

CARLOS EDUARDO GLOEDEN FOGOLIN

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO EM UM PROCESSO DE  
MANUFATURA AUTOMOTIVA.

São Paulo

2021

CARLOS EDUARDO GLOEDEN FOGOLIN

Versão Original

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL AO RUÍDO EM UM PROCESSO DE  
MANUFATURA AUTOMOTIVA.

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

São Paulo  
2021

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha esposa Glaucia Salvetti Sanzochi Fogolin e a minha filha Carla Sanzochi Fogolin, que me incentivaram desde meu início e proporcionaram todo o apoio, auxiliando-me sem medir esforços para que completasse a especialização. Agradeço à Universidade, docentes e colegas de turma e aos colegas de trabalho que, com palavras de incentivo, não me deixaram desistir e fizeram deste curso uma experiência maravilhosa.

Não poderia deixar meu agradecimento especial ao Prof. Dr. Lucas Moscato e a todos funcionários do PECE - Programa de Educação Continuada, pela bolsa que me foi concedida e pela oportunidade de realizar esse curso

“Não deixe que o ruído da opinião alheia  
impeça que você escute a sua voz interior.”

(Steve Jobs)

## RESUMO

FOGOLIN, Carlos Eduardo Gloeden. **Avaliação da exposição ocupacional ao ruído em um processo de manufatura automotiva.** 2021. 46f. Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) – Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

A questão de exposição ao ruído ocupacional é um tema recorrente nos estudos de higiene ocupacional em todo mundo, sendo assim, o objetivo deste estudo de caso é analisar o ruído no setor de manufatura de uma empresa situada na região do Grande ABC, fazendo o uso da ferramenta de estatística da AIHA (*American Industrial Hygiene Association*) para quantificar o ruído ocupacional dos Grupos Similares de Exposição (GSE) desse setor. Foram amostrados 99 funcionários num total de 478, onde os resultados da média geométrica dos valores obtidos nas amostras de cada GSE apresentou valores abaixo do limite de tolerância de 85 dB(A). Porém, após o estudo estatístico dos resultados e adotando uma análise conservadora com resultados obtidos com um fator de dobra igual a 3, observou-se que estatisticamente é possível que o grupo continue exposto um ruído superior a 85 dB(A), sendo necessário medidas preventivas para evitar essa exposição. Desse modo, pode-se dizer que mesmo em situação de conformidade com a legislação atual, não podemos deixar de agir de forma preventiva para evitar a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional (PAIRO) e lembrar que essa doença é irreversível e provoca uma perda significativa na qualidade de vida das pessoas.

**Palavras-chave:** Ruído na Manufatura. Fator de dobra. Ação preventiva. Ruído. Higiene ocupacional.

## ABSTRACT

FOGOLIN, Carlos Eduardo Gloeden. **Evaluation of occupational exposure to noise in an automotive manufacturing process.** 2021. 46f. Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) – Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2021.

The issue of exposure to occupational noise is a recurrent theme in occupational hygiene studies worldwide, so the objective of this case study is to analyze the noise in the manufacturing sector of a company located in the “Grande ABC” region, making use of the AIHA’s (American Industrial Hygiene Association) statistical tool to quantify the occupational noise of the Similar Exposure Groups (SEG) in this sector. 99 employees were sampled in a total of 478, where the results of the geometric mean of the values obtained in the samples of each SEG presented values below the tolerance limit of 85 dB(A). However, after the statistical study of the results and adopting a conservative analysis with results obtained with an exchange rate equal to 3, it was observed that statistically it is possible that the group is still exposed to noise levels above 85 dB(A), requiring preventive measures to avoid such exposure. Thus, it can be said that even in a situation of compliance with current legislation, we cannot fail to act preventively to avoid Occupational Noise-Induced Hearing Loss and remember that this disease is irreversible and causes a significant loss in people's quality of life.

**Keywords:** Noise in Manufacturing. Exchange Rate. Preventive Action. Noise. Occupational Hygiene.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Exemplo de Níveis de Intensidade Sonora.....	15
Figura 02 – Aparelho Auditivo.....	16
Figura 03 – Protetor Auditivo tipo Concha e tipo plug.....	18
Figura 04 – Exemplo de Circuito de produção tipo U.....	22
Figura 05 – Avaliação com Dosímetro .....	24

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Relação de funcionários.....	23
Quadro 2 - Determinação do GSE e de quantidade de amostras por GSE.....	23
Quadro 3 - Relação de equipamentos.....	25
Quadro 4 - Resultados de exposição a ruído com q=5.....	28
Quadro 5 - Resultados de exposição a ruído com q=3.....	28
Quadro 6 - Resultados de exposição a ruído com q=5.....	29
Quadro 7 - Resultados de exposição a ruído com q=3.....	29

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>AIHA</b>	<i>American Industrial Hygiene Association</i>
<b>CJ</b>	Critério de Julgamento
<b>CJLSC</b>	Critério de Julgamento para Limite Superior de Confiança
<b>CJLTS</b>	Critério de Julgamento para Limite Superior de Tolerância
<b>dB (A)</b>	Decibel com curva de atenuação A
<b>dB</b>	Decibel
<b>EPI</b>	Equipamento de Proteção Individual
<b>GSE</b>	Grupo de Exposição Similar
<b>LAVG</b>	<i>Average Level</i>
<b>LEQ</b>	Nível Equivalente
<b>LSC</b>	Limite Superior de Confiança
<b>NHO 01</b>	Norma de Higiene Ocupacional
<b>NIOSH</b>	<i>The National Institute of Occupational Safety and Health</i>
<b>NR</b>	Norma Regulamentadora
<b>PAIR</b>	Perda Auditiva Induzida pelo Ruído
<b>PAIRO</b>	Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional
<b>PCA</b>	Programa de Conservação Auditivo

## LISTA DE SÍMBOLOS

%              Percentual

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
1.1 OBJETIVO .....	12
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
<b>2 REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>14</b>
2.1 SOM E RUÍDO.....	14
2.2 AUDIÇÃO, PERDA AUDITIVA E A PROTEÇÃO .....	15
<b>2.2.1 Eliminação da fonte de ruído.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.2 Controle do ruído na fonte.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2.3 Controle do ruído na trajetória .....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.4 Controle do ruído no homem .....</b>	<b>18</b>
2.3 LIMITES DE TOLERÂNCIA E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.....	18
2.4 PROCESSO DE MEDAÇÃO .....	19
2.5 ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS .....	20
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>21</b>
3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO .....	21
3.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES E FUNÇÕES .....	23
3.3 REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES .....	24
3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E COMPARAÇÃO COM OS CRITÉRIOS.....	25
3.5 ESTUDO ESTATÍSTICO.....	26
3.6 PROPOSTAS DE AÇÕES .....	27
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>28</b>
4.1 RESULTADOS PARA COMPARAÇÃO COM NR 15 e NHO 01.....	28
4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA COM CRITÉRIO DE JULGAMENTO .....	29
4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	31
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>
<b>ANEXO – VISÃO GERAL DAS PLANILHAS DE CÁLCULO ESTATÍSTICO .....</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A perda auditiva induzida pelo ruído é uma consequência da exposição que os seres humanos fazem mediante suas necessidades, sejam elas de trabalho, de lazer ou de convivência, porém, não existe a percepção dos seres humanos sobre o risco dessa exposição (AREZES, 2002).

O conhecimento de que a exposição a uma dose de 100% correspondente a uma exposição média de 85 dB(A) durante 8 horas, descritos como limite de tolerância em mais de 80% dos países americanos (ARENAS; SUTER, 2014) não permitiu que ocorresse uma queda na perda auditiva induzida pelo ruído, apenas através de processos de conscientização. Foram necessários obrigações legais, insistentes processos de disciplina no uso de EPIs (Equipamento de Proteção Individual), modificação de espaços, processos e equipamentos para que fosse possível notar que estamos tendo queda nas perdas auditivas com o passar dos anos (HOFFMAN *et al.*, 2017)

Mesmo com esses dados, não é correto afirmar que ao ficar exposto a uma dose média de 85 dB(A), não existe probabilidade de ocorrer perdas auditivas.

Desse modo, uma das discussões mais conhecida sobre isso ocorre justamente por conta da sistemática de integração dos valores durante o processo de medição que podem ser feitos utilizando o fator de dobra 3 (Q3) ou 5 (Q5) (SUTER, 1993). Os equipamentos que são utilizados hoje em dia permitem obter a exposição tanto para fator de dobra 3 como para fator de dobra 5.

### 1.1 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo quantificar o ruído ocupacional das atividades exercidas em uma linha de montagem de um setor automobilístico, comparando os valores obtidos pelas duas formas de cálculos de dose (Q3 e Q5) para uma tomada de decisão gerencial de caráter preventivo.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Justifica-se a análise presente neste trabalho, dada a necessidade de estender as ações gerenciais para preservação auditiva dos funcionários para além das simples restrições legais, de forma que seja possível demonstrar através dos estudos estatísticos e das metodologias de medição quais os riscos que a população de funcionários está exposta.

Com a apresentação de todo o estudo, é possível determinar os próximos passos no sentido de trabalhar efetivamente na eliminação das fontes de ruído e pleitear uma real eliminação do uso de EPI para proteção auditiva.

## 2 REVISÃO DA LITERATURA

### 2.1 SOM E RUÍDO

O som é um fenômeno físico de origem vibratória resultante da variação da pressão no ar. As variações de pressão que geram o som, se dão em torno da pressão atmosférica e se propagam de forma longitudinal em uma velocidade aproximada de 344m/s (CANDIDO FERNANDES, 2002).

Dentre as propriedades físicas associadas ao som podemos citar a frequência, a intensidade, o timbre e o espectro de frequência (CANDIDO FERNANDES, 2002).

Fenômenos que provocam ondas de pressão no ar de forma vibratória são fontes geradoras de som e conforme suas características físicas, esses sons podem ser interpretados como fala, música, barulho, explosão, ruído, etc. (CANDIDO FERNANDES, 2002).

Para o trabalho que estamos desenvolvendo, iremos nos restringir ao som caracterizado como ruído e definido por UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2020 p.11 como:

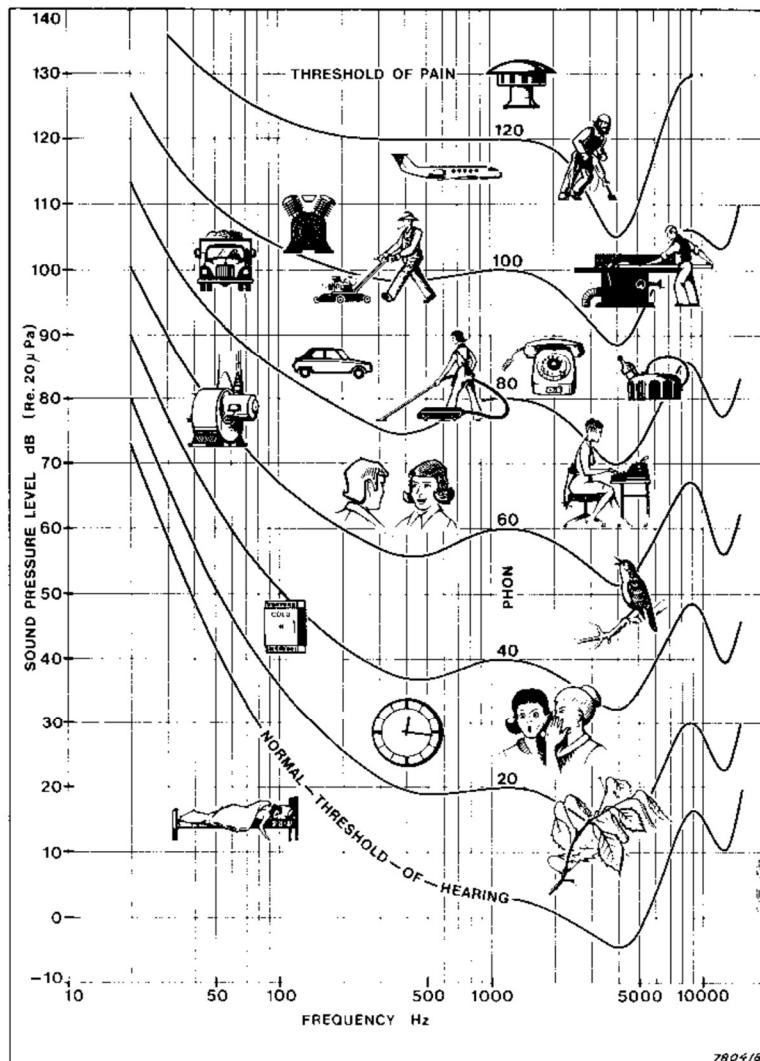
É um conjunto de tons não coordenados. As frequências componentes não guardam relação harmônica entre si. São sons “não gratos” que nos causam incômodo, desconforto. Um espectro de ruído industrial pode conter praticamente todas as frequências audíveis.

Desta forma, o ruído é considerado um tipo de som com características físicas específicas que está presente em todos os ambientes. Em ambiente de trabalho, é considerado um dos prováveis causadores de efeitos adversos a saúde humana.

O ruído é considerado um risco ocupacional e pode provocar alterações nas funções físicas e mentais dos trabalhadores a ponto de ser considerado um problema de saúde pública (ASSUNÇÃO; ABREU; SOUZA, 2019). Além disso, a exposição ocupacional ao ruído tem provocado perda auditiva e a necessidade de indenização e reabilitação de pessoas em todos os continentes. Fica claro a necessidade global de entender esse tipo de exposição, agir com legislações, práticas e estratégias de prevenção para impedir o avanço deste problema de saúde pública (ARENAS; SUTER, 2014).

A figura 01 apresenta um diagrama de níveis de pressão sonora, relacionados aos vários tipos de sons que estamos acostumados a escutar e as respectivas frequências.

**Figura 01 – Exemplo de Níveis de Intensidade Sonora**



Fonte: CANDIDO FERNANDES (2002)

## 2.2 AUDIÇÃO, PERDA AUDITIVA E A PROTEÇÃO

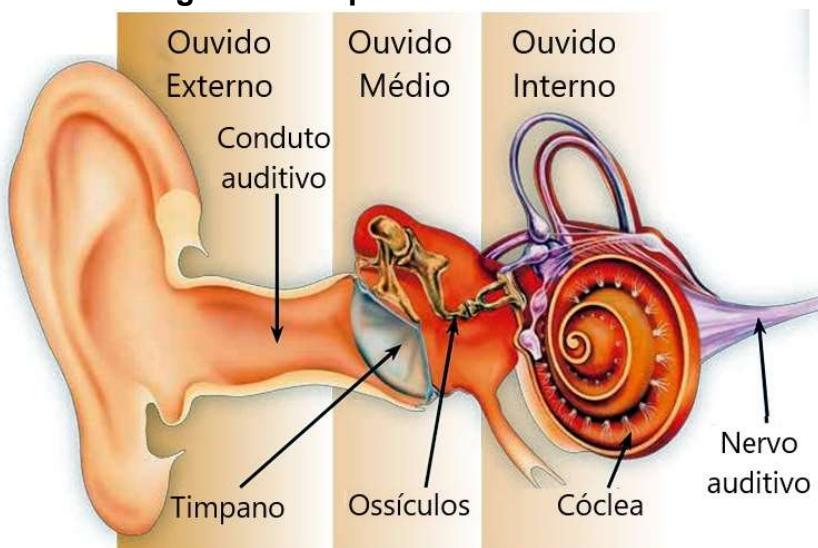
A ideia de discorrermos neste item sobre o processo de audição, não tem a pretensão de esgotar o assunto, mas apenas descrever de uma forma simplificada a processo de audição humana e sua possível perda de capacidade.

O processo de audição ocorre no chamado “aparelho auditivo” que é composto por três estruturas com funções diferentes, porém, que se complementam e permitem que as pessoas percebam e interpretem os sons que estão no ambiente ao seu redor (SALIBA, 2019).

Conforme podemos verificar na figura 02, o som é captado pelo ouvido externo e conduzido até o tímpano, que transforma a energia do som em vibrações.

Essas vibrações movimentam os três ossículos, os quais transferem essas vibrações para o ouvido interno, que está localizado em uma cavidade da estrutura óssea do crânio e é preenchido por um líquido. No ouvido interno, encontra-se a cóclea, na qual está contida toda a estrutura responsável por transformar as vibrações em impulsos nervosos. Essa estrutura composta por células ciliadas é chamada de “órgão de Corti” e ao final da transformação dos impulsos, eles seguem pelo nervo auditivo. Esse caminho que o som percorre para ser percebido, é conhecido como processo de percepção por condução aérea (SALIBA, 2019).

**Figura 02 – Aparelho Auditivo**



Fonte: AUDITION CLARISSE HASSSLER, 2021

É importante lembrar também que a estrutura toda pode receber vibrações através da vibração do crânio ou da parede do meato acústico externo, estimulando a Cóclea, e assim temos o som percebido através de condução óssea (SALIBA, 2019).

Ao entender de forma simplificada o princípio de funcionamento do aparelho auditivo, podemos discorrer sobre as formas que podem provocar seu não funcionamento.

A exposição ao ruído de diversas naturezas pode provocar o que conhecemos como traumas não acústicos e trauma acústico, sendo que esse pode ser dividido em (SALIBA, 2019):

- Perda auditiva temporária, que caracteriza por uma perda de acuidade auditiva que é recuperada após um período de repouso acústico.
- Perda auditiva permanente, caracterizada pela perda de acuidade auditiva de forma permanente e irreversível. Quando esse tipo de perda ocorre por conta do ruído, é chamada de PAIR (Perda Auditiva Induzida pelo Ruído) quando se tem como causa

principal o ruído ocupacional, poderá ser chamada de PAIRO (Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional).

A detecção da perda auditiva possui metodologias e características bem peculiares, mas não é o objetivo deste trabalho detalhar além das definições dadas acima.

Como medidas de proteção contra o ruído sempre será possível tomar as seguintes medidas, seguindo a hierarquia de aplicação conforme elas são apresentadas:

### **2.2.1 Eliminação da fonte de ruído**

A eliminação do ruído através da retirada da fonte geradora do ruído, apesar de ser uma solução simples e lógica, muitas vezes não é a solução mais fácil. Principalmente porque a fonte geradora do ruído é exatamente a máquina ou o equipamento utilizado para a realização da tarefa. Porém, em inspeções regulares é possível detectar fontes de ruídos que podem ser eliminadas, exemplo comuns são vazamentos de ar comprimido.

### **2.2.2 Controle do ruído na fonte**

A minimização do ruído através de controle na fonte, também é uma maneira eficaz de proteger contra perda auditiva. Para SALIBA, 2019 p. 106, existem inúmeras alternativas para esse tipo de controle, tais como:

- Substituir o equipamento por outro mais silencioso;
- Balancear e equilibrar partes móveis;
- Lubrificar eficazmente rolamentos, mancais, etc.
- Reduzir impactos na medida do possível;
- Alterar o processo (substituir sistema pneumático por hidráulico);
- Programar as operações de forma que permaneça o menor número de máquinas funcionando simultaneamente;
- Aplicar material de forma a atenuar as vibrações;
- Regular os motores;
- Manter as estruturas bem fixadas de forma a evitar vibrações;
- Substituir engrenagens metálicas por engrenagens de plástico ou *celeron*;
- Diminuir a velocidade de escapamento dos fluídos;
- Reduzir a rotação das máquinas, embora essa medida possa reduzir a capacidade produtiva;
- Instalar abafador (silencioso) nos escapamentos;
- Absorver os choques por meio de revestimentos de borracha nas estruturas;

- Reduzir a altura de queda dos materiais nos receptores, como que de minerais em um silo.

### **2.2.3 Controle do ruído na trajetória**

O controle de ruído na trajetória consiste na colocação de absorsores de ruído no caminho que o ruído percorre até chegar no homem ou realizar o isolamento acústico da fonte de ruído através da transferência desta fonte para uma sala isolada.

### **2.2.4 Controle do ruído no homem**

A última forma de proteção que deve ser adotada é a de fornecimento de Equipamento de Proteção Individual (EPI) para as pessoas expostas ao ruído.

Essa proteção pode ser de dois tipos; protetores tipo concha ou circum-auriculares e os protetores de inserção ou tipo plug. Na figura 03, podemos ver exemplos desses EPIs.

**Figura 3 - Protetor Auditivo tipo Concha e tipo plug**



Fonte: Super EPI (2010)

## **2.3 LIMITES DE TOLERÂNCIA E LEGISLAÇÃO BRASILEIRA.**

Infelizmente ainda estamos longe de estabelecer, com certeza científica, um limite de exposição que seja seguro para a exposição ocupacional. Em recentes estudos de comparação de legislações de países americanos, chegou-se ao incrível valor de que 27% dos países pesquisados ainda não estabeleceram limites de tolerância para ruídos ocupacionais, demonstrando uma falta de consenso em relação a definição de limites de exposição e de fator de dobra (ARENAS; SUTER, 2014).

Essa informação permite questionar sobre o conhecimento atual dos limites de tolerância à exposição de ruídos e ao próprio processo de integração dos valores de exposição pelo tempo, conhecido como fator de dobra (SUTER, 1993).

Fator de dobra é o valor de dB que deverá ser adicionado ou subtraído do limite de tolerância para reduzir a metade ou dobrar o tempo de exposição (ARENAS; SUTER, 2014). Estudos conduzidos sobre a relação da perda auditiva e o fator de dobra utilizado no processo de medição, concluem que a forma mais correta seria adaptar o fator de dobra ao tipo de exposição que está provocando a perda auditiva. Isso com certeza implicaria em um estudo profundo do ruído de exposição antes que as medições de exposições fossem realizadas (SUTER, 1993).

Porém, esses mesmos estudos concluem que um fator de dobra de 5 dB possui suas justificativas de recuperação auditiva para ser adotado em casos de ruídos intermitentes em ambientes industriais, mas a adoção de um fator de dobra de 3 dB é cientificamente mais adequada e providencialmente mais conservadora (SUTER, 1993).

Na legislação brasileira, que será considerada como referência para as ações deste trabalho, temos uma divergência entre a Norma Regulamentadora 15, que estabelece um fator de dobra de 5 dB, e a metodologia de medição editada pela FUNDACENTRO conhecida como NHO 01 que adota fator de dobra igual a 3 dB, porém, todas as duas referências estabelecem um limite de tolerância de 85 dB A para uma exposição de 8 horas (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2020).

Os equipamentos de medição de dosimetria, permitem realizar a obtenção dos dois dados em um mesmo período, desta forma pretende-se utilizar os dados obtidos com fator de dobra igual a 5 dB(A) para comparar os valores com o limite de tolerância legal, e estudar outras ações gerenciais com os valores obtidos com fator de dobra igual a 3 dB(A).

## 2.4 PROCESSO DE MEDIÇÃO

O processo de medição para obter os resultados, deve ser realizado de forma a abranger todos os tipos de trabalhadores, caracterizando suas exposições (FUNDACENTRO, 2001).

Os trabalhadores podem ser divididos por grupos com características iguais de exposições conhecidos como Grupo de Exposição Similar (GSE) e dentro deste grupo não é necessário realizar a avaliação de todos os indivíduos, mas apenas de alguns

trabalhadores cuja a situação corresponde a uma exposição típica (FUNDACENTRO, 2018).

Os equipamentos de medição podem ser os medidores integradores de uso pessoal também conhecidos como dosímetros ou conforme orientação da NHO 01 (FUNDACENTRO, 2001), também é possível realizar a medição de dose de exposição através de medidores de nível de pressão sonora conhecidos como decibelímetros. O processo de medição com os aparelhos medidores de nível de pressão sonora, exigem que sejam realizadas várias anotações em tempos corretos conforme descrito na NHO 01 e após a obtenção dos dados, seja realizado o cálculo para obtenção do valor de dose. Já os dosímetros realizam esse cálculo de forma automática e entregam os resultados de dose de forma definitiva. Tanto os dosímetros como os medidores de pressão sonora devem ser aferidos com calibração acústica antes e depois das medições.

## 2.5 ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Para que seja possível obter resultados estatisticamente representativos, é preciso iniciar os cuidados desde a hora da escolha da amostra até a hora da interpretação dos resultados através das ferramentas estatísticas disponíveis (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2021).

A escolha da quantidade de amostras dentro de um GSE, é fundamental para que as análises estatísticas forneçam uma conclusão representativa da população estudada (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2021).

Para o tratamento dos resultados obtidos nas medições, pode-se adotar a sistemática de obter a média aritmética com 95% de confiança e compará-la com o limite de tolerância, se for inferior, significa que a exposição terá conformidade com 95% de certeza. No entanto, pode-se usar também o limite inferior de confiança para a estimativa do risco de exposição (SALIBA, 2019).

Outra forma de tratar os dados obtidos, é utilizar programas ou planilhas específicos que são disponibilizados gratuitamente na internet, dentre eles um dos mais conhecidos no brasil é a planilha IHStat da AIHA (*American Industrial Hygiene Association*) (FUNDACENTRO, 2018).

Com essas ferramentas é possível calcular vários parâmetros estatísticos que permitem realizar uma análise estatística segura para tomada de decisão.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Para desenvolvimento do trabalho, seguiu-se a seguinte metodologia:

- a) Identificação das atividades e funções a serem amostradas conforme estabelecimento de GSEs a serem avaliados e definição de quantidade de amostras;
- b) Realização de medições de acordo com a metodologia da NHO 01 de ruídos nos colaboradores em seus locais de trabalho;
- c) Análise dos resultados e comparação com os critérios estabelecidos pela NR nº15 e comparando os valores de dose com taxa de troca igual a 5 (Q5) e taxa de troca igual a 3 (Q3);
- d) Estudo estatístico com a ferramenta da AIHA (*American Industrial Hygiene Association*) comparando para mesma exposição os resultados de Q5 e de Q3 para cada GSE.
- e) Proposta de possíveis ações para os resultados obtidos dentro do Programa de Conservação Auditivo (PCA);

#### 3.1 DESCRIÇÃO DO LOCAL DE REALIZAÇÃO DO ESTUDO

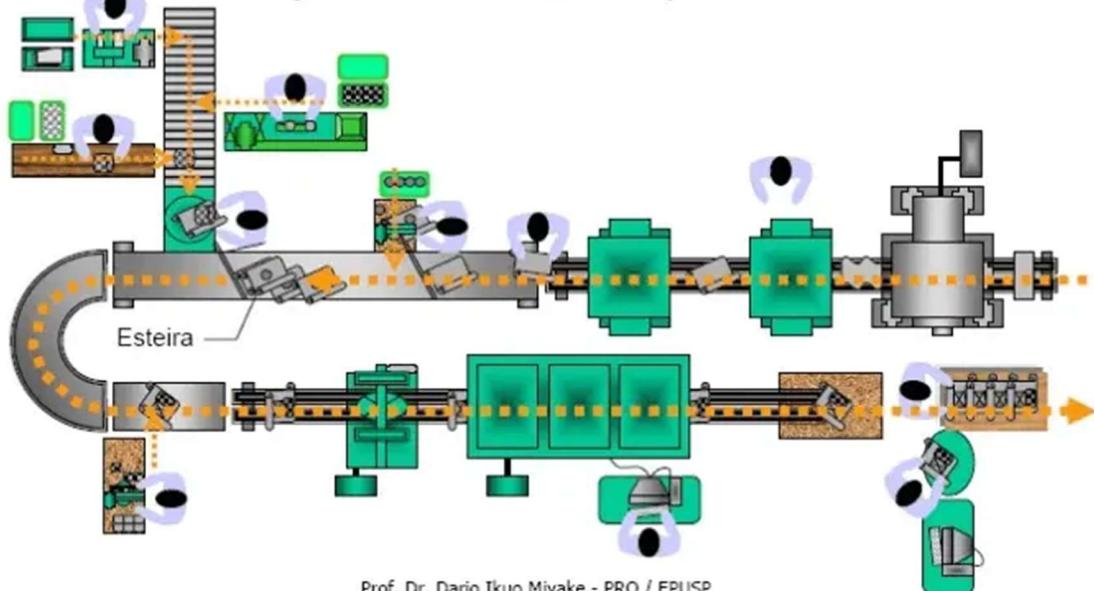
O estudo foi realizado em uma empresa montadora de veículos, situada na região do Grande ABC Paulista, no estado do São Paulo. O trabalho se limitou a análise apenas de uma linha de montagem específica que teve sua inauguração a menos de 5 anos atrás. É uma linha com conceitos muito atuais em relação a processos de manufatura e possui tecnologia de ponta para a realização das atividades envolvidas.

Ela é uma linha de montagem com várias atividades que são executadas de forma manual em uma sequência pré-definida em um circuito tipo U (figura 04) onde ocorre a movimentação do objeto a ser manufaturado dentro deste circuito, também com velocidade definida, conforme demanda do produto. Dentro desta linha também ocorrem atividades paralelas de abastecimento de linha e de pré-montagem de subconjuntos que serão posteriormente utilizados na linha principal, inspeções de qualidade e revisão dos processos executados. Uma característica interessante desta linha, é que ela não monta apenas um único tipo de produto, e sim vários

produtos diferentes na mesma linha, o que faz com que os montadores tenham que conhecer e executar atividades diferentes em cada produto que irão montar dentro da sequência programada. Os abastecedores, pré-montadores e inspetores também estão treinados para atuar no processo dentro dessa característica.

**Figura 04 – Exemplo de uma linha de montagem em U**

**Arranjo Físico Linear ou por Produto**



Fonte: FLUXO CONSULTORIA; PRODUTIVA JR., 2020

### 3.2 IDENTIFICAÇÃO DAS ATIVIDADES E FUNÇÕES

Através do levantamento de informações do cadastro de cargos e funções do setor analisado, conseguiu-se chegar a seguinte Quadro:

**Quadro 1 - Relação de funcionários**

Atividades/Função	Quantidade
Gerente de produção	1
Supervisor de produção	4
Engenheiro de produção	1
Analista Técnico de produção	3
Líder de produção	19
Montador	380
Revisor	54
Inspetor de qualidade	8
Abastecedor de linha	8
<b>Total de funcionários setor</b>	<b>478</b>

Fonte: Arquivo Pessoal

Para obtermos os GSEs e as quantidades de amostras necessárias, foi utilizado como base o Manual de Estratégia de Amostragem da NIOSH, a separação dos GSEs foi feita por atividade, porém, devida a baixa exposição de alguns cargos, esses foram agrupados como atividades administrativas (Quadro 2).

**Quadro 2 - Determinação do GSE e de quantidade de amostras por GSE**

GSE	Quantidade	Amostras
Administrativos	6	6
Líder de produção	19	15
Montador	380	43
Revisor	54	21
Inspetor de qualidade	8	7
Abastecedor de linha	8	7
<b>Total de funcionários / amostras</b>	<b>478</b>	<b>99</b>

Fonte: Arquivo Pessoal

Outro ponto importante a ser considerado, é que; apesar deste setor trabalhar em dois turnos (6:45 até 15:00 e 15:00 até 23:59) as medições foram realizadas no período das 6:45 até 15:00, por ser esse período considerado como o mais ruidoso devido restrições legais de ruído ambiental.

### 3.3 REALIZAÇÃO DAS MEDIÇÕES

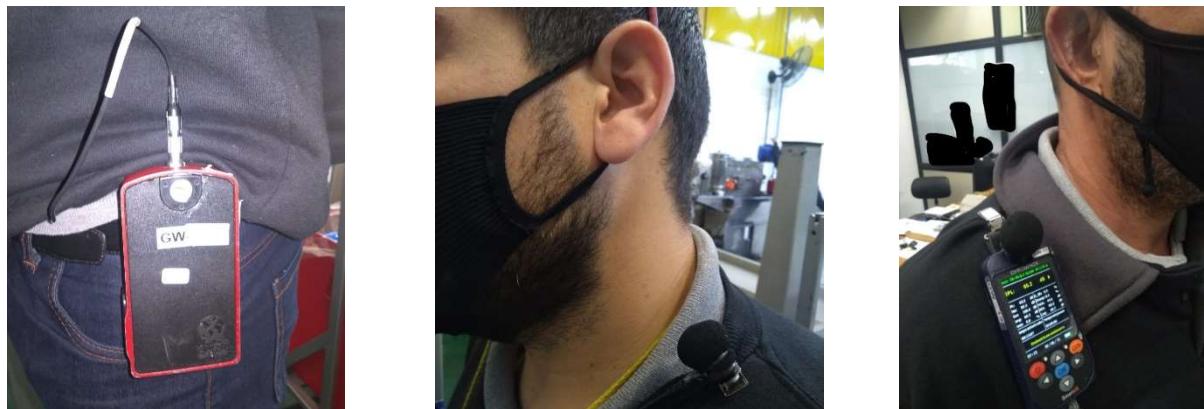
Foram realizadas medições nos GSEs enquanto trabalhavam normalmente, utilizando os dosímetros abaixo relacionados com a seguinte configuração:

- i. Incremento de duplicação de dose = 5 (q=5) e 3 (q=3);
- ii. Circuito de ponderação A;
- iii. Circuito de resposta lenta - *SLOW*;
- iv. Critério de Referencia - 85 dB(A);
- v. Faixa de medição mínima 70 a 140 dB(A);

Foram utilizados 21 audiodosímetros de três modelos diferentes (dois dos três mostrados na figura 5), sendo que os mesmos foram calibrados e os calibradores sonoros também passaram pelo processo de aferição em laboratórios certificados. Segue abaixo o Quadro 3 com a relação dos equipamentos utilizados:

A faixa de medição utilizada é maior do que aquelas definidas pelas normas (NR-15 a partir de 85 dBA sem considerar critério técnico e NHO-01 e ACGIH a partir de 80 dBA) as medições foram mais restritivas do que as normas.

**Figura 5 - Avaliação com Dosímetro**



Fonte: (Arquivo pessoal, 2021)

**Quadro 3 - Relação de equipamentos**

MARCA	MODELO	SÉRIE
3M	Edge 4	EHJ050034
3M	Edge 5	ESK070154
3M	Edge 5	ESK070156
3M	Edge 5	ESK070157
3M	Edge 5	ESK070160
3M	Edge 5	ESK070163
3M	Edge 5	ESM040096
3M	Edge 5	ESN020007
CHROMPACK	SMART dB	0000003626
CHROMPACK	SMART dB	0000003639
CHROMPACK	SMART dB	0000003702
CHROMPACK	SMART dB	0000003710
CHROMPACK	SMART dB	0000003712
CHROMPACK	SMART dB	0000000747
CHROMPACK	SMART dB	0000000748
CHROMPACK	SMART dB	0000000749
3M	Noise ProDL	NGL050007
3M	Noise ProDL	NLH060020
3M	Noise ProDL	NLH060021
3M	Noise ProDL	NLH060035
3M	Noise ProDLX	NXE110093

Fonte: Arquivo Pessoal

### 3.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS E COMPARAÇÃO COM OS CRITÉRIOS

Os resultados foram obtidos pelos equipamentos e recuperados através da geração de relatórios específicos para cada amostragem, contendo todos os dados que os aparelhos puderam captar durante a análise (histograma de exposição, Dose Q5, Dose Q3, LAVG, etc.). desses resultados, foram compilados em uma planilha de cálculo os valores de dos em Q5 e dose em Q3 por GSE e realizou-se uma avaliação de valores discrepantes dos resultados obtidos pelo método baseado em quartil e o

método baseado em desvio. Dessas análises foram eliminados do estudo quatro valores amostrados, sendo dois resultados eliminados do GSE de Montadores e dois resultados eliminados do GSE de Revisor. Mesmo com a eliminação dessas 4 amostragens, as quantidades de amostras representativas por GSE, ainda ficaram dentro do que é recomendado pelo Manual de Estratégia de Amostragem da NIOSH (*The National Institute of Occupational Safety and Health*).

Após a exclusão de resultados discrepantes, calculou-se a média geométrica das doses para cada GSE.

Transformou-se os resultados das doses em valores de dB através das formulas:

$$L_{avg} = 16,61 \times \text{LOG} \left( \frac{0,16}{8} \times \text{Dose} \right) + 80$$

$$L_{eq} = 9,97 \times \text{LOG} \left( \frac{0,08}{8} \times \text{Dose} \right) + 85$$

Os resultados obtidos para cada GSE foram comparados com os valores sugerido pela NR 15.

### 3.5 ESTUDO ESTATÍSTICO

Para a avaliação estatística dos resultados, utilizou-se o conceito de teste de ajuste de distribuição, normalmente conhecido como teste W, utilizando diretamente a ferramenta IHStat da AIHA (*American Industrial Hygiene Association*). Exemplos das curvas obtidas pela ferramenta encontram-se no Anexo.

Em todos os GSEs o teste demonstrou capacidade para uma distribuição lognormal e através dos resultados estatísticos para distribuição lognormal, utilizou-se um critério de julgamento (CJ) baseado nas seguintes formulas:

$$CJ_{LSC\ 1,95\%} = \frac{\text{LSC } 1,95\% \ (\text{Land's exato})}{\text{Dose diaria (100\%)}}$$

$$CJ_{\text{Percentil}\ 95\%} = \frac{\text{Percentil95\%}}{\text{Dose diaria (100\%)}}$$

$$CJ_{LTS\ 95\%,95\%} = \frac{LTS\ 95\%}{Dose\ diaria\ (100\%)}$$

Quando esses critérios de julgamento resultam em valores maiores que 1, são atribuídas recomendações corretivas ou preventivas os GSE analisados.

### 3.6 PROPOSTAS DE AÇÕES

A conclusão do trabalho e as propostas de ações foram baseadas nos resultados diretos das médias geométricas dos valores obtidos de cada GSE comparados aos limites de tolerância da NR 15, concluindo se a exposição estava acima do permitido ou não.

O estudo estatístico proporcionou uma visão melhor de exposição, considerando a população estudada para cada GSE e permitiu, através desta visão, orientar ações específicas em relação a continuidade de uso de EPIs (Equipamento de proteção individual) e exames audiométricos, bem como iniciar novos estudos específicos para possibilitar a eliminação total de fontes de ruído ocupacional.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 RESULTADOS PARA COMPARAÇÃO COM NR 15 E NHO 01

Os resultados obtidos como  $L_{AVG}$  e  $L_{eq}$  para comparação com o limite de tolerância de 85 dB(A) foram os seguintes:

**Quadro 4 - Resultados de exposição a ruído com q=5**

GSE	Dose (%)	$L_{AVG}$ (dBA)	LT (8 horas)
Administrativos	4,6	62,8	
Líder de produção	15,1	71,4	
Montador	24,0	74,7	
Revisor	23,3	74,5	85 dB(A)
Inspetor de qualidade	23,6	73,6	
Abastecedor de linha	13,8	70,7	

Fonte: Arquivo Pessoal

**Quadro 5 - Resultados de exposição a ruído com q=3**

GSE	Dose (%)	$L_{eq}$ (dBA)	LT (8 horas)
Administrativos	5,6	72,5	
Líder de produção	19,0	77,8	
Montador	41,9	81,2	
Revisor	42,6	81,3	85 dB(A)
Inspetor de qualidade	40,6	81,1	
Abastecedor de linha	21,6	78,4	

Fonte: Arquivo Pessoal

Como é possível observar, nenhum dos GSEs analisados estão acima no limite de tolerância tanto para NR 15 como para NHO 01, bem como também não estão acima do limite de ação para a NR 15 (80 dB(A)) e NHO 01 (82 dB(A)).

Isso permite observar que existe uma situação de conformidade com as duas normas e aparentemente não indica a necessidade de nenhuma tomada de ação.

#### 4.2 ANÁLISE ESTATÍSTICA COM CRITÉRIO DE JULGAMENTO

Os resultados das análises estatísticas seguem nos Quadros abaixo:

**Quadro 6 - Resultados de exposição a ruído com q=5**

Parâmetros Estatísticos	Adm.	Líder	Montador	Revisor	Insp. de Qualidade	Abastecedor
<b>LSC 1,95% - Land's "Exato"</b>	130	37,5	36,8	41,6	44,3	30
<b>Percentil 95</b>	39,8	60,3	71,2	71,3	54,0	35,6
<b>LTS 95%,95%</b>	399	131	97,3	121	130	97,6
<b>% acima do LT</b>	0,95	1,23	1,54	1,61	0,20	0,03
<b>CJ LSC</b>	1,3	0,375	0,368	0,416	0,443	0,3
<b>CJ Percentil 95%</b>	0,398	0,603	0,712	0,713	0,540	0,356
<b>CJ LTS 95% 95%</b>	3,990	1,310	0,973	1,210	1,300	0,976

Fonte: Arquivo Pessoal

**Quadro 7 - Resultados de exposição a ruído com q=3**

Parâmetros Estatísticos	Adm.	Líder	Montador	Revisor	Insp. de Qualidade	Abastecedor
<b>LSC 1,95% - Land's "Exato"</b>	447	72,9	84,2	103	83,4	74,2
<b>Percentil 95</b>	67,7	107,6	178,8	180,2	100,1	75,3
<b>LTS 95%,95%</b>	961	284	272	356	262	286
<b>% acima do LT</b>	2,85	5,76	16,20	16,53	5,02	2,19
<b>CJ LSC</b>	4,470	0,729	0,842	1,030	0,834	0,742
<b>CJ Percentil 95%</b>	0,677	1,076	1,788	1,802	1,001	0,753
<b>CJ</b>	9,610	2,840	2,720	3,560	2,620	2,860

Fonte: Arquivo Pessoal

Significados dos parâmetros estatísticos:

LSC 1,95% - Land's "Exato": se o Limite Superior de Confiança unilateral em 95% (LSC, 1,95%) da média aritmética está abaixo do LT, podemos, no mínimo, ter 95%

de certeza de que a média aritmética do perfil de exposição está abaixo do LT, para isso o CJ LSC ficaria menor que 1.

Percentil 95: fornece uma "foto" do perfil da cauda superior do GSE e é especialmente importante quando se avaliam os riscos à saúde pela exposição a agentes químicos com efeitos agudos à saúde (tal como cianeto de hidrogênio) ou quando se avalia o risco de não-conformidade a um LT. Esse valor pode nos dar a noção de que a exposição média a níveis mais baixos. Entretanto, existe uma incerteza associada à estimativa do percentil. O CJ Percentil 95% representa o julgamento para exposições acima do LT.

LTS 95%,95%: limite superior de um intervalo de tolerância. Este parâmetro pode ser visto como um limite superior de confiança do percentil 95. Assim, temos a confiança de que pelo menos 95% da distribuição é inferior ao LTS 1,95%, estimativa de 95%, neste caso se o CJ LTS 95% 95% estiver abaixo de 1, temos 95% de certeza estatística que 95% do grupo estudado está abaixo do L. E como sugestão, se o valor for inferior 0,5 podemos recomendar que não será necessário uso de EPI para proteção auditiva.

Dentro da discussão dos resultados, vale retomarmos aqui a discussão de interpretar os dados de  $q=5$  ou  $q=3$ .

Nos estudos que foram realizados sobre a relação da perda auditiva e a taxa de troca (SUTER, 1993) fica claro em sua conclusão que a opção mais científica e mais conservadora é a utilização de  $q=3$ , mas que isso ainda pode esbarrar em definições políticas em relação ao LT.

Existem países que adotam um LT de 90 dB(A) com uma  $q=3$ , como o México, ou então um LT de 87 também com  $q=3$ , como o Canadá (ARENAS; SUTER, 2014). Porém, uma mudança no LT implicaria em um retrocesso ao processo de LT de ruído que já passamos aqui no Brasil.

Desta forma, para a discussão dos resultados obtidos para a tomadas de ações preventivas, iremos considerar os resultados do Quadro 07.

Ao analisarmos os resultados estatísticos, podemos observar que o CJ fornece uma informação visual muito rápida, pois permite destacar todos os valores que estão acima de 1.

Com isso, podemos perceber que os valores estatísticos encontrados com fator de troca igual a 3 possuem risco de exposição acima do Limite de Tolerância muito mais evidentes.

Nos casos dos GSEs de Montador e de Revisor, se considerarmos o q3, existe uma exposição acima do limite de tolerância de 16% do grupo. Isso demonstra a necessidade de manter proteções e ainda atuar preventivamente nas fontes de ruído para diminuir a exposição.

Os dados estatísticos discrepantes do GSE Administrativo, demonstram uma falha na escolha da amostra ou na divisão do GSE.

#### 4.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentado teve como propósito avaliar a exposição ao ruído de uma linha de montagem de conceito inovador. Através dos resultados obtidos e das avaliações realizadas, podemos concluir que os trabalhadores desta nova linha estão em conformidade de exposição em relação a NR 15, não tendo sido observada a ultrapassagem do limite de tolerância de 85 dB(A) nas médias geométricas dos GSE analisados.

Os resultados não devem induzir ao erro de concluir que devido a essa baixa exposição, não será mais necessário o uso de EPIs ou atuação de forma preventiva sobre as fontes de ruído ainda existentes.

Os estudo estatísticos demonstraram que existe algumas não conformidades relacionadas principalmente as análises realizadas com  $q=3$ .

Além da existência de um cenário de revisão da atual NR 15 com adoção das recomendações da NHO 01 (que já orienta ao uso de  $q=3$ ), utilizar uma avaliação mais conservadora é sempre recomendado quando estamos falando de um agente de risco que pode provocar uma perda permanente da qualidade de vida das pessoas.

Conclui-se, portanto, que os trabalhadores de todos os GSE deste setor continuem a usar EPIs para o risco de exposição ao ruído, que eles também continuem sendo monitorados em relação a sua perda auditiva através de exames audiométricos e que seja iniciado um estudo de identificação de fontes de ruído específicas e ações específicas para reduzir o ruído dessas fontes ou limitar acesso a zonas ruidosas.

Outro ponto importante é o de realizar uma explanação desses resultados para os gestores do Programa de Conservação Auditiva (PCA), na tentativa de demonstrar a possibilidade de multiplicar esse resultado para outros setores.

Desse modo, pode-se dizer que as informações obtidas junto com as análises realizadas, irão contribuir para uma tomada de decisão gerencial alinhada com as questões relacionadas a Perda Auditiva Induzida pelo Ruído Ocupacional, prevenindo o agravamento desta doença do trabalho.

## 5 CONCLUSÕES

O estudo apresentado teve como objetivo ampliar a forma de análise de ruido, abrangendo tanto o fator de dobra Q5 como o Q3 e a partir dos resultados concluir sobre o caráter legal da exposição e as ações gerenciais para melhorar a qualidade de vida dos trabalhadores.

Esse objetivo foi atingido através da demonstração de que os trabalhadores expostos estão abaixo do limite de ação preconizado na legislação vigente, porém, mesmo com essa baixa exposição, estatisticamente é demonstrada a possibilidade de uma exposição com possibilidade de perda auditiva para uma parcela dos funcionários.

Com isso faz-se necessário uma continuidade na manutenção das proteções existentes e ações pontuais para eliminar fontes de ruido que ainda estejam presentes no ambiente de trabalho.

Conclui-se que foi possível quantificar a exposição e direcionar corretamente ações gerenciais para uma tomada de decisão voltada para sustentabilidade do setor estudado.

## REFERÊNCIAS

ARENAS, J. P.; SUTER, A. H. **Comparison of occupational noise legislation in the Americas: An overview and analysis.** Medknow Publications, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.4103/1463-1741.140511>>. Acesso em: 18 Ago. 2021.

AREZES, P. **Percepção do risco de exposição ocupacional ao ruído.** 2002. Disponível em: <<http://repositorium.sdum.uminho.pt/handle/1822/387>>. Acesso em: 4 Ago. 2021.

ASSUNÇÃO, A. Á.; ABREU, M. N. S.; SOUZA, P. S. N. **Prevalência de exposição a ruído ocupacional em trabalhadores brasileiros: resultados da Pesquisa Nacional de Saúde.** 2013. Cadernos de Saúde Pública, v. 35, n. 10, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00094218>>. Acesso em: 26 Jul. 2021.

AUDITION CLARISSE HASSSLER. **L’Oreille.** [S. I.], 2021. Disponível em: <<http://www.auditionhassler.fr/l-oreille/1/physiologie/>>. Acesso em: 19 Ago. 2021.

BRASIL. NR 15 - **Atividades e Operações Insalubres.** Portaria TEM n.º1.297, de 13 de agosto de 2014. Disponível em: <<https://www.gov.br/trabalho-e-previdencia/pt-br/composicao/orgaos-especificos/secretaria-de-trabalho/inspecao/securanca-e-saude-no-trabalho/ctpp-nrs/norma-regulamentadora-no-15-nr-15>>. Acesso em: 22 Ago. 2021

CANDIDO FERNANDES, J. **Acústica e Ruídos.** 2002. Disponível em: <http://email.feb.unesp.br/~jcandido>. Acesso em: 14 Ago. 2021.

FLUXO CONSULTORIA; PRODUTIVA JR. **Quais os tipos de layout e como escolher o ideal para minha indústria?.** 2020. Disponível em: <<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/quais-os-tipos-de-layout/>>. Acesso em: 21 Ago. 2021.

FUNDACENTRO. **Guia Técnico sobre estratégia de amostragem e interpretação de resultados de avaliações quantitativas de agentes químicos em ambientes de**

**trabalho.** São Paulo, 2018. Disponível em: <<https://www.unicesumar.edu.br/biblioteca/wp-content/uploads/sites/50/2019/06/Guia-tecnico-sobre-estrategia-de-amostragem-e-interpretacao.pdf>>. Acesso em: 21 Ago. 2021.

**FUNDACENTRO. NORMA DE HIGIENE OCUPACIONAL PROCEDIMENTO TÉCNICO: NHO 01.** São Paulo: Fundacentro; Ministério do Trabalho e Emprego, 2001. Disponível em: <<https://www.gov.br/fundacentro/pt-br/centrais-de-conteudo/biblioteca/nhos>>. Acesso em: 21 Ago. 2021.

HOFFMAN, H. J. *et al.* **Declining prevalence of hearing loss in US adults aged 20 to 69 years.** JAMA Otolaryngology - Head and Neck Surgery, [s. l.], v. 143, n. 3, p. 274–285, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1001/JAMAOTO.2016.3527>>. Acesso at: 3 Aug. 2021.

SALIBA, T. M. **Manual Prático de Avaliação e Controle de Ruído.** 11. ed. São Paulo: LTr, 2019.

SUPER EPI. **Super EPI,** 2010. Site de venda de EPIs. Disponível em: <<https://www.superepi.com.br/L>>. Acesso em: 29 Ago. 2021.

SUTER, A. H. **The relationship of the exchange rate to noise-induced hearing loss.** Noise News International, [s. l.], v. 1, n. 3, p. 131–157, 1993. Disponível em: <<https://doi.org/10.3397/1.3703003>>. Acesso em: 25 Jul. 2021.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. **Agentes Físicos I.** São Paulo: Epusp- EAD/ PECE, 2020, 176p.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. Escola Politécnica Programa de Educação Continuada. **APOSTILA DE ESTRATÉGIA DE AMOSTRAGEM.** São Paulo: Epusp- EAD/PECE, 2021, 116p.

## ANEXO – VISÃO GERAL DAS PLANILHAS DE CÁLCULO ESTATÍSTICO

### Administrativo – Q5

#### Estatísticas de Higiene Industrial

LEO  
100

Dados da amostra

19,2  
6,9  
9,2  
1,1  
10,1  
6,2  
0,5



#### Estatística descritiva

Número de amostras (n)	7
Máximo (Max)	19,2
Mínimo (min)	0,5
Faixa	18,7
Média	7,6
Mediana	6,9
Desvio padrão (s)	6,3
Média geométrica	4,58
Desvio padrão geométrico	3,72
Porcentagem acima LEO	0,0%

#### Teste de ajuste de uma distribuição

Teste-W de dados log-transformados 0,869  
Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )? Sim

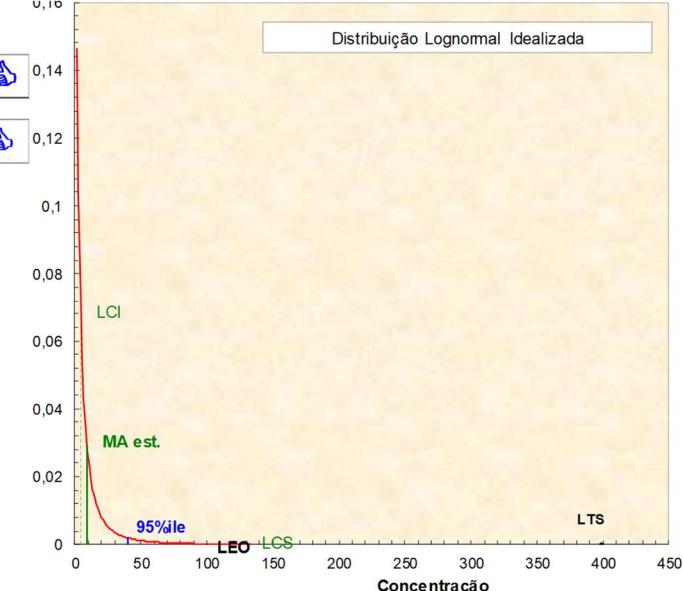
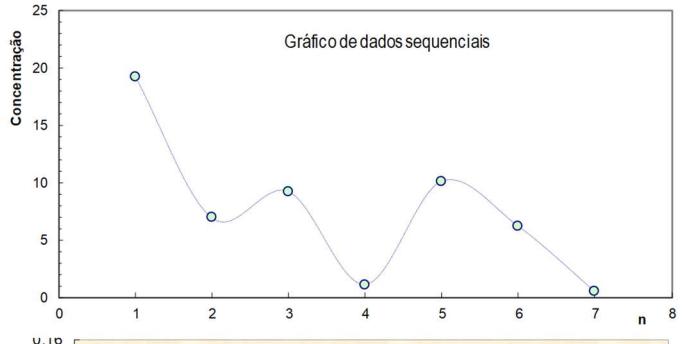
Teste-W de dados 0,920  
Normal ( $\alpha = 0,05$ )? Sim

#### Estatísticas Paramétricas Lognormais

Média Aritmética Estimada - MA est.	9,060
LCI 1,95% - Land's "Exato"	4,390
LCS 1,95% - Land's "Exato"	130,00
Percentil 95	39,76
LTS 95%,95%	399
Porcentagem acima do LEO	0,9%
LCI 1,95% > LEO	
LCS 1,95% > LEO	14,8

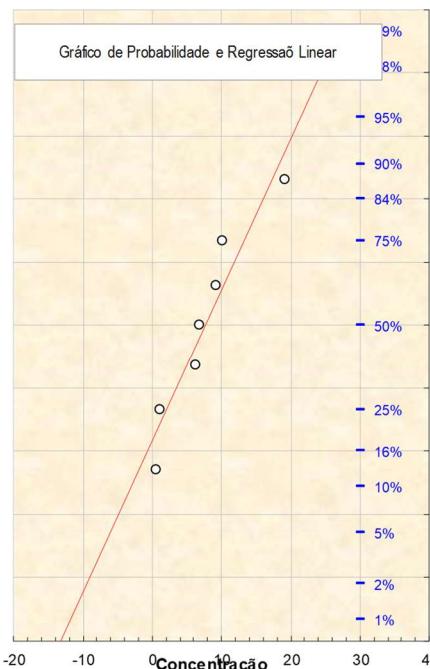
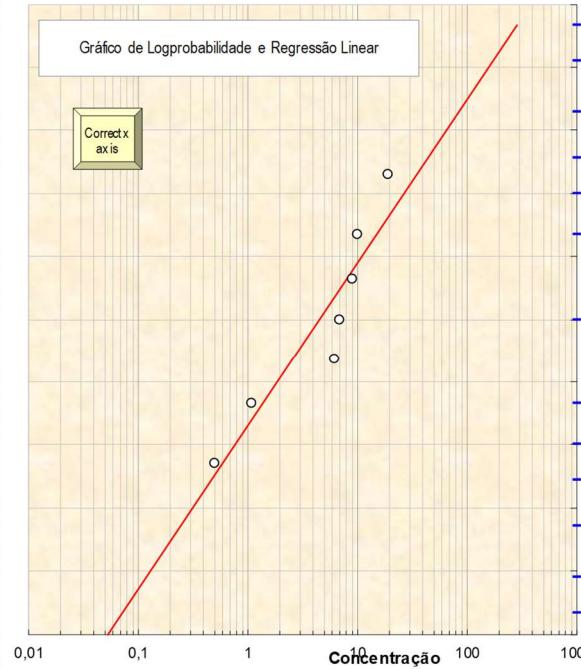
#### Estatísticas Paramétricas Normais

Média	7,6
LCI 1,95% - estatísticas t	2,970
LCS 1,95% - estatísticas t	12,230
Percentil 95 - Z	17,971
LTS95%,95%	29
Porcentagem acima do LEO	0,0%



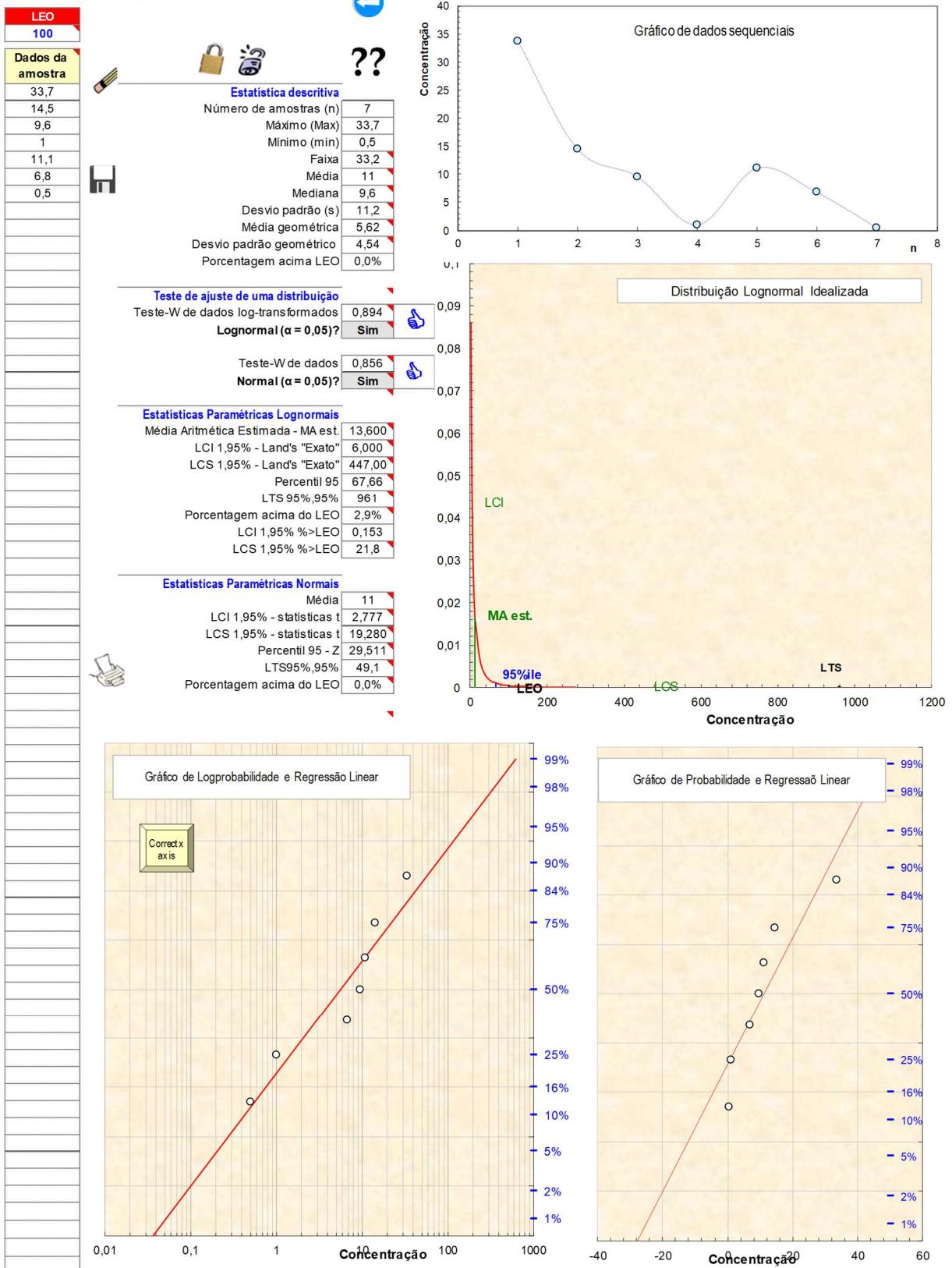
#### Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear

Correct x axis



## Administrativo – Q3

### Estatísticas de Higiene Industrial



## Líder – Q5

### Estatísticas de Higiene Industrial

**LEO**  
**100**

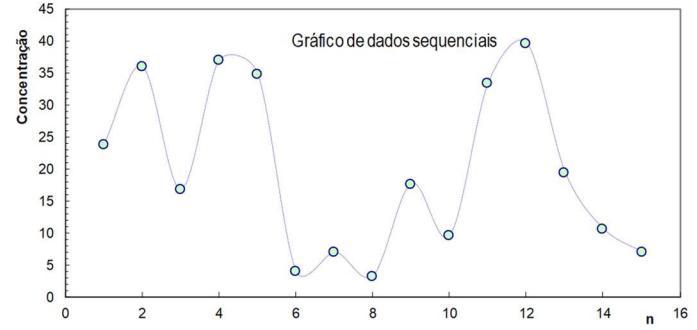
#### Dados da amostra

23,7  
35,9  
16,7  
36,9  
34,8  
3,9  
6,9  
3,2  
17,6  
9,5  
33,4  
39,6  
19,4  
10,5  
7



#### Estatística descritiva

Número de amostras (n) 15  
Máximo (Max) 39,6  
Mínimo (min) 3,2  
Faixa 36,4  
Média 19,9  
Mediana 17,6  
Desvio padrão (s) 13,2  
Média geométrica 15,1  
Desvio padrão geométrico 2,32  
Porcentagem acima LEO 0,0%



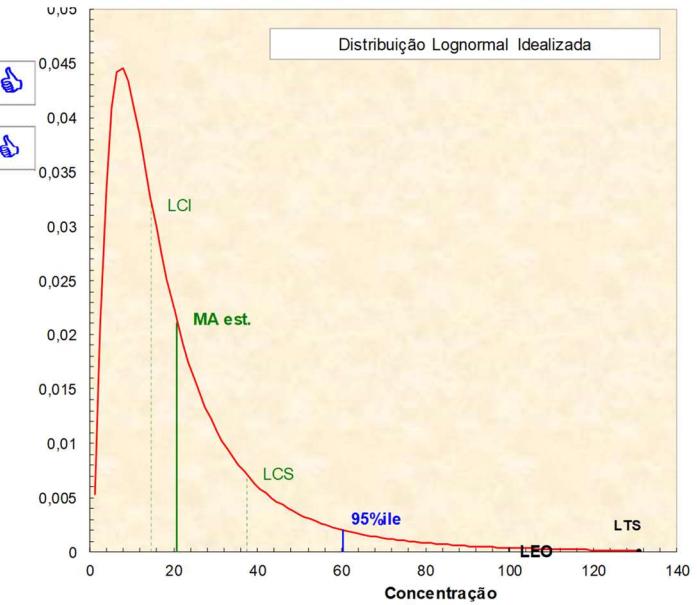
#### Teste de ajuste de uma distribuição

Teste-W de dados log-transformados 0,909  
Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )? Sim

Teste-W de dados 0,891  
Normal ( $\alpha = 0,05$ )? Sim

#### Estatísticas Paramétricas Lognormais

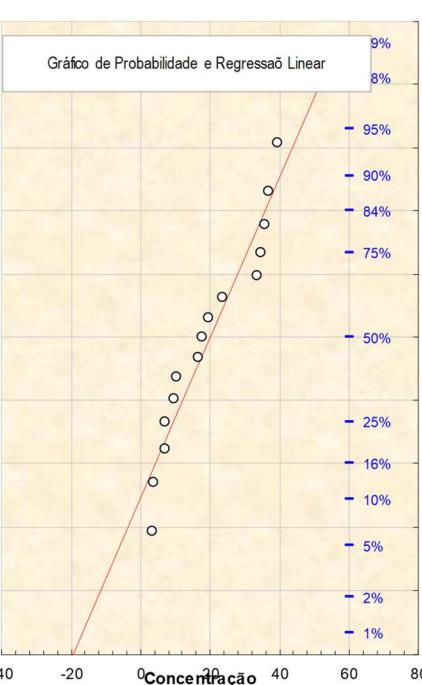
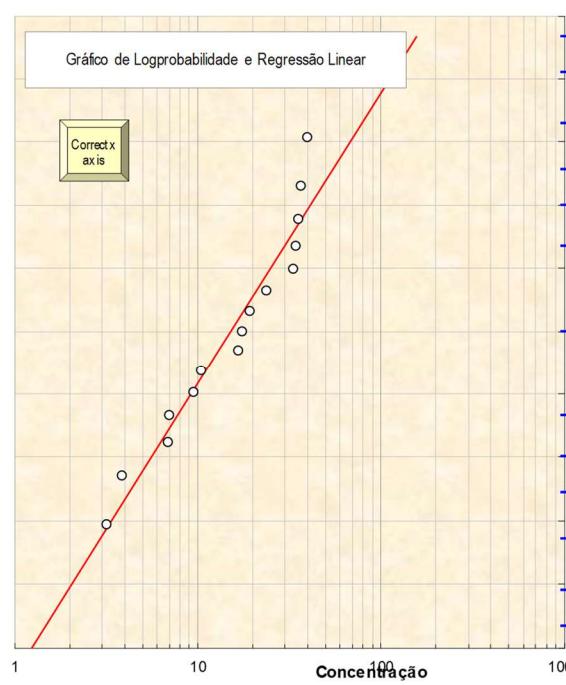
Média Aritmética Estimada - MA est. 20,900  
LCI 1,95% - Land's "Exato" 14,800  
LCS 1,95% - Land's "Exato" 37,50  
Percentil 95 60,30  
LTS 95%, 95% 131  
Porcentagem acima do LEC 1,2%  
LCI 1,95% %>LEO 0,12  
LCS 1,95% %>LEO 7,91



#### Estatísticas Paramétricas Normais

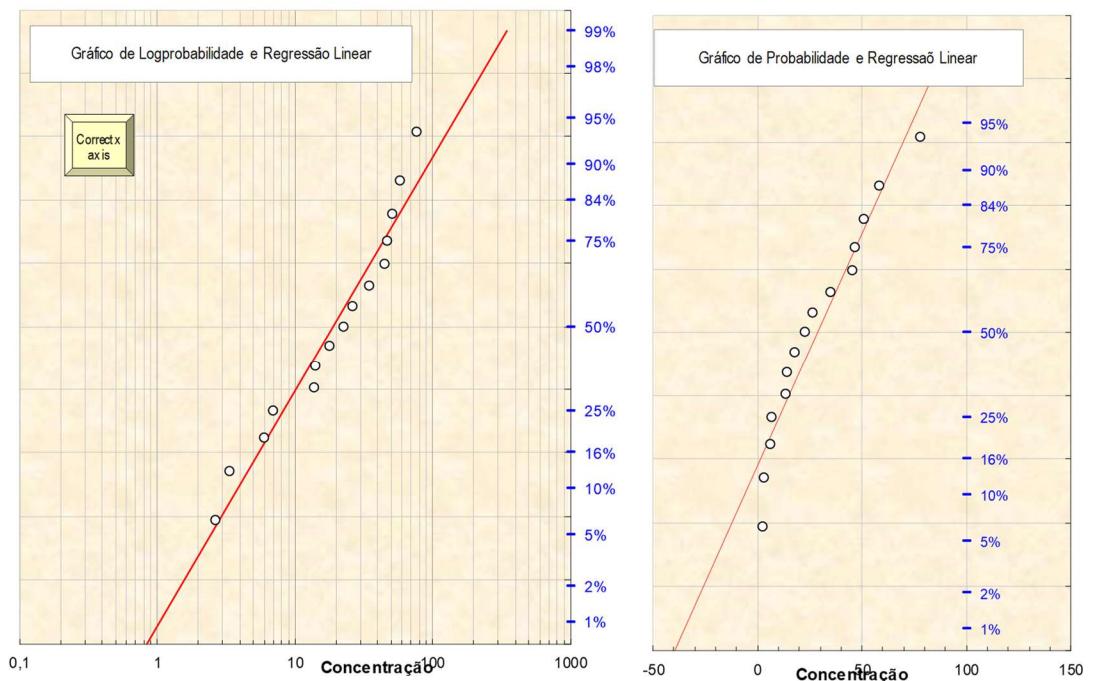
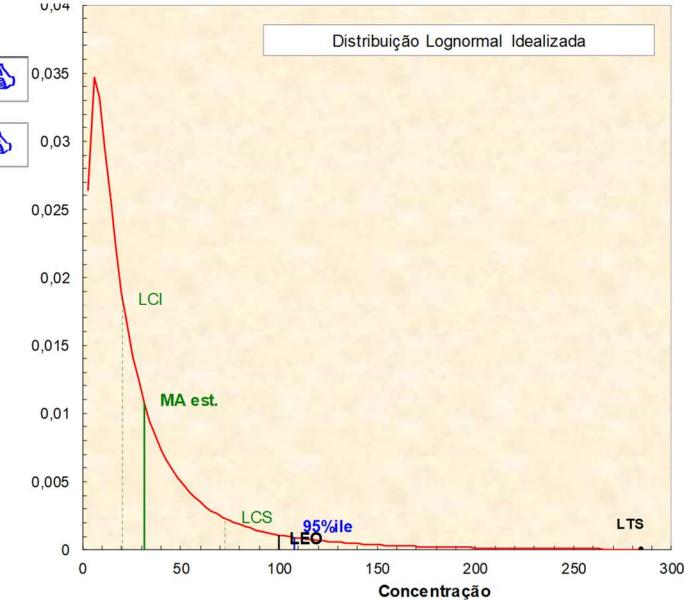
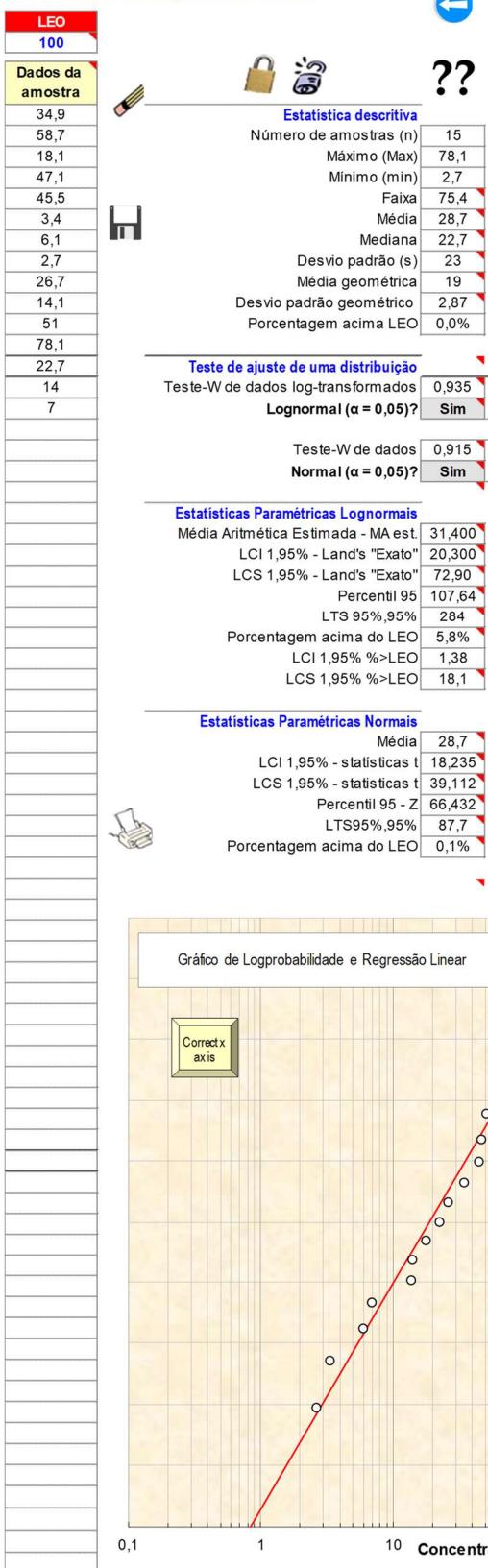
Média 19,9  
LCI 1,95% - estatísticas t 13,937  
LCS 1,95% - estatísticas t 25,930  
Percentil 95 - Z 41,625  
LTS95%,95% 53,8  
Porcentagem acima do LEO 0,0%

#### Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear



### Líder – Q3

#### Estatísticas de Higiene Industrial



## Montador – Q5

### Estatísticas de Higiene Industrial

**LEO**  
100

Dados da amostra

12,6
23,6
104,7
38,1
16,3
89
135
32,8
72,3
27,2
118,6
16,4
7
47,7
35,3
35,3
20,1
174,1
107,1
72,2
116,7
58,7
130,7
56,1
20,8
13
26,7
54,6
117,5
41,2
58,7
93,3
30,9
9,1
56,1
60,8
6,2
37
58,7
135
10,7



### Estatística descritiva

Número de amostras (n)	41
Máximo (Max)	174,1
Mínimo (min)	6,2
Faixa	167,9
Média	58
Mediana	47,7
Desvio padrão (s)	43,5
Média geométrica	41,9
Desvio padrão geométrico	2,42
Porcentagem acima LEO	22,0%

### Teste de ajuste de uma distribuição

Teste-W de dados log-transformados **0,954**

Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )? **Sim**

Teste-W de dados **0,897**

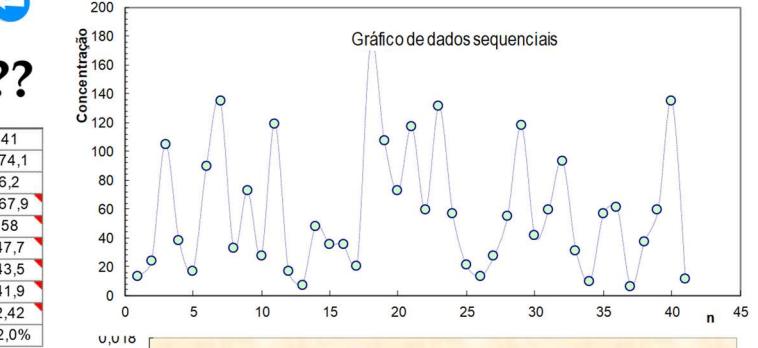
Normal ( $\alpha = 0,05$ )? **Não**

### Estatísticas Paramétricas Lognormais

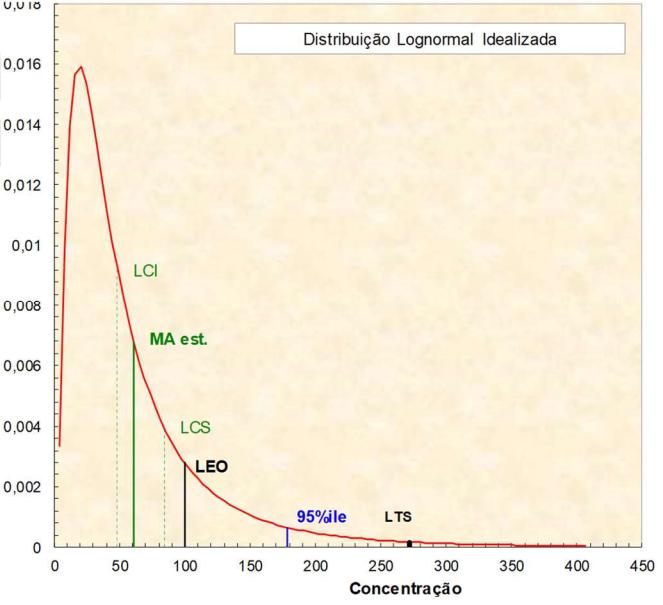
Média Aritmética Estimada - MA est.	61,000
LCI 1,95% - Land's "Exato"	48,400
LCS 1,95% - Land's "Exato"	84,20
Percentil 95	178,81
LTS 95%,95%	272
Porcentagem acima do LEO	16,2%
LCI 1,95% %>LEO	9,75
LCS 1,95% %>LEO	25,2

### Estatísticas Paramétricas Normais

Média	58
LCI 1,95% - estatísticas t	46,570
LCS 1,95% - estatísticas t	69,426
Percentil 95 - Z	129,484
LTS95%,95%	150
Porcentagem acima do LEO	16,7%

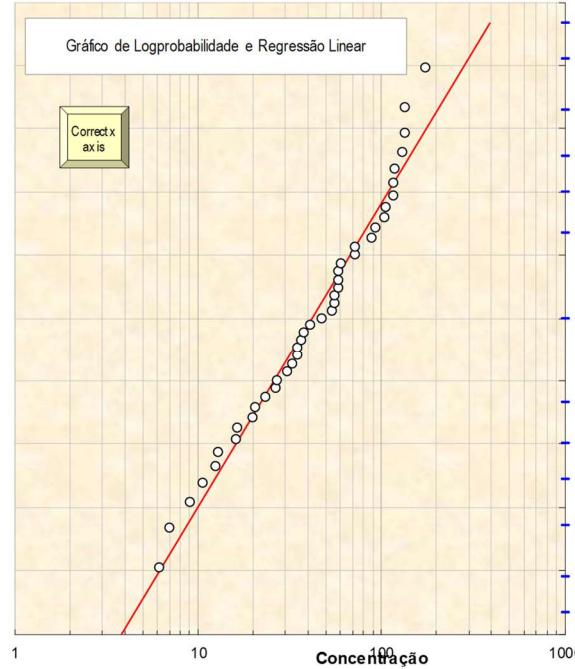


Distribuição Lognormal Idealizada

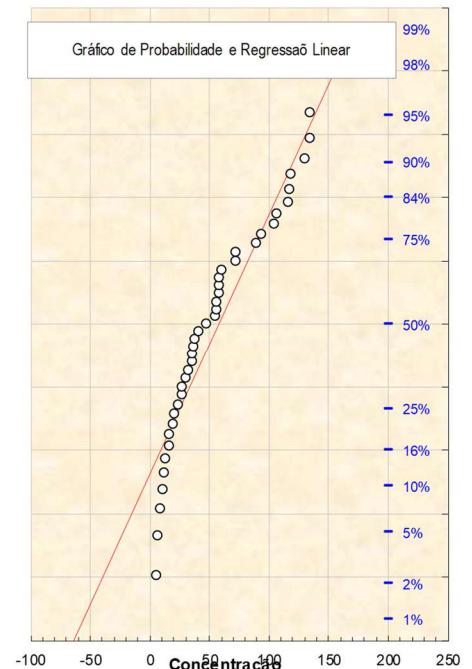


### Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear

Correct x axis



### Gráfico de Probabilidade e Regressão Linear



Montador – Q3

**Estatísticas de Higiene Industrial**

**Dados da amostra**

LEO	100
10,1	
14,2	
38,9	
17,9	
11,3	
47,9	
52,1	
21,6	
34,8	
19,9	
46,2	
11	
7	
29,1	
22,3	
19,4	
15	
59,8	
47,7	
40,1	
56,6	
33,9	
60,9	
33,4	
14,8	
10,7	
17,6	
27	
46,1	
23,4	
33,9	
36,8	
24,6	
6,5	
29,8	
40,6	
5,1	
23,9	
29,1	
54,3	
8,1	

**Estatística descritiva**

Número de amostras (n)	41
Máximo (Max)	60,9
Mínimo (min)	5,1
Faixa	55,8
Média	28,9
Mediana	27
Desvio padrão (s)	16
Média geométrica	24
Desvio padrão geométrico	1,94
Porcentagem acima LEO	0,0%

**Teste de ajuste de uma distribuição**

Teste-W de dados log-transformados	0,942
Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )?	Sim

Teste-W de dados	0,946
Normal ( $\alpha = 0,05$ )?	Sim

**Estatísticas Paramétricas Lognormais**

Média Aritmética Estimada - MA est.	29,700
LCI 1,95% - Land's "Exato"	25,000
LCS 1,95% - Land's "Exato"	36,80
Percentil 95	71,18
LTS 95%,95%	97,3
Porcentagem acima do LEO	1,5%
LCI 1,95% > LEO	0,437
LCS 1,95% > LEO	4,68

**Estatísticas Paramétricas Normais**

Média	28,9
LCI 1,95% - estatísticas t	24,650
LCS 1,95% - estatísticas t	33,077
Percentil 95 - Z	55,218
LTS95%,95%	62,8
Porcentagem acima do LEO	0,0%

**Gráfico de dados sequenciais**

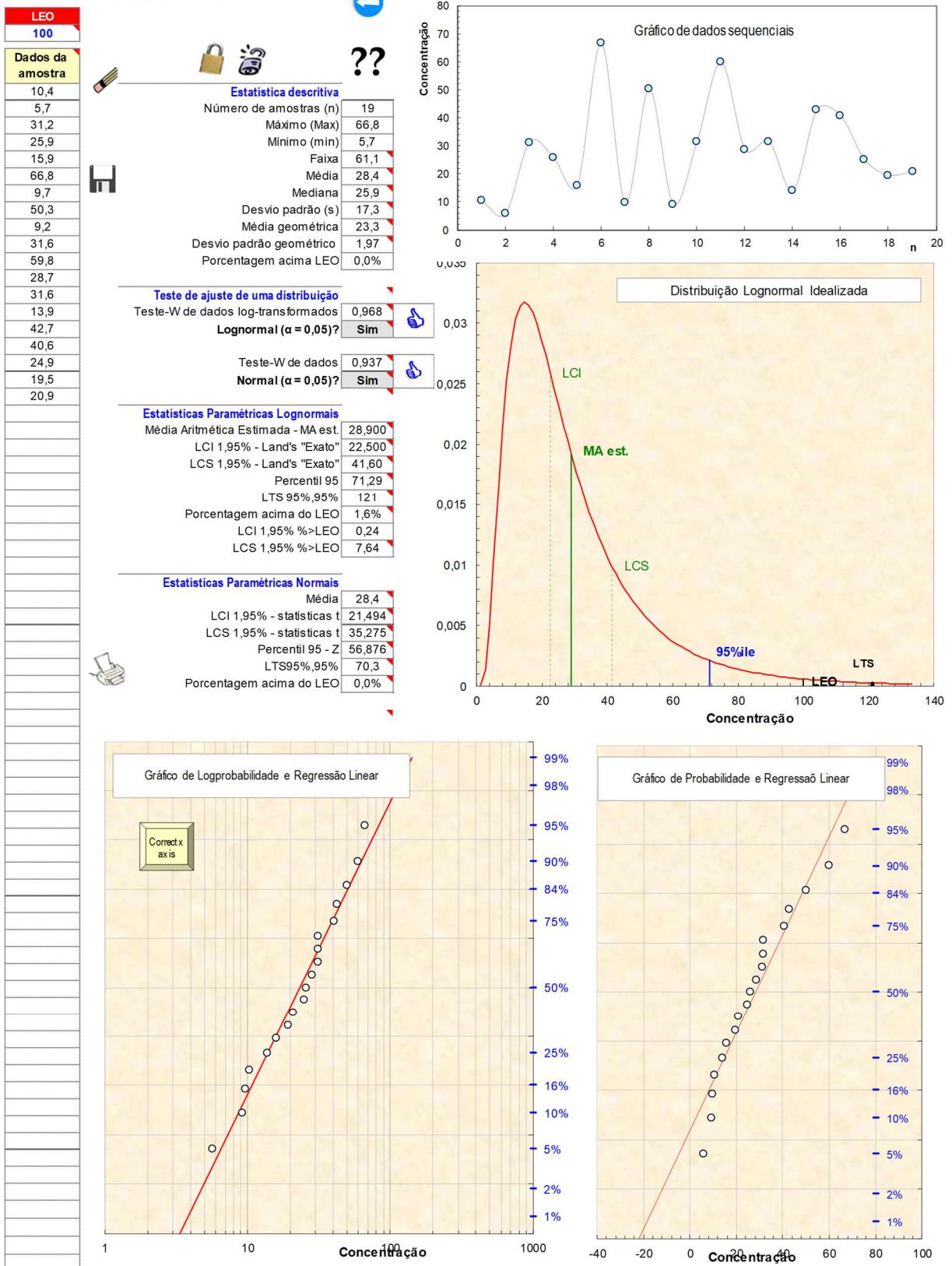
**Distribuição Lognormal Idealizada**

**Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear**

**Gráfico de Probabilidade e Regressão Linear**

## Revisor – Q5

### Estatísticas de Higiene Industrial



### Revisor – Q3

#### Estatísticas de Higiene Industrial

**LEO**  
100

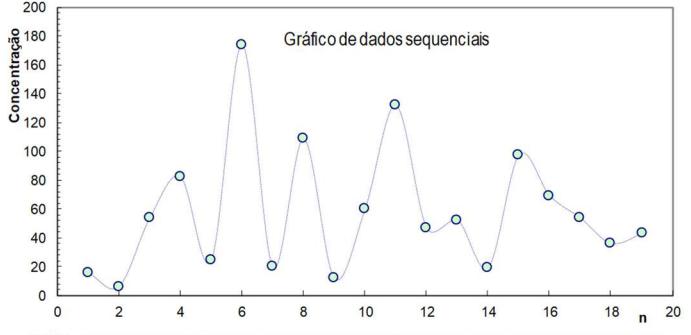
**Dados da amostra**

15,7
6
53,5
82,3
24,3
174,1
19,8
108,6
11,7
60,1
131,9
46,6
52,3
19,3
97,4
69
53,5
36
43,2



**Estatística descritiva**

Número de amostras (n)	19
Máximo (Max)	174,1
Mínimo (min)	6
Faixa	168,1
Média	58,2
Mediana	52,3
Desvio padrão (s)	44,3
Média geométrica	42,6
Desvio padrão geométrico	2,40
Porcentagem acima LEO	15,8%



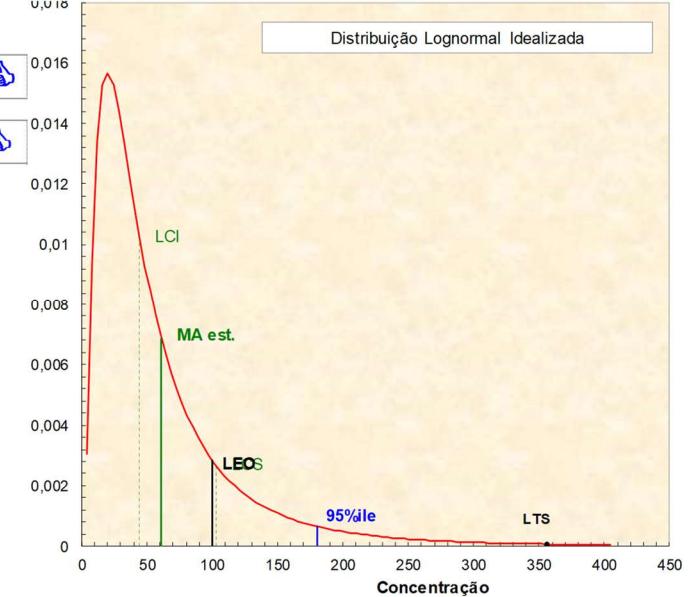
#### Teste de ajuste de uma distribuição

Teste-W de dados log-transformados  
Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )?  Sim

Teste-W de dados  
Normal ( $\alpha = 0,05$ )?  Sim

#### Estatísticas Paramétricas Lognormais

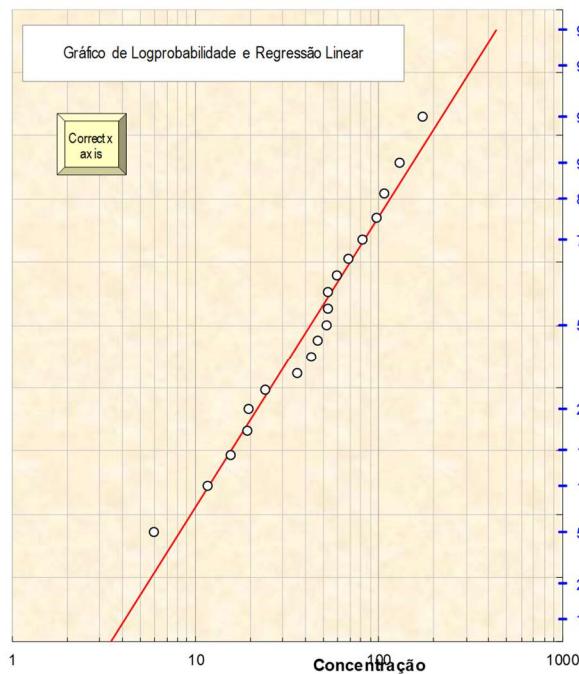
Média Aritmética Estimada - MA est.	60,900
LCI 1,95% - Land's "Exato"	44,000
LCS 1,95% - Land's "Exato"	103,00
Percentil 95	180,20
LTS 95%,95%	356
Porcentagem acima do LEO	16,5%
LCI 1,95% %>LEO	7,73
LCS 1,95% %>LEO	30,8



#### Estatísticas Paramétricas Normais

Média	58,2
LCI 1,95% - estatísticas t	40,530
LCS 1,95% - estatísticas t	75,817
Percentil 95 - Z	131,129
LTS95%,95%	166
Porcentagem acima do LEO	17,3%

#### Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear



## Inspetor de Qualidade – Q5

### Estatísticas de Higiene Industrial

**LEO**  
100

Dados da amostra

26,5  
41,7  
23,6  
12,1  
11,9  
29,5  
37,3



??

#### Estatística descritiva

Número de amostras (n)	7
Máximo (Max)	41,7
Mínimo (min)	11,9
Faixa	29,8
Média	26,1
Mediana	26,5
Desvio padrão (s)	11,4
Média geométrica	23,6
Desvio padrão geométrico	1,65
Porcentagem acima LEO	0,0%

#### Teste de ajuste de uma distribuição

Teste-W de dados log-transformados

Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )?

Sim

OK

Normal ( $\alpha = 0,05$ )?

Sim

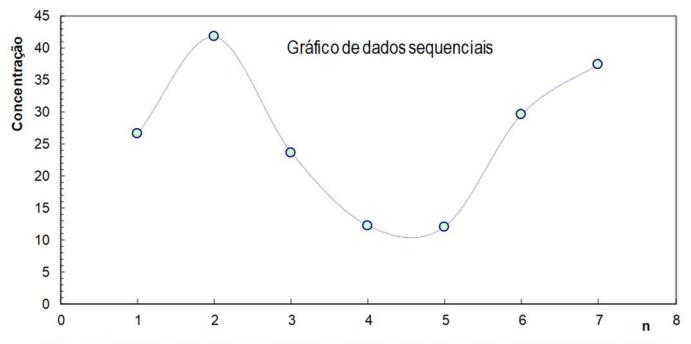
OK

#### Estatísticas Paramétricas Lognormais

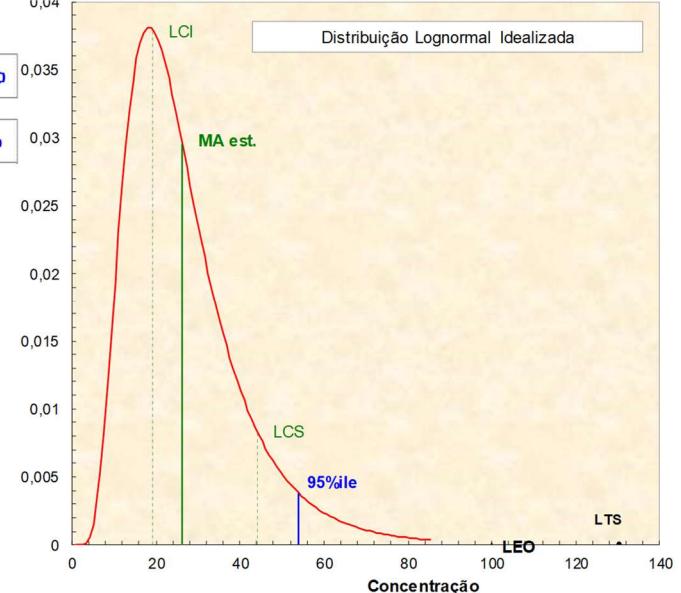
Média Aritmética Estimada - MA est.	26,300
LCI 1,95% - Land's "Exato"	19,300
LCS 1,95% - Land's "Exato"	44,30
Percentil 95	54,00
LTS 95%,95%	130
Porcentagem acima do LEO	0,2%
LCI 1,95% > LEO	0,2%
LCS 1,95% < LEO	8,87

#### Estatísticas Paramétricas Normais

Média	26,1
LCI 1,95% - estatísticas t	17,688
LCS 1,95% - estatísticas t	34,483
Percentil 95 - Z	44,895
LTS95%,95%	64,8
Porcentagem acima do LEO	0,0%

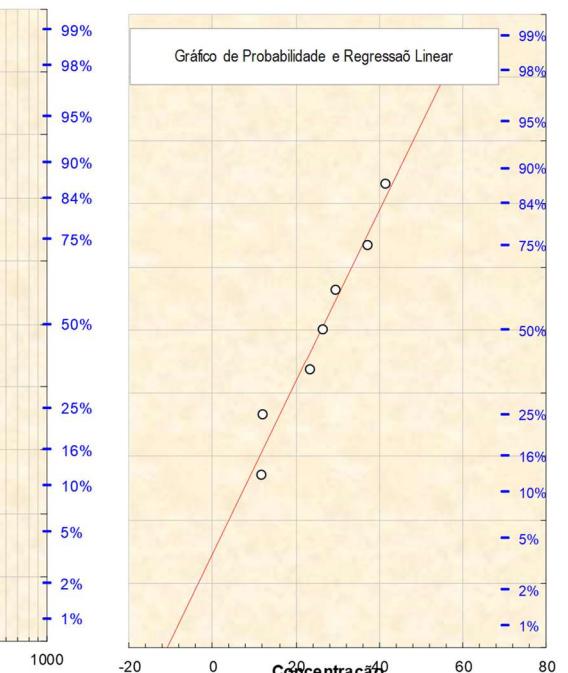
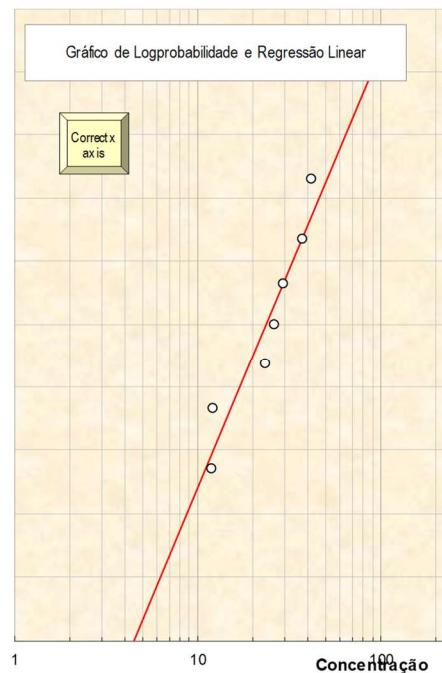


Distribuição Lognormal Idealizada



#### Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear

Correct x axis



### Inspetor de Qualidade – Q3

#### Estatísticas de Higiene Industrial

**LEO**  
100

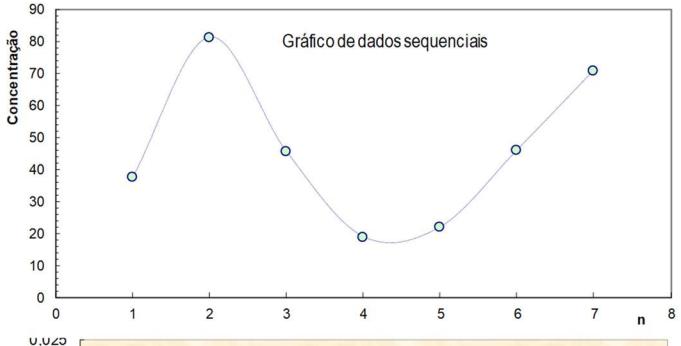
Dados da amostra

37,3  
81,2  
45,5  
18,8  
21,7  
45,7  
70,7



#### Estatística descritiva

Número de amostras (n)	7
Máximo (Max)	81,2
Mínimo (min)	18,8
Faixa	62,4
Média	45,8
Mediana	45,5
Desvio padrão (s)	23,3
Média geométrica	40,6
Desvio padrão geométrico	1,73
Porcentagem acima LEO	0,0%



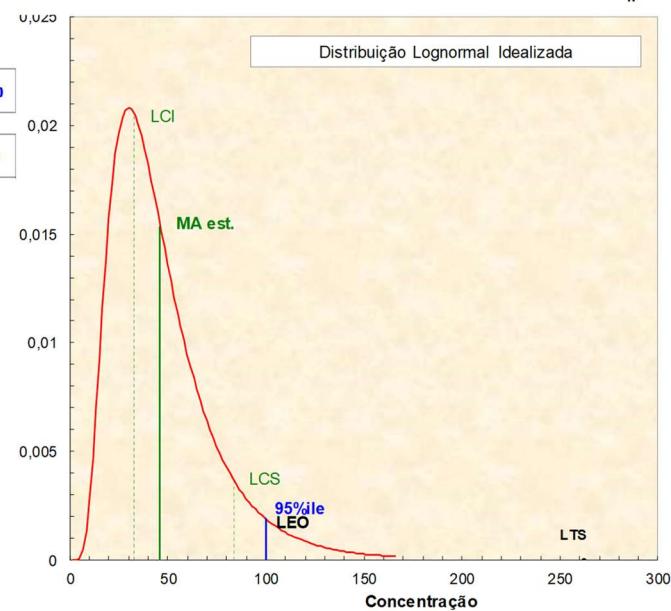
#### Teste de ajuste de uma distribuição

Teste-W de dados log-transformados  
Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )? 0,933 Sim

Teste-W de dados  
Normal ( $\alpha = 0,05$ )? 0,926 Sim

#### Estatísticas Paramétricas Lognormais

Média Aritmética Estimada - MA est.	46,100
LCI 1,95% - Land's "Exato"	33,000
LCS 1,95% - Land's "Exato"	83,40
Percentil 95	100,13
LTS 95%,95%	262
Porcentagem acima do LEO	5,0%
LCI 1,95% %>LEO	0,484
LCS 1,95% %>LEO	26,8

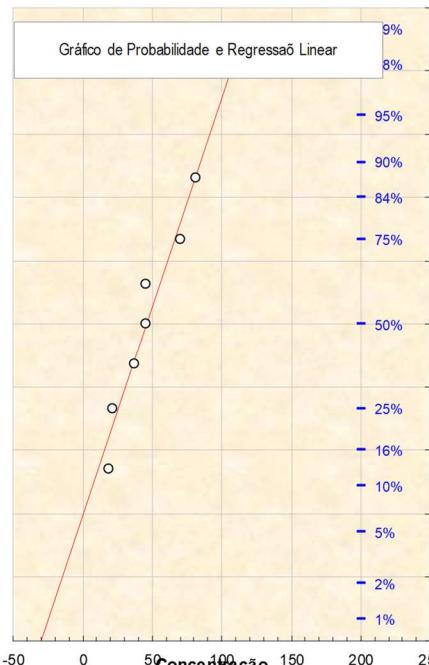
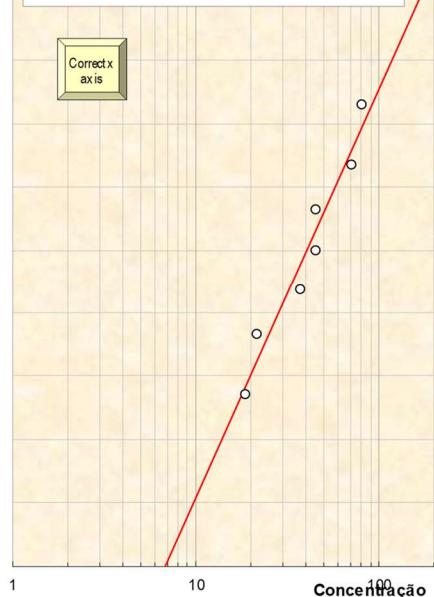


#### Estatísticas Paramétricas Normais

Média	45,8
LCI 1,95% - estatísticas t	28,735
LCS 1,95% - estatísticas t	62,950
Percentil 95 - Z	84,159
LTS 95%,95%	125
Porcentagem acima do LEO	1,0%



#### Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear



## Abastecedor – Q5

### Estatísticas de Higiene Industrial

**LEO**  
100

Dados da amostra
17,7
19,1
11,6
28,4
17,6
4,8
10,2



#### Estatística descritiva

Número de amostras (n)	7
Máximo (Max)	28,4
Mínimo (min)	4,8
Faixa	23,6
Média	15,6
Mediana	17,6
Desvio padrão (s)	7,6
Média geométrica	13,8
Desvio padrão geométrico	1,78
Porcentagem acima LEO	0,0%

#### Teste de ajuste de uma distribuição

Teste-W de dados log-transformados

Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )? **Sim**

Teste-W de dados

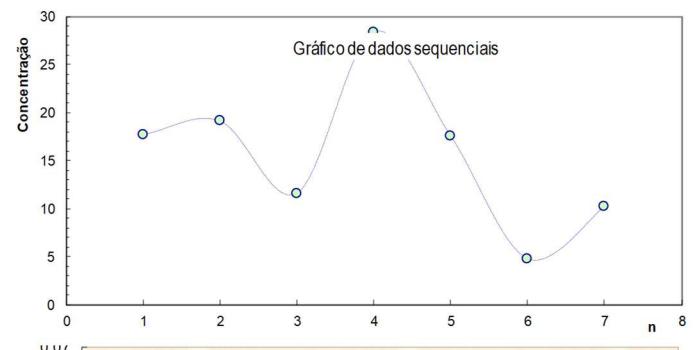
Normal ( $\alpha = 0,05$ )? **Sim**

#### Estatísticas Paramétricas Lognormais

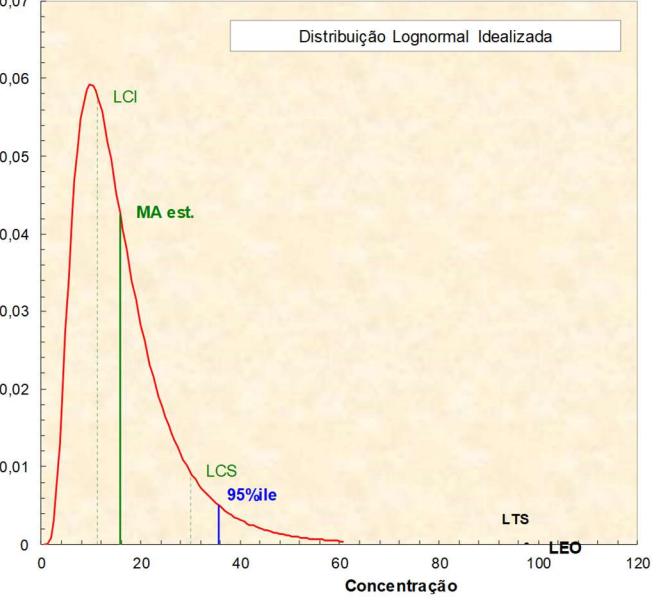
Média Aritmética Estimada - MA est.	15,900
LCI 1,95% - Land's "Exato"	11,200
LCS 1,95% - Land's "Exato"	30,00
Percentil 95	35,58
LTS 95%,95%	97,6
Porcentagem acima do LEO	0,0%
LCI 1,95% > LEO	
LCS 1,95% > LEO	4,76

#### Estatísticas Paramétricas Normais

Média	15,6
LCI 1,95% - estatísticas t	10,049
LCS 1,95% - estatísticas t	21,208
Percentil 95 - Z	28,126
LTS95%,95%	41,4
Porcentagem acima do LEO	0,0%

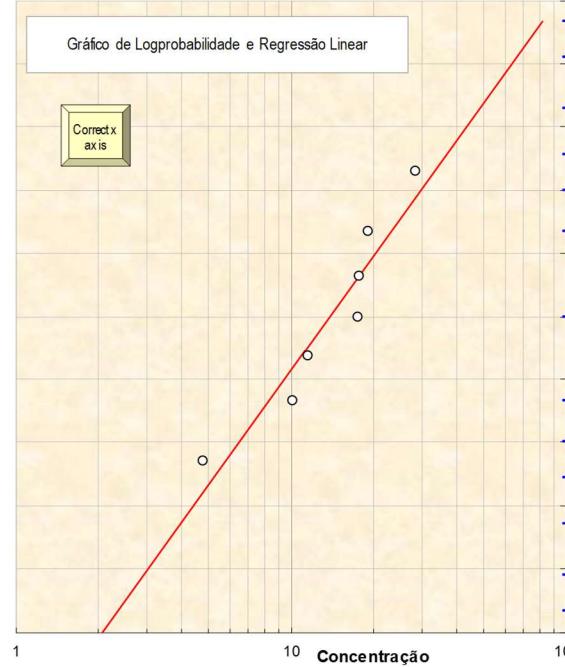


Distribuição Lognormal Idealizada

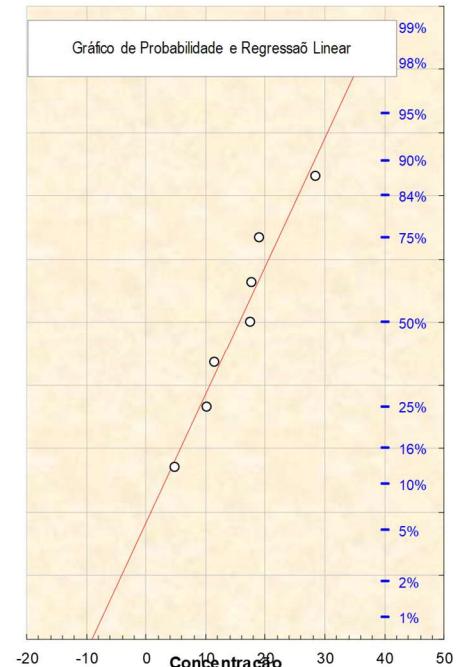


#### Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear

Correct x axis



#### Gráfico de Probabilidade e Regressão Linear



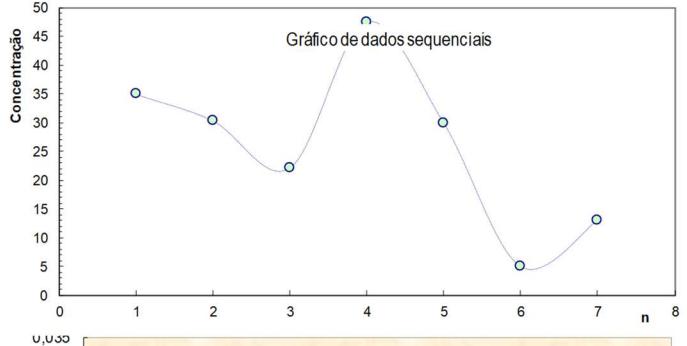
### Abastecedor – Q3

#### Estatísticas de Higiene Industrial

**LEO**  
100

Dados da amostra

34,9  
30,3  
22,1  
47,5  
30  
5  
13



#### Teste de ajuste de uma distribuição

Teste-W de dados log-transformados  
Lognormal ( $\alpha = 0,05$ )? **Sim**

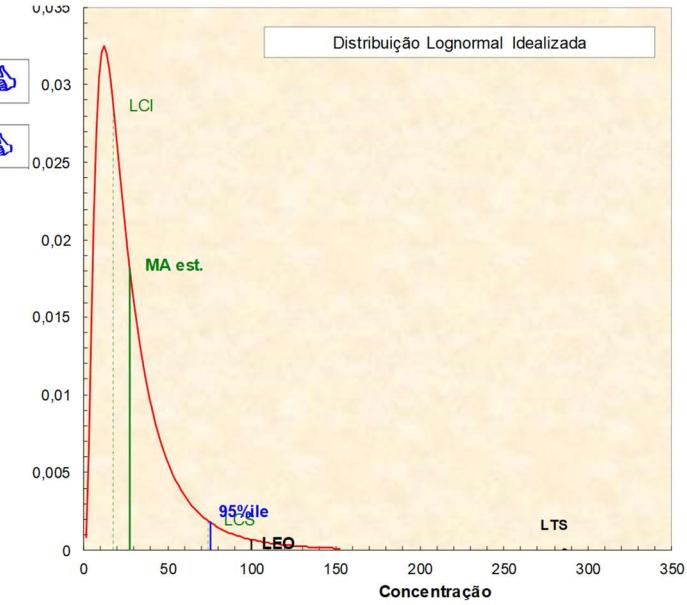
Teste-W de dados  
Normal ( $\alpha = 0,05$ )? **Sim**

#### Estatísticas Paramétricas Lognormais

Média Aritmética Estimada - MA est.	27,400
LCI 1,95% - Land's "Exato"	17,600
LCS 1,95% - Land's "Exato"	74,20
Percentil 95	75,36
LTS 95%,95%	286
Porcentagem acima do LEO	2,2%
LCI 1,95% > LEO	
LCS 1,95% > LEO	19,8

#### Estatísticas Paramétricas Normais

Média	26,1
LCI 1,95% - estatísticas t	15,723
LCS 1,95% - estatísticas t	36,506
Percentil 95 - Z	49,388
LTS 95%,95%	74
Porcentagem acima do LEO	0,0%



#### Gráfico de Logprobabilidade e Regressão Linear

Correct x axis

