

MARCOS ROGÉRIO FREITAS DE AZEVEDO

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A SUBSTÂNCIAS OTOTÓXICAS: AVALIAÇÃO
QUANTITATIVA DE AGENTES QUÍMICOS EM TRABALHADORES DE UMA
EMPRESA DE ÔNIBUS EM ARACAJU/SE

SÃO PAULO

2019

MARCOS ROGÉRIO FREITAS DE AZEVEDO

EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A SUBSTÂNCIAS OTOTÓXICAS: AVALIAÇÃO
QUANTITATIVA DE AGENTES QUÍMICOS EM TRABALHADORES DE UMA
EMPRESA DE ÔNIBUS EM ARACAJU/SE

Versão Original

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Escola Politécnica da
Universidade de São Paulo para a
obtenção do Título de Especialista em
Higiene Ocupacional.

SÃO PAULO

2019

A Deus pelo dom da vida e por tudo que tem feito em minha jornada diária.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, por ter me dado confiança, poder e decisão, e por possibilitar a busca e evolução livre daquilo em que acredito.

Agradeço aos meus pais Eleud Pereira e Geysa Freitas “*in memoriam*” por serem a base necessária para meu desenvolvimento e construção do caráter.

Aos professores que contribuíram para meu aprendizado além das salas de aula.

Pela paciência, compreensão, carinho e apoio irrestrito nessa jornada árdua, também dedico esse trabalho científico a Malu Pugliesi, que ali acompanhou passo-a-passo essa produção.

Meus sinceros agradecimentos ao engenheiro de segurança do trabalho Breno Moraes, que colaborou significativamente no fornecimento de dados dos agentes químicos avaliados em tela.

À Profa. Dra. Tereza, pesquisadora na área de fonoaudiologia da Universidade Federal de Sergipe, por nortear minha linha de estudo voltada aos agentes ototóxicos.

Ao mestre e higienista ocupacional Leandro Magalhães, por contribuir significativamente com conteúdos e conhecimentos ligados à avaliação de agentes químicos, cuja expertise é memorável.

À fonoaudióloga Soraya Carvalho, por contribuir com artigos de grande relevância para fundamentar o trabalho de conclusão de curso.

Por fim, aos colegas de especialização, Juarez Bernardes, Lidiane, Carlos Duarte e Gabriel, pois compartilhamos de horas de estudos, conhecimentos, troca de experiência e uma excelente amizade.

Enfim, a todos que contribuíram direta ou indiretamente, para o meu crescimento pessoal e profissional.

“O difícil nós fazemos agora, o impossível leva um pouco mais tempo”

(Ben Gurio)

RESUMO

AZEVEDO, Marcos Rogério Freitas. **Exposição ocupacional a substâncias ototóxicas: avaliação quantitativa de agentes químicos em trabalhadores de uma empresa de ônibus em Aracaju/se.** 2019. 63 f. Monografia (Especialização em higiene Ocupacional) – Programa de Educação Continuada, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

Inúmeros setores de trabalho conferem fatores de riscos químicos aos seus trabalhadores, e esses riscos são capazes de ocasionar acidentes e doenças ocupacionais. Por essa razão, o estudo da exposição ocupacional a substâncias ototóxicas tornou-se uma temática de grande relevância no campo da Segurança e Higiene Ocupacional. Mediante a essa realidade, o objetivo do presente estudo foi mostrar o nível de exposição ocupacional a substâncias ototóxicas em trabalhadores de uma Empresa de Transporte Rodoviário Urbano de Pessoal da cidade de Aracaju/SE, identificando os principais agentes ototóxicos a que estão submetidos esses trabalhadores. O procedimento metodológico utilizado foi dividido em duas etapas: pesquisa bibliográfica e a pesquisa de campo. A abordagem utilizada foi a exploratória-descritiva e o método o estudo de caso. Na pesquisa de campo foi realizada uma entrevista com o engenheiro de Segurança do Trabalho da empresa, como também foram analisados dados de uma avaliação quantitativa da exposição ocupacional por agentes ototóxicos em abastecedores de combustíveis realizada pela empresa. Como resultados, foram identificados os seguintes agentes ototóxicos: tolueno, etilbenzeno, tricloroetileno, xileno e n-Hexano. A análise mostrou que nenhum desses agentes conseguiu ultrapassar os limites de tolerância firmados na legislação do Brasil. Ressaltando-se apenas que somente o tricloroetileno superou 382% ou 3,82 vezes o TLV-TWA, assim como o STEL 152,8% ou 1,528 vez o limite estabelecido. Conclui-se que é imprescindível que a empresa continue adotando estratégias fundamentadas na Segurança e Higiene Ocupacional, a fim de melhor gerir os riscos de doenças ocupacionais decorrentes da exposição a agentes ototóxicos, visando à melhoria da qualidade e eficiência dos serviços oferecidos à população e bem-estar dos trabalhadores.

Palavras-chave: Substâncias Ototóxicas; Exposição Ocupacional; Avaliação Quantitativa; Trabalhadores; Transporte Rodoviário Urbano de Pessoal

ABSTRACT

AZEVEDO, Marcos Rogério Freitas. **Occupational exposure to ototoxic substances: quantitative evaluation of chemical agents in workers of a bus company in Aracaju/SE.** 2019. 63 f. Monografia (Especialização em Higiene Ocupacional) – Programa de Educação Continuada da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.

Numerous work sectors confer chemical risk factors to their workers, and these risks are capable of causing accidents and occupational diseases. So the study of occupational exposure to ototoxic substances has become a very relevant subject in the field of Safety and Hygiene Occupational. Given this reality, the objective of the present study was to show the level of occupational exposure to ototoxic substances in workers of an Urban Personal Road Transport Company of the city of Aracaju / SE, identifying the main ototoxic agents to which these workers are subjected. The methodological procedure used was divided into two stages: bibliographic research and field research. The exploratory-descriptive approach was used and the case study method. In the field research, an interview was conducted with the company's Occupational Safety Engineer, as well as data from a quantitative assessment of occupational exposure by ototoxic agents in fuel suppliers performed by the company. As a result, the following ototoxic agents were identified: toluene, ethylbenzene, trichlorethylene, xylene and n-hexane. The analysis showed that none of these agents could exceed the tolerance limits established by the Brazilian legislation. Noting only that trichlorethylene alone exceeded 382% or 3.82 times TLV-TWA, as well as STEL 152.8% or 1.528 times the established limit. It is concluded that it is impractical for the company to continue to adopt strategies based on Occupational Safety and Hygiene, in order to better manage the risks of occupational diseases resulting from exposure to ototoxic agents, aiming at improving the quality and efficiency of the services offered to the population and the wellbeing. workers' being.

Keywords: Ototoxic Substances; Occupational Exposure; Quantitative Evaluation; Workers; Urban Road Transport of Personnel

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Substâncias Ototóxicas.....	22
Figura 2 – Consequências Adversas Associadas à Exposição Ocupacional.....	24
Figura 3 – Composição do Óleo Diesel S10.....	43
Figura 4 – Método OSHA 07M.....	44
Figura 5 – <i>Provided For Historical Reference Only</i>	45
Figura 6 – Diretório de Serviços e Análises.....	45
Figura 7 – Coleta Diurna.....	47
Figura 8 – Coleta Noturna.....	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Riscos Ambientais, Físicos e Químicos conforme a Norma Regulamentadora Nº 9	19
Quadro 2 – Parâmetros de Toxicidade Aguda de Algumas Substâncias.....	27
Quadro 3 – Coletas com Respectivas Concentrações (C) em (ppm)	49
Quadro 4 – Limites de Exposição Ocupacional Recomendado pela N-15	49
Quadro 5 – Limites de Exposição Ocupacional Recomendado pela ACGIH.....	49
Quadro 6 – Resultados Obtidos.....	50
Quadro 7 – Agentes Ototóxicos Mensurados.....	50

LISTA DE SIGLAS

ACGIH	<i>American Conference of Governmental Industrial Hygienists</i>
C	Concentrações
CBO	Classificação Brasileira de Ocupações
CO	Cobalto
DDS	Diálogo Diário de Segurança
EUA	Estados Unidos da América
FISPQ	Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
NOX	Dióxido de azoto
NR	Norma Regulamentadora
OIT	Organização Internacional do Trabalho
OSHA	<i>European Agency for Safety and Health at Work</i>
PAO	Perda Auditiva de Origem Ocupacional
PPM	Partes por milhão
PPR	Programa de Proteção Respiratória
SOX	Dióxido de enxofre
TLV	<i>Threshold Limit Values</i>
LT	Limites de tolerância
TWA	<i>Time-Weighted Average</i> - Média ponderada no tempo
STEL	<i>Short-Term Exposure Limit</i> - Limites de exposição para curta
VA	Via aérea
VO	Vapores orgânicos
VO	Via óssea
WHO	Organização Mundial da Saúde

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
1.1 OBJETIVO.....	14
1.2 JUSTIFICATIVA.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	18
2.1 O TRABALHO E O PROCESSO SAÚDE/DOENÇA.....	18
2.2 OS DANOS CAUSADOS PELOS AGENTES QUÍMICOS À SAÚDE DO TRABALHADOR.....	23
2.3 OS AGENTES QUÍMICOS E OS LIMITES DE TOLERÂNCIA ACEITÁVEIS.....	25
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	30
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....	30
3.2 MÉTODO DE PESQUISA.....	31
3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	31
3.4 COLETA E ANÁLISE DOS DADOS.....	32
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	33
4.1 ANÁLISE DA ENTREVISTA.....	33
4.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS AGENTES OTOTÓXICOS.....	41
5 CONCLUSÕES.....	52
REFERÊNCIAS.....	53
APÊNDICE A.....	58
APÊNDICE B.....	59
APÊNDICE C.....	61

1 INTRODUÇÃO

Em tempos recentes, tornou-se interesse de diversos profissionais da saúde e áreas afins o estudo da ototoxicidade ocupacional por produtos químicos, presente em vários postos de trabalho (AZEVEDO, 2004; CARVALHO *et al.*, 2017), o que representa um desafio para os profissionais da Segurança e Higiene Ocupacional na detecção e diagnóstico precoce dos efeitos nocivos produzidos pela interação dos agentes químicos com o organismo humano, o que poderá comprometer a integridade física e mental do trabalhador (AMORIM, 2003; TORLONI, 2012; ROCHA; SANTOS; FROTA, 2013).

A literatura sobre exposição ocupacional a substâncias tóxicas vem mostrando um elevado número de produtos químicos, cujas suas propriedades ototóxicas/neurotóxicas podem ocasionar danos à saúde do trabalhador (MELLO, 2004; LACERDA & MORATA, 2005; CORDELHA, 2013), sendo os principais grupos descritos na literatura: os solventes, asfixiantes e metais pesados, em virtude de seu alto potencial ototóxico e por estarem muito inclusos em diversos processos produtivos (NIOSH, 2006; CAMPO *et al.*, 2009; LOBATO, 2014).

No cenário atual, diferentes segmentos do mercado organizacional vêm sendo responsáveis por muitas mortes e/ou doenças ocupacionais. Pesquisadores chamam a atenção para o fato de que, pelas características e particularidades de algumas áreas profissionais, são criados riscos químicos potenciais à saúde e segurança dos trabalhadores, sobretudo, aquelas cujas estruturas e mudanças tecnológicas têm sido lenta, com ampla demora na aplicação de políticas de segurança, higiene e saúde específicas aos riscos existentes no ambiente laboral (BARBOSA, 2010; DUARTE, 2014; MORAES, 2015; SILVA *et al.*, 2018).

Comungando desse mesmo entendimento, Minayo (2005) relata que existem ocupações profissionais com expressiva existência de fatores de risco, sendo estas condições ou variáveis associadas à possibilidade de ocorrência de resultados negativos para a saúde, o bem-estar e o desempenho profissional. Além disso, considera a autora, que os fatores de risco podem estar combinados com situações sociais, intrapsíquicas e biológicas do trabalhador.

As exposições ocupacionais por meio de agentes ototóxicos representam na atualidade importante problema de saúde pública (AZEVEDO, 2004; CARVALHO *et al.*, 2017; CAMPOS; FERNANDES, ANDRÉ, 2017), por isso, a necessidade de identificar fatores de risco como uma ferramenta para caracterizar o problema, além de reforçar a necessidade de medidas de controle eficazes para proteger a saúde dos trabalhadores (HENDERSON *et al.*, 2006; CAMPOS; FERNANDES, ANDRÉ, 2017).

Os fatores de riscos presentes nos ambientes de trabalho são avaliados como agentes insalubres ou perigosos, em resultado da falta de um gerenciamento adequado podem ocasionar lesões, perdas temporárias ou definitivas para os trabalhadores (PRASHER, 2012; SILVA *et al.*, 2018). E para averiguar esses riscos, é imperativo determinar as concentrações dos agentes químicos no ambiente de trabalho, por meio de amostragem apropriada e avaliação dos resultados encontrados. Essa avaliação e controle dos riscos químicos é conhecida como avaliação qualitativa e quantitativa dos agentes ototóxicos no ambiente laboral (CÂMARA, 2012; PRASHER, 2012; SANTOS; AREZES, 2016; MAGNANELLI, 2007; FLUMIGNAN, 2017).

A avaliação quantitativa dos agentes ototóxicos no processo de trabalho tornou-se relevante para as empresas, na medida em que permite alterar fatores que impactam os resultados empresariais. Assim, o mapeamento dos agentes ototóxicos passou a contribuir com a elaboração de estratégias que visam à consecução da integridade física e a saúde do trabalhador (MAGNANELLI, 2007).

Barbosa (2010), discorrendo sobre o tema, destaca a importância da Higiene Ocupacional, gerenciamento dos processos de trabalho, de maneira especial, na identificação dos riscos químicos, haja vista a dificuldade das empresas em utilizar abordagens mais modernas de ferramentas de apoio a gestão, a fim de ultrapassar a cultura de negação do risco amplamente difundida entre trabalhadores.

1.1 OBJETIVO

Mostrar o nível de exposição ocupacional a substâncias ototóxicas em trabalhadores de uma Empresa de Transporte Rodoviário Urbano de Pessoal da cidade de Aracaju/SE, identificando os principais agentes ototóxicos a que estão submetidos esses trabalhadores.

1.2 JUSTIFICATIVA

Nos últimos anos, os estudos vêm mostrando que, apesar dos avanços tecnológicos, jurídicos e desenvolvimento de estratégias de controle dos agentes insalubres, observou-se a necessidade de aperfeiçoar as condições de trabalho, objetivando maior prevenção de doenças ocupacionais e melhoria dos processos de trabalho, o que garantirá o sucesso empresarial e melhoramento do bem-estar e qualidade de vida dos trabalhadores (DUARTE, 2014; MORAES, 2015).

Frente ao exposto, escolheu-se a avaliação quantitativa dos agentes ototóxicos por visualizá-la como mecanismo potencial no gerenciamento de riscos e perigos nos postos de trabalho, sendo sua principal função prevenir, identificar e analisar os riscos que poderão ocorrer em um projeto ou processos de trabalho, visando extingui-los, diminuí-los ou controlá-los, contribuindo dessa forma, para minimizar os riscos de acidentes e doenças ocupacionais no ambiente laboral.

A escolha do tema proposto também foi decorrente da experiência profissional do autor, na área de Segurança do Trabalho, o qual vem percebendo que, apesar da temática exposição ocupacional a agentes químicos estar sendo amplamente discutida no meio acadêmico, ainda apresenta um vasto campo de reflexões para uma compreensão mais aprofundada, haja vista a falta de parâmetros normativos fixos, tanto nacional quanto internacional, para a determinação de limites seguros de exposição ocupacional, independentemente da comprovação de ototoxicidade para os elementos químicos presentes nos combustíveis, sobretudo, o benzeno (MENDES *et al.*, 2017).

Por conta desta particularidade, sugerem-se mais pesquisas que abordem os níveis de ototoxicidade e os principais agentes ototóxicos a que estão submetidos os trabalhadores que manipulam combustíveis, cujos componentes químicos são considerados potencialmente perigosos, dentre eles o benzeno, por ser comprovadamente cancerígeno e não haver um limite seguro de exposição (OLIVEIRA, 2015; SILVA *et al.*, 2018).

Para dar desenvolvimento ao estudo, o mesmo foi sistematizado em cinco seções:

A primeira seção descreve a contextualização do tema, o objetivo, a justificativa e a estrutura do trabalho.

A segunda seção contempla uma revisão de literatura, sobre o trabalho e sua relação com a saúde do trabalhador, a exposição ocupacional e seus efeitos na saúde do trabalhador, especificamente os agentes presentes nos combustíveis.

A terceira seção foi destinada à criação de um desenho metodológico, no âmbito da avaliação da exposição dos agentes ototóxicos em Empresa de Transporte Rodoviário Urbano de Pessoal da cidade de Aracaju/SE, para a verificação do nível de imposição ocupacional e identificação dos principais agentes ototóxicos a que estão submetidos esses trabalhadores.

Na quarta seção, analisam-se os resultados da pesquisa realizada na referida empresa, discutindo-os com a literatura pesquisada, a fim de responder o objetivo proposto no presente estudo.

E, por fim, na quinta seção, apresentou-se uma breve conclusão, analisando os principais aspectos da presente pesquisa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O TRABALHO E O PROCESSO SAÚDE/DOENÇA

Com as transformações sociais ocorridas na sociedade contemporânea, o trabalho passou a exigir elevado nível de criatividade e inovação dos seus trabalhadores e, com isso, foi gerando pessoas mais envolvidas em suas atividades laborais, que começaram a passar mais tempo trabalhando e, com isso, a vida profissional acabou ocupando um espaço muito maior em seu cotidiano (OLIVEIRA, 2015). Este panorama vem levando muitos trabalhadores a enfrentar diariamente contingências advindas do elevado desgaste físico e psicológico e, conseqüentemente, estes acabam sendo acometidos por distúrbios físicos e mentais.

Como conseqüências desse modelo profissional exigido pela sociedade contemporânea, o trabalhador tem a função de produzir muito e em pouco tempo, o que vem ocasionando o que pesquisadores da área de Psicologia Organizacional chamam de psicopatologia do trabalho, como Dejours (2010, 2014) e Mendes (2014), que desenvolveram pesquisas demonstrando as implicações negativas e positivas que as organizações são capazes de exercer no funcionamento físico e mental do trabalhador.

Para esses pesquisadores, isso ocorre em virtude da divisão de atividades nas organizações, na forma pela qual as pessoas são divididas no trabalho e nas relações humanas que se processam no ambiente laboral, as quais desempenham um impacto no aspecto físico e mental do trabalhador, suscitando prazer ou sofrimento.

Outros pesquisadores também analisaram as conseqüências nefastas que o mercado profissional é capaz de gerar ao trabalhador, como Oliveira (2015), ao destacar que o trabalho, quando não considera as necessidades do trabalhador, pode gerar adoecimento, aborrecimento, frustrações, exaustão física e mental acarretando múltiplos problemas de saúde e, por conseguinte, doenças ocupacionais.

Dejours (2014) afirma se tratar de uma relação em constante movimento, ou seja, o descompasso entre a organização do trabalho formal e a organização do trabalho real, o que favorece ao que o autor caracterizou de sofrimento mental, por

isso, necessita ser melhor analisada a relação trabalho e o processo de saúde/doença do trabalhador.

O que se depreende é que as demandas das sociedades modernas e, em um contínuo processo evolutivo e de desenvolvimento industrial, tecnológico e econômico, trouxe uma ampliação dos danos à saúde do trabalhador. Sobre essa questão, comenta Augusto *et al.* (2012) que, aliado às novas necessidades da sociedade contemporânea, os avanços tecnológicos expuseram os trabalhadores a diversos agentes físicos e químicos em seu ambiente profissional, que acabaram por se transformar em risco à sua saúde.

Nesse cenário, variadas profissões oferecem riscos à saúde física e mental dos trabalhadores. A literatura descreve os principais riscos que podem afetar a saúde do trabalhador: ambientais, físicos e químicos (MORAES, 2015), como destacado no Quadro 1:

Quadro 1 - Riscos Ambientais, Físicos e Químicos conforme a Norma Regulamentadora Nº 9

RISCOS	ESPECIFICIDADES
Riscos Ambientais	De acordo com a Norma Regulamentadora Nº 9, os riscos ambientais são os agentes físicos, químicos e biológicos existentes nos ambientes de trabalho, que, em função de sua natureza, concentração ou intensidade e tempo de exposição, são capazes de causar danos à saúde do trabalhador. A norma não menciona os riscos ergonômicos e de acidentes, todavia, a Norma Regulamentadora Nº 5, ao tratar do Mapa de Riscos, estabelece a inclusão desses agentes.
Riscos Físicos	A Norma Regulamentadora Nº 9 considera como riscos físicos as diversas formas a que possam estar expostos os trabalhadores, tais como: [...] ruído, vibrações, pressões anormais, temperaturas extremas (calor e frio), radiações ionizantes, radiações não ionizantes, bem como o infrassom e ultrassom. Consideram-se ainda os campos magnéticos estáticos e os campos elétricos estáticos
Riscos Químicos	A Norma Regulamentadora Nº 9 considera riscos químicos as substâncias, compostos ou produtos que possam penetrar no organismo pela via respiratória, nas formas de poeiras, fumos, névoas, neblinas, gases ou vapores, ou que, pela natureza da atividade que possa ter contato ou ser absorvidos pelo organismo através da pele ou por ingestão. Quanto à forma como se apresentam os agentes químicos podem ser classificados em gases, vapores, aerodispersóides, poeiras, fumos, neblinas, névoas e fibras.

Fonte: (NR-9)

Diversos autores vêm analisando o risco e os fatores de risco associados aos acidentes de trabalho e doenças ocupacionais. Minayo (2005, p. 708) caracteriza o risco como uma “consequência da livre e consciente decisão de se expor a uma situação na qual se busca a realização de um bem ou de realização de uma atividade, em cujo percurso se inclui a possibilidade de perda ou ferimento físico, material ou psicológico”. Por sua vez, Pereira (2015) define risco como sendo:

O grau de probabilidade de ocorrência de um determinado evento. O cálculo do Coeficiente de Risco (CR) pode estimar a probabilidade de o dano vir a ocorrer em futuro imediato ou remoto, bem como levantar um fator de risco isolado ou vários fatores simultâneos. São formas possíveis de apresentação dos resultados, com grande utilidade e facilidade de interpretação, bem como quantificar a probabilidade de que estes eventos ocorram (PEREIRA, 2015, p. 596).

A partir desses conceitos, entende-se o ser humano como alguém que possui a capacidade de expor-se ao perigo da morte por um bem, ou seja, um risco. Logo, o local de trabalho, traz consigo a possibilidade de risco de acidente, que pode gerar consequências prejudiciais à saúde do trabalhador. Sendo assim, o conceito de risco diz respeito à identificação dos possíveis agentes capazes de interferir na condição física do trabalhador, trazendo sérios prejuízos para a qualidade de vida.

De qualquer modo, o que se observa é que as situações potenciadoras de riscos de acidentes e doenças ocupacionais demandam medidas preventivas de forma coletiva, visando à proteção do trabalhador, já que os riscos podem ser associados a ameaças e a oportunidades, e quando não identificados se comportam como incertezas para qualquer tipo de função desenvolvida ou que estar em desenvolvimento (PEREIRA, 2015). Por essa razão, o desenvolvimento dos processos de trabalhos pode vir associado a perigos e riscos operacionais e, quando estes não são bem gerenciados, são capazes de exercer impactos significativos à segurança e a saúde do trabalhador.

No caso dos agentes químicos, foco do presente estudo, estes vêm sendo avaliados por pesquisadores da área de Saúde e Segurança no Trabalho, como principais geradores de danos à saúde, como revelaram os achados da pesquisa realizada por Kato *et al.* (2007), ao analisarem dados da Organização Internacional do Trabalho (OIT) e da Organização Mundial da Saúde (WHO) mostraram que:

A OIT estima em 35 milhões anuais os casos de doenças relacionadas ao trabalho por exposição a substâncias químicas com a ocorrência de 439.000 mortes, incluindo, entre outras causas relacionadas, 36.000 óbitos por pneumoconioses, 35.500 óbitos por doenças respiratórias crônicas, 30.700 óbitos por doenças cardiovasculares e 315.000 óbitos por câncer. A WHO, por sua vez, estima que esses cânceres provoquem uma perda anual de 1,4 milhão de anos de vida saudável e que as intoxicações agudas por produtos químicos sejam responsáveis por outros 7,5 milhões de anos de vida saudável perdidos pela população mundial (KATO *et al.*, 2007, p. 06).

Esses estudos revelam índices elevados de doenças ocupacionais em trabalhadores de variadas categorias profissionais, como apontam outras pesquisas

nacionais e internacionais, sobretudo, nas funções que exigem o contato direto com múltiplos agentes ototoxígenos (OSHA, 2009; ROCHA; SANTOS; FROTA, 2013).

Carvalho *et al.* (2017), ao conceituar os agentes químicos, analisa a concepção descrita por Barsano e Barbosa (2012, p.47) como sendo, “os compostos, produtos ou substâncias que podem ser absorvidos pela pele, ingestão ou penetrar nas vias respiratórias, nas formas de poeiras, fumos, gases, neblinas, névoas ou vapores causando danos à saúde como câncer e mutações”.

A Figura 1 expõe alguns dos principais agentes ototoxígenos e seus principais usos:

Figura 1 – Substâncias Ototoxígenas

TABELA DE SUBSTÂNCIAS OTOTOXIGENAS		
FAMÍLIA QUÍMICA	AGENTE OTOTOXIGENO	USOS PRINCIPAIS
Álcools	Álcool Butílico	Solvente para extração de óleos, drogas e produtos cosméticos para unhas. Ingrediente de perfumes e aromatizantes; produção de acetato de butila, butil glicol éter e dibutil halato.
	Monóxido de Carbono	Combustão, processos industriais, como alto-forno, coqueira, emissões veiculares, caldeiras, carvoarias, oficinas, garagens, operações de soldagem.
Gases asfixiantes	Gás Sulfídrico	Galerias de esgoto, poços de petróleo, refino de petróleo (aparece nos processos de eliminação de compostos sulfurados, no craqueamento e na destilação); é um dos componentes do gás natural; fabricação de polpa e celulose; fabricação de rayon e seda. carbonização do carvão.
	Arsênico	Produção de vidros, vitrificação de cerâmicas; preservativo de madeiras e couros. fundição de cobre, zinco e chumbo; tintas de navios (antiencrustante); herbicidas; tintas e corantes; mineração do ouro; alguns processos de soldagem.
Metais pesados	Cádmio	Ligas metálicas; eletrodos de solda; pigmentos; estabilizante de plásticos; baterias; células fotoelétricas; banhos de galvanoplástica; cinzas de incineradores; chapas galvanizadas; fungicida e inseticida (Cloreto de Cádmio).
	Chumbo	Fundições, baterias para veículos, sucatas, ferros-velhos, tintas bases anticorrosivas, aditivo para gasolina de aviação, solda a estanho (contém chumbo), ligas de latão, bronze e aço.
	Manganês	Ligas de aço, ferro, silício, cobre, zinco, estanho, alumínio e chumbo; eletrodos para solda; pilhas secas, baterias; fertilizantes, fungicidas (Maneb), rações, produtos farmacêuticos; esmalte porcelanizado; aditivo para óleos combustíveis.
	Mercurio	Células de produção de cloro-soda, fabricação de instrumentos hospitalares; garimpo; alguns agrotóxicos.
	Estireno	Produção de polímeros (poliestireno). Fabricação de plásticos e borrachas diversas.
	Hexano	Thinners, solvente de cola de sapateiro, gasolina e de borracha; usado na extração de óleos vegetais; solvente na laminação de polietileno e polipropileno; produção de pneus.
Solventes orgânicos	Hexano	Thinners, solvente de cola de sapateiro, gasolina e de borracha; usado na extração de óleos vegetais; solvente na laminação de polietileno e polipropileno; produção de pneus.
	Tolueno e Xileno	Thinners, aguarrás, diluente de tintas e vernizes, solvente de cola de sapateiro e de borracha, removedores; refinarias de petróleo.
Solvente organoclorado	Dissulfeto de Carbono	Fabricação de celofane e de rayon. solvente para ceras, óleos, lacas e resinas; vulcanização a frio de borrachas; componente de alguns inseticidas, parasiticidas e herbicidas.
	Tricloroetileno	Lavagem a seco, desengraxante, removedor de tintas, síntese de plásticos, produção de praguicidas, ceras, borrachas, resinas, alcatrão, tintas, vernizes, cola de PVC e produção de ácido cloroacético.

Fonte: (BORBA, 2016)

Pelos agentes descritos na Figura 1, observa-se a presença dos riscos químicos em variados postos de trabalho. No caso de trabalhadores que manipulam motores a combustão, nota-se que esses se expõem, além de agentes tóxicos, como tolueno e xileno; ao monóxido de carbono e ruído. Entre esses trabalhadores, destacam-se “motoristas de caminhão e ônibus, mecânicos, manobristas em garagens subterrâneas, policiais/gestores de trânsito, vendedores ambulantes e de postos fixo” (ROJAS; DUEÑA; SIDOROVAS, 2011, p.241).

Ao discorrer acerca da exposição químicas que os trabalhadores que manipulam combustíveis estão sujeitos, Lima, Dias e Valcárcel et al. (2016, p. 79) destacam que os “riscos químicos mais comuns em ônibus e caminhões são poeiras e os gases poluentes, como monóxido de carbono e óxidos de nitrogênio e enxofre”.

Conquanto, é importante destacar que as implicações na saúde do trabalhador que manipula esses compostos químicos descritos, terão maior impacto, mediante os níveis de concentração do agente e o tempo de exposição que o trabalhador teve com o agente no ambiente de trabalho (ROCHA; SANTOS; FROTA, 2013).

Os pesquisadores Câmara (2012) e Prasher (2012) acrescentam uma informação de extrema relevância sobre a exposição ocupacional, quando esclarecem que a combinação de agentes químicos, com outros fatores, a exemplo, os físicos, aumenta a gravidade da exposição e os danos à saúde do trabalhador.

Existem alguns estudos que evidenciam a possibilidade de ocorrer uma exposição combinada de agentes químicos, e mesmo quando ocorre uma exposição dos limites definidos na legislação de cada um dos agentes (KATO *et al.*, 2007; AZEVEDO, 2004), pode haver risco aumentado de danos à saúde do trabalhador, sendo um deles a perda auditiva (SANTOS; AREZES, 2016). Essa interação entre agentes é caracterizada por vários estudiosos como uma sinergia entre os fatores que geram a exposição ocupacional (AZEVEDO, 2004; KATO *et al.*, 2007; MORATA, LACERDA, 2013; ALVERNE; CORONA; REGO, 2015; CARVALHO *et al.*, 2017). Portanto, confirma Prasher (2012) que as implicações da toxicidade na saúde do trabalhador são motivadas sobretudo pelos níveis de concentração do agente, o tempo de exposição no ambiente e sua combinação com outros agentes.

Por isso, explica Moraes (2015, p. 56) que é importante também analisar “as condições ambientais que são muitas vezes esquecidas ou precárias, em

consequência do corte de custos em muitas empresas, essas condições garantiriam a manutenção da saúde do trabalhador”.

Analisando as condições ambientais e os riscos ambientais e químicos, utilizando estratégias na área de Higiene Ocupacional, pode-se reduzir os danos à saúde do trabalhador, melhorando, dessa forma, a relação do trabalhador com o ambiente de trabalho.

Nesse sentido, e com base nas análises feitas, verifica-se que, hoje os processos produtivos trouxeram sérias consequências para a saúde e a qualidade de vida do trabalhador, o que demonstra a importância de se desenvolver uma política de segurança nas empresas, a fim de garantir a implementação de estratégias aliadas à adesão aos princípios da Segurança e Medicina do Trabalho, com a vista de reduzir os riscos químicos no ambiente de trabalho, já que esses são capazes de ocasionar danos à saúde e qualidade de vida do trabalhador.

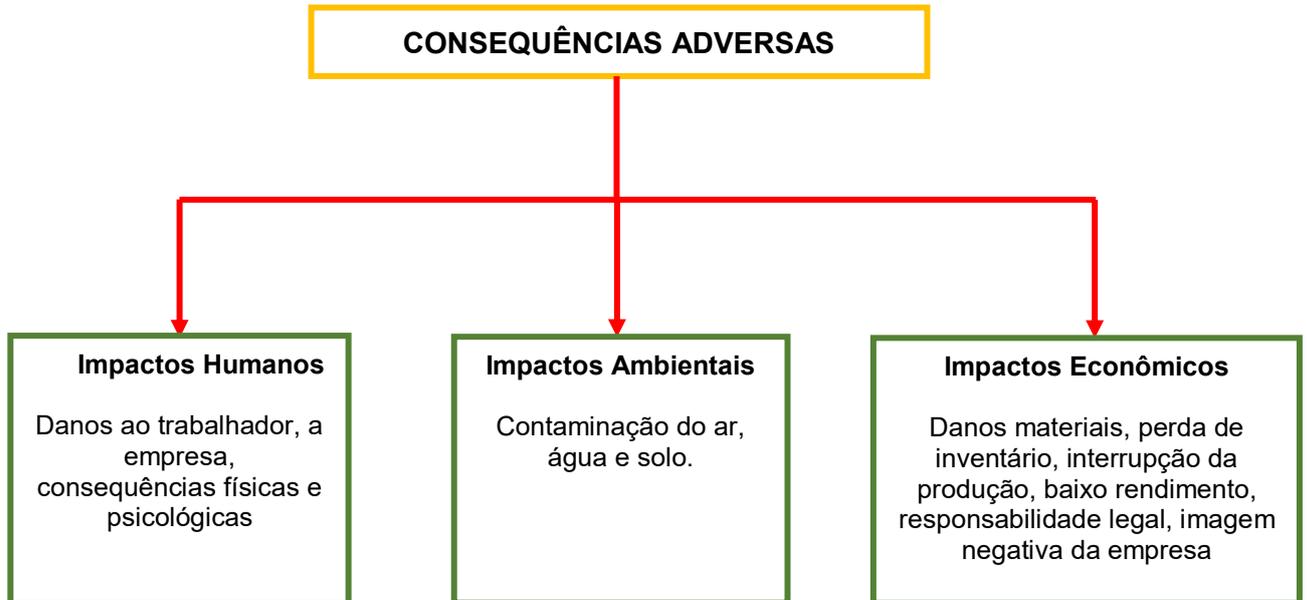
2.2 OS DANOS CAUSADOS PELOS AGENTES QUÍMICOS À SAÚDE DO TRABALHADOR

Os agentes químicos são capazes de ocasionar limitações físicas no trabalhador e, por conseguinte, problemas psicológicos. Conforme Carvalho *et al.* (2017), as substâncias químicas trazem sérias implicações para a saúde do trabalhador. Por isso, é imperativo considerar a intensidade, a permanência e constância dos agentes ototóxicos presentes no trabalho para caracterizar a gravidade do dano. Corroborando com essa afirmação, Granjean (2015) explica que a exposição química ocupacional pode trazer limitações ao trabalhador, provocando-lhe uma invalidez prematura, temporária ou permanente.

Os principais agentes químicos capazes de comprometer a saúde do trabalhador, descritos na literatura, são: os solventes, metais, asfixiantes e agrotóxicos organofosforados. Entre os solventes, destacam-se: o tolueno, tricloroetileno, dissulfeto de carbono, estireno, n-hexano e o benzano (CAMPO *et al.*, 2009).

O que se constata é que a exposição ocupacional apresenta a possibilidade de gerar lesões de alta gravidade, sendo capaz de afastar o trabalhador de sua função, causando sérias consequências para o próprio trabalhador e para a empresa, como os apresentados na Figura 2.

Figura 2: Consequências Adversas Associadas à Exposição Ocupacional



Fonte: (Adaptado de AICHE, 2008 apud SELLA, 2014)

Pesquisadores assinalam que se tratam de consequências sérias para todos os envolvidos no processo produtivo, já que essas implicações estão conexas à ocorrência de eventos indesejáveis, sobretudo na saúde do trabalhador, pois é o mais afetado, como assinalam Alverne, Corona e Rego (2015, p.4) que:

Os danos sofridos por agentes atuando em conjunto podem exceder a soma simples dos danos produzidos por cada agente isoladamente. Os dados sobre a magnitude e as características dos efeitos auditivos produzidos pela exposição crônica a substâncias químicas, bem como as possíveis interações, níveis de concentração, quantidade e tempo de exposição.

Os dados de pesquisas ainda levantam inquietações a respeito da diversidade das exposições químicas e das combinações entre os agentes ototóxicos presentes no ambiente laboral, bem como, quanto à correlação precisa entre os níveis de exposição a solventes e o risco ou probabilidade de Perda Auditiva de Origem Ocupacional (PAO) (ALVERNE; CORONA; REGO, 2015).

Freitas e Arcuri (2015, p. 7-9), ao analisar os riscos devido às substâncias químicas, descrevendo alguns danos causados à saúde do trabalhador:

As substâncias químicas podem provocar vários tipos de danos à saúde, existem algumas doenças devido ao trabalho sem cuidado com produto químico, que às vezes só aparecem depois de muitos anos de trabalho.

Nestes casos podem aparecer problemas na pele, no estômago, rins, fígado, no sangue (p. 7).

O tipo de dano que pode ocorrer depende em primeiro lugar do tipo de substância com a qual estamos lidando. Algumas poderão provocar queimaduras, outras irritações, asfixias (quando a pessoa fica sem poder respirar), problemas na pele, tonturas, problemas em várias outras partes do corpo, que poderão provocar doenças facilmente curáveis até outras mais graves como o câncer, silicose, asbestose e que podem levar à morte (p.8).

Outras substâncias podem até provocar algum dano à saúde como estes e além disso causar incêndios ou explosões. Algumas provocam efeitos a curto prazo, isto é, logo que elas penetram o nosso corpo ou caem sobre nossa pele elas já provocam danos. É o caso de um ácido forte que queima a pele logo após ter caído sobre ela (p.8).

Outras apresentam efeitos retardados, isto é, os danos só começam a aparecer após alguns anos de trabalho, ou mesmo após a aposentadoria. É o caso de grande parte dos casos de câncer. (p. 8).

Algumas têm efeitos locais, são as que provocam problemas na pele ou no pulmão, por exemplo. Outras vão provocar problemas em alguma parte dentro de nosso corpo. São chamados efeitos sistêmicos, isto é, efeitos que vão aparecer em algum sistema do organismo: sistema respiratório, sistema digestivo ou auditivo. No caso do sistema auditivo, se no ambiente houver muito ruído, podemos perder parte ou toda a capacidade de ouvir. Algumas substâncias químicas também tem a capacidade de provocar problemas com a audição. Se elas estiverem no mesmo ambiente com o ruído pode ficar surdos mais facilmente (p.9).

Os danos causados ao trabalhador decorrentes da exposição ocupacional vêm demandando a interlocução de especialistas e estudiosos sobre a exposição ocupacional, por meio de suas pesquisas para investigar como a exposição contínua dos trabalhadores aos riscos químicos podem ser nocivos à saúde e integridade física dos trabalhadores e as implicações que eles apresentam e as estratégias necessárias para o seu enfrentamento (SILVA *et al.*, 2018).

2.3 OS AGENTES QUÍMICOS E OS LIMITES DE TOLERÂNCIA ACEITÁVEIS

Buschinelli (2014, p.18), ao parafrasear Paracelsus, cientista alemão do século XVI, traz a reflexão seu entendimento clássico sobre “*a diferença entre um veneno e um remédio é a dose*”, ou seja, a “*diferença entre o aparecimento ou não do efeito nocivo de uma substância química são a dose e as condições de exposição*”. Portanto, o conhecimento sobre a dose da substância ototóxica que a pessoa está exposta e seus efeitos é objetivo da Toxicologia.

Explica ainda Buschinelli (2014) que a Toxicologia estabelece quantitativamente os parâmetros referentes à relação dose x resposta por intermédio de uma variedade de indicadores, tais como:

Dose Letal 50 (DL50): Como existe uma variação biológica entre indivíduos da mesma espécie que também influencia a resposta a substâncias químicas, a DL50 foi definida como a dose de uma substância que leva à morte metade (50%) de uma determinada espécie. Pode ser entendido como um efeito médio. É estabelecido experimentalmente em animais e a administração pode ser por diferentes vias: oral, intravenosa ou outras (intraperitoneal, subcutânea, dérmica). Avalia somente os efeitos agudos e pode ser extrapolado com reservas para seres humanos, mas é um indicador que mostra o efeito imediato da substância. Os resultados são apresentados em miligramas ou gramas por quilograma de peso (mg/kg ou g/kg) e variam de acordo com a espécie, a idade, o sexo do animal e a via de introdução.

Concentração Letal L50 (CL50): É semelhante a DL50, mas é definido para substâncias dispersas no ar e administradas por inalação, sendo esta via mais semelhante à via de exposição ocupacional. Os resultados são apresentados em miligramas por litro de ar (mg/L) ou ainda em partes por milhão (ppm) para contaminantes na forma de vapor ou gás, e miligramas por metro cúbico (mg/m³) para material particulado (sólido ou líquido).

IPVS ou IDLH: Imediatamente Perigoso para Vida ou Saúde, tradução de IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health). É o parâmetro para toxicidade aguda mais importante em saúde ocupacional. É a concentração da substância no ar ambiente a partir da qual há risco evidente de morte, ou de causar efeito (s) permanente (s) à saúde, ou de impedir um trabalhador de abandonar uma área contaminada. A Occupational Safety and Health Administration (OSHA) e o National Industrial Occupational Safety and Health (NIOSH) dos Estados Unidos estabeleceram o valor IPVS ou IDLH para muitas substâncias. A OSHA determina que, para um trabalhador permanecer em um ambiente com concentração do agente químico maior ou igual ao IPVS, ele deve estar protegido com respiradores autônomos ou ar mandado. Este parâmetro foi concebido especialmente para substâncias corrosivas, asfixiantes ou com efeitos agudos sobre o sistema nervoso central (BUSCHINELLI, 2014, p. 19, sem grifo no original).

Esses parâmetros orientam profissionais do campo da Segurança e Higiene Ocupacional no desenvolvimento de análises quantitativa e qualitativa do risco de exposição ocupacional que diversos setores produtivos expõem seus trabalhadores.

O Quadro 2 mostra parâmetros de toxicidade de alguns agentes químicos, definidos através de estudos com animais:

Quadro 2 - Parâmetros de Toxicidade Aguda de Algumas Substâncias

Substância	CL50 em ppm para ratos para 4 horas de exposição	CL50 em ppm para camundongos para 4 horas de exposição	DL50 via oral, ratos em mg/kg	DL50 via oral, camundongos em mg/kg	IDLH em ppm
Benzeno	13.700	13.200	930	4.920	500
Etanol	32.380	30.000	7.060	-----	3.300
Solução de formaldeído a 35,5% em água	267	-----	-----	-----	20
Monóxido de carbono	1.807	-----	-----	-----	1.200
Gás sulfídrico	444	335	-----	-----	100

Fonte: (BUSCHINELLI; KATO, 2012).

Portanto, esses parâmetros são considerados um instrumento de controle de risco que tem a finalidade de seguir os efeitos agudos e crônicos, levando em consideração as concentrações e o tempo de exposição, a fim de identificar suas causas e suas consequências, para orientar as recomendações dos órgãos oficiais.

Completa Buschinelli (2014, p. 20), em toxicologia ocupacional, os efeitos agudos e crônicos causados pelas exposições químicas levam-se em conta:

O estabelecimento de limites de exposição ocupacional (LEOs). Os critérios para a definição de LEOs variam entre os países e mesmo de uma instituição para outra dentro de um mesmo país. Como a maioria dos LEOs são atualizados periodicamente, devem-se procurar sempre as referências mais recentes em sua consulta. A tendência geral é dos valores ficarem cada vez menores, pois a toxicologia vai revelando efeitos nocivos de substâncias em concentrações cada vez mais baixas.

No Brasil, os Anexos 11 e 12 da Norma Regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho e Emprego estabelecem os Limites de Tolerância (LTs). Nos Estados Unidos da América (EUA) esses parâmetros foram definidos pela *American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH)*, agência que definiu e publicou o valor legal dos *Threshold Limit Values (TLV)*. Essa agência caracteriza o TLV como:

Aquelas concentrações de substâncias químicas no ar, às quais, acredita-se, a maioria dos trabalhadores possa estar exposta, repetidamente, dia após dia, durante toda uma vida de trabalho sem sofrer efeitos adversos à saúde. Existem três tipos de TLV: os limites Time-Weighted Average (TWA) ou média ponderada no tempo; os Short-Term Exposure Limit (STEL) ou limites de exposição para curto-prazo; e o Ceiling (valor-teto). O limite da média ponderada no tempo (TLV-TWA) é a concentração média do agente químico que deve ser respeitada nas jornadas de trabalho (8 horas diárias e 40 horas

semanais) e geralmente se modifica em função de inúmeras variáveis dos ciclos produtivos e ambientais. O limite de exposição média ponderada de 15 minutos (TLV-STEL) não deve ser ultrapassado em momento algum da jornada e é suplementar ao TLV-TWA. O limite de exposição Ceiling é a concentração máxima que não deve ser excedida em qualquer momento da exposição no trabalho. Geralmente é definida para substâncias irritantes e/ou asfixiantes (ACGIH, 2012) e sua definição é a mesma do valor-teto da legislação brasileira (BRASIL, 1978) Os valores de exposição em curto prazo também são importantes para as substâncias irritantes, cáusticas e asfixiantes (BUSCHINELLI; KATO, 2012, p.73).

Por sua vez, a *Occupational Safety Health Administration* (OSHA) também utiliza a média ponderada de 8 horas de exposição igualmente a ACGIH (TWA). Essa agência caracteriza o TWA-PEL (*Permissible Exposure Limit*) como: “o nível de exposição estabelecido como o nível mais alto de exposição de um trabalhador pode estar exposto por 8 horas a, sem incorrer o risco de efeitos adversos para a saúde” (OSHA, 1995 apud BUSCHINELLI, 2014, p. 25).

É importante destacar que os parâmetros previstos pelas agências ACGIH e OSHA serviram de embasamentos para a elaboração dos LTs da NR-15. A NR-15 regulamentou os limites de tolerância dos agentes químicos, como também, descreve as atividades, operações e agentes insalubres, definindo “as situações em que os trabalhadores, no exercício de sua função, estão sujeitos as exposições nocivas à saúde, a fim de protege-los contra os danos causados pelos agentes químicos”.

A esse respeito, comenta Melos (2018, p. 6) que:

No Anexo XI da NR 15 foram utilizados os limites de exposição ocupacional estabelecidos pela ACGIH em 1976. Esses valores foram corrigidos pelo critério de Brief & Scala, pois a ACGIH considerava uma carga horária semanal de 40 horas/semanal e a Constituição Brasileira permitia carga horária semanal de 48 horas/semanal. Os limites estabelecidos à época pela ACGIH foram multiplicados por um fator de 0,78, resultando nos limites vigentes até hoje na legislação. Em 1988, com a promulgação da Constituição Federal Brasileira, foi estabelecido no 7º Artigo: “duração do trabalho normal não superior a oito horas diárias e quarenta e quatro semanais [...]”. Entretanto, os limites de tolerância para agentes químicos não foram revisados, permanecendo os mesmos previstos para 48 horas semanais de jornada.

Levando em consideração a literatura sobre o tema, o que se pôde verificar foi que existem situações predisponentes a acidentes de trabalho e doenças ocupacionais, e dentre elas, destacaram-se os riscos químicos. E, em virtude dos danos que as substâncias ototóxicas trazem ao trabalhador, cresceram os índices de doenças ocupacionais, o que vem demandando investimento em estratégias de

gerenciamento de risco nos processos de trabalho, visando alterar fatores que impactam o resultado operacional.

Nesse cenário, sugere a literatura as ferramentas de gerenciamento de risco no campo da Segurança e Higiene Ocupacional, como componentes centrais na moderna gestão estratégica das organizações, a fim de identificar e tratar os riscos químicos com a finalidade de dar sustentação a cada atividade, projeto e a avaliação da organização, aumentando com isso as chances de sucesso empresarial. Assim, a avaliação quantitativa dos riscos dos agentes otóxicos pode contribuir para elaboração de estratégias e diminuição dos danos à saúde do trabalhador.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia é, segundo Gil (2012, p. 90), “[...] uma investigação profunda e exaustiva de um ou poucos objetos, de maneira que propicie um amplo e detalhado conhecimento acerca do problema detectado”. Definida a concepção adotada de metodologia, buscou-se escolher o método, partindo do pressuposto de que ele constitui: “uma característica tão importante da ciência que, não raro, identificarmos ciência com seu método. [...]” (RUIZ, 2011, p.139).

Constata-se que a metodologia de uma pesquisa requer a adoção de procedimentos e métodos sistemáticos para alcançar o objetivo proposto em um estudo, contemplando a, caracterização da pesquisa, o método de pesquisa, instrumentos utilizados, coleta de dados e análise dos dados, como descritos a seguir:

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

Optou-se pela pesquisa exploratória-descritiva, por entendê-la como uma investigação cujo objetivo é a formulação de uma problemática, com finalidade de “aumentar a familiaridade do pesquisador com o ambiente, fato ou fenômeno, para desenvolver uma pesquisa mais precisa” (GIL, 2012, p.98).

Conforme Lakatos e Marconi (2013), os estudos descritivos combinados com os exploratórios têm por objetivos descrever completamente determinado fenômeno, pelo qual são realizadas análises empíricas e teóricas. Por essa razão, esta pesquisa é considerada exploratória e descritiva. Exploratória, devido explorar na literatura os conceitos relacionados ao tema; e descritiva, porque apresenta as características do fenômeno estudado.

Neste estudo também foram adotadas as pesquisas bibliográfica e a de campo. A primeira é foi desenvolvida a partir de livros, artigos, periódicos coletados em bancos de dados. A segunda, a pesquisa de campo, consistiu na busca de informações em uma empresa, coletando dados *in loco* no momento em que se aplicaram os instrumentos de coleta de dados.

3.2 MÉTODO DE PESQUISA

Escolheu-se o estudo de caso como método de pesquisa, focando-se o estudo em uma organização em particular. Nesse caso aqui apresentado, uma Empresa de Transporte Rodoviário Urbano de Pessoal da cidade de Aracaju/SE.

A empresa foi fundada em 2008, com a finalidade de fornecer serviços para atender as necessidades dos usuários do transporte público de Aracaju e região metropolitana. Possui uma frota composta por 205 ônibus, e atualmente, tem 182 veículos circulando.

Possui administração moderna, cujo quadro profissional é formado por: (1) Administradores e pessoal de apoio Administrativo, Financeiro e Gestão de Pessoas; (2) Profissionais da área de Manutenção e; (3) Profissionais da área de Operação e Apoio Logístico. A empresa possui um quadro profissional de mais de 700 trabalhadores, dentre eles, motoristas, cobradores, abastecedores, auxiliares administrativos e de apoio, supervisores, engenheiros, entre outros.

Gil (2012, p.107) afirma que o estudo de caso “é um estudo que investiga um fenômeno atual dentro de seu contexto de realidade, quando as fronteiras entre o fenômeno não são claramente definidas, e no qual são utilizadas várias fontes de evidência”. O estudo de caso ainda apresenta alguns propósitos pelos quais os pesquisadores utilizam este método: “[...] explorar situação da vida real cujos limites não estão definidos; descrever o contexto em que está sendo feita determinada investigação e explicar as variáveis causais de determinado fenômeno em situações complexas” (ibid, p.107).

3.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Foi utilizado como instrumento de coleta a entrevista semiestruturada (Apêndice A) com um engenheiro de Segurança do Trabalho. A fundamentação teórica que embasou a escolha por esse instrumento foi a de Lakatos; Marconi (2013). Pesquisadores que concebem a entrevista como uma ferramenta utilizada para obter respostas válidas e informações pertinentes sobre determinado assunto ou problema, visando averiguar fatos, conhecer o que as pessoas pensam e acreditam, bem como

conhecer a conduta de pessoas, descobrir quais fatores podem influenciar as opiniões, sentimentos e condutas, dentre outros aspectos.

Foi garantido ao entrevistado o sigilo de suas informações pessoais, mediante instrumentos apropriados, considerando-o como protagonista da pesquisa, garantindo que ele assinasse o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B). Foi solicitada também ao proprietário da empresa a autorização para a realização da pesquisa, conforme assinatura do Termo de Autorização (Apêndice C).

Além da entrevistada com o engenheiro, foram obtidas informações sobre a avaliação quantitativa dos agentes ototóxicos realizada pela empresa, que serviu como complemento para averiguar o nível de exposição ocupacional em trabalhadores da empresa, como também os principais agentes ototóxicos a que estão submetidos esses trabalhadores.

3.4 COLETA E ANÁLISE DE DADOS

Inicialmente, foi feita uma visita à empresa para obtenção da autorização para realizar a pesquisa. Em seguida, foram definidos, entre os responsáveis pela segurança do trabalho, quem seria o entrevistado, considerando-se que o estudo enfocou a exposição ocupacional dos trabalhadores a agentes ototóxicos.

A entrevista foi realizada pessoalmente com o engenheiro de Segurança do Trabalho, sendo focada a realidade da empresa. Fazendo em seguida, a análise e interpretações dos dados contidos na avaliação quantitativa de exposição ocupacional realizada pela empresa, visando a compreender melhor as informações registradas na entrevista com o engenheiro de segurança.

Nesse sentido, tomou-se como parâmetro a Norma Regulamentadora nº 15 (NR - 15) - Atividades e Operações Perigosas e Insalubres - Anexos 11, bem como os valores de referência divulgados por entidades internacionais como a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* – ACGIH (Conferência Governamental Americana de Higienistas Industriais), a *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH), Instituto Nacional de Segurança e Saúde Ocupacional e a *Occupational Safety Health Administration* (OSHA); agências responsáveis pela realização de pesquisas e criação de recomendações para a prevenção de lesões e doenças relacionadas ao trabalho (MELLO, 2004; MELOS, 2018).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo ancora-se numa abordagem descritiva, com o objetivo de mostrar o nível de exposição ocupacional a substâncias ototóxicas em trabalhadores de uma Empresa de Transporte Rodoviário Urbano de Pessoal da cidade de Aracaju/SE, identificando os principais agentes ototóxicos a que estão submetidos esses trabalhadores.

A pesquisa foi realizada no período de junho a agosto de 2019, período esse, em que foram obtidos dados de uma avaliação quantitativa da exposição ocupacional por agentes ototóxicos em abastecedores de combustíveis na empresa assim citada.

Portanto, os resultados da pesquisa foram divididos em duas etapas. A primeira consistiu na análise da entrevista feita ao engenheiro de Segurança do Trabalho da empresa pesquisada. A segunda etapa traz os resultados da avaliação quantitativa de exposição ocupacional realizada pela empresa, confrontando com a literatura sobre o tema.

4.1 ANÁLISE DA ENTREVISTA

A análise empreendida tem caráter exploratório, sendo obtida por meio de entrevista com o engenheiro responsável pela segurança no trabalho. Inicialmente, foi feito um breve perfil do entrevistado, em que foi verificado que ele ocupa a função de Engenheiro de Segurança do Trabalho há dez anos, tem 36 anos de idade e sua formação profissional é Engenharia Florestal.

Questionou-se ao entrevistado se, no ambiente de trabalho que atua, os trabalhadores estão expostos a agentes ototóxicos. Segundo ele: “os trabalhadores *estão expostos a ruídos produzidos pelos ônibus em circulação nos turnos noturno e diurno, vapores orgânicos e diesel*”.

A literatura indica que trabalhadores como motoristas de ônibus, frentistas e analistas de combustíveis estão sujeitos a uma mistura complexa de diferentes compostos químicos/solventes, dentre os quais, o benzeno, considerado composto cancerígeno, não apresenta limite seguro de exposição (CARVALHO *et al.*, 2017; MENDES *et al.*, 2017). A pesquisa realizada por Campos; Fernandes, André (2017)

mostrou também que abastecedores de combustíveis estão sujeitos a múltiplos combinados orgânicos voláteis, incluindo benzeno, agente de elevada toxicologia, apontado pelos estudos como um agente causador de diversos danos à saúde do trabalhador, dentre eles, os danos auditivos (ARCURI; CARDOSO, 2005; BRASIL, 2012).

O que se verifica é a existência de condições de riscos à saúde em que o profissional da empresa está exposto. E, diante desse cenário, constata-se que a atividade profissional de abastecedor de combustíveis está sujeito à ocorrência de doenças ocupacionais que pode lesá-lo temporariamente ou gravemente (MORAES, 2015).

Isso explica, de certo modo, a preocupação de pesquisadores sobre esse tema, o que vem despertado a atenção de profissionais da área de Segurança e Higiene Ocupacional com questões relativas à saúde ocupacional e ao trabalho devido ao custo e o impacto na qualidade de vida destes profissionais.

Diante da possibilidade de exposição ocupacional em trabalhadores que manipulam combustíveis e seus efeitos tóxicos na saúde, foi questionado ao Engenheiro de Segurança do Trabalho se a empresa realiza avaliações periódicas para identificar e controlar os riscos de doenças ocupacionais no local de trabalho, partindo do entendimento de que “os monitoramentos biológico e ambiental são ferramentas de análise imprescindíveis para a condução de um estudo de avaliação da exposição (CARVALHO *et al.*, 2017, p.315). Sendo assim, foi informado que:

A empresa faz o monitoramento de ruído através de equipamento audiodosímetro, onde esse, capta todo espectro de ruído em bandas de frequências. No tocante aos agentes químicos, é feito monitoramento através de bomba de amostragem (amostragem ativa), coletando os diversos agentes dispersos na atmosfera, na forma de fumos, névoas e gases. No campo médico, são feitos exames, tais quais: audiometria, admissionais, periódicos e demissionais (Engenheiro de Segurança do Trabalho).

O que se observa é que a empresa realiza vários procedimentos para o gerenciamento de riscos de exposição ocupacional, sobretudo os recomendados pela legislação brasileira e as normas internacionais definidas pelas NIOSH e a ACGIH, sobre a importância da realização de audiogramas recorrentes em trabalhadores que executam suas funções manipulando produtos químicos e níveis de ruído acima dos limites aceitos (MELLO, 2004).

As agências NIOSH e a ACGIH passaram a recomendar, desde 1998, que a audição “dos trabalhadores expostos a certos produtos químicos seja monitorada, [...] mais adiante, o Parlamento Europeu sugeriu Programas de Conservação Auditiva para atender às necessidades dos trabalhadores expostos a riscos químicos” (MELLO, 2004, p.23).

Mendes *et al.* (2017) realizaram um estudo sobre ototoxicidade ocupacional, tendo o benzeno como componente químico principal em combustíveis, trouxeram informações sobre o Acordo do Benzeno, no qual faz menção aos prejuízos ocasionados por este composto carcinogênico.

Os prejuízos são considerados efeitos crônicos da exposição, com possíveis alterações tanto periféricas quanto centrais. São observadas perdas auditivas neurosensoriais, zumbidos, vertigens (sistema vestibular em conjunto com o auditivo) e dificuldades no processamento auditivo. O acordo define a necessidade de uso de outros testes audiológicos, além das convencionais audiometrias tonais por via aérea e óssea e a audiometria vocal para a investigação, levando-se em conta que essas podem não ser suficientes para o diagnóstico. Sugere testes como imitancimetria, exame vestibular, otoemissão acústica, audiometria de tronco cerebral e provas de processamento auditivo. Considera-os importantes para a complementação da informação sobre o topodiagnóstico da lesão (MENDES *et al.*, 2017, p.11).

O que se observa na literatura é a falta de consenso entre os pesquisadores sobre a interação ruído e composto químico, como agente capaz de produzir perda auditiva, quando comparada a exposição isolada ao ruído ou ao produto químico (MELLO, 2004). A pesquisa desenvolvida por Augusto *et al.* (2012) revelou que a maioria dos estudos apenas formula hipóteses sobre essa interação, analisando esse fenômeno de forma isolada, seus efeitos e os limites de tolerância, sem considerar as exposições combinadas, mesmo sabendo que os trabalhadores estão sujeitos a vários compostos químicos pode ter dano auditivo incurável.

Há que se considerar, entretanto, que a infinidade de produtos e as diferentes concentrações evitam uma avaliação confiável de seus efeitos (AUGUSTO *et al.*, 2012). Isso se aplica, de certo modo, não só à combinação de substâncias químicas, mas sim outros fatores que juntos ou combinados são potenciadores de doenças ocupacionais (CÂMARA, 2012; DUARTE, 2014; CARVALHO *et al.*, 2017).

Desta forma, ressalta-se que todos os trabalhadores cuja atividade envolve o manuseio de combustíveis têm potencial chance de exposição a substâncias tóxicas e ruído, sendo os principais profissionais dessa classe motoristas de caminhão e

ônibus, mecânicos, manobristas, abastecedores, entre outros (CÂMARA, 2012; PRASHER, 2012).

As alterações na saúde motivadas pelos poluentes presentes nos combustíveis estão sobretudo conexas aos níveis de concentração e o tempo de exposição do agente no ambiente de trabalho. Contudo, a exposição de dois ou mais agentes de forma concomitante oferece maior risco de danos ocupacionais (PRASHER, 2012). O elo entre agentes químicos e ruídos pode representar que, mesmo quando estes obedecem os limites de exposição ocupacional, risco elevado de perda auditiva (LATAYE & CAMPOS, 1997; AZEVEDO, 2004).

Nesse sentido, com base nas observações das pesquisas analisadas, é possível perceber a necessidade de alterações jurídicas no que diz respeito aos valores limite que atualmente determinam a prevenção da perda auditiva e/ou os efeitos tóxicos na saúde do trabalhador (LATAYE & CAMPOS, 1997; MORO *et al.*, 2013; CAMPOS; FERNANDES, ANDRÉ, 2017).

Diante do exposto, foi necessário identificar quais medidas de controle são utilizadas para neutralizar ou reduzir as exposições a substâncias ototóxicas a patamares seguros na empresa. Conforme depoimento do entrevistado:

Uso de respirador semifacial com cartuchos para VO (vapores orgânicos), fumos metálicos para quem trabalha com solda, protetores auditivos (plug e concha), luvas para proteção das mãos contra agentes químicos, creme para proteção das mãos contra agentes químicos, exames médicos para atestar que o trabalhador não está sendo afetado e demais medida administrativa (Engenheiro de Segurança do Trabalho).

E constatar também se a empresa possui algum programa específico de avaliação de exposição a substâncias ototóxicas. “A empresa segue a diretiva das Normas Reguladoras do Brasil, bem como os TLV da ACGIH” (Engenheiro de Segurança do Trabalho).

Importante destacar que as normas reguladoras brasileiras têm a finalidade de proteger a saúde dos trabalhadores expostos a agentes químicos no local de trabalho. Para tanto, elas estabelecem limites de exposições ocupacionais, através do estabelecimento de limites de tolerância a agentes químicos, tendo como fundamento os valores definidos pela ACGIH desde 1976 (MELOS, 2018).

Recentemente, a ACGIH (2017), publicou três categorias de limites de tolerância (TLV) para agentes químicos, a saber: TLV-TWA, TLV-STEL e TLV-C.

O limite de exposição TLV-TWA é definido como a concentração para uma jornada diária de 8 horas e semanal de 40 horas, que se acredita que quase todos os trabalhadores possam estar repetidamente expostos, dia após dia, durante uma vida de trabalho, sem efeitos adversos à saúde.

Já a categoria TLV-STEL, conforme a ACGIH, é um limite de exposição média ponderada em 15 minutos, no qual os trabalhadores podem ficar expostos por curtos períodos de tempo, quatro vezes durante a jornada, sem sofrer efeitos à saúde. De acordo com a entidade, o TLV-STEL é um limite que complementa o TLV-TWA.

Já o TLV-C é definido pela ACGIH como aquele limite que não deve ser excedido em nenhum momento da exposição no trabalho (MELOS, 2018, p. 4).

Nesse cenário, destaca-se as estratégias de Saúde e Higiene Ocupacional, por sua contribuição para o controle dos perigos no local de trabalho, através da averiguação dos riscos químicos, iniciando-se pela sua identificação e análise de agentes tóxicos específicos e pelas abordagens de tratamento destes, bem como pela monitoração, controle e acompanhamento, definindo as estratégias para o controle dos danos que podem prejudicar a integridade física e a saúde do trabalhador.

Tais contribuições não passaram despercebidas por Magnanelli (2007, p. 4), que concebe a Higiene Ocupacional como uma estratégia de controle de risco, que atua no ambiente organizacional por meio de:

[...] soluções preventivas com base em testes previamente realizados e validados que permitem estimar a exposição em determinadas situações específicas e bem definidas e propor técnicas de controle adequadas a cada caso, a fim de superar a metodologia focada em higienistas ocupacionais, carência ainda maior dos especializados em riscos químicos.

Vê-se a necessidade de monitoramento dos agentes ototóxicos no ambiente laboral, na medida em que todo e qualquer trabalho a ser executado está sujeito a perigos ou adversidades que ao ocorrerem podem gerar implicações desastrosas para empresa e danos irreversíveis aos trabalhadores (MORAES, 2015).

Em seguida, verificou-se com o entrevistado se já houve algum afastamento de trabalhador devido à perda auditiva, como consequência de exposição a ruído ou a substâncias ototóxicas.

“Não. O setor médico faz as recomendações necessárias, caso haja um exposto, recomendando se possível, a mudança de posto de trabalho, na intercorrência de algum agravo à saúde” (Engenheiro de Segurança do Trabalho).

Como a literatura brasileira e a americana não classificam quais ototóxicos causam danos à audição do trabalhador, a proteção fica limitada aos órgãos-alvo indicados na ACGIH, não contemplando a ação tóxica no aparelho auditivo. E como visto, as pesquisas não são unânimes quanto à combinação ruído-agente tóxico para a ocorrência de dano auditivo, em virtude de vários aspectos, já discutidos anteriormente.

Contudo, Unlu *et al.* (2014) encontraram respostas positivas para a presença de alterações auditivas com a exposição ao ruído e aos solventes, em sua pesquisa no formato de:

[...] estudo caso-controle com 469 trabalhadores de uma fábrica de ônibus e caminhões, sendo a média de exposição ao benzeno, tolueno, xileno, tetracloroetileno e acetona de 12,7 anos e limites de exposição ocupacional para compostos químicos e agentes físicos dentro dos níveis permitidos pela ACGIH. Neste estudo, foram coletados sangue dos indivíduos expostos aos solventes; medidas auditivas de todos os participantes da pesquisa com audiometria tonal por via aérea (VA) e por via óssea (VO); testagem dos ambientes quanto ao ruído - achados inferiores a 85dBNA; e a verificaram presença dos solventes através de tubos de adsorção de vidro selados durante o turno de trabalho por um tempo, com amostras analisadas por cromatografia gasosa (UNLU *et al.* 2014, p. 411).

De igual modo, a pesquisa desenvolvida por Lobato *et al.* (2014) também encontrou associações positivas para ototoxicidade de:

[...] solventes (hidrocarbonetos aromáticos, tolueno, xileno, terebentina, óleos, graxas, chumbo, cromatos e molibdatos), por meio de um estudo observacional retrospectivo, realizado em indústria de materiais gráficos, com amostra dividida em quatro grupos: grupo exposto somente ao ruído (NG), composto por 42 trabalhadores expostos a ruído de 85 a 93 dBA; grupo exposto ao ruído e solvente (NSG), composto por 57 trabalhadores expostos a ruído de 88 a 98 dBA e solventes, simultaneamente; grupo controle de ruído (CN); e o grupo controle ruído e solventes (CNS). No estudo, as mulheres foram menos susceptíveis quando expostas somente ao ruído, e a faixa etária de 40 a 49 anos apresentou respostas significativamente piores nos limiares auditivos do grupo de exposição simultânea ao ruído e aos solventes, quando comparado ao seu controle (LOBATO *et al.*, 2014, p. 139).

Os resultados encontrados nessas pesquisas, acerca da combinação ruído-agente tóxico para a ocorrência de dano auditivo, mostram que é necessário desenvolver mais estudos sobre essa problemática, já que o dano auditivo pode ser

irreversível, o que comprometerá a qualidade de vida do trabalhador (SILVA *et al.*, 2018), como também implementação de leis para definição de limites de tolerância para a combinação agente químico-ruído e políticas públicas no campo da Segurança e Medicina do Trabalho, garantindo que as empresas cumpram as regulamentações prescritas na legislação, e não menos importante, os programas de treinamentos e de educação da saúde, na qual as empresas poderão desenvolver permanentes, como também realizar reuniões, cursos ou minicursos, palestras, afixar cartazes em murais, a fim de aumentar o conhecimento dos trabalhadores sobre as doenças ocupacionais e o risco de exposição ocupacional a agentes ototóxicos, estratégias preventivas como a melhor ferramenta de intervenção no ambiente laboral (RAMOS, 2014).

Partindo dessa premissa, foi importante verificar como a empresa realiza treinamento de segurança como seus funcionários quanto aos riscos decorrentes de ruído, exposição ocupacional a solventes e produtos químicos.

“Os trabalhadores são orientados quanto ao uso correto dos plugs e ou conchas, abordando também a higienização e troca; testes de vedação com os respiradores, a substituição dos cartuchos químicos; treinamento e procedimentos operacionais e DDS (Diálogo Diário de Segurança) toda semana” (Engenheiro de Segurança do Trabalho).

Identificou-se na literatura que o treinamento age diretamente no trabalho, independentemente da área, pois é um recurso imediato e específico para o aperfeiçoamento profissional. Ele é um processo educacional para gerar mudança de comportamento, visto que o foco da empresa é gerar resultados. Importante destacar que o treinamento exige a participação ativa dos trabalhadores e gestores da empresa, visando conscientizar os trabalhadores para executar as orientações propostas para o cuidado com sua saúde e segurança no trabalho (PEREIRA, 2015).

E, finalmente, foram verificadas se outras estratégias preventivas poderiam ser implantadas na empresa para melhor controlar os perigos no local de trabalho, melhorar a saúde, a qualidade de vida e a segurança dos trabalhadores. Conforme o entrevistado:

“Muitas medidas são adotadas conforme as diversas normas recomendam, entretanto, seria necessário implantar um PPR (Programa de Proteção Respiratória), com fito de validar todos os respiradores mediante ensaios” (Engenheiro de Segurança do Trabalho).

Diante dessas estratégias apontadas pelo entrevistado, destaca-se a necessidade da empresa implantar o Programa de Proteção Respiratória (PPR), como sendo uma das medidas preventivas que atualmente tem merecido grande destaque.

Esse programa refere-se a um conjunto de estratégias no campo da segurança do trabalho, desenvolvidas para a proteção da saúde do trabalhador contra a exposição aos riscos químicos e biológicos presentes no ambiente de trabalho, que objetivam: “controlar as doenças ocupacionais causadas pela inalação das impurezas do ar que são prejudiciais à saúde como poeiras, névoas, fumos, vapores e gases químicos” (TORLONI, 2012, p. 72).

Programas como o PPR visam o controle da propagação do agente ototóxico e estes contemplam, segundo Freitas e Arcuri (2015, p. 15-16) várias medidas no ambiente de trabalho como:

Organizar a planta do local (*layout*) de forma que o trabalhador não precise andar muito carregando o produto, de forma a evitar que pessoas que não estão trabalhando naquele lugar passem por onde houver substância perigosa. Além disso, posição adequada dos equipamentos pode facilitar a circulação e a fuga em caso de acidente, assim como a ventilação do ambiente. Procedimentos de trabalho executados em sequência, também são facilitados se os equipamentos são também colocados de forma apropriada;

Manter a limpeza. É necessário existir procedimentos adequados de controle de derramamento e descarte;

A armazenagem das substâncias químicas precisa ser cuidadosa. Não podem ser guardadas de qualquer jeito e em qualquer lugar. Precisa haver local próprio e seguro.

Em todos os locais onde houver produto químico perigoso, devem ser colocados sinais e avisos que indiquem a sua presença. Estes sinais e avisos devem estar bem localizados, visíveis, e serem compreensíveis. Deve haver troca periódica para os trabalhadores não se acostumarem com eles, por que caso contrário, eles perdem a função.

Deve estar sempre fazendo uma vigilância do ambiente, isto é, estar atentos principalmente para assegurar que as medidas de controle já instaladas, estejam funcionando bem. Existem alarmes e outros sinais que podem ser instalados, que indicam quando ocorre vazamento ou outro problema com algumas substâncias, quando a quantidade delas no ar pode causar um efeito agudo.

Diminuir o tempo de uma atividade, quando houver possibilidade de emanação de produtos para o ambiente;

Remover resíduos de produto, assim que termine uma operação;

Evitar formação acidental de subprodutos ou produtos secundários;

Fechar cuidadosamente equipamentos;

Manusear adequadamente produtos perigosos;

Transferir com cuidado produtos perigosos.

Instalação de equipamentos mínimos para evitar agravamento de danos após um acidente com produto químico;

As medidas de controle a partir da participação dos trabalhadores, como:

-Limitação no tempo de exposição;

-Educação;

-Capacitação;

-Vigilância médica;

-Utilização de equipamento de proteção individual.

Diante das estratégias descritas, reportamo-nos às sugestões de Pereira (2015) sobre alguns procedimentos para a minimização das doenças ocupacionais decorrente da exposição a agentes ototóxicos no ambiente laboral. Primeiramente, é importante a prevenção e a atenção das doenças ocupacionais que constituem um grande desafio para as empresas de transportes urbanos, visto que, os critérios para combatê-lo deverão ser organizacionais e pessoais. Essas empresas precisam intervir na origem do problema, o que muitas vezes implica a necessidade de mudanças no local de trabalho e reflexão profunda sobre o lucro econômico de um lado e o bem-estar dos trabalhadores do outro.

O que se pode concluir dessa análise é, que o cenário organizacional vem demandando a interlocução de especialistas e estudiosos, por meio de suas pesquisas para investigar como a exposição contínua dos trabalhadores aos riscos químicos podem ser nocivos à sua saúde e integridade física e as implicações que eles apresentam e as estratégias necessárias para o seu enfrentamento (SILVA *et al.*, 2018).

4.2 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DOS AGENTES OTOTÓXICOS

Depois de realizada a entrevista com o engenheiro, foram analisados os resultados da avaliação quantitativa dos agentes ototóxicos realizada pela empresa em estudo. Essa análise partiu do pressuposto de que a proteção dos trabalhadores expostos a agentes químicos “não é apenas uma tarefa médica, mas envolve uma série de atividades que devem ser realizadas de forma a articular a avaliação ambiental e a avaliação da saúde” (BUSCHINELLI, 2014, p.4).

Por essa razão, as avaliações quantitativas e qualitativas representam uma estratégia que pode antecipar e/ou controlar exposições graves, reavaliando exposições controladas e, taticamente, em um programa de avaliação de exposição a substâncias que não possuam limites de exposição ocupacional (MAGNANELLI, 2007).

Foram utilizados instrumentos metodológicos recomendados pelas agências NIOSH e OSHA, pertinentes com as questões da prevenção de lesões e doenças relacionadas a ototoxicidade. Essas instituições fornecem informações e recomendações na área da segurança e saúde ocupacional, com o objetivo de

“prevenir doenças relacionadas ao trabalho, lesões, incapacidade e morte, reunindo informações, conduzindo pesquisas científicas e traduzindo o conhecimento adquirido em produtos e serviços” (OSHA, 2009).

A avaliação quantitativa dos agentes ototóxicos foi direcionada ao Posto de abastecimento de combustíveis da empresa, sendo avaliada a Função Abastecedor, cuja a Classificação Brasileira de Ocupações (CBO) é 8621-60. O CBO pertence à Secretaria Especial da Previdência e Trabalho. O tipo de veículo abastecido foi o ônibus a combustão (combustível fóssil), líquido inflamável “Diesel S10”. Por essa razão, o produto avaliado foi o óleo diesel S10 B15 EX (PETROBRAS). A literatura caracteriza o diesel como um dos “principais combustíveis utilizados nos motores do mundo, devido à sua alta eficiência térmica. Contudo, gera níveis elevados de muitos poluentes, tais como: NOX, SOX, CO e de partículas” (SCHWART *et al.*, 2004, p. 146).

As informações foram obtidas por meio da FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos), sendo verificada a composição do óleo diesel S10, ou seja, esse produto é composto por:

Hidrocarbonetos saturados (parafínicos ou naftênicos), Hidrocarbonetos aromáticos Enxofre (orgânico) e Biodiesel
Hidrocarbonetos saturados são hidrocarbonetos cujos átomos de carbono se interligam apenas com ligações simples. São representantes desta categoria os alcanos (parafínicos) e os cicloalcanos.
Hidrocarbonetos aromáticos são compostos orgânicos formados exclusivamente por átomos de carbono e hidrogênio. Apresentam obrigatoriamente uma estrutura básica (anel ou núcleo aromático) composta por cadeia fechada e seis átomos de carbono.

A composição e informações do óleo diesel S10 também podem ser observadas na Figura 3:

Figura 3 – Composição do Óleo Diesel S10

3 - COMPOSIÇÃO E INFORMAÇÕES SOBRE OS INGREDIENTES																				
>>>SUBSTÂNCIA DE PETRÓLEO																				
Nome químico comum ou nome técnico:	Gasóleos: Óleo diesel																			
Grupo de substância de petróleo:	Gasóleos e óleos destilados são misturas complexas de petróleo, compostas primariamente de hidrocarbonetos saturados (parafínicos ou naftênicos) ou aromáticos com cadeia carbônica composta de 9 a 30 átomos de carbono e ponto de ebulição entre 150 e 471°C.																			
Sinônimo:	Óleo diesel automotivo.																			
Número de registro CAS:	68334-30-5																			
Impurezas que contribuem para o perigo:	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Ingredientes</th> <th>Concentração (%)</th> <th>CAS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Compostos de enxofre</td> <td>*</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Compostos oxigenados</td> <td>-</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Compostos nitrogenados</td> <td>-</td> <td>NA</td> </tr> <tr> <td>Enxofre</td> <td>máx. 0,001 % (p/p)</td> <td>7704-34-9, orgânico</td> </tr> <tr> <td>Biodiesel B100</td> <td>15%</td> <td>NA</td> </tr> </tbody> </table>		Ingredientes	Concentração (%)	CAS	Compostos de enxofre	*	NA	Compostos oxigenados	-	NA	Compostos nitrogenados	-	NA	Enxofre	máx. 0,001 % (p/p)	7704-34-9, orgânico	Biodiesel B100	15%	NA
Ingredientes	Concentração (%)	CAS																		
Compostos de enxofre	*	NA																		
Compostos oxigenados	-	NA																		
Compostos nitrogenados	-	NA																		
Enxofre	máx. 0,001 % (p/p)	7704-34-9, orgânico																		
Biodiesel B100	15%	NA																		
*Concentração de enxofre total: 10 mg/Kg. NA: Não aplicável.																				

Fonte: (N° FISPQ BR0134 ÓLEO DIESEL S10 B15 EX).

As informações mais importantes retiradas da FISPQ foram: Ponto de fulgor 38°C (temperatura quase que atmosférica) e Pressão de vapor: 0,4 KPa a 40° (alta pressão de vapor).

O ponto de fulgor, ou ponto de Inflamação, é a menor temperatura na qual um combustível libera vapor em quantidade suficiente para formar uma mistura inflamável por uma fonte externa de calor.

A pressão de vapor é a pressão exercida por um vapor quando este está em equilíbrio termodinâmico com o líquido que lhe deu origem, ou seja, a quantidade de líquido (solução) que evapora é a mesma que se condensa. A pressão de vapor é uma medida da tendência de evaporação de um líquido. Quanto maior for a sua pressão de vapor, mais volátil será o líquido, e menor será sua temperatura de ebulição relativamente a outros líquidos com menor pressão de vapor à mesma temperatura de referência.

Quando analisada a coleta de vapores orgânicos do óleo diesel liberados no processo de abastecimento de ônibus, foram utilizados os seguintes equipamentos:

1. Bomba de amostragem: Sensidyne, modelo GilAir 5
2. Calibrador de fluxo primário: Defender 510 L Bios

3. Módulo de baixo fluxo para bombas Sensidyne.
4. Mangueira de Tygon
5. Suporte para tubete

Os amostradores do laboratório foram:

1. Tubo de carvão ativo 200/400mg (SKC 226-09) – número de série: TCG 117546 (Turno: diurno)
2. Tubo de carvão ativo 200/400mg (SKC 226-09) – número de série: TCG 117570 (Turno: noturno)

O método de análise laboratorial utilizado foi OSHA 07M (Figura 4), pois esse consiste numa versão generalizada da metodologia NIOSH validada, coletados através de tubos de carvão de tamanho padrão contendo carvão à base de coco, conforme a discriminação a seguir:

Figura 4 - Método OSHA 07M

Table 4.
Recommended Sampling Parameters for Analytes Covered by This Procedure.

analyte	PEL (ppm)	air vol (L)	max rate (L/min)	NIOSH Method
Allyl alcohol	2	10	0.2	1402
Allyl chloride	1	48	0.2	1000
n-Amyl acetate	100	10	0.2	1450
sec-Amyl acetate	125	10	0.2	1450
Benzyl chloride	1	10	0.2	1003
Bromoform	0.5	10	0.2	1003
Butyl acetate	150	10	0.2	1450
sec-Butyl acetate	200	10	0.2	1450
tert-Butyl acetate	200	10	0.2	1450
Butyl alcohol	100	10	0.2	1401
sec-Butyl alcohol	150	10	0.2	1401
tert-Butyl alcohol	100	10	0.2	1400
n-Butyl glycidyl ether (BGE)	50	10	0.2	1616
p-tert-Butyltoluene	10	24	0.2	1501
Camphor	2 mg/m ³	24	0.2	1301
Carbon tetrachloride	10	15	0.2	1003
Chlorobenzene (monochlorobenzene)	75	10	0.2	1003
Chlorobromomethane	200	5	0.2	1003
Cumene	50	10	0.2	1501
Cyclohexane	300	5	0.2	1500
Cyclohexanol	50	10	0.2	1402
Cyclohexene	300	5	0.2	1500
Diacetone alcohol (4-hydroxy-4-methyl-2-pentanone)	50	10	0.2	1402
o-Dichlorobenzene	(C) 50	3	0.2	1003
p-Dichlorobenzene	75	3	0.05	1003
1,1-Dichloroethane	100	10	0.2	1003
1,2-Dichloroethylene	200	3	0.2	1003
Dichloroethyl ether	(C) 15	15	1.0	1004
1,1-Dichloro-1-nitroethane**	(C) 10	15	1.0	1601
Difluorodibromomethane (F-12-B2)*	100	10	0.2	1012
Diisobutyl ketone	50	10	0.2	1300
Dioxane (diethylene dioxide)	100	10	0.2	1602
Epichlorohydrin	5	20	0.2	1010
Ethyl acetate	400	6	0.2	1457

8 of 9

Note: OSHA no longer uses or supports this method (September 2017).

T-7-FV-os-0005-M

Fonte: (OSHA, 2017)

Figura 5 – Provided For Historical Reference Only

**Withdrawn
Provided For Historical Reference Only**

Ethyl sec-amyl ketone (5-methyl-3-heptanone)	25	25	0.2	1301
Ethyl bromide	200	4	0.2	1011
Ethyl butyl ketone (3-heptanone)	50	25	0.2	1301
Ethylene chlorohydrin**	5	35	0.2	2513
Ethyl ether	400	3	0.2	1610
Ethyl formate	100	10	0.2	1452
Glycidol (2,3-epoxy-1-propanol)	50	50	1.0	1608
n-Heptane	500	4	0.2	1500
Hexachloroethane	1	10	0.2	1003
n-Hexane	500	4	0.2	1500
2-Hexanone (MBK)	100	10	0.2	1300
sec-Hexyl acetate	50	10	0.2	1450
Isoamyl acetate	100	10	0.2	1450
Isoamyl alcohol	100	10	0.2	1402
Isobutyl acetate	150	10	0.2	1450
Isobutyl alcohol	100	10	0.2	1401
Isophorone**	25	12	0.2	2508
Isopropyl acetate	250	8	0.2	1454
Isopropyl ether	500	3	0.05	1618
Isopropyl glycidyl ether	50	10	0.2	1620
Mesityl oxide	25	25	0.2	1301
Methyl acetate	200	7	0.2	1458
Methylal (dimethoxymethane)	1000	2	0.2	1611
Methyl-(n-amyl)ketone	100	25	0.2	1301
Methylcyclohexane	500	4	0.2	1500
Methyl isobutyl carbinol	25	10	0.2	1402
α-Methyl styrene	(C) 100	3	0.2	1501
Octane	500	4	0.1	1500
Pentane	1000	2	0.05	1500
2-Pentanone	200	10	0.2	1300
Phenyl glycidyl ether	10	50	0.1	1619
n-Propyl acetate	200	10	0.2	1450
Propyl alcohol	200	10	0.2	1401
Propylene dichloride	75	10	0.2	1013
n-Propyl nitrate**	25	70	0.1	S227
1,1,1,2-Tetrachloro-2,2-difluoroethane	500	2	0.035	1016
1,1,2, 2-Tetrachloro-1,2-difluoroethane	500	2	0.035	1016
1,1,2,2-Tetrachloroethane**	5	10	0.2	1019
Tetrahydrofuran	200	5	0.2	1609
Tetramethyl succinonitrile	0.5	48	0.2	155
1,2,3-Trichloropropane	50	10	0.2	1003
Vinyl toluene	100	24	0.2	1501

*Use two charcoal tubes in series for sampling.

**Use petroleum base charcoal for sampling.

Fonte: (OSHA, 2017)

Figura 6 – Diretório de Serviços e Análises



Diretório de Serviços e Análises

Parâmetros	Sinônimos	CAS	Amostrador	Método de Análise	Técnica Analítica	LQ µg	Lab Code	Vazão (L/min)	Volume Sugerido (L)	Transporte	Estabilidade
Varredura de Solventes Ver Tabela 3 para descrição dos analitos	-	N.A.	Tubo de carvão ativo 200/400 mg (SKC 226-09)	OSHA 07M	CG-FID	N.A.	A	0,02 - 0,1	3 - 10	Sob refrigeração	21 dias a 5 °C
Varredura de Solventes	Inclui 1,1,1-Tricloroetano, 1,2,4-Trimetilbenzeno, 1,2-Dicloroetano, 1,4-Dioxano, Acetato de n-Butila, Acetato de Etila, Acetato de n-Propila, Acetona, Benzeno, Ciclohexanona, Cloreto de Metileno, Clorobenzeno, Decano, Estireno, Etilbenzeno, Heptano, Hexano, Isooctano, Metilacetona, Metilisobutilcetona, Octano, Pentano, Percloroetileno, Tetrahydrofurano, Tolueno, Tricloroetileno, 1,2,4- Trimetilbenzeno, o-Xileno, m-Xileno e p-Xileno.										

Fonte: Diretório de Serviços Analytics do Brasil (2016-2017)

A metodologia do laboratório remete à metodologia de análise OSHA 07M para varredura de solventes, cujo amostrador é de tubo de carvão ativo, com o range de vazão entre 0,02 e 0,1 litros/minuto, com volume admitido nas faixas entre 3 e 10 litros.

Referente à estratégia de coleta, ela pode ser visualizada através da equação de vazão volumétrica:

$Q = \text{Vazão}$ (litros/minuto) $V = \text{Volume (litros)}$	$Q = \frac{V}{T}$
---	-------------------

DIA		NOITE	
$Q = 0,02 \text{ (l/min)}$ $V = 9,0\text{l}$	$0,02 = \frac{9}{T}$ $T = 450 \text{ min}$	$Q = 0,02 \text{ (l/min)}$ $V = 9,2\text{l}$	$0,02 = \frac{9,2}{T}$ $T = 460 \text{ min}$

A estratégia de amostragem para a coleta diurna foi balizada conforme a Figura 3, admitindo a menor vazão aceitável, assumindo o valor de $Q=0,02 \text{ (l/min)}$, assim como o volume sugerido de $V=9\text{l}$, computando um tempo de coleta estimado em 450 minutos ou 7h30min.

Para coleta noturna, o método permanece com a mesma vazão, ou seja, 0,02 litros por minuto, diferenciando apenas no volume a ser coletado, que é 9,2 litros, totalizando um período de 460 minutos ou 7h40min.

Os resultados emitidos pelo laboratório demonstraram:

Figura 7 - Coleta Diurna
LAUDO TÉCNICO DE AVALIAÇÕES QUÍMICAS
AUTO VIAÇÃO MODELO
AGOSTO/2016

QUÍMICOS – VAPORES ORGÂNICOS – NR 15

Data	Amostra	Substância	C (ppm)	V(L)	Colaborador	C méd (ppm)	LT 44 (ppm)	Dose Ind. (%)	Dose Acum. (%)
16/08/2016	TCG 117546	2-Butoxietanol	n.d.	9,00	Jackson dos Santos Reis	n.d.	39	n.d.	n.d.
		2-Etoxietanol	1,09			1,09	78	1,40	1,40
		Acetato de 2-Butoxietila	n.d.			n.d.	-	n.d.	n.d.
		Acetato de 2-Etoxietila	0,49			0,49	78	0,63	0,63
		Acetato de Etila	21,8			21,8	310	7,03	7,03
		Acetato de Isopentila	n.d.			n.d.	-	n.d.	n.d.
		Acetato de Metila	5,08			5,08	-	-	-
		Acetato de n-Butila	2,80			2,80	-	n.d.	n.d.
		Acetona	0,89			0,89	780	0,11	0,11
		Álcool Etilico	21,3			21,3	780	2,73	2,73
		Álcool Isobutílico	0,50			0,50	40	1,25	1,25
		Álcool Isopropílico	12,6			12,6	310	4,06	4,06
		Álcool n-Butílico	n.d.			n.d.	40	n.d.	n.d.
		Álcool n-Propílico	0,74			0,74	156	0,47	0,47
		Benzeno	1,76			1,76	-	-	-
		Ciclohexanona	1,55			1,55	-	-	-
		Cloreto de Metileno	n.d.			n.d.	156	n.d.	n.d.
		Cumeno	0,95			0,95	39	2,44	2,44
		Diacetona Álcool	0,28			0,28	-	-	-
		Estireno	n.d.			n.d.	78	n.d.	n.d.
		Etilbenzeno	2,34			2,34	78	3,0	3,0
		Isoforona	0,15			0,15	-	n.d.	n.d.
		Metil Etil Cetona	2,62			2,62	155	1,69	1,69
		Metil Isobutil Cetona	2,02			2,02	-	-	-
		n-Hexano	7,0			7,0	-	-	-
		Percloroetileno	3,55			3,55	78	4,55	4,55
		Tetrahydrofurano	3,79			3,79	156	2,43	2,43
		Tolueno	4,56			4,56	78	5,85	5,85
		Tricloroetileno	38,2			38,2	78	48,97	48,97
		Trimetil Benzeno (mistura de isômeros)	0,8			0,8	-	-	-
Xileno (m.p & o isômeros)	8,87	8,87	78	11,37	11,37				
Legenda	C – Concentração do elemento químico V – Volume amostrado C. méd. – Média ponderada do volume das concentrações				Dose Ind. – Dose Individual – Resultado da concentração dividida pelo Limite de Tolerância n.d. – Não Detectado		LT 44 – limite de Tolerância para jornada de 44H/Semana. Dose Acum. – Dose Acumulada – Média ponderada no volume das doses individuais		

ALENGE – CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA
Cícero Alexandre Macêdo Lima – Eng. Segurança do Trabalho – CREA 270614593-5
(79) 99143-4916/ 99904-4916

Figura 8 - Coleta Noturna
LAUDO TÉCNICO DE AVALIAÇÕES QUÍMICAS
AUTO VIAÇÃO MODELO
AGOSTO/2016

QUÍMICOS – VAPORES ORGÂNICOS – NR 15

Data	Amostra	Substância	C (ppm)	V(L)	Colaborador	C méd (ppm)	LT 44 (ppm)	Dose Ind. (%)	Dose Acum. (%)
16/08/2016	TCG 117570	2-Butoxietanol	n.d.	9,20	Genison Vieira de Souza	n.d.	39	n.d.	n.d.
		2-Etoxietanol	0,20			0,20	78	0,26	0,26
		Acetato de 2-Butoxietila	0,56			0,56	-	n.d.	n.d.
		Acetato de 2-Etoxietila	n.d.			n.d.	78	n.d.	n.d.
		Acetato de Etila	3,19			3,19	310	1,03	1,03
		Acetato de Isopentila	n.d.			n.d.	-	n.d.	n.d.
		Acetato de Metila	1,55			1,55	-	-	-
		Acetato de n-Butila	n.d.			n.d.	-	n.d.	n.d.
		Acetona	n.d.			n.d.	780	n.d.	n.d.
		Álcool Etilico	5,13			5,13	780	0,66	0,66
		Álcool Isobutílico	n.d.			n.d.	40	n.d.	n.d.
		Álcool Isopropílico	2,67			2,67	310	0,86	0,86
		Álcool n-Butílico	n.d.			n.d.	40	n.d.	n.d.
		Álcool n-Propílico	n.d.			n.d.	156	n.d.	n.d.
		Benzeno	0,65			0,65	-	-	-
		Ciclohexanona	0,58			0,58	-	-	-
		Cloreto de Metileno	n.d.			n.d.	156	n.d.	n.d.
		Cumeno	n.d.			n.d.	39	n.d.	n.d.
		Diacetona Álcool	n.d.			n.d.	-	-	-
		Estireno	n.d.			n.d.	78	n.d.	n.d.
		Etilbenzeno	0,41			0,41	78	0,53	0,53
		Isoforona	0,31			0,31	-	n.d.	n.d.
		Metil Etil Cetona	n.d.			n.d.	155	n.d.	n.d.
		Metil Isobutil Cetona	<0,4			<0,4	-	-	-
		n-Hexano	4,46			4,46	-	-	-
		Percloroetileno	n.d.			n.d.	78	n.d.	n.d.
		Tetrahidrofurano	0,99			0,99	156	0,63	0,63
		Tolueno	2,80			2,80	78	3,59	3,59
		Tricloroetileno	6,82			6,82	78	8,74	8,74
		Trimetil Benzeno (mistura de Isômeros)	n.d.			n.d.	-	-	-
		Xileno (m.p & o isômeros)	2,17			2,17	78	2,78	2,78
		Legenda	C – Concentração do elemento químico V – Volume amostrado C. méd. – Média ponderada do volume das concentrações				Dose Ind. – Dose Individual – Resultado da concentração dividida pelo Limite de Tolerância n.d. – Não Detectado		LT 44 – limite de Tolerância para jornada de 44H/Semana. Dose Acum. – Dose Acumulada – Média ponderada no volume das doses individuais

ALENGE – CONSULTORIA E PROJETOS DE ENGENHARIA
Cícero Alexandre Macêdo Lima – Eng. Segurança do Trabalho – CREA 270614593-5
(79) 99143-4916/ 99904-4916

O resultado laboratorial para coleta de vapores orgânicos detectou a concentração de 16 agentes volatilizados na forma de gases ou vapores na atmosfera, que, dentre esses, os agentes citados pela literatura como ototóxicos: tolueno, etilbenzeno, tricloroetileno, xileno e n-Hexano.

A partir das bibliografias consultadas, tratamento e análise dos dados, foi possível chegar a alguns resultados importantes. O primeiro deles, os agentes ototóxicos identificados em ambas coletas com respectivas concentrações (C) em (ppm):

Quadro 3 - Coletas com Respectivas Concentrações (C) em (ppm)

Agente Químico	Dia (C)	Noite (C)
Tolueno	4,56 ppm	2,80 ppm
Etilbenzeno	2,34 ppm	0,41 ppm
Tricloroetileno	38,2ppm	6,82 ppm
Xileno (isômeros)	8,87 ppm	2,17 ppm
n-Hexano	7,0 ppm	4,46 ppm

Fonte: (Elaborado pelo autor com as informações da empresa pesquisada/2019).

Sobre essas substâncias, as normas NR-15 e ACGIH informam seus respectivos limites de tolerância ou limites de exposição ocupacional, como descritos na NR-15 – Anexo 11:

Quadro 4 - Limites de Exposição Ocupacional Recomendado pela N-15

Agente Químico	Limite de Tolerância
Tolueno (Toluol)	78 ppm ou 290mg/m ³
Etilbenzeno	78 ppm ou 340mg/m ³
Tricloroetileno	78 ppm ou 420mg/m ³
Xileno (isômeros)	78 ppm ou 340mg/m ³
n-Hexano	-

Fonte: (NR-15 – Anexo 11)

Por sua vez a ACGIH (2017) traz as seguintes informações:

Quadro 5 - Limites de Exposição Ocupacional Recomendado pela ACGIH

Agente Químico	TLV-TWA/ STEL	Órgão-alvo
Tolueno	20 ppm	Compromete a visão; dano reprodutivo feminino; aborto.
Etilbenzeno	20 ppm	Irritante ao TRS (Trato Respiratório Superior); danos nos rins (nefropatia) compromete a cóclea.
Tricloroetileno	10 ppm/ 25ppm	Compromete o SNC (Sistema Nervoso Central); perdas cognitivas; toxicidade renal.
Xileno (isômeros)	100 ppm/ 150 ppm	Irritante aos olhos; compromete o SNC.
n-Hexano	500 ppm/ 1000 ppm	Compromete o SNC; neuropatia periférica; irritante aos olhos.

Fonte: (ACGIH, 2017)

Portanto, chegou-se aos seguintes resultados:

Quadro 6 – Resultados Obtidos

Agente Químico	LT (ppm)	Dia (C)	(%) em relação ao LT	Noite (C)	(%) em relação ao LT
Tolueno	78	4,56 ppm	5,85	2,80 ppm	3,59
Etilbenzeno	78	2,34 ppm	3	0,41 ppm	0,53
Tricloroetileno	78	38,2ppm	48,97	6,82 ppm	8,74
Xileno (isômeros)	78	8,87 ppm	11,37	2,17 ppm	2,78
n-Hexano	-	7,0 ppm	-	4,46 ppm	-

Fonte: (Elaborado pelo autor com as informações da empresa pesquisada/2019).

É possível observar que todos os agentes mensurados não excederam os LT da NR-15.

Quadro 7 - Agentes Ototóxicos Mensurados

Agente Químico	TLV/STEL (ppm)	Dia (C)	(%) em relação ao TLV/STEL	Noite (C)	(%) em relação ao TLV/STEL
Tolueno	20	4,56 ppm	22,8	2,80 ppm	14
Etilbenzeno	20	2,34 ppm	11,7	0,41 ppm	2,05
Tricloroetileno	10/25	38,2ppm	382,0/152,8	6,82 ppm	68,2/27,28
Xileno (isômeros)	100/150	8,87 ppm	8,87/5,91	2,17 ppm	2,17/1,45
n-Hexano	500/1000	7,0 ppm	1,4/0,7	4,46 ppm	0,89/0,45

Fonte: (Elaborado pelo autor com as informações da empresa pesquisada/2019).

Para finalizar a análise, sem a pretensão de concluir o tema, é importante destacar que somente o tricloroetileno superou 382% ou 3,82 vezes o TLV-TWA, assim como o STEL 152,8% ou 1,528 vez o limite estabelecido.

Ao confrontar os resultados obtidos pelo laboratório e a norma brasileira, nenhum dos agentes conseguiu ultrapassar os limites de tolerância firmados na legislação do Brasil, tampouco atingiu o nível de ação (50% do LT) previsto na NR-9.

Fazendo cruzamento com as concentrações *versus* TLV-TWA e STEL da ACGIH, somente o Tricloroetileno excedeu em 3,82 vezes o TLV, enquanto o STEL 1,53 vez, isso considerando as concentrações do período diurno.

Na literatura consultada, foi constatado que existem um número substancial de compostos ototóxicos com clara evidência de seus efeitos ototóxicos. Notadamente os compostos químicos, como os solventes (AUGUSTO *et al.*, 2012; SILVA *et al.*, 2018; CAMPOS; FERNANDES, ANDRÉ, 2017), por apresentar evidências em estudos com animais sobre os danos causados à saúde, sobretudo, na audição, entre esses solventes destacam-se: tolueno, etilbenzeno, n-propilbenzeno, estireno e metilestireno, tricloroetileno, p-xileno, n-hexano, dissulfito de carbono; também os compostos asfixiantes, como o monóxido de carbono, cianeto de hidrogênio e seus sais (cianetos) (CAMPO *et al.*, 2009; BRASIL, 2012).

Nesse estudo, os trabalhadores manipulam diuturnamente combustíveis para o abastecimento dos ônibus e, por isso, estão expostos, principalmente, ao tolueno, etilbenzeno e xileno. Por essa razão, é importante destacar os resultados de pesquisa sobre os efeitos desses compostos no organismo humano, a exemplo, o estudo realizado por Silva *et al.* (2018, p. 110) que mostra o tolueno como sendo capaz de lesionar “células ciliadas externas em região média da cóclea, com evidências de interação com ruído; etilbenzeno e xilenos podem ser considerados potencialmente ototóxicos à saúde do trabalhador”.

5 CONCLUSÕES

Este estudo suscitou uma discussão sobre um assunto de extrema relevância nos dias atuais, a sobre exposição ocupacional a substâncias ototóxicas/neurotóxicas e os danos que podem ocasionar à saúde do trabalhador.

A fim de responder ao objetivo proposto, mostrar o nível de exposição ocupacional a substâncias ototóxicas em trabalhadores de uma Empresa de Transporte Rodoviário Urbano de Pessoal da cidade de Aracaju/SE, foram identificando os seguintes agentes ototóxicos: tolueno, etilbenzeno, tricloroetileno, xileno e n-Hexano. Contudo, nenhum dos agentes conseguiu ultrapassar os limites de tolerância firmados na legislação do Brasil.

Portanto, os níveis de exposição ocupacional a substâncias ototóxicas entre os trabalhadores da empresa pesquisada estão em conformidade com as recomendações da N-15. Ressaltando-se apenas que somente o tricloroetileno superou 382% ou 3,82 vezes o TLV-TWA, assim como o STEL 152,8% ou 1,528 vez o limite estabelecido.

Portanto, é imprescindível que a empresa de ônibus continue a adotar estratégias focadas na Segurança e Higiene Ocupacional, a fim de melhor gerir os riscos de doenças ocupacionais, visando à melhoria da qualidade e eficiência dos serviços e bem-estar dos trabalhadores. Como sugestão do engenheiro responsável, também se recomenda a implementação do Programa de Proteção Respiratória (PPR), como medida de segurança viável para proteção da saúde do trabalhador contra a exposição aos riscos químicos e controle das doenças ocupacionais causadas pela exposição aos agentes ototóxicos.

REFERÊNCIAS

- ACGIH. **TLVs and BEIs**: based documentation of threshold limit values for chemical substances and physical agents & biological exposure indices. Cincinnati, 2017.
- ALVERNE; C.; CORONA, I.; REGO, M. A. Perda auditiva associada à exposição ocupacional a solventes orgânicos: uma revisão sistemática. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v.41, n. 10, p. 01-13, 2016.
- AMORIM, L. C. A. O Uso dos biomarcadores na avaliação da exposição ocupacional a substâncias químicas. **Revista Brasileira de Medicina do Trabalho**, v.1, n. 2, p.124-2, 2003.
- ARCURI, A.S.A.; CARDOSO, L.M.N. **Acordo e legislação sobre o benzeno-10 anos** [Internet]. São Paulo: Fundacentro; 2005. 127 p. Disponível em: <<http://www.fundacentro.gov.br/biblioteca/acordo-e-legislacao-sobre-o-benzeno-10-anos>> Acesso em maio/2019.
- AUGUSTO, L. S.C. *et al.* Audição e exposição ao tolueno - uma contribuição para o tema. **Int. Arch. Otorhinolaryngol**, São Paulo - Brasil, v.16, n.2, p. 246-258, Abr/Mai/Junho - 2012.
- AZEVEDO, P. **Efeito de produtos químicos e ruído na gênese de perda auditiva ocupacional** [dissertação]. Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2004.
- BARBOSA, A. **Normatização nas áreas de segurança e saúde no trabalho**. CIPA, São Paulo, v. 25, n. 292, p. 48-49, 2010.
- BARSANO, P. R.; BARBOSA, R. P. **Segurança do Trabalho**: guia prático e didático. São Paulo: Saraiva, 2012.
- BORBA, H. **Exposições ocupacionais a substâncias ototóxicas**. 2016. Disponível em: <heitorborbasolucoes.com.br> Acesso em julho/2019.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Ações Programáticas Estratégicas. **Risco químico: atenção à saúde dos trabalhadores expostos ao benzeno**. Brasília: Ministério da Saúde; 2012.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-15**: atividades e operações insalubres. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/>> Acesso em maio/2019.
- BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR-9**: Programas de Prevenção de Riscos Ambientais. Brasília, DF, 1978. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br/>> Acesso em julho/2019.
- BUSCHINELLI, J. T. **Manual de orientação sobre controle médico ocupacional da exposição a substâncias químicas**. São Paulo: Fundacentro, 2014, 88 p.

BUSCHINELLI, J. T.; KATO, M. **Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas**. São Paulo: Fundacentro, 2012.

CÂMARA V. **Textos de epidemiologia para vigilância ambiental em saúde**. Brasília (DF): Ministério da Saúde, Fundação Nacional de Saúde; 2012.

CAMPOS, M.A.A; FERNANDES, A.P.C; ANDRÉ, L.C. Avaliação da exposição ocupacional ao benzeno em trabalhadores frentistas e analistas de combustíveis utilizando o Teste Cometa como biomarcador de genotoxicidade. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v. 42, n. 1, 2017.

CAMPO, P. *et al.* **Combined exposure to noise and ototoxic substances** [Internet]. Luxembourg: Publications Office; 2009.

CARDELLA, B. **Segurança no trabalho e prevenção de acidentes**: Uma abordagem holística: segurança integrada à missão organizacional com produtividade, qualidade, preservação ambiental e desenvolvimento de pessoas. São Paulo: Atlas, 2013.

CARVALHO, L. V. B. *et al.* Exposição ocupacional a substâncias químicas, fatores socioeconômicos e Saúde do Trabalhador: uma visão integrada. **Saúde debate** [online], v. 41, n.2, pp.313-326, 2017.

DEJOURS, C. **A banalização da injustiça social**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2014.

_____. **A Loucura do trabalho**: estudo de psicopatologia do trabalho. São Paulo: Cortez, 2010.

DUARTE, A. *et al.* **Os acidentes do trabalho**: do sacrifício do trabalho à prevenção e à reparação. São Paulo: LTR; 2014.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2012.

FREITAS, N. B. B.; ARCURI, A.S.A. Riscos devido às substâncias químicas. **Cadernos de Saúde do Trabalhador**, v. 2. n. 3, p. 23-32, 2015.

FLUMIGNAN, D. L *et al.* Screening brazilian automotive gasoline quality through quantification of saturated hydrocarbons and anhydrous ethanol by gas chromatography and exploratory data analysis. **Chromatographia**. v.65, n. 9, p. 617-23, 2017.

GRANDJEAN, E. **Adaptando o trabalho ao homem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 2015.

HENDERSON, D. *et al.* The role of oxidative stress in noise-induced hearing loss. **Ear & Hearing**, v. 27, n 4, 1-19, jan., 2006.

LACERDA, A.; MORATA, T. Efeitos ototóxicos da exposição ao monóxido de carbono: uma revisão. Pró-Fono. **Revista de Atualização Científica**, v. 17, n. 3, p. 403-12, 2005.

- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. **Metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2013.
- LATAYE, R.; CAMPO, P. Toluene ototoxicity in rats: assessment of the frequency of hearing deficit by electrocochleography. **Neurotoxicol. Teratol.** v. 21, n. 3, p. 267-276, 1997.
- LIMA, C.; DIAS, T. VALCÁRCEL, A. Enfrentando o desafio. Proteção. **Revista Mensal de Saúde e Segurança do Trabalho**, Ed. 141, p. 77-80, 2015.
- LOBATO, D. *et al.* Auditory effects of exposure to noise and solvents: a comparative study. **Int Arch Otorhinolaryngol**, v. 18, n. 2, p. 136-41, 2014.
- KATO, M. *et al.* Exposição a agentes químicos e a Saúde do Trabalhador. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, São Paulo, v.32, n. 116, p. 06-10, 2007.
- MAGNANELLI, N. P. Avaliação qualitativa de riscos químicos: princípios básicos para o controle das substâncias nocivas à saúde em fundições. **Revista Brasileira Saúde Ocupacional**, v.32, n.116, São Paulo, July/dec, 2007.
- MELHADO, M. **Saúde e qualidade de vida no trabalho**. São Paulo: Pearson/Prentice Hall, 2010.
- MELLO, A. P. Exposição Ocupacional ao Ruído e Químicos Industriais e seus Efeitos no Sistema Auditivo: Revisão da Literatura. **International Archives of Otorhinolaryngology**, v. 8, n. 3, jul./set, 2004.
- MELOS, S. **Agentes químicos da NR15 têm limite de tolerância acima do previsto pela ACGIH**. 2018. Disponível em: <<https://melos.com.br/agentes-quimicos-da-nr-15-tem-limite-de-tolerancia-acima-do-previsto-pela-acgih/>> Acesso em jul./2019.
- MENDES, M. *et al.* Normas ocupacionais do benzeno: uma abordagem sobre o risco e exposição nos postos de revenda de combustíveis. **Revista Brasileira de Saúde Ocupacional**, v.11, n. 42, (supl 1), 2017.
- MENDES, A. M. (Org.). **Psicodinâmica do trabalho**: teoria, método e pesquisas. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2014.
- MINAYO, M. C. S. **Fatores de risco e de proteção aos acidentes de trabalho**. São Paulo: LTr, 2005.
- MORAES, M. V. G. **Doenças ocupacionais**: agentes: físico, químico, biológico, ergonômico. São Paulo: Látria, 2015.
- MORATA, T. C.; LACERDA, A.B.M. **Saúde auditiva**. São Paulo: Roca; 2013.
- MORO, A. M. *et al.* Genotoxicity and oxidative stress in gasoline station attendants. **Mutat Res.** v. 754, n. 1-2, p. 63-70, 2013.

NIOSH. **Hearing loss research at NIOSH**: Reviews of research programs of the National Institute for Occupational Safety and Health. National Academies Press, Washington, DC, 2006.

NIOSH. **Manual of Analytical Methods**. National Institute of Occupational Safety and Health, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., ed. 4, v. 1-3 1998.

OLIVEIRA, S. G. **Proteção jurídica à saúde do trabalhador**. São Paulo: LTr, 2015.

OSHA. **8-hour total weight average (TWA) permissible exposure limit (PEL)**. 2009 Disponível em: <<https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show>>. Acesso em jun./2019.

OSHA. **Occupational exposure limits**. 2017. Disponível em: <https://osha.europa.eu/en/topics/ds/exposure_limits>. Acesso em jun./2019.

PEREIRA, M.T. **Saúde e trabalho no mundo contemporâneo**. Petrópolis RJ: Vozes, 2015.

PRASHER, D. Noise Chem: an European commission research project on the effects of exposure to noise and industrial chemicals on hearing and balance. **Noise Health**, v.14, n. 4, p. 41-48, 2012.

RAMOS, T. F. **Proposta de intervenção para a prevenção de distúrbios relacionadas ao trabalho**. Trabalho de conclusão de Curso, 2014. Lafaiete/MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2014, p. 25.

ROCHA, S. C.; SANTOS, R. G.; FROTA, S. Perfil audiométrico e de emissões otoacústicas evocadas por produto de distorção em gestores de trânsito expostos a monóxido de carbono e ruído. **Rev. CEFAC**, v.15, n.2, São Paulo, mar./abr, 2013.

ROJAS, M.; DUEÑA, A.; SIDOROVAS, L. Evaluación de la exposición al monóxido de carbono en vendedores de quioscos. Valencia, Venezuela. **Revista Panamericana Salud Publica**, v.9, n.4, p. 240-5, 2011.

RUIZ, João Álvaro. **Metodologia científica**: guia para eficiência nos estudos. São Paulo: Saraiva, 2011.

SANTOS, A. B.; AREZES, P. **Efeito do tolueno e ruído na gênese de perda auditiva ocupacional**. Escola Superior de Tecnologia da Saúde de Coimbra, Portugal; Universidade do Minho, Portugal. 2016. Disponível em: <https://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/44030/1/CI320_295_baltazar.pdf> Acesso em maio/2019.

SCHWART, J.A.Z *et al.* **Toxicol appl pharmacol**, v. 4, n. 3, p. 200:146– 158, 2004.

SELLA, B. C. **Comparativo entre as técnicas de análise de riscos APR e HAZOP**. (Monografia de Especialização), p. 50. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2014, p. 50.

SILVA, T.F., *et al.* Ototoxicidade dos hidrocarbonetos presentes na gasolina: uma revisão de literatura. **Rev. CEFAC**, v. 20, n. 1, p.110-122, Jan-Fev. 2018.

UNLU, I. *et al.* A comparison of the effects of solvent and noise exposure on hearing, together and separately. **Noise Health**, v. 16, n. 73, p. 410-5, 2014.

TORLONI, M. **Manual de proteção respiratória**. São Paulo: MCT ABHO, 2012.

APÊNDICE A

TERMO DE LIVRE CONSENTIMENTO (TLC)

Eu, _____ declaro, para os devidos fins, que cedo os direitos de uso das respostas a uma entrevista realizada, em julho/2019, como parte do trabalho de Conclusão de Curso do aluno Marcos Rogério Freitas Azevedo para obtenção do grau de Especialista em Higiene Ocupacional pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, podendo, as mesmas, a partir da presente data, serem utilizadas integralmente ou em partes, sem restrições de prazos, citações e, inclusive, de reprodução em sistema de áudio, abdicando de direitos meus e de meus descendentes, ficando o controle do uso vinculado à citada instituição.

Aracaju (SE), ____ de _____ 2019.

APÊNDICE B

ROTEIRO DE ENTREVISTA

1. Dados Pessoais

Idade: _____

Função: _____

Sexo: _____

Formação Profissional: _____

Tempo na função: _____

2. No ambiente de trabalho que atua, os trabalhadores estão expostos a ruídos e agentes ototóxicos? Caso afirmativo, quais?

3. A empresa realiza avaliações periódicas para identificar e controlar os riscos de doenças ocupacionais no local de trabalho?

4. Qual (is) medidas de controle são utilizadas para neutralizar ou reduzir as exposições a substâncias ototóxicas a patamares seguros na empresa?

5. A empresa possui algum programa específico de avaliação de exposição a substâncias ototóxicas?. Caso afirmativo, qual programa?

6. Em sua opinião de que forma o efeito ototóxico pode lesar o trabalhador?

7. Já houve algum afastamento do trabalhador devido à perda auditiva, como consequência de exposição a ruído ou a substâncias ototóxicas? Qual procedimento adotado pela empresa?

8. A empresa realiza treinamento de segurança com seus funcionários quanto aos riscos decorrentes de ruído, exposição ocupacional a solventes e produtos químicos? Caso afirmativo, como é feito e qual a frequência desse treinamento?

9. Em sua opinião, quais estratégias preventivas poderiam ser implantadas na empresa para melhor controlar os perigos no local de trabalho, melhorar a saúde, qualidade de vida e a segurança dos trabalhadores?

APÊNDICE C

SOLICITAÇÃO DE AUTORIZAÇÃO PARA REALIZAÇÃO DE PESQUISA

Aracaju, ____ de _____ de 2019.

Referente:

Assunto: **Pesquisa com finalidade acadêmica/científica**

Excelentíssimo Senhor:

Eu, Marcos Rogério Freitas de Azevedo, abaixo firmado, na qualidade de aluno da Especialização em Higiene Ocupacional, pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, estou desenvolvendo uma pesquisa cujo tema é: EXPOSIÇÃO OCUPACIONAL A SUBSTÂNCIAS OTOTÓXICAS: AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DE AGENTES QUÍMICOS EM TRABALHADORES DE UMA EMPRESA DE ÔNIBUS EM ARACAJU/SE. Seu objetivo é contribuir para uma reflexão sobre o nível de exposição ocupacional a substâncias ototóxicas em trabalhadores de uma Empresa de Transporte Rodoviário Urbano de Pessoal da cidade de Aracaju/SE, identificando os principais agentes ototóxicos a que estão submetidos esses trabalhadores. Para tanto, faz-se necessária a realização de uma pesquisa junto ao engenheiro de Segurança do Trabalho, com a específica finalidade acadêmica/científica de concluir este trabalho, que tem caráter confidencial no que se refere à identificação do entrevistado.

Fica convencionado desde já, que, para não interferir na rotina dos trabalhos da empresa, a coleta de dados ocorrerá no horário mais conveniente para o entrevistado, ressaltando que, depois de concluída, a pesquisa ficará à inteira disposição dessa instituição para os fins que se fizerem necessários.

Desde logo, agradeço a atenção e o empenho da insigne administrador, bem como a oportunidade concedida para a realização da entrevista.

Aracaju (SE), ____ de _____ de 2019.

Atenciosamente,

Marcos Rogério Freitas de Azevedo

AUTORIZAÇÃO

Ciente dos objetivos e procedimentos inerentes a este estudo AUTORIZO a participação da EMPRESA e CONFIRO, desde já, ao estudante, o direito de usar e reproduzir

as respostas da entrevista/narrativa referentes à atividade de investigação e os questionamentos pertinentes.
