UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA E FARMACOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FARMACOLOGIA

THIAGO JOSÉ VIEIRA CHAVES

AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE PULMONAR DE TRABALHADORES EXPOSTOS A PRODUTOS QUÍMICOS EM OFICINAS AUTOMOTIVAS

FORTALEZA
2016

THIAGO JOSÉ VIEIRA CHAVES

AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE PULMONAR DE TRABALHADORES EXPOSTOS A PRODUTOS QUÍMICOS EM OFICINAS AUTOMOTIVAS

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, do Departamento de Fisiologia e Farmacologia, da Faculdade de Medicina, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Farmacologia, área de concentração em Farmacologia Clínica.

Orientadora: Prof.ª Dr.ª Maria Elisabete Amaral de Moraes

Coorientador: Prof. Dr. Fabrício Pires de Moura Amaral

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca de Ciências da Saúde

C439a Chaves, Thiago José Vieira.
Avaliação da funcionalidade pulmonar de trabalhadores expostos a produtos químicos em oficinas automotivas./ Thiago José Vieira Chaves. – 2016.
73 f.: il. color.

Dissertação (mestrado). – Universidade Federal do Ceará, Faculdade de Medicina, Departamento de Fisiologia e Farmacologia, Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, Mestrado em Farmacologia, Fortaleza, 2016.
Área de Concentração: Farmacologia Clínica.
Orientação: Prof.ª Dr.ª Maria Elisabete Amaral de Moraes.
Co-Orientação: Prof. Dr. Fabrício Pires de Moura Amaral.

1. Saúde do Trabalhador. 2. Benzeno. 4. Espirometria. I. Título.

CDD 615.9511

THIAGO JOSÉ VIEIRA CHAVES

AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE PULMONAR DE TRABALHADORES EXPOSTOS A PRODUTOS QUÍMICOS EM OFICINAS AUTOMOTIVAS

Dissertação submetida à Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Farmacologia, do Departamento de Fisiologia e Farmacologia, da Faculdade de Medicina, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Farmacologia, área de concentração em Farmacologia Clínica.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

_____

Profa. Dra. Maria Elisabete Amaral de Moraes (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Prof. Dra. Gisela Costa Camarão
Universidade Federal do Ceará (UFC)

_____

Dra. Andréa Vieira Pontes Rohleder
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Aos trabalhadores de oficinas mecânicas de todo o Estado do Piauí, a toda a equipe de docentes da Universidade Federal do Ceará e à minha mãe, Dra. Tatiana Chaves.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, ao qual devemos toda a força encontrada nos momentos mais difíceis, pois esteve presente não somente na conclusão deste trabalho, mas em todos os momentos de minha vida.

Agradeço a contribuição de todos os amigos(as) que de alguma forma foram importantes na concretização deste mestrado.

À minha mãe Tatiana Vieira Souza Chaves pela amizade, companheirismo, amor incondicional e compreensão, meu pai Francisco Raimundo de Araújo Chaves pelos conselhos e orientações, minha irmã Aline Kely Vieira Chaves e meu irmão Francisco Italo Vieira Chaves por estarem sempre presentes em minha vida e a meus afilhados pela felicidade que trazem a toda a família.

À Profª. Drª. Maria Elisabete Amaral de Moraes, a qual me deu a oportunidade de conclusão deste sonho e a toda a equipe da Universidade do Ceará (UFC) que esteve sempre disponível aos seus alunos.

Ao Profº. Dr. Fabrício Amaral e sua família (Elna e filhos), pelo apoio na organização deste trabalho e pela sua competência profissional, campanheirismo e amizade.

À Profª. Dra. Ana Amélia Melo por sua amizade, dedicação e colaboração.

À Secretaria de Estado da Saúde do Piauí pelo apoio institucional.

Aos trabalhadores de oficinas mecânica, pela gentileza em contribuir na pesquisa de campo.

Muito Obrigado, a todos que contribuíram, citados ou não, e que Deus abençoe a todos!

RESUMO

Avaliação da Funcionalidade Pulmonar de Trabalhadores Expostos a Produtos Químicos em Oficinas Automotivas. Thiago José Vieira Chaves. Orientadora: Profa. Dra. Maria Elisabete Amaral de Moraes. Coorientador: Dr. Fabrício Pires de Moura Amaral. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Farmacologia do Departamento de Fisiologia e Farmacologia da Faculdade de Medicina da Universidade Federal do Ceará para obtenção do grau de Mestre em Farmacologia. Fortaleza – 2016.

Os trabalhadores de oficinas automotivas estão inclusos nas populações expostas a riscos ocupacionais, já que um conjunto importante de doenças, lesões e mortes tem origem no ambiente de trabalho. O uso de hidrocarbonetos aromáticos como o benzeno, que é utilizado em pintura automotiva, com o uso indevido dos equipamentos de segurança – EPI (equipamento de proteção individual) podem apresentar riscos à saúde. Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a função pulmonar dos trabalhadores de oficinas automotivas expostos ao benzeno e seus derivados em processos de pintura na cidade de Teresina – PI. Uma das formas de monitorização e acompanhamento é o exame de espirometria, exame padrão ouro para avaliação da funcionalidade pulmonar, além da presença de sistemas de ventilação e exaustão nas oficinas automotivas e contínuos treinamentos para correta identificação e utilização dos equipamentos de segurança, em programa de monitoramento da qualidade do ambiente de trabalho. Este trabalho foi realizado com um total de 80 sujeitos, tendo um grupo controle com 40 trabalhadores não expostos ás substâncias químicas e um grupo teste com 40 trabalhadores expostos ás substâncias químicas, distribuídos em 7 oficinas automotivas. O trabalho mostra que não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os grupos controle e teste nas oficinas automotivas em Teresina- PI. Todos os locais de trabalho possuíam sistemas de ventilação e exaustão, mas a maioria dos trabalhadores afirmou não ter conhecimento do correto uso e forma de guardar os EPI´s. Entretanto foi observada uma correlação positiva, pelo teste exato de Fisher, para problemas respiratórios em quem trabalhava 5 anos ou mais em oficinas automotivas ($p < 0,02$), e concomitantemente fumava 10 cigarros por dia a mais de 10 anos ($p<0,01$). Podemos concluir que há necessidade da elaboração de programa de monitorização do ambiente de trabalho e acompanhamento dos trabalhadores, do ponto de vista da saúde do trabalhador.

Palavras-chaves: Saúde do Trabalhador. Benzeno. Oficinas automotivas. Espirometria.

ABSTRACT

Evaluation of the Pulmonary Functionality of Exposed Workers to Chemicals Products in Automotive Workshops. Thiago José Vieira Chaves. Supervisor: Prof. Maria Elisabete Amaral de Moraes, Ph.D. Second Supervisor: Fabrício Pires de Moura Amaral, Ph.D. Dissertation presented to the Pós-Graduation Farmacology Program of the Physiology and Pharmacology Departament of the Medicine Course of the Universidade Federal do Ceará to receive the master title in Pharmacology. Fortaleza – 2016.

Automotive workshops' workers are included in the exposed populations to occupational hazards as an important set of diseases, injuries and deaths of workers comes from the desktop. The use of aromatic hydrocarbons such as benzene, which is used for automotive paint, with the improper use of safety equipment may result in health risks. In this context, the objective of this work is evaluate the pulmonary functionality of exposed workers to Benzene and Benzene's derivatives during automotive paint in automotive workshops on Teresina – Piauí. One way to monitor and follow is using the spirometry exam, the best exam to evaluate the pulmonary functionality. Moreover, ventilation and exhaustion systems in the automotive workshops and persistent trainings for the correct identification and utilization of the safety equipament, with the monitoring program of the quality in the desktop. This work was performed with 80 workers, of which 40 workers were destined to the control group of workers not exposed to chemical substances and 40 workers were destined to the test group of workers exposed to chemical substances, distributed in 7 automotive workshops. This present work evidence that was not observed statically significant difference between control group and test group in automotive workshops on Teresina – Piauí. All the automotive workshops had ventilation and exhaustion systems, but the most of the workers said that they don't know about the corrects use and save the safety equipments. However, was observed a positive correlation (Fisher Test) with respiratory problems, who worked 5 years or more in automotive workshops and smoking (10 cigarettes/day) for 10 years. We can conclude the necessity to elaborate a monitoring program of the automotive workshops and be alert about the workers' health.

Keywords: Workers' health. Benzene.Automotive workshops.Spirometry

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Cabine de pintura em oficina automotiva 14
Figura 2 – Quadro das diferenças entre alguns limites de exposição ocupacionais, média ponderada para 8 horas diárias de exposição entre algumas instituições e países 23
Figura 3 – Representação gráfica dos volumes e capacidades pulmonares normais, com porcentuais em relação à CPT 28
Figura 4 – Localização do estado do Piauí e do município de Teresina 34
Figura 5 – Espirômetro Spirobank G 38
Figura 6 – Realização do teste de espirometria 39
Figura 7 – Gráfico da técnica sistematizada por observação do pesquisador nas oficinas automotivas – Teresina – PI 45
Figura 8 – Gráfico dos casos de DPR e DPO em trabalhadores de oficinas automotivas – Teresina – PI 47
Figura 9 – Gráfico da gravidade de casos de DPR e DPO em trabalhadores de oficinas automotivas – Teresina – PI. (n=80) 47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de alguns solventes e pigmentos nas tintas de acordo com sua peculiaridade (ONU) e carcinogênese (IARC) 16

Tabela 2 – Características pessoais dos trabalhadores de oficinas automotivas expostos a agentes químicos complexos contendo benzeno versus trabalhadores não expostos, no ano de 2012 40

Tabela 3 – Fatores de risco relacionados às eventuais disfunções respiratórias nos funcionários de oficinas automotivas na parte interna e externa do seu local de trabalho versus trabalhadores do setor administrativo de oficinas automotivas (n=80) 42

Tabela 4 – Referente ao uso e compreensão de equipamentos de proteção respiratória dos trabalhadores expostos a produtos químicos nas oficinas automotivas 45

Tabela 5 – Dados da espirometria: Capacidade Vital Forçada (CVF); Volume Expiratório Forçado (VEF) e o índice de *Tiffenau* em trabalhadores expostos e não expostos (n=80) 46

Tabela 6 – Fatores de risco relacionados com os resultados do laudo da espirometria 54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACGIH	American Conference of Governmental Industrial Hygienists
As	Arsênio
ATS	American Thoracic Society
BOELV	Binding Occupational Exposure Limit Value
BTEX	Benzeno Tolueno Etileno Xileno
BTS	British Thoracic Society
CEREST	Centro de Referencia em Saúde do Trabalhador
CI	Capacidade Inspiratória
CNS	Conselho Nacional de Saúde
COMEPE	Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONEP	Comissão Nacional de Ética em Pesquisa
CPT	Capacidade Pulmonar Total
CRF	Capacidade Residual Forçada
CV	Capacidade Vital
CVF	Capacidade Vital Forçada
EASHW	European Agency for Safety and Health at Work
EPA	Agência de Proteção Ambiental
EPR	Equipamento de Proteção Respiratória
HPA	Hidrocarboneto Aromático Policíclico
HSE	Health and Safety Executive
IOELV	Indicative Occupational Exposure Limits Value
LEO	Limite de Exposição Ocupacional
LTs	Limite de Tolerância
MS	Ministério da Saúde
NIOSH	National Industrial Occupational Safety and Health
NR	Norma Regulamentadora
OEL	Limite de Exposição Ocupacional
OELV	Limite de Exposição Ocupacional valido
OMS	Organização Mundial da Saúde

ONG	Organização Não Governamental
PEL	Limite de Exposição Permitido
PM	Material Particulado
PTS	Partículas Totais em Suspensão
SCOEL	Scientific Committee on Occupational Exposure Limits
Se	Selênio
SESAPI	Secretaria de Saúde do Piauí
SPSS	*Statistical Package for Social Sciences*
STEL	Short-Term Exposure Limit
TLV	Threshold Limit Value
TWA	Time-Weighted Average
VEF	Volume Expiratório Forçado
VR	Volume Respiratório
VRE	Volume de Reserva Expiratória
VRI	Volume de Reserva Inspiratória
WEL	Work Exposure Limit
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO **13**

1.1 Oficinas automotivas e o trabalho de pintura **13**

1.2 Classificação e composição das tintas e solventes automotivos **15**

1.3 Normas de segurança e legislação do trabalho **18**

1.4 Teste de espirometria para avaliação da funcionalidade pulmonar **24**

1.5 Doenças pulmonares restritivas e obstrutivas **30**

2 JUSTIFICATIVA **32**

3 OBJETIVOS **33**

3.1 Objetivo geral **33**

3.2 Objetivos específicos **33**

4 MATERIAIS E MÉTODOS **34**

4.1 Tipo de estudo **34**

4.2 Local da pesquisa **34**

4.3 Delineamento da pesquisa **35**

4.4 Aspectos éticos **35**

4.5 Aplicação do questionário **36**

4.6 Avaliação da funcionalidade pulmonar pela espirometria **37**

4.7 Teste de funcionalidade pulmonar: Espirometria **37**

4.8 Análise estatística **39**

5 RESULTADOS **40**

5.1 Características pessoais e fatores de risco **40**

5.1.1 Médias de idade entre os grupos estudados **41**

5.1.2 Determinação dos grupos étnicos predominantes e média de peso corporal **41**

5.1.3 Jornada de trabalho (grupo exposto e não exposto) **43**

5.1.4 Tempo de trabalho no mesmo setor da oficina (grupo exposto e não exposto) **43**

5.1.5 Tempo de intervalo na jornada de trabalho **43**

5.1.6 Tabagismo em anos e números de cigarros por dia/ Etilismo **43**

5.1.7 Resistência com forro e piso **44**

5.1.8 Animais domésticos, alergias ou doenças respiratórias pré-existentes 44
5.1.9 Uso de equipamentos de proteção respiratória (EPR) 44
5.2 Investigação através do teste de espirometria 46
6 DISCUSSÃO 48
6.1 Correlação 53
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS 55
8 CONCLUSÃO 57
REFERÊNCIAS 58
APÊNDICE A – FORMULÁRIO 61
APÊNDICE B – APRESENTAÇÃO ORAL 63
ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA 68
ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO 69

1 INTRODUÇÃO

1.1 Oficinas automotivas e o trabalho de pintura

No Brasil, as oficinas de reparação de veículos automotivos constituem um ramo de atividade caracterizado por se organizarem sob a forma de um grande número de pequenas empresas. Estas são importantes do ponto de vista de geração de emprego e ocupação de mão de obra, mas raramente têm sido investigadas quanto às condições de saúde e segurança de seus trabalhadores. A escassez de estudos sobre os riscos laborais, com profissionais de pintura, provavelmente relaciona-se à dificuldade de acesso a essas empresas, como acontece com micro e pequenas empresas de uma maneira geral (BINDER *et al.* 2001).

Os profissionais da pintura estão expostos a uma ampla variedade de substâncias que oferecem riscos à saúde, como hidrocarbonetos aromáticos, hidrocarbonetos alifáticos, cetonas, álcoois e ésteres, os quais são componentes de tintas, diluentes, catalisadores e outros materiais de pintura (LEE *et al.,* 2006).

O pintor automotivo também está entre as profissões que resultam em exposição a metais pesados, tais como chumbo, cádmio e cromo. Durante as atividades de pintura, componentes metálicos ficam dispersos e suspensos no ar por um período de tempo suficiente para serem inalados (VITAYAVIRASUK *et al.,* 2005). Para um ambiente de trabalho adequado, existe a necessidade de que a organização dos fatores de produção evolua, sempre, no sentido de preservar, na maior medida possível, o direito à integridade física e mental dos trabalhadores, de modo a assegurar níveis cada vez mais seguros de exposição aos riscos laborais. Assim sendo, as condições de segurança e higiene também fazem parte do ambiente de trabalho. Estes tipos de circunstâncias são regulados por diversas leis e normas, que constituem a relação entre a entidade patronal e o trabalhador. Neste contexto, pode-se dizer que um ambiente de trabalho satisfatório, resulta em aumento de produtividade e qualidade dos serviços prestados, podendo também ser relacionados com a redução no número de doenças ocupacionais e acidentes de trabalho, reduzindo assim o absenteísmo (FRENEDA, 2005).

Dentro de uma oficina de pintura de veículos automotores, existem diversos fatores que podem colocar a saúde e a segurança do trabalhador em risco. Sabe-se que um dos grandes perigos nas oficinas é a utilização de solventes e tintas, além de outros diversos produtos químicos. Essas substâncias podem causar irritação à mucosa respiratória, podendo desencadear diversos tipos de danos ao sistema respiratório. A asma ocupacional pode ser causada por diversas substâncias inaladas durante o exercício laboral, e consequentemente o afastamento das atividades é a primeira medida a ser tomada (BEACH *et al*., 2007).

Figura 1 – Cabine de pintura em oficina automotiva

Fonte:https://www.google.com.br/search?q=oficinas+automotivas+e+pinturas+de+ve%C3%ADculos&newwindow. Acessado em 15 out. 2013.

1.2 Classificação e composição das tintas e solventes automotivos

As tintas são compostas por uma fração sólida, formada pelos pigmentos e resinas e uma fração volátil (solventes). Os pigmentos são substâncias naturais ou sintéticas, de origem orgânica ou inorgânica, utilizados para conferir cor, opacidade e algumas características de resistência. Muitos pigmentos contêm metais como titânio, ferro, alumínio, cádmio, cobalto e algumas tintas podem conter, ainda, chumbo. As resinas agregam os constituintes sólidos e são as principais responsáveis pelas propriedades de flexibilidade, resistência à abrasão, resistência a álcalis e adesão. Geralmente as resinas são polímeros, tais como poliésteres (ácidos graxos sintéticos hidroxilados); poliuretanos; resinas epóxi; ou resinas acrílicas (CASSINI, 2009).

O solvente é o componente predominante da tinta e é utilizado para a dissolução dos pigmentos e resinas. Entre os principais solventes empregados estão os hidrocarbonetos alifáticos (geralmente contendo cloro, como o tricloroetileno e o diclorometano); hidrocarbonetos aromáticos (tolueno, xileno, etilbenzeno, estireno e benzeno); alcoóis (especialmente metanol e etanol); glicóis (etileno e propileno glicol); ésteres (especialmente os acetatos de butila e de etila); aminas, aldeídos e cetonas (CASSINI, 2009).

Atualmente a produção e utilização de tintas e cores representam a principal fonte de exposição ocupacional a solventes orgânicos, sendo 50% dos solventes sintetizados e empregados na produção de tintas e diluentes (CASSINI, 2009).

A Organização das Nações Unidas (ONU) reúne os compostos em classes, mostrado na Tabela 1, de acordo com sua periculosidade, sendo os pertencentes à classe 1, os explosivos; à classe 2, gases comprimidos, liquefeitos e/ou dissolvidos sob pressão (inflamáveis e/ou tóxicos); à classe 3, líquidos inflamáveis; à classe 4, sólidos inflamáveis; à classe 5, oxidantes e/ou peróxidos; à classe 6, substâncias tóxicas e/ou infectantes; à classe 7, radioativos; à classe 8, corrosivos; e à classe 9, substâncias perigosas diversas. Além disso, os possíveis efeitos carcinogênicos dos solventes e pigmentos são definidos pela *International*

Agency for Research on Cancer (IARC) como: grupo 1, compostos considerados carcinogênicos para humanos; grupo 2A, provavelmente carcinogênicos para humanos; grupo 2B, possivelmente carcinogênicos para humanos; grupo 3, não classificado quanto a sua carcinogenicidade; e grupo 4, provavelmente não carcinogênico para humanos. A Tabela 1 apresenta a classificação dada pela ONU e pela IARC, quanto à periculosidade e à carcinogenicidade de alguns dos compostos presentes nas tintas.

Tabela 1 -Classificação de alguns solventes e pigmentos presentes nas tintas de acordo com sua periculosidade (ONU) e carcinogenicidade (IARC).

Produtos	**Classe definida pela ONU**		**Grupo definido pela IARC**	
Etileno	**2**	Gás inflamável	**3**	Não classificado quanto a sua carcinogenicidade em humanos
Etilbenzeno	**3**	Liquido inflável	**2B**	Possivelmente carcinogênico para humanos
Metanol	**3**	Liquido inflamável	**Nc**	
Tricloroetileno	**Nc**		**2A**	Provavelmente carcinogênico para humanos
Tolueno	**3**	Liquido inflamável	**3**	Não classificado quanto a sua carcinogenicidade em humanos
Xileno	**3**	Liquido inflamável	**3**	Não classificado quanto a sua carcinogenicidade em humanos
Cádmio	**6**	Substancia tóxica *	**1**	Carcinogênico para humanos
Cobalto	**4**	Solido inflamável	**2B**	Possivelmente carcinogênico para humanos
Chumbo	**6**	Substancia tóxica	**2B**	Possivelmente carcinogênico para humanos
Dióxido de titânio	**Nc**		**2B**	Possivelmente carcinogênico para humanos

Fonte: INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, 2006.

nc: não classificado. *capaz de provocar morte, lesões graves ou danos à saúde humana, se ingerida ou inalada, ou quando em contato com a pele.

O benzeno é uma das substâncias mais bem estudadas no mundo, pois está classificado como uma substância possivelmente carcinogênica para humanos. De acordo com os critérios do Programa das Nações Unidas de Segurança Química é considerada a quinta substância de maior risco para a saúde dos expostos. Embora o benzeno seja um poluente ambiental importante, os maiores riscos de exposição humana encontram-se nos ambientes de trabalho, e, portanto, para os trabalhadores (MACIEL, 2007).

A exposição a essa substância em ambientes ocupacionais, muitas vezes, está acompanhada do não cumprimento das normas de segurança do trabalho, da ineficiência da legislação de saúde vigente, informação deficiente ou inexistente sobre os riscos inerentes ao agente tóxico, supervisão inadequada, processos de trabalho e tecnologias ultrapassadas e ausência ou uso indevido de equipamentos de proteção. No Brasil, devido a uma falta de uniformidade de informações, conscientização e ações por parte dos órgãos competentes, além da dificuldade de se relacionar com organizações e indivíduos como artesãos e indústrias de pequeno porte (legais ou não), os dados estatísticos disponíveis retratam, muito superficialmente, o impacto na saúde dos trabalhadores decorrente da exposição ao benzeno nos ambientes de trabalho (DELLAMÉA, 2012).

No Brasil, o início das ações legais para diminuir a exposição ao benzeno ocorreu em 1982 quando foi proibida em todo o território nacional a fabricação de produtos tais como tintas, vernizes, colas, misturas de solventes que contivessem benzeno em sua composição em uma concentração superior a 1% em volume. Sabe-se, no entanto, que quando se trata de exposição às substâncias cancerígenas o ideal para a proteção da saúde do trabalhador é a proibição do uso destes agentes (COUTRIM *et al.*, 2000).

Os Hidrocarbonetos Policíclicos Aromáticos (HPAs), como o benzeno, são uma grande classe de compostos orgânicos que ocorrem como poluentes no ar, nos alimentos e na água. Estão presentes em todos os processos de combustão sendo conhecidos pelos seus intensos efeitos mutagênicos e carcinogênicos. São atualmente considerados como uma das mais importantes causas de efeitos adversos à saúde relacionados à poluição atmosférica (ŠKAREK *et al.*, 2007).

Os HPAs constituem uma família de compostos de anéis aromáticos fundidos, mas também podem ser formados por compostos insaturados de 4,5 e 6 anéis, dentro do grupo, os compostos variam de moléculas semi-voláteis a moléculas com alto ponto de ebulição (SILVA, 2009). Suas principais fontes são: processos industriais (ex. produção de alumínio, gaseificação de carvão, produção de coque e fundição de aço e ferro), emissões do tráfico rodoviário e combustíveis domésticos. Outras fontes incluem incêndios naturais, agrícola e tabaco, sendo que

a fumaça do cigarro é a maior fonte individual de exposição aos HPAs, e também constituem uma importante fonte de contaminação em alimentos podendo estar presentes durante o processamento e preparo (SILVA, 2009).

1.3 Normas de segurança e legislação do trabalho

O fisioterapeuta do trabalho deve atuar participando efetivamente, analisando o ambiente de trabalho e buscando identificar fatores de riscos existentes no mesmo, podendo assim, propor medidas preventivas. Além disso, o fisioterapeuta tem um papel muito importante de manter a adequada execução das Normas Regulamentadoras (NR), conforme as especificações abaixo:

1-NR-1: Disposições gerais: As Normas Regulamentadoras (NR), relativas à segurança e medicina do trabalho são de observância obrigatória pelas empresas privadas e publicas e pelos órgãos públicos de administração direta e indireta, bem como pelos órgãos dos poderes legislativos e judiciários, que possuam empregados regidos pela consolidação das leis do trabalho – CLT (BRASIL, 2004).

2-NR-6: Equipamento de proteção individual (EPI): Para os fins de aplicação desta Norma Regulamentadora – NR, considera-se Equipamento de Proteção individual – EPI todo dispositivo ou produto, de uso individual utilizado pelo trabalhador destinado à proteção de riscos suscetíveis de ameaçar a segurança e a saúde no trabalho (BRASIL, 2004).

3-NR-7: Programa de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO): Esta Norma Regulamentadora – NR estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do programa de controle médico de saúde ocupacional, com o objetivo de promoção e preservação da saúde do conjunto dos seus trabalhadores (BRASIL, 2004).

4-NR-9: Programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA). Esta Norma Regulamentadora – NR estabelece a obrigatoriedade da elaboração e implementação, por parte de todos os empregadores e instituições que admitam trabalhadores como empregados, do programa de prevenção de riscos ambientais, visando à preservação da saúde e da integridade dos trabalhadores (BRASIL, 2004).

5-NR-15: Atividades e operações insalubres: Entende-se por "Limite de Tolerância", para os fins desta Norma, a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e o tempo de exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral (BRASIL, 2004).

Os limites de tolerância da NR-15 de 1978 podem mudar com o passar do tempo. Geralmente ocorre uma redução desses limites com o aumento do conhecimento acerca de seus efeitos tóxicos em menores concentrações, à medida que novos estudos são realizados e publicados.

Através da NR-7 o ministério do trabalho solicita que os funcionários de empresas que estão expostos a agentes químicos nocivos ao sistema respiratório tenham acompanhamento periódico através da espirometria, a qual diagnostica disfunções respiratórias obstrutivas e/ou restritivas que afetem a saúde do funcionário. A empresa deve realizar exame espirométrico tanto na admissão como na demissão de seus funcionários, pois este irá confirmar o estado de saúde na entrada e saída do trabalhador visualizando se haverá danos respiratórios após exposição a agentes químicos nocivos a saúde. Este exame tem validade determinada (BRASIL,2004).

Em toxicologia ocupacional, os efeitos agudos e crônicos causados pelas exposições a agentes químicos nos ambientes de trabalho são levados em conta para 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 (BUSCHINELLI, 2013).

Os LEOs podem ou não ter valor legal. No Brasil, são denominados Limites de Tolerância (LTs), sendo definidos como “a concentração ou intensidade máxima ou mínima, relacionada com a natureza e pode ter exposição ao agente, que não causará dano à saúde do trabalhador, durante a sua vida laboral”, e estão estabelecidos nos Anexos 11 e 12 da Norma Regulamentadora nº 15 do Ministério do Trabalho e Emprego. (BUSCHINELLI, 2013).

Nos EUA, a *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH) publica LEOs denominados *Threshold Limit Values* (TLV), que não possuem valor legal. Define TLV como: “as concentrações de substâncias químicas no ar, às quais, acredita-se, a maioria dos trabalhadores possam estar expostos, 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) (BUSCHINELLI, 2013).

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 e sua definição é a mesma do valor-teto da legislação brasileira. Os valores de exposição em curto prazo também são importantes para as substâncias irritantes, cáusticas e asfixiantes (BUSCHINELLI, 2014).

No entanto, a ACGIH adverte que os TLVs não protegerão adequadamente todos os trabalhadores, pois “não representam uma fina linha de separação entre um ambiente de trabalho saudável e não saudável, ou um ponto no qual ocorrerá um dano à saúde”. Algumas pessoas podem apresentar desconforto, ou até efeitos adversos mais sérios à saúde, quando expostas a substâncias químicas em concentrações iguais ou mesmo inferiores aos limites de exposição. A *Occupational Safety Health Administration* (OSHA) publica LEOs com valor legal nos EUA denominados de PEL (*Permissible Exposure Limit*). Também utiliza a média ponderada de 8 horas de exposição com a mesma denominação da ACGIH (TWA) e o define: “o TWA-PEL é o nível de exposição estabelecido como o nível mais alto de exposição que um trabalhador pode estar exposto por 8 horas, sem incorrer o risco de efeitos adversos para a saúde” (BUSCHINELLI, 2014).

No Reino Unido, o órgão governamental encarregado da fiscalização dos ambientes do trabalho, a *Health and Safety Executive* (HSE), publica os *Work place Exposure Limits* (WEL), que também têm valor legal. Estabelece, ainda, os WELs para média ponderada de 8 horas de jornada (WEL-TWA) e o parâmetro para exposições de 15 minutos (WEL-STEL), mas não há um valor teto (*ceiling*) como o definido pela ACGIH (BUSCHINELLI, 2013).

A Agência para Saúde e Segurança no Trabalho da União Européia, a *European Agengy for Safetyand Health at Work* (EASHW), por meio do *Scientific Committee on Occupational Exposure Limits* (SCOEL), estabelece LEOs com a denominação de *Occupational Exposure Limits* (OEL) ou *Occupational Exposure Limits Value* (OELV). Há dois tipos de OELVs: os obrigatórios, ou seja, níveis que devem ser atingidos, denominados *binding Occupational Exposure Limits* Value (bOELV), e os indicativos ou recomendados, ou seja, que devem ser perseguidos como objetivo, mas não são obrigatórios: os *indicative Occupational Exposure Limits Value* (iOELV). Os países membros da União Europeia podem adotá-los ou não. Os OELs da SCOEL são estabelecidos para a proteção de trabalhadores adultos saudáveis, embora, em alguns casos, eles também visem proteger “subgrupos sensíveis”. Normalmente, os limites de exposição não se aplicam a mulheres grávidas e lactantes, por exemplo, e uma ação específica deve ser tomada quando necessário para proteger esse grupo (BUSCHINELLI, 2014).

Nota-se no quadro da **Figura 2** que, dentro de um mesmo país (EUA), os níveis da OSHA, com valor legal, são, em geral, maiores que os da ACGIH, que são na verdade uma recomendação de uma organização não governamental (ONG). Sendo assim, as empresas são obrigadas a seguir os LEOs definidos pela OSHA, mas podem adotar voluntariamente, ou através de negociações com os sindicatos de trabalhadores, os LEOs da ACGIH, ou ainda de qualquer outra fonte. Da mesma forma, os OELVs da União Européia são, na sua maioria, "*indicative*", ou seja, são recomendações apenas. Entretanto, no Brasil, os LTs da NR-15 de 1978, ainda em vigor em 2013, foram elaborados a partir dos níveis da ACGIH de 1977, corrigidos para a jornada de 48 semanas com a fórmula de Brief e Scala (BUSCHINELLI, 2013).

Figura 2 – Quadro das diferenças entre alguns limites de exposições ocupacionais, média ponderada para 8 horas diárias de exposição entre algumas instituições e países.

LEO / Substância CAS	LT – MTE – Brasil(*)	EUA – TLV – ACGIH(**)	EUA – PEL – OSHA(***)	EU – OELV (****)	UK – WEL (*****)
Benzeno CAS 71-43-2	1 ppm[21] (******)	0,5 ppm[22]	1 ppm[23]	1 ppm(b)[27]	1 ppm[28]
Tolueno CAS 108-88-3	78 ppm[16]	20 ppm[22]	100 ppm[24]	50 ppm(i)[27]	50 ppm[28]
Chumbo Inorgânico CAS 7439-92-1	0,1 mg/m³ [16]	0,05 mg/m³ [22]	0,05 mg/m³ [25]	0,15 mg/m³(b)[27]	0,10 mg/m³ [29]
Clorofórmio CAS 67-66-3	20 ppm[16]	10 ppm[22]	50 ppm[26]	2 ppm (i)[27]	2 ppm[28]
n-hexano CAS 110-54-3	-	50 ppm[22]	500 ppm[26]	20 ppm(i)[27]	20 ppm[28]

Fonte:Manual de orientação sobre controle médico ocupacional da exposição a substâncias químicas-FUNDACENTRO-2014
(*) Limites de Tolerância – Ministério do Trabalho e Emprego – Brasil.
(**) Threshold Limit Values –ACGIH – Estados Unidos (sem valor legal).
(***) Permissible Exposure Limit – OSHA – Estados Unidos (com valor legal).
(****) Occupational Exposure Limits Value – SCOEL – União Europeia.
(*****) Work place Exposure Limits – HSE – Reino Unido.
(******) 1ppm não é o LT, mas o Valor de Referência Tecnológico (VRT) para o setor de petróleo, sendo de 2,5 ppm o VRT para o setor siderúrgico.
(b) LEO “binding” ou obrigatório.
(i) LEO “indicative” ou indicativo.

Os Indicadores Biológicos de Exposição (IBEx) ou de dose interna que representam a dose interna, ou seja, relaciona-se, com a quantidade de agente químico que penetrou no organismo e foi efetivamente absorvida. Assim, a partir da concentração do indicador, pode-se estimar qual a concentração ambiental do agente a que foi exposto o trabalhador (ALBUQUERQUE, 2012).

Desse modo, um indicador de exposição deve ter relação com a concentração ambiental a que o trabalhador está exposto por via respiratória. Ou seja, a condição básica para um indicador da funcionalidade pulmonar ou biológico é o teste de Espirometria, ou a concentração deste (a própria substância ou um dos seus metabólitos) em meio biológico (sangue, urina, por exemplo) devem ter uma boa correlação com a concentração ambiental da substância (ALBUQUERQUE, 2012).

1.4 Teste de espirometria para avaliação da funcionalidade pulmonar

O termo espirometria é proveniente do latim *(spiro*=respirar e *metrum*= medida) e consiste em medir a entrada e a saída de ar nos pulmões. Como o ar, por si só, apresenta uma certa dificuldade de ser medido volumetricamente, a espirometria utiliza de registros gráficos desse ar. Essa técnica ou recurso de medir graficamente o ar é denominada espirografia (PEREIRA, 2004).

Uma das provas de função respiratória é a espirometria, este é um exame que se destina a avaliar a capacidade do sistema respiratório para realizar as suas funções fisiológicas normais. Individualmente, permite dispor de diversas informações funcionais sobre as vias aéreas superiores ou inferiores, contribuindo para o diagnóstico de doenças respiratórias, ou para a avaliação da resposta a tratamentos. A Prova de Função Respiratória é simples, indolor, requerer na maioria dos casos a colaboração dos pacientes e não necessita de qualquer preparação específica (PRESTO *et al.*, 2009).

Embora a espirometria consista em uma técnica de medidas respiratórias muito antiga e bastante empregada nos estudos sobre fisiologia respiratória, há indícios de seu surgimento, enquanto técnica de avaliação clínica, em meados do século XIX por meio de um trabalho pioneiro de Hutchinson, em 1846. Na década de 1940, com o acréscimo do quimógrafo e da cronometragem da capacidade vital forçada (CVF), Tiffeneau Gaensler contribuiu de forma decisiva para que o espirômetro saísse da bancada científica e fosse incorporado ao laboratório clínico (PEREIRA, 2004).

Para Costa (2001), a espirometria, que também é entendida como prova de função pulmonar, tem como principais objetivos:

a) detectar precocemente as disfunções pulmonares obstrutivas;

b) detectar ou confirmar as disfunções pulmonares restritivas;

c) diferenciar uma doença obstrutiva funcional de uma obstrutiva orgânica;

d) avaliar a evolução clínica de uma pneumopatia e parametrizar recursos terapêuticos por meio de testes pré e pós-intervenção terapêutica, atualmente muito empregada na fisioterapia respiratória ambulatorial;

f) avaliar o risco cirúrgico (por meio de decúbito alternado);

g) direcionar condutas em pacientes cardiopatas;

h) subsidiar a avaliação da saúde do trabalhador, especialmente no controle de riscos industriais.

Para que a espirometria seja confiável, há necessidade de certos cuidados e de condições básicas como:

a) compreensão e colaboração do paciente;

b) conhecimento técnico de quem realiza o teste;

c) voz de comando (alta, esclarecedora, incentivadora, padronizada e, sempre que possível, por um mesmo operador);

d) equipamento de boa qualidade e devidamente calibrado;

e) controle ambiental de temperatura, umidade relativa do ar e pressão barométrica (BTPS).

Deve-se, sempre que possível, anotar as condições ambientais em que o teste é realizado, para que duas espirometrias em um mesmo indivíduo não ocorram em situações ambientais diferentes.

Os equipamentos utilizados na espirometria são de variados tipos e marcas e, com os avanços tecnológicos, a cada dia surgem novos modelos.

Recomenda-se conhecer as procedências, bem como verificar o controle de qualidade aprovado pela American Thoracic Society (ATS) ou da British Thoracic Society (BTS).

Todos os espirômetros devem fornecer informações sobre capacidade, exatidão da acurácia, linearidade, durabilidade e débito. A margem de erros de cada equipamento sempre deve ser informada, o que pressupõe que, ao colocar um novo modelo ou marca no mercado, este tenha sido suficientemente testado. Os espirômetros mais modernos são construídos a base de sensores de fluxo, dentre os quais estão os de pressão diferencial (pneumotacógrafos ou pneumotacômetros), os termístores, os turbinômetros e os ultra-sônicos. Por outro lado, os computadorizados, de modo geral, oferecem a vantagem da rapidez no fornecimento final dos dados, pois já dispõe da integração dos valores de normalidade previstos para cada indivíduo. Qualquer que seja a marca, o modelo ou o tipo de cada espirômetro, este sempre deverá seguir os padrões de qualidade aprovados pela ATS ou pela BTS (COSTA, 2001).

A espirometria estática não permite avaliar todas as condições da função pulmonar, entretanto, fornece alguns volumes importantes, como, por exemplo, a capacidade vital (CV). Os volumes pulmonares denominados fundamentais são quatro e são medidos em litros ou em mililitros. São eles:

a) Volume Corrente (VC): é o volume inspirado ou expirado a cada ciclo respiratório.

b) Volume de Reserva inspiratória (VRI): é a quantidade máxima de ar que pode ser inspirada além de uma inspiração normal.

c) Volume de Reserva Expiratória (VRE): é o volume máximo de ar que pode ser expirado além de uma expiração normal. É a medida que melhor representa volumetricamente o espaço morto.

d) Volume Residual (VR): é o volume de ar que permanece nos pulmões mesmo após uma expiração forçada e que só pode ser obtido por meio de equipamentos com circuito fechado e com conhecimento prévio da quantidade e da porcentagem dos gases nele contido. Não é possível obter esse volume pela espirometria simples.

As capacidades pulmonares são virtuais. Isto é, não se mede uma capacidade pulmonar, mas estima-se por meio de valores dos volumes já descritos. Derivadas desses volumes ou fundamentadas na combinação deles, existem as capacidades pulmonares (capacidades virtuais), que são as seguintes:

a) Capacidade lnspiratória (CI): é o volume máximo que pode ser inspirado após uma expiração normal, é composta pela soma do VC com o VRI.

b) Capacidade Residual Funcional (CRF): é o volume de ar remanescente nos pulmões após uma expiração normal, é composta pela soma do VRE com o VR. Esta também não pode ser obtida pela espirometria simples.

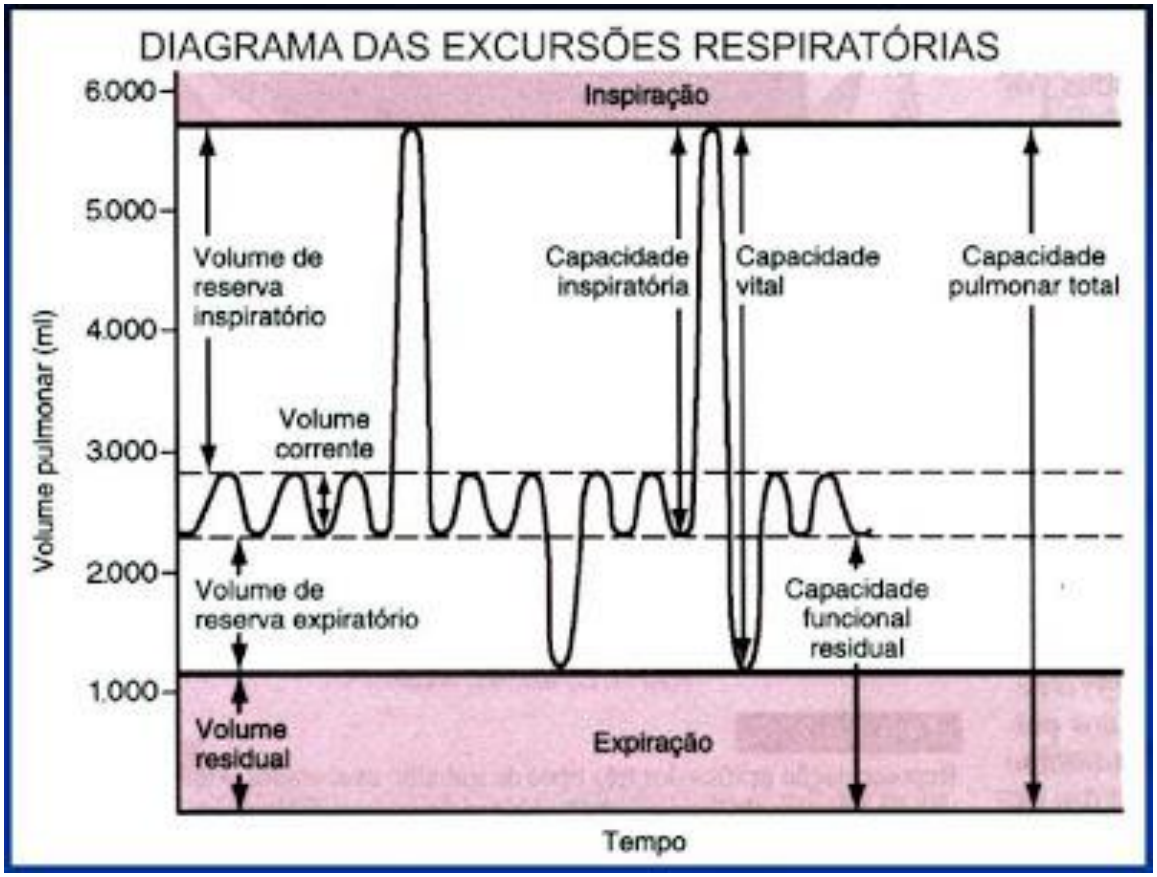
c) Capacidade Vital (CV): é o volume máximo de ar que pode ser expirado após uma inspiração máxima, é composta pela soma de VRI, VC e VRE.

d) Capacidade Pulmonar Total (CPT): é a quantidade de ar contida nos pulmões após uma inspiração máxima, pode ser entendida como a soma dos quatro volumes (VRI, VRE, VC e VR).

Para a realização da espirometria estática utiliza-se uma manobra respiratória denominada “capacidade vital lenta” (CVL), a qual consiste em inspirações e expirações lentas (em nível de VC) e, em seguida, uma inspiração máxima possível, seguida de uma expiração máxima possível. Sempre que, em um determinado volume ou capacidade, aparecer o VR, para obtê-lo é necessário a realização de uma espirometria por análise de gases que, como já foi mencionado, requer o emprego de um gás marcador no circuito e a análise tanto deste quanto dos pulmões do indivíduo, portanto, feita em um sistema fechado. Independente das medidas precisas, obtidas por meio da espirometria, há uma estimativa porcentual

entre os diversos volumes e capacidades pulmonares baseada em valores da normalidade em um indivíduo adulto sadio "normal", com estatura mediana. Esses porcentuais, que têm como referencial a CPT são ilustrados na **Figura 3** (COSTA, 2001).

Figura 3 – Representação gráfica dos volumes e capacidades pulmonares normais, com porcentuais em relação à CPT.



Fonte: O GUIA do FISIOTERAPEUTA, 2010

Apesar da representação porcentual expressa na figura, os volumes e as capacidades pulmonares apresentam variações fisiológicas de acordo com o sexo, a idade, o peso e a estatura. Alguns volumes variam conforme o esforço físico-respiratório, além disso, há variação de indivíduo para indivíduo, dentro da normalidade. Esses porcentuais podem ser alterados em função de pneumopatias.

Os valores isolados da espirometria nem sempre fornecem elementos definitivos e com informações completas. Sempre há a necessidade de associação dos resultados da espirometria com o histórico do paciente e com outros elementos da avaliação, a fim de estabelecer uma boa interpretação das condições funcionais do sistema respiratório (PEREIRA, 2004).

Índice de *Tiffeneau* (VEF/CVF x 100): significa o resultado da fração que representa o VEF1 em relação à CVF. Esse valor deverá estar em torno de 68% a 85% da CVF. A literatura clássica sobre esse item tem adotado o porcentual de 80% como referencial para normalidade, sendo que abaixo disso considera-se deficiência obstrutiva. Todavia, deve-se considerar as diferenças entre adultos e crianças. Há indicativos de que 50%a 60% da CVF é explicada pela idade e pela estatura, portanto, uma faixa de normalidade é melhor empregada que um único valor porcentual (PEREIRA, 2004).

Dentre as anormalidades possíveis de ser identificadas por meio da espirometria, enquadram-se os padrões obstrutivo e restritivo, ou a combinação de ambos, o padrão misto. Nas anormalidades de padrão obstrutivo, as alterações são do fluxo expiratório, pois o ar inspirado apresenta dificuldades de ser expirado. As variáveis que melhor exprimem a presença de uma obstrução são: VEF1, índice de *Tiffeneau* ou razão VEF/CVF x 100, Peak-Flow e FEF 25%-75%, diminuídos. Neste caso, a CV poderá permanecer normal. O Enfisema Pulmonar e a Bronquite crônica são exemplos de doenças cujo quadro espirométrico pode acusar uma obstrução. Para algumas dessas variáveis é possível classificar o grau de comprometimento obstrutivo, como, por exemplo, se os valores de CVF, VEF 1 e VEF/CVF forem levemente, moderadamente ou gravemente reduzidos (NÓBREGA *et al*., 2015).

Nas anormalidades de padrão restritivo, as alterações são de redução de todos os volumes estáticos, porém não há necessariamente diminuição de fluxo, especialmente da razão VEF/CVF. O volume que melhor indica uma restrição é a CV diminuída. A fibrose pulmonar, a cifoescoliose e a obesidade são exemplos que levam a comprometimentos pulmonares restritivos (NÓBREGA *et al*., 2015).

1.5 Doenças pulmonares restritivas e obstrutivas

Uma doença restritiva tem como característica mecânica a baixa complacência pulmonar, como, por exemplo, quando se tem uma menor produção de surfactante alveolar. Nestas condições, há uma maior tensão superficial na parede dos alvéolos, fazendo com eles apresentem uma tendência muito mais forte ao colabamento, ou seja, o ar tende a ser expulso dos alvéolos, quando não se produz uma quantidade adequada de surfactante. Nesta situação, irá penetrar uma quantidade menor de ar nos alvéolos, ou seja, haverá uma diminuição na ventilação. Sendo assim, para que haja a mesma entrada de ar que numa situação normal, é necessário o emprego de uma força maior, junto à musculatura associada à inspiração (NÓBREGA *et al.*, 2015).

Existem alguns problemas associados à baixa complacência ventilatória (razão entre a variação de volume pela variação de pressão), que entre eles se destacam a diminuição da produção de surfactante alveolar e a obesidade, impedindo o trabalho do diafragma. Outros estão relacionados com a complacência pulmonar, que além da obesidade e da diminuição de surfactante há também a fibrose intersticial, em consequência da inalação de produtos tóxicos. O padrão respiratório de indivíduos com doenças restritivas é de uma maior frequência respiratória e menor volume corrente (NÓBREGA *et al*., 2015).

Outro padrão encontrado na espirometria é o padrão obstrutivo, neste o problema não está relacionado com a baixa complacência, ou seja, ele não apresenta nenhuma dificuldade relacionada ao aumento de volume da caixa torácica. O problema básico dos indivíduos portadores de doenças obstrutivas é o aumento da resistência das vias aéreas, ou seja, elas apresentam um raio menor. Quanto mais rápido o fluxo, maior o atrito das moléculas com as vias aéreas, aumentando mais ainda a resistência. Desta forma, indivíduos com doenças obstrutivas têm uma resistência maior nas vias aéreas, particularmente quando há um aumento no fluxo respiratório. Avaliando a estruturas das pequenas vias aéreas, os bronquíolos ficam submetidos a forças que os tracionam radialmente, ou seja, enquanto as grandes vias aéreas apresentam cartilagens nas suas paredes, que ajudam a manter a sua estrutura, nas pequenas vias isso não ocorre, fazendo com

que elas fiquem mais sujeitas a variações de pressão. Quando ocorre a inspiração, a pressão negativa pleural tem seu módulo aumentado, tracionando radialmente para fora e facilitando a abertura das vias aéreas. Na expiração, a pressão negativa tem seu módulo diminuído, fazendo com que não seja promovida devidamente a abertura das vias aéreas. Sendo assim, é mais provável que ocorra o fechamento das vias aéreas, sobretudo nas situações onde há obstruções das vias aéreas, tais como ocorre nas doenças obstrutivas. Nas expirações onde o fluxo é aumentado, a resistência será ainda maior. Desta forma, caso se deseje investigar um padrão obstrutivo em um indivíduo, faz-se a medida do fluxo expiratório e não do volume respiratório (NÓBREGA *et al.*, 2015)

Tendo como prioridade a saúde do trabalhador, as medidas corretivas no ambiente de trabalho fazem parte da diminuição de complicadores, pois além de prevenir os diversos problemas causados pela inalação de substâncias tóxicas, por meio de proteção coletiva eficiente e algumas condutas – controle em relação à exposição dessas substâncias nocivas – podem diminuir os riscos e danos de doenças preexistentes.

2 JUSTIFICATIVA

Considerando o desenvolvimento de pesquisas na área do Monitoramento da Saúde do trabalhador pelo Centro de Referência Estadual de Saúde do Trabalhador – CEREST-PI e que o município de Teresina (capital do Estado) possui uma parcela da população desempenhando atividades em oficinas de reparos automotivos, as quais, necessariamente, ocasionam o contato com substâncias potencialmente nocivas à funcionalidade pulmonar, há a necessidade de se investigar o grau de comprometimento da saúde dos trabalhadores de oficinas automotivas, visto que, o mesmo, integra este grupo bastante peculiar de trabalhadores, que não possuem dados confiáveis e registros de males respiratórios em nossos meios sanitários.

O monitoramento biológico da exposição a substâncias químicas no local de trabalho tem adquirido uma crescente importância na avaliação dos riscos para a saúde, como parte integrante das estratégias para melhorar as condições de segurança e saúde ocupacional.

Espera-se com os resultados, enfatizar a necessidade de cumprimento das normas e leis relacionadas à segurança do trabalhador, visando minimizar ao máximo qualquer tipo de dano à saúde do indivíduo exposto ocupacionalmente.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a função pulmonar dos trabalhadores de oficinas automotivas expostos ao benzeno e seus derivados em processos de pintura na cidade de Teresina-PI.

3.2 Objetivos específicos

- Caracterizar o perfil epidemiológico dos trabalhadores de oficinas automotivas expostos a produtos químicos em processos de pinturas;
- Descrever os fatores de riscos relacionados às eventuais disfunções respiratórias dos funcionários na parte interna e externa de seu local de trabalho;
- Identificar se há utilização de equipamento de proteção respiratória no setor de pinturas das oficinas automotivas e a compreensão dos funcionários sobre o uso deste equipamento;
- Investigar por meio de espirometria se há agravos respiratórios relacionados ao trabalho desenvolvido no setor de pinturas.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Tipo de estudo

O estudo foi baseado num modelo transversal de investigação e observacional, delineado de forma a permitir que se obtenha uma avaliação epidemiológica e da funcionalidade pulmonar objetivando investigar os possíveis casos de restrição ou obstrução respiratória de trabalhadores de oficinas automotivas no município de Teresina.

4.2 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada em sete oficinas automotivas no município de Teresina-PI. Teresina é uma cidade brasileira, capital do estado do Piauí, é a única capital da Região Nordeste que não se localiza no litoral. Localiza-se próximo à divisa com o Maranhão, ao oeste do estado, em uma altitude inferior a 100 metros.Teresina é um município com cerca de 910 mil habitantes e 1.680 km². A sua área metropolitana (Grande Teresina) é composta pela capital e por cidades vizinhas, tem mais de um milhão de habitantes. **(Figura 4)**.

Figura 4 – Localização do Estado do Piauí e do município de Teresina.

Fonte: Pt.wikipedia.org/wiki/teresina

4.3 Delineamento da pesquisa

O estudo constou de dois grupos distintos: (1) Grupo controle, com 40 trabalhadores não expostos às substâncias químicas, oriundos de setores administrativos em oficinas automotivas no município de Teresina-PI; (2) Grupo teste, com 40 trabalhadores expostos às substâncias químicas, no município de Teresina-PI, totalizando 80 sujeitos, distribuídos em 7 oficinas automotivas. A escolha das oficinas foi realizada em função da permissão dos proprietários desses estabelecimentos.

Os voluntários selecionados obedeceram aos seguintes critérios:

- Critérios de Inclusão:

  - Fazer parte do grupo controle ou do grupo teste.

  - Ter entre 19 e 45 anos.

- Critérios de Exclusão:

  - Estar fazendo uso de alguma substância que interfira na função pulmonar.

  - Estar com alguma infecção (virótica ou bacteriana).

4.4 Aspectos éticos

O projeto de pesquisa e o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido foram submetidos ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará - COMEPE, credenciado pela Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) – Conselho Nacional de Saúde (CNS)/Ministério da Saúde (MS) para análise quanto aos princípios éticos.

Seguiram-se as normas da ética para estudos clínicos com seres humanos, de acordo com os termos da Resolução nº 196/96 do CNS, a Declaração de Helsinque (OMS) (1965) e suas revisões. O projeto foi aprovado pelo COMEPE em 31 de maio de 2012, sob protocolo nº 99/12 (ANEXO A). Os ensaios não foram iniciados antes que existisse um protocolo escrito e aprovado pelo comitê de ética. A amostra obtida foi usada exclusivamente para execução desta pesquisa, mantendo-se o sigilo e a privacidade dos indivíduos envolvidos.

Todos os sujeitos da pesquisa foram informados previamente das condições, dos objetivos e da importância do estudo, sendo esclarecidos de que eram livres para se retirar a qualquer momento do estudo, sem que isto causasse qualquer prejuízo. Aqueles que concordaram em participar do estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (ANEXO B).

4.5 Aplicação do questionário

Inicialmente fez-se mobilização dos trabalhadores por meio do proprietário das empresas. Em seguida realizaram-se palestras de sensibilização visando esclarecer os possíveis riscos a que estão expostos esses trabalhadores quando submetidos ao seu ambiente de trabalho, como também repassando informações necessárias para motivação e adesão dos participantes ao protocolo de pesquisa. Após assinarem o termo de consentimento livre e esclarecido (ANEXO B) foi aplicado o questionário sobre características pessoais e fatores de risco relacionados a disfunções respiratórias (APÊNDICE A) em trabalhadores expostos e não expostos a produtos químicos e logo após a realização do teste de espirometria, realizados no período de outubro a dezembro de 2012.

O resultado da aplicação do questionário e a observação das respostas possibilitou ao pesquisador traçar as características pessoais, fatores de riscos relacionados às eventuais disfunções respiratórias dos trabalhadores na parte interna e externa do local de trabalho, utilização e compreensão do uso dos equipamentos de proteção respiratória (EPR) e a avaliação do teste de espirometria.

Foi realizado um estudo observacional no local designado por esta pesquisa, onde foi observada a existência de sistema de ventilação, exaustão, utilização de EPR e estavam sendo operacionalizados apropriadamente.

4.6 Avaliação da funcionalidade pulmonar pela espirometria

A avaliação de possíveis danos induzidos à capacidade respiratória pela inalação da mistura contendo Benzo e pireno foi realizada com as aplicações dos testes espirométricos pela capacidade vital forçada (CVF); volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF) e o índice de *Tiffenau* (VEF1/CVF x 100), correlacionando fatores de risco associados à exposição ocupacional.

4.7 Teste de funcionalidade pulmonar: Espirometria

Os procedimentos técnicos para avaliação da função pulmonar foram realizados seguindo os procedimentos e as fórmulas propostas por Pereira, Sato e Rodrigues (2007). O espirômetro utilizado durante as manobras foi o Spirobank G® USB (MIR, Roma, Itália). A espirometria foi realizada por profissional fisioterapeuta capacitado da Secretaria de Saúde do Estado do Piauí (SESAPI) nas dependências do local de trabalho do voluntário selecionado.

Figura 5 –EspirômetroSpirobank G

Fonte:http://www.spirometry.com/Download/Manuals/new_download_manual.asp?device=&doc=brochures&txtFile=SpirobankG_USB_PT_201110.pdf
Acessado em 22-07-14

Durante os testes espirométricos, os trabalhadores permaneceram sentados, dorso apoiado, e executaram inicialmente as manobras de capacidade vital forçada (CVF), para a qual se solicitou a realização de uma expiração máxima e forçada a partir de uma inspiração máxima. Para cada teste, foram feitas pelo menos três manobras, com intervalo de 2 minutos entre elas, e as mesmas deveriam estar de acordo com os critérios de reprodutibilidade da American Thoracic Society (MILLER *et al,* 2005). As manobras de CVF resultaram nas curvas expiratórias forçadas, tecnicamente aceitáveis, para medidas da CVF, VEF1 e VEF1/CVF, fluxo expiratório forçado entre 25 e 75% (FEF25%-75%) e pico de fluxo expiratório (PFE). Todos os valores foram expressos em percentuais dos valores preditos (PEREIRA, SATO e RODRIGUES, 2007). Em todas as manobras, o clipe nasal e a preensão labial foram requeridos para minimizar/evitar o vazamento de ar pelas narinas ou pela boca, respectivamente.

Figura 6 – Realização do teste de espirometria

Fonte:https://www.google.com.br/search?q=pessoa+fazendo+espirometria
Acessado em 18-01-2016

4.8 Análise estatística

Os dados obtidos neste trabalho foram submetidos ao programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences)*, versão 10.0. Adotou-se a média e o desvio padrão dos dados em níveis de significância de *p<0,05 e **p<0,01. Sendo os resultados apresentados em gráficos e tabelas.

5 RESULTADOS

5.1 Características pessoais e fatores de risco

As características da população em estudo, obtidas a partir das informações apresentadas pelos trabalhadores em respostas às indagações do questionário aplicado (apêndice I), estão sumarizadas nas **Tabelas 2 e 3**, que informam sobre: características pessoais (idade, sexo, raça e peso) e fatores de risco associados a disfunções respiratórias na parte interna e externa do local de trabalho, como o consumo de bebidas alcoólicas, fumo, ter casa forrada e de piso acabado, ter animais domésticos e doenças respiratórias pré-existentes diante das jornadas de trabalho.

Tabela 2 – Características pessoais dos trabalhadores de oficinas automotivas expostos a agentes químicos complexos contendo benzeno *versus* trabalhadores não expostos, no ano de 2012.

Características Pessoais	**Grupo teste (N = 40)**	**Grupo Controle (N = 40)**
Faixa etária	34,1 ± 10,7 (19-45)	30,9 ± 8,00 (22-40)
≤30	43,7%	42,7%
>30	56,3%	57,3%
Sexo		
Masculino	100%	100%
Raça		
Parda	100%	100%
Peso	73,1 ± 14,0 (48-112)	72,3 ± 13,6
≤70	50%	50%
>70	50%	50%

Legenda: $\overline{x}$·: Média, ± Desvio Padrão: IC 95%. Intervalo de confiança de 95%.

5.1.1 Médias de idade entre os grupos estudados

Após aplicação do questionário foi verificado que a média de idade da amostra dos trabalhadores de oficinas automotivas encontrou-se em 34,1 sendo o desvio padrão ± 10,7. Em relação ao grupo não exposto a idade média situou-se em 30,9 e desvio padrão de ± 8,00. Logo, a amostragem encontra-se composta essencialmente de trabalhadores em idade produtiva do sexo masculino.

5.1.2 Determinação dos grupos étnicos predominantes e média de peso corporal

Em relação ao grupo étnico, os trabalhadores das oficinas de reparo e pintura automotiva do grupo teste eram compostos na sua totalidade de indivíduos pardos (100%). No grupo controle a etnia predominante foi também de trabalhadores pardos (100%). A população estudada apresentou média de peso em 73,1± 14,0 kg.

Tabela 3 – Fatores de risco relacionados às eventuais disfunções respiratórias nos funcionários de oficinas automotivas na parte interna e externa do seu local de trabalho versus trabalhadores do setor administrativo de oficinas automotivas. (n= 80).

Fatores de Risco	Grupo Teste (n=40)	Grupo Controle (n=40)
Jornada de trabalho (horas)		
06 por dia	8,8%	8,8%
08 por dia	91,2%	91,2%
Faixa de tempo (anos)	6,0 ± 12,7	7,55 ± 4,97
≤ 5 no mesmo setor	45,0%	54,0%
>5 no mesmo setor	55,0%	46,0%
Tempo de intervalo (min)	10,4 ± 1,4	
10	91,3%	n/a
15	8,7%	n/a
Tabagista		10% não informaram
Sim	28,8%	36,0%
Não	71,2%	54,0%
N° de cigarros (por dia)	12,5 ± 5,9	
≤10	15,0%	21,0%
>10	13,8%	15,0%
Tempo que fuma (anos)	12,6 ± 8,1	
≤10	16,3%	24,3%
>10	12,5%	11,7%
Etilista		
Sim	98,8%	68,2%
Não	1,2%	31,8%
Piso da casa		
Acabado	85,0%	95,0%
Não acabado	15,0%	5,0%
Casa forrada		
Sim	93,8%	100%
Não	6,3%	-
Animais domésticos		
Sim	13,8%	23,8%
Não	86,3%	76,3%

Legenda: $\overline{x}$·: Média, ± Desvio Padrão: Intervalo de confiança de 95%.

5.1.3 Jornada de trabalho (grupo teste e grupo controle)

A jornada de trabalho dos sujeitos avaliados nas oficinas automotivas do grupo exposto ou teste e os do serviço administrativo no grupo não exposto ou controle tem jornadas de 6 ou 8 horas de trabalho e nesse estudo 8,8% trabalhavam até seis horas diárias e 90,2% até oito horas por dia.

5.1.4 Tempo de trabalho no mesmo setor da oficina (grupo exposto e não exposto)

O tempo de trabalho em oficinas automotivas, que representa tempo de exposição aos compostos químicos contendo Benzeno, variou de menor ou igual a 5 anos, ou mais de 5 anos com média de 6,0 e desvio padrão de ± 12,7anos. O tempo de trabalho dos indivíduos não expostos aos compostos químicos contendo benzeno variou de 54% com até 5 anos e 46% com mais de 5 anos, com média de 7,55 e desvio padrão de ± 4,97 anos.

5.1.5. Tempo de intervalo na jornada de trabalho

O intervalo na jornada de trabalho foi aplicado apenas ao grupo de trabalhadores expostos ocupacionalmente a substâncias químicas, não sendo de importante relevância a aplicação no grupo não exposto. Neste estudo, variou num tempo de 10 ou 15 minutos. Sendo que 91,3% tinham apenas dez minutos de intervalo e 8,7% quinze minutos. A média foi de 10,4 minutos com desvio padrão de ± 1,4.

5.1.6 Tabagismo em anos e números de cigarro por dia /Etilismo

O hábito de fumar foi negado por 71,2% dos trabalhadores de oficinas de reparo e pintura expostos ao benzeno, enquanto, entre os trabalhadores não expostos, 54,0% afirmaram não fumar. Dentre os 28,8% (grupo teste) de fumantes de oficinas automotivas, há 15,0% que fumavam até dez cigarros por dia e 13,8% fumavam até mais de dez cigarros, numa média de 12,5 cigarros por dia, com desvio padrão de ± 5,9. Dentre os trabalhadores do grupo teste, 16,3% afirmaram que

fumaram por até dez anos, enquanto 12,5% fumaram por mais de dez anos, numa média de 12,6 anos, com desvio padrão de ± 8,1. Dentre os trabalhadores expostos em oficinas automotivas, 98,8% afirmaram ingerir bebidas alcoólicas e 1,2% não consomem álcool. No grupo dos trabalhadores não expostos a produtos químicos, 68,2% disseram sim e 31,8% não ao consumo de bebidas alcoólicas.

5.1.7 Residência com forro e piso

Foi perguntado aos trabalhadores envolvidos nesta pesquisa sobre as condições de suas residências quanto ao fato da casa possuir teto forrado e piso em acabamento cerâmico como possível fator de risco e comprometimento a saúde do trabalhador. Sendo que 96,9% de todos os trabalhadores afirmaram morar em casa forrada e 90,0% afirmou morar em casa com piso acabado (revestimento cerâmico).

5.1.8 Animais domésticos, alergias ou doenças respiratórias pré-existentes

Quanto ao fato de os trabalhadores expostos e não expostos possuírem animais domésticos 18,8% disse sim e 81,3% não. Também foram questionados sobre possuir alergias ou doenças respiratórias pré-existentes, onde 100% disseram não.

5.1.9 Uso de equipamento de proteção respiratória (EPR)

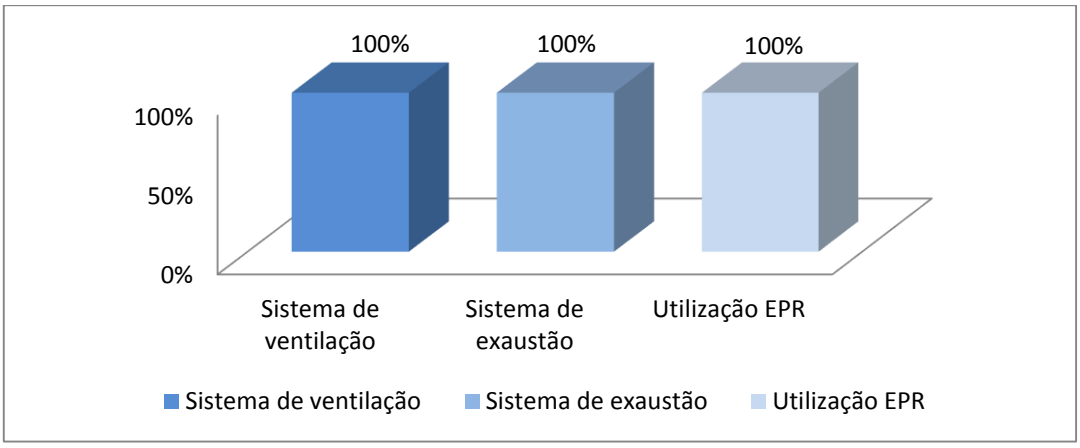
Dos 40 indivíduos pesquisados do grupo exposto a compostos químicos contendo Benzeno, foram indagados sobre EPR, apresentada na **tabela 4**, durante a aplicação do questionário 100% relataram utilizar equipamentos de proteção respiratória (EPR) (luvas, máscara, bota e touca) no momento da pintura e ou reparo de veículos. Também foi perguntado sobre o recebimento de instruções para o uso do EPR, e apenas 9,6% disseram sim e 90,4% não. Quanto à instrução sobre a forma correta de guardar o EPR 92,0% disseram não ter recebido e 8,0% disseram ter recebido instrução. Todos os trabalhadores disseram que conhecem a importância do EPR.

Tabela 4 – Referente ao uso e compreensão de equipamentos de proteção respiratória dos trabalhadores expostos a produtos químicos nas oficinas automotivas.

Equipamentos de Proteção respiratória – EPR	Grupo teste (%) (n=40)	
	Sim	Não
Utilização de EPR	100 (40)	0
Foi instruído ao uso correto do EPR	9,6 (04)	90,4 (36)
Foi instruído sobre a forma correta de guardar o EPR	8,0 (03)	92,0 (37)
Conhece a importância do EPR	100	0

Também foi realizada uma técnica sistematizada por observação pelo pesquisador nas oficinas de reparo e pintura, onde foram selecionados os trabalhadores que contribuíram com esta pesquisa. Nessa observação o pesquisador buscou identificar nos locais de trabalho a existência de sistemas de ventilação e exaustão nas oficinas. Sendo de 100% a presença desses equipamentos nos setores de pintura, importantes para manutenção da qualidade do ar no ambiente de trabalho e para a saúde do trabalhador em todas as oficinas que foram disponibilizadas para esta pesquisa, demonstrados pelo gráfico da **figura 7**.

Figura 7 – Gráfico da Técnica sistematizada por observação do pesquisador nas oficinas automotivas -Teresina-PI.



5.2 Investigação através do Teste de Espirometria

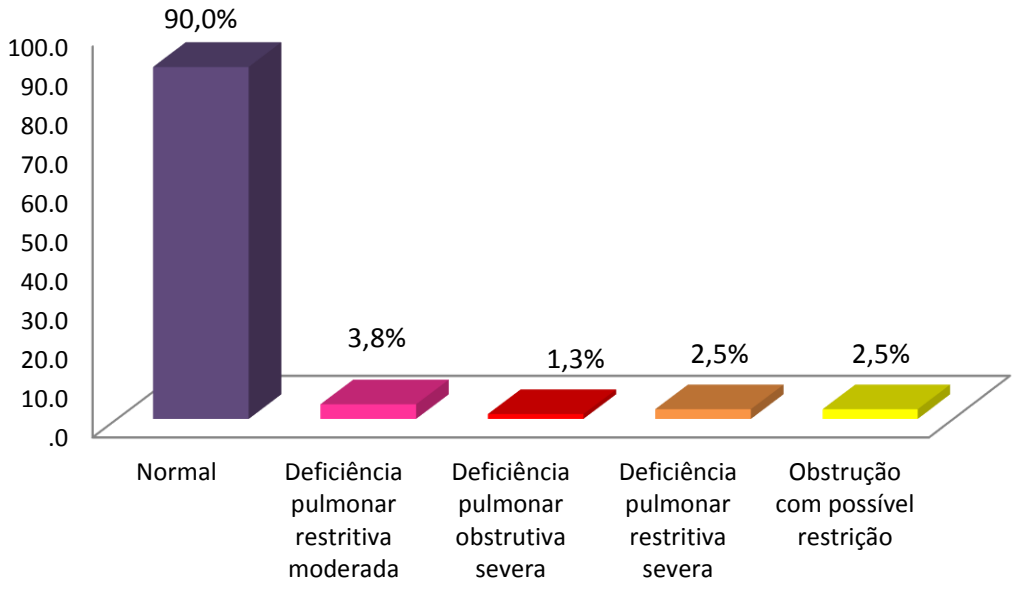
Para este estudo, um total de 80 trabalhadores entre expostos em oficinas automotivas (40) e não expostos (40). A **tabela 5** mostra os dados da análise da funcionalidade pulmonar pela Espirometria. A avaliação da ocorrência de disfunções respiratórias do tipo restritiva ou obstrutiva para o grupo exposto foi realizada pela capacidade vital Forçada (CVF); Volume Expiratório Forçado (VEF) e o índice de *Tiffenau* com dados dos fatores de risco dentro e fora do local de trabalho visto pelo questionário e demonstrado nos gráficos das **figuras 8 e 9**.

Tabela 5 – Dados da espirometria: Capacidade Vital Forçada (CVF); Volume Expiratório Forçado (VEF) e o índice de *Tiffenau* em trabalhadores expostos e não expostos (n=80).

Espirometria	Grupo Teste (n=40) (%)	Grupo Controle (n=40) (%)
Capacidade vital forçada (CVF)	92,0 ± 15,3	91,8 ± 15,1
CVF previsto	96,75 ± 10,40	96,3 ± 10,70
Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF)	92,1 ± 15,3	92,3 ± 15,1
VEF previsto	95,25 ± 11,38	95,70 ± 12,1
Índice de Tiffenau	103,4 ± 9,4	104,2 ± 9,7

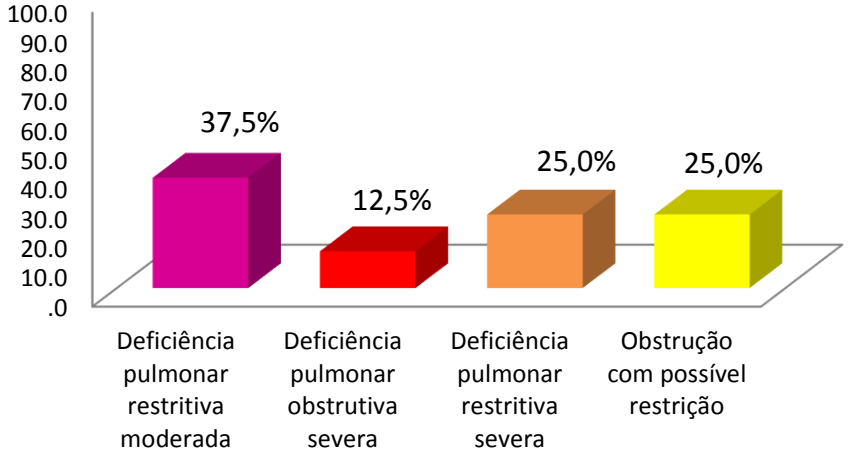
Legenda: $\overline{x}$·: Média, ± Desvio Padrão: Intervalo de confiança de 95%.

Figura 8 – Gráfico dos casos de DPR e DPO em trabalhadores de oficinas automotivas-Teresina-PI. (n=80)



Legenda: Deficiência Pulmonar Restritiva (DPR) Deficiência Pulmonar Obstrutiva (DPO).

Figura 9 –Gráfico da Gravidade de casos de DPR e DPO em trabalhadores de oficinas automotivas-Teresina-PI. (n=80).



Legenda: Deficiência Pulmonar Restritiva (DRP) Deficiência Pulmonar Obstrutiva (DPO).

6 DISCUSSÃO

O perfil epidemiológico da população de trabalhadores expostos de oficinas automotivas de reparo e pintura mostrou uma média de faixa etária de 34,1 ± 10,7 anos. Sendo 43,7% com até trinta anos e 56,3% com mais de trinta. Todos dos trabalhadores são do sexo masculino e da raça parda, com média de peso em 73,1± 14,0 kg. De todos os sujeitos, 91,2 % tem uma jornada de trabalho de oito horas diárias e em relação ao tempo de trabalho no mesmo setor entre cinco anos ou mais a media foi de 6,0 ± 12,7 anos. Todos os trabalhadores expostos ocupacionalmente relataram ter intervalo na jornada de trabalho, sendo 91,3% destes com intervalo de 10 minutos numa media de 10,4 ± 1,4 minutos.

A função pulmonar adequada depende do funcionamento harmônico das estruturas que compõem o sistema respiratório. Em indivíduos obesos, alterações estruturais da região tóraco-abdominal levam à limitação da mobilidade diafragmática e do movimento costal, ambos essenciais para a mecânica ventilatória adequada. Além disso, o tecido adiposo é um órgão endócrino e parácrino, que produz grande número de citocinas e mediadores bioativos, gerando, em indivíduos obesos, um estado pró-inflamatório, que está associado ao hipodesenvolvimento pulmonar, atopia, responsividade brônquica, risco aumentado de asma e modificações dos fenótipos para essa doença (RASSLAN *et al*., 2009). O presente estudo coletou dados de fatores de riscos dos trabalhadores de oficinas automotivas, tendo como principais o peso corporal, a idade e o tabagismo, no intuito de correlacionar possíveis achados de disfunções respiratórias com causas não relacionadas ao ambiente de trabalho.

Além da obesidade, o envelhecimento é também fator de risco importante para funcionalidade pulmonar, pois causa importante diminuição da reserva funcional do sistema respiratório, e um número crescente de pacientes idosos está sendo submetido a procedimentos cada vez mais complexos. O envelhecimento é acompanhado de alterações no sistema respiratório. Evidências demonstram que mesmo na ausência de pneumopatia, a idade avançada constitui fator de risco para complicações pulmonares, tendo a quantidade do espaço morto respiratório aumenta com a idade. Essas alterações resultam em uma capacidade de difusão

diminuída para o oxigênio conforme a idade, produzindo menores níveis de oxigênio na circulação arterial (FERNANDES, 2002).

Segundo Dellaméa (2012), no estudo da ocorrência de sintomas respiratórios em trabalhadores de oficinas de pintura automotiva na região do Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, sendo 80% destes com escolaridade até o ensino fundamental, a prevalência de tabagismo foi de 40,0%. O tempo médio de exposição diária a substâncias químicas foi de 9 horas, durante cinco dias por semana. Mais da metade (61%) do total de indivíduos declarou estar nesta atividade há mais de dez anos. Foi observado que o equipamento de proteção específico para o aparelho respiratório, como a máscara, era sempre usado por somente 15% dos 20 trabalhadores (40% utilizavam às vezes e 45%não utilizavam). A presença de manifestações respiratórias de vias aéreas superiores (VAS) foi detectada em 18 trabalhadores investigados (90%), sendo a obstrução nasal a mais comum (75,0%), seguida de espirros em salva (67,4%), secreção e prurido nasal (20,0%). Aproximadamente 50% dos trabalhadores apresentaram obstrução nasal e espirro durante o trabalho.

A obstrução nasal também foi o sintoma respiratório mais frequente em pintores automotivos na Tailândia (Vitayavirasuk*et al.* 2005). Em relação ao diagnóstico de doenças das vias aéreas superiores (VAS), dois trabalhadores (10,0%) apresentaram rinite ocupacional e dois apresentaram rinite alérgica, em discordância com este estudo, em que 100% dos trabalhadores relataram fazer uso de equipamento de proteção respiratória, o que justifica o não aparecimento de sintomas de vias aéreas superiores, porém 91,3% afirmaram não terem recebido instrução sobre a forma correta do uso e da preservação do equipamento. A observação sistematizada concluiu que todos os locais de trabalho de pintura e reparo de automóveis que tiveram seus trabalhadores analisados possuíam sistemas de ventilação, exaustão e equipamentos de proteção respiratória (EPR) (100%). Não sendo encontrada nesses grupos de trabalhadores associação estatística significante dos fatores de risco interno e externo ao local de trabalho com a disposição para a ocorrência de disfunções respiratórias detectáveis pela espirometria.

Tendo em vista a saúde do trabalhador, a utilização de equipamentos de proteção individual no local de trabalho é obrigatória e prevista por lei. O investimento em um ambiente de trabalho seguro é importante, pois a evolução da empresa depende de uma série de fatores, tendo entre eles a preocupação com a segurança nas áreas de trabalho e consequentemente com a saúde dos funcionários.

O hábito de fumar dos 28,8% de trabalhadores expostos em oficinas automotivas, 13,8% mais de 10 cigarros por dia (media de 12,5 ±5,9), 12,5% por mais de 10 anos (media 12,6 ± 8,1desvio padrão) e os 98,8% que afirmaram consumir bebidas alcoólicas, apresentaram correlações positivas para ocorrência de disfunções respiratórias restritivas ou obstrutivas e com variações percentuais relativamente próximas entre expostos e não expostos. Tendo 85,0% dos trabalhadores expostos com residência com piso cerâmico, 93,8% com a casa forrada, 86,3% sem animais domésticos e todos sem alergias respiratórias ou doenças respiratórias.

Salicio (2013), Dellaméa (2012) e Junior (2011), identificaram associações estatisticamente significantes entre o total de anos trabalhados nas cerâmicas; oficinas de pintura; fabrica de cimento, respectivamente e alteração da função pulmonar, em discordância com este estudo, entretanto devem-se considerar as boas condições de trabalho e saúde com a relativa estrutura para os trabalhadores das oficinas automotivas neste estudo. Em concordância com esta pesquisa em um estudo realizado na Noruega, não foi observada diferença significativa entre pintores automotivos e um grupo controle de indivíduos não expostos a substâncias químicas com relação à ocorrência de sintomas respiratórios agudos, incluído das vias aéreas superiores. Entretanto, deve ser ressaltado que as amostras de ar dos locais de trabalho indicaram baixo nível de exposição a solventes orgânicos e que todos os trabalhadores relataram o uso de equipamentos de proteção individual.

Conforme relata Salicio (2013), trabalhadores com maior tempo de exposição (4 anos ou mais), apresentaram prevalência de alteração da função pulmonar 99% maior. Quanto à jornada de trabalho, o grupo que

trabalhava mais de oito horas diárias apresentou maior prevalência de função pulmonar alterada que o grupo que trabalhava por menos tempo, ainda que sem significância estatística. Os resultados deste estudo entram em concordância com o estudo descrito acima, onde ambos relataram maiores probabilidades de disfunções pulmonares em trabalhadores com maiores cargas horárias e maiores tempo de serviço nos setores de pintura.

No estudo da Avaliação do risco de mutagenicidade e anormalidades nucleares decorrente da exposição ao benzeno e aos seus derivados em trabalhadores de oficinas automotivas em Teresina-PI, o hábito de consumir álcool pelos trabalhadores expostos apresentou uma frequência de 75% em concordância com o estudo. O consumo crônico de bebidas alcoólicas tem sido relacionado aos diferentes tipos de câncer e com o aumento estatisticamente significante da percentual de linfócitos com aberrações cromossômicas numéricas e estruturais. Em relação ao hábito de fumar, verificou-se uma incidência maior no grupo não exposto (11,1%), enquanto que, no grupo exposto, em apenas 8,3% dos trabalhadores que faziam uso contínuo de tabaco houve correlação positiva entre o habito de fumar e o aumento da frequência de cariólise (LEÓDIDO, 2013).

Segundo estudo realizado por Junior (2011), sobre a prevalência de sinais e sintomas respiratórios em população residente próxima a uma fábrica de cimento, Cezarina, Goiás e a prevalência de tabagismo foram maiores entre os homens (24,2%; p=0,004). Proporcionalmente, havia mais tabagistas entre os indivíduos com menor escolaridade (0 a 3 anos), 25,5% (p=0,007). Entre os fumantes, 84,3% (n=43) tinham mais de 40 anos (p=0,007). Houve associação entre o hábito de fumar e a ingestão alcoólica. Do total de fumantes (n=51), havia 24 tabagistas que também ingeriam bebida alcoólica (24,2%; p=0,013) em concordância com esta pesquisa.

Segundo Cassini (2009), comercialmente, as tintas podem ser classificadas como, industriais, automotivas e decorativas, principalmente em função das suas propriedades de dureza, flexibilidade, resistência e tempo de secagem. Entretanto, não é possível estabelecer diferenças específicas na composição dos

diferentes tipos de tintas. Neste estudo, os indivíduos estiveram ocupacionalmente expostos a tintas industriais, automotivas e decorativas. De acordo com as informações constantes nos boletins técnicos, as tintas utilizadas pelos trabalhadores deste estudo continham: xileno, tolueno, etilbenzeno, metil isobutilcetona, acetona, acetato de etila e butila, butanol, isopropanol, titânio, alumínio, chumbo, cobalto, zinco, cromo e resinas à base de poliéster, acrílicas, alquídicas e/ou poliuretânicas. Não foi observada nenhuma correlação entre os efeitos biológicos encontrados nos indivíduos expostos e a composição das tintas. Isto se deve, provavelmente, ao uso de EPR e aos sistemas de ventilação e exaustão encontrados nos locais.

As avaliações da funcionalidade pulmonar pela espirometria demonstraram as medias das variáveis espirométricas dos trabalhadores expostos ou não nos limites da normalidade e em concordância com o estudo de Dellaméa (2011). É diferente do esperado para os indivíduos portadores de asma ocupacional que, quando apresentam alterações funcionais espirométricas, estas são do tipo obstrutivo. Em um estudo com adolescentes aprendizes de pintor automotivo, foi demonstrado obstrução do fluxo aéreo com a queda do volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) (Eifan *et al.,* 2005). Parker *et al.,* (1991) observaram que a redução da função pulmonar em trabalhadores de oficinas de pintura automotiva estava associada ao tempo de trabalho e ao não uso de cabines de pintura. Em outro estudo, a redução da função pulmonar foi observada somente nos pintores automotivos que eram fumantes (Tornling *et al.,* 1990). No estudo de Dellaméa (2011), não foram observadas diferenças significativas entre fumantes e não fumantes tanto para a função pulmonar como para a presença de sintomas respiratórios em discordância com o presente estudo que apresentou correlação a disposição à disfunção respiratória.

6.1 Correlação

Identificou-se uma associação estatisticamente significante pelo teste exato de Fisher entre aproximadamente 10% dos trabalhadores expostos até 8 horas por dia a mais de cinco anos em oficinas automotivas no mesmo setor ($p<0,02^{*}$), fumante a mais de 10 anos ($p<0,01^{**}$), fumando mais de 10 cigarros por dia ($p<0,01^{**}$) e uma predisposição aos distúrbios restritivos ou obstrutivos da funcionalidade pulmonar (Tabela 6).

TABELA 6 – Fatores de risco relacionados com os resultados do laudo da espirometria, grupo teste.

Variáveis	Laudo Espirométrico (Grupo Teste)			
	Distúrbio (restritivo e/ou obstrutivo)	**Normal**	***V de Cramer***	**p valor**
	n (%)	n (%)		
Jornada de trabalho (h/dia)			-	0,46
6 h	-	07(100,0)		
8 h	08(11,0)	65(89,0)		
Tempo de intervalo			-	0,47
10min	08(11,0)	65(89,0)		
15min	-	07(100,0)		
Tempo de serviço (anos)			**0,27**	**0,02***
≤ 5	01(2,4)	41(97,6)		
> 5	07(18,4)	31(81,6)		
Instruído quanto a utilização do EPR				0,44
Sim	-	07(100,0)		
Não	08(11,0)	65(89,0)		
Instruído quanto à forma correta de guardar o EPR			**-**	0,44
Sim	-	07(100,0)		
Não	08(11,0)	65(89,0)		
Nº de cigarros por dia?			**0,70**	**<0,01****
≤ 10	-	12(100,0)		
> 10	07(63,6)	04(63,4)		
Quantos anos fuma?			**0,56**	**0,01****
≤ 10	01(7,7)	12(92,3)		
> 10	06(60,0)	04(40,0)		

O p valor foi encontrado pelo teste exato de Ficher. A significância estatística foi fixada em p<0,05* p<0,01**

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A falta de significância estatística na avaliação da funcionalidade pulmonar pela espirometria dos trabalhadores expostos a misturas complexas de tintas e solventes em oficinas automotivas, em relação aos não expostos, pode estar relacionada a uma maior preocupação com a estrutura dos espaços de trabalho, evidenciado pela presença de EPR, sistemas de ventilação e exaustão para renovação do ar circulante e dissipação do material particulado (PM).

Ao contrário do esperado, todos os indivíduos expostos utilizavam os equipamentos de segurança (óculos, roupas para proteção do corpo, luvas e máscaras específicas) determinados pela Norma Regulamentadora - NR6 do Ministério do Trabalho e Emprego (1978), apesar da falta de orientação de uso e preservação do equipamento. Além disso, a maior parte dos indivíduos entrevistados informou que usava EPR somente no momento da pintura, retirando-os logo após o procedimento. Considerando que, em grande parte dos locais de trabalho visitados, havia mais de um indivíduo trabalhando com tintas simultaneamente e em espaços reduzidos, existe, ainda, a possibilidade de contaminação pela exposição passiva a tintas (CASSINI, 2014).

Quando se observam os resultados do questionário de fatores de risco na parte interna e externa do local de trabalho, quanto ao uso e preservação do EPR e a observação sistemática das oficinas para presença de sistemas de ventilação e exaustão, conclui-se que não houve diferenças estatísticas significantes. O somatório dos resultados para boas condições de moradia, saúde e local de trabalho indicam uma redução da influência dos fatores de risco, ainda que se observe a necessidade de desenvolver o perfil de morbidade desse grupo de trabalhadores para fornecer razões para as empresas elaborarem programas internos de monitoramento da saúde do trabalhador em relação aos grupos expostos e não expostos a substâncias nocivas à saúde.

No entanto, o CEREST-PI tem sido uma referência de vanguarda no monitoramento de trabalhadores expostos em suas atividades. A escassez de

estudos desses trabalhadores em especial, provavelmente relaciona-se à dificuldade de acesso a essas empresas, como acontece com micro e pequenas empresas de uma maneira geral (DELLAMÉA, 2012).

Neste sentido, o Ministério do Trabalho e Emprego e a legislação em vigor exigem que os empresários forneçam equipamentos de proteção e treinamento para os seus funcionários. Entretanto, apesar de o Serviço Social da Indústria (SESI) oferecer cursos de capacitação para os trabalhadores da indústria de reparação de veículos, não há adesão dos trabalhadores nas palestras oferecidas, reforçando assim a necessidade de cada vez mais os empresários investirem em treinamentos internos sobre a utilização correta dos equipamentos de proteção respiratória e palestras de informações sobre os fatores de risco existentes na parte interna e externa do local de trabalho, tendo como principais fatores o uso habitual de tabaco e a inalação de aerodispersóides.

8 CONCLUSÃO

De acordo com os resultados das espirometrias, realizadas em trabalhadores expostos e não expostos a substâncias químicas, os mesmos não evidenciaram diferenças significativas para CFV; VEF e Índice de *Tiffenau*. Contudo, para os indivíduos com mais de 5 anos de trabalho no mesmo setor da oficina de reparo e pintura de automóveis, fumando mais de 10 cigarros por dia a mais de 10 anos, evidenciaram-se estatísticas significantes pelo teste exato de Fisher para uma predisposição aos distúrbios respiratórios restritivos e obstrutivos.

.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, Paulo Rogerio de Oliveira. **Ergonomia: I Engenharia II Seguranca do Trabalho III Higiene do Trabalho I.** Brasília-DF: WEducacional e Cursos LTDA, p.128, 2012.

BEACH J, RUSSELL K, BLITZ S, *et al*: **A systematic review of the diagnosis of occupational asthma**. Chest 131:569, 2007

BINDER, M. C. P.; WERNICK, R..; PENAZOLA, E.R.; ALMEIDA, I.M.**Condições de trabalho em oficinas de reparação de veículos automotores de Botucatu (São Paulo)**. Informe Epidemiológico do SUS.v.10, n.2. Brasília. Junho. 2001.

BRASIL. Conselho Nacional de Secretários de Saúde**. Vigilância em Saúde**.Brasília:Conass, 2007.

BRASIL. Manuais de Legislação Atlas. **Segurança e Medicina doTrabalho.**55. ed.SãoPaulo:Atlas S.A, 2004.

BUSCHINELLI, J. T.; KATO, M. **Manual para interpretação de informações sobre substâncias químicas.** São Paulo. Fundacentro, 2012. Disponível em: <http://www.fundacentro.gov.br/dominios/CTN/anexos/Publicacao/Manual_Subst_Quim.pdf >. Acesso em: 28 ago. 2013

BUSCHINELLI, J. T. **Manual de orientação sobre controle médico ocupacional da exposição a substâncias químicas**. São Paulo :Fundacentro, 88 p, 2014.http://www.anamt.org.br/site/upload_arquivos/sugestoes_de_leitura_3420141148287055475.pdf. Acesso em: 12 dez. 2014.

CASSINI, Carina. **Avaliação do estresse oxidativo, genotoxicidade e mutagenicidade em trabalhadores expostos a tintas**. (Dissertação de mestrado) Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2009.

COSTA, D. ; JARNARNI, M**.**Bases fundamentais da espirometria.**Rev. bras. fisioter.** Vol. 5, N.2, p.95-102, 2001.

COUTRIM, M. X.; CARVALHO, L. R.; ARCURY, A. S.**Avaliação dos métodos analíticos para a determinação de metabólitos do benzeno como potenciais biomarcadores de exposição humana ao benzeno no ar.** Química Nova, v. 23, n. 5, 2000.

DELLAMÉA, Maria de Fátima F. *et al*. **Ocorrência de sintomas respiratórios em trabalhadores de oficinas de pintura automotiva na região do Vale do Rio dos Sinos, Rio Grande do Sul, Brasil**. Acta toxicológica argentina, v. 20, n. 2, p. 51-56, 2012.

FERNANDES CR, RUIZ NETO PP. O Sistema Respiratório e o Idoso: Implicações Anestésica. **Rev. Bras. Anestesiol.**, v.52, n.4, p.461 – 470, 2002.

FRENEDA, E. G. **Meio Ambiente do Trabalho, Ergonomia e Políticas Preventivas: Direitos e Deveres.** Dissertação (Mestrado em Direito Econômico e Social) PUCPR, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba, 2005.

IARC, International Agency for Research on Cancer. **Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to humans. PolycyclicAromaticHydrocarbons,** 2006. Disponível em: http://monographs.iarc.fr/ ENG/Meetings/92 _pahs.pdf. Acesso em 12 out. 2013.

JUNIOR, Augusto; DO CARMO FILHO, José Rodrigues; SOUSA, Ana Luiza Lima. **Prevalência de sinais e sintomas respiratórios em população residente próxima a uma fábrica de cimento, Cezarina, Goiás, 2011**. Cad. saúde colet.(Rio J.), v. 22, n. 2, p. 120-126, 2011.

LEE, T.*et al*. **Relação entre bioaerossóis interiores e exteriores recolhidos com um botão amostrador aerossol inalável nos domicílios urbanos**. do ar interior , v. 16, n. 1, p. 37-47, 2006.

LEÓDIDO, Ana Carolina. **Avaliação do risco de mutagenicidade e anormalidades nucleares decorrente da exposição ao benzeno e a seus derivados em trabalhadores de oficinas automotivas em Teresina-PI**, Brasil.RBAC, v. 45, n. 1-4, p. 23-31, 2013.

MACIEL, J. **Campanha: Vigilância à saúde dos petroleiros expostos ao benzeno**.Sindicato dos petroleiros de Minas Gerais. 2007. Disponível em <http://www.sindipetromg.org.br/boletins/Boletins_2007/2007-04 18_Boletim%2029.pdf>. Acessadoem 15 out. 2013.

MILLER MR, HANKINSON J, BRUSASCO V, BURGOS F, CASABURI R, COATES R, *et al***. Standardisation of spirometry. EurRespir J. v.26, n.2, p. 319-38, 2005.**

NÓBREGA, Antônio Carlos Lucas da; RABELLO, Aline Araújo dos Santos; THOMAZ, Tania Gouvea. **Fisiologia Médica: Avaliação da Função e Doenças Respiratórias.** Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2015.

PEREIRA, Carlos Alberto Castro. Bases e Aplicações Clínicas dos Testes de Função Pulmonar. **Rev. Bras. Med. Trab.**, Belo Horizonte, vol.2, n.4, p.317-330, 2004.

PEREIRA, Carlos Alberto de Castro;SATO, Taeko; RODRIGUES, Sílvia Carla.Novos valores de referência para espirometria forçada em brasileiros adultos de raça branca. **J. Bras. Pneumol.**v.33, n.4, p.397-406, 2007.

PRESTO, B.L.V.; PRESTO, L. D. N. **Fisioterapia Respiratória**. 4ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2009.

RASSLAN Z, STIRBULOV R, LIMA C A, SAAD JÚNIOR R. Função pulmonar e obesidade. **Rev. Bras. Clin. Med.,** v.7, p.36-9, 2009.

SALICIO, V. S. M. M. *et al.***Fatores associados às alterações da função pulmonar em trabalhadores de indústria de cerâmica**. CienSaude Colet. v. 18, n. 5, p. 1353-1360, 2013.

SILVA, Isabel Cristiane da. **Avaliação de apoptose induzida por extrato orgânico de material particulado atmosférico, rico em hidrocarbonetos policíclicos aromáticos, na região urbana de Araraquara durante a safra e entressafra de cana-de-açúcar. 2009.** 113 f. Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia Aplicadas à Farmácia)–Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Araraquara, 2009.

ŠKAREK, Machal; HOLOUBEK, Ivan. *et al.***Research Center for Environmental Chemistry and Ecotoxicology (RECETOX),** Faculty of Science, Masaryk University, Kamenice 126/3, 625 00 Brno, Czech Republic. EnvironmentInternational; v.33n.7, p.859-66, 2007.

TRIGUEIROS, D. A. **Avaliação da cinética da degradação dos compostos tóxico: benzeno, tolueno, etilbenzeno, xileno (BTEX) e fenol**. Paraná. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química. Universidade Estadual do Estado do Oeste do Paraná. 2008.

VITAYAVIRASUK B., JUNHOM S., TANTISAERANEE P. **Exposure to lead, cadmium and chromiumamong spray painters in automobile body repairshops**. **J Occup Health**. V. 47. N. 6, p. 518-522, 2005.

VIEIRA, S.; HOSSNE, W.S. **Metodologia Científica para a Área de Saúde.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2003.

APÊNDICE A - FORMULÁRIO

QUESTIONÁRIO SOBRE CARACTERÍSTICAS PESSOAIS E FATORES DE RISCO RELACIONADOS A DISFUNÇÕES RESPIRATÓRIAS EM TRABALHADORES EXPOSTOS E NÃO EXPOSTOS A PRODUTOS QUÍMICOS.

HISTÓRIA PESSOAL

1. **Características pessoais:**

- Idade:
- Sexo:
- Raça:
- Peso:

2. Fatores de risco relacionados as eventuais disfunções respiratórias nos funcionários dentro e Fora do seu local de trabalho:

- Jornada de trabalho: _____
- Tempo de serviço no setor:_____
- Há intervalos durante a jornada:SIM ( ) NÃO ( )
- Quanto tempo:____
- Tabagista: SIM ( ) NÃO ( ) Quantos cigarros diários:_____ Há quantos anos:_____
- Etilista: SIM ( ) NÃO ( )
- Piso da casa:_____
- Casa Forrada: SIM ( ) NÃO ( )
- Animais domésticos: SIM ( ) NÃO ( )

Quantos:____ Quais:_____

- Alergias: SIM ( ) NÃO ( ) Qual:_____
- Doenças respiratórias pré-existentes: SIM ( ) NÃO ( )

Qual:_____

3. Utilização e compreensão de Equipamentos de Proteção Respiratória (EPR):

- Faz utilização de EPR na jornada:_____
- Foi instruído sobre a utilização correta de EPR:_____
- Foi instruído sobre a forma correta de guardar o EPR:_____
- Sabe a importância do EPR:_____

4. Técnica sistematizada por observação dos pesquisadores:

Sistema de ventilação	Sistema de exaustão	EPR

5. Espirometria:

- Capacidade vital forçada (CVF):_____
- Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1):_____
- Índice de Tiffenau(VEF1/CVF):_____
- Laudo:_____

APÊNDICE B – Apresentação Oral

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
FACULDADE DE MEDICINA
DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA E FARMACOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FARMACOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL EM FARMACOLOGIA CLÍNICA

AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE PULMONAR DE TRABALHADORES EXPOSTOS A PRODUTOS QUÍMICOS EM OFICINAS AUTOMOTIVAS.

Mestrando: Thiago José Vieira Chaves
Orientadora: Profª Drª Maria Elisabete Amaral de Moraes

Fortaleza, 2016.

INTRODUÇÃO

- **Oficinas automotivas e o trabalho de pintura**
  - (BINDER *et al.*, 2001)
  - (LEE *et al.*, 2006)
  - (VITAYAVIRASUK *et al.*, 2005)
  - (FRENEDA, 2005)
  - (BEACH *et al.*, 2007)

INTRODUÇÃO

- **Classificação e composição das tintas e solventes automotivos**
- **FRAÇÃO SÓLIDA +FRAÇÃO VOLÁTIL**
  - Pigmentos
  - Resinas
  - Solventes
- **CASSINE (2009) - Atualmente a produção e utilização de tintas e cores representam a principal fonte de exposição ocupacional a solventes orgânicos.**
- **ONU-IARC**
  - Carcinogênico
  - Periculosidade

INTRODUÇÃO

Produtos	Classe definida pela ONU		Grupo definido pela IARC	
Etileno	2	Gás inflamável	3	Não classificado quanto a sua carcinogenicidade em humanos
Etilbenzeno	3	Líquido inflável	2B	Possivelmente carcinogênico para humanos
Metanol	3	Líquido inflamável	Nc	
Tricloroetileno	Nc		2A	Provavelmente carcinogênico para humanos
Tolueno	3	Líquido inflamável	3	Não classificado quanto a sua carcinogenicidade em humanos
Xileno	3	Líquido inflamável	3	Não classificado quanto a sua carcinogenicidade em humanos
Cádmio	6	Substancia tóxica *	1	Carcinogênico para humanos
Cobalto	4	Sólido inflamável	2B	Possivelmente carcinogênico para humanos
Chumbo	6	Substancia tóxica	2B	Possivelmente carcinogênico para humanos
Dióxido de titânio	Nc		2B	Possivelmente carcinogênico para humanos

nc: não classificado.
*capaz de provocar morte, lesões graves ou danos à saúde humana, se ingerida ou inalada, ou quando em contato com a pele.
Fonte: INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER, 2006

INTRODUÇÃO

- **BENZENO**
  - 5º Substância de maior risco para a saúde. (MACIEL, 2007)
  - Maior risco de exposição no ambiente de trabalho. (MACIEL, 2007)
  - Normas de segurança; supervisão inadequada; EPI. (DELLAMÉA, 2012)
- **HPAs - Atualmente são considerados como uma das mais importantes causas de efeitos adversos à saúde relacionados à poluição atmosférica. (ŠKAREK *et al.*, 2007)**
- **Efeitos mutagênicos e carcinogênicos. (ŠKAREK *et al.*, 2007)**
- **A fumaça do cigarro é a maior fonte individual de exposição aos HPAs. (SILVA, 2009)**

INTRODUÇÃO

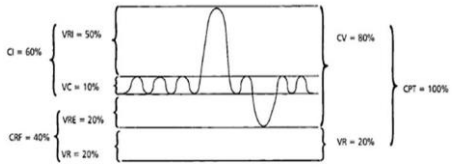
- **Normas de segurança e legislação do trabalho**
- **Atuação do fisioterapeuta**
- **NR-1: Disposições gerais**
- **NR-6: Equipamento de proteção individual (EPI)**
- **NR-7: Prog. de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO)-Promoção/Prevenção**
  - Espirometria
- **NR-9: Programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA)**
- **NR-15: Atividades e operações insalubres: limite de tolerância**
  - Podem mudar com o passar do tempo

(BRASIL, 2004)

INTRODUÇÃO

- Teste de espirometria para avaliação da funcionalidade pulmonar
- Espirometria (PEREIRA, 2004)
  - Espirografia
- Principais Objetivos: (COSTA, 2001)
  - DPR; DPO
  - Evolução clínica
  - Risco cirúrgico
  - Controle de riscos industriais
- Condições básicas: (COSTA, 2001)
  - Compreensão e colaboração
  - Conhecimento técnico
  - Voz de comando
  - Qualidade e calibração

INTRODUÇÃO



- Doença Pulmonar Restritiva (DPR)
- Doença Pulmonar Obstrutiva (DPO)

Nóbrega *et al.*, 2015

JUSTIFICATIVA

- Centro de Referência Estadual de Saúde do Trabalhador – CEREST-PI;
- Grande número de trabalhadores;
- Exposição a substâncias nocivas ao aparelho respiratório;
- Estratégias para melhorar as condições de segurança e saúde ocupacional;
- Espera-se com os resultados, enfatizar a necessidade de cumprimento das normas e leis relacionadas a segurança do trabalhador, visando minimizar ao máximo qualquer tipo de dano à saúde do indivíduo exposto ocupacionalmente.

OBJETIVOS

- Objetivo geral
- Investigar as possíveis alterações pulmonares através de exames de espirometria em trabalhadores de oficinas automotivas expostos ao benzeno e seus derivados em processos de pintura na cidade de Teresina-PI.

OBJETIVOS

- Objetivos específicos
- Caracterizar o perfil epidemiológico dos trabalhadores de oficinas automotivas expostos a produtos químicos em processos de pinturas;
- Descrever os fatores de riscos relacionados às eventuais disfunções respiratórias dos funcionários na parte interna e externa de seu local de trabalho;
- Identificar se há utilização de equipamento de proteção respiratória no setor de pinturas das oficinas automotivas e a compreensão dos funcionários sobre o uso deste equipamento;
- Investigar por meio de espirometria se há agravos respiratórios relacionados ao trabalho desenvolvido no setor de pinturas;

METODOLOGIA

- Tipo de estudo

O estudo foi baseado num modelo transversal de investigação e observacional

- Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada em oficinas automotivas no município de Teresina-PI entre os trabalhadores expostos e não expostos a substâncias químicas.

- Delineamento da pesquisa

Grupo controle (40)
Grupo teste (40)
7 oficinas automotivas (aleatórias)

METODOLOGIA

- **Critérios de Inclusão**
- Fazer parte do processo de reparo com pintura automotiva em oficinas, os quais desempenhavam as funções de pintores e preparadores e estavam ocupacionalmente expostos a produtos químicos.
- Ter entre 19 e 45 anos
- **Critérios de Exclusão**
- Estar fazendo uso de alguma substância que interfira na função pulmonar.
- Estar com alguma infecção (virótica ou bacteriana).

METODOLOGIA

- **Aspectos éticos**
  - COMEPE em 31 de maio de 2012, sob protocolo nº 99/12
  - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
- **Aplicação do questionário**
  - Mobilização dos trabalhadores
  - Palestras de sensibilização
  - Aplicação do questionário sobre características pessoais e fatores de risco relacionados a disfunções respiratórias
  - Estudo observacional no local designado

METODOLOGIA

- Avaliação da funcionalidade pulmonar pela espirometria

A avaliação de possíveis danos induzidos à capacidade respiratória pela inalação da mistura contendo Benzo e pireno foi realizada com as aplicações dos testes espirométricos pela capacidade vital forçada (CVF); volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF1) e o índice de *Tiffenau* (VEF1/CVF x 100), correlacionando fatores de risco associados à exposição ocupacional.

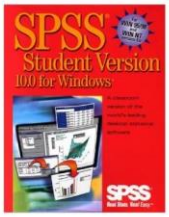
METODOLOGIA

- **Teste de funcionalidade pulmonar: Espirometria**

- MILLER *et al.*, (2005)
- PEREIRA, SATO e RODRIGUES, (2007)

METODOLOGIA

- **Análise estatística**
  - Os dados obtidos neste trabalho foram submetidos ao programa SPSS (*Statistical Package for Social Sciences)*, versão 10.0. Adotou-se a média e o desvio padrão dos dados em níveis de significância de *p<0,05 e **p<0,01. Sendo os resultados apresentados em gráficos e tabelas.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Características pessoais e fatores de risco**

Características Pessoais	Trabalhadores Expostos (N = 40)	Não Expostos (N = 40)
Faixa etária	34,1 ± 10,7 (19-45)	30,9 ± 8,00 (22-40)
≤30	43,7%	42,7%
>30	56,3%	57,3%
Sexo		
Masculino	100%	100%
Raça		
Parda	100%	100%
Peso	73,1 ± 14,0 (48-112)	
≤70	50%	50%
>70	50%	50%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Jornada de trabalho (grupo exposto e não exposto)**

8,8% trabalhavam até seis horas diárias e 90,3% até oito horas por dia.

- **Tempo de trabalho no mesmo setor da oficina (grupo exposto e não exposto)**

Variou de menor ou igual há 5 anos, ou mais de 5 anos com média de 6,0 e desvio padrão de ± 12,7anos

- **Tempo de intervalo na jornada de trabalho**

91,3% tinham apenas dez minutos de intervalo e 8,7% quinze minutos. A média foi de 10,4 minutos com desvio padrão de ± 1,4.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Tabagismo em anos e números de cigarro por dia /Elitismo**

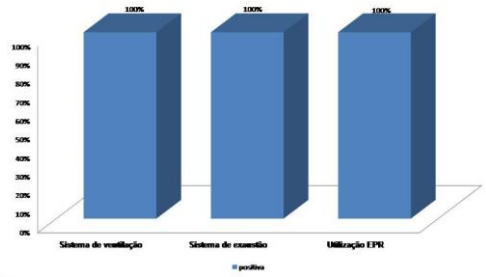
- **28,8% de fumantes;**
- **15,0% fumavam até dez cigarros por dia;**
- **13,8% fumavam até mais de dez cigarros;**
- **Média de 12,5 cigarros por dia, com desvio padrão de ± 5,9;**
- **16,3% fumaram por até dez anos;**
- **12,5% fumaram por mais de dez anos;**
- **Média de 12,6 anos com desvio padrão de ± 8,1;**
- **98,8% afirmaram ingerir bebidas alcoólicas e 1,2% não consomem álcool.**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Uso de equipamento de proteção respiratória (EPR)**

Equipamentos de Proteção respiratória – EPR	Trabalhador exposto (%)	
	Sim	Não
Utilização de EPR	100 (40)	0
Foi instruído ao uso correto do EPR	4,8 (04)	45,2 (36)
Foi instruído sobre a forma correta de guardar o EPR	4,0 (03)	46,0 (37)
Conhece a importância do EPR	100	0

RESULTADOS E DISCUSSÃO

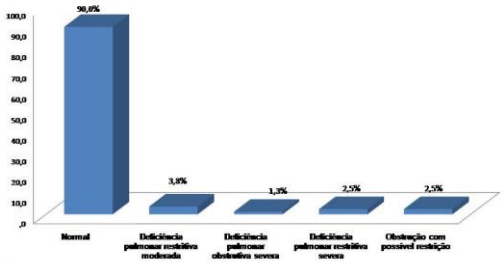


RESULTADOS E DISCUSSÃO

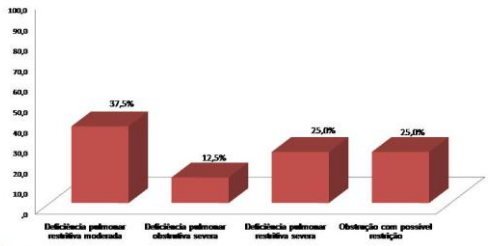
- **Dados da espirometria: capacidade vital Forçada (CVF); Volume Expiratório Forçado (VEF) e o índice de *Tiffenau* em trabalhadores expostos e não expostos (n=80).**

Espirometria	Trabalhadores Expostos	Não expostos
Capacidade vital forçada (CVF)	92,0 ± 15,3	91,8 ± 15,1
CVF previsto	96,75 ± 10,40	96,3 ± 10,70
Volume expiratório forçado no primeiro segundo (VEF)	92,1 ± 15,3	92,3 ± 15,1
VEF previsto	95,25 ± 11,38	95,70 ± 12,1
Índice de Tiffenau	103,4 ± 9,4	104,2 ± 9,7

RESULTADOS E DISCUSSÃO



RESULTADOS E DISCUSSÃO



RESULTADOS E DISCUSSÃO

- Obesidade (RASSLAN *et al.*, 2009)
- Envelhecimento (FERNANDES, 2002)
- Dellaméa (2012) – 15% utilizavam; 90% Manifestações VAS; 75% Obstrução Nasal
- Vitayavirasuk *et al.* (2005) – + Obstrução Nasal; 10% rinite ocupacional
- EPI; Sistema de ventilação; Sistema de exaustão
- Salicio (2013), Dellaméa (2012) e Junior (2011)
- (Tornling *et al.* 1990) x Dellaméa (2012)

CORRELAÇÃO

	Laudo Espirométrico			
Variáveis	Distúrbio (restritivo e/ou obstrutivo)	Normal	V de Cramer	p valor
	n (%)	n (%)		
Jornada de trabalho (h/dia)			–	0,46
6 h	–	07(100,0)		
8 h	08(11,0)	65(89,0)		
Tempo de intervalo			–	0,47
10 min	08(11,0)	65(89,0)		
15 min		07(100,0)		
Tempo de serviço (anos)			0,27	0,02*
≤ 5	01(2,4)	41(97,6)		
> 5	07(18,4)	31(81,6)		
Instruído quanto a utilização do EPR				0,44
Sim	–	07(100,0)		
Não	08(11,0)	65(89,0)		
Instruído quanto à forma correta de guardar o EPR			–	0,44
Sim	–	07(100,0)		
Não	08(11,0)	65(89,0)		
Nº de cigarros por dia?			0,70	<0,01**
≤ 10	–	12(100,0)		
> 10	07(63,6)	04(63,4)		
Há quantos anos fuma?			0,56	0,01**
≤ 10	03(7,7)	36(92,3)		
> 10	06(60,0)	04(40,0)		

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- EPR; Sistema de ventilação; Sistema de exaustão
- Exposição passiva a tintas (CASSINI, 2014)
- Perfil de morbidade desse grupo de trabalhadores
- Serviço Social da Indústria (SESI)
- Treinamentos Internos
- Uso habitual de tabaco e a inalação de aerodispersóides

CONCLUSÃO

- Indivíduos com mais de 5 anos de trabalho no mesmo setor da oficina de reparo e pintura de automóveis, fumando mais de 10 cigarros por dia a mais de 10 anos, tiveram estatísticas significantes pelo teste exato de Ficher para uma predisposição aos distúrbios respiratórios restritivos e obstrutivos.

OBRIGADO!!!

ANEXO A – APROVAÇÃO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

Universidade Federal do Ceará
Comitê de Ética em Pesquisa

Of. Nº 237/12 Fortaleza, 05 de junho de 2012.
Protocolo COMEPE nº: 99/12
Pesquisador responsável: Thiago José Vieira Chaves.
Título do Projeto: "Avaliação da funcionalidade pulmonar de trabalhadores das oficinas automotivas expostos ocupacionalmente a produtos químicos"

Levamos ao conhecimento de V.Sª. que o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará – COMEPE, dentro das normas que regulamentam a pesquisa em seres humanos, do Conselho Nacional de Saúde – Ministério da Saúde, Resolução nº 196 de 10 de outubro de 1996 e complementares, aprovou o protocolo e o TCLE do projeto supracitado na reunião do dia 31 de maio de 2012.

Outrossim, informamos, que o pesquisador deverá se comprometer a enviar o relatório final do referido projeto.

Atenciosamente.

Dr. Fernando A. Frota Bezerra
Coordenador do Comitê
de Ética em Pesquisa
COMEPE/UFC

ANEXO B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS SOBRE A PESQUISA:

TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: "AVALIAÇÃO DA FUNCIONALIDADE PULMONAR DE TRABALHADORES EXPOSTOS A PRODUTOS QUÍMICOS EM OFICINAS AUTOMOTIVAS"

NOME DO CENTRO DE PESQUISA: CEREST (CENTRO DE REFERÊNCIA ESTADUAL EM SAÚDE DO TRABALHADOR)/SECRETARIA DE SAÚDE DO PIAUÍ.

NOME DO INVESTIGADOR PRINCIPAL: THIAGO JOSÉ VIEIRA CHAVES- Fisiterapeuta.

INFORMAÇÕES AO SUJEITO DA PESQUISA

Você está sendo convidado a participar de um estudo de pesquisa e o documento que se segue tem por objetivo explicar por que a pesquisa está sendo realizada e o que ela envolverá. O estudo tem como objetivo: Investigar as possíveis alterações pulmonares através de um exame de espirometria em trabalhadores de oficinas automotivas expostos ao benzeno e seus derivados na cidade de Teresina-PI.

Antes que você decida fazer parte deste estudo é importante que você leia com atenção as informações abaixo. Esta página e as próximas contêm informações sobre a sua participação no estudo. O pesquisador responsável pelo estudo discutirá com você e responderá qualquer dúvida que você possa ter. A participação no estudo é voluntária e depende exclusivamente da sua vontade e você está livre para retirar-se do mesmo a qualquer momento.

Estas informações servem para protegê-lo(a). Isto faz parte dos padrões de ética nacionais e internacionais para a realização de quaisquer estudos clínicos realizados com seres humanos em qualquer lugar do mundo. O termo de consentimento livre e esclarecido é um documento para explicar o que será realizado durante o estudo. Caso você concorde e forneça seu consentimento formal através de assinatura, você poderá participar do estudo. Portanto, se após a explicação do estudo restar alguma dúvida, não assine este termo antes que esta dúvida seja devidamente esclarecida.

O QUE EU TEREI DE FAZER? QUAIS OS PROCEDIMENTOS A SEREM REALIZADOS?

Sua participação nesta pesquisa consistirá em: Informar sobre sua saúde pessoal respondendo o formulário de sua história no trabalho (carga horária, tempo de serviço no setor, intervalos na jornada) seus hábitos de vida(consumo de álcool, fumo) e dados como peso, altura, etnia, idade, doenças. Informar ainda se usa EPR(Equipamento de Proteção Respiratória) e se este é orientado pela empresa para seu uso de forma correta. Será realizado espirometria, que é um exame complementar onde mensuramos a entrada e saída de ar dos pulmões através de técnicas de respiração lenta e manobras expiratórias forçadas. O participante da pesquisa fará apenas uma ação de soprar no bocal de espirometria de formaforçada, por no mínimo três vezes consecutivas, e aí teremos os valores em forma percentual , obtendo-se o laudo conclusivo do exame.

QUAIS OS POSSÍVEIS RISCOS E DESCONFORTOS?

A espirometria é um procedimento seguro e não causa nenhum risco ou desconforto. Ressalta-se que os procedimentos técnicos são rápidos e práticos, e será realizado pelo pesquisador responsável, que tem formação específica para este procedimento.

QUAIS OS BENEFÍCIOS?

O presente trabalho apresenta como benefícios você conhecer como pode ser feita a prevenção de doenças relacionadas ao seu trabalho, quais os cuidados com o seu material de trabalho e na orientação quanto ao uso de equipamentos de proteção respiratória, podendo gerar informações dosriscos e prevenções no ambiente de trabalho associados às tintas, visando minimizar riscos para a sua saúde;além de enriquecimento profissional e científico.

O seu anonimato será preservado por questões éticas. Os dados referentes à sua pessoa serão confidenciais e asseguramos o sigilo de sua participação durante todas as etapas da pesquisa, inclusive após a publicação da mesma, os dados não serão divulgados de forma a possibilitar sua identificação.

POSSO DESISTIR DO ESTUDO A QUALQUER MOMENTO?

Sim, você é totalmente livre para desistir de participar em qualquer momento do estudo, não devendo temer quaisquer consequências negativas. A sua participação é voluntária. Apenas comunique ao responsável pelo estudo sobre sua vontade de desistir.

Em caso de dúvidas você pode procurar o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Ceará, Rua Coronel Nunes de Melo, 1127, Rodolfo Teófilo, Fortaleza – CE, Telefone (85) 3366-8344.

COMO EU PODEREI VERIFICAR OS RESULTADOS DESTE ESTUDO?

Os resultados deste estudo poderão ser publicados em revistas científicas, boletins da Secretaria de Saúde, porém seu nome não será mencionado. Quanto aos resultados dos exames realizados no decorrer do estudo, estes estarão à sua disposição no Centro de Referência em Saúde do Trabalhador. Em qualquer momento você poderá solicitar informações sobre a pesquisa.

COM QUEM PODEREI ENTRAR EM CONTATO, MESMO FORA DE HORA, COM O RESPONSÁVEL PELO ESTUDO?

O responsável pela pesquisa é o Fisioterapeuta “Thiago José Vieira Chaves”, com endereço na Rua Tersandro paz N° 2660 - Bairro Piçarra - CEP: 64015015– Teresina- mestrando do Programa de Pós Graduação em Farmacologia Clínica da Universidade Federal do Ceará – UFC.

Você pode entrar em contato com o Mestrando Thiago José VieiraChaves, pelo: telefone residencial (86) 3227-4020 e (86) 88716130, e pelo Emailthiagochaves87@hotmail.com

---

CONSENTIMENTO FINAL DO VOLUNTÁRIO

Declaro ter lido cuidadosamente este termo de consentimento livre e esclarecido, e ter sido informado pelo investigador abaixo assinado a respeito do tipo, objetivo bem como das possíveis vantagens, desvantagens e riscos previstos.

Ficou claro para mim o objetivo do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes.

Minha participação é absolutamente voluntária. Eu posso deixar o estudo a qualquer momento sem que eu sofra quaisquer desvantagens ou consequências negativas. Não estou obrigado a fornecer as razões para tal decisão.

Eu recebi uma cópia deste termo de consentimento livre e esclarecido, li e o entendi perfeitamente, não tendo mais perguntas a fazer nesse momento. Concordo em dele participar e para isso eu dou meu consentimento sem que para isso eu tenha sido forçado ou obrigado.

Teresina,_____/_____/_____

Nome do voluntário	**Data**	**Assinatura**

Nome da pessoa que está obtendo o termo de consentimento	**Data**	**Assinatura**

Nome da Testemunha (se o voluntário não souber ler)	**Data**	**Assinatura**