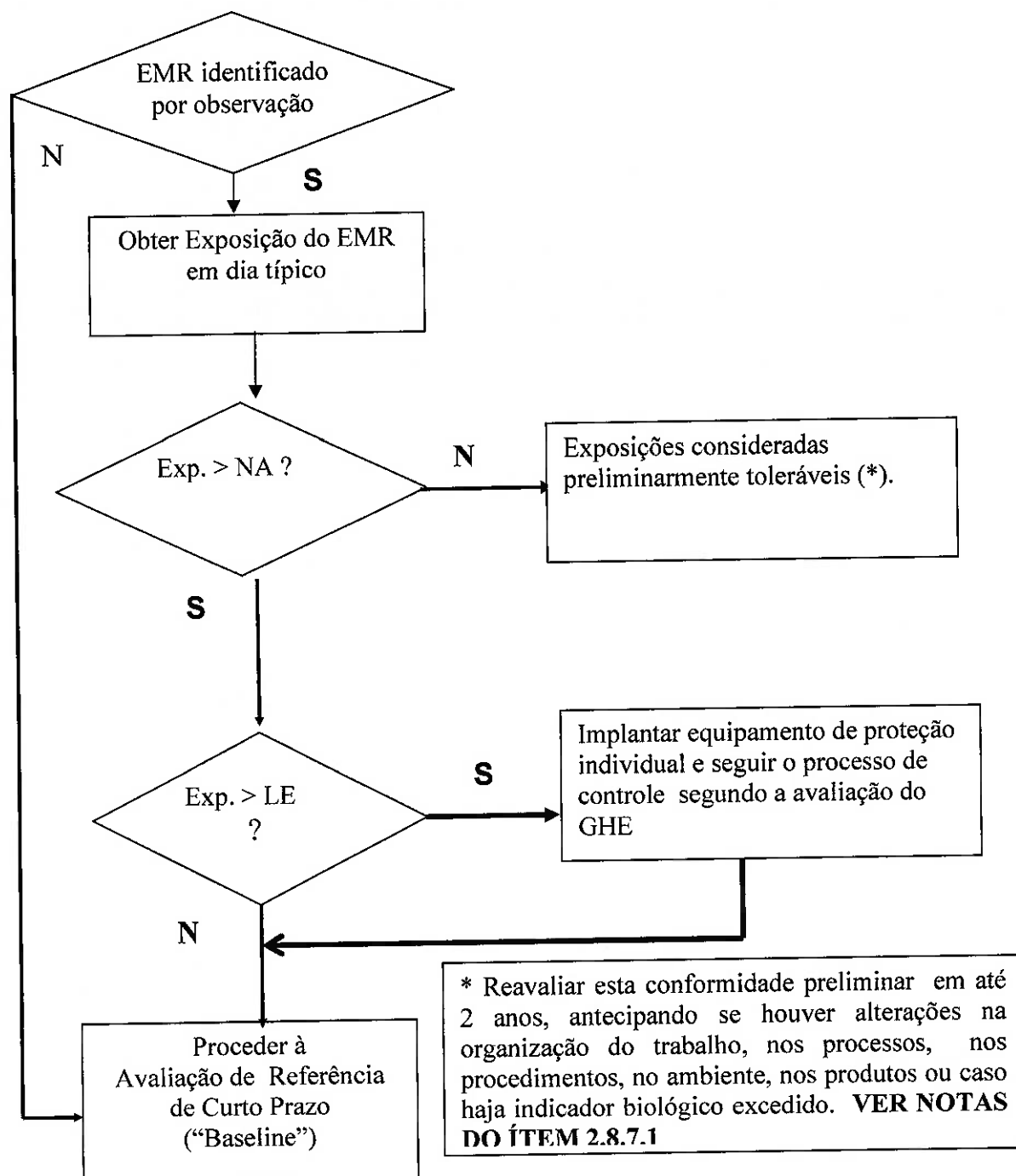


Figura 3 – Fluxograma de Decisão para Agentes com Nível de Ação Definido – Fluxograma de Decisão para Tolerabilidade Preliminar.

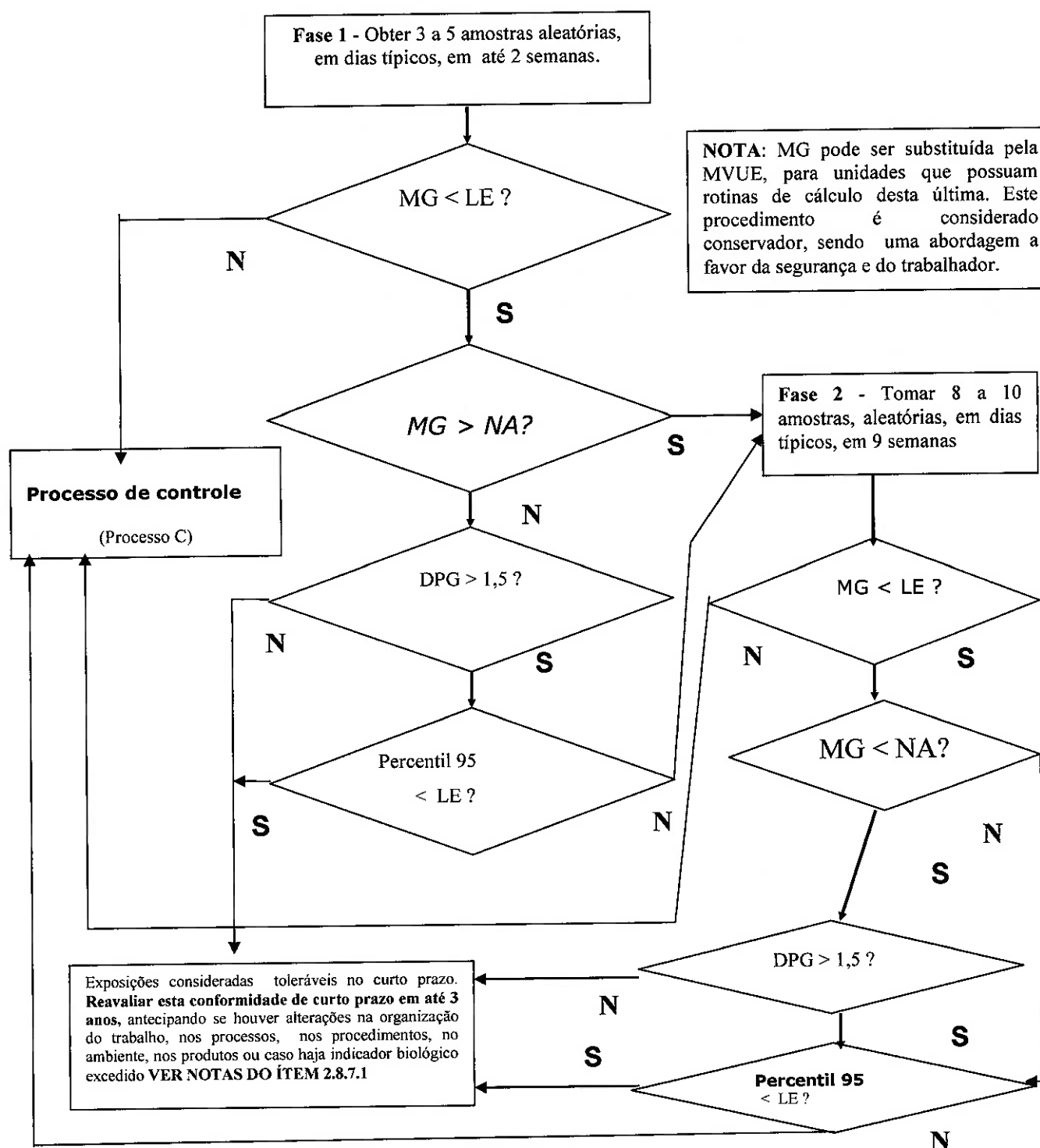


Figura 4 - Fluxograma de Decisão para Tolerabilidade no Curto Prazo (*Baseline*)

b) Processo para Agentes sem Nível de Ação Definido (Ver Figura 4)

(Tais como vibrações e radiações, os quais possuem limites de exposição, mas não possuem nível de ação. Não se aplica ao agente físico Calor).

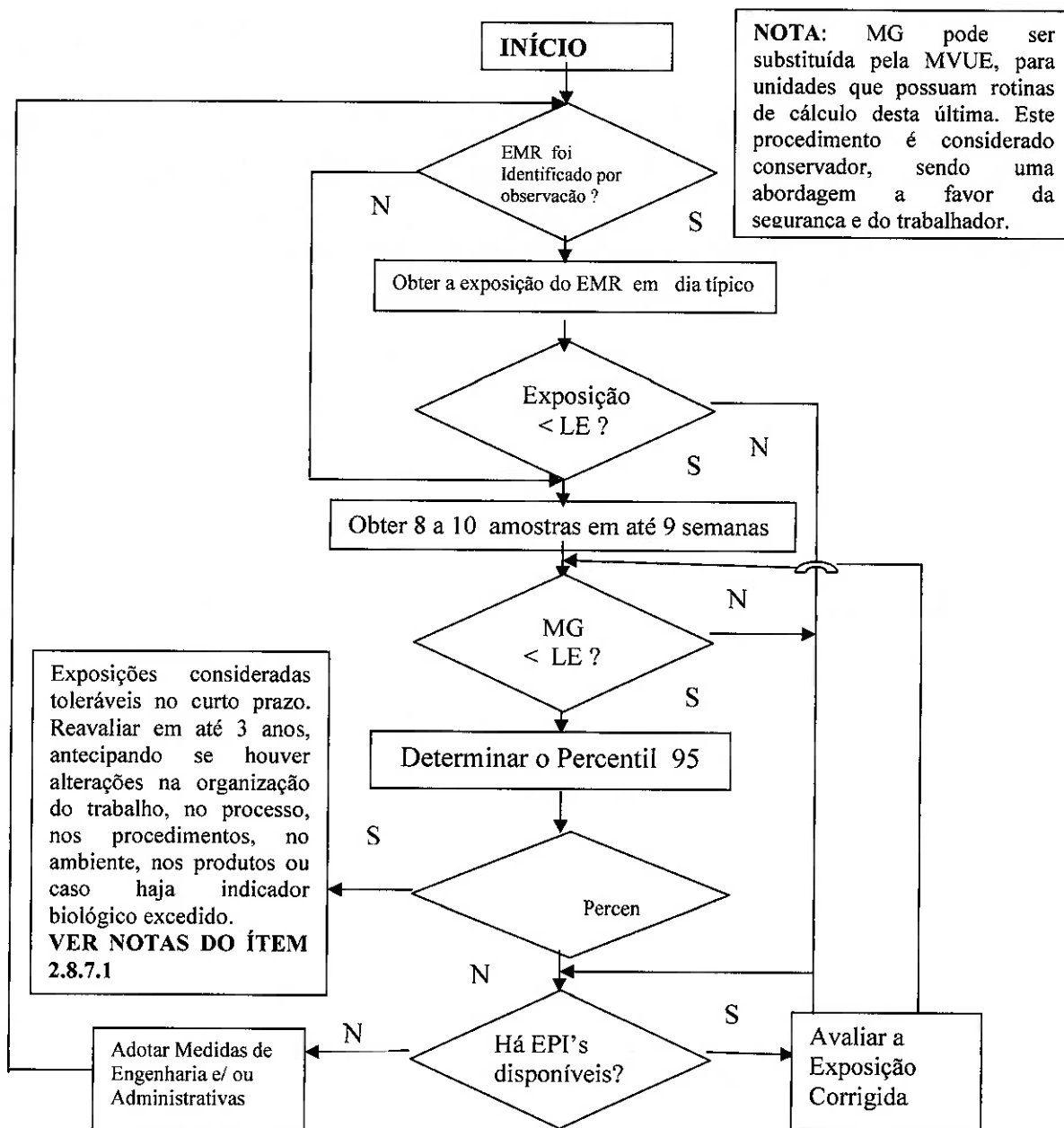


Figura 5 - Fluxograma de Decisão para Agente sem Nível de Ação Definido.

c) Processo C para Exposição Média de Longo Prazo (Agentes com Nível de Ação Definido)

As etapas definidas são:

- estabelecer processo de amostragem aleatória, em dias típicos, dentro de um período de 6 ou mais meses. Prever 8 a 12 amostras. Se a variabilidade aparente da exposição for elevada, ou o desvio padrão geométrico da distribuição, à medida em que são realizadas as amostras, for superior a 3, é recomendável estender o período de observação e aumentar o número de amostras inicialmente previsto. Se o desvio padrão geométrico persistir acima de 3, reestudar a composição do GHE, assim como verificar se o processo produtivo não está fora de controle técnico;
- obter o percentil 95 da distribuição. Se este ponto for inferior ao LE, a exposição média de longo prazo será considerada tolerável;
- a exposição média de longo prazo deve ser novamente obtida se ocorrerem alterações na organização do trabalho, no processo, nos procedimentos, no ambiente, nos produtos ou caso haja indicador biológico excedido.

d) Processo de Controle.

A Figura 6 apresenta o fluxograma de decisão para ruído e agentes químicos” (PETROBRAS, 2005).

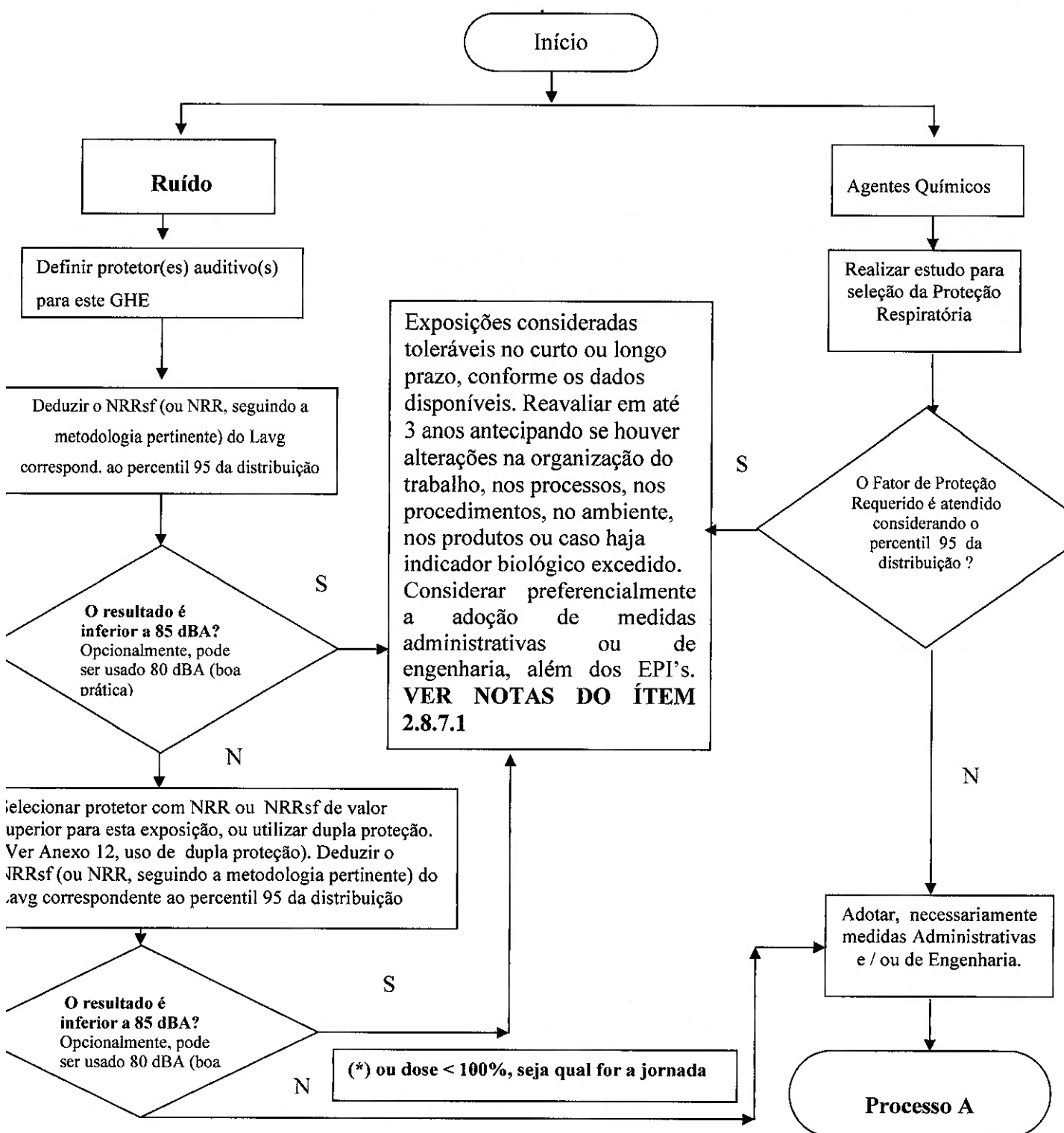


Figura 6 - Fluxograma de Decisão para Controle de Ruído e Agentes Químicos

### **2.8.7.1 Notas Gerais Sobre a Tolerabilidade das Exposições**

a) a tolerabilidade das exposições é definida, conforme consta no texto principal deste padrão, nos seguintes níveis:

- Preliminar (refere-se ao exposto de maior risco do GHE);
- Curto Prazo (refere-se a dados de curto prazo ou ‘baseline’);
- Longo Prazo (refere-se a dados de longo prazo);

b) Exposição Média de Longo Prazo:

- os dados para o Processo C devem ser obtidos através de uma campanha especial de forma que se obtenham até um máximo sugerido de 12 amostras aleatórias de exposições diárias típicas, em um período de 6 ou mais meses, conforme o julgamento do profissional de Higiene Ocupacional. Estes dados serão considerados como válidos para compor a Exposição Média de Longo Prazo do GHE;

- exposição Média de Longo Prazo deve ser obtida para todos os GHEs, mesmo que sejam atendidas as tolerabilidades Preliminar e de Curto Prazo, como complemento ao conhecimento do GHE. O prazo para que se avaliem todos os GHEs com esse nível de conhecimento deve ser definido em cada Unidade, mas não deve ser superior a 5 anos;

c) além disso, existe uma Meta Operacional de Longo Prazo, que representa um alto grau de controle das exposições, conforme definido no texto principal deste padrão. Esta meta de longo prazo se aplica no sentido conceitual e deve ser perseguida pelos gestores do Programa de Higiene Ocupacional, dentro do princípio da Melhoria Continua” (PETROBRAS, 2005).

### **2.8.8 Procedimento para Amostragem Aleatória Prática Recomendada – Procedimento Petrobras - PB – PP – 03 – 00008 # Anexo 9**

“Amostragem aleatória é aquela na qual qualquer dos itens tem a mesma chance de ser amostrado, ou seja, é obtido através de um ‘sorteio honesto’. Qualquer método de sorteio ‘honesto’ (no qual qualquer item tem a mesma chance de ser amostrado) pode ser utilizado” (PETROBRAS, 2005)

“O mais comum é o da utilização de tabelas de números ao acaso, que será exposto a seguir, com um exemplo. Este procedimento se aplica ao sorteio de trabalhadores ou momentos de jornada a serem obtidos de um total de até 100 itens (01 a 99, sendo 00 = 100). Determine o número amostras necessárias (trabalhadores de um GHE ou momentos de uma jornada). Numere os itens da população de 01 até o último item possível. Use a Tabela IX. Comece de qualquer lugar da tabela, de uma forma também aleatória (Por exemplo, use o mês corrente para a coluna e o dia corrente para a linha, ou coloque o dedo sobre a tabela sem mirar, ou use as horas do dia para a coluna e os minutos para a linha, etc. Assim, se ao usar a tabela forem 7:25 h, comece na coluna 7, linha 25 - que fornece o número 07). Se o número inicial atende ao sorteio (está dentro do número de itens disponíveis), acolha-o. Prossiga descendentemente pela coluna, coletando os demais itens que atendem ao sorteio. Se necessário, passe para a coluna seguinte. Se for até o fundo da última coluna, prossiga no topo da primeira, e assim por diante. Considerando o nosso exemplo, e se tivéssemos que sortear 8 trabalhadores de um total de 31, vimos que o número 7 atende ao sorteio. Prosseguindo como orientado, obteríamos os demais: 20, 24, 14, 27, 18, 25 e 22” (PETROBRAS, 2005).

### **2.8.9 Abordagem para o Ruído em Termos de Análise Estatística de Dados Ambientais.**

“O ruído (Nível Elevado de Pressão Sonora) é um agente ambiental como qualquer outro, mas possui uma diferença importante: a grandeza básica, a pressão sonora, está expressa em dB, que é uma transformação logarítmica. Dessa forma, o uso do dB como parâmetro para uma análise estatística pode ficar complicado por essa transformação. Essa limitação é superada pela consideração de que a verdadeira expressão do limite de exposição ao ruído é dada pela dose recebida. A dose de ruído é um parâmetro diretamente vinculável com os parâmetros de análise estatística (dose diária 100% ou 1). As exposições e as distribuições probabilísticas associadas ficam facilmente ajustadas ao usarmos a dose como parâmetro” (PETROBRAS, 2005).

Tabela - IX - Números Aleatórios para Amostragem.

	1				5				10				15				20				25				
1	05	57	23	06	26	23	08	66	16	11	73	28	81	58	14	62	82	45	65	80	36	02	76	55	63
	37	78	16	06	57	12	46	22	90	97	78	67	39	06	63	68	51	02	07	1	75	12	90	41	16
	23	71	15	08	82	64	87	29	01	20	46	72	05	80	19	27	47	15	76	51	58	67	66	80	34
	42	67	98	41	67	44	28	71	43	08	19	47	76	30	26	72	33	69	92	1	95	23	26	85	70
	05	83	03	84	32	62	83	27	48	83	09	13	84	90	20	20	50	87	74	93	51	62	10	23	30
6	60	46	18	41	23	74	73	51	72	90	40	52	35	41	20	99	48	98	27	38	81	33	83	82	94
	32	80	64	75	91	98	09	40	64	89	29	99	48	35	59	91	50	73	75	92	99	58	92	93	24
	79	35	53	77	78	06	62	37	48	82	71	00	78	21	63	65	88	45	82	44	78	93	22	78	09
	45	13	23	32	01	09	46	36	43	66	37	15	35	04	88	79	83	53	19	13	91	39	81	31	87
	20	60	97	48	21	41	84	22	72	77	99	81	83	30	46	15	90	26	51	73	66	34	99	40	60
11	67	91	44	83	43	25	56	33	28	80	99	53	27	58	19	80	76	32	53	95	07	53	09	81	98
	35	50	76	93	86	35	68	45	37	83	47	44	52	57	66	59	64	16	48	39	26	94	54	66	40
	56	73	38	38	23	36	10	95	18	01	10	01	59	71	55	99	24	88	31	41	00	73	13	80	62
	55	11	50	29	17	73	97	04	20	39	20	22	71	11	43	00	15	16	12	35	09	11	00	89	05
	23	54	33	87	92	92	04	49	73	96	57	53	57	08	93	03	89	69	87	83	46	39	50	37	85
16	41	48	67	79	44	57	40	29	10	34	58	63	51	18	87	41	02	39	79	14	40	68	10	01	61
	03	97	71	72	43	27	36	24	59	98	82	87	26	31	81	44	28	58	99	47	83	21	35	22	88
	90	24	83	48	07	41	56	68	11	14	77	75	48	58	68	90	89	63	87	00	06	18	63	21	91
	98	98	97	42	27	11	80	51	13	13	03	42	91	14	31	22	15	48	67	52	09	46	34	60	85
	74	20	94	21	49	96	51	69	99	85	43	76	55	81	36	11	38	68	32	43	08	14	78	05	34
21	94	87	48	87	11	84	00	85	93	56	43	99	21	74	84	13	56	41	90	96	30	04	19	68	73
	58	18	84	82	71	23	66	33	19	25	65	17	90	84	24	31	75	36	14	83	86	22	70	38	89
	31	47	28	24	93	49	28	69	78	62	23	45	53	38	78	65	87	44	91	93	91	62	76	09	20
	45	62	31	06	70	92	73	27	83	57	15	64	40	57	56	54	42	35	40	53	55	82	08	78	87
	31	49	87	12	27	41	07	91	72	64	63	42	06	66	82	71	28	38	45	31	99	01	03	35	76
26	69	37	22	23	46	10	75	83	62	94	44	65	48	23	85	71	69	20	89	12	18	56	61	70	41
	93	67	21	56	98	42	52	53	14	86	24	70	25	18	23	23	56	24	83	86	11	06	46	10	23
	77	56	18	37	01	32	20	18	70	79	20	85	77	89	28	17	77	15	52	47	13	33	35	12	75
	37	07	47	79	60	75	24	13	31	63	25	93	27	66	19	53	52	49	98	45	12	12	05	09	32
	72	08	71	01	73	46	39	60	37	58	22	25	20	84	30	02	03	62	68	58	38	04	06	89	94
31	55	22	48	46	72	50	14	24	47	67	84	37	32	84	82	54	97	13	69	85	20	09	80	46	75
	69	24	99	90	78	29	34	25	33	23	12	69	90	50	38	93	84	32	28	95	03	65	75	90	12
	01	86	77	18	21	91	66	11	84	65	48	75	28	94	51	44	57	53	36	39	77	69	05	25	07
	52	40	94	06	80	61	34	28	46	28	11	48	48	94	30	65	08	63	71	06	19	35	05	32	56
	58	78	02	85	80	29	67	27	44	07	57	23	20	28	22	62	97	59	62	13	41	72	70	71	07
36	33	73	33	51	00	33	56	15	84	34	28	50	18	63	12	81	56	43	54	14	63	37	74	97	59
	58	60	37	45	62	09	95	93	16	59	35	22	91	78	04	97	98	80	20	04	38	93	13	92	30
	72	13	12	95	32	87	99	32	83	65	40	17	92	57	22	68	98	79	16	23	53	56	56	07	47
	22	21	03	18	10	52	57	71	40	49	95	25	55	36	95	57	25	25	77	05	38	05	62	57	77
	97	94	83	67	90	68	74	88	17	22	38	01	04	33	49	38	47	57	61	87	15	39	43	87	03
41	09	03	68	53	63	29	27	31	66	53	39	34	88	87	04	35	03	69	52	74	93	16	52	01	55
	29	95	61	42	65	05	72	27	28	18	09	85	24	59	46	03	91	55	38	62	51	71	47	37	38
	81	96	78	90	47	41	38	36	33	95	03	90	25	72	85	23	23	30	70	51	55	93	23	64	80
	44	52	20	81	21	57	57	85	00	47	26	10	87	22	45	72	03	56	73	23	38	38	36	77	97
	68	91	12	15	08	02	18	74	56	79	21	53	53	41	77	15	07	39	87	11	19	25	62	19	30
46	29	33	77	60	29	09	25	09	42	28	07	15	40	67	55	29	58	75	84	06	19	54	31	16	53
	54	13	39	19	29	64	97	73	71	61	78	03	24	02	93	86	69	76	74	28	08	98	84	98	23
	75	16	85	64	64	93	85	68	08	84	15	41	57	84	45	11	70	13	17	60	47	80	10	13	00
	36	47	17	08	78	03	92	85	18	42	95	48	27	37	99	98	81	94	44	72	05	95	42	31	17
	29	51	08	21	91	23	76	72	84	98	26	23	66	54	86	88	95	14	82	57	17	99	15	28	99

Fonte: Rand Corporation (1955).



“No caso de amostras pontuais de curta duração (*grab samples*), estas serão efetivamente níveis de pressão sonora, mas nesse caso usa-se um artifício: calcula-se a dose diária provocada pelo nível (se a exposição ao mesmo durasse 8 horas). Feita essa transformação, as aplicações podem ser feitas sem dificuldades. Deve-se rejeitar amostras com níveis inferiores a 80 dBA, que seria o limiar de integração da dose, se esta fosse realizada instrumentalmente” (PETROBRAS, 2005).

“Para uma verificação de conformidade relativa a uma exposição diária, é necessário que tenhamos o CV do dosímetro e do calibrador (CV total). O valor estimado (conservador) a ser utilizado é  $CV_t = 0,1$ .” (PETROBRAS, 2005).

## **2.9 Importância da Participação dos Trabalhadores**

Segundo Guimarães (1999a), é fundamental adotar o método participativo de intervenção (que envolve integrantes da empresa), para que a mesma seja bem sucedida.

A idéia de que a participação dos trabalhadores no gerenciamento da organização pode permitir uma maior satisfação no trabalho, na qualidade de vida no trabalho e na motivação não é recente na literatura organizacional. Em função de experiências mal sucedidas, ocorreu um descrédito por parte da sociedade em geral, de que as organizações poderiam se preocupar com seus funcionários, tal como se preocupam com questões como a economia e produtividade. Anos depois, passou-se a ter o entendimento de que o envolvimento no processo de mudança é crítico para aceitação e institucionalização da mudança, sendo que, as organizações precisam se mover em direção a um maior envolvimento para o gerenciamento da organização (BROWN, 1995).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho ora realizado consistiu em um estudo de caso de uma campanha de avaliação do agente físico ruído em uma planta industrial de transferência de óleo e gás, sendo estruturado em seis capítulos. O primeiro diz respeito à introdução, com a apresentação do tema ou contextualização, definição do objetivo e apresentação das justificativas para a apresentação do trabalho. No segundo capítulo apresentam-se alguns conceitos sobre ruído, fisiologia da audição, efeitos do ruído, ergonomia, controle do ruído industrial, medição de ruído e legislação, conjunto de padrões de procedimentos de Higiene Ocupacional da PETROBRAS e importância da participação dos trabalhadores, os quais serão utilizados no decorrer do presente estudo. O capítulo três descreve a metodologia empregada no desenvolvimento dessa monografia. O quarto capítulo enfoca os resultados obtidos. No quinto capítulo são apresentados os resultados da análise crítica fazendo-se um relato da discussão, bem como são sugeridas novas pesquisas a partir das experiências adquiridas no desenrolar do trabalho, visando sua complementação. Finalmente, o último capítulo apresenta as conclusões do trabalho.

Conforme já relatado, o presente estudo de caso teve por objetivo analisar criticamente as etapas de planejamento e desenvolvimento (levantamento de dosimetrias, APR-HO, nível de pressão sonora, equipamentos utilizados, EPIs recomendados) de uma campanha de reconhecimento, avaliação e controle do agente ruído, para todos os Grupos Homogêneos de Exposição (GHEs) de um terminal de petróleo e gás da Petrobras Transporte S.A. – TRANSPETRO, através da comparação com os padrões de procedimentos de Higiene Ocupacional da PETROBRAS.

No processo de gestão de riscos ambientais, não é viável o monitoramento e avaliação de todos os trabalhadores, para todos os agentes e durante todas as jornadas, visto estarem envolvidas questões econômicas e muitas vezes de operacionalização. Em função do exposto acima, deve-se primeiramente aplicar o conceito de Grupo Homogêneo de Exposição (GHE) e posteriormente tentar identificar o Exposto de Maior Risco (EMR), com o emprego de metodologia específica da Higiene Ocupacional. A PETROBRAS no ano de 2005, desenvolveu metodologia própria, através de um grupo

de trabalho multidisciplinar, com representatividade das várias áreas de negócio e serviços da PETROBRAS e de suas subsidiárias.

A metodologia de estratégia de amostragem da PETROBRAS (2005) compreende as seguintes etapas:

- a) abordagem do ambiente para a caracterização básica – definição de Grupos Homogêneos de Exposição (GHE);
- b) elaboração de Análise Preliminar de Riscos (APR-HO);
- c) caracterização e determinação do Exposto de Maior Risco (EMR);
- d) conceito e utilização do Nível de Ação;
- e) tipos de Amostras de Agentes Ambientais;
- f) formas amostrais em Higiene Ocupacional e sua utilização segundo o tipo de limite de exposição;
- g) processos de decisão sobre tolerabilidade;
- h) procedimento para amostragem aleatória;
- i) abordagem para o ruído em termos de análise estatística de dados ambientais.

“Estratégia de Amostragem é um processo de conhecimento da exposição de trabalhadores, que se inicia com uma adequada abordagem do ambiente (processo, pessoas, tarefas, agentes) e termina com afirmações estatisticamente fundamentadas sobre essa exposição, para que o ciclo da higiene ocupacional possa prosseguir, até o controle dos riscos” (FANTAZZINI, 2004).

Também foram utilizadas nesta comparação, as seguintes normas técnicas:

- a) FUNDACENTRO/BR (NHO 01/99 Avaliação da exposição ocupacional a ruído);
- b) PORTARIA 3214/78, NR 15 do Ministério do Trabalho e Emprego;
- c) Norma PETROBRAS 2428 – Avaliação da Exposição a Níveis de Ruído em Ambientes de Trabalho com o uso de Audiodosímetros (Anexo A).

A limitação do presente estudo, é que o mesmo somente é aplicável aos postos de trabalho de uma determinada planta de petróleo e gás do Terminal de Cabiúnas, no período de novembro de 2004 a março de 2005, visto que tal unidade apresenta

características particulares em termos de ambiente de trabalho, organização do trabalho, condições ambientais, equipamentos, trabalhadores e produtos.

Dedicou-se um capítulo especialmente para descrever uma análise crítica focada em um determinado GHE no sentido de verificar o atendimento às normas técnicas e procedimentos de gestão e processos de Higiene Ocupacional da PETROBRAS, reconhecer as boas práticas adotadas e identificar oportunidades de melhoria nos procedimentos adotados em suas aplicações. O resultado desta discussão foi considerado representativo para toda a campanha sendo considerado como válido para os demais Grupos.

O trabalho de comparação iniciou-se com o processo de revisão bibliográfica sobre ruído, dos padrões e procedimentos de higiene ocupacional definidos pela PETROBRAS, bem como no estudo da metodologia dos procedimentos definidos para a realização da campanha de ruído realizada em um dos terminais da TRANSPETRO (planta industrial de transferência de óleo e gás).

Analisou-se os resultados (quantificação da concentração ou intensidade do agente ruído) obtidos na campanha, a forma de obtenção dos mesmos (metodologia aplicada), comparando-os com os padrões e procedimentos definidos pela PETROBRAS, padrões legais vigentes no Brasil (limites de tolerância, metodologia e programas) e padrões internacionais. Verificou-se também as medidas de proteção que foram propostas, bem como a qualidade e calibração dos equipamentos empregados na campanha.

## **4 RESULTADOS**

Neste capítulo apresentar-se-á os resultados das avaliações realizadas no período 09 de novembro de 2004 a 17 de março de 2005 para alcançar os objetivos propostos. São apresentados os resultados da análise das dosimetrias de Grupos Homogêneos de Exposição (GHE) de interesse, avaliação dos protetores auriculares e os resultados de nível de pressão sonora das principais fontes emissoras de ruído, da presente campanha de Higiene Ocupacional.

Os objetivos da campanha de ruído ora realizada foram:

- a) avaliar a exposição ocupacional ao ruído dos trabalhadores nas áreas da empresa;
- b) determinar o valor da atenuação dos protetores auditivos em uso;
- c) determinar a exposição real dos trabalhadores, ao ruído ocupacional, considerando-se a atenuação da proteção individual;
- d) analisar os resultados das dosimetrias;
- e) analisar os resultados encontrados nas medições realizadas para quantificar a exposição dos trabalhadores ao ruído;
- f) avaliar os Níveis de Pressão Sonora (NPS) por bandas de oitavas das principais fontes ruidosas reconhecidas nas dosimetrias de ruído nos GHEs.

### **4.1 Análise Preliminar de Riscos (APR-HO)**

A APR-HO elaborada para o GHE 12 (grupo em estudo) pode ser vista na Tabela X.

### **4.2 Estratificação dos Resultados por Grupo Homogêneo de Exposição (GHE)**

Os valores doravante apresentados identificam a medida central de posição das amostragens estatisticamente tratadas por grupo homogêneo de exposição e foram consolidados a partir do total de 56 audiodosimetrias, realizadas no período de 09 de novembro de 2004 a 17 de março de 2005, e que correspondem a aproximadamente 364 (trezentos e sessenta e quatro) horas efetivamente monitorizadas. O Relatório Técnico de Exposição Ocupacional ao Ruído – TECAB – Macaé/RJ pode ser encontrado no Anexo B.

O resultado isolado de cada incursão está disponível em meio digital sendo rastreáveis através da memória de amostragem sob controle do setor de Segurança Industrial.

Tabela X – APR HO Elaborada pelo GHE 12.

BR

TRANSPETRO

TWA

Brasil

Reconhecimento dos Riscos Ambientais - APR HO

Unidade:	TRANSPETRO - TECAB - Terminal de Cabiúnas			
Ger./Coord.:	GEPROC-CEPROC	Cód.Função:	12	
Função:	Operador I e II (Processo)	Cód.GHE:	12	
Cargo:	Operador I e II	Expostos:	44	Rev.: 0

ATIVIDADES

Libera todos os pedidos de serviços, através de PT (Permissão de Trabalho); acompanha os serviços de manutenção preventiva e corretiva nos equipamentos da área industrial; inspeciona e verifica os equipamentos e instalações de área industrial; faz leitura nos instrumentos dos equipamentos; realiza manobras operacionais; quando necessário ou por solicitação do operador do painel; faz drenagens, despressurização e amostragem de equipamentos e produtos; faz make-up de mono etileno glicol, aguarrás e etil mercaptan; drena equipamentos que podem conter vapores de etanol.

RISCO AMBIENTAL	DURAÇ / FREQ.	CAUSA / FONTE	LOCAL	EFEITOS	CAT DE RISCO	MEDIDAS DE CONTROLE	E/ F	OBSERVAÇÕES
(ND) não existe exposição a Agentes Físicos e Químicos agressivos.	15%	Atividades administrativas	Escritório Administrativo (Sala de controle)	Possibilidade da presença de microrganismos transportados pelos sistemas de ar condicionado.	I	Desenvolvimento e implementação do Programa da Qualidade do Ar Interno - PQAI.	F	PMOC implementado, PQAI previsto para 2005.
Ruído	80%	Equipamentos (bombas, compressores, geradores, turbinas, fluxo de gases nas tubulações etc)	Acompanhamento dos serviços de manutenção preventiva e corretiva, Inspeção e verificação dos equipamentos e leitura de instrumentos na área industrial.	Redução da acuidade auditiva, para doses acima da unidade (100%)	I	Utilização de protetor auricular	E	Verificar eficiência da proteção
Químicos - Hidrocarbonetos (BTX), Aguarráz, Soda cáustica, gás natural e Etil Mercaptana		Evaporação de produtos para o ambiente de trabalho devido aos processos e a pequenas fugas.		Irritação de olhos e vias respiratórias. Possibilidade de doenças ocupacionais por exposições crônicas são remotas devido a baixas concentrações, frequência de exposição e uso de EPI adequados.	I	Proteção respiratória e ocular adequados ao risco, com CA, testados e aprovados pelo SESMT e acompanhamento o médico periódico (PCMSO)	E	Verificar eficiência da proteção
Vibração	5%	Transm. Sólida	Acompanhamento e leitura de painéis elétricos dos compressores (2. Piso das URL's)	Dedos brancos	I		F	Verificar eficiência da proteção

Os Níveis Equivalentes (Lavg) representam a ponderação sobre o período de medição que pode ser considerado como o nível de pressão sonora contínua em

regime permanente, que apresenta a mesma energia acústica total que o ruído real no mesmo período de tempo.

Visando facilitar o entendimento dos resultados, os valores expressos em dBA foram expressos conforme código de cores (ver Tabela XI).

Tabela XI – Código de Cores x Dosimetrias.

Código	Classificação dos resultados das dosimetrias
	Abaixo do nível de ação < 80 dBA
	Acima do nível de ação 80 dBA < 85dBA
	Acima do limite de exposição ocupacional > 85dB(A)

#### 4.3 Resultados das Medições dos NPS e Dose de Ruído

Os resultados das dosimetrias realizadas na campanha de Higiene Ocupacional podem ser vistos na Tabela XII a seguir, sendo que as amostras das avaliações de ruído do GHE em estudo encontram-se negritadas e sombreadas. Os detalhes de cada uma das dosimetrias do GHE 12 (grupo em estudo) podem ser vistos no Anexo C.

#### 4.4 Cálculo da Atenuação dos Protetores Auditivos

Uma vez que em virtude de questões de reprodutibilidade e normatização, os valores calculados foram obtidos considerando-se as condições ideais de uso, a atenuação nominal dos protetores foi corrigida, levando-se em consideração que o somatório dos pequenos lapsos de tempo em que o trabalhador não esteja efetivamente utilizando o EPI, interferem na atenuação real, deteriorando o valor básico a cada minuto de não uso do protetor.

Os dados aproximados para cálculo da atenuação são apresentados na Tabela XIII.

Os valores médios das atenuações nominais (calculadas) foram corrigidos, estimando-se o tempo de 01 (uma) hora por jornada de trabalho de não uso do protetor auditivo. Os resultados são apresentados na Tabela XIV.



Tabela XII – Resultados das Dosimetrias de Ruído.

Amostra	Empregado	Cargo/Função	Gerência	Coordenadoria	dBA	% FD=5	dBC	% FD=5
DR 001	A J T	Téc. Proj. Obras	GEPROC (Gerência de Processa mento)	SUPORTE/OBRAS	80,5	53,3	88,3	157,3
DR 002	ASS	Operador I		CEMOV - Gás	87,2	135,5	88,9	172,4
DR 003	AFP	Operador I		CEMOV - Óleo	84,7	96,1	90,0	200,4
DR 004	MSB	Operador I		CEMOV - Área C. Gás	83,3	79,5	87,9	148,9
DR 005	LFGM	Coord. de Turno		COTUR	84,8	97,2	89,0	174,7
DR 006	RMV	Téc. de Manut.		CMAC – Fisc. Cont.	76,4	30,3	82,6	72,1
DR 007	DMS	Téc. de Manut.		CMAC – Fisc. Cont.	80,0	49,7	83,0	75,7
DR 008	CAPA	Coord. de Turno		COTUR	101,7	1018,3	113,5	5197,0
DR 009	HAAP	Operador I		CEMOV - Área C. Gás	83,6	82,2	86,6	125,2
DR 010	JLRV	Operador I		CEMOV - Área do Óleo	80,5	53,3	86,9	130,5
DR 011	GHM	Sup. de Turno		CEMOV	84,4	91,6	88,3	157,4
DR 012	IML	Operador II		CEPROC - Área de Utilid.	79,9	49,2	84,4	91,9
DR 013	MAG	Operador II		CEPROC - Área de Utilid.	80,8	56,2	84,9	98,7
DR 014	MRA	Operador I		CEPROC - Área da URL	89,8	195,0	90,9	227,1
DR 015	ACO	Téc. Insp. Eq. I		SUPORTE/CONFIAB.	96,1	465,0	97,3	548,6
DR 016	EMG	Aux. Apoio Op.		CEPROC - Área car.GLP	81,0	57,1	83,8	85,1
DR 017	CAPA	Coord. de Turno		COTUR	84,8	96,7	89,7	191,0
DR 018	AOJ	Operador I		CEPROC - Área da URL	87,6	143,7	89,3	181,8
DR 019	ALG	Téc. de Seg. I		SMS	87,8	147,9	90,5	214,1
DR 020	HCZ	Operador I		CEPROC - Área das U-204/U-205 e U-296	83,1	76,6	86,2	117,5
DR 021	ECS	Operador II		CEPROC - Área das U-204/U-205 e U-296	84,0	86,9	88,1	152,6
DR 022	JRPA	Sup. de Turno		CEPROC	84,1	88,6	86,6	125,1
DR 023	HCZ	Operador I		CEPROC - Área das U-204/U-205 e U-296	82,3	69,1	85,3	104,2
DR 024	ALF	Téc. de Seg.		SMS/	81,6	62,3	85,8	111,0
DR 025	JMFP	Coord. de Turno		COTUR	83,2	78,0	86,6	125,5
DR 026	FSG	Téc. Quím. Pet. II		CEPROC – Lab. Quím.	82,8	74,1	86,0	115,6
DR 027	GLSA	Sup. de Turno		CEMOV	80,3	52,3	84,4	92,1
DR 028	FSG	Téc. Quím. P. II		CEPROC – Lab. Quím.	80,7	55,0	86,4	121,0
DR 029	FTFR	Técnico I		SUPORTE/OBRAS	77,4	34,7	82,0	65,6
DR 030	LGLS	Téc. de Insp.		SUPORTE/CONFIAB.	98,4	637,6	98,3	635,1
DR 031	EG	Aux. Apoio Oper.		CEPROC - Área C. GLP	80,5	53,3	82,2	68,3
DR 032	ECR	Sup. de Turno		CEPROC	79,4	46,1	-	-
DR-033	LCLA	Téc. de Seg.		SMS	77,1	22,0	77,6	18,2
DR-034	LGLS	Téc. de Inspeção		SUPORTE/CONFIAB.	91,6	249,3	94,0	802,6
DR-035	ESL	Téc. Man. (F. C.)		CMAC – Fisc. de Cont.	76,1	28,9	79,2	26,5
DR-036	MTV	Operador		CEPROC - Área C. GLP	83,0	76,0	86,2	131,7
DR-037	AAA	Téc. Quím. Petr. I		CEPROC – Labor. Quím.	80,1	50,8	89,4	274,3
DR-038	MMO	Téc. Man. (F. C.)		CMAC – Fisc. de Contr.	81,6	62,8	83,9	78,0
DR-039	AJTS	Téc. Proj. Obras		SUPORTE/OBRAS	76,7	31,5	79,7	29,4
DR-040	CAPA	Coord. de Turno		COTUR	80,0	50,0	83,5	70,8
DR-041	GMS	Sup. de Turno		CEMOV	76,9	32,6	80,5	35,4
DR-042	LHB	Operador II		CEMOV - Área do Óleo	82,7	73,1	85,5	112,0
DR-043	RPS	Operador		CEMOV - Gás	84,4	92,3	88,3	211,9
DR-044	MRM	Operador I		CEPROC - Área das U-204/U-205 e	85,3	104,9	87,5	176,5
DR-045	PRMF	Sup. de Turno		CEPROC	100,1	808,2	103,0	6332,1
DR-046	HAA	Operador I		CEPROC - Área da URL	96,8	514,9	99,4	2734,2
DR-047	SSA	Coord. de Turno		COTUR	83,7	83,7	88,4	219,9
DR-048	MTV	Operador		CEPROC - Área C. GLP	81,5	61,7	85,3	106,9
DR-049	JRRS	Téc. Segurança		SMS	83,7	83,9	90,3	341,2
DR-050	TADT	Insp. de Equip.		SUPORTE/CONFIAB.	80,1	51,0	83,3	67,8
DR-051	LVGF	Sup. de Turno		CEPROC	83,6	82,8	86,4	138,9
DR-052	MAFR	Operador I		CEPROC - Área de Utilid.	80,4	52,7	83,9	77,4
DR-053	DAS	Operador		CEPROC - Área da URL	95,1	408,0	100,3	3382,7
DR-054	LFTG	Sup. de Turno		CEMOV	78,6	41,2	86,3	133,5
DR-055	AMF	Insp. de Equip.		SUPORTE/CONFIAB.	84,0	87,1	89,0	252,6
DR-056	ALF	Téc. Segurança		SMS/SE/SEG. INDUST.	78,6	41,4	82,0	50,4



Tabela XIII - Cálculo da Correção da atenuação dos Protetores.

<b>Atenuação “Corrigida” em Função do Tempo Real de Uso do Protetor</b>							
Porcentagem do Tempo em que o Protetor é Usado							
50%	75%	88%	94%	98%	99%	99,5%	100% (atenuação nominal)
5	10	14	18	22	23	24	25
5	9	13	16	18	19	19	20
4	8	11	13	14	14	15	15
3	6	8	9	9	10	10	10
2	3	4	4	5	5	5	5
240	120	60	30	10	5	2,5	
Tempo em minutos de não uso na jornada							

Tabela XIV - Correções Adotadas para os Protetores em Uso.

Tipo / Modelo / Fabricante / CA	RC (dB)NRRsf	
	Calculada	Corrigida
<b>Protetor auditivo de espuma 3M 1210 (tipo plug) / 5330</b>	<b>11</b>	<b>8</b>
<b>Protetor auditivo Peltor H6B (tipo concha) / 12187</b>	<b>16</b>	<b>11</b>

#### 4.5 Resultados das Medições para Quantificar a Exposição.

Os valores de exposição real apresentados na Tabela XIV, estão expresso em dBA, para cada função, considerando-se a atenuação do protetor auditivo. Em análise sintética verifica-se que nas situações estudadas, o controle da exposição através da adoção de proteção individual é viável, uma vez que mantém a exposição abaixo do LEO (Limite de Exposição Ocupacional). Foram identificadas situações onde o colaborador não fazia uso de proteção individual, apesar dos valores registrados situarem-se acima do NA, evidenciando a necessidade de revisão da sistemática de fornecimento de protetores auditivos.

Na Tabela XVI são apresentados os resultados para diversos GHEs. Os valores estão expressos em dB (A) para cada grupo estudado, sendo o numeral em destaque identifica de tendência central das exposições monitoradas (média) e o numeral menor à direita identifica a medida de dispersão dos resultados que compõe a média (desvio-padrão).

Tabela XV - Resultados x GHEs.

GHE Amostra	Coordenadoria / Cargo	Consolidação dos valores projetados para 8 horas em dBA					
		Média Geométrica		Atenuação do EPI em dB (Índice NRRSF)		Exposição Real	
		FD=5	FD=3	Calculada	Corrigida	FD=5	FD=3
GHE 2 005, 017, 025, 040 e 047.	COTUR / Coord. de Turno	83,3 ± 1,31	86,0 ± 2,23	11	8	75,3	78,0
GHE 4 011, 027, 041 e 054.	CEMOV / Sup. Turno	80,1 ± 1,56	83,4 ± 2,56	11	8	72,1	75,4
GHE 6 002,003, 004, 009, 010, 042 e 043.	CEMOV / Operador I e II	83,8 ± 1,33	86,9 ± 1,57	11	8	75,8	78,9
GHE 10 022, 032, 045 e 051.	CEPROC / Supervisor de Turno	86,8 ± 3,53	94,7 ± 14,89	11	8	78,8	86,7
GHE 11 012, 013 e 052	CEPROC / Operador I e II (Utilidades)	80,4 ± 1,07	83,9 ± 2,23	11	8	72,4	75,9
GHE 12 014, 018, 020, 021, 023, 044, 046 e 053.	CEPROC / Operador I e II (Processo)	88,0 ± 2,14	95,9 ± 5,17	11	8	80,0	87,9
GHE 13 016, 031, 036 e 048.	CEPROC / Auxiliar de Apoio Operac.	81,5 ± 1,17	85,7 ± 1,16	-	-	81,5	85,7
GHE 18 006 e 007, 035 e 038.	CMAC / Fiscais de Contrato	78,5 ± 1,46	81,6 ± 2,15	11	8	70,5	73,6
GHE 23 001, 029 e 039.	SUPORTE-OBRA / Téc. de Projetos e Obras, Técnico de Manutenção II	78,2 ± 1,32	79,7 ± 1,89	11	8	70,2	71,7
GHE 26 026, 028 e 027.	ATLAB-LABORATÓRIO QUÍMICO / Técnico Químico de Petróleo I e II	81,2 ± 1,22	89,4 ± 1,51	11	8	73,2	81,4
GHE 28 019, 024, 033, 049 e 056.	SMS-SEG. IND. / Téc. de Seg.	81,2 ± 2,05	83,3 ± 4,43	11	8	73,2	75,3
GHE 31 015, 030, 034, 050 e 054.	SUPORTE-SE-CONFIABILIDADE / Técnico de Insp. de Equip. I e II	90,0 ± 2,94	88,8 ± 3,44	11	8	82,0	80,8

**NOTA :** Em **negrito** o GHE que será focado no presente estudo.

#### 4.6 Critério Adotado para Interpretação dos Resultados

A identificação das faixas de exposição e seu respectivo desvio padrão são apresentados por Grupos Homogêneos de Exposição, considerando-se a média geométrica das doses registradas.

Considerando-se os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira (Anexo 1 da NR 15, Portaria MTE 3214/78) e os recomendados pela NHO 01 da FUNDACENTRO, a interpretação dos resultados foi realizada enquadrando-se os valores obtidos em faixas de exposição, conforme Tabela XVI abaixo.

Tabela XVI – Faixas de Exposição.

<i>0 à 40 dBA</i>	<i>Faixa de silêncio</i>
<i>40 à 80 dBA</i>	<i>Faixa de segurança</i>
<i>80 à 100 dBA</i>	<i>Faixa de risco</i>
<i>Acima de 100 dBA</i>	<i>Risco Grave</i>

#### 4.7 Interpretação dos Resultados

A representatividade dos dados apresentados é garantida pelo sistema de validação adotado como metodologia de pesquisa, pelo sistema de garantia da qualidade preconizado no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e pelo Programa de Conservação Auditiva.

Analisando os valores constantes na Tabela XII, verifica-se que em todos os grupos estudados, o controle da exposição é viável através da adoção de protetores auriculares, uma vez que corretamente utilizados os EPIs reduzem a exposição abaixo do Nível de Ação estabelecido pela NR 9.

Nas situações onde a exposição supera o NA (Nível de Ação) e o LEO (Limite de Exposição) a utilização do protetor auditivo é obrigatório.

Especial atenção deverá ser dada para a área de Carregamento de GLP (GHE 13), quando o colaborador não fazia uso do protetor auditivo durante as incursões conduzidas, nesse caso não foi atribuída atenuação quando do cálculo da exposição real.

Para garantir a eficiência do Programa de Conservação Auditiva, os colaboradores deverão participar de treinamento sobre a compreensão do risco e suas respectivas responsabilidades.

#### **4.8 Resultados de Medições dos NPS por Bandas de Oitavas das Fontes Reconhecidas como de Maior Influência**

Foram mensurados o NPS e a frequência das principais fontes ruidosas, visando subsidiar o processo decisório pertinente à implementação de ações voltadas ao controle da exposição ao ruído.

As avaliações de Nível de Pressão Sonora (NPS) por bandas de oitavas foram realizadas no período de 15/03/2005 a 18/03/2005, em toda área operacional do terminal.

Os resultados das medições dos NPS por bandas de oitavas realizadas nas fontes de ruído de maior influência podem ser visualizados nas figuras 6 a 17.

Foram avaliados um total de 12 fontes de ruído pertencentes a gerência de processos, conforme estratificado na Tabela XVII.

Tabela XVII – Estratificação das Fontes de Ruído Avaliadas.

<b>Grupos</b>	<b>Gerência</b>	<b>Coordenadoria/Setor</b>
01	Gerência de Processamento	CEMOV/Separador de Água e Óleo (SÃO)
02		CEMOV/Bombas de incêndio (A-664)
03		CEMOV/Parque de bombas de transferência de petróleo (A-321)
04		CEPROC/Área de Carregamento de GLP (A-670)
05		CEPROC/Unidade Processamento Condensado Gás Natural-UPCGN (U-296)
06		CEPROC/Unidade de Processamento de Gás Natural - UPGN (U-204)
07		CEPROC/Unidade de Refrigeração de Gás Natural - URGN (U-205)
08		CEMOV/Área de Compressão de Gás (A-330) - Compressores alternativos
09		CEMOV/Área de Compressão de Gás (A-330) - Turbo Compressores
10		CEPROC/Piso Térreo da URL (U-206) - Bombas de transferência de LGN.
11		CEPROC/Piso Térreo da URL (U-206) – Compressores
12		CEPROC/Mezanino da URL (U-296) - Compressores


Terminal: TECAB					Data: 15/03/2005	Amostra: NPS-01
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Cemov/Separador de Água e Óleo (SÃO)						
Localização: Avaliação realizada ao lado da bomba.					Período: 11:47 a 15:55	
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	71.4	66.8	76.5	00:31		
63	70.8	67.8	73.0	00:31		
125	71.6	70.4	73.8	00:32		
250	78.3	77.5	81.6	00:32		
500	89.6	88.6	90.6	00:32		
1 k	90.9	89.9	91.5	00:31		
2 k	86.9	86.2	87.6	00:31		
4 k	78.8	78.5	79.2	00:32		
8 k	73.1	72.6	73.5	00:31		
16 k	68.0	66.5	76.8	00:31		
dBA	94.0	93.4	94.7	01:01	Obs:	
dBC	94.6	94.0	95.4	01:01		

Figura 7 – Avaliação de NPS - Bomba do Separador de Água e Óleo.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ


Terminal: TECAB					Data: 16/03/2005	Amostra: NPS-02
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Cemov/Bombas de Incêndio (A-664)						
Localização: Avaliação realizada ao lado da bomba.					Período: 17:07 a 17:15	
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	79.1	76.9	80.7	00:31		
63	83.6	82.4	87.0	00:31		
125	93.7	92.8	94.5	00:32		
250	95.5	95.0	96.0	00:31		
500	93.8	93.3	94.3	00:31		
1 k	94.2	93.8	94.6	00:32		
2 k	92.4	92.0	92.9	00:32		
4 k	87.8	87.5	88.2	00:31		
8 k	82.0	81.3	83.2	00:31		
16 k	72.4	71.6	74.3	00:32		
dBA	99.2	98.5	99.5	01:02	Obs:	
dBC	101.4	100.9	101.8	01:01		

Figura 8 – Avaliação de NPS - Bombas de Incêndio.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ



Terminal: TECAB					Data: 16/03/2005	Amostra: NPS-03
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Cemov/ Parque de bombas de transferência de petróleo (A-321)						
Localização: Avaliação realizada em frente a bomba. Período: 11:14 a 11:22						
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	80.5	78.9	84.0	00:31		
63	90.9	89.6	91.7	00:32		
125	85.9	84.4	86.7	00:31		
250	88.9	88.0	89.6	00:31		
500	88.0	87.6	88.7	00:32		
1 k	90.3	89.7	91.1	00:31		
2 k	91.0	90.5	91.3	00:31		
4 k	87.8	87.4	88.3	00:32		
8 k	82.7	81.9	83.2	00:31		
16 k	74.7	74.2	77.9	00:31		
dBA	96.0	95.5	96.5	01:02	Obs:	
dBC	97.4	97.0	98.0	01:01		

Figura 9 – Avaliação de NPS - Bombas de Transferência de Petróleo.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ


Terminal: TECAB					Data: 15/03/2005	Amostra: NPS-04
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Ceproc/ Carregamento de GLP (A-670)						
Localização: Avaliação realizada ao lado da Check válvula do box-01. Período: 13:33 a 13:41						
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	71.0	65.6	78.2	00:31		
63	66.3	61.1	71.3	00:31		
125	75.0	71.1	77.5	00:32		
250	64.4	62.7	66.1	00:31		
500	67.0	65.5	71.1	00:31		
1 k	71.4	70.7	72.0	00:31		
2 k	72.3	71.4	72.9	00:32		
4 k	67.8	67.5	68.5	00:31		
8 k	69.6	69.2	70.7	00:31		
16 k	66.9	66.2	71.8	00:31		
dBA	85.3	83.5	86.4	01:01	Obs:	
dBC	81.0	77.6	85.7	01:02		

Figura 10 – Avaliação de NPS - Check Válvula do Box-01 Carregamento de GLP.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ



Terminal: TECAB Data: 18/03/2005 Amostra: NPS-05  
 Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Ceproc/ Unidade de Processamento de Condensado de Gás Natural - UPCGN (U-296)  
 Localização: Avaliação realizada em frente as bombas. Período: 10:59 a 11:11


Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação
31,5	74.3	71.8	77.2	00:31	
63	81.3	80.0	82.7	00:31	
125	78.8	77.9	79.5	00:32	
250	79.9	79.1	81.2	00:32	
500	87.3	86.9	88.3	00:31	
1 k	92.1	91.5	93.5	00:31	
2 k	88.6	88.2	89.2	00:32	
4 k	84.1	83.7	84.4	00:31	
8 k	78.2	77.8	78.5	00:31	
16 k	67.6	67.4	67.9	00:32	
dBA	95.1	94.5	95.7	01:01	Obs:
dBC	95.4	94.8	95.8	01:01	

Figura 11 – Avaliação de NPS - Bombas de Transf. Condensado de Gás Natural.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ

Terminal: TECAB Data: 18/03/2005 Amostra: NPS-06  
 Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Cemov/ Unidade de Processamento de Gás Natural - UPGN (U-204)  
 Localização: Avaliação realizada em frente as bombas. Período: 11:12 a 11:20


Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação
31,5	72.6	71.0	74.8	00:31	
63	78.0	76.4	79.9	00:31	
125	74.8	73.7	75.7	00:32	
250	74.3	73.5	75.3	00:31	
500	78.8	77.9	81.0	00:31	
1 k	78.3	77.9	79.0	00:32	
2 k	78.5	78.1	78.9	00:31	
4 k	75.2	74.1	77.7	00:31	
8 k	66.3	65.7	67.9	00:32	
16 k	57.4	57.2	57.9	00:31	
dBA	84.3	83.6	86.8	01:01	Obs:
dBC	85.5	84.9	86.2	01:01	

Figura 12 – Avaliação de NPS - Bombas de Transferência de Gás Natural.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ



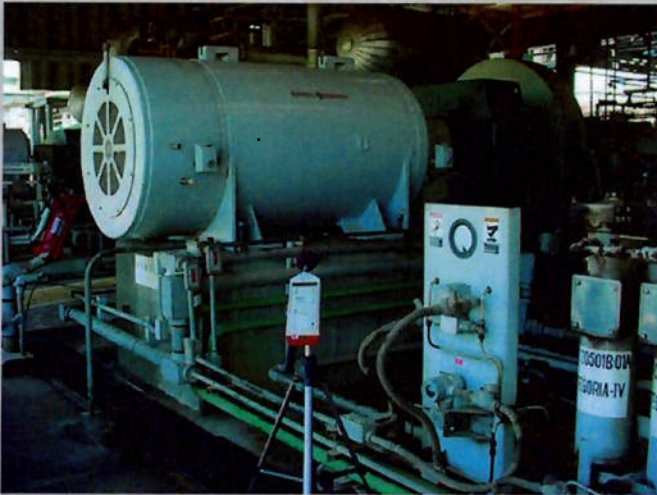
Terminal: TECAB					Data: 18/03/2005	Amostra: NPS-07
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Ceproc/ Unidade de Refrigeração de Gás Natural - URGN (U-205)						
Localização: Avaliação realizada ao lado dos compressores.Período: 11:25 11:33						
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	78.5	77.1	79.7	00:31		
63	83.9	82.2	86.5	00:31		
125	92.2	90.5	93.6	00:32		
250	87.0	86.3	88.2	00:31		
500	89.5	88.4	90.3	00:31		
1 k	88.3	87.1	89.4	00:31		
2 k	82.2	81.7	82.7	00:32		
4 k	76.4	76.0	76.7	00:31		
8 k	70.4	70.0	70.6	00:31		
16 k	57.7	57.5	58.1	00:31		
dBA	92.2	91.5	93.3	01:02	Obs:	
dB(C)	96.3	95.4	97.4	01:01		

Figura 13 – Avaliação de NPS - Compressores Refrigeração de Gás Natural.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ

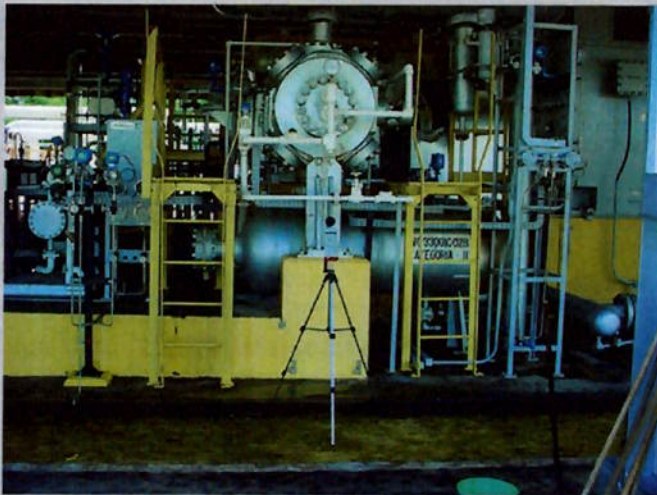
Terminal: TECAB					Data: 16/03/2005	Amostra: NPS-08
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Cemov/ Área de Compressão de Gás (A-330) Localização: Avaliação realizada em frente aos compressores.						
Período: 13:17 a 13:25						
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	80.3	78.8	81.4	00:32		
63	83.4	82.5	84.5	00:31		
125	82.9	82.5	83.5	00:31		
250	82.5	82.0	83.1	00:32		
500	82.5	81.7	83.2	00:31		
1 k	83.2	82.7	84.0	00:31		
2 k	82.2	81.9	82.6	00:32		
4 k	80.1	79.2	81.1	00:31		
8 k	69.4	69.0	69.9	00:31		
16 k	62.2	61.7	63.1	00:32		
dBA	88.3	88.0	88.7	01:01	Obs:	
dB(C)	91.0	90.6	91.3	01:02		

Figura 14 – Avaliação de NPS - Compressores Gás.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ




Terminal: TECAB					Data: 16/03/2005	Amostra: NPS-09
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Cemov/ Área de Compressão de Gás (A-330)					Localização: Avaliação realizada ao lado dos turbo-compressores.	
					Período: 13:30 a 13:39	
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	82.3	80.7	83.9	00:31		
63	80.1	78.7	81.6	00:32		
125	79.1	78.1	80.0	00:31		
250	79.7	79.0	80.2	00:31		
500	79.3	78.6	79.9	00:31		
1 k	79.2	78.7	79.7	00:31		
2 k	81.2	80.6	82.7	00:32		
4 k	88.1	86.8	89.9	00:31		
8 k	79.3	77.9	80.4	00:31		
16 k	61.5	61.0	62.0	00:32		
dBA	93.6	92.2	95.0	01:01	Obs:	
dB(C)	92.4	91.1	94.2	01:01		

Figura 15 – Avaliação de NPS - Turbo-compressores Gás.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ


Terminal: TECAB					Data: 18/03/2005	Amostra: NPS-10
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Ceproc/ Piso Térreo da URL (U-206)					Localização: Avaliação realizada em frente as bombas de transferência de LGN.	
					Período: 09:49 a 09:57	
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	79.0	78.0	80.2	00:31		
63	75.6	74.0	76.8	00:31		
125	76.7	75.7	78.1	00:32		
250	82.0	81.4	83.5	00:31		
500	88.9	87.1	89.8	00:31		
1 k	88.3	88.1	88.7	00:31		
2 k	86.6	86.2	87.0	00:32		
4 k	83.0	82.7	83.3	00:31		
8 k	80.4	79.8	80.6	00:31		
16 k	73.6	73.3	74.1	00:32		
dBA	93.4	92.8	93.8	01:02	Obs:	
dB(C)	94.2	93.4	94.9	01:02		

Figura 16 – Avaliação de NPS - Bombas de Transferência de Gás Natural.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ




Terminal: TECAB		Data: 18/03/2005			Amostra: NPS-11	
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Ceproc/ Piso Térreo da URL (U-206)						
Localização: Avaliação realizada ao lado dos compressores.				Período: 09:58 a 10:06		
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	87.2	86.4	87.9	00:32		
63	76.3	74.8	77.6	00:31		
125	78.8	78.0	79.4	00:31		
250	80.8	80.3	81.5	00:32		
500	82.4	82.1	82.9	00:32		
1 k	82.3	81.9	83.1	00:31		
2 k	82.6	82.1	83.6	00:31		
4 k	81.7	80.7	83.0	00:32		
8 k	77.8	76.6	79.0	00:31		
16 k	65.2	64.8	65.5	00:31		
dBA	88.3	88.0	88.9	01:02	Obs:	
dBC	90.5	89.9	91.0	01:02		

Figura 17 – Avaliação de NPS - Compressores.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ

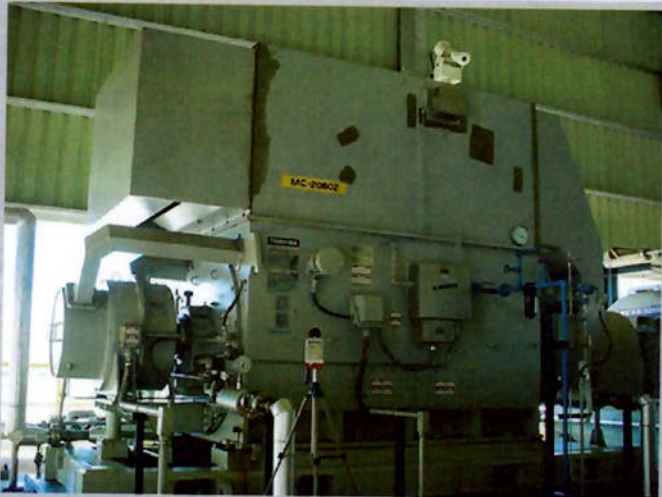
Terminal: TECAB		Data: 18/03/2005			Amostra: NPS-12	
Gerência/Coordenadoria/Setor: Geproc/Ceproc/ Mezanino da URL (U-206)						
Localização: Avaliação realizada ao lado dos compressores.				Período: 10:07 a 10:15		
Freq (Hz)	Neq	Min	Max	Tempo	Condição / Situação	
31,5	86.7	85.4	88.1	00:31		
63	84.6	83.3	86.3	00:31		
125	89.7	88.7	90.6	00:31		
250	86.1	85.3	86.8	00:32		
500	86.3	85.6	87.2	00:32		
1 k	85.2	84.7	85.5	00:31		
2 k	85.0	84.4	85.5	00:31		
4 k	85.1	83.8	86.6	00:32		
8 k	83.9	83.4	84.5	00:31		
16 k	82.2	81.7	83.0	00:31		
dBA	92.5	91.8	93.7	01:02	Obs:	
dBC	95.1	94.4	95.7	01:01		

Figura 18 – Avaliação de NPS - Compressores.

Fonte: Relatório de NPS das Fontes Ruidosas 2005 – TECAB – Macaé/RJ

## 5 DISCUSSÃO

Esse Capítulo está dedicado em confrontar o trabalho de Higiene Ocupacional realizado na avaliação da exposição do agente físico ruído em um Grupo Homogêneo de Exposição - GHE de uma específica planta industrial de transferência de óleo e gás do Terminal de Movimentação e Estocagem de Cabiúnas da Transpetro S.A. com a metodologia de estratégia de amostragem desenvolvida pela Petrobras em 2005.

Na abordagem do presente capítulo, discorre-se sobre as técnicas e estratégias adotadas para efetivação dos trabalhos de toda a campanha e a composição dos dados que tornaram possível uma decisão sobre a tolerabilidade da exposição do grupo, mas, principalmente, discorrendo-se e comparando-se o conjunto do conteúdo da campanha com os requisitos legais, técnicas e práticas recomendadas nas Normas Regulamentadoras - NRs 09 e 15 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE); Norma de Higiene Ocupacional - NHO 01 da Fundação Jorge Duprat Figueiredo (FUNDACENTRO) – Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído (exceto incremento de duplicação de dose = 3); Norma Técnicas N - 2428 da Petrobras (Anexo A) e nos padrões de procedimentos de Higiene Ocupacional da Petrobras. Entende-se por campanha o conjunto de ações planejado e executado com a finalidade de avaliar a exposição de um GHE frente a um o mais agentes ambientais, limitado a um período de tempo e realizado de acordo com uma estratégia de amostragem previamente determinada. O conjunto de padrões de procedimentos de HO acima citado foi aprovado na governança da Petrobras no nível do Comitê de Gestão de Segurança, Meio Ambiente e Saúde na data de 02 de outubro de 2005. Destaca-se que este padrão de procedimentos foi elaborado por um grupo de trabalho formalmente constituído por representantes de toda as áreas de negócio da Petrobras, mais os representantes das subsidiárias Transpetro e BR Distribuidora. A Transpetro se fez representar exatamente pelos profissionais que elaboraram esta monografia. Esses padrões podem ser acessados por qualquer empregado através do SINPEP (Sistema Integrado de Padronização Eletrônica da Petrobras) que está operacionalmente disponibilizado à

toda força de trabalho para consultas através da *intranet* (sistema de internet da rede interna da Petrobras) .

Salienta-se inicialmente, que a aplicação da ferramenta APR-HO (PB - PP- 03 - 00007 # Anexo 3), procedimento descrito no capítulo 3 da presente monografia, foi preponderante para atender a fase de reconhecimento dos agentes de risco. Dentro de um contexto participativo dos trabalhadores envolvidos, permitiu uma fácil aceitação por parte dos mesmos, bem como a agilização desta fase do reconhecimento. Também foi possível constatar uma maior transparência e compreensão do processo por parte dos trabalhadores. Nenhuma das avaliações realizadas teve de ser descartada e não foram registradas demandas reclamatórias por parte dos envolvidos. Acredita-se que essa sistemática facilitou o desenvolvimento das etapas posteriores desta campanha de Higiene Ocupacional.

O desenvolvimento da campanha, objeto dessa análise, fundamentou-se nas informações oriundas da “APR-HO do GHE 12”, que indicava pela realização de amostras de dosimetrias de ruído. O Grupo possuía 44 componentes e o período de tempo de avaliação foi de um pouco mais de quatro meses, contando desde a primeira até a última das oito medições.

Cabe ressaltar aqui a diferença entre os termos medição e avaliação, já que para a Higiene Ocupacional, os mesmos possuem diferenças sutis, mas que precisam ser destacadas para o perfeito entendimento das idéias nos momentos em que cada um deles aparecerem no texto. Enquanto medição está relacionada a conhecer o tamanho, mensurar, sendo dimensional, o termo avaliação tem para as exposições o significado de entender, julgar, decidir, concluir. Ou seja, “avaliar é bem mais que medir” (FANTAZZINI, 2004).

Sabe-se que as atividades da função Higiene Ocupacional encontram-se divididas em ações a serem desenvolvidas nas fases de antecipação, reconhecimento, avaliação e controle das exposições aos agentes ambientais.

Nesta discussão focou-se apenas o GHE 12 dentre todos aqueles contidos no Programa de Prevenção aos Riscos Ambientais (PPRA) do estabelecimento Cabiúnas, e mesmo assim, apenas no que diz respeito ao agente físico ruído. Tal escolha estabeleceu-se tendo em vista que este agrupamento de trabalhadores é aquele que reúne o maior número de componentes e também é o GHE em que a intensidade da exposição ao agente ruído mostrou-se maior.

Este recorte da campanha, junto à respectiva análise crítica foi considerado suficiente para poder se fazer, por analogia, comentários que possam traduzir-se em observações a respeito de toda a campanha de ruído.

Antes de adentrar-se efetivamente no campo das análises e comparações entre o trabalho realizado e as NRs, NHO e ainda normas e padrões de procedimentos da Petrobras, queremos passar alguns conceitos e filosofias para uma melhor compreensão do conjunto das atividades da fase de avaliação.

É sabido que uma das metas da Segurança Industrial é o “Acidente Zero”, para todos os trabalhadores, para todos os dias de trabalho. Considerada por todos como uma utopia, o “Acidente Zero” representa a excelência como resultado de uma série de investimentos e práticas que consolidam seu sucesso ao final de cada jornada.

Poderia-se fazer uma analogia deste termo para Higiene Ocupacional dizendo simplesmente que a excelência é a “Doença Ocupacional Zero”. Todavia os danos provocados pelos riscos físicos, químicos e biológicos possuem uma característica diferente dos riscos mecânicos o que inviabiliza tal comparação, ou seja, surgem depois de muitos anos de exposição, às vezes uma década, duas ou até mesmo mais, quando o trabalhador poderá já estar em uma outra empresa ou até mesmo aposentado.

Como, dificilmente, haverá serviço de epidemiologia capaz de responder se os esforços empreendidos por determinado empregador e por sua equipe de higienistas obtiveram a “Doença Ocupacional Zero”, houve necessidade de se criar uma condição de similaridade.



Desta forma, a utopia da função Higiene Ocupacional foi batizada de “Meta Conceitual de Longo Prazo”, que significa manter 95% das exposições abaixo do nível de ação, para todos os trabalhadores, para todos os agentes físicos e químicos, num período muito longo de tempo, com 95% de confiança estatística.

Fazendo-se a tradução deste conceito para uma realidade, chegou-se então a “Meta Operacional de Longo Prazo” que de maneira mais objetiva busca manter 95% das exposições abaixo dos limites de exposição ocupacional, para todos os GHEs, para todos os agentes físicos e químicos, num período longo de tempo.

Com isto, foi possível sair da subjetividade e mirar as ações em valores factíveis que, por sua vez, quando alcançados, evidenciariam a paridade com a excelência.

Ainda assim, é preciso ter consciência que muitas vezes esta meta deve ser alcançada com recursos limitados o que obriga os profissionais de higiene a serem mais eficazes, de modo a conseguirem mais resultados com o menor número possível de medições. Isto significa conhecer estratégia de amostragem e buscar aquela que possibilite conclusão sobre tolerabilidade com o menor emprego de tempo e dinheiro. Esta boa prática é freqüentemente sintetizada como: “mais decisão com menos transpiração”. (FANTAZZINI, 2004). A este respeito, o Manual de Estratégia de Amostragem do NIOSH (*National Institute of Occupational Safety & Health, 1977*), orienta em seu Prefácio: “... atingir estes requisitos (para decisão sobre tolerabilidade) mediante um mínimo de ônus para o empresário”.

E é dentro desta filosofia que faz-se a primeira observação sobre a campanha realizada em Cabiúnas. Não foram constatadas evidências que demonstrassem a busca para Determinação do Exposto de Maior Risco (EMR) (PB - PP- 03 - 00008 # Anexo 2), procedimento descrito no capítulo 3 da presente monografia. Conforme preconizado nos padrões de procedimentos da Petrobras, antes de montar uma campanha de avaliação para os componentes de um GHE, deve-se primeiro tentar encontrar o EMR por observação (experiência profissional) e somente após certificar-se da

impossibilidade dessa descoberta é que se deverá partir para a adoção de uma outra estratégia de amostragem.

Falando-se em estratégia de amostragem, é do seu descumprimento que surge a segunda observação. Não há dentre os documentos da campanha nenhuma explicitação sobre qual estratégia foi utilizada no planejamento das medições. Como número de medições é oito e o tempo de duração é de 17 semanas, fica entendido que não se trata de “Avaliação de Curto Prazo Preliminar” que preconiza 3 a 5 amostras num período de tempo de duas semanas. Reitera-se que dentro do espírito de gerenciamento de recursos, deve-se buscar decisão sobre tolerabilidade num nível hierárquico da estratégia que exija o menor número de medições (PB - PP- 03 - 00008 # Anexo 6), procedimento descrito no capítulo 3 da presente monografia.

Analizando-se sob o ponto de vista do número de amostras, oito, percebe-se uma terceira observação. Como “Avaliação de Curto Prazo Complementar”, a metodologia utilizada não atendeu, pois estendeu-se muito no tempo que somou um total de 17 semanas, quando deveria ter sido realizada em apenas nove semanas. Por outro lado, estas mesmas 17 semanas não atendem a estratégia de “Avaliação de Longo Prazo”, que leva em conta um período de seis meses ou mais (PB - PP- 03 - 00008 # Anexo 6), procedimento descrito no capítulo 3 da presente monografia. A esse respeito, o Manual de Estratégia de Amostragem do *NIOSH* (1977) reforça, “Estes procedimentos são um meio para se atingir um fim e não se constituem um fim em si próprios” ou seja, não faz sentido apenas medir por medir.

A quarta observação diz respeito ao não cumprimento do Procedimento para Amostragem Aleatória (PB - PP- 03 - 00008 # Anexo 9), procedimento descrito no capítulo 3 da presente monografia, tanto no tocante a quais os componentes do GHE que deveriam ser dosimetrados, bem como no tocante aos dias em que as medições seriam realizadas. Seguem as datas em que as mesmas foram realizadas: dias 09, 10, 16 (duas) e 17 de novembro de 2004 e dias 15, 16 e 17 de março de 2005. A confiança nos resultados obtidos a respeito da exposição de um Grupo está fundamentada na

aleatoriedade. “Todavia sabe-se que requisitos de randomização são especialmente desafiadores o que pode inclinar para o caminho do praticamente aleatório”. É desta forma que defendeu Paul Hewett, estatístico e higienista industrial certificado pela *American Industrial Hygiene Association (AIHA)* quando ministrava o curso de “Estratégia de Amostragem” realizado durante o XII Encontro Brasileiro de Higienistas Ocupacionais (2005). A propósito do “praticamente aleatório”, na ocasião ele ensinou que este caminho pode ser seguido, porém com muito critério. Ele exemplifica: “talvez sorteando dois trabalhadores para cada uma das datas das medições para o caso do primeiro não estiver com uma jornada típica prevista para aquele dia também sorteado” ou sortear mesmo apenas um, mas se perceber que a jornada do dia não será típica, “considerar sistematicamente o dia seguinte ao sorteado, tendo sempre a mesma regra para todos os casos de impossibilidade de amostragem do trabalhador sorteado no dia sorteado”. Nestes casos, o julgamento profissional seguido de suas justificativas deve ser colocado por escrito entre os documentos de cada exercício do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (PPRA). Ele mesmo salienta que “os próprios higienistas industriais americanos também tem problemas com a pequena quantidade de amostra, da mesma forma com as dificuldades na busca pela aleatoriedade das mesmas”. Recomendações sobre a importância da randomização estar presente entre os critérios a serem seguidos durante qualquer processo de amostragem, encontram-se reforçados no capítulo 3 do Manual de Estratégia de Amostragem do *NIOSH* (1977).

Atentando ao conteúdo das planilhas com a Memória da Exposição a ruído (Anexo C) depara-se com a quinta observação. Elas não discriminam os horários onde o dosimetrado encontrava-se em cada um dos momentos onde o histograma acusou como sendo os de maiores níveis de pressão sonora. Isto é importante no momento em que o gerente (coordenador ou supervisor) do empregado monitorado tiver que ratificar o passo a passo relatado na planilha de campo, verificando a veracidade sobre o tempo passado junto às fontes emissoras e o tempo apropriado comum a sua rotina. Este procedimento é importante e deve ser levado em conta no momento de validação da



amostra. Neste aspecto, salienta-se que no Brasil, excepcionalmente, os higienistas ocupacionais têm que conviver com as tentativas dos trabalhadores amostrados de se exporem exageradamente nos dias em que estão portando os amostradores. Pelo fato da legislação previdenciária brasileira possuir o benefício da aposentadoria especial para os segurados que trabalham em condições de exposição semelhantes ao critério de insalubridade, o trabalhador cria uma expectativa de ter sua contagem de tempo, ou parte do tempo, contado de maneira especial. Sobre este assunto deve-se consultar o Decreto 4.882 de 18 de novembro de 2003, regulamentado pela Instrução Normativa número 99 do Instituto Nacional de Seguridade Social – INSS, de 12 de dezembro de 2003, onde encontra-se a atualização da legislação que trata deste tema.

A sexta observação, ainda voltada para as planilhas das memórias de campo é o fato de não constarem dados que evidenciem a realização da calibração de nível secundário pré e pós-uso, ou seja, antes e ao término de cada dosimetria conforme preconiza a N 2428 – Procedimento para Avaliação de Ruído em Ambientes de Trabalho com o uso de Audiodosímetros, 2005, item 4.3.3. Como os equipamentos são do tipo 2, é necessário certificar-se que não houve uma diferença maior que 1 dB entre estas duas calibrações. Infere-se que as planilhas das memórias de campo também deveriam reportar qual ou quais as fontes que mais estão contribuindo para os resultados da exposição.

Ainda dedicado aos instrumentos utilizados na medição do agente ruído da campanha, percebe-se a necessidade de pontuar a sétima observação. Os audiodosímetros modelo Q-400, fabricado pela *QUEST Technologies*, satisfazem os requisitos das normas *ANSI S1.25/1991*; *IEC 651/ 1979*, tipo 2 e *IEC 804-1985*, tipo 2, e são dotados de integradores programáveis. Conseqüentemente atendem os requisitos do procedimento característica mínimas e prazos para instrumentação de Higiene Ocupacional (PB – PP – 03 – 00007 # Anexo 4). Entretanto quando observa-se os certificados de calibração dos mesmos não é possível concluir pela rastreabilidade das calibrações aos quais os equipamentos foram submetidos. Os certificados não satisfazem as especificações da norma internacional *IEC 60651* para calibração de medidores de nível de pressão sonora. A referida norma exige no mínimo quatro testes descritos como: ponderação em frequência, linearidade,

detector *RMS* e ponderação temporal. Quando trata-se de audiodosímetros, a mesma norma ainda acrescenta o teste de verificação para integração de dose de forma a atender ao item 4.7 da *ANSI S1.25* que também não está evidenciado nos certificados que fazem parte do conjunto de documentos entregues ao contratante da campanha. Referente a calibração do calibrador dos instrumentos, infere-se que foi realizada pelo método comparativo já que no certificado é mencionado outro calibrador e não são mencionados microfones padrões, analisadores de áudio ou medidores de frequência que são considerados padrões primários para este tipo de calibração. Esta prática não é a ideal porque acarreta incerteza na medição. Atualmente, os equipamentos utilizados em medições devem obrigatoriamente possuir certificados emitidos pelo Instituto Nacional de Metrologia (INMETRO) ou de um laboratório acreditado pela Rede Brasileira de Calibração (RBC).

Como resultado da média geométrica dos níveis médios (*Lavg*) das amostras, o trabalho realizado em Cabiúnas concluiu por um valor de dose igual a 1,5 o que representa um nível médio de 88 dBA. O Relatório Técnico de Exposição Ocupacional ao Ruído - TECAB – Macaé/RJ (Anexo B), refere-se ao *Lavg* como sendo *Neq* (nível equivalente). Nível equivalente, mais conhecido pela sigla *Leq* só deve ser usado para expor resultados de medições cujos audiodosímetros forem ajustados para integrarem com incremento de duplicação de dose igual a três. Os desdobramentos provocados por esta equiparação entre *Leq* (item 6.2.1.2 da NHO-01) e *Lavg* (implícito no Anexo I da NR-15) serão ainda melhor evidenciados no parágrafo dedicado a décima quarta observação ao final deste Capítulo. Para este importante equívoco considerou-se a oitava observação. (Norma de Higiene Ocupacional 01 da FUNDACENTRO, item 4.2)

Nona observação: no mesmo Relatório Técnico de Exposição Ocupacional ao Ruído – TECAB – Macaé/RJ (Anexo B), consta o seguinte relato “Procurou-se também mensurar no mínimo 70 % da jornada, sendo a quantidade de incursões realizadas por função necessária para obter representatividade estatística nas amostragens”. Além de evidenciar a tentativa de considerar como estatisticamente representativo uma distribuição de amostras obtidas sem aleatoriedade, a nona observação fica

caracterizada principalmente, pela ausência de julgamento a respeito dos 30 % das jornadas que não foram medidos. É importante saber se os níveis médios dos períodos não amostrados eram similares aos períodos amostrados, se eram menores que 80 dBA (menor nível sonoro a ser levado em conta para a integração) ou se eram maiores que oitenta decibéis porém diferentes da média do período amostrado. Denota-se pela maneira simples como o assunto foi colocado no texto acima, que não houve a preocupação de caracterizar o tempo não amostrado. Sabe-se que para concluir sobre a tolerabilidade de uma exposição levando em conta o valor de intensidade explicitado como média geométrica e preciso conhecer sobre os períodos não amostrados de todas as jornadas que compõem as amostras da distribuição dos dados.

No mesmo Relatório citado no parágrafo anterior, o responsável técnico pela campanha conclui pela média geométrica - MG de 150 % de dose o que equivale a um *Lavg* de 88 dBA. Relata também que a distribuição dos dados possui um desvio padrão geométrico - DPG de 2,14. Pela inserção dos dados da planilha do Manual de Estratégia de Amostragem da *AIHA* (Anexo D), percebe-se que o cálculo da MG e do DPG estão absolutamente corretos. O que está em desacordo com o proposto pelo citado Manual, como também pelos Procedimentos de Higiene Ocupacional é o fato da interpretação dos dados da campanha não concluírem pela necessidade de se obter mais amostras do grupo, tendo em vista que o tratamento estatístico apontou para um desvio padrão geométrico muito alto, quase o dobro do 1,22 sugerido nos procedimentos corporativos. Deveria sim, o relatório explicitar para a realização de mais amostras e não apenas recomendar a utilização de protetores auriculares. Vê-se aí a décima observação.

A décima primeira observação advém do fato de que no Relatório Técnico de Exposição Ocupacional ao Ruído, não houve a demonstração do cálculo do percentil 95. Utilizando novamente a planilha da *AIHA* e possível perceber que o valor para o qual 95% dos expostos estarão abaixo é de 5,37 o que equivale a um *Lavg* de 97,9 dBA. Este fato reitera a consideração exagerada em cima do valor da média geométrica

em detrimento as regras dos processos de decisão sobre tolerabilidade preconizadas nos Padrão de Procedimentos de Higiene Ocupacional da Petrobras.

Uma vez tomada a decisão de manter, mesmo em caráter provisório, a proteção baseada em protetores auriculares, partiu-se para o cálculo dos protetores do tipo inserção (plug) da 3M modelo 1210 – Certificado de Aprovação - CA número 5330 e do tipo circum auricular (concha) da Peltor Modelo H 6 b – Certificado de Aprovação número 12187 que eram utilizados pelos trabalhadores componentes do GHE 12. Neste momento dos trabalhos de uma campanha, o Procedimentos de Estratégia de Amostragem para Agentes Ambientais do Manual de Higiene Ocupacional (PB – PP – 03 – 00008 # Anexo 12), procedimento descrito no capítulo 3 da presente monografia, requer que o equipamento de proteção individual proteja 95% dos expostos. A décima segunda observação vem exatamente daí. No calculo da atenuação os responsáveis pela campanha prenderam suas preocupações apenas com o NRRsf (Nível de Redução de Ruído *subject fit*) apontado nos CAs dos protetores. É certo que levaram também em consideração uma estimativa de tempo efetivo de uso pelos trabalhadores, marcando tal prática como um ponto forte, mas o procedimento correto seria calcular o percentil 95 dos componentes do GHE que estariam com efetiva proteção. Fantazzini (2005). Seguem abaixo as transcrições de dois documentos da Campanha onde fica caracterizada a concordância pelo uso de protetores: a) Relatório Técnico de Exposição Ocupacional ao Ruído “Para garantir a eficiência do Programa de Conservação Auditiva, os trabalhadores deverão participar de treinamento sobre a compreensão do risco e suas respectivas responsabilidades”... e ... “Analisando os valores constantes na Tabela 3 (do referido relatório), verifica-se que o controle da exposição é viável através da adoção de protetores auriculares, uma vez que corretamente utilizados os EPIs reduzem a exposição abaixo do Nível de Ação estabelecido pela NR 9” e b) Relatório Técnico para o PCMSO - Item 03 das conclusões: “Os valores da Exposição Real apresentados na Tabela 3, estão expresso em dBA, para cada função, considerando-se a atenuação do protetor auditivo. Em análise sintética verifica-se que nas situações estudadas, o controle da exposição através da adoção de proteção

individual e viável, uma vez que mantém a exposição abaixo do limite de exposição ocupacional”.

Por outro lado, fica implícito que as atenuações proporcionadas pelos dois tipos de EPIs, além das outras melhorias (não relatadas), foram de certa forma determinadas por intermédio de medições de ruído por espectro de frequência: “Com o propósito de determinar a exposição real dos trabalhadores, ao ruído ocupacional, considerando-se a atenuação da proteção individual e a eficácia das melhorias adotadas para a proteção da saúde auditiva dos trabalhadores foram realizadas além das dosimetrias de ruído, medições de ruído por bandas de oitava junto às fontes mais relevantes”. Todavia, não há um relato sobre a comparação dos resultados obtidos nestas medições confrontados com as performances dos protetores para cada banda de frequência. Considerou-se este processo como sendo a décima terceira observação.

Para finalizar o capítulo das discussões, a décima quarta e última observação, discorre sobre os equívocos provocados pela consideração do  $L_{eq}$  com sendo similar ao  $L_{avg}$ . A tabela apresentada no item 6.6.1.3 - Critério de julgamento e tomada de decisão, da NHO 01 faz considerações técnicas a respeito de doses de ruído medidas com o audiodosímetro ajustado para um incremento de duplicação igual a 3. Tendo sido as dosimetrias da campanha realizadas com um incremento de dose igual a 5 fica invalidada a comparação feita pelo responsável técnico no item 4.5 do Relatório Técnico de Exposição Ocupacional ao Ruído, transcrito a seguir: “4.5 CRITÉRIO ADOTADO PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS - A identificação das faixas de exposição e seu respectivo desvio padrão são apresentados por Grupos Homogêneos de Exposição, considerando-se a média geométrica das doses registradas. Considerando-se os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira (Anexo 1, NR 15, Portaria MTE 3214/78) e os recomendados pela NHO 01 da FUNDACENTRO, a interpretação dos resultados foi realizada enquadrando-se os valores obtidos em faixas de exposição”, conforme Tabela XVIII a seguir.

Tabela XVIII - Critério adotado para interpretação dos resultados.

0 à 40 dB(A)	→	Faixa de silêncio
40 à 80 dB(A)	→	Faixa de segurança
80 à 100 dB(A)	→	Faixa de risco
Acima de 100 dB(A)	→	Faixa de risco grave

A propósito desta observação, e por estar diferente da Tabela apresentada, transcreve-se ainda a Tabela constante na NHO-01 Norma de Higiene Ocupacional. Procedimento Técnico - Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído (BRASIL, 1999), em seu item 6.6.1.3 – Critério de julgamento e tomada de decisão (ver Tabela XIX).

Tabela XIX – NHO – 01

<b>Dose diária</b>	<b>NEN dB(A)</b>	<b>Consideração Técnica</b>	<b>Atuação Recomendada</b>
0 a 50	Até 82	Aceitável	No mínimo manutenção da condição existente
50 a 80	82 a 84	Acima do nível de ação	Adoção de medidas preventivas
80 a 100	84 a 85	Região de incerteza	Adoção de medidas preventivas e corretivas visando a redução da dose diária
Acima de 100	> 85	Acima do limite de exposição	Adoção imediata de medidas corretivas

Fonte: NHO 01 (1999)

A metodologia desenvolvida para a Petrobras pode e deve ser utilizada para campanhas envolvendo outros agentes ambientais, sejam eles físicos ou químicos, em outras Unidades de Negócios e Serviços, com o objetivo de estimular, primeiramente a adoção dos procedimentos e boas práticas relacionadas a Higiene Ocupacional, bem como buscar o envolvimento dos trabalhadores na solução dos problemas que afetam as condições ambientais dos locais onde os mesmos exercem suas atividades.

## 6 CONCLUSÕES

Tendo em vista as discussões contidas no capítulo 5, observa-se que o desenrolar da campanha evidenciados nos diversos documentos citados nos anexos ou simplesmente transcritos, permite que se tenha conclusão sobre cada um dos itens de interesse apontados no capítulo 1.

Nesse sentido, seguindo a cada item, pontua-se um destaque que exatamente o justifica:

a) a exeqüibilidade da aplicação dos padrões de procedimentos de HO:

- a APR-HO (análise preliminar de riscos voltada a Higiene Ocupacional) demonstrou ser uma excelente ferramenta para a correta identificação e o reconhecimento dos riscos ambientais e do agrupamento dos trabalhadores baseado na homogeneidade das exposições, além de tratar-se de uma sistemática de fácil aplicação. Quando implementada dentro de um contexto participativo (com a participação e o envolvimento dos trabalhadores em todas as fases do processo) fica evidente o atendimento ao requisito legal referente à informação que deve ser passada aos trabalhadores, bem como, aos preceitos da Higiene Ocupacional. Sua aplicação permitirá a fácil migração dos dados obtidos para o sistema corporativo informatizado para gestão de saúde ocupacional da Petrobras. Poderá, inclusive ser utilizada para subsidiar estudos de análise de riscos de atividades e processos rotineiros, contribuindo para a melhoria do conhecimento dos riscos envolvidos e prevenção de acidentes e doenças ocupacionais e do trabalho;

- o desenvolvimento de processos de medição para conhecimento a respeito da exposição de um GHE deve, como em qualquer outro processo, levar em conta a “lei do menor esforço”, evitando o desperdício de tempo e dinheiro e a estratégia para amostragem de agentes ambientais deve cada vez mais ser utilizada;

b) o nível de aderência aos padrões de procedimentos de HO:

- as campanhas de Higiene Ocupacional realizadas por terceiros necessitam ser contratadas por intermédio de um memorial descritivo mais técnico e detalhado, não restringindo-se apenas ao legal e devem ser fiscalizadas por um profissional da



contratante que possua conhecimentos de Higiene Ocupacional num nível de especialização;

- ficou latente a necessidade de se buscar um alinhamento aos critérios de aleatoriedade, tanto para os dias a serem amostrados, quanto para quem será amostrado nos determinados dias, de tal forma que as medições fiquem estatisticamente fundamentadas e não possam ser questionadas como tendenciosas, a qualquer tempo;

c) a importância dos registros pertinentes ao planejamento, estratégia de amostragem, critérios de aleatoriedade, julgamentos, atenuação: pode-se constatar que é de fundamental importância o registro das práticas utilizadas em cada etapa das ações de reconhecimento e avaliação dos agentes ambientais, bem como dos embasamentos que levaram ao julgamento profissional e, conseqüentemente, a cada decisão;

d) a importância do julgamento profissional:

- a importância do julgamento profissional em todas as fases da campanha, desde a APR-HO, a montagem da estratégia de amostragem, validação das amostras, decisão sobre tolerabilidade, eficiência dos protetores auriculares e necessidade de mais medições, ficou claramente marcada durante todas as demonstrações da campanha;

- não foi aventada a possibilidade de alguns dos resultados das avaliações pertencerem a um outro grupo homogêneo. Um número muito grande de trabalhadores, como foi o caso da composição do GHE – 12 pode ter contribuído para que o desvio padrão geométrico fosse tão elevado;

e) a pertinência do controle das exposições que foram propostos:

- no cálculo da atenuação os responsáveis pela campanha prenderam suas preocupações apenas com o NRRsf (Nível de Redução de Ruído *subject fit*) apontado nos CAs dos protetores enquanto que o procedimento correto seria calcular o percentil 95 dos componentes do GHE que estariam efetivamente protegidos;

- por outro lado, ficou implícito que as atenuações proporcionadas pelos dois tipos de EPIs, além das outras melhorias (não relatadas), foram de certa forma determinadas por intermédio de medições de ruído por espectro de frequência. Todavia, não há um relato sobre a comparação dos resultados obtidos nestas medições confrontados com as performances dos protetores para cada banda de frequência.



#### Recomendações:

A utilização da NHO 01 da FUNDACENTRO para a avaliação ocupacional ao ruído deve ser utilizada com critério, principalmente no tocante ao incremento de duplicação de dose que nesta Norma é igual a três. Isto tem contribuído para muitos equívocos quando busca-se julgamento de decisão levando em conta o seu conteúdo, preterindo-se às prerrogativas menos restritivas preconizadas no Anexo 1 da NR 15.

ANEXO A – N-2428  
Avaliação da Exposição a Níveis de Ruído em Ambientes de Trabalho com o Uso de  
Audiodosímetros.

## AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A NÍVEIS DE RUÍDO EM AMBIENTES DE TRABALHO COM O USO DE AUDIODOSÍMETROS

### Procedimento

Esta Norma substitui e cancela a sua revisão anterior.

Cabe à CONTEC - Subcomissão Autora, a orientação quanto à interpretação do texto desta Norma. O Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma é o responsável pela adoção e aplicação dos seus itens.

**Requisito Técnico:** Prescrição estabelecida como a mais adequada e que deve ser utilizada estritamente em conformidade com esta Norma. Uma eventual resolução de não segui-la ("não-conformidade" com esta Norma) deve ter fundamentos técnico-gerenciais e deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "dever", "ser", "exigir", "determinar" e outros verbos de caráter impositivo.

**Prática Recomendada:** Prescrição que pode ser utilizada nas condições previstas por esta Norma, mas que admite (e adverte sobre) a possibilidade de alternativa (não escrita nesta Norma) mais adequada à aplicação específica. A alternativa adotada deve ser aprovada e registrada pelo Órgão da PETROBRAS usuário desta Norma. É caracterizada pelos verbos: "recomendar", "poder", "sugerir" e "aconselhar" (verbos de caráter não-impositivo). É indicada pela expressão: [Prática Recomendada].

Cópias dos registros das "não-conformidades" com esta Norma, que possam contribuir para o seu aprimoramento, devem ser enviadas para a CONTEC - Subcomissão Autora.

As propostas para revisão desta Norma devem ser enviadas à CONTEC - Subcomissão Autora, indicando a sua identificação alfanumérica e revisão, o item a ser revisado, a proposta de redação e a justificativa técnico-econômica. As propostas são apreciadas durante os trabalhos para alteração desta Norma.

**"A presente Norma é titularidade exclusiva da PETRÓLEO BRASILEIRO S.A. - PETROBRAS, de uso interno na Companhia, e qualquer reprodução para utilização ou divulgação externa, sem a prévia e expressa autorização da titular, importa em ato ilícito nos termos da legislação pertinente, através da qual serão imputadas as responsabilidades cabíveis. A circulação externa será regulada mediante cláusula própria de Sigilo e Confidencialidade, nos termos do direito intelectual e propriedade industrial."**

### Apresentação

As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas por Grupos de Trabalho - GTs (formados por especialistas da Companhia e das suas Subsidiárias), são comentadas pelas Unidades da Companhia e das suas Subsidiárias, são aprovadas pelas Subcomissões Autoras - SCs (formadas por técnicos de uma mesma especialidade, representando as Unidades da Companhia e as suas Subsidiárias) e homologadas pelo Núcleo Executivo (formado pelos representantes das Unidades da Companhia e das suas Subsidiárias). Uma Norma Técnica PETROBRAS está sujeita a revisão em qualquer tempo pela sua Subcomissão Autora e deve ser reanalisada a cada 5 anos para ser revalidada, revisada ou cancelada. As Normas Técnicas PETROBRAS são elaboradas em conformidade com a norma PETROBRAS N-1. Para informações completas sobre as Normas Técnicas PETROBRAS, ver Catálogo de Normas Técnicas PETROBRAS.

## **1 OBJETIVO**

1.1 Esta Norma visa estabelecer procedimentos para avaliação da exposição dos trabalhadores a níveis de ruído em ambientes de trabalho utilizando audiodosímetro.

1.2 Esta Norma não se aplica às avaliações de exposição a ruídos de impacto, avaliações pontuais em equipamentos, bem como para mapeamento de ruído e para conforto acústico.

1.3 Esta Norma se aplica às avaliações de exposição a níveis de ruído em ambientes de trabalho com o uso de audiodosímetros a partir da data de sua edição.

1.4 Esta Norma contém Requisitos Técnicos e Práticas Recomendadas.

## **2 DOCUMENTOS COMPLEMENTARES**

Os documentos relacionados a seguir são citados no texto e contêm prescrições válidas para a presente Norma.

Portaria MTE nº 3214, de 08/06/78	- Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15) - Atividades e Operações Insalubres;
NHO 01	- Norma de Higiene Ocupacional da Fundacentro para Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído;
ANSI ASA S1.25	- Specification for Personal Noise Dosimeters;
ANSI ASA S1.40	- Specification for Acoustical Calibrators;
ANSI ASA S12.19	- Measurement of Occupational Noise Exposure.

## **3 DEFINIÇÕES**

Para os propósitos desta Norma são adotadas as definições indicadas nos itens 3.1 a 3.17.

### **3.1 Calibração de Campo**

Comparação do resultado oferecido pelo audiodosímetro, quando submetido a um padrão secundário (calibrador), antes e depois de uma medição.

### **3.2 Ciclo de Exposição**

Conjunto de situações acústicas a que são submetidos os trabalhadores, em seqüência definida, e que se repete de forma contínua no decorrer da jornada de trabalho, conforme definição estabelecida na NHO 01.

### **3.3 Critério de Referência**

Nível médio para o qual a exposição, por um período de 8 horas, corresponde a uma dose de 100 %, conforme definição estabelecida na NHO 01.

### 3.4 Dose (D)

Somatório da relação entre os tempos totais de exposição para determinados níveis de ruído (situações acústicas) e os tempos máximos de exposição diária permissível para estes níveis, conforme parâmetro adotado. Para obtenção do resultado percentual, deve ser multiplicada por 100.

$$D = \sum \frac{C_i}{T_i} \times 100$$

Onde:

- $C_i$  = tempo total de exposição, em minutos, a um mesmo nível de ruído (iésimo) durante o período de medição;  
 $T_i$  = tempo máximo de exposição diária permissível para o parâmetro adotado, em minutos, correspondente ao mesmo nível de ruído (iésimo).

### 3.5 Grupo Homogêneo de Exposição

Grupo de trabalhadores que experimentam exposição semelhante, de forma que o resultado fornecido pela avaliação da exposição de qualquer trabalhador do grupo seja representativo da exposição do restante dos trabalhadores do mesmo grupo.

### 3.6 Incremento de Duplicação de Dose (q)

Incremento em decibéis que, quando adicionado a um determinado nível, implica na duplicação da dose de exposição ou na redução para metade do tempo máximo permitido, conforme definição estabelecida na NHO 01.

- Notas:
- 1) Para fins de atendimento à legislação trabalhista e previdenciária, deve ser utilizado incremento de duplicação de dose igual a 5 dB.
  - 2) A utilização do incremento de duplicação de dose igual a 3 dB é facultativa para tratamento de questões relativas à higiene ocupacional, buscando excelência na proteção da audição dos trabalhadores, através de parâmetros mais restritivos.

### 3.7 Limite de Exposição

Parâmetro de exposição ocupacional que representa as condições sob as quais acredita-se que a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, sem sofrer efeitos adversos à sua capacidade de ouvir e entender uma conversação normal, conforme definição estabelecida na NHO 01.

### 3.8 Limite de Tolerância

Concentração ou intensidade, máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição a determinado agente, que não causará dano à saúde do trabalhador durante a sua vida laboral, conforme definição estabelecida na norma regulamentadora nº 15 (NR-15).

### 3.9 Nível de Pressão Sonora (NPS)

Relação entre a pressão sonora considerada (P) e uma pressão sonora de referência ( $P_o = 2,0 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$ ) dada pela equação:

$$\text{NPS} = 20 \log \frac{P}{P_o} \text{ (dB)}$$

Nota: Para fins desta Norma, nível de pressão sonora tem o mesmo significado que nível de ruído.

### 3.10 Nível de Pressão Sonora Médio ou Simplesmente Nível Médio ( $L_{avg}$ )

Nível ponderado sobre o período de medição, que pode ser considerado como nível de pressão sonora contínuo em regime permanente, que apresenta a mesma dose que o ruído real, flutuante, neste mesmo período de tempo.

Nota: Quando o incremento de duplicação de dose for igual a 3 dB, o nível de pressão sonora médio é chamado de nível equivalente ( $L_{eq}$ ).

### 3.11 Nível de Pressão Sonora Médio para 8 horas ou Simplesmente Nível Médio para 8 horas ( $L_{avg8h}$ )

Nível médio convertido para uma jornada padrão de 8 horas diárias, para fins de comparação com o limite de tolerância.

$$L_{avg8h} = LE + 16,61 \log (TE / 480)$$

Onde:

LE = nível médio representativo da exposição ocupacional diária;

TE = tempo de duração, em minutos, da jornada diária de trabalho.

Nota: Quando o incremento de duplicação de dose for igual a 3 dB, deve ser utilizada a equação:

$$L_{eq8h} = LE + 10 \log (TE / 480)$$

### 3.12 Nível Equivalente ( $L_{eq}$ )

Nível de pressão sonora médio, baseado na equivalência de energia.

### 3.13 Nível Limiar de Integração

Nível de ruído a partir do qual os valores devem ser computados na integração para fins de determinação de nível médio ou da dose de exposição, conforme definição estabelecida na NHO 01.

### **3.14 Ruído Contínuo ou Intermitente**

Todo e qualquer ruído que não está classificado como ruído de impacto ou impulsivo, conforme definição estabelecida na NHO 01.

### **3.15 Ruído de Impacto ou Impulsivo**

Ruído que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo, a intervalos superiores a 1 segundo, conforme definição estabelecida na NHO 01.

### **3.16 Situação Acústica**

Cada parte do ciclo de exposição na qual o trabalhador está exposto a níveis de ruído considerados estáveis, conforme definição estabelecida na NHO 01.

### **3.17 Zona Auditiva**

Região do espaço delimitada por um raio de  $150 \text{ mm} \pm 50 \text{ mm}$ , medido a partir da entrada do canal auditivo.

## **4 CONDIÇÕES GERAIS**

### **4.1 Critério Adotado**

4.1.1 A avaliação deve ser realizada de forma a determinar a dose e o nível de pressão sonora médio recebido pelos trabalhadores expostos utilizando o audiodosímetro.

Nota: Quando o incremento de duplicação de dose for igual a 3 dB, o nível de pressão sonora médio deve ser chamado de nível equivalente.

4.1.2 O critério utilizado na avaliação tratada nesta Norma é aplicado à caracterização da exposição do trabalhador com os ouvidos desprotegidos, ou seja, sem o uso do equipamento de proteção individual, representando portanto, a dose a qual o trabalhador está potencialmente exposto.

4.1.3 Para fins desta Norma, deve ser adotada dose igual a 100 %, como sendo o limite de tolerância para a exposição dos trabalhadores a níveis de ruído.

Nota: Quando for utilizado o incremento de duplicação de dose igual a 3 dB, a comparação deve ser feita com os parâmetros adotados na NHO 01.

4.1.4 Para fins desta Norma, são adotados os tempos máximos de exposição diária em função do nível de ruído, determinados a partir da equação:

$$T_i = \frac{16}{2^{(NPS_i - 80)/5}}$$

Onde:

NPS<sub>i</sub> = nível de pressão sonora em dB (A) ao qual o trabalhador está exposto;  
T<sub>i</sub> = tempo máximo de exposição diária, para a iésima situação acústica.

Nota: Quando for utilizado o incremento de duplicação de dose igual a 3 dB, deve ser utilizada a equação:

$$T_i = \frac{16}{2^{(NPS_i - 82)/3}}$$

## 4.2 Instrumentos de Medição

4.2.1 O audiodosímetro deve atender a norma ANSI ASA S1.25, com as seguintes especificações:

- a) possuir classificação mínima tipo 2;
- b) possuir curva de compensação "A";
- c) possuir circuito de resposta lenta ("SLOW");
- d) possibilitar incremento de duplicação de dose igual a 5 dB;

Nota: É recomendado que o audiodosímetro possibilite avaliação com os critérios de incremento de duplicação de dose igual a 5 dB e 3 dB simultaneamente. **[Prática Recomendada]**

- e) possuir faixa de medição mínima: 80 dB(A) a 115 dB(A);
- f) indicar ocorrência de níveis de ruído superiores a 115 dB(A);
- g) possuir nível limiar de integração igual a 80 dB(A);
- h) possuir nível de 85 dB(A) para critério de referência.

4.2.2 Para o caso de novas aquisições, os audiodosímetros devem atender no mínimo as seguintes especificações, além do item 4.2.1 desta Norma:

- a) possibilitar dosimetrias com parâmetros de incremento de duplicação de dose igual a 5 dB e 3 dB simultaneamente;
- b) possuir faixa de medição de 70 dB(A) a 140 dB(A);
- c) possibilitar a transferência de dados para computadores;
- d) possibilitar ajuste no nível limiar de integração;
- e) possuir curva de compensação "A" e "C";
- f) possuir sistema de travamento do acesso aos comandos;
- g) ser intrinsecamente seguro.



4.2.3 O calibrador acústico deve ser do mesmo fabricante e compatível com o audiodosímetro, bem como atender a norma ANSI ASA S1.40.

4.2.4 O audiodosímetro e o calibrador acústico devem ter certificado de calibração da Rede Brasileira de Calibração (RBC) ou do Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), renovado no máximo a cada 2 anos.

**Nota:** A calibração deve ocorrer a qualquer tempo, sempre que o equipamento for submetido a choques mecânicos, trocas de peças eletroacústicas, extremos de calor ou frio e campos magnéticos ou eletromagnéticos intensos.

4.2.5 Sempre que houver suspeita da presença de radiofrequência ("Radio Frequency Interference" - RFI) nos locais onde o trabalhador a ser avaliado exerce suas atividades, o equipamento deve ser testado conforme procedimento estabelecido no ANEXO C da norma ANSI ASA S12.19, constante do ANEXO A desta Norma.

### **4.3 Procedimentos**

4.3.1 O audiodosímetro deve ser ajustado para os seguintes parâmetros:

- a) curva de compensação "A";
- b) incremento de duplicação de dose igual a 5 dB;
- c) circuito de resposta lenta ("SLOW");
- d) nível limiar de integração igual a 80 dB(A);
- e) nível de 85 dB(A) para critério de referência.

4.3.2 A inspeção do audiodosímetro e seus acessórios deve ser realizada conforme manual do fabricante, incluindo a verificação da utilização e integridade do protetor de vento e carga das baterias.

4.3.3 A calibração de campo no audiodosímetro deve ser efetuada antes e depois da medição, de acordo com as orientações do fabricante.

4.3.4 A medição deve ser feita em condições de trabalho normais ou rotineiras (dia típico). Havendo exposição a condições anormais ou não rotineiras, estas devem ser objeto de estudo específico.

**Nota:** A escolha dos dias para realização das medições, bem como a escolha de quais trabalhadores do grupo homogêneo de exposição serão avaliados nestes dias, deve possuir caráter aleatório.

4.3.5 A medição deve ser feita com o microfone posicionado e fixado dentro da zona auditiva do trabalhador. O excesso de cabo do microfone deve ser fixado para evitar qualquer dificuldade ou inconveniente ao trabalhador.

**Nota:** O processo de integração deve ser iniciado somente após o microfone estar devidamente ajustado e fixado na vestimenta do trabalhador.

4.3.6 Devem ser adotadas as medidas necessárias para impedir que o trabalhador, ou outra pessoa não autorizada, possa fazer alterações na programação do equipamento, comprometendo os resultados obtidos.

4.3.7 O audiodosímetro deve ser verificado periodicamente durante a avaliação, para assegurar que o microfone esteja adequadamente posicionado e que o equipamento esteja em condições normais de operação.

**Nota:** O audiodosímetro e o microfone fixado no trabalhador somente devem ser reposicionados ou removidos pelo avaliador, não podendo ser tocado ou obstruído pelo trabalhador.

4.3.8 O microfone deve ser retirado do trabalhador somente após a interrupção da medição.

4.3.9 No caso da interrupção do monitoramento, como por exemplo durante a refeição, deve ser dado "pausa" no audiodosímetro. Quando o intervalo para refeição fizer parte da jornada de trabalho, o audiodosímetro não deve ser desligado ou mantido em "pausa".

4.3.10 O trabalhador que portar o audiodosímetro deve:

- a) ser informado quanto ao objetivo do trabalho;
- b) manter a sua rotina de trabalho normal, comunicando qualquer anormalidade que tenha ocorrido durante o período de medição;
- c) ser responsável pelo equipamento, enquanto o mesmo estiver sob sua guarda;
- d) ser informado que as medições não efetuam gravações de conversas.

4.3.11 O tempo efetivo de medição deve ser determinado e registrado. Quando a medição não cobrir toda a jornada de trabalho, a dose deve ser determinada em função dos resultados obtidos durante o período medido e do conhecimento da situação acústica do período não avaliado, determinando-se a dose diária.

4.3.12 Deve ser mantido contato freqüente com o trabalhador por ocasião da medição.

**Nota:** Sempre que possível e prático, é recomendado que o trabalhador, cuja exposição esteja sendo avaliada, seja acompanhado durante todo o tempo de avaliação. **[Prática Recomendada]**

4.3.13 Os dados oriundos das informações de campo (preenchidas pelo trabalhador) e do audiodosímetro devem ser registrados em relatório, incluindo as informações contidas no Capítulo 5 desta Norma.

- Notas:
- 1) As informações relativas às atividades desenvolvidas descritas pelo trabalhador, incluindo tempo despendido e local, devem ser validadas pelo superior imediato do trabalhador.
  - 2) Em caso do trabalhador ser acompanhado pelo executante da dosimetria durante todo o tempo de avaliação, é recomendado que este descreva as atividades realizadas pelo trabalhador avaliado durante o período de medição, com local e tempo estimado. **[Prática Recomendada]**

#### **4.4 Validação dos Resultados**

4.4.1 Após o término da dosimetria, a inspeção e a calibração de campo do audiodosímetro devem ser realizadas conforme itens 4.3.2 e 4.3.3 desta Norma.

4.4.2 Os resultados devem ser considerados válidos caso não sejam observadas nenhuma das ocorrências abaixo:

- a) calibração de campo com variação maior do que o especificado pelo fabricante;
- b) carga da bateria abaixo do mínimo especificado pelo fabricante;
- c) constatação de qualquer comprometimento da integridade eletromecânica do audiodosímetro.

4.4.3 Os resultados obtidos devem ser analisados para verificar a coerência com os níveis de ruído existentes nos ambientes de trabalho, as expectativas de doses e os valores históricos registrados para os respectivos grupos homogêneos de exposição, devendo ser considerados válidos após julgamento do profissional.

#### **4.5 Determinação da Dose**

4.5.1 Quando o período de medição for igual à jornada de trabalho, o valor da dose (D) deve ser aquele indicado no audiodosímetro.

4.5.2 Quando o período de medição for inferior à jornada de trabalho e o perfil de exposição do período não avaliado for semelhante ao do período avaliado, o valor da dose (D) deve ser calculado pela equação:

$$D = VD \cdot \frac{T_j}{T_M}$$

Onde:

- $T_j$  = duração da jornada de trabalho;  
 $T_M$  = tempo de medição;  
 $VD$  = valor de dose no visor do audiodosímetro para determinado tempo de medição.

4.5.3 Quando o período de medição for inferior à jornada de trabalho e o perfil de exposição do período não avaliado for reconhecidamente inferior a 80 dB (A), o valor da dose (D) projetada é o mesmo valor obtido no período avaliado.

4.5.4 Quando o período de medição for inferior à jornada de trabalho e o perfil de exposição do período não avaliado for reconhecidamente superior a 80 dB (A), porém não semelhante ao período avaliado, nada se deve concluir sobre o valor da dose da jornada e a avaliação deve ser desconsiderada.

#### 4.6 Determinação do Nível Médio para 8 Horas ( $L_{avg_{8h}}$ )

O nível médio para 8 horas deve ser calculado de acordo com a equação:

$$L_{avg_{8h}} = 80 + 16,61 \log \left[ \frac{0,16 D}{8} \right]$$

Onde:

D = dose da jornada de trabalho conforme item 4.5.2 desta Norma.

Notas: 1) O valor obtido deve ser arredondado para número inteiro.  
2) Quando for utilizado o incremento de duplicação de dose igual a 3 dB, deve ser utilizada a equação:

$$L_{eq_{8h}} = 82 + 10 \log \left[ \frac{0,16 D}{8} \right]$$

### 5 REGISTRO DE DADOS

Os resultados obtidos nas avaliações devem ser registrados em relatório contendo, no mínimo, as seguintes informações:

- a) data da medição;
- b) horário de início e término da medição;
- c) gerência/local;
- d) nome, matrícula e lotação do trabalhador;
- e) função/atividade;
- f) tempo na função;
- g) idade;
- h) identificação do grupo homogêneo de exposição;
- i) duração da jornada de trabalho;
- j) descrição das tarefas durante o período de medição, com local e tempo estimado e validação pelo superior imediato de trabalhador (planilha de campo);
- k) instrumento utilizado (fabricante, modelo e série);
- l) número do certificado de calibração e validade;
- m) valores da calibração de campo inicial e final;
- n) tempo de amostragem;
- o) dose;
- p) nível de pressão sonora médio para 8 horas ( $L_{avg_{8h}}$ );

Nota: Para incremento de duplicação de dose igual a 3 dB, utilizar  $L_{eq_{8h}}$ .

- q) observação sobre ocorrências relevantes e existência de RFI;  
r) nome e assinatura do executante da medição;  
s) nome e assinatura do responsável pela avaliação.

97

---

**/ANEXO A**

**ANEXO A - INTERFERÊNCIA DA RADIOFREQUÊNCIA**

A-1 A operação de fontes que interferem na radiofrequência ("Radio Frequency Interference" - RFI), como por exemplo transmissores de rádio, ignição por centelhamento, forno a arco e outras, na vizinhança de equipamentos de medição, pode aumentar ou reduzir o valor do nível de ruído registrado.

A-2 Podem ser aplicados 2 testes, dentre outros existentes, para investigar a possível interferência da radiofrequência nos equipamentos de medição, conforme itens A-2.1 e A-2.2.

**A-2.1 Teste 1 - Teste Aplicado Quando Não é Possível Desligar a Fonte Possível de RFI**

A-2.1.1 Em um ambiente onde sabe-se que não ocorre RFI e com o nível de ruído acima do limite de detecção do equipamento, o microfone deve ser colocado no calibrador (com o calibrador desligado). Se o nível de ruído cair 10 dB ou mais, o calibrador pode ser usado para o teste de RFI. Se o nível de ruído indicado no instrumento não cair 10 dB ou mais, o calibrador não oferece atenuação suficiente para ser usado no Teste 1.

A-2.1.2 Na área onde há suspeita de RFI e o nível de ruído no local é suficientemente alto para contribuir significativamente para a dose, o calibrador deve ser colocado desligado no microfone do equipamento. Se não houver RFI significativo na área, o nível deve cair de 10 dB ou mais. Se não for observada nenhuma ou pouca variação, deve-se suspeitar de RFI.

**A-2.2 Teste 2 - Teste Aplicado Quando a Fonte Suspeita de RFI Pode ser Desligada**

Em ambiente onde o nível de ruído é suficientemente alto para contribuir para uma exposição inaceitável, a fonte suspeita de RFI deve ser ligada e desligada. Se houver alteração no nível de ruído indicado, há presença de RFI.

**A-3 Possíveis Medidas Corretivas**

A-3.1 A solução mais efetiva quando RFI é detectado, é mudar o equipamento para outro que não seja susceptível a RFI. Esta não é uma solução facilmente aplicável.

A-3.2 Especialmente com transmissores portáteis, a distância entre o instrumento de medição e a fonte de interferência deve ser aumentada, como por exemplo trocar o lado onde foram posicionados o microfone e o audiodosímetro. Quando as medições são feitas muito próximas da fonte de interferência, o distanciamento de apenas alguns pés (1 pé = 0,3 m) pode ser suficiente para reduzir a interferência.

## ÍNDICE DE REVISÕES

**REV. A**

**Não existe índice de revisões.**

**REV. B**

[illegible]

## GRUPO DE TRABALHO - GT-16-57

Membros			
Nome	Lotação	Telefone	Chave
Álvaro Sandaro Rolim	UN-RNCE/SMS	834-3811	KND1
Fernando Pedrosa Guedes	ENGENHARIA/IEEPT/EEPTM/EIP	819-2892	CSP8
Leonardo B. Medina Coeli	CENPES/SMS	812-7002	CSQE
Luiz Eduardo G. Veloso - co	SMS/SG	814-8070	CSQG
Maurício Vieira Elias	REDUC/SMS	813-2535	EDHM
Paulo Sérgio de Moraes	TRANSPETRO/DT/SMS-DT/SE	814-6832	FPIL
Roberto Jaques	SMS/SA	814-6645	FPDP
Simão Tannus Tuma Melo	REMAN/SMS	841-4398	EGDD
Convidado			
Marco Antônio Baselice	GE-CORP/SMS	814-8342	RLQS
Secretário Técnico			
Marcela Machado M. de Sá	ENGENHARIA/SL/NORTEC	819-3089	EEKM



**ANEXO B – Relatório Técnico de Exposição Ocupacional**

---

RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO  
TECAB – MACAÉ – RJ – 2005

---

---

# **PROGRAMA de PREVENÇÃO de RISCOS AMBIENTAIS**

---

## **RELATÓRIO TÉCNICO**

### **EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO**

**TECAB – Macaé (RJ)**

**Revisão 1 – 2005**

---

# **PROGRAMA de CONTROLE MÉDICO de SAÚDE OCUPACIONAL**

---

---

**RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO**  
**TECAB – MACAÉ – RJ – 2005**

---

**i – NOTA INTRODUTÓRIA**

Este relatório foi elaborado em conformidade com sistema da garantia da qualidade, observando os preceitos contidos na Portaria 3214/78 do Ministério do Trabalho e Emprego, sendo apresentado em arquivo informatizado de 12 páginas, criptografado eletronicamente pelos profissionais abaixo relacionados

Macaé (RJ), 31 de Março de 2005.

**Renato Martins Palierini**  
Coordenador Meio Ambiente  
TWA Brasil

**José Manuel Osvaldo Gana Soto**  
Engenheiro de Segurança  
TWA Brasil

**Paulo Sérgio de Moraes**  
Coordenador Técnico do PPRA  
Transpetro Macaé

**Sérgio Osmar Pinna Servino**  
Médico Coordenador do PCMSO  
Transpetro Macaé

**ii – DISTRIBUIÇÃO****CÓDIGO DO DOCUMENTO: RT 309**

Controle	Formato	LOCALIZAÇÃO
Cópia 1	CD Card Digital	SMS - TECAB
Cópia 2	CD Card Digital	Saúde Ocupacional - TECAB
Cópia 3	CD Card Digital	GEPROC - TECAB
Cópia 4	CD Card Digital	SMS - SUDESTE
Cópia 5	Backup DAT – Cópia de Segurança	Divisão Meio Ambiente - TWA

**DOCUMENTO INFORMATIZADO: QUANDO IMPRESSO TORNA-SE CÓPIA NÃO CONTROLADA**

---

**RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO**  
**TECAB – MACAÉ – RJ – 2005**

---

**iii – RESUMO**

**TÍTULO:** Relatório Técnico – Exposição Ocupacional ao Ruído. Revisão 1. Março/2005.

**ESCOPO:** Este relatório apresenta o resultado das avaliações realizadas no período de Novembro de 2004 à Março de 2005. Os valores representam a medida de posição central estatisticamente tratadas e estratificadas por Grupo Homogêneo de Exposição, de um total de 56 amostras que refletem aproximadamente 364 horas de monitoração.

O estudo foi norteado pelos preceitos estabelecidos na Portaria MTE 3214/78 observando as normas abaixo:

- NIOSH/USA (Revised criteria 1998 for occupational noise exposure);
- Anexo 1, NR 15, Portaria MTE 3214/78;
- FUNDACENTRO/BR (NHO 01/99 Aval. da exposição ocupacional a ruído).

**OBJETIVO:**

- 1 – Avaliar a exposição ao ruído ocupacional nas áreas da empresa;
- 2 – Determinar o índice de atenuação dos protetores auditivos em uso;
- 3 – Determinar a exposição real dos trabalhadores, ao ruído ocupacional, considerando-se a atenuação da proteção individual.

**CONCLUSÃO:** 1 – Os valores de Nível Equivalente (Neq) apresentados na tabela 3, representam as exposições em dBA de cada função, sem considerar a atenuação do protetor auditivo, ou seja, simula a exposição caso o trabalhador não faça uso do EPI.

2 – O cálculo da atenuação dos protetores auditivos, apresentou os seguintes resultados:

TIPO / MODELO / FABRICANTE / CA	RC (dB)NRRsf	
	Calculada	Corrigida
Protetor auditivo de espuma 3M 1210 (tipo plug) / 5330	11	8
Protetor auditivo Peltor H6B (tipo concha) / 12187	16	11

O valor médio das atenuações calculadas foi corrigido estimando-se o tempo real de uso efetivo, conforme detalhado nas tabelas 1 e 2

3 – Os valores de Exposição Real apresentados na tabela 3, estão expresso em dBA, para cada função, considerando-se a atenuação do protetor auditivo. Em análise sintética verifica-se que nas situações estudadas, o controle da exposição através da adoção de proteção individual é viável, uma vez que mantém a exposição abaixo do LEO (Limite de Exposição Ocupacional). Foram identificadas situações onde o colaborador não fazia uso de proteção individual, apesar dos valores registrados situarem-se acima do NA, evidenciando a necessidade de revisão da sistemática de fornecimento de protetores auditivos.

**Obs.:** O resultado isolado de cada incursão está disponível em meio informatizado sendo rastreável através da biblioteca digital sob controle do departamento de Segurança do Trabalho.

---

**RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO**  
**TECAB – MACAÉ – RJ – 2005**

---

**ÍNDICE**

1. Identificação da empresa .....	106
2. Introdução .....	106
3. Objetivo .....	107
4. Metodologia	
4.1 Normas Técnicas.....	107
4.2 Avaliação.....	107
4.3 Cálculo da exposição .....	108
4.4 Cálculo de atenuação dos protetores auditivos .....	109
4.5 Critério adotado para interpretação dos resultados .....	110
5. Estratificação dos resultados por grupo homogêneo de exposição .....	110
6. Interpretação dos resultados .....	112
7. Autores e Colaboradores.....	112
8. Bibliografia .....	112
9. Anotação de responsabilidade técnica (ART / CREA) .....	113
10. Registro das alterações.....	113

---

## RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO

### TECAB – MACAÉ – RJ – 2005

---

#### 1. IDENTIFICAÇÃO DA EMPRESA

**Razão Social:** Petrobrás Transportes S/A – TRANSPETRO

**CNPJ:** 02.709.449/0011-20

**IE:** 77.120.653

**Endereço:** Rod. Amaral Peixoto, 188, Cabiúnas, Macaé – RJ

**Ramo de Atividade (CNAE):** Classificação nacional de atividade econômica 6030-5

**Grau de Risco (NR 4):** 03

**Número de empregados:** 57 próprios e 144 cedidos Petrobrás

**Área ocupada:** 1.370.000 m<sup>2</sup>

#### 2. INTRODUÇÃO

O som pode ser definido como uma variação de pressão que a audição humana é capaz de detectar. Um som é caracterizado por dois parâmetros físicos: a intensidade e a frequência. A intensidade é definida como sendo a diferença entre o valor máximo produzido pela passagem da onda sonora e a pressão atmosférica normal ou de referência, ou seja, é a “amplitude”, o volume do som e sua unidade é o Decibel (dB).

A frequência é conceituada como a quantidade de vezes que a oscilação da onda sonora é repetida em uma dada unidade de tempo. A frequência confere ao som a “tonalidade” grave (baixa frequência) ou aguda (alta frequência) e é medida em ciclos por segundo ou Hertz (Hz).

A audição humana não responde linearmente a todas as frequências, sendo que os sons mais audíveis estão entre 500 e 4.000 Hz. A correção da sensibilidade da audição humana é feita através da aplicação de uma escala de compensação que associa uma determinada audibilidade a cada nível de frequência medido em decibel. A curva de compensação que mais se assemelha à sensibilidade da audição humana é denominada “A”, sendo os resultados expressos nessa grandeza importante para se estimar o potencial de dano a audição pela exposição ao ruído.

A portaria 3214/78 estabelece em sua NR 9 que a exposição dos trabalhadores a agentes agressivos deve ser dimensionada visando subsidiar o equacionamento das medidas de controle. No caso da exposição a ruído, uma avaliação bem conduzida permite verificar se a proteção individual / coletiva foi adequadamente implantada.

Nesse sentido, torna-se necessário reavaliar periodicamente a citada exposição para verificar a continuidade da eficácia dos controles adotados ao longo do tempo.

O presente trabalho foi elaborado adotando-se técnicas e critérios de higiene ocupacional internacionalmente aceitos, e norteado pelo código de ética profissional dos especialistas que dele participaram.

---

## RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO

### TECAB – MACAÉ – RJ – 2005

---

### 3. OBJETIVO

Este estudo visa os seguintes objetivos básicos:

- 3.1 – Avaliar a exposição ao ruído ocupacional, nas áreas da empresa;
- 3.2 – Determinar o índice de atenuação dos protetores auditivos em uso;
- 3.3 – Determinar a exposição real dos trabalhadores, ao ruído ocupacional, considerando-se a atenuação da proteção individual.

### 4. METODOLOGIA

#### 4.1 NORMAS TÉCNICAS

- NIOSH/USA (Revised criteria 1998 for occupational noise exposure).
- FUNDACENTRO/BR (NHO 01/99 Avaliação da exposição ocupacional a ruído).
- NIOSH nº 2 – RC
- PORTARIA 3214/78, NR 15.

#### 4.2 AVALIAÇÃO

Como, durante a jornada de trabalho, os funcionários se expõem a diferentes níveis de ruído, a mensuração desse agente foi realizada utilizando a técnica de DOSIMETRIA, adotando-se os critérios estabelecidos pela Portaria 3214/78, NR 15.

A amostra foi planejada e executada assumindo-se que os trabalhadores de cada grupo homogêneo de exposição militam em um ambiente que é comum a todos os membros, portanto, pertencentes a uma mesma zona de exposição.

Procurou-se também mensurar no mínimo 70% da jornada, sendo a quantidade de incursões realizadas por função necessárias para obter representatividade estatística nas amostragens.

A dosimetria de ruído foi realizada utilizando-se os seguintes equipamentos:

- **Audiodosímetros modelo Q-400**, de fabricação americana (QUEST Technologies), satisfazendo os requisitos das normas ANSI S1.25/1991; IEC 651/ 1979, tipo 2 e IEC 804-1985, tipo 2, dotados de integradores programáveis e registradores gráficos.
- **Microfones modelo Q 400 tipo 2 – 8 mm de diâmetro, tipo cerâmico**, montado em peça única, satisfazendo os requisitos para mensuração em incidência aleatória (ANSI std) e também para campo livre (IEC std).
- **Calibrador sonoro modelo QC-10**, de fabricação americana (QUEST Technologies), atuando em 114 db/1.000 Hz, satisfazendo os requisitos das normas ANS S1.40-1984 e IEC 942:1988.

Os audiodosímetros foram aferidos conforme recomendação do fabricante.

Os equipamentos foram programados para realizar 2 dosimetrias distintas a cada amostra, sendo a 1ª e 2ª na escala de atenuação **A** e os demais parâmetros de programação encontram-se abaixo discriminados:

***Critério Base de Leitura : 85 dB***  
***Fator Duplicativo : 5 e 3***  
***Faixa de mensuração : 70 à 140 dB***  
***Constante de tempo : resposta lenta (slow)***



---

**RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO**  
**TECAB – MACAÉ – RJ – 2005**

---

**4.3 CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO**

Os dados apresentados foram calculados conforme fórmulas acústicas padronizadas internacionalmente conforme segue:

$$\text{Dose} = \frac{100}{\text{TC}} \left[ \int_0^{\text{RTIME}} 2^{(\text{LS}-\text{CL}) / \text{ER}} dt \right]$$

$$\text{PrD}_8 \text{ HOURS} = \text{DOSE} \times \frac{\text{TC}}{\text{RTIME}}$$

$$\text{PrD}_x \text{ HOURS} = \text{DOSE} \times \frac{\text{Prt}}{\text{RTIME}}$$

$$L_{\text{AVG}} = \text{ER} \left[ \text{LOG}_2 \int_0^{\text{RTIME}} 2^{\text{LS}/\text{ER}} dt - \text{LOG}_2 (\text{RTIME}) \right]$$

$$\text{SEL} = \text{ER} \left[ \text{LOG}_2 \int_0^{\text{RTIME}} 2^{\text{LS}/\text{ER}} dt \right]$$

$$\text{TWA} = \text{ER} \left[ \text{LOG}_2 \int_0^{\text{RTIME}} 2^{\text{LS}/\text{ER}} dt - \text{LOG}_2 (\text{TC}) \right]$$

$$\text{TWA}_x \text{ HOURS} = L_{\text{AVG}} + \text{ER} \times \text{LOG}_2 \left[ \frac{\text{Prt}}{\text{TC}} \right]$$

$$\text{Pa}^2\text{H} = \left[ 2^{(\text{LEQ}-94)/3.01} \right] \frac{\text{RTIME}}{3600}$$

$$\% \text{ TIME STAT DIST} = 100 \times \frac{\text{SC}}{\text{TS}}$$

Onde:

LS: Nível de Pressão Sonora em dB, considerando-se a constante de tempo selecionada, (programado conforme legislação brasileira – SLOW)

TC: Critério de Tempo – Duração da jornada de trabalho

RTIME: Tempo de mensuração em segundos

ER: Taxa de dobro

CL: Critério de Nível

SC: Número de amostras com o mesmo nível de pressão em dB ocorridos durante o período de mensuração.

TS: Número total de amostras durante o período de mensuração

Prt: Tempo projetado em segundos



---

**RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO**  
**TECAB – MACAÉ – RJ – 2005**

---

**4.4 CÁLCULO DA ATENUAÇÃO DOS PROTETORES AUDITIVOS**

Uma vez que em virtude de questões de reprodutibilidade e normatização, os valores calculados foram obtidos considerando-se as condições ideais de uso, a atenuação nominal dos protetores foi corrigida, levando-se em consideração que o somatório dos pequenos lapsos de tempo em que o trabalhador não esteja efetivamente utilizando o EPI, interferem na atenuação real, deteriorando o valor básico a cada minuto de não uso do protetor.

A fundamentação científica da referida correção é citada na referencia bibliográfica deste laudo, sendo que os dados aproximados para cálculo são apresentados na tabela 1.

**TABELA 1: CÁLCULO DA CORREÇÃO DA ATENUAÇÃO DOS PROTETORES**

Atenuação “Corrigida” em função do tempo real de uso do protetor							
Porcentagem do tempo em que o protetor é usado							
50%	75%	88%	94%	98%	99%	99,5%	100% (atenuação nominal)
5	10	14	18	22	23	24	25
5	9	13	16	18	19	19	20
4	8	11	13	14	14	15	15
3	6	8	9	9	10	10	10
2	3	4	4	5	5	5	5
240	120	60	30	10	5	2,5	
Tempo em minutos de não uso na jornada							

Os valores médios das atenuações nominais (calculadas) foram corrigidos, estimando-se o tempo de 01 (uma) hora por jornada de trabalho de não uso do protetor auditivo, com o seguinte resultado:

**TABELA 2: CORREÇÕES ADOTADAS PARA OS PROTETORES EM USO**

Tipo / Modelo / Fabricante / CA	RC (dB)NRRsf	
	Calculada	Corrigida
Protetor auditivo de espuma 3M 1210 (tipo plug) / 5330	11	8
Protetor auditivo Peltor H6B (tipo concha) / 12187	16	11

---

**RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO**  
**TECAB – MACAÉ – RJ – 2005**

---

**4.5 CRITÉRIO ADOTADO PARA INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS**

A identificação das faixas de exposição e seu respectivo desvio padrão são apresentados por Grupos Homogêneos de Exposição, considerando-se a média geométrica das doses registradas.

Considerando-se os parâmetros estabelecidos pela legislação brasileira (anexo 1, NR 15, Portaria MTE 3214/78) e os recomendados pela NHO 01 da FUNDACENTRO, a interpretação dos resultados foi realizada enquadrando-se os valores obtidos em faixas de exposição, conforme abaixo:

<b>0 à 40 dBA</b>	<b>→</b>	<b>Faixa de silencio</b>
<b>40 à 80 dBA</b>	<b>→</b>	<b>Faixa de segurança</b>
<b>80 à 100 dBA</b>	<b>→</b>	<b>Faixa de risco</b>
<b>Acima de 100 dBA</b>	<b>→</b>	<b>Risco Grave</b>

**5. ESTRATIFICAÇÃO DOS RESULTADOS POR GRUPO HOMOGÊNEO DE EXPOSIÇÃO**

Os valores doravante apresentados identificam a medida central de posição das amostragens estatisticamente tratadas por grupo homogêneo de exposição e foram consolidados a partir do total de 56 audiodosimetrias, realizadas no período de 01 de novembro a 18 de março de 2005, e que correspondem a aproximadamente 364 (trezentos e sessenta e quatro) horas efetivamente monitorizadas.

O resultado isolado de cada incursão está disponível em meio digital sendo rastreáveis através da memória de amostragem sob controle do setor de Segurança Industrial.

Os Níveis Equivalentes (Neq) representam a ponderação sobre o período de medição que pode ser considerado como o Nível de Pressão Sonora Contínua em regime permanente, que apresenta a mesma energia acústica total que o ruído real no mesmo período de tempo.

Os valores estão expressos em dBA para cada grupo estudado, sendo o numeral em destaque identifica de tendência central das exposições monitoradas (média) e o numeral menor à direita identifica a medida de dispersão dos resultados que compõe a média (desvio-padrão).

Visando facilitar o entendimento dos resultados, os valores expressos em dBA foram formatados conforme código de cores abaixo:

	<b>Abaixo do nível de ação</b>	<b>&lt; 80 dBA</b>
	<b>Acima do nível de ação</b>	<b>80 dBA &lt; 85dBA</b>
	<b>Acima do limite de exposição ocupacional</b>	<b>&gt; 85dBA</b>

**RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO**  
**TECAB – MACAÉ – RJ – 2005**

**TABELA 3: RESULTADOS OBTIDOS**

GHE Amostra	Coordenadoria / Cargo	Consolidação dos valores projetados para 8 horas em dBA					
		Média Geométrica		Atenuação do EPI em DB (Índice NRRSF)		Exposição Real	
		FD=5	FD=3	Calculada	Corrigida	FD=5	FD=3
<b>GHE 2</b> 005, 017, 025, 040 e 047.	COTUR / Coordenador de Turno	83,3 ± 1,31	86,0 ± 2,23	11	8	75,3	78,0
<b>GHE 4</b> 011, 027, 041 e 054.	CEMOV / Supervisor de Turno	80,1 ± 1,56	83,4 ± 2,56	11	8	72,1	75,4
<b>GHE 6</b> 002, 003, 004, 009, 010, 042 e 043.	CEMOV / Operador I e II	83,8 ± 1,33	86,9 ± 1,57	11	8	75,8	78,9
<b>GHE 10</b> 022, 032, 045 e 051.	CEPROC / Supervisor de Turno	86,8 ± 3,53	94,7 ± 14,89	11	8	78,8	86,7
<b>GHE 11</b> 012, 013 e 052	CEPROC / Operador I e II (Utilidades)	80,4 ± 1,07	83,9 ± 2,23	11	8	72,4	75,9
<b>GHE 12</b> 014, 018, 020, 021, 023, 044, 046 e 053.	CEPROC / Operador I e II (Processo)	88,0 ± 2,14	95,9 ± 5,17	11	8	80,0	87,9
<b>GHE 13</b> 016, 031, 036 e 048.	CEPROC / Auxiliar de Apoio Operacional	81,5 ± 1,17	85,7 ± 1,16	-	-	81,5	85,7
<b>GHE 18</b> 006 e 007, 035 e 038.	CMAC / Fiscais de Contrato	78,5 ± 1,46	81,6 ± 2,15	11	8	70,5	73,6
<b>GHE 23</b> 001, 029 e 039.	SUPORTE-OBRA / Técnico de Projetos e Obras, Técnico de Manutenção II	78,2 ± 1,32	79,7 ± 1,89	11	8	70,2	71,7
<b>GHE 26</b> 026, 028 e 027.	ATLAB- LABORATÓRIO QUÍMICO / Técnico Químico de Petróleo I e II	81,2 ± 1,22	89,4 ± 1,51	11	8	73,2	81,4
<b>GHE 28</b> 019, 024, 033, 049 e 056.	SMS-SEGURANÇA INDUSTRIAL / Técnico de Segurança	81,2 ± 2,05	83,3 ± 4,43	11	8	73,2	75,3
<b>GHE 31</b> 015, 030, 034, 050 e 054.	SUPORTE-SE- CONFIABILIDADE / Técnico de Inspeção de Equipamentos I e II	90,0 ± 2,94	88,8 ± 3,44	11	8	82,0	80,8



---

## RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO

### TECAB – MACAÉ – RJ – 2005

---

## 6. INTERPRETAÇÃO DOS RESULTADOS

A representatividade dos dados apresentados é garantida pelo sistema de validação adotado como metodologia de pesquisa, pelo sistema de garantia da qualidade preconizado no Programa de Prevenção de Riscos Ambientais e pelo Programa de Conservação Auditiva.

Analisando os valores constantes na tabela 3, verifica-se que em todos os grupos estudados, o controle da exposição é viável através da adoção de protetores auriculares, uma vez que corretamente utilizados os EPIs reduzem a exposição abaixo do Nível de Ação estabelecido pela NR 9.

Nas situações onde a exposição supera o NA (Nível de Ação) e o LEO (Limite de Exposição) a utilização do protetor auditivo é obrigatório.

Especial atenção deverá ser dada para a área de Carregamento de GLP (GHE 13), quando o colaborador não fazia uso do protetor auditivo durante as incursões conduzidas, nesse caso não foi atribuída atenuação quando do cálculo da exposição real.

Para garantir a eficiência do Programa de Conservação Auditiva, os colaboradores deverão participar de treinamento sobre a compreensão do risco e suas respectivas responsabilidades.

## 7. AUTORES E COLABORADORES

### TWA Brasil – Divisão de Meio Ambiente

- Renato Martins Palierini
  - Estratégia e coordenação geral do projeto
- José Manuel Osvaldo Gana Soto
  - Responsabilidade técnica junto ao CREA
- Henrique Rabadji Alcalde
  - Condução das incursões das dosimetrias de ruído
  - Consolidação resultados
  - Elaboração do relatório técnico

### TECAB




- Paulo Sérgio Moraes
  - Aprovação do relatório técnico.
- Alan Lau Ferreira
- Antonio Luiz Garbelini
- José Renato dos Santos
- Wagner Oliveira de Brito
  - Apoio aos trabalhos de campo.

## 8. BIBLIOGRAFIA

- Oficina Internacional del Trabajo – OIT, Enciclopedia de Salud y Seguridad en el Trabajo; Espaná: 1989.
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists – ACGIH, Threshold Limit Values and Biological Exposure Indices for 1996, USA: 1995.
- Brasil, Ministério do Trabalho, Portaria 3214/78 e suas alterações, Edição de 1995.
- International Organization for Standardization, ISO 1999 – Acoustics – Determination of occupational noise exposure and estimation of noise-induced hearing impairment, USA: 1990.

## RELATÓRIO TÉCNICO – EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO TECAB – MACAÉ – RJ – 2005

### 9. ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

 <b>CONSELHO REGIONAL DE ENGENHARIA, ARQUITETURA E AGRONOMIA DO ESTADO DE SÃO PAULO</b> Av. Dr. Faria Lima, 1059 - Pinheiros - São Paulo - SP CEP 01452-900 Tel. 0800 17 18 11			
<b>ART</b>		<b>1- Nº DA ART</b>	
Anotação de Responsabilidade Técnica Lei Federal Nº. 6.496 de 07/12/77		<b>8210200500484860</b>	
<b>CONTRATADO</b>			
2 - Nº DO CREA/SP DO PROFISSIONAL <b>601921640</b>		3 - Nº DO CPF DO PROFISSIONAL <b>70065063872</b>	
4 - NOME DO PROFISSIONAL <b>JOSE MANUEL OSVALDO GANA SOTO</b>		5 - TÍTULO DO PROFISSIONAL <b>Engenheiro Químico</b>	
<b>ART</b>			
6 - TIPO DE ART <b>1-Obra/Serviço</b>	7 - VINCULADA A ART Nº	8 - HÁ OUTRAS ARTs VINCULADAS <b>1 - Não</b>	
9 - ALTERAÇÃO/COMPL./SUBST. DA ART <b>1 - Não</b>		10 - SUBEMPREGADA <b>1 - Não</b>	
<b>ANOTAÇÃO</b>			
11 - CLASSIFICAÇÃO DA ANOTAÇÃO <b>1- Responsabilidade Principal</b>		12 - ÁREA DE ATUAÇÃO <b>27 - Segurança Do Trabalho</b>	13 - TIPO DE CONTRATADO <b>2- Pessoa Física</b>
<b>EMPRESA CONTRATADA</b>			
14 - Nº DE REGISTRO NO CREA		15 - NOME COMPLETO	
16 - CEG/CNPJ		17 - CLASSIFICAÇÃO	
<b>CONTRATANTE</b>			
18 - NOME DO CONTRATANTE DA OBRA / SERVIÇO <b>TWA Brasil Gestão Empresarial Ltda.</b>		19 - TELEFONE P/ CONTATO <b>(11)42262664</b>	20 - CPF/CNPJ <b>00594590000128</b>
<b>DADOS DA OBRA / SERVIÇO OBJETO DO CONTRATO</b>			
21 - ENDEREÇO DA OBRA / SERVIÇO <b>Rua Nazareth 87, São Caetano do Sul, SP</b>		22 - CEP <b>09551-200</b>	
<b>CLASSIFICAÇÃO</b>			
23 - NATUREZA <b>1A1803</b>	24 - UNIDADE <b>99</b>	25 - QUANTIFICAÇÃO <b>3</b>	26 - ATIVIDADES TÉCNICAS <b>99</b>
27 - DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS SOB SUA RESPONSABILIDADE OU DO CARGO/FUNÇÃO Responsabilidade técnica referente a serviços de reconhecimento e avaliação das exposições ocupacionais a ruído e agentes químicos na empresa Petrobras Transportes SA-TRANSPETRO -TECAB, localizada na Rod. Amarel Peixoto 188, Cabunas, Macaé - RJ			
<b>RESUMO DO CONTRATO</b>			
Nº E ESCOPO DO CONTRATO, CONDIÇÕES, PRAZO, CUSTOS, ETC...			
Proposta TWA No 3104-R1, Escopo, planejamento, reconhecimento e avaliação quantitativa das exposições a ruído e aos agentes químicos da TRANSPETRO unidade de Macaé. Data de efetiva participação do profissional: 26/01/2005			
28 - VALOR DO CONTRATO <b>3.000,00</b>	29 - DATA DO CONTRATO <b>26/01/2005</b>	30 - DATA INÍCIO DA EXECUÇÃO <b>26/01/2005</b>	31 - 10% ENTIDADE DE CLASSE <b>66</b>
		32 - VALOR DA ART A PAGAR <b>26,00</b>	
<b>ASSINATURA</b>			
33 - LOCAL E DATA  <b>São Caetano do Sul 26/01/2005</b>		PROFISSIONAL   <b>Jose Manuel Osvaldo Gana Soto</b>	CONTRATANTE   <b>TWA Brasil Gestão Empresarial Ltda.</b>
33 - Nosso Número: 8210200500484860 SENHOR CADXA - AUTENTICAÇÃO MECÂNICA PELA INSTITUIÇÃO (BANCÁRIA - RECIBO DO SACADO)			

Obs:

- Pagamento via home bank , o comprovante deverá ser anexado a ART para comprovação de quitação  
- A ART deverá ser devidamente assinada pelo profissional

### 10. REGISTRO DAS ALTERAÇÕES

Nº	Data	Resumo das Alterações	Aprovação
0	03/02/05	Emissão inicial.	Paulo Sérgio de Moraes
1	31/03/05	Inclusão de 24 doses em escala de atenuação "A" com fatores duplicativos de 3 e 5.	Paulo Sérgio de Moraes

## ANEXO C – Memória de Exposição a Ruído

**MEMÓRIA DE EXPOSIÇÃO A RUÍDO****Identificação da Amostra**Amostra nº: **DR-021**Data da Amostragem: **16/11/2004**Terminal: **TECAB**Gerência: **GEPROC**Coord: **CEPROC - Área das U-204/205 e 296**Número Microfone: **M-09**Instrumento: **Áudio Dosímetro Quest Modelo Q-400** nº de série: **QDC-040010**Calibrador: **Calibrador Quest Modelo QC - 10** nº de série: **QI 1010033****Identificação do Trabalhador**Nome: **E. C. S. R.**

Matrícula:

Função: **Operador II**

Cód:

GHE: **12**

Atividades Desenvolvidas: **O colaborador realizou acompanhamento de processo e instruções operacionais para novos operadores por todas as áreas das U-204 (Unidade de Processamento de Gás Natural - UPGN), U-205 (Unidade de Refrigeração de Gás Natural - URGN) e U-296 (Unidade de Processamento e Condicionamento de Gás Natural - UPCGN) e trabalhos administrativos na sala de controle do CEPROC.**

Horário da refeição: **11:50** às **12:15**

Avaliação pessoal do trabalhador sobre a exposição

( ) Abaixo do normal      ( **x** ) Normal      ( ) Acima do Normal

Justifique:

**Proteção Auditiva**E.P.I.: **Protetor auditivo Peltor H6B (tipo concha)**C.A.: **12187**

E.P.C.:

**Validação**

( **x** ) Amostra representativa      ( ) Amostra parcialmente representativa      ( ) Amostra não representativa

Obs.: Lavg = **84,0** dBA (Valores médios ponderados projetados para 8 horas considerados exclusivamente para validação da presente amostra)  
Principais fontes ruidosas: **Rádio comunicador, bombas centrífugas e compressores.**

Resp. pela amostragem

Coordenador do PPRA

Coordenador do PCMSO

Coordenador da Área



[illegible]

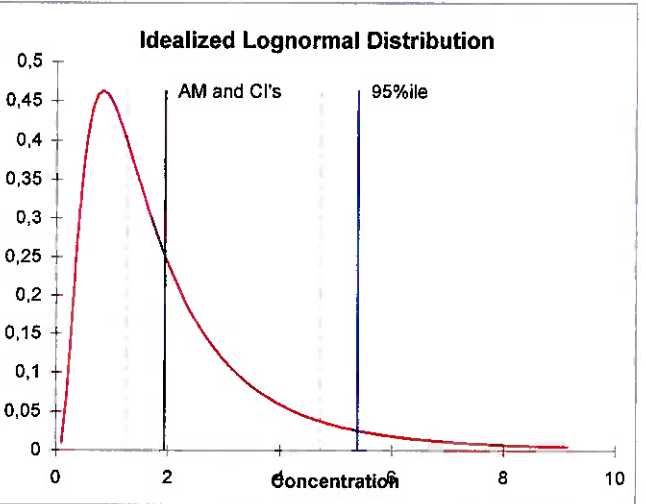
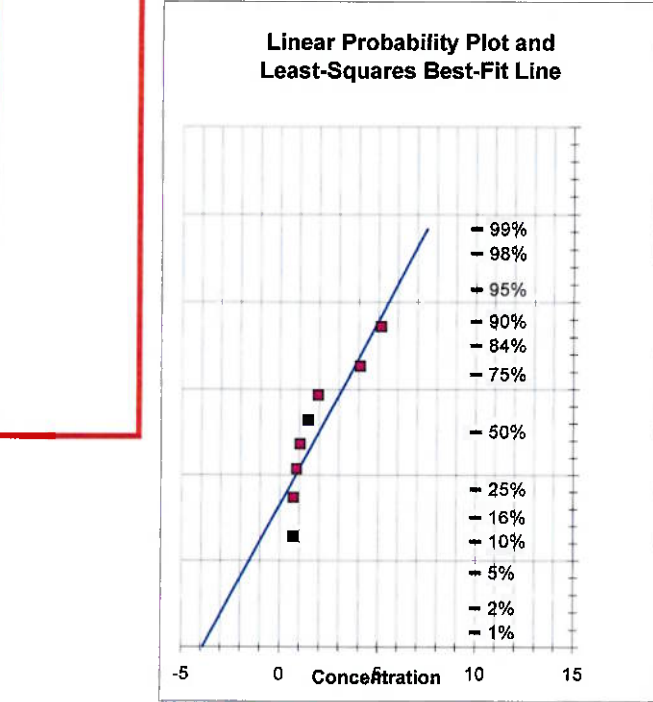
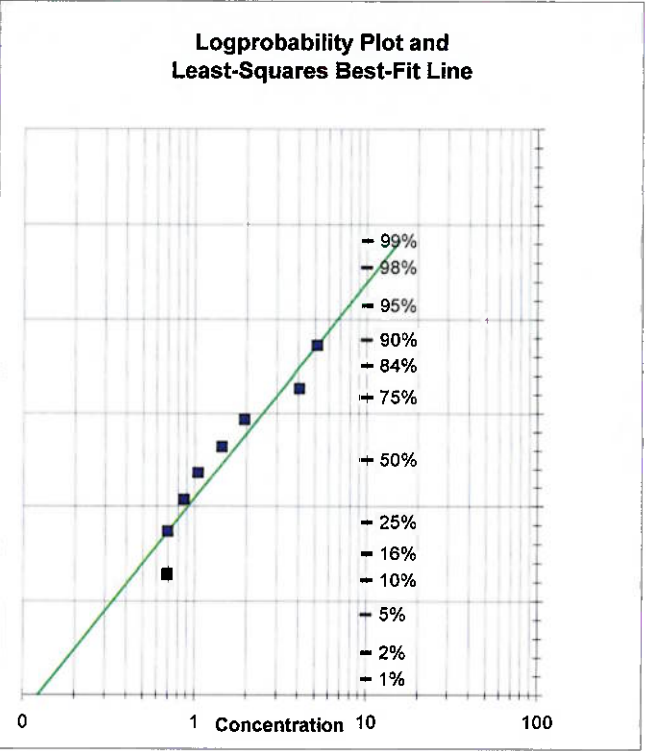
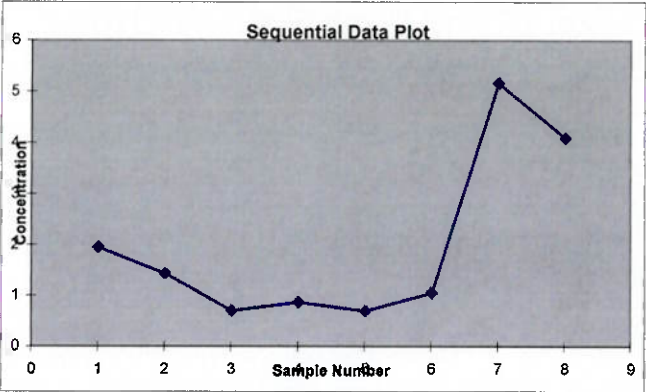


## ANEXO D – Estatística da AIHA para o GHE 12

OEL	DESCRIPTIVE STATISTICS
1	Number of samples (n) 8
	Maximum (max) 5,15
	Minimum (min) 0,69
	Range 4,46
	Percent above OEL (%>OEL) 62,500
	Mean 1,991
	Median 1,245
	Standard deviation (s) 1,697
	Mean of logtransformed data (LN) 0,407
	Std. deviation of logtransformed data (LN) 0,775
	Geometric mean (GM) 1,503
	Geometric standard deviation (GSD) 2,170
	TEST FOR DISTRIBUTION FIT
	W-test of logtransformed data (LN) 0,889
	Lognormal (a = 0.05)? Yes
	W-test of data 0,786
	Normal (a = 0.05)? No
	LOGNORMAL PARAMETRIC STATISTICS
	Estimated Arithmetic Mean - MVUE 1,940
	LCL <sub>1,95%</sub> - Land's "Exact" 1,267
	UCL <sub>1,95%</sub> - Land's "Exact" 4,715
	95th Percentile 5,375
	UTL <sub>95%,95%</sub> 17,764
	Percent above OEL (%>OEL) 70,052
	LCL <sub>1,95%</sub> %>OEL 45,443
	UCL <sub>1,95%</sub> %>OEL 87,172
	NORMAL PARAMETRIC STATISTICS
	Mean 1,991
	LCL <sub>1,95%</sub> - t statistics 0,855
	UCL <sub>1,95%</sub> - t statistics 3,128
	95th Percentile - Z 4,782
	UTL <sub>95%,95%</sub> 7,40
	Percent above OEL (%>OEL) 72,047

Sample Data  
(max n = 50)  
No less-than (<)  
or greater-than (>)

1,95  
1,44  
0,7  
0,87  
0,69  
1,05  
5,15  
4,08



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRY, F. G. **O problema do ruído industrial e seu controle**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1985.
- ARRUDA, J.R.F. **Afinando o som das máquinas, do liquidificador ao Rolls-Royce** <http://www.unicamp.br/unicamp/unicamphojepg12.html>. Acesso em: novembro/2005
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) NBR10151: **Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade**. Rio de Janeiro, p 4, 1987a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Níveis de Ruído para Conforto Acústico**. NBR 10152, Rio de Janeiro: dez. 1987b.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Níveis de Ruído para Conforto Acústico, NBR –95**. Rio de Janeiro: 1987.
- ASTETE, M. W. et al. **Riscos Físicos: Ruído e Vibrações**. São Paulo: FUNDACENTRO. 1991. p. 1-31.
- AZEVEDO, A. V. de. **Avaliação e Controle do Ruído Industrial**. 3 ed. Rio de Janeiro: CNI, 1990.
- BEHAR, Alberto. **Protetores Auditivos - que Hay de Nuevo**. I Congresso Ibero Americano de Acústica. **Anais** Florianópolis, 1998.
- BERNARDI, A. P. de A.; SALDANHA JUNIOR O. M. de. **Construindo o Programa de Conservação Auditiva** . p 49-65. In BERNARDI. **Audiologia Ocupacional**. Ed.Pulso p.49-67, 2003.
- BISTAFA, Sylvio R. **Introdução**. In: ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **eHO-010 – Controle de Ruído**. [ São Paulo: USP/PECE, 2004a]. cap. 1.

- BISTAFA, Sylvio Instrumentos e Fundamentos de Medidas de Ruído. In: ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **eHO-010 – Controle de Ruído**. [São Paulo: USP/PECE, 2004b]. cap. 4.
- BISTAFA, Sylvio Critérios e Normas para Avaliar o Ruído. In: ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **eHO-010 – Controle de Ruído**. [São Paulo: USP/PECE, 2004c]. cap. 6.
- BRASIL. FUNDACENTRO. **Norma de Higiene Ocupacional – Procedimento Técnico. Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído – NHO 01**. São Paulo: Fundacentro, 1999.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. Portaria 3214/78. Normas Regulamentadoras: NR 6, NR 7, NR 9 e NR – 15 e suas alterações. Brasília: 1978
- CLARK, W. W. **Hearing**: The Effects of Noise. Otoringologo Head Neck Surg. 1992. v. 106, p. 669–676.
- COUTO, H. A . **Ergonomia Aplicada ao Trabalho**: Manual Técnico da Máquina Humana. v.1, Belo Horizonte: Ergo, 1996.
- DUL, J.; WEERDMEESTER, B. **Ergonomia Prática**. São Paulo: Edgard Blücher, 1995.
- FANTAZZINI, Mário Luiz. Avaliação e Controle da Exposição Ocupacional ao Ruído. In: ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **eHO-003 – Agentes Físicos I**. [São Paulo: USP/PECE, 2004]. cap. 2.
- FERNANDES, J .C. **Avaliação dos Níveis de Ruído em Tratores Agrícolas e seus Efeitos sobre os operados**. Botucatu, [Tese de Doutorado – Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP]. 1991.
- GELFAND, S. A. **Hearing**: A Introduction to Psychological and Physiological Coustics. New York: Marcel Dekker, 1998.

- GERGES, S.N.Y. **Ruído: Fundamentos e Controle**. 2 ° Ed. Florianópolis: UFSC, NR Editora, 2000.
- GRANDJEAN, Etienne. **Manual de Ergonomia: Adaptando o Trabalho ao Homem**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 1998.
- GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo; SATTLER, Miguel A.; AMARAL, Fernando G. Ambiente de Trabalho. In: GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia de Processo**. vol 1. [ Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 2000]. cap. 3.
- GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. Abordagem Ergonômica: O Método Macro da UFRGS. In: GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia de Processo 1**. [ Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 1999a]. cap. 1.1.
- GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. O Ambiente. In: GUIMARÃES, Lia Buarque de Macedo. **Ergonomia de Processo 1**. [ Porto Alegre: UFRGS/PPGEP, 1999b]. cap. 3.
- HARRIS, C. M. **Handbook of noise control**. McGraw-Hill Book Company. London, 1979.
- IIDA, Itiro. **Ergonomia: Projeto e Produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 1998
- KOENIGSBERGER, O. H. *et al.* **Manual of Tropical Housing and Building**. 4 ed. London: Longman, 1980.
- KWITKO, A.; PEZZI, R. G.; SILVEIRA, M. S. **Exposição a Ruído Ocupacional e Pressão Sangüínea**. Rev. Bras. de Otorrinolaringologia. 1996. v. 62, n. 2.
- LAVILLE, Antoine. **Ergonomia**. São Paulo: EPU, 1977.
- LIMA, F.R. **Qualidade Sonora Conceitos Básicos** - Apostila Curso Renault – Modulo Qualidade Sonora. Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Mecânica, Laboratório de ruído Industrial. Florianópolis, 2004.
- MELO, Márcio dos Santos. **Livro da CIPA**. 2. ed. São Paulo: FUNDACENTRO, 1994.

- MIRANDA, C. R.; DIAS, C. R. **Perda Auditiva Induzida por Ruído em Trabalhadores em Bandas e Trios Elétricos em Salvador, Bahia.** Rev. Bras. de Otorrinolaringologia. set./out, 1998. v. 64, n. 5, p. 495–504.
- MONTMOLLIN, M. **A Ergonomia.** Lisboa: Instituto Piaget, 1990.
- NEPOMUCENO, L. A. **Elementos de Acústica Física e Psicoacústica.** São Paulo: Blucher, 1994.
- NIOSH, **Manual de Estratégia de Amostragem do NIOSH.** SL, Niosh, 1977.
- PEREIRA, C.A. Surdez profissional: caracterização e encaminhamento. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional** v.77, n.65, p. 43-54, 1989.
- PEREIRA, E. R. **Fundamentos de Ergonomia e Fisioterapia do Trabalho.** Rio de Janeiro: Taba Cultural, 2000.
- PETROBRAS, **Padrões Internos de Procedimentos de Higiene Ocupacional da Petrobras.** PETROBRAS:2005.
- PIZA, Fábio de Toledo. **Informações Básicas sobre Saúde e Segurança no Trabalho.** São Paulo, CIPA, 1997.
- REIS, Maria Cristina Dias dos. Higiene Ocupacional e a Indústria do Petróleo. In: ESCOLA POLITÉCNICA DA USP. **eHO-015 – Higiene Ocupacional e as Atividades Industriais.** [São Paulo: USP/PECE, 2005]. cap. 9.
- RENAULT, Fasa. **Manual de Ergonomia: Concepcion y Recepcion de Puestos de Trabajo.** Espanha: Renault, 1985.
- RIO, Rodrigo Pires do, PIRES, Licínia. **Ergonomia: Fundamentos da Prática Ergonômica.** Belo Horizonte: *Health*, 1999.
- RUSSO, I. C. P. **Acústica e Psicoacústica Aplicados a Fonoaudiologia.** 4. ed. São Paulo: Lovise, 1997.

- SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Ruído - PPRA**. São Paulo: LTR, 2000.
- SALIBA, T. M. et al. **Higiene do Trabalho e Programa de Prevenção de Riscos Ambientais**. São Paulo: LTR, 1997.
- SANTOS, Neri dos; FIALHO, Francisco Antônio Pereira. **Manual de Análise Ergonômica no Trabalho**. Curitiba: Genesis, 1995.
- SANTOS, Neri dos. et al. **Antropotecnologia. A Ergonomia dos Sistemas de Produção**. Curitiba: Genesis, 1997.
- SANTOS, U.P. Avaliação diagnóstica. *In* SANTOS U.P. (Org.). **Ruído Riscos e Prevenção**. 2 ed. São Paulo: Hucitec 1996.
- SELIGMAN, J. **Efeitos Não-auditivos e Aspectos Psicossociais no Indivíduo Submetido ao Ruído Intenso**. Revista. Brasileira de Otorrinolaringologia. v. 59, n. 4, 1993.
- SIGNORINI, M. **Qualidade de Vida no Trabalho e as Dimensões da Satisfação, do Saber e do sagrado no Trabalho Significativo**. Rio de Janeiro: Taba Cultural, 1999.
- SOARES, P. et al. **Segurança e Higiene do Trabalho**. Canoas: ULBRA, 1994.
- SOTO, José M. O. G. (Org). **Equipamentos de Proteção Individual**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1993.
- WISNER, Alain. **Por Dentro do Trabalho. Ergonomia: Método e Técnica**. São Paulo: FTD, 1987.