

RONALDO FERREIRA DE SOUZA

**Saúde auditiva relacionada ao Infrassom
“análise dos riscos” de Bagaçose na venda de caldo de cana de açúcar**

SÃO PAULO

2019

RONALDO FERREIRA DE SOUZA

Saúde auditiva relacionada ao Infrassom
“análise dos riscos” de Bagaçose na venda de caldo de cana de açúcar

Monografia apresentada à Escola Politécnica
da Universidade de São Paulo para a obtenção
do título de Especialista em Higiene
Ocupacional

SÃO PAULO

2019

Dedico este trabalho á toda a comunidade especializada em Segurança e Saúde do Trabalhador e á um futuro robusto de prevenção e técnicas mais apuradas assistidas em lei.

AGRADECIMENTOS

Agradeço em primeiro lugar á DEUS, á minha esposa, aos meus filhos, ao corpo docente e aos participantes das pesquisas realizadas neste trabalho. Os participantes foram o papel fundamental que culminou nos fundamentos conclusivos dos fatos relevantes desta monografia.

Apega-te à instrução e não a largues; guarda-a, porque ela é a tua vida.

(Provérbios 4: 13)

RESUMO

Neste trabalho pretendeu-se avaliar os riscos respiratórios do trabalhador autônomo que trabalha em seu próprio negócio na venda e comércio de caldo de cana de açúcar em feira livre. O trabalho possui o objetivo da pesquisa sobre o assunto, uma vez que não existe Limite de Exposição Ocupacional para particulado da cana de açúcar. O estudo aqui realizado trata dos riscos da aerodispersão das fibras vegetais no meio aéreo no momento em que o caule da cana é inserido na moenda. O processo provoca a ruptura mecânica do caule da cana e dispersa as fibras ao ar com o trabalhador exposto literalmente ao agente (Poeira Orgânica de origem Vegetal), podendo provocar problemas respiratórios como a Pneumonite de hipersensibilidade além de outros sintomas. Esta patologia é provocada por uma reação alérgica ao Fungo *Thermophilico Acthomyceto* (microorganismo infeccioso vivo e seus produtos tóxicos (CID – J67.1 BAGAÇOSE)), possivelmente contido nas fibras. O estudo possui como base a medição de poeira e a aplicabilidade de análise de risco pela metodologia Bow Tie (BTA) na atividade da produção do caldo de cana de açúcar. Outro assunto abordado aqui trata-se de uma propriedade do ruído chamada Infrassom. Com esta Temática pretendeu-se também investigar uma possível ação negativa provocada pelas baixas frequências (menores que 20Hz) que por sua vez poderiam impactar na Orelha Média, não pelos ruídos inaudíveis ao ser humano, mas pela vibração aérea ou ressonância do som nas paredes dos menores ossos do corpo humano “os ossículos”. Pretendeu-se também realizar o estudo do método longo relativo ao uso de Protetor Auditivo em situação real com a colocação pelo ouvinte e a análise de frequência por bandas de oitava.

Palavras-chave: Cálculo do método longo por bandas de oitava. Infrassom. Limite de tolerância para poeira da cana de açúcar. Bagaçose. Bow Tie análise de risco.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the respiratory risks of self-employed workers working in their own business in the sale and trade of sugarcane juice in open market. The work has the objective of research on the subject, since there is no Occupational Exposure Limit for sugarcane particulate. The study conducted here addresses the risks of aerodispersion of plant fibers in the air when the cane stem is inserted into the mill. The process causes the mechanical breakage of the cane stem and disperses the fibers in the air with the worker literally exposed to the agent (Organic Dust of Plant origin), may cause respiratory problems such as hypersensitivity pneumonitis and other symptoms. This condition is caused by an allergic reaction to the Thermophilico Acthomyceto fungus (living infectious microorganism and its toxic products (CID – J67.1 BAGACOSIS)), possibly contained in the fibers. The study is based on dust measurement and the applicability of a risk analysis by the Bow Tie methodology (BTA) on sugarcane juice production activity. Another issue addressed here is a noise property called Infrassom. With this theme it was also intended to investigate a possible negative action caused by low frequencies (less than 20Hz) that could in turn impact on the Middle Ear, not by noises inaudible to humans, but by air vibration or sound resonance in the walls of the smallest bones in the human body "the ossicles". It was also intended to study the long method regarding the use of hearing protector in real situation with placement by the listener and frequency analysis by octave bands.

Keywords: Long method calculation per octave bands. Infrassom. Tolerance limit for sugar cane dust. Bagacosis. Bow Tie Risk Analysis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Tabela de atenuação dos protetores auriculares.....	14
Figura 2: Metodologia para estimativa do nível de exposição ao ruído.....	15
Figura 3: Ilustração de cálculo longo	16
Figura 4: Metodologia BOW TIE instalação e ativação de software	18
Figura 5: Tela de recursos do software BOW TIE.....	22
Figura 6: Método NIOSH 0600 título em português	25
Figura 7: Método NIOSH 0600 título em inglês.....	26
Figura 8: Tela de elaboração da análise de risco BOW TIE	27
Figura 9: Registros fotográficos ajustes / calibração de equipamento de ruído	28
Figura 10: Fotos de medições de ruído em campo	29
Figura 11: Registros fotográficos da medição do Particulado.....	30
Figura 12: Estudo 1 / relatório real de Freqüências e relação Ruído.....	31
Figura 13: Estudo 1 / Certificado de Aprovação do Protetor Auditivo.....	32
Figura 14: Estudo 1 Cálculos e tempo efetivo de uso do Protetor Auditivo.....	33
Figura 15: Estudo 2 / relatório real de Freqüências e relação Ruído	34
Figura 16: Estudo 2 / Certificado de Aprovação do Protetor Auditivo.....	35
Figura 17: Estudo 2 Cálculos e tempo efetivo de uso do Protetor Auditivo.....	36
Figura 18: Vibração de corpo inteiro em freqüências.....	39
Figura 19: Freqüências baixas em alguns órgãos do corpo.....	41
Figura 20: Acústica / infrassom e sons de baixa frequência.....	42
Figura 21: Resultado quantitativo de poeira respirável	44
Figura 22: Anexo ACGIH / PNOS.....	45
Figura 23: Resultado final da análise de risco do BOW TIE (BTA)	47

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Histograma de Ruído do estudo 1º.....	37
Gráfico 2 – Histograma de Ruído do estudo 2º.....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
1.1.OBJETIVO.....	11
1.2.JUSTIFICATIVA.....	11
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	12
2.1. ATENUAÇÕES DE PROTETORES AUDITIVOS POR ESCALAS HERTZ.....	12
2.1.1. Cálculo Longo e conceito.....	17
2.1.2. Método Bow Tie de avaliação de risco	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS	23
3.1. METODOLOGIA PARA ESPECTRO DO RUÍDO E POEIRA	23
3.1.1. Equipamento utilizado / medição de ruído por bandas de oitava	23
3.1.2. Equipamento de medição / poeira respirável método análise de risco..	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
4.1. REGISTROS FOTOGRÁFICOS MEDIÇÃO DE RUÍDO	28
4.1.1. “Estudo 1º” amostras 1/1 oitava e 1/3 de oitava cálculos	31
4.1.2. Cálculo longo efetivo – estudo 1º	33
4.2. “ESTUDO 2º” AMOSTRAS 1/1 OITAVA E 1/3 DE OITAVA CÁLCULOS	34
4.2.1. Cálculo longo efetivo – estudo 2º	36
4.3. GRÁFICOS	37
4.4 INFRASSOM / BAIXAS FREQUENCIAS X RISCOS DE PERDA AUDITIVA....	39
4.5 RELATÓRIO E ANÁLISES DO AGENTE QUÍMICO	44
4.6 RESULTADOS DA ANÁLISE BOW TIE NO RISCO DE BAGAÇOSE.....	47
5. CONCLUSÕES	48
REFERÊNCIAS	49

1. INTRODUÇÃO

A avaliação de ruído se deu pela quantificação de freqüências por bandas de 1/1 oitava e 1/3 de oitava e pretendeu-se avaliar a eficácia de Protetores Auditivos pelo cálculo longo do Método NIOSH instituído pela Norma ANSI S12. 6 referência norte americana e estudar a possibilidade da relação de perda auditiva relacionada á baixas freqüências próximas ao *infrassom*. Em 1977, por intermédio da Lei nº 6.514, alterou-se o capítulo V do título II da Consolidação das Leis do Trabalho (CLT) relativo à Medicina e Saúde do Trabalho, o Ministério do Trabalho e Emprego recebeu a responsabilidade legal, prevista no artigo 200 da CLT, de estabelecer disposições complementares às normas deste Capítulo, tendo em vista as peculiaridades de cada atividade ou setor de trabalho, publicando então em 1978 a Portaria nº 3.214 que regulamentou a referida lei e aprovou as Normas Regulamentadoras (NR) (BRASIL, LEI 6514 / 1977). Segundo o item 9.1.5.1 da Norma Regulamentadora Nº 9 (NR 9) da referida Portaria 3214/78, que trata do “Programa de Prevenção de Riscos Ambientais” (PPRA) referiu que a mesma NR, assim defini-se os agentes físicos, químicos e biológicos. Consideram-se agentes físicos as diversas formas de energia a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o *infrassom* e o ultrassom (NR) (BRASIL, NORMA REGULAMENTADORA Nº 09 / 1994). A avaliação quantitativa de particulado se deu pela metodologia de poeira respirável (a menor partícula em micron). Pretendeu-se verificar o risco respiratório e conseqüente deposição de partículas na região de troca gasosa do pulmão, que podem trazer complicações pulmonares como processos alérgicos, por exemplo, dada a hipersensibilidade particular de cada indivíduo. Não existe hoje um Limite de Exposição Ocupacional para este particulado (poeira do bagaço de cana de açúcar) como existe para poeira de madeiras, por exemplo. A intenção é avaliar e sinalizar ás autoridades para “talvez” criarem um limite de exposição ocupacional para atividade aqui em estudo e/ou outras atividades similares de trabalho como a limpeza manual do caule da cana de açúcar (geração de poeira), outras tarefas manuais nas fases de grande exposição respiratória e etc.

1.1. OBJETIVO

Obter resultados quantitativos de forma a mostrar métodos de avaliação para eficácia de Protetores Auditivos e a promoção à saúde auditiva no campo ocupacional. Na temática poeira de cana de açúcar pretendeu-se obter uma resposta do risco respiratório associado à atividade em estudo (comércio do caldo de cana de açúcar).

1.2. JUSTIFICATIVA

A escolha dos temas em estudo é a de obter resultado quantitativo que demonstre a tomada de decisão eficaz na proteção de trabalhadores expostos à baixas frequências e a poeira da cana de açúcar, bem como verificar a atenuação e a eficácia do NRR (Nível de Redução de Ruído) de alguns Protetores Auditivos utilizando-se do cálculo longo estabelecido pelo NIOSH (National Institute for Occupational Safety and Health – Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional), além de relacionar alguns conceitos sobre a possível Perda Auditiva via Óssea em baixas frequências. Para a Poeira de Cana de Açúcar pretendeu-se obter resultados quantitativos para talvez fomentar a criação de um parâmetro de Limite de Tolerância e apresentar a existência ou não do risco de Bagaçose.

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1. ATENUAÇÕES DE PROTETORES AUDITIVOS POR ESCALAS HERTZ

Em todo Certificado de Aprovação (CA) de protetor auricular, emitido pelo Ministério do Trabalho e Emprego (atual Secretaria de Emprego do Ministério da Economia), é apresentado uma tabela de atenuação de ruído. Essa tabela apresenta a eficiência do protetor auricular em atenuar o ruído, não importando o ambiente laboral que o trabalhador está, ou seja, independe das máquinas, equipamentos ou qualquer outra fonte de ruído encontrada no local. A atenuação de ruído é o propósito de existência e utilização do protetor auditivo, por isso a tabela é um dos fatores mais importantes a ser analisado na hora de selecionar o modelo de protetor auditivo a ser utilizado pelo trabalhador (LAEPI 2017). A tabela de atenuação de ruído fornecida no CA de um protetor auditivo apresenta a atenuação média e desvio padrão por banda de frequência de 1/1 oitava de 125 Hz a 8000 Hz e um número único global chamado de NRRsf (Noise Reduction Rate Subject Fit) ou Nível de Redução do Ruído de Forma Subjetiva. Podemos dizer que o número único representa a atenuação de todas as bandas de frequência juntas (global) levando em consideração o desvio padrão para um ruído padrão, chamado de ruído rosa. Algumas tabelas e figuras deste trabalho apresentam um Certificado de Aprovação (CA) de protetor auditivo utilizado na Prática, nele além de vários dados sobre o produto e o fabricante/importador é apresentada a tabela de atenuação de ruído (LAEPI 2017). Quando falamos em banda de frequência de 125 Hz significa ruídos graves como o ruído de uma bomba de água, enquanto que 8000 Hz significam ruídos agudos como o ruído emitido por uma abelha. Um aspecto importante a de se notar é que nas bandas de frequência de 3150 Hz e 6300 Hz não são apresentadas a atenuação média e o desvio padrão. Desde o começo dos anos 2000 o Brasil adota a Norma ANSI S12.6 – Methods for Measuring the Real-Ear Attenuation of Hearing Protectos (Método para medição de atenuação de ruído pelo método do ouvido real) como norma de ensaio de atenuação de ruído de protetores auditivos (LAEPI 2017). Essa norma desde a sua versão de 1997 em diante, avalia as atenuações de protetores auditivos nas bandas de frequência de 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz, 4000 Hz e 8000 Hz. Apenas na versão anterior á 1997 é que se avaliava além das

bandas de frequência citadas, as bandas de frequência de 3150 Hz e 6300 Hz (LAEPI 2017). No Brasil essas bandas de frequência nunca foram avaliadas, por isso o Certificado de Aprovação (CA) de protetores auditivos terão esses campos em branco. Através de diversos estudos, publicados em revistas científicas da área, chegaram-se a conclusão de que a atenuação de ruído das bandas de frequência de 4000 Hz e 8000 Hz, além do número único, pode ser estimada com precisão suficiente sem a inclusão das bandas de frequência de 3150 Hz e 6300 Hz. Dessa forma, se gera uma economia de tempo e dinheiro nos testes sem abrir mão de boa precisão. A exclusão das bandas de frequência de 3150 Hz e 6300 Hz dos testes não significa que o trabalhador não estará protegido aos ruídos nessas frequências. A proteção ao ruído nessas frequências é fornecida nas bandas de frequência de 4000 Hz e 8000 Hz, respectivamente. Quando se fala em banda de frequência significa uma faixa de frequência. A tabela a seguir descreve a frequência inferior, frequência central e frequência superior de cada banda de frequência de 1/1 oitava (LAEPI 2017).

Frequência inferior [Hz]	Frequência central [Hz]	Frequência superior [Hz]
88	125	177
177	250	355
355	500	710
710	1000	1420
1420	2000	2840
2840	4000	5680
5680	8000	11360

Figura 1: Tabela de atenuação dos protetores auriculares

Fonte: (LAEPI, 2017)

Como é possível ver na tabela de atenuação do ruído da página anterior, a banda de frequência de 1/3 de oitava de 3150 Hz está dentro da banda de frequência de 1/1 oitava de 4000 Hz e a banda de frequência de 1/3 de oitava de 6300 Hz está dentro da banda de frequência de 1/1 oitava de 8000 Hz. Desta forma, torna-se desnecessário medi-las ou avaliá-las, pois elas já estão contempladas nas outras bandas de frequência de 1/1 oitava 4000 Hz e 8000 Hz respectivamente, por este motivo não são incluídas na tabela da página anterior. Para escolher o protetor auditivo ou verificar que um protetor auditivo é adequado para determinado ambiente ruidoso deve-se realizar cálculos de verificação da proteção fornecida por este EPI. Para isto são necessárias duas informações, conforme apresentado na Figura abaixo. O ruído do ambiente que pode ser obtido através da avaliação ocupacional ao ruído, conforme descrito na NHO-01 – Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído da Fundacentro, (Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho). A atenuação do protetor auditivo que é obtido da tabela de atenuação do Certificado de Aprovação (CA), conforme apresentado no artigo. (LAEPI, 2017).



Figura 2: Metodologia para estimativa do nível de exposição ao ruído

Fonte: (LAEPI, 2017)

Na figura acima mostra que atualmente existem duas metodologias de cálculo para avaliar a proteção fornecida que são mundialmente aceitas, conforme a figura abaixo, e que são apresentados na Norma ABNT NBR 16077 – Equipamento de proteção individual — Protetores Auditivos — Método de cálculo do nível de pressão sonora na orelha protegida. Cálculo simples usando apenas o número único de atenuação de protetor auditivo (NRRsf) que é considerado um cálculo aproximado com baixa precisão. Cálculo longo por bandas de frequência de 1/1 oitava, sendo que este método possui maior precisão que o cálculo simples. Cálculo Simples: O nível de exposição ao ruído do colaborador com a utilização do protetor auricular nada mais é do que o nível de ruído do ambiente em que ele se encontra subtraindo o NRRsf obtido da tabela de atenuação no CA (LAEPI, 2017).

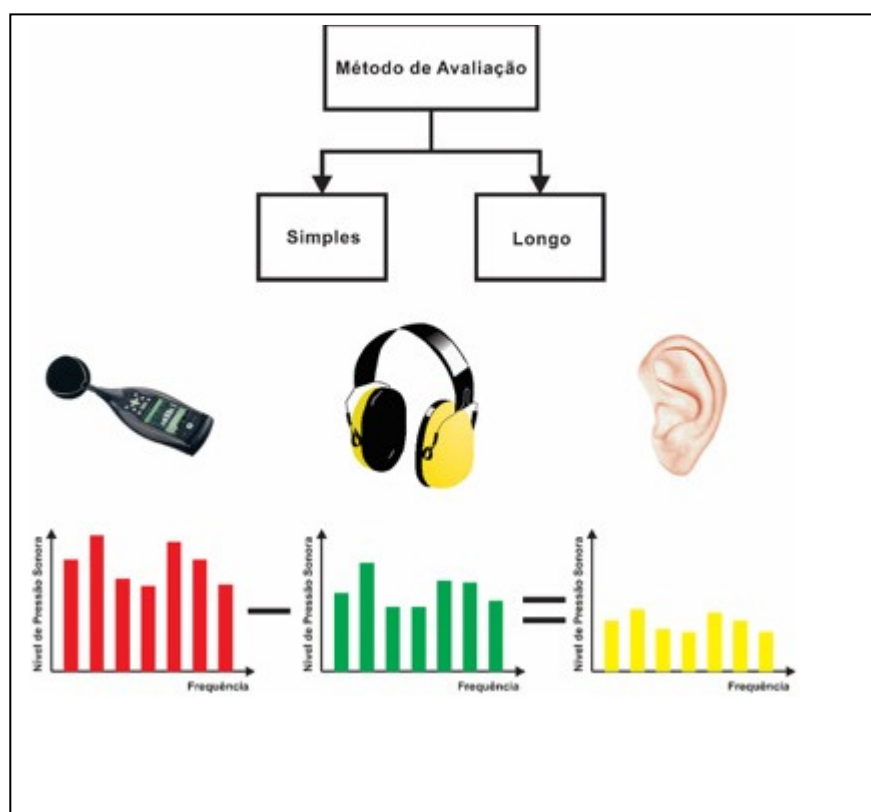


Figura 3: Ilustração de cálculo longo
Fonte: (LAEPI, 2017)

O cálculo de proteção auditiva do colaborador através do NRRsf é apenas uma aproximação, uma vez que o NRRsf é calculado considerando um ambiente com níveis de pressão sonora iguais nas diferentes bandas de frequências, ou seja, um “Ruído Rosa”. Os ruídos existentes em um ambiente de fábrica geralmente possuem diferentes níveis de pressão sonora para as diferentes bandas de frequência. Devido a esse fato, o NRRsf só é válido para ambientes que possuam uma característica de ruído em que em todas as bandas de frequência possuam o mesmo nível de pressão sonora “Ruído Rosa”. Ainda é importante ressaltar, que o NRRsf não deve ser utilizado como único parâmetro de avaliação da eficiência de proteção auditiva em ambientes ruidosos (LAEPI, 2017).

2.1.1. Cálculo Longo e conceito

É importante realizar uma análise de proteção dos colaboradores através do método longo no qual é utilizado a atenuação média e desvio padrão por banda de frequência (sem utilizar o número único aproximado, NRRsf), obtido no CA. Nesse caso é levada em consideração a distribuição de pressão sonora em função das bandas de frequência dos ruídos encontrados no ambiente ruidoso em que este colaborador se encontra. Por esse método é possível verificar adequadamente se o protetor auricular fornece a atenuação de ruído suficiente para que o nível de exposição ao ruído seja abaixo do limite permitido pela legislação vigente. Este cálculo deve ser realizado em bandas de frequência de 1/1 oitava de 125 até 8000 Hz. Recomenda-se utilizar (2x) o desvio padrão para ter um nível de confiança de 98% (LAEPI, 2017).

2.1.2. Método Bow Tie de avaliação de risco



Ativação de software BowTieXP

Ao utilizar o BowTieXP pela primeira vez, é solicitado um código de teste ou de ativação como uma chave de segurança:

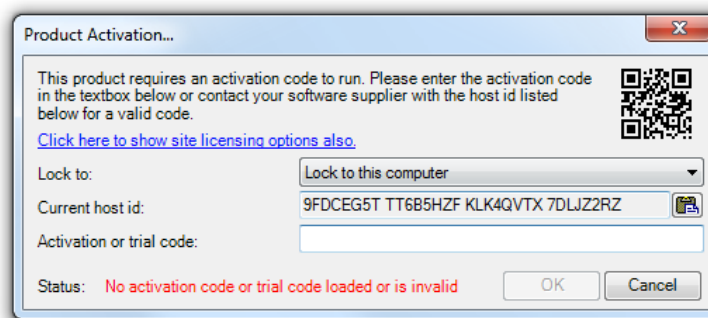


Figura 4: Metodologia BOW TIE instalação e ativação de software
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

A metodologia o BowTie é utilizada para avaliação de riscos, gestão de risco e (o que é muito importante) comunicação de risco. O método foi criado para fornecer uma melhor visão geral da situação na qual determinados riscos ocorrem; ajudar os indivíduos a entender a relação entre os riscos e os eventos organizacionais. A relevância da metodologia está em sua simplicidade; a expressão “menos é mais” é, sem dúvida, aplicável a esse caso. O gerenciamento de risco diz respeito à gestão da percepção de risco, já que a maioria dos acidentes ocorre em função da ação ou omissão dos indivíduos. Os indivíduos que trabalham em ambientes de risco devem ter consciência dos riscos organizacionais existentes e ter uma compreensão precisa de seu papel nesses locais. Isso somente pode ser realizado pela comunicação suficiente dos riscos ajustada às habilidades dessa parte da mão de obra da qual você deseja cuidar, iniciando o estabelecimento da propriedade operacional. Muitas análises de risco são realizadas utilizando instrumentos quantitativos. Estes podem ser suficientes para determinados tipos de equipamentos, mas são menos valiosos para a análise de risco organizacional. Os seres humanos são menos previsíveis do que as máquinas, e a combinação operacional de todos os fatores presentes (pense nos indivíduos, equipamentos, tempo, clima, fatores organizacionais etc.) provoca até mesmo mais dificuldades. Realizar previsões precisas sobre o futuro em um ambiente tão complexo quanto o mundo em si é simplesmente impossível. Em muitas organizacionais, os riscos de determinadas circunstâncias (resultantes de um acidente) são elevados demais para não serem administrados. Portanto, recomenda-se estar preparado para ‘tudo’; pense em todos os cenários possíveis e avalie como sua organização está preparada para lidar com eles. É exatamente isso que o método BowTie e o BowTieXP o ajudarão a realizar. O risco na metodologia BowTie é elaborado pela relação entre os riscos, eventos principais, ameaças e consequências. As barreiras são utilizadas para exibir quais medidas a organização adota para controlar o risco. (MANUAL BOW TIE XP,2019).

Risco

A palavra “risco” sugere algo indesejado, mas, na verdade, é o oposto: é exatamente o que você deseja ou até mesmo necessita para fazer negócios. É uma entidade com o potencial de provocar danos, mas sem ela, não há negócios. Por exemplo, a indústria petrolífera; o petróleo é uma substância perigosa (e pode provocar muitos danos quando é manuseado descuidadamente), mas é a única coisa que mantém a indústria petrolífera em atividade! Precisa ser administrado pois, desde que esteja sob controle, não é prejudicial. (MANUAL BOW TIE XP,2019).

Evento principal

Desse modo, desde que um risco seja controlado, está em um estado desejado. Por exemplo: o petróleo em um oleoduto a caminho da margem. Entretanto, determinados eventos podem liberar o risco. Na metodologia BowTie, esse evento é chamado de evento principal. O evento principal ainda não é uma catástrofe, mas as características perigosas do risco não são conhecidas no momento. Por exemplo: o petróleo fora do oleoduto (perda de contenção). Não é um desastre principal, mas se não for corretamente diminuído, pode resultar em mais eventos indesejados (consequências). (MANUAL BOW TIE XP,2019).

Ameaças

Muitas vezes, há diversos fatores que podem provocar o evento principal. Na metodologia BowTie, são chamados de ameaças. Essas ameaças precisam ser suficientes ou necessárias: cada ameaça, por si só, deve ter a capacidade de provocar o evento principal. Por exemplo: a corrosão do oleoduto pode provocar perda de contenção. (MANUAL BOW TIE XP,2019).

Consequências

Quando um evento principal ocorrer, poderá provocar determinadas consequências. Uma consequência é um possível evento resultante da liberação do risco que resulta diretamente em perda ou dano. As consequências na metodologia BowTie são eventos indesejados que uma organização deseja evitar ‘a todo custo’. Por exemplo: vazamento de óleo no meio ambiente. (MANUAL BOW TIE XP,2019).

Barreiras (também conhecidas como controles)

O gerenciamento de risco diz respeito a controlar os riscos. Isso ocorre colocando-se barreiras para evitar que determinados eventos aconteçam. Uma barreira (ou controle) pode ser qualquer medida adotada que atua contra uma força ou intenção indesejável, com a finalidade de manter um estado desejado. (MANUAL BOW TIE XP,2019).

ALARP

Se você deseja ter certeza absoluta de que não há risco algum, você precisa se livrar do risco. Mas como o risco faz parte das operações normais de negócios, isso simplesmente não é possível. Aceitamos que há um risco e tentamos tudo o que for possível para manter o risco "*O Mais Baixo quanto For Razoavelmente Viável*" (ALARP, em inglês). Para que um risco seja ALARP, deve ser possível demonstrar que o custo envolvido na redução da propagação do risco é inteiramente desproporcional ao benefício obtido. (MANUAL BOW TIE XP,2019).

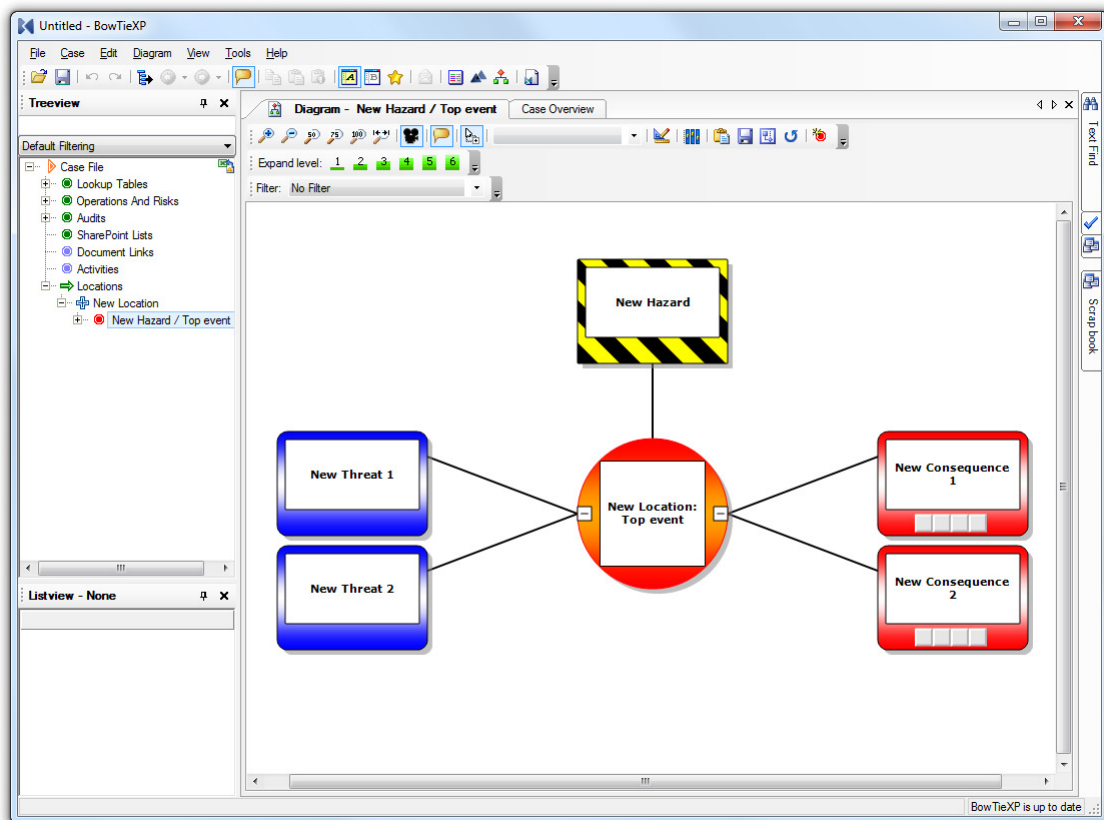


Figura 5: Tela de recursos do software BOW TIE

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Esta tela é formada por diversas partes com as quais é preciso se familiarizar antes de começar a desenvolver o estudo de caso. São explicadas abaixo. Perceba os títulos nas diversas janelas da captura de tela – em toda a documentação, nós nos referiremos a essas janelas por esses nomes.

As janelas que necessitaremos nesta avaliação serão identificadas e consolidadas em Resultados e Discussões .

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. METODOLOGIA PARA ESPECTRO DO RUÍDO E POEIRA.

Foram observados e analisados em campo os Protetores Auditivos pertencentes aos C.A 15245 (Circum – Auricular) e 5745 (Inserção).

3.1.1. Equipamento utilizado / medição de ruído e sinais de bandas de oitava

Sound Level Meter QUEST TEMP 2900 com circuito de filtros de bandas de oitava com calibrador acústico para ajustes.

Decibelímetro digital modelo 2900 Tipo 2 integrando sonômetro da QUEST, permite o registro de dados análise 'A', 'C', ou os níveis sonoros ponderados lineares usando uma escolha de taxas de câmbio. Usando estudos de banda de 1/3 ou 1/1 oitava, integrando todos os dados juntos em um arquivo. Cria e armazena vários arquivos sem ter que imprimir ou baixar o instrumento. O OB-300 conjunto com filtro de banda de oitava está em conformidade com as mais rigorosas exigências da norma IEC 225 e ANSI S1.11, a ordem 3. Especificações chaves 0 a 140 faixa de medição dBA. O calibrador acústico permite ajuste temporal antes e após cada medição. O equipamento trabalha nos modos de resposta rápida, lenta, de pico, e mais um impulso, C e ponderação linear. Displays SPL, Lmax, Lmin, Leq, LAVG, TWA, LDN, CNEL, PA2s, SEL, em tempo real, o tempo decorrido, e tensão da bateria. Intrinsecamente seguro UL Classe I, Grupos C e D (Código Temp T3), MSHA 2G (quando utilizado com bateria de 9V alcalina). Este instrumento, de uso profissional, foi projetado para analisar os níveis de pressão sonora do ambiente. Amplamente utilizado por engenheiros e técnicos da área segurança do trabalho e higiene ocupacional a fim de atender as normas NR-15, NR-17, NHO-01, NBR-10151 e NBR-10152. Pode ser utilizadas também para efetuar medição de referência acústica ou edificações em estúdios, auditórios, instalações de som, câmara acústica, ambientes internos ou externos.

A medição ocorreu em ruído por banda de 1/3 de oitava e mostrou sinais de medição que reagiram eletricamente por escala em ruído branco ou rosa em bandas de 1/3 de oitava, cujo espectro possui curva equivalente a um filtro que atenda às especificações da ANSI S1.11:2004. O modo de operação para mudança de uma banda para outra ocorreu na função degrau discreta e não no modo de troca gradual continuamente ajustável (troca manual de escalas). Deve-se permitir que o equipamento trabalhe automaticamente trocando gradualmente de escalas onde permiti os ajustes e equilíbrios das frequências, inibindo assim as interferências sonoras ambientais, permitindo que o equipamento se ajuste a variabilidade das frequências filtrando de forma segura por bandas todo o ruído captável. E foi desta forma que ocorreram as medições.

3.1.2. Equipamento utilizado medição de poeira respirável / método / análise de risco

A medição deste particulado foi realizada por Bomba de Amostragem / Aspiração modelo BDX II de marca Gilian. Possui alta vazão para análise de poeiras e fumos. Também pode ser utilizada para gases e vapores com utilização de um redutor de baixa vazão. Pode ser utilizada em atmosferas explosivas. Proporciona até 10 horas de operação com uma única carga. Possui um filtro, montado externamente, que protege os pneumáticos internos de sujeira e detritos. Atende as normas NHO-08, NIOSH 0500 (particulado total), *NIOSH 0600* (poeira respirável), NIOSH: 7082; 7105; 7300; 7400; OSHA; Resolução nº 9 da ANVISA – Norma Técnica 004.

RISCO DE BAGAÇOSE (Método NIOSH 0600 para particulados respiráveis “PNOS”)

MÉTODO NIOSH 0600 “VERSÃO TRADUZIDA PARCIAL”**PARTICULADOS NÃO REGULADOS DE OUTRA FORMA, RESPIRADOS****0600**DEFINITION: aerosol collected by sampler
with 4- μ m median cut point

CAS: None

RTECS: None

METHOD: 0600, Issue 3

EVALUATION: FULL

Issue 1: 15 February 1984

Issue 3: 15 January 1998

OSHA: 5 mg/m³

NIOSH: no REL

ACGIH: 3 mg/m³PROPERTIES: contains no asbestos and quartz less than 1%;
penetrates non-ciliated portions of respiratory system

SYNONYMS: nuisance dusts; particulates not otherwise classified

+ SAMPLING	MEASUREMENT
<p>SAMPLER: CYCLONE + FILTER (10-mm nylon cyclone, Higgins-Dewell [HD] cyclone, or aluminum cyclone + tared 5-μm PVC membrane)</p> <p>FLOW RATE: nylon cyclone: 1.7 L/min HD cyclone: 2.2 L/min Al cyclone: 2.5 L/min</p> <p>VOL-MIN: 20 L @ 5 mg/m³ -MAX: 400 L</p> <p>SHIPMENT: routine</p> <p>SAMPLE STABILITY: stable</p> <p>BLANKS: 2 to 10 field blanks per set</p>	<p>TECHNIQUE: GRAVIMETRIC (FILTER WEIGHT)</p> <p>ANALYTE: mass of respirable dust fraction</p> <p>BALANCE: 0.001 mg sensitivity; use same balance before and after sample collection</p> <p>CALIBRATION: National Institute of Standards and Technology Class S-1.1 or ASTM Class 1 weights</p> <p>RANGE: 0.1 to 2 mg per sample</p> <p>ESTIMATED LOD: 0.03 mg per sample</p> <p>PRECISION: <10 μg with 0.001 mg sensitivity balance; <70 μg with 0.01 mg sensitivity balance [3]</p>

Figura 6: Método NIOSH 0600 título em português

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

PARTICULATES NOT OTHERWISE REGULATED, RESPIRABLE		0600
DEFINITION: aerosol collected by sampler with 4- μ m median cut point		CAS: None RTECS: None
METHOD: 0600, Issue 3	EVALUATION: FULL	Issue 1: 15 February 1984 Issue 3: 15 January 1998
OSHA: 5 mg/m ³ NIOSH: no REL ACGIH: 3 mg/m ³	PROPERTIES: contains no asbestos and quartz less than 1%; penetrates non-ciliated portions of respiratory system	
SYNONYMS: nuisance dusts; particulates not otherwise classified		
SAMPLING		MEASUREMENT
SAMPLER: CYCLONE + FILTER (10-mm nylon cyclone, Higgins-Dewell [HD] cyclone, or aluminum cyclone + tared 5- μ m PVC membrane)	TECHNIQUE:	GRAVIMETRIC (FILTER WEIGHT)
FLOW RATE: nylon cyclone: 1.7 L/min HD cyclone: 2.2 L/min Al cyclone: 2.5 L/min	ANALYTE:	mass of respirable dust fraction
VOL-MIN: 20 L @ 5 mg/m ³ -MAX: 400 L	BALANCE:	0.001 mg sensitivity; use same balance before and after sample collection
SHIPMENT: routine	CALIBRATION:	National Institute of Standards and Technology Class S-1.1 or ASTM Class 1 weights
SAMPLE STABILITY: stable	RANGE:	0.1 to 2 mg per sample
BLANKS: 2 to 10 field blanks per set	ESTIMATED LOD:	0.03 mg per sample
	PRECISION:	<10 μ g with 0.001 mg sensitivity balance; <70 μ g with 0.01 mg sensitivity balance [3]

Figura 7: Método NIOSH 0600 título em inglês

Fonte: Manual NIOSH (1998).

Observamos uma série de dispositivos ao lado esquerdo do canto superior da tela abaixo. São acessórios do Software BOW TIE que oferece um complexo e recheado contexto de análise de risco como apresentado no caso real abaixo, vejam os detalhes avaliados ao centro da figura e que se espalham para as laterais detalhando a análise de risco de Bagaço de cana na atividade em estudo.

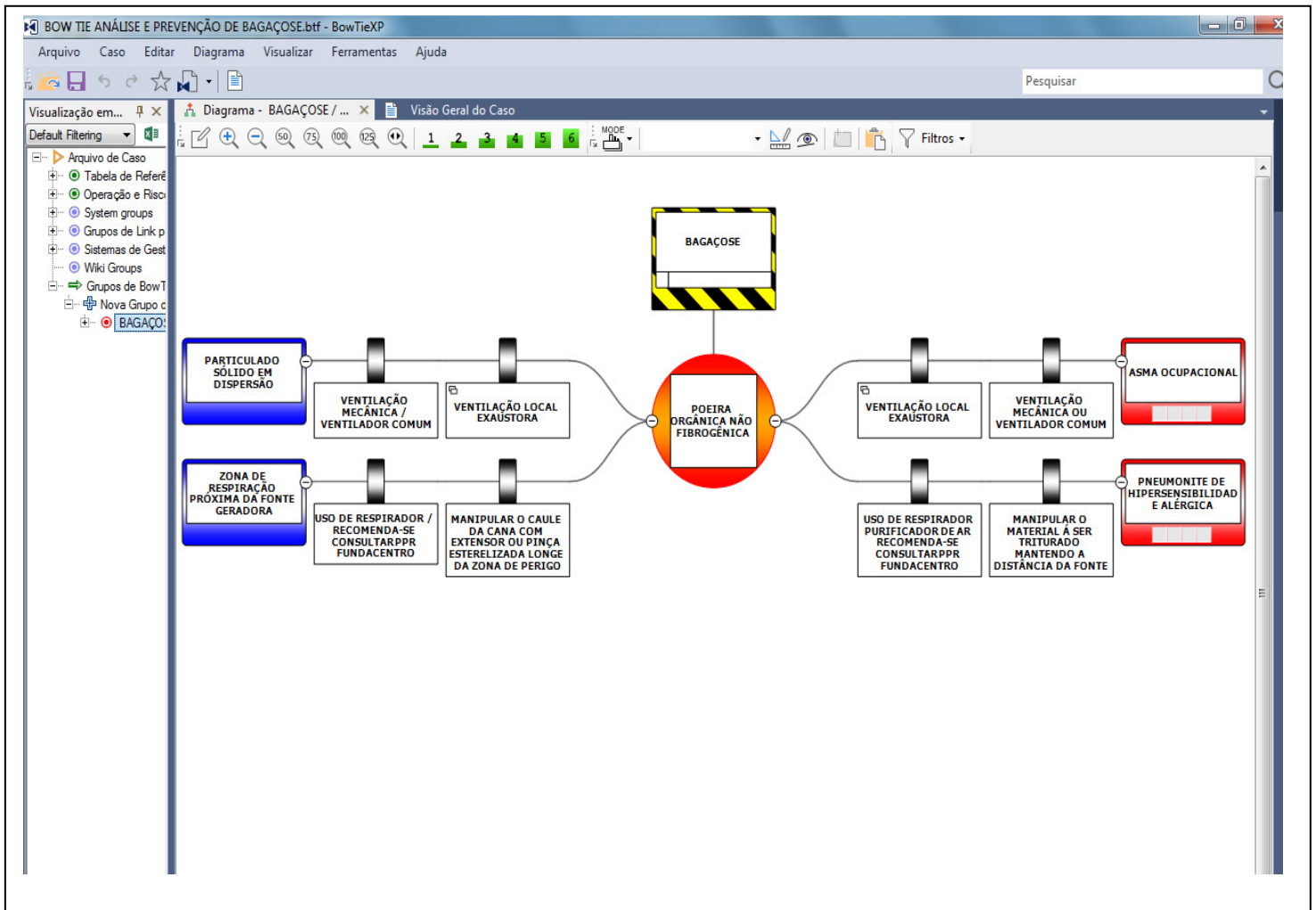
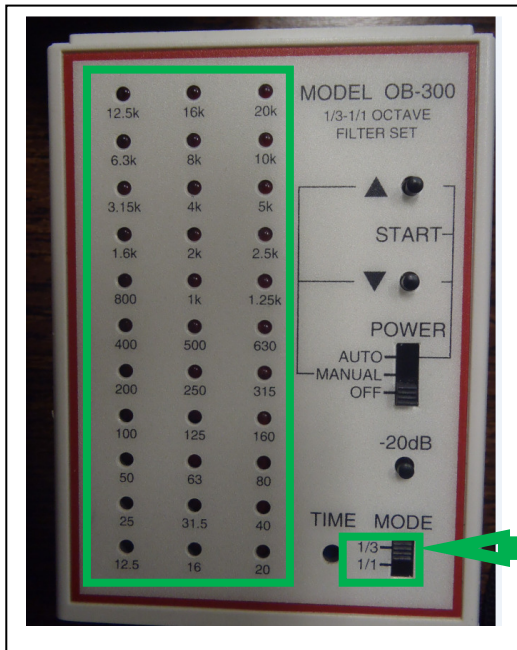


Figura 8: Tela de elaboração da análise de risco BOW TIE

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

4. RESULTADOS E DISCUÇÕES

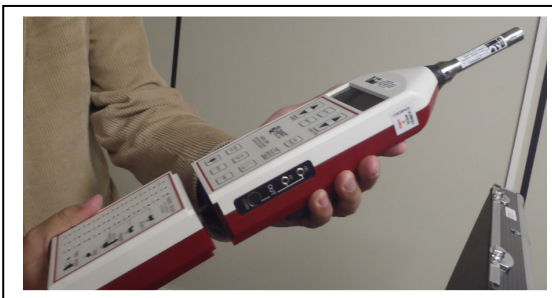
4.1. REGISTROS FOTOGRÁFICOS (MEDIÇÃO DE RUÍDO POR BANDAS DE OITAVA)



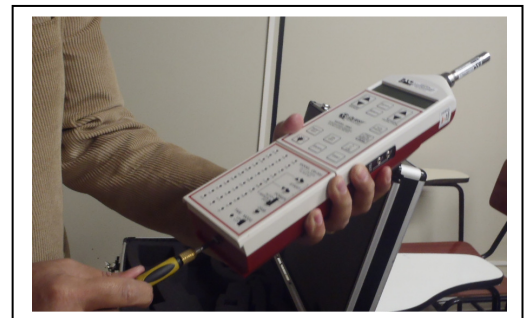
OB 300 filtro das bandas de 1/1 oitava e 1/3 de oitava

Foi utilizado o filtro com Bandas de 1/3 de oitava, pois neste aparelho esta banda mapeia á cada 30 segundos em média todas as escalas de freqüência de 12,5 á 20.000 Hz.

Fonte: Arquivo pessoal (2019).



Fonte: Arquivo pessoal (2019).



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Ajustes técnicos de calibração antes e depois de cada medição.



Figura 9: Registros fotográficos ajustes / calibração de equipamento de ruído

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

FOTO – ESTUDO 1º



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

FOTO – ESTUDO 2º



Figura 10: Fotos de medições de ruído em campo
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

MEDIÇÃO DE POEIRA / MÉTODO RESPIRÁVEL



Figura 11: Registros fotográficos da medição do Particulado
Fonte: Arquivo pessoal (2019).

4.1.1. "ESTUDO 1º" AMOSTRAS 1/1 OITAVA E 1/3 DE OITAVA / C.A DO PROTETOR E CÁLCULO.

Dados compostos que foram coletados em campo de estudo com o aparelho QUEST 2900 para o cálculo dado pelo método longo ou NRR do Protetor Auditivo pertencente ao C.A 5745 (modelo Inserção pré-moldado em polímero de forma fixa).

Filter Summary: Model OB-300 1/3 Octave Filter Set - Serial No. _____							
#	Freq(Hz)	LEQ	LMAX	SEL	Start-time	Run-time	OL-%
3	1000	87.6	91.5	104.8	08:35:44	0:00:52	0.00%
4	1250	89.1	90.0	101.6	08:36:39	0:00:17	0.00%
5	1600	87.2	88.7	102.6	08:36:59	0:00:34	0.00%
6	2000	87.7	88.7	102.0	08:37:36	0:00:26	0.00%
7	2500	86.7	87.3	101.0	08:38:05	0:00:26	0.00%
8	3150	86.7	87.6	100.9	08:38:34	0:00:26	0.00%
9	4000	84.0	84.8	98.3	08:39:03	0:00:26	0.00%
10	5000	83.3	84.7	97.6	08:39:32	0:00:26	0.00%
Page 14							
Filter Summary: Model OB-300 1/3 octave Filter Set - Serial No. _____							
#	Freq(Hz)	LEQ	LMAX	SEL	Start-time	Run-time	OL-%
11	6300	81.1	84.1	95.4	08:40:01	0:00:26	0.00%
12	8000	77.3	78.3	91.5	08:40:30	0:00:26	0.00%
13	10000	72.7	76.7	87.0	08:41:00	0:00:26	0.00%
14	12500	66.7	72.3	80.9	08:41:29	0:00:26	0.00%
15	16000	59.6	60.5	73.8	08:41:58	0:00:26	0.00%
16	20000	51.6	52.8	65.9	08:42:27	0:00:26	0.00%
17	12.5	51.6	51.6	65.9	08:42:56	0:00:26	0.00%
18	16	51.6	51.6	65.9	08:43:25	0:00:26	0.00%
19	20	51.6	51.6	65.9	08:43:54	0:00:26	0.00%
20	25	51.6	51.6	65.9	08:44:23	0:00:26	0.00%
21	31.5	51.6	51.6	65.9	08:44:52	0:00:26	0.00%
22	40	51.6	51.6	65.9	08:45:21	0:00:26	0.00%
23	50	55.8	58.1	70.0	08:45:50	0:00:26	0.00%
24	63	58.9	60.1	73.1	08:46:19	0:00:26	0.00%
25	80	66.8	68.1	81.0	08:46:48	0:00:26	0.00%
26	100	66.9	68.6	81.1	08:47:18	0:00:26	0.00%
27	125	71.1	72.3	85.4	08:47:47	0:00:26	0.00%
28	160	77.0	79.0	91.3	08:48:16	0:00:26	0.00%
29	200	81.3	82.6	95.5	08:48:45	0:00:26	0.00%
30	250	83.1	84.3	97.4	08:49:14	0:00:26	0.00%
31	315	82.7	85.2	96.9	08:49:43	0:00:26	0.00%
32	400	85.7	87.3	99.9	08:50:12	0:00:26	0.00%
33	500	86.7	88.5	101.0	08:50:41	0:00:26	0.00%
34	630	87.0	88.8	101.2	08:51:10	0:00:26	0.00%
35	800	86.6	87.4	100.8	08:51:39	0:00:26	0.00%

Figura 12: Estudo 1 / relatório real de Frequências e relação Ruído

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

C.A / PROTETOR



MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE
SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO - SIT
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO - DSST

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO - CA Nº 5.745
VÁLIDO

Validade: 06/11/2022

Nº. do Processo: 46000.003966/2014-11

Produto: Nacional

Equipamento: PROTETOR AUDITIVO

Descrição: Protetor auditivo do tipo inserção pré-moldado com três flages de silicone na cor laranja, com ou sem cordão.

Aprovado para: PROTEÇÃO DO SISTEMA AUDITIVO DO USUÁRIO CONTRA NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA SUPERIORES AO ESTABELECIDO NA NR 15, ANEXOS I E II, CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO ABAIXO.

Marcação do CA: Na haste do plugue e/ou na embalagem

Referências: 3M Pomp Plus

Tamanhos: Único

Cores: Laranja.

Normas técnicas: ANSI S12.6 - 2008 - Método B

Laudos:

Nº. Laudo: REAT-044-2017.

Laboratório: LAEPI - LABORATÓRIO DE EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Empresa: 3M DO BRASIL LTDA

CNPJ: 45.985.371/0062-20 CNAE: 2099 - Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente

Endereço: RAPOSO TAVARES S N KM 171

Bairro: INDUSTRIAL

CEP: 18203340

Cidade: ITAPETININGA

UF: SP

Frequência (Hz):	Tabela de Atenuação								NRRsf	
	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300		8000
Atenuação db:	22	23	26	22	28	0	32	0	40	18 dB
Desvio Padrão:	7	7	7	4	4	0	10	0	6	0

Figura 13: Estudo 1 / Certificado de Aprovação do Protetor Auditivo

Fonte: Consulta C.A (2019).

As frequências em destaque na cor vermelha não são mais consideradas em testes. As explicações constam na revisão da literatura; "item 2".

4.1.2. Cálculo longo efetivo – estudo 1º

Frequência (HZ) →	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Valor Global / NPS ∑ Log ↓	NRRsf C.A Fabricante 18 dB PROTETOR INSERÇÃO POLÍMERO
NPS Ambiente dB(A)	71,1	83,1	86,7	87,6	87,7	84,0	77,3	93,3 dB(A)	
Atenuação (dB)	22	23	26	22	28	32	40		
Desvio Padrão	7	7	7	4	4	10	6		
NPS dB(A) Orelha Protegida	63,1	74,1	74,7	73,6	67,7	72	49,3	80,0 dB(A)	

Correção do tempo real de uso do Protetor Auditivo (PARÂMETRO TABELA ABAIXO).

Tempo de uso em porcentagem de jornada de 8h								NRR previsto
50%	75%	88%	94%	98%	99%	99,5%	100 % (nominal)	
-20	-15	-11	-7	-3	-2	-1	25 NRR	
-15	-11	-7	-4	-2	-1	-1	20 NRR	
-11	-7	-4	-2	-1	-1	0	15 NRR	
-7	-4	-2	-1	-1	0	0	10 NRR	
240 min	120 min	60 min	30 min	10 min	5 min	2,5 min	0 min	
TEMPO DE NÃO USO EM MINUTOS POR JORNADA DE 8H								

Figura 14: Estudo 1 Cálculos e tempo efetivo de uso do Protetor Auditivo

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

“Método aplicado para o Estudo 1”

$$(NRR = 93,3 - 80,0 = 13,3 \text{ dB})$$

Uso 100% nominal á jornada de trabalho não se aplicando o fator de correção da tabela acima.

4.2. "ESTUDO 2º" AMOSTRAS 1/1 OITAVA E 1/3 DE OITAVA / C.A DO PROTETOR E CÁLCULO.

Dados compostos que foram coletados em campo de estudo com o aparelho QUEST 2900 para o cálculo dado pelo método longo ou NRR do Protetor Auditivo pertencente ao C.A 15245 (Protetor modelo Circum – Auricular).

Filter Summary: Model OB-300 1/3 Octave Filter Set - Serial No. _____							
#	Freq(Hz)	LEQ	LMAX	SEL	Start-time	Run-time	OL-%
3	1000	51.6	51.6	71.2	09:48:16	0:01:31	0.00%
Measuring Parameters:							
Range	60-120dB		weighting	A	Time Constant		SLOW
Threshold	OFF		Exchange Rate	3dB	Peak weighting		C
Filter Summary: Model OB-300 1/3 Octave Filter Set - Serial No. _____							
#	Freq(Hz)	LEQ	LMAX	SEL	Start-time	Run-time	OL-%
4	1000	73.3	78.2	90.9	09:49:50	0:00:57	0.00%
5	1250	77.3	78.5	91.6	09:50:50	0:00:26	0.00%
6	1600	77.9	78.5	92.2	09:51:19	0:00:26	0.00%
7	2000	79.3	80.9	93.6	09:51:48	0:00:26	0.00%
8	2500	81.4	83.4	95.7	09:52:17	0:00:26	0.00%
9	3150	70.7	74.4	84.9	09:52:46	0:00:26	0.00%
10	4000	69.5	71.1	83.8	09:53:15	0:00:26	0.00%
11	5000	68.2	69.3	82.5	09:53:44	0:00:26	0.00%
12	6300	66.4	68.3	80.7	09:54:13	0:00:26	0.00%
13	8000	63.3	64.6	77.6	09:54:42	0:00:26	0.00%
14	10000	58.7	59.5	70.4	09:55:11	0:00:14	0.00%
15	1000	76.7	81.6	95.1	10:00:12	0:01:09	0.00%
16	800	80.5	81.6	94.8	10:01:24	0:00:26	0.00%
17	630	81.7	87.4	96.0	10:01:53	0:00:26	0.00%
18	500	85.3	86.9	99.6	10:02:22	0:00:26	0.00%
19	400	81.6	82.8	95.9	10:02:51	0:00:26	0.00%
20	315	78.6	81.2	92.8	10:03:20	0:00:26	0.00%
21	250	74.3	75.6	88.5	10:03:49	0:00:26	0.00%
22	200	75.0	78.4	89.3	10:04:18	0:00:26	0.00%
23	160	72.9	74.7	87.1	10:04:47	0:00:26	0.00%
24	125	67.1	68.7	81.3	10:05:16	0:00:26	0.00%
25	100	69.4	70.3	83.7	10:05:45	0:00:26	0.00%
26	80	62.4	63.6	76.7	10:06:14	0:00:26	0.00%
27	63	51.7	54.7	65.9	10:06:43	0:00:26	0.00%
28	50	51.6	51.6	65.8	10:07:12	0:00:26	0.00%
29	40	51.6	51.6	65.8	10:07:41	0:00:26	0.00%
30	31.5	51.6	51.6	65.8	10:08:10	0:00:26	0.00%
31	25	51.6	51.6	65.8	10:08:39	0:00:26	0.00%
32	20	51.6	51.6	65.8	10:09:08	0:00:26	0.00%
33	16	51.6	51.6	65.8	10:09:37	0:00:26	0.00%
34	12.5	51.6	51.6	65.8	10:10:06	0:00:26	0.00%
35	20000	63.2	64.6	77.5	10:10:35	0:00:26	0.00%
36	16000	68.7	70.5	82.9	10:11:04	0:00:26	0.00%
37	12500	70.9	72.2	85.1	10:11:33	0:00:26	0.00%

Figura 15: Estudo 2 / relatório real de Frequências e relação Ruído

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

C.A / PROTETOR



MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO - MTE
SECRETARIA DE INSPEÇÃO DO TRABALHO - SIT
DEPARTAMENTO DE SEGURANÇA E SAÚDE NO TRABALHO - DSST

EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO - CA Nº 15.245
VÁLIDO

Validade: 08/08/2024

Nº. do Processo: 12600.113526/2019-97

Produto: Importado

Equipamento: PROTETOR AUDITIVO

Descrição: Protetor auditivo de segurança circum-auricular, tipo concha, confeccionado de material plástico rígido na cor preta, montadas e conectadas com um plástico rígido, ajustável em duas posições perto de cada concha, presas no arco de plástico rígido em duas posições. Em cada lado do protetor possui rebites para ajuste em torno da orelha, forrada internamente por uma fina camada de plástico rígido flexível e uma fina camada de espuma de não tecido selado.

Aprovado para: PROTEÇÃO DO SISTEMA AUDITIVO DO USUÁRIO CONTRA NÍVEIS DE PRESSÃO SONORA SUPERIORES AO ESTABELECIDO NA NR 15, ANEXOS I E II, CONFORME TABELA DE ATENUAÇÃO ABAIXO.

Marcação do CA: Na concha.

Referências: Honeywell Howard Leight – Protetor auditivo circum-auricular tipo concha THUNDER T3.

Tamanhos: Único.

Cores: Preta.

Normas técnicas: NBR 16076 - 2016 - Método B

Laudos:

Nº. Laudo: REAT-023-2019

Laboratório: LAEPI - LABORATÓRIO DE EQUIPAMENTO DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL

Empresa: HONEYWELL INDUSTRIA DE TECNOLOGIA LTDA.

CNPJ: 00.954.716/0002-09 **CNAE:** 2621 - Fabricação de equipamentos de informática

Endereço: OSWALDO CRUZ 615

Bairro: VARGINHA

Cidade: ITAJUBA

CEP: 37501168

UF: MG

Frequência (Hz):	Tabela de Atenuação									NRRsf
	125	250	500	1000	2000	3150	4000	6300	8000	
Atenuação db:	16	23	29	34	32	0	31	0	32	23
Desvio Padrão:	5	4	4	4	3	0	3	0	5	0

Figura 16: Estudo 2 / Certificado de Aprovação do Protetor Auditivo

Fonte: Consulta C.A (2019).

As frequências em destaque na cor vermelha não são mais consideradas em testes. As explicações constam na revisão da literatura; "item 2".

4.2.1. Cálculo longo efetivo – estudo 2º

Frequência (HZ) →	125	250	500	1000	2000	4000	8000	Valor Global / NPS ∑ Log ↓	NRRsf C.A Fabricante 23 dB PROTETOR CIRCUM- AURICULAR
NPS Ambiente dB(A)	67,1	74,3	85,3	76,7	79,3	69,5	63,3	87,1 dB(A)	
Atenuação (dB)	16	23	29	34	32	31	32		
Desvio Padrão	5	4	4	4	3	3	5		
NPS dB(A) Orelha Protegida	61,1	59,3	64,3	50,7	53,3	44,5	41,3	67,1 dB(A)	

Correção do tempo real de uso do Protetor Auditivo (PARÂMETRO TABELA ABAIXO).

Tempo de uso em porcentagem de jornada de 8h								NRR previsto
50%	75%	88%	94%	98%	99%	99,5%	100 % (nominal)	
-20	-15	-11	-7	-3	-2	-1	25 NRR	
-15	-11	-7	-4	-2	-1	-1	20 NRR	
-11	-7	-4	-2	-1	-1	0	15 NRR	
-7	-4	-2	-1	-1	0	0	10 NRR	
240 min	120 min	60 min	30 min	10 min	5 min	2,5 min	0 min	
TEMPO DE NÃO USO EM MINUTOS POR JORNADA DE 8H								

Figura 17: Estudo 2 Cálculos e tempo efetivo de uso do Protetor Auditivo

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

“Método aplicado para o Estudo 2”

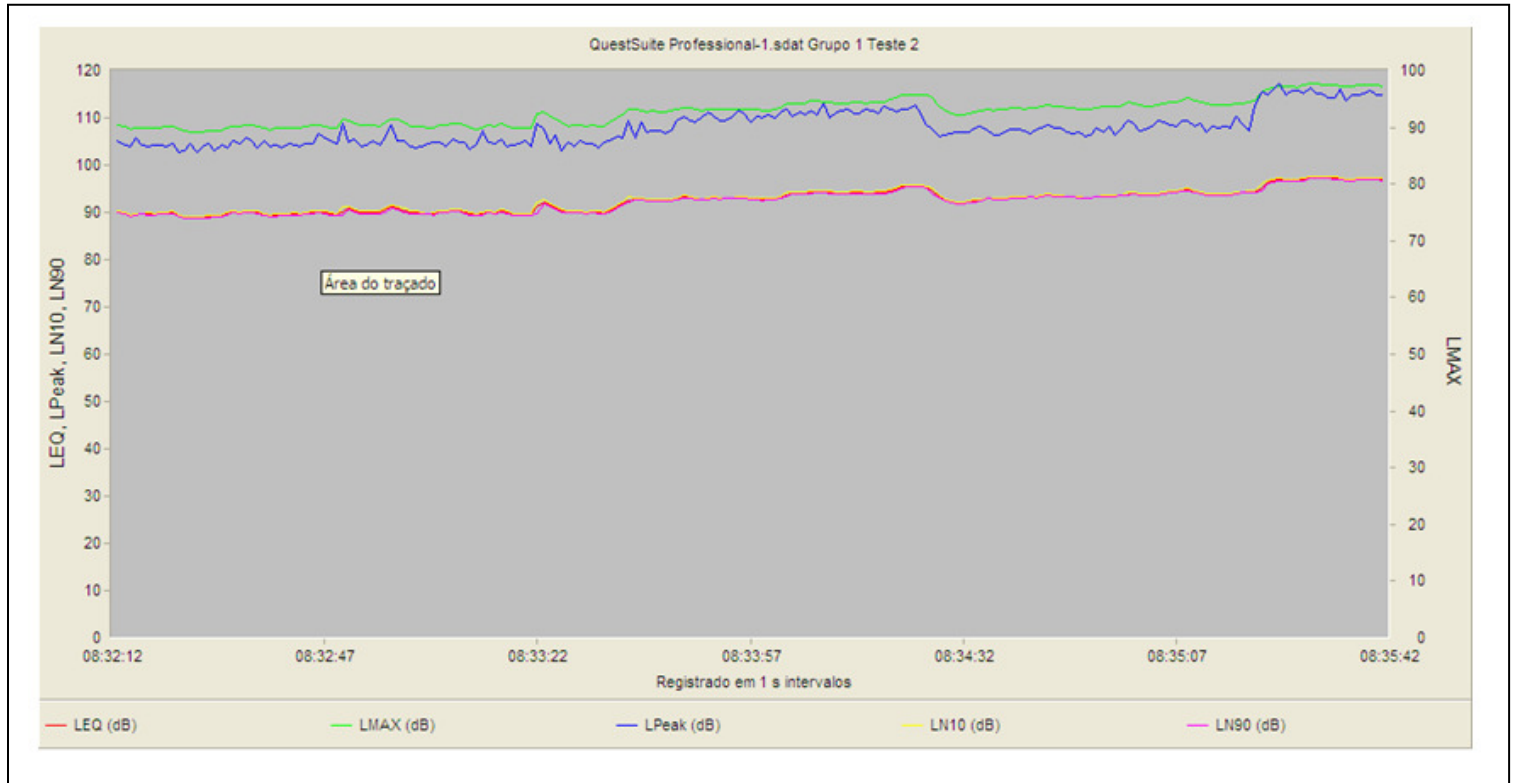
$$(NRR = 87,1 - 67,1 = 20 \text{ dB})$$

Uso 100% nominal á jornada de trabalho não se aplicando o fator de correção da tabela acima.

No “estudo 1º e 2º” não foi aplicada a metodologia de fator de correção do tempo real de uso efetivo do Protetor Auditivo na Orelha, considerando-se 100% de uso.

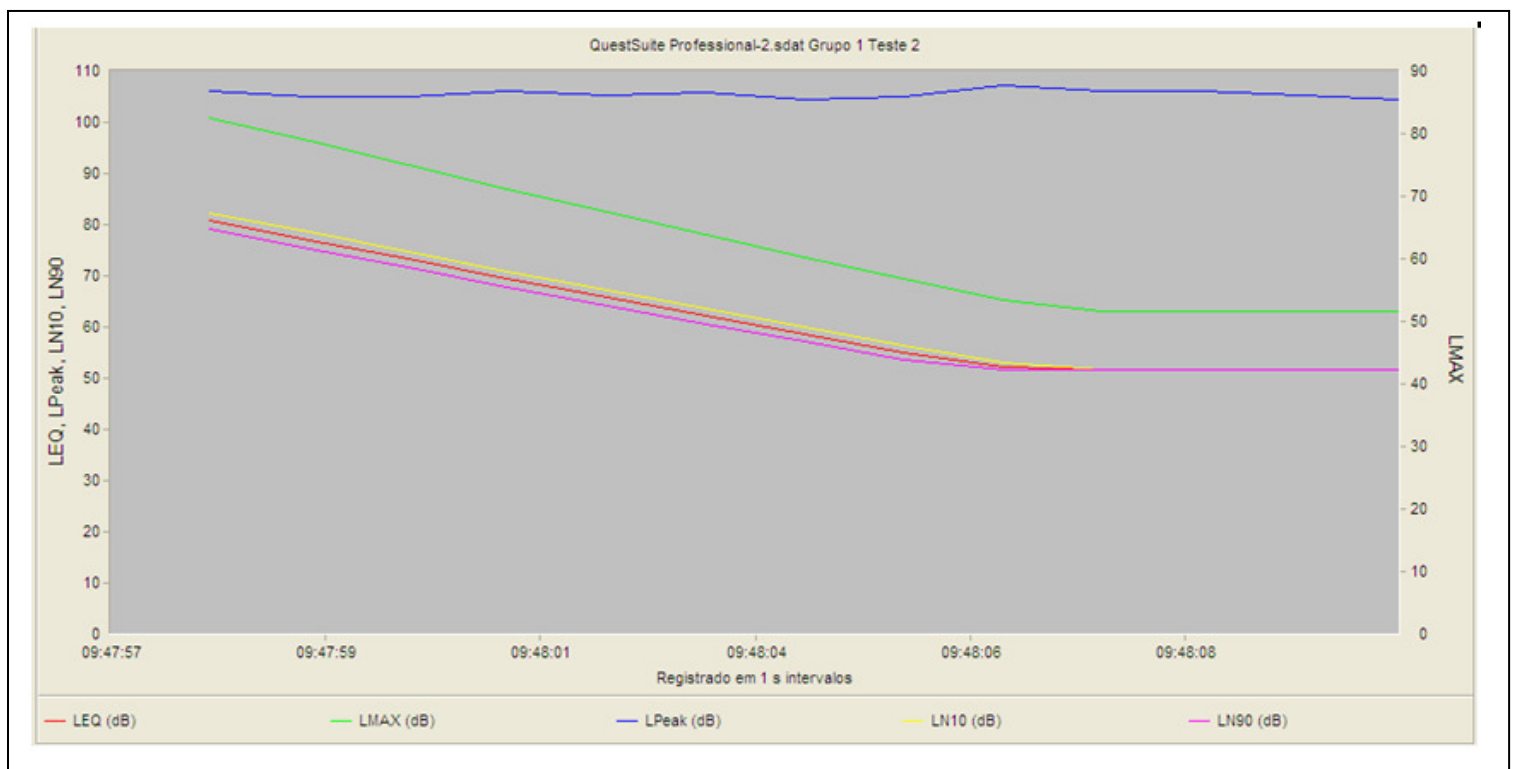
4.3. GRÁFICOS

Estudo 1º



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Estudo 2º



Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Nos gráficos acima se pretendeu também neste estudo avaliar o comportamento das curvas de energia sonora relativas ao LN90 (podendo ser considerado ruído de fundo). Percebeu-se que o mesmo não extrapolou os outros níveis de energia equivalente, isto mostra que o LN90 não é o foco de nossa prevenção, não interferindo na saúde auditiva dos trabalhadores e não sendo necessárias as ações de proteção nas fontes geradoras do LN90. Muito embora no estudo 1º as curvas se apresentam muito próximas, ainda o LN90 está abaixo, sendo que o objeto de estudo para a prevenção ainda continua sendo LEQ (energia equivalente), LN10 (nível em dB considerado em mais de 50% do tempo na exposição) LPeak (nível de pico) e LMAX (nível máximo).

Notas de análise dos estudos gerais acima mostra que entre os valores de faixa de frequência de 3150 e 6300 o C.A do EPI não ponderou valores de atenuação, porém na coleta de campo verificou-se que temos valores de LEQ demonstrados. Mas este não é o enfoque deste trabalho, pois a grande preocupação é de fato a proteção nas faixas de frequência mais comuns que provocam a PAIRO (Perda Auditiva Induzida por Ruído Ocupacional) sendo elas de 2000 á 8000 Hz.

Não foram aplicados cálculos de correção real do efetivo tempo de uso dos Protetores em campo de trabalho pelo fato de os Colaboradores utilizarem 100% do tempo de exposição ao ruído.

Os Protetores Auditivos apresentaram um NRR efetivo calculado pelo método longo uma atenuação abaixo da real testada em laboratório. Por isto é importante esta metodologia, pois teremos um aproveitamento deste mapeamento de 98% de efetividade de proteção oferecida pelo protetor auditivo em campo real de trabalho. Esta técnica demonstrou o comportamento real das faixas de bandas de frequência para cada NPSE (Nível de Pressão Sonora Elevado), isto mostra que existe variabilidade deste agente emanado por diversos tipos de processos de trabalhos industriais. O protetor auditivo de inserção apresentou um desempenho de 13,3 dB quando em laboratório apresentou 18 dB sendo uma perda efetiva de proteção de (menos 4,7 dB). Já o protetor circum-auricular apresentou um desempenho de 20 dB quando em laboratório apresentou 23 dB sendo uma perda efetiva de proteção de (menos 3 dB). Neste caso, é óbvio que poderemos acelerar a perda auditiva induzida por ruído ocupacional mesmo o trabalhador estando protegido nos dois casos.

4.4 INFRASSOM / BAIXAS FREQUENCIAS X RISCOS DE PERDA AUDITIVA

Em de acordo com os resultados apresentados no histórico de medições por bandas de oitava apresentado nas figuras em páginas anteriores, percebeu-se um comportamento incidente de baixas freqüências relacionadas ao ruído ambiente. As freqüências de 12,5 Hz e 16 Hz são consideradas baixas e que por sua vez podem ser classificadas como infrassom (sons de freqüências abaixo de 20 Hz). Neste trabalho pretendeu-se analisar a possibilidade de perda auditiva com exposição á baixas freqüências tendo em vista que são sons inaudíveis para seres humanos. Pretendeu-se também proporcionar neste estudo que ondas sonoras percorrem o meio aéreo (ar) e provocam vibrações no interior da orelha média. Entendeu-se neste trabalho também, que se Vibrações Ocupacionais provocam ressonância vibrando alguns órgãos humanos á baixas freqüências porque o ruído não! O desdobro desta análise segue abaixo:

O ruído por baixas freqüências não é muito explorado, pois se pensou muito em Nível de Pressão Sonora Elevada (NPSE). Porém a vibração sonora provocada pelo ruído também *pode* ser considerada um risco á saúde auditiva.

VIBRAÇÃO OCUPACIONAL / RELAÇÃO DE BAIXAS FREQUENCIAS

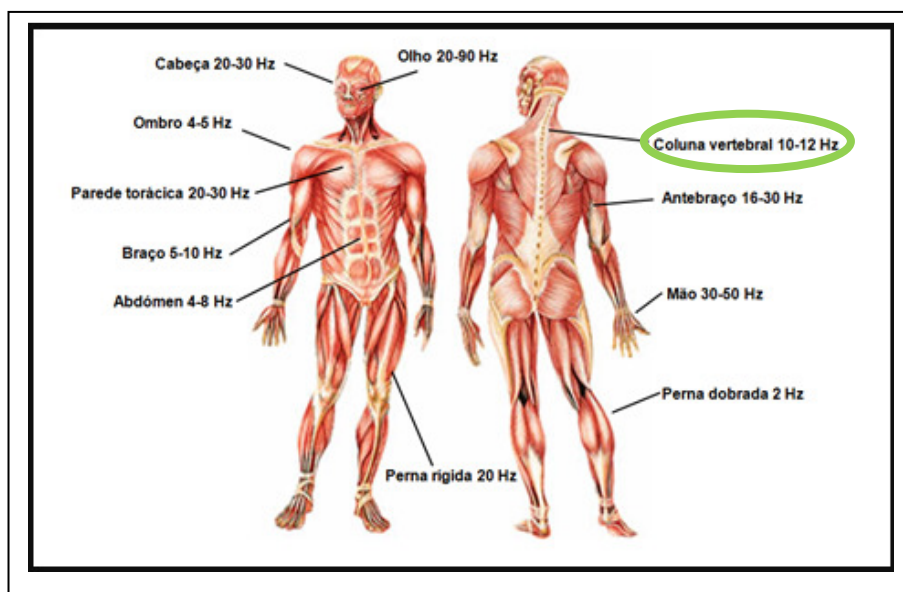


Figura 18: Vibração de corpo inteiro em freqüências

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Somente para elucidar, vemos que na figura acima a coluna vertebral vibra á 10 – 12 Hz (imagem vibração ocupacional), esta imagem é apenas para comparar escalas baixas de freqüência em Hz que provocam vibrações no organismo humano. A relação aqui estudada é para trazer uma nova abordagem, explicando sobre o *risco* de freqüências baixas na orelha média (ossículos) que possuem como *principal função transmitir o som da membrana timpânica para a orelha interna*. Estes ossículos fazem também o trabalho de filtros da vibração sonora. Estes menores ossos do corpo humano vibram transferindo o som para a orelha interna. A análise aqui neste trabalho não possui o objetivo de trazer informações da cóclea e outros órgãos da orelha, somente este comparativo sobre a função das baixas freqüências nos ossículos. Tendo em vista esta abordagem pode-se dizer que a perda auditiva via óssea *poderá* ocorrer com estes pequenos ossos, uma vez que são alvos de toda a freqüência recebida. É provável que as baixas freqüências possam atingi-los e provocar ressonâncias nos ossículos e eles sofrerem perdas graduáveis de sua capacidade. Ora, se em vibração ocupacional as freqüências baixas provocam ressonâncias negativas ao organismo humano, pode-se dizer que os sons de baixa freqüência também surtem efeitos negativos na orelha média (principal receptor) inclusive podemos falar de infrassons, não pela baixa capacidade de audibilidade destes, mas sim pela vibração provocada. O ruído por si só possui uma correlação com vibrações ocupacionais oriundas de equipamentos, máquinas e etc. Sabemos que a perda auditiva via óssea existe em diversos casos, isto poderá ocorrer também com as B.F (Baixas Freqüências). Os ossículos possuem um mecanismo de defesa contra o Nível de Pressão Sonora Elevado (NPSE), pois possuem músculos que diminuem a amplitude das ondas sonoras, porém aumentam a intensidade da vibração, potencializando o risco. É ideal mapearmos as funções também destes menores ossos do corpo humano por exames médicos relacionados á imitânciometria e prevenir assim doenças relacionadas á este tema como por exemplo á Otoesclerose, doença degenerativa dos ossículos (martelo, bigorna e estribo) / orelha média. A proposta deste trabalho é fornecer informações diferenciadas para o fomento da saúde auditiva em situações específicas. *Sabendo-se que por este método houve perdas significativas de atenuação nos dois protetores, e que existe um risco ao longo dos anos de exposição de perda auditiva ás baixas freqüências, este método é efetivamente lógico e preventivo, e que o infrassom pode por meio de sua vibração sentida nos ossículos poderá provocar perda auditiva via óssea.*

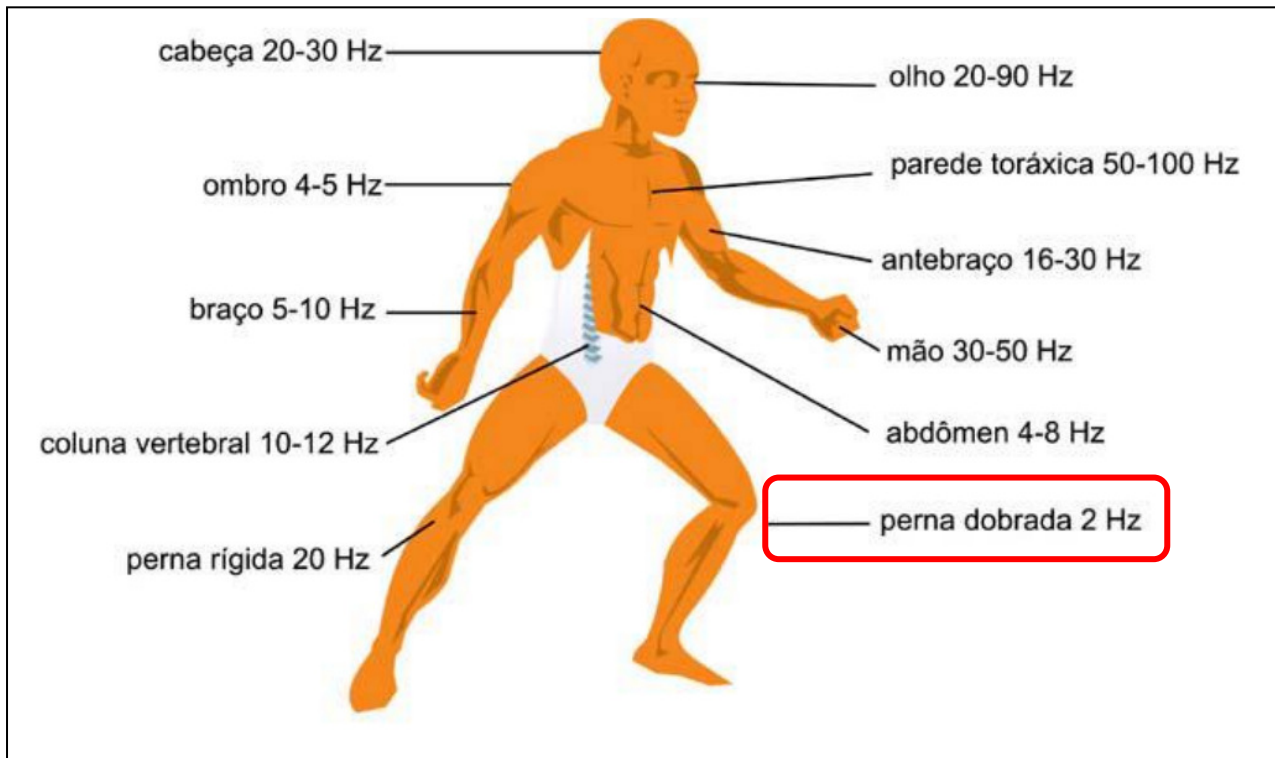


Figura 19: Freqüências baixas em alguns órgãos do corpo

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Nota-se nesta outra figura para mais uma vez elucidar o assunto que as baixas freqüências atingem os órgãos. No ombro a vibração começa a ocorrer em ressonância de 4 á 5 Hz (hertz) e o é mais interessante na perna próxima ao joelho somente 2 Hz (hertz). Isto explica que uma ressonância é transmitida e absorvida pelo organismo através destas vibrações. Então podemos associar vibrações provocadas pelo som no meio ósseo da orelha média. Acredito que estudos mais aprofundados devam ser iniciados ao tocante esta temática, além dos estudos já em andamento na sociedade trabalhadora.

ACÚSTICA**INFRASSOM E SONS DE BAIXA FREQUÊNCIA**

Esses limites representam exposições sonoras às quais, acredita-se, a maioria dos trabalhadores possa estar exposta repetidamente, sem sofrer efeitos adversos que não envolvam a audição.

Exceto para sons impulsivos, com durações inferiores a 2 segundos, os níveis de bandas de 1/3 de oitava⁽¹⁾ para frequências entre 1 e 80 Hz não devem exceder um limite valor-teto de nível de pressão sonora (NPS) de 145 dB. Além disso, o nível global não ponderado (linear) não deve exceder um limite-teto de 150 dB.

Não há limite de tempo para essas exposições. Entretanto, a aplicação dos TLVs[®] para ruído e ultrassom, recomendados para prevenir perda auditiva induzida por ruído, poderá promover uma redução aceitável do nível com relação ao tempo de exposição. Essa redução dependerá da quantidade de atenuação oferecida pela proteção auditiva.

Um critério alternativo, porém ligeiramente mais restritivo, seria a avaliação do nível de pressão sonora em pico, medido com resposta linear ou não ponderada de um medidor de nível sonoro, não devendo exceder 145 dB para eventos não impulsivos. O instrumento de medição deve estar de acordo com a norma ANSI S1.4, e a compensação linear, ou não ponderada, deverá estender-se para baixo, pelo menos até 2 Hz.

Nota: Sons de baixa frequência na faixa de ressonância do tórax de aproximadamente 50 a 60 Hz podem causar vibração de corpo inteiro. Esse efeito pode causar incômodo e desconforto. O nível de pressão sonora desse tipo de som deve ser reduzido até que o problema desapareça.

Referência

(1) American National Standard Institute: Specification for Octave-Band and Fractional-Octave-Band Analog and Digital Filters S1.11-1986 (R1998). ANSI, New York (1998).

TLV[®]-AF

Figura 20: Acústica / infrassom e sons de baixa frequência

Fonte: ACGIH, (2017)

Em relação com a acústica apresentada na figura acima (infrassom e sons de baixa frequência) podemos afirmar neste trabalho que os parâmetros da ACGIH são consonantes com o objetivo da pesquisa. Existem realmente riscos à saúde dos trabalhadores expostos à sons de baixa frequência inclusive o infrassom. Já que existem critérios para estas avaliações e embasamento técnico devemos ter uma visão voltada para avaliações mais apuradas no sentido de prevenção da massa trabalhadora. Basta ler os critérios escritos na figura acima e poderemos ter conclusões de que este trabalho faz sentido em relação à tudo aqui explicado. A ressonância provocada pelas baixas frequências pode desencadear excitação de moléculas no meio sólido e líquido dos organismos humanos. Com isso o infrassom e sons de baixa frequência podem afetar os ossículos da orelha média e provocar um desgaste ósseo, conforme são excitados à alta velocidade percorrida pelo som em seu interior a vibração aumenta. Se pudéssemos avaliar tecnicamente desta forma toda a exposição à ruído seria um impulso preventivo para toda uma sociedade. As bandas de frequências geradas ou oriundas de uma determinada máquina, só são mensuradas por equipamentos específicos como o utilizado neste estudo, se toda a sociedade prevencionista pudesse utilizar deste meio e destas técnicas teríamos mais coesão na prevenção e um menor impacto na saúde auditiva dos trabalhadores.

4.5 RELATÓRIO E ANÁLISES DO AGENTE QUÍMICO

RELATÓRIO DE ENSAIO		MOGI DAS CRUZES						
8327 / 2019		21/08/2019						
EMPRESA	-----							
FUNCIONÁRIO	-----	SETOR	-----					
		FUNÇÃO	-----					
AMOSTRA DE AR ATMOSFÉRICO PARA FINS DE HIGIENE OCUPACIONAL								
COLETA REALIZADA EM	10.08.2019	TIPO DE AMOSTRADOR	K-7 COM MEMBRANA DE PVC E CICLONE SEPARADOR DE PARTÍCULAS Nº 14246					
ENTRADA NO LAB. EM	12.08.2019	BOMBA GRAVIMÉTRICA	MARCA GILLIAN MODELO BDX II Nº 0808					
INÍCIO DAS ANÁLISES EM	13.08.2019	VAZÃO (L . min ⁻¹)	1,7					
HORÁRIO INICIAL (h)	----	TEMPO COLETA (min)	120					
HORÁRIO FINAL (h)	----	TEMPERATURA (°C)	22					
		VOLUME DE AR COL.(m ³)	0,204					
		UMIDADE RELAT. AR (%)	----					
		TEMPO ALMOÇO (min)	0					
AGENTE QUÍMICO	LQ(µg)	MÉTODO REFERÊNCIA	LIMITE ACGIH 2018 TWA		LIMITE NR 15 ANEXO 12		RESULTADO	
			mg /m ³	ppm	mg /m ³	ppm	mg /m ³	ppm
POEIRA RESPIRÁVEL	20	NIOSH 0600	3	NE	NE	NE	5,8	NE
<small>Note: Os resultados referem-se somente à amostra analisada. ND= Não detectável NE= Não estabelecido</small>								
<small>Coleta realizada por: RONALDO FERREIRA DE SOUZA</small>								
<small>LQ = Limite de quantificação.</small>								
<small>Este relatório somente poderá ser reproduzido por inteiro e sem nenhuma alteração.</small>								
<div style="background-color: black; width: 100px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div> RESPONSÁVEL TÉCNICO <div style="background-color: black; width: 100px; height: 15px; margin: 0 auto;"></div>								
Página 1 de 1								

Figura 21: Resultado quantitativo de poeira respirável

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

Neste trabalho apenas buscou-se o resultado direto não sendo aplicados cálculos diversos

Com base na metodologia NIOSH 0600, foi realizado a medição para particulado respirável na preocupação de encontrar evidências substanciais de risco respiratório. Na ACGIH (2017) verificou-se que existe um Limite de Exposição Ocupacional determinado para PNOS (Particulados não Regulados de Outra Forma – Respirados) como segue na figura abaixo:

**ANEXO B: Partículas (insolúveis ou de baixa solubilidade)
não Especificadas de Outra Maneira [PNOS]**

É objetivo do Comitê de TLVs[®] recomendar limites de exposição (TLVs[®]) para todas as substâncias em relação às quais haja evidências de efeitos à saúde em concentrações no ar encontradas nos locais de trabalho. Quando existem evidências suficientes para uma substância específica, é estabelecido um limite de exposição (TLV[®]). Assim, por definição, as substâncias a que esta recomendação se aplica são aquelas para as quais existem poucos dados. A recomendação ao final deste Anexo é sugerida como um guia, e não como um TLV[®], pois é impossível atender ao nível-padrão de evidências usado para o estabelecimento de um TLV[®]. Além disso, o TLV[®] para as PNOS e

Anexos — 85

seus predecessores foi incorretamente utilizado no passado, tendo sido aplicado a quaisquer partículas não listadas, e não àquelas que seguem o critério apresentado a seguir. As recomendações deste Anexo se aplicam a partículas que:

- Não tenham um limite de exposição (TLV[®]) aplicável;
- Sejam insolúveis ou de baixa solubilidade em água (ou, preferencialmente, nos fluidos aquosos do pulmão, se houver dados disponíveis); e
- Tenham baixa toxicidade (isto é, não sejam citotóxicas, genotóxicas, ou quimicamente reativas de outra forma com o tecido pulmonar, e não emitam radiação ionizante, causem imunossensibilização, ou outros efeitos tóxicos que não sejam a inflamação ou o mecanismo de "sobrecarga pulmonar").

A ACGIH[®] acredita que as partículas insolúveis, ou de baixa solubilidade, mesmo que biologicamente inertes, podem causar efeitos adversos e recomenda que as concentrações ambientais sejam mantidas abaixo de 3 mg/m³, para partículas respiráveis, e de 10 mg/m³, para partículas inaláveis, até que seja estabelecido um limite de exposição (TLV[®]) para uma substância específica.

TLV[®]-SO

Figura 22: ANEXO B – ACGIH / PNOS

Fonte: ACGIH (2017).

Verificou-se que nas avaliações realizadas foi encontrado um valor de 5,8 mg/m³ (miligrama por metro cúbico). O limite de Exposição Ocupacional para este particulado o (PNOS) é de:

ACGIH – 3 mg/m³ (miligrama por metro cúbico) no caso para particulado respirável.

OSHA – 5 mg/m³ (miligrama por metro cúbico) no caso para particulado respirável.

Tendo em vista que a atividade de análise do risco de Bagaçose “neste caso” resultou em um valor encontrado acima dos Limites Ocupacionais de Exposição para a jornada de trabalho de aproximadamente 6 Horas (07h00min às 13h00min), pretendeu-se neste trabalho elucidar algumas questões que serão abordadas abaixo:

Tendo em vista um agente etiológico característico de suspensão aérea na forma de particulado contendo microorganismos, vale ressaltar os Agentes Alérgenos (substâncias de origem natural, que podem induzir uma reação de hipersensibilidade em pessoas suscetíveis, que entraram previamente em contato com o alérgeno presente na matéria. Lembrando que *não* estamos trabalhando sobre o patógeno *Fungo Thermophilico Acthomyceto* presente na cana de açúcar, e que *não* é o objeto de estudo deste trabalho. O estudo mostrou um resultado de particulado em suspensão acima do que defini a ACGIH e OSHA para PNOS. Porém pretendeu-se nesta temática trazer uma visão de forma que possam ser criados mecanismos de *controle em todas* as atividades que possam expor trabalhadores á poeiras oriundas da cana de açúcar. *Talvez* um Limite de Exposição Ocupacional. Devemos analisar que existe doença definida para os trabalhos de exposição á poeira da cana de açúcar (BAGAÇOSE), hora se existe definições para patologia e nexos com a atividade sugere-se nesta temática que sejam criados métodos de proteção para o trabalhador como, por exemplo, foram criados para poeira de asbestos (asbestose), e para sílica livre cristalizada (silicose), além de outras doenças relacionadas com agentes etiológicos. Muito embora os casos de bagaçose não sejam alarmantes, acredita-se que a prevenção, os objetos de controle e as referências legais específicas para cada agente químico sejam nossa maior arma.

4.6 RESULTADOS DA ANÁLISE BOW TIE NO RISCO DE BAGAÇOSE

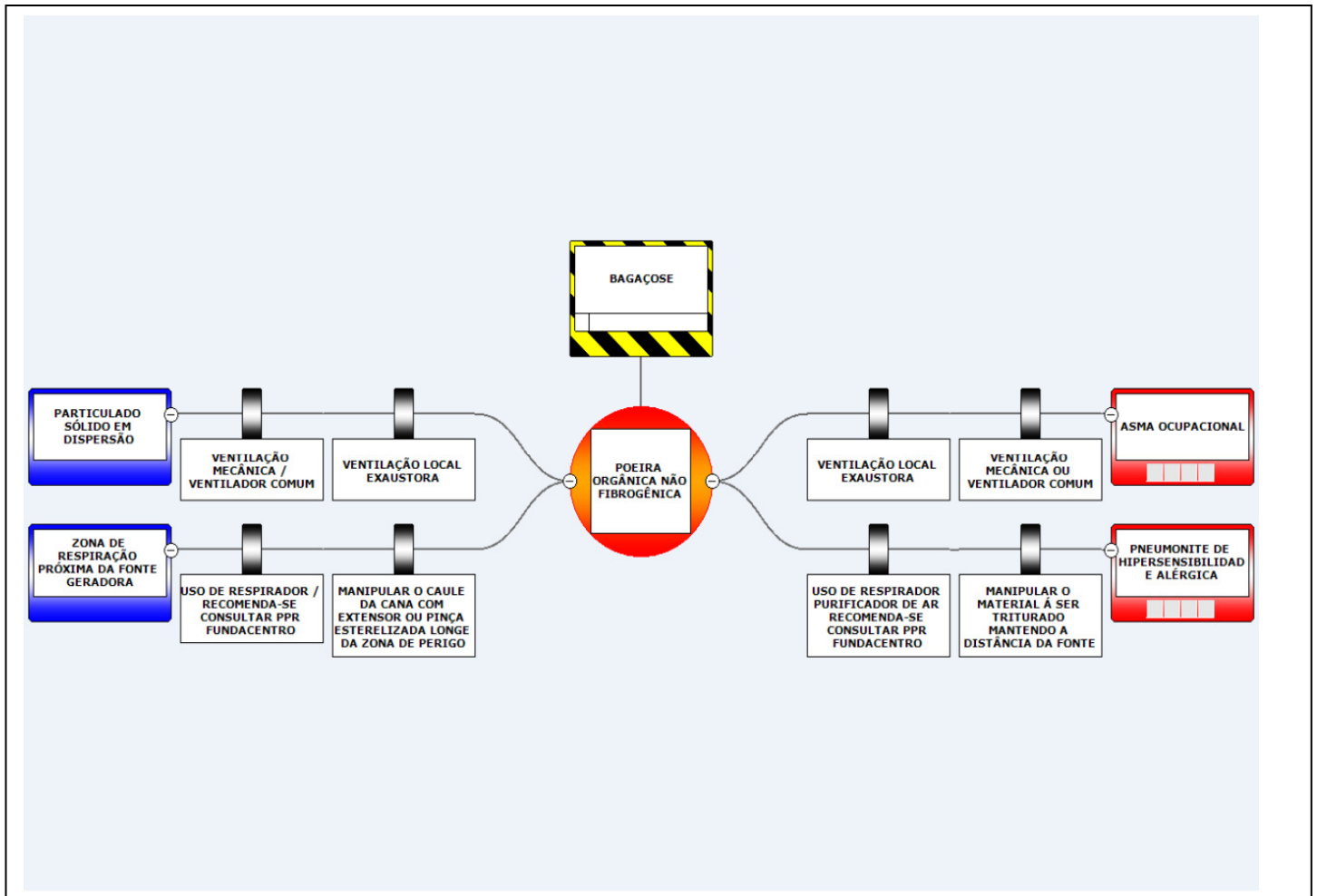


Figura 23: Resultado final da análise de risco do BOW TIE (BTA)

Fonte: Arquivo pessoal (2019).

5. CONCLUSÕES

Em de acordo com os resultados encontrados neste trabalho, entende-se que os agentes avaliados apresentaram resultados quantitativos e dados importantes para a consonância e objetivo da pesquisa. Em termos de avaliação das baixas frequências verificou-se que existem **riscos** para a saúde auditiva do trabalhador.

Em relação ao ruído avaliado por bandas de oitava, percebeu-se uma perda significativa na eficácia dos dois protetores auditivos avaliados, e que é importante a implantação de métodos e técnicas para prevenção contra este agente.

A exposição á poeira do bagaço de cana de açúcar também *poderá* provocar danos pulmonares á saúde *neste caso avaliado*.

Conclui-se neste trabalho, que todas as metodologias escolhidas foram suficientes para alcançar o resultado esperado neste estudo em de acordo ao objetivo planejado.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **LEI Nº 6.514, DE 22 DE DEZEMBRO DE 1977.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6514.htm>. Acesso em: 22/10/2019.

PORTAL ENIT. **NORMA REGULAMENTADORA Nº 9.** Disponível em: <https://enit.trabalho.gov.br/portal/images/Arquivos_SST/SST_NR/NR-09.pdf>. Acesso em: 22/10/2019.

LAEPI. **Como entender a tabela de atenuação de ruído de protetor auricular apresentada no CA.** Disponível em: <<http://laepi.com.br/como-entender-a-tabela-de-atenuacao-de-ruído-de-protetores-auriculares-apresentada-no-ca/>>. Acesso em: 07/08/2019.

LAEPI. **Como calcular a eficiência de um protetor auricular através da tabela de atenuação.** Disponível em: <<http://laepi.com.br/como-calculer-a-eficiencia-de-um-protetor-auricular-atraves-da-tabela-de-atenuacao/>>. Acesso em: 07/08/2019.

BOW TIE XP. **Manual de instalação do software.** Disponível em: <<https://www.cgerisk.com/products/bowtiexp/>>. Acesso em: 14/08/2019.

NIOSH. **Método 0600 de medição para Particulados Não Regulados de Outra Forma, Respiráveis.** Disponível em: <<https://www.cdc.gov/niosh/docs/2003-154/pdfs/0600.pdf>>. Acesso em: 27/08/2019.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. Apostila 103 **Agentes Químicos I.** Epusp - EAD/ PECE, 2018. p. 29 e 113.

ACGIH, (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENIST) 2017. **Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos. (ANEXO B – PNOS - Partículas insolúveis ou de baixa solubilidade não especificadas de outra maneira.** p. 84). Tradução de ABHO - Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. São Paulo: ABHO, 2017.

ACGIH, (AMERICAN CONFERENCE OF GOVERNMENTAL INDUSTRIAL HYGIENIST)
2017. **Limites de Exposição Ocupacional (TLVs®) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos. (Acústica. p.140).** Tradução de ABHO - Associação Brasileira de Higienistas Ocupacionais. São Paulo: ABHO, 2017.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. Apostila 102 **Agentes Físicos I.** Epusp - EAD/ PECE, 2018. p. 41-50.