



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE DOUTORADO
INTERINSTITUCIONAL – DINTER-
PSICOLOGIA SOCIAL**



**NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO A VAPORES ORGÂNICOS E CONSEQUÊNCIAS
PSICOFÍSICAS, NEUROCOGNITIVAS E FISIOLÓGICAS EM UMA AMOSTRA
DE FRENTISTAS BRASILEIROS**

ARMINDO DE ARRUDA CAMPOS NETO

JOÃO PESSOA – 2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE DOUTORADO
INTERINSTITUCIONAL – DINTER
PSICOLOGIA SOCIAL**



**NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO A VAPORES ORGÂNICOS E CONSEQUÊNCIAS
PSICOFÍSICAS, NEUROCOGNITIVAS E FISIOLÓGICAS EM UMA AMOSTRA
DE FRENTISTAS BRASILEIROS**

**ARMINDO DE ARRUDA CAMPOS NETO
Doutorando**

**Natanael Antonio dos Santos
Orientador**

**João Pessoa
2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
INSTITUTO FEDERAL DE MATO GROSSO
PROGRAMA DE DOUTORADO
INTERINSTITUCIONAL – DINTER
PSICOLOGIA SOCIAL**



**NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO A VAPORES ORGÂNICOS E CONSEQUÊNCIAS
PSICOFÍSICAS, NEUROCOGNITIVAS E FISIOLÓGICAS EM UMA AMOSTRA
DE FRENTISTAS BRASILEIROS**

ARMINDO DE ARRUDA CAMPOS NETO
Doutorando

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Interinstitucional em Psicologia Social da Universidade Federal da Paraíba e do Instituto Federal de Mato Grosso, por Armindo de Arruda Campos Neto, sob a orientação do Prof. Dr. Natanael Antonio dos Santos, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Psicologia Social.

João Pessoa
2013

NÍVEIS DE EXPOSIÇÃO A VAPORES ORGÂNICOS E CONSEQUÊNCIAS
PSICOFÍSICAS, NEUROCOGNITIVAS E FISIOLÓGICAS EM UMA AMOSTRA
DE FRENTISTAS BRASILEIROS

ARMINDO DE ARRUDA CAMPOS NETO

Banca avaliadora:

Prof. Dr. Natanael Antonio dos Santos (UFPB, Orientador)

Prof^a. Dr^a Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira (UFPE, Membro Externo)

Prof. Dr. Daniel Marques de Almeida Pessoa (UFRN, Membro Externo)

Prof^a. Dr^a Marianna Vieira Sobral Castello Branco (UFPB, Membro Inteno)

Prof. Dr. Bernardino Fernández Calvo (UFPB, Membro Interno)

João Pessoa, Dezembro de 2013

**A Jesus, pelo amor e carinho;
A minha amada Vanúcia, alegria da minha vida;
Aos meus pais e irmãos, minhas bases afetivas e em especial a
Vovó Antônia Tita Maciel de Campos que me ensinou a dar valor aos estudos.**

“Senhor, fazei-me instrumento de vossa paz.

Onde houver ódio, que eu leve o amor;

Onde houver ofensa, que eu leve o perdão;

Onde houver discórdia, que eu leve a união;

Onde houver dúvida, que eu leve a fé”.

São Francisco de Assis, (1182 -1226).

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, mais uma prova de Deus em minha vida, que me inseriu no mundo apaixonante da pesquisa com ética, seriedade e muita garra. A sua esposa (Renata), filho (Daniel), pai (Sr. Daniel), mãe (Sr^a Terezinha), sogra (Sr^a Vanilde), irmãos (Francisco e Creusa) e ao Sr. Adilson que nos trataram com muito carinho. Deus os abençoe.

Às coordenadoras e incentivadoras, Maria da Penha Coutinho e Rita Oliveira, suportes imprescindíveis para a realização desta tese.

Ao prof.Dr. Bernardino Fernández Calvo pela ajuda e incentivo em todo o Doutorado.

Aos membros da banca pela colaboração com a qualificação e com a defesa.

A todos os meus colegas e amigos do Dinter.

Ao Sr. Omar Aristides Hamad Filho, Diretor da SINDIPETRO – PB, que nos abriu as portas para a realização deste estudo e a todos os frentistas que participaram desta pesquisa, o meu muito obrigado. Continuaremos lutando por vocês.

Aos meus amigos do LPNeC dos quais sentirei muitas saudades.

Aos funcionários, Solange, Roberto e Arthur que sempre foram tão gentis.

Ao meu amigo Edilson que participou da pesquisa e de nossas vidas em João Pessoa.

Aos amigos Michael, Ana Raquel e Bruno pela ajuda sempre constante e a Maria Gadelha pelo auxílio na estatística.

Aos funcionários da UFPB que participaram com grande interesse como grupo controle.

À Prof^a. Dr^a Marianna Vieira Sobral Castello Branco e ao Prof. MS. João Carlos Lima Rodrigues Pita pela confiança ao aceitarem participar deste estudo.

À Aparecida Gregório da Cruz, pelos ensinamentos referentes à captação de vapores.

Aos meus sogros, Manoel e Zélia, que sempre me incentivaram e acreditaram em mim.

À Vó Isabel Silva, pelas orações e carinho.

À CAPES pelo apoio financeiro.

Sumário

Índice de Figuras.....	ix
Índice de Tabelas.....	xii
Lista de Siglas e Abreviaturas.....	xiv
Resumo.....	xv
Abstract.....	xvii
Resumen.....	xix
Introdução.....	1
I. Solventes Orgânicos e Líquidos Combustíveis.....	6
II. Solventes Orgânicos e os Efeitos no Cérebro.....	9
II. Hepatotoxicidade dos Solventes Orgânicos.....	13
IV. A Psicofísica na Toxicologia Ocupacional.....	19
4.1 Psicofísica: Método eficiente para a Toxicologia Ocupacional.....	20
4.1.1 Testes para visão de cores.....	22
4.1.2 Testes para visão acromática.....	26
4.1.3 Principais testes e tendências das pesquisas existentes.....	38
V. Avaliações Ambientais nas Pesquisas com Psicofísica.....	41
5.1 Limites de Tolerância - TLV - Threshold Limit Value.....	42
5.1.1 TLV - TWA - Threshold Limit Value - Time Weighted Average.....	43
5.1.2 TLVs: Critérios e Divergências.....	45
5.2 Níveis baixos de exposição e correlações com os déficits na percepção visual.....	48
5.3 Níveis baixos de concentração sem consequências aos indivíduos.....	52
VI. Avaliações Neurocognitivas na Toxicologia Ocupacional.....	54
6.1 A Psicologia Cognitiva e seus métodos na Toxicologia Ocupacional.....	55
VII. Avaliação Psicofisiológica pelo Rastreamento Ocular.....	59
7.1 Definições e Utilização do Eyetracker.....	60
VIII. Justificativa, Objetivos e Hipóteses do Estudo.....	63
8.1 Justificativa.....	64
8.2 Objetivos.....	66
8.2.1 Objetivo Geral.....	66
8.2.2 Objetivos Específicos.....	66
8.3 Hipóteses.....	67
IX. Método.....	68
9.1 Tipo de estudo.....	69
9.2 Características dos Participantes.....	69
9.3 Aspectos Éticos.....	71
9.4 Local da Pesquisa.....	72
9.5 Procedimentos e Equipamentos.....	73
9.6 Testes Utilizados.....	74
9.6.1 Avaliação da visão de cores.....	74
9.6.1.1 Teste D15 Dessaturado de Lanthony (D15-d).....	75
9.6.1.2 Cambridge Colour Test – CCT.....	79
9.6.1.2.1 Modo Trivector.....	81
9.6.1.2.2 Modo Elipse.....	82
9.6.2 Avaliação da Sensibilidade ao Contraste.....	83
9.6.3 Avaliação da Movimentação Ocular.....	85
9.6.3.1 Imagem do Labirinto.....	85
9.6.4 Avaliações Neurocognitivas.....	90
9.6.4.1 Trail making A e B (TMT-A e B).....	90
9.6.4.2 Figura Complexa de Rey.....	91
9.6.5 Avaliação do Nível de Exposição Ambiental.....	93

9.6.5.1 Amostragem Ativa – Bomba gravimétrica.....	94
9.6.5.2 Amostragem passiva – Dosímetro de Lapela.....	97
9.6.6 Avaliações Microclimáticas.....	99
9.6.7 Avaliação Biológica.....	100
9.6.8 Avaliação Subjetiva dos Reflexos a Saúde.....	101
9.7 Análise Estatística.....	103
X. Resultados.....	104
10.1 Avaliação da visão de cores.....	105
10.1.1 Lanthony D15-d.....	105
10.1.2 Cambridge Colour Test – CCT.....	106
10.1.2.1 Diferença entre os níveis de exposição Crônica.....	107
10.2 Determinação da Sensibilidade ao Contraste.....	108
10.3 Resultados dos testes Neurocognitivos.....	110
10.3.1 Trail Making A e B (TMT-A e B).....	110
10.3.2 Diferença entre os níveis de exposição Crônica.....	111
10.4 Figura Complexa de Rey.....	111
10.5 Verificação do desempenho do Rastreamento Ocular – Labirinto.....	112
10.6 Avaliação Subjetiva – Questionário PNF.....	114
10.7 Nível de Exposição e Variáveis Microclimáticas.....	115
10.8 Avaliação Hepatotóxica.....	117
10.8.1 Correlações com outras variáveis.....	118
XI. Discussões.....	119
XII.Considerações Finais.....	127
XIII. Referências.....	130
XIV. Apêndices.....	145
XV. Anexos.....	160

Índice de figuras

<i>Figura 1.</i>	Exemplo de adição e subtração de cores.....	23
<i>Figura 2.</i>	Graduação das variáveis da visão de cores.....	25
<i>Figura 3.</i>	Exemplos de estímulos elementares de frequências espaciais.....	29
<i>Figura 4.</i>	Localização dos postos estudados na cidade de João Pessoa.....	72
<i>Figura 5.</i>	Organograma geral do estudo com o número de frentistas participantes.....	73
<i>Figura 6.</i>	Aplicação do teste D15-d, distância padrão (21 cm) e vista ampliada das pastilhas.....	76
<i>Figura 7.</i>	Peças com as numerações de fundo e erro da peça 5 com a 7.....	78
<i>Figura 8.</i>	Exemplo de avaliação qualitativa com desvio no eixo protan.....	79
<i>Figura 9.</i>	Chave de controle, alvo “C” com abertura para o lado direito e indicação da tecla correta.....	80
<i>Figura 10.</i>	Tela de apresentação durante o teste trivector, eixos protan, deutan e tritan. Limites do sistema RGB e seus comprimentos de onda.....	82
<i>Figura 11.</i>	Tela de apresentação do teste das elipses (protan, deutan e tritan) e detalhe dos 8 vetores para o eixo de confusão protan.....	83
<i>Figura 12.</i>	Tela do computador, estímulo, caixa de resposta e indicação do lado correto da apresentação.....	84
<i>Figura 13.</i>	Labirinto criado para o teste de rastreamento ocular e um ponto de tomada de decisão voluntária.....	86
<i>Figura 14.</i>	Eyetracker, ViSaGe, monitores e detalhe do monitor de acompanhamento em funcionamento com a tela menor ou mimic...	87
<i>Figura 15.</i>	Sequência da apresentação do teste do Labirinto com 15 sacadas e a duração de 10,32 segundos.....	88

<i>Figura 16.</i>	Fluxograma do funcionamento do programa Eyetracker Saccades Translator e resultado com as sacadas, tempo de fixação de cada sacada e tempo total para realizar o teste.....	89
<i>Figura 17.</i>	Exemplo para o Trail making test B.....	91
<i>Figura 18.</i>	Figura complexa de Rey.....	92
<i>Figura 19.</i>	Realização da cópia da figura.....	92
<i>Figura 20.</i>	Esquema para a pontuação de cada elemento gráfico.....	93
<i>Figura 21.</i>	Bomba de sucção, mangueira e tubo de carvão ativado.....	94
<i>Figura 22.</i>	Frentista portando a bomba de amostragem e o dosímetro de lapela.....	95
<i>Figura 23.</i>	Isopor com gel congelado e tubo de carvão ativado com pontas vedadas.....	96
<i>Figura 24.</i>	Dosímetro de lapela e tubo de carvão ativado.....	97
<i>Figura 25.</i>	Caixa de armazenamento, tampa plástica e filtro branco do OVM...	99
<i>Figura 26.</i>	Medições nos postos com o Termo-higrômetro (TH) e com o Anemômetro (A).....	100
<i>Figura 27.</i>	Coleta de sangue nos postos.....	101
<i>Figura 28.</i>	Diferença entre as médias dos Índices de Confusão de Cores dos grupos (D15-d).....	105
<i>Figura 29.</i>	Comparação entre as médias dos grupos para as áreas das elipses dos eixos protan (A1), deutan (A2) e tritan (A3) do CCT.....	107
<i>Figura 30.</i>	Influência dos níveis de exposição crônica nos escores da área da elipse protan (A) e deutan (B).....	108
<i>Figura 31.</i>	Curvas das médias dos limiares da Sensibilidade ao Contraste de Luminância para os dois grupos.....	109

<i>Figura 32.</i>	Gráficos A e B representam as médias dos tempos, em segundos, dos grupos para realizar os testes Trail making A e B.....	110
<i>Figura 33.</i>	Gráfico representando a influência dos níveis de exposição crônica no tempo para realizar o teste Trail making A.....	111
<i>Figura 34.</i>	Gráficos A e B representam respectivamente as médias das pontuações da cópia e da memória para o teste da Figura Complexa de Rey.....	112
<i>Figura 35.</i>	Gráficos A e B representam respectivamente as médias do número de sacadas e o tempo, em segundos, para os grupos realizarem o teste do labirinto.....	113
<i>Figura 36.</i>	Porcentagem de participantes do grupo exposto caracterizados como isentos ou portadores de sintomas do questionário PNF.....	114
<i>Figura 37.</i>	Número de participantes que apresentaram sintomas no questionário PNF.....	114

Índice de tabelas

<i>Tabela 1.</i>	<i>Alguns solventes que produzem doenças agudas e crônicas no fígado.....</i>	<i>15</i>
<i>Tabela 2.</i>	<i>Principais testes cromáticos encontrados na literatura e suas características.....</i>	<i>26</i>
<i>Tabela 3.</i>	<i>Principais testes acromáticos encontrados na literatura e suas características.....</i>	<i>31</i>
<i>Tabela 4.</i>	<i>Características e principais resultados dos estudos com visão acromática envolvendo vapores químicos.....</i>	<i>32</i>
<i>Tabela 5.</i>	<i>Características e principais resultados dos estudos com visão cromática envolvendo vapores químicos.....</i>	<i>34</i>
<i>Tabela 6.</i>	<i>Principais testes neurocognitivos para exposição a solventes.....</i>	<i>57</i>
<i>Tabela 7.</i>	<i>Profissões e número de participantes do G.C.....</i>	<i>71</i>
<i>Tabela 8.</i>	<i>Tabela com os valores das distâncias entre cada peça do teste.....</i>	<i>78</i>
<i>Tabela 9.</i>	<i>Parâmetros e Especificações iniciais para a programação no Matlab.....</i>	<i>87</i>
<i>Tabela 10.</i>	<i>Número das questões e suas respectivas associações.....</i>	<i>102</i>
<i>Tabela 11.</i>	<i>Detalhes da divisão dos Níveis de exposição crônica do Grupo Exposto.....</i>	<i>103</i>
<i>Tabela 12.</i>	<i>Médias e desvios padrões para os testes de Percepção visual de cores do CCT.....</i>	<i>106</i>
<i>Tabela 13.</i>	<i>Correlações encontradas entre o CCT e variáveis independentes do Grupo Exposto.....</i>	<i>107</i>
<i>Tabela 14.</i>	<i>Resultados da Sensibilidade ao Contraste para os grupos.....</i>	<i>108</i>

<i>Tabela 15.</i>	<i>Médias dos tempos necessários para realizar os teste A e B.....</i>	<i>110</i>
<i>Tabela 16.</i>	<i>Pontuações médias na cópia e memória da Figura Complexa de Rey.....</i>	<i>111</i>
<i>Tabela 17.</i>	<i>Médias do número de sacadas e tempo para realizar a prova do Labirinto dos dois grupos.....</i>	<i>113</i>
<i>Tabela 18.</i>	<i>Correlações encontradas para o questionário subjetivo PNF.....</i>	<i>115</i>
<i>Tabela 19.</i>	<i>Médias das avaliações passivas, ativas e microclimáticas.....</i>	<i>116</i>
<i>Tabela 20.</i>	<i>Valores encontrados na avaliação microclimática</i>	<i>116</i>
<i>Tabela 21.</i>	<i>Resultados da avaliação hepatotóxica.....</i>	<i>117</i>

Lista de siglas e abreviaturas

ACGIH	Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais
ALT	Alanina Aminotransferase
ANP	Agência Nacional de Petróleo
AST	Aspartato Aminotransferase
BD	Bilirrubina Direta
BI	Bilirrubina Indireta
BT	Bilirrubina Total
CCT	Cambridge Color Teste
D15-d	Teste D-15 dessaturado
DP	Desvio Padrão
FM-100	Farnsworth-Munsell 100 matizes
FSC	Função de Sensibilidade ao Contraste
GGT	Gamaglutamiltraspeptidase
ICC	Índice de Confusão de Cores
LPNeC	Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento
M	Média
NIOSH	The National Institute for Occupational Safety and Health
OVM	Organic Vapor Monitor
PNF	Psiconeurofisiológico
SVH	Sistema Visual Humano
TCA	Tubo de carvão ativado
TCDS	Total Color Distance Score
TLV	Threshold Limit Value
TMT-A	Trail Making Test A
TMT-B	Trail Making Test B
TWA	Time Weighted Average
UFPB	Universidade Federal da Paraíba
VEP	Potencial Visual Provocado
ViSaGe	Visual Stimulus Generator

Resumo

O objetivo deste estudo foi determinar os níveis de exposição aos vapores da gasolina e do etanol e verificar as consequências psicofísicas, neurocognitivas e fisiológicas em uma amostra de frentistas brasileiros. Para avaliar o nível de exposição ambiental foram realizados monitoramentos passivos e ativos de vapor com cromatografia gasosa e sensoriamento microclimático. A avaliação psicofísica foi realizada com os testes cromáticos de Lanthony D15-d e o Cambridge Color Teste 2,0; com a Função de Sensibilidade ao Contraste utilizando grades senoidais verticais e o Metropsis nas frequências 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 e 16,0 cpg e com o rastreamento ocular utilizando um eyetracker 250 Hz. Todos os testes de visão, exceto o D15-d, foram realizados monocularmente com o olho dominante. A avaliação neurocognitiva ocorreu com os testes Trail Making A, B e com a Figura Complexa de Rey. A avaliação fisiológica, após utilização de parâmetros de exclusão, foi realizada pela análise de sangue de 16 frentistas verificando funções hepatotóxicas pelos marcadores Alanina Aminotransferase (ALT), Aspartato Aminotransferase (AST), Bilirrubina Direta (BD), Bilirrubina Total (BT) e Gamaglutamiltraspeptidase (GGT). Utilizou-se ainda o questionário de sintomas Psicológicos e Neurofisiológicos (PNF) além de um questionário sócio-demográfico e os testes de Ishihara e o “E” de Rasquin na triagem. Essa etapa selecionou 38 frentistas do sexo masculino (Grupo Exposto), com idade média de 32,66 anos ($DP = 1,30$), grau de escolaridade média igual a 9,68 anos de estudo ($DP = 0,34$) e 38 voluntários (Grupo Controle) também do sexo masculino, sem histórico de exposição a solventes, considerados saudáveis pelos parâmetros de exclusão, com idade média de 31,00 anos ($DP = 1,54$) e grau de escolaridade médio de 9,84 anos de estudo ($DP = 0,34$). Não existiu diferença significativa entre a idade ($p = 0,224$) e o grau de escolaridade ($p = 0,52$) dos grupos que apresentaram ainda acuidade visual de 20/20 ou corrigida. Pelo teste de Mann-Whitney foram encontradas diferenças significativas entre os escores para: o Índice de Confusão de Cores do teste D15-d ($p < 0,01$, prevalecendo perdas no eixo tritan 75%), as Áreas das elipses (protan, deutan e tritan, ambos $p < 0,05$), as frequências 5 cpg, 10 cpg e 16 cpg (ambos $p < 0,01$), o teste Trail Making A ($p < 0,01$) e B ($p < 0,05$), a cópia e a memória da Figura complexa de Rey (ambas $p < 0,01$) e o número de sacadas e tempo de percurso do labirinto no eyetracker (ambos $p < 0,01$). A avaliação biológica demonstrou principalmente alterações nos valores da BD (100 % dos frentistas) e BT (62,5 %). Dois frentistas tiveram alterações combinadas de enzimas hepáticas e bilirrubinas. A correlação de Spearman demonstrou a influência do tempo de serviço no acréscimo das áreas protan ($\rho = 0,46$; $p < 0,01$) e deutan ($\rho = 0,64$; $p < 0,01$), além de correlações com a frequência de 5 cpg ($\rho = 0,36$; $p < 0,05$) e com os testes Trail Making A ($\rho = 0,40$; $p < 0,05$) e B ($\rho = 0,37$; $p < 0,05$). O peso apresentou a tendência de atenuar os déficits nos testes de visão, correlacionando negativamente com a área deutan ($\rho = -0,45$; $p < 0,01$) e positivamente com a sensibilidade ao contraste na frequência 0,20 cpg ($\rho = 0,37$; $p < 0,05$). Existiram ainda correlações entre a BD e o tempo para realizar a prova no eyetracker ($\rho = 0,58$; $p < 0,05$) e entre o GGT e as queixas de instabilidade psiconeurovegetativa ($\rho = 0,57$; $p < 0,05$). Os testes Kruskal Wallis, e Mann-Whitney como *post hoc* com correção Bonferroni, demonstraram que a partir de 8 anos de exposição existem consequências para a visão de cores (Protan e Deutan) e para processos neurocognitivos relacionados a atenção (Trail Making A). O questionário PNF apontou que 52,60 % dos frentistas possuem sintomas de agressões neuropsicológicas. Além disso, existiram convergências entre as queixas de falta de memória e concentração, com menores pontuações da memória na Figura Complexa de

Rey ($\rho = - 0,34$; $p < 0,05$). Este estudo confirma e avança nas descobertas de consequências na visão de cores e sensibilidade ao contraste, aponta uma possível etiologia ocupacional nas alterações hepatotóxicas, apresenta as deficiências neurocognitivas nos frentistas brasileiros e conclui que essas deficiências e as da visão de cores estão correlacionadas a uma exposição crônica (significativa aos 8 anos de serviço) com um nível de exposição a gasolina e ao álcool etílico abaixo do Limite de Tolerância brasileiro, mas a um nível de intervenção para o vapor de gasolina (168,00 e 153,40 ppm > 150 ppm) conforme as Normas de Saúde e Segurança do Trabalho brasileiras.

Palavras-chave: Avaliação visual, avaliação neurocognitiva, hepatotoxicidade, nível de exposição, solventes orgânicos, frentistas.

Abstract

This study aimed at verifying exposure levels for gasoline and ethanol vapors and their psychophysical, neurocognitive, and physiological consequences in a sample of Brazilian pump attendants. Gas chromatography and microclimate sensing were used to passive and active monitoring of environmental levels of vapors. The psychophysical evaluation comprised the chromatic tests Lanthony D15-d and Cambridge Color Test 2.0, the Contrast Sensitivity Function using vertical sinusoidal gratings and Metropsis at the frequencies 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10.0, and 16.0 cpd, and eye-tracking at 250 Hz. Except by the D15-d test, all vision tests were performed with the dominant eye. The neurocognitive evaluation included the Trial Making Tests (A and B) and the Rey's Complex Figure Test. After applying exclusion criteria, the physiological evaluation was carried out in 16 attendants, who had a blood test to assess hepatic-biliary functions by the following markers: Alanine Aminotransferase (ALT), Aspartate Aminotransferase (AST), Direct Bilirubin (DB), Total Bilirubin (TB), and Gamma-glutamyl transpeptidase (GAMMA GT). The screening phase also included a questionnaire of Psychological and Neurophysiological Symptoms (PNS), a sociodemographic questionnaire, the Ishihara and the Rasquin 'E' tests. Thirty-eight pump attendants (Exposed Group) were selected, all males, with mean age of 32.66 years ($SD = 1.30$) and average schooling of 9.68 years ($SD = 0.34$). Thirty-eight volunteers (Control Group) were selected, all males, with mean age of 30.0 years ($SD = 1.54$), average schooling of 9.84 years ($SD = 0.34$), without reporting exposure to solvents and considered healthy following the inclusion criteria. The groups did not differ in age ($p = .224$) or schooling ($p = .52$), and all participants had normal or corrected-to-normal visual acuity 20/20. The Mann-Whitney test showed significant differences between scores in the Index of Color Confusion of the D15-d ($p < .01$, with losses in the tritan axis 75%), the Area of ellipses (protan, deutran, and tritan, all at $p < .05$), the frequencies 5, 10, and 16 cpd ($p < .01$), the Trail Making A ($p < .01$) and B ($p < .05$), the copy and memory of the Rey's complex figure (both at $p < .01$), and the number of saccades and trajectory time in the visual labyrinth (both at $p < .01$) as measure by the eye-tracker. The physiological evaluation showed changes in the values of DB (100 % of the pump attendants) and TB (62,5 %). Two attendants had combined changes in hepatic enzymes and biliburin. The Spearman correlation showed a significant association between the time of service and the areas protan ($\rho = .46$, $p < .01$) and deutran ($\rho = .64$, $p < .01$), the spatial frequency 5 cpd ($\rho = .36$, $p < .05$), and the Trail Making A ($\rho = .40$, $p < .05$) and B ($\rho = .37$, $p < .05$). The weight showed a tendency to attenuate the visual deficits, having a negative correlation with the area deutran ($\rho = -.45$, $p < .01$) and a positive one with contrast sensitivity at 0.20 cpd ($\rho = .37$, $p < .05$). Correlations were also found between DB and the time to perform the eye-tracker task ($\rho = .58$, $p < .05$) and the GGT and complaints of psychoneurovegetative instability ($\rho = .57$, $p < .05$). The Kruskal Wallis, and Mann-Whitney as a *post-hoc* test with Bonferroni's correction, showed that from 8 years of exposure there are consequences to color vision (Protan and Deutan) and for neurocognitive processes related to attention (Trail Making). The questionnaire PNS showed that 52.6% of pump attendants had symptoms of neuropsychological aggressions. Furthermore, there was a convergence between memory and attention complaints, with lower scores in the memory for the Rey's complex figure ($\rho = -.34$, $p < .05$). This study brings additional and new evidences for the consequences on color vision and contrast sensitivity, shows a potential occupational etiology in hepatic-biliary changes, presents neurocognitive

deficits in Brazilian pump attendants, and concludes that such deficits are correlated with chronic exposure (significant from 8 years of service) with a level of exposure to gasoline and ethanol below the Brazilian tolerance limit, but within an intervention level to gasoline vapor (168 and 153,40 ppm > 150 ppm) according to the Brazilian Standards for Work Health and Safety.

Keywords: visual assessment, neurocognitive assessment, hepatic toxicity, exposure level, organic solvents, pump attendants.

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar los niveles de exposición a los vapores de la gasolina y el etanol, y comprobar los efectos psicofísicos, neurocognitivos y fisiológicos en una muestra con asistentes de gasolinera brasileños. Para evaluar el nivel de exposición ambiental fueron realizadas vigilancias pasivas y activas de vapor con cromatografía de gases y detección micro climáticas. La evaluación psicofísica se realizó con pruebas cromáticas de Lanthony D15-d e o Cambridge Color 2.0, con la función de sensibilidad al contraste con rejillas verticales sinusoidales y el Metropsis en las frecuencias de 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 5, 10, 16.0 y 16.0 cpd y con rastreo ocular utilizando un eyetracker 250 Hz. Todas las pruebas de la visión, excepto el D15-d, se realizaron monocular con el ojo dominante. La evaluación neurocognitiva ocurrió con las pruebas Trail Making A, B y con la Figura Compleja de Rey. La evaluación fisiológica después del uso de parámetros y de exclusión, se realizaron por el análisis de sangre 16 asistentes de gasolinera comprobando funciones hepatotóxicas Alanina Aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), la bilirrubina directa (BD), bilirrubina total (BT) y Gamaglutamiltranspeptidase (GGT). Se utilizó también el cuestionario de síntomas psicológicos y neurofisiológicos (PNF) y un cuestionario sociodemográfico y pruebas Ishihara y el "E" Rasquin en la proyección. Esa etapa seleccionó 38 asistentes de gasolineras masculinos (grupo expuesto), con edad media de 32,66 años (DP = 1,30), el nivel de educación media de 9,68 años de escolaridad (DP = 0,34) y 38 voluntarios (grupo de control) también masculino, sin antecedentes de exposición a solventes, considerado saludable por los criterios de exclusión, la edad media fue de 31,00 años (DP = 1,54) y el nivel educativo promedio de 9,84 años de estudio (DP = 0,34). No hubo diferencia significativa entre la edad ($p = 0,224$) y el nivel de educación ($p = 0,52$) de los grupos mostró una agudeza visual de 20/20 o corregida. Por la prueba Mann-Whitney se encontró diferencias significativas entre las puntuaciones para: Índice de Confusión de colores D15-d ($p < 0,01$, pérdidas prevaleciendo pérdidas en el eje tritan 75%), las áreas de los elipses (protan, deutan y tritan, ambos $p < 0,05$), las frecuencias de 5 cpd, 10 cpd y 16 cpd (ambos $p < 0,01$), el Trail Making Test ($p < 0,01$) y B ($p < 0,05$), la copia y el recuerdo de la figura compleja de Rey (ambos $p < 0,01$) y el número de sacadas y tiempo de recorrido en el laberinto eyetracker (ambos $p < 0,01$). La evaluación biológica presentó principalmente alteraciones en los valores de la BD (100% de los empleados) y BT (62,5%). Dos asistentes tuvieron alteraciones combinadas de enzimas hepáticas y bilirrubina. Correlación de Spearman demostró la influencia del tiempo de servicio en las áreas de mayor protan ($\rho = 0,46$, $p < 0,01$), deutan ($\rho = 0,64$, $p < 0,01$), frecuencia espacial de 5 cpd ($\rho = 0,36$, $p < 0,05$), y Trail Making A ($\rho = 0,40$, $p < 0,05$) y B ($\rho = 0,37$, $p < 0,05$). El peso mostró una tendencia a atenuar los déficits en las pruebas de visión, correlacionando negativamente con el área 2 ($\rho = -0,45$, $p < 0,01$) y se correlacionó positivamente con la sensibilidad al contraste en la frecuencia de 0.20 cpd ($\rho = 0,37$, $p < 0,05$). Hubo correlaciones entre la BD y el tiempo para llevar a cabo la prueba en el eyetracker ($\rho = 0,58$, $p < 0,05$) y entre GGT y la inestabilidad psiconeurovegetativa ($\rho = 0,57$, $p < 0,05$). Las pruebas Kruskal Wallis y Mann-Whitney como post hoc con corrección Bonferroni, mostraron estadísticamente que a partir de los 8 años de la exposición hay consecuencias para la visión de colores (Protan y deutan) y para procesos neurocognitivos relacionados con la atención (Trail Making A). La encuesta mostró que el 52,60% de los asistentes de gasolineras tienen síntomas agresión neuropsicológicos. Además, hay similitudes entre las quejas de falta de la memoria y la

concentración, con las puntuaciones más bajas de la memoria en la figura compleja de Rey ($\rho = -0,34$, $p < 0,05$). Este estudio confirma y avanza en descubrir las consecuencias en la visión de los colores y la sensibilidad al contraste, indica una posible etiología ocupacional en las alteraciones hepatotóxicas, presenta los déficits neurocognitivos en los asistentes de gasolineras de Brasil y llega a la conclusión de que estas deficiencias y la visión de los colores se correlacionan con la exposición crónica (significativo a los 8 años de servicio) con un nivel de exposición a la gasolina y el etanol por debajo del límite de tolerancia brasileño, pero a un nivel de intervención para el vapor de la gasolina (168,00 y 153,40 ppm > 150 ppm) conforme las Normas de Salud y Seguridad del trabajo de Brasil.

Palabras clave: evaluación visual, evaluación neurocognitiva, hepatotoxicidad, nivel de exposición, solventes orgánicos, asistentes de la gasolinera.

Os solventes orgânicos são compostos essenciais para o desenvolvimento industrial e estão presentes nos diferentes tipos de atividades como, por exemplo, na pintura, nas gráficas, mecânicas, pavimentações, postos de combustíveis e muitos outros setores. Em contrapartida, essas substâncias podem causar sérias consequências à saúde física e mental dos sujeitos expostos, ocasionando perdas na percepção visual (Gobba & Cavalleri, 2003; Semple et al., 2000), deficiências neurocognitivas (Chen, Wei, & Seaton, 1999; Dick et al., 2004), alterações hepáticas (Hinrichsen et al., 2004), entre outras.

Muitos indivíduos podem ultrapassar 30 anos sob a influência destes produtos tóxicos nos ambientes de trabalho. A atividade de frentista é um exemplo de uma categoria que tem toda sua vida laboral na presença de vapores orgânicos, sem utilizar equipamentos de proteções adequados. Essa atividade, que no Brasil ainda persiste, já foi abolida em diversos países como, por exemplo, nos Estados Unidos, Alemanha, Espanha e outros. A tentativa de implantação de bombas de auto-serviço foi proibida pela lei Federal de número 9.956/2000, e até hoje existem discussões sobre a utilização desses equipamentos que, segundo a lei, extinguem a função social das empresas na geração de empregos.

O problema com essa categoria profissional atinge uma grande dimensão social já que, segundo a Federação dos Frentistas Brasileiros, levando em conta os não sindicalizados, existem aproximadamente 400 mil frentistas e 38 mil postos de combustíveis no país. Essa atividade ainda perdura pautada principalmente em uma legislação que assegura a integridade da saúde desses colaboradores pela utilização dos limites de tolerância.

A norma regulamentadora de número 15 (NR15) que versa sobre insalubridade, define os limites de tolerância para 206 vapores químicos no ambiente de trabalho.

Contudo, para outras substâncias que não estão presentes na norma brasileira, como é o caso da gasolina, o Ministério do Trabalho e Emprego recomenda a utilização dos limites Norte Americanos da Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais (ACGIH). Essa opção feita pelo governo recebeu inúmeras críticas dos profissionais da área da toxicologia ocupacional brasileira, principalmente porque não leva em consideração certas peculiaridades como, composição do produto e clima, que são muito diferentes (Quelhas & Gomes, 2011; Vasconcelos, 1995).

Além de conviver com a dúvida sobre a eficiência dos limites de tolerância, a atividade de frentista não tem o status de categoria profissional especial, com benefício da aposentadoria imediata aos 25 anos de serviço, tendo que comprovar por laudo técnico, serviços advocatícios e relatórios da empresa a sua condição de insalubridade, conforme Lei do Ministério do Trabalho nº 8.213, de 24 de julho de 1991.

Embora sejam poucos os estudos no Brasil que avaliem a saúde dessa categoria profissional, algumas pesquisas já demonstraram perdas na percepção visual (Costa et al., 2012; Lacerda et al., 2012), alterações hepáticas (Hinrichsen et al., 2004), alterações na fertilidade masculina, problemas gastrintestinais e respiratórios (Dib et al., 2007). Ainda não foram encontrados estudos que avaliassem o nível de exposição ambiental para os vapores dos líquidos combustíveis na atividade de frentista. A pesquisa recente de Costa et al. (2012) apontou a limitação dos estudos existentes pela ausência de medidas da concentração dos vapores tóxicos nos ambientes. Essas medições são importantes para realizar explicações causais relacionadas aos limites de tolerância, permitindo comparações mais precisas entre os estudos (Meyer-Baron et al., 2008).

Também não se tem o conhecimento de investigações científicas relativas às consequências neurocognitivas especificamente para a categoria dos frentistas. Essa avaliação é de grande importância, já que foram constatadas consequências

neurocognitivas em razão da sujeição a solventes orgânicos utilizados em outras atividades (Dick et al., 2004; Meyer-Baron et al., 2008). Esse tipo de exposição pode levar a uma desordem cognitiva com diminuição da compreensão, prejudicando o entendimento de tarefas no trabalho ou em casa, e até mesmo expondo os indivíduos aos riscos de acidentes (Milanovic et al., 1990).

Diante deste cenário, que sugere agressões à saúde dos frentistas e da falta de estudos que possam contribuir na revisão do limite de tolerância dessa categoria, esta tese teve como objetivo determinar o nível de exposição ambiental para a gasolina e para o etanol e avaliar as consequências psicofísicas, neurocognitivas e fisiológicas em uma amostra dos frentistas brasileiros.

Além da contribuição de cunho científico, este estudo poderá ter um desdobramento social, auxiliando e despertando para a necessidade do ajustamento dos benefícios previdenciários como, por exemplo, uma revisão da aposentadoria especial dessa categoria, e ainda, fornecer metodologias para a prevenção e diminuição dos afastamentos e concessões de auxílios doença que geram prejuízos ao país. Poderá contribuir ainda para a introdução dos testes psicofísicos e neurocognitivos nos exames ocupacionais preventivos e nas perícias judiciais.

O relato desta tese é apresentado em quinze seções. A **Primeira Seção** conceitualiza os solventes orgânicos, seus vapores e os líquidos combustíveis. A **Segunda Seção** faz uma revisão sobre os efeitos dos solventes orgânicos no cérebro. A **Terceira** apresenta as propriedades do fígado como metabolizador de produtos químicos agressores, os principais mecanismos patogênicos, marcadores biológicos e exemplo de estudos que avaliam as funções hepatotóxicas após exposição a solventes orgânicos. A **Quarta Seção** apresenta testes psicofísicos, mais especificamente avaliações da visão de cores e sensibilidade ao contraste em estudos envolvendo a toxicologia ocupacional. A **Quinta**

introduz as avaliações ambientais nas pesquisas com psicofísica, demonstrando conceitos e divergências existentes na literatura. **Na Sexta Seção** são apresentadas as avaliações neurocognitivas na toxicologia ocupacional e na **Sétima** os conceitos específicos do rastreamento ocular. Na **Oitava** são apresentados a justificativa, objetivos e hipóteses da tese e na **Nona Seção** o Método. Na **Décima, Décima Primeira e Décima Segunda Seção** são apresentados os Resultados, Discussões e Considerações Finais respectivamente. Por final, na **Décima Terceira, Décima Quarta e Décima Quinta** estão disponibilizadas as Referências, Apêndices com os protocolos criados para todos os testes e Anexos.

I. Solventes Orgânicos e Líquidos Combustíveis

Os solventes orgânicos são os compostos voláteis ou misturas que são relativamente estáveis quimicamente e que existem no estado líquido a temperaturas de cerca de 0 - 250 °C. Eles são amplamente utilizados na indústria de tintas, adesivos, colas, revestimentos, desgorduramento, polímeros, plásticos, têxteis, tintas de impressão, produtos agrícolas, produtos farmacêuticos e outros (Dryson, 1992). Nos vapores dos líquidos combustíveis derivados do petróleo podem ser encontrados diferentes tipos de solventes orgânicos como, por exemplo, o tolueno, xileno e o benzeno, elementos da cadeia de hidrocarbonetos alifáticos presentes na gasolina (Wiedemann, D'avila, & Azevedo, 2005).

Os líquidos combustíveis, segundo a Norma Regulamentadora de número 20 do Ministério do Trabalho, são todos aqueles que possuem ponto de fulgor igual ou superior a 70 °C (setenta graus centígrados) e inferior a 93,3 °C (noventa e três graus e três décimos de graus centígrados). A gasolina e o etanol são os responsáveis pela maior quantidade de emissão de vapores orgânicos para o ambiente, já que possuem maior pressão de vapor que o diesel (Pérez, Carvalho, & Carocci, 2006). Na gasolina automotiva estão presentes hidrocarbonetos de 5 a 12 átomos de carbono com aditivo de 25 % de etanol (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, 2013). O etanol hidratado combustível (derivado da fermentação da cana-de-açúcar) possui essencialmente um teor alcoólico de 95,1 a 96,0 % do volume e teor de água máximo de 4,9 % do volume (ANP, 2010).

A resolução ANP 57 de 2011 estabelece as especificações das gasolinas automotivas destinadas ao consumidor final. Em seu artigo nº 2 a portaria classifica as gasolinas automotivas em:

I - gasolina A - é a produzida no País, a importada ou a formulada pelos agentes econômicos autorizados para cada caso, isenta de componentes oxigenados;

II - gasolina C - é aquela constituída de gasolina A e álcool etílico anidro combustível, nas proporções e especificações definidas pela legislação em vigor;

O vapor de gasolina consiste numa mistura de aproximadamente 90 hidrocarbonetos voláteis, incluindo cadeias alifáticas, cicloalcanos e aromáticos, notadamente o grupo BTEX (benzeno, tolueno, etil benzeno e xilenos - *orto*-, *meta*- e *para*-). Individualmente todos os compostos são biodegradáveis; contudo, em mistura alguns podem ser persistentes. Os BTEX são reconhecidamente tóxicos e carcinogênicos, tendo as vias respiratórias como principal rota de contaminação humana (Soares, 2006).

Pela International Agency for Research on Câncer (IARC) a gasolina é enquadrada no grupo IARC – 2B como possível carcinogênico para humanos e pela ACGIH essa substância é enquadrada no grau A3 (classificação variando de A1 a A3) (Quelhas & Gomes, 2011).

A literatura apresenta menores agressões à saúde originada da exposição ao etanol, quando comparada à gasolina automotiva. Segundo a Ficha de Informação de Produto Químico (FIPSQ) de 2012 da Petrobrás, as principais conseqüências relacionadas ao etanol estão na ingestão como, por exemplo, efeitos genéticos, danos a fertilidade ou ao feto, sonolência e vertigem, danos ao fígado e ao sistema nervoso central. Pela inalação podem ocorrer irritações nos olhos e nas vias respiratórias, sendo ainda um possível carcinógeno humano.

II. Solventes Orgânicos e os Efeitos no Cérebro

Os solventes orgânicos são lipofílicos (preferências aos lipídios), possuindo grande afinidade com o tecido neural, podendo causar sérias consequências ao sistema nervoso central. Existe ainda uma vulnerabilidade do cérebro aos efeitos desses vapores e fatores neurotróficos (crescimento neural e plasticidade) que podem ser alterados pela ação dos solventes orgânicos, podendo trazer sérias consequências chegando a deficiências cognitivas (Hegazy et al., 2010).

Uma estrutura lipídica atingida pela ação dos solventes é a bainha de mielina. Essa estrutura possui forma de capa envoltória espiral, com propriedades isolantes, presentes em alguns neurônios, que possibilita o alcance de maiores velocidades de condução dos impulsos nervosos através dos neurônios. Os solventes destroem a bainha de mielina causando lentificação na propagação dos impulsos nervosos (Ferraz & Scholl-Franco, 2007).

Existem pesquisas que evidenciam a ação dos solventes diretamente sobre os neurotransmissores. A dopamina é um alvo constante para os solventes que a tornam ineficaz como neurotransmissor. Essa ação dos solventes pode explicar alterações neurocomportamentais e neuroendócrinas relatadas por trabalhadores expostos (Mutti et al., 1988).

Além dessa atuação no nível dos neurotransmissores, a literatura ainda sugere alterações no volume cerebral em indivíduos expostos a solventes orgânicos. Estudos com humanos utilizando imagens de ressonância magnética demonstraram ligeiras reduções de volume do cérebro relacionadas à encefalopatia crônica provocada por solventes. Outro aspecto importante é que essas consequências são proporcionais aos anos de exposição dos indivíduos (Keski-Säntti, Mäntylä, Lamminen, Hyvärinen, & Sainio, 2008, 2009).

Pela ressonância magnética estrutural e com a escala de inteligência de Wechsler, o estudo de Aydin, Kircan, Sarwar, Okur e Balaban (2009) comprovou a existência de uma redução do volume de massa cinzenta do córtex frontal e parietal correlacionada a deficiências cognitivas em indivíduos que inalam solventes. Existem indícios ainda de que os solventes podem causar estresse oxidativo no cérebro que parece se acentuar com a idade dos indivíduos (Kodavanti, Royland, Richards, Besas, & MacPhail, 2011).

Baydas, Ozveren, Tuzcu e Yasar (2005) realizaram um estudo de referência utilizando avaliações cognitivas (labirinto de Morris) e verificações de níveis de moléculas de adesão celular neural e produtos de peroxidação lipídica no hipocampo, córtex e cerebelo de ratos, expostos em uma câmara de inalação de corpo inteiro a um alto nível de concentração de thinner (3000 ppm). Os autores concluíram que esses solventes orgânicos podem causar alterações estruturais e funcionais do sistema nervoso central podendo resultar em déficits cognitivos que devem estar ligados ao estresse oxidativo elevado e alterações na plasticidade sináptica. A substância estudada nessa pesquisa (thinner) é um composto formado por diversos solventes orgânicos, como por exemplo, o tolueno e o benzeno, elementos químicos presentes na gasolina automotiva brasileira.

Fortes correlações de déficits neurofisiológicos, como a concentração e a exposição aguda ao tolueno já foram detectadas pelas evidências de déficits no Potencial visual evocado com eletrodos localizados sobre o córtex visual de ratos (Boyes et al., 2007).

Grande parte das pesquisas envolvendo a toxicocinética dos solventes orgânicos na estrutura do cérebro é realizada por estudos com tecidos cerebrais de ratos dessecados. Benignus, Bushnell, Boyes, Eklund e Kenyon (2009) alertam que os resultados obtidos nas pesquisas devem ser bem avaliados já que, segundo os autores, existe maior

interferência de aspectos comportamentais, como por exemplo, uma alta motivação (recompensa, choque elétrico) nos ratos, nos estudos com exposição aguda a solventes.

Percebe-se, portanto, uma carência de estudos envolvendo humanos ou em animais que simulem o ambiente de exposição real de atividades com a presença de vapores de solventes orgânicos.

III. Hepatotoxicidade dos Solventes Orgânicos

O fígado é o principal órgão responsável pelo metabolismo de drogas e produtos químicos tóxicos, e por isso é o principal órgão alvo para muitos solventes orgânicos. Os principais mecanismos patogênicos responsáveis pelo dano funcional e orgânico causado por solventes são: inflamação, disfunção do citocromo P450 (sistema de enzimas celulares coloridas com um pigmento de 450 nm, mais comum para oxidação de xenobióticos), disfunção mitocondrial e estresse oxidativo causado por radicais livres. A lesão hepática pode ser de dois tipos: os danos hepatocelulares (morte de células do fígado), na qual a Alanina Aminotransferase (ALT) e Aspartato Aminotransferase (AST) são alterados, e danos colestáticos (estase biliar), com um aumento de parâmetros, tais como o gama-glutamilttransferase (GGT). Os marcadores biológicos ALT, AST e GGT são rotineiramente utilizados como parâmetros clínicos indicativos de hepatotoxicidade (Malaguarnera et al., 2012) e são recomendados para a investigação em exposições ocupacionais (Tamburro & Liss, 1986).

É importante ressaltar ainda que, no processo de hepatotoxicidade, os ácidos biliares possuem a função de agentes fisiológicos essenciais para a eliminação do colesterol e de absorção de vitaminas e gorduras. Eles são sintetizados a partir do colesterol no fígado e secretados para o duodeno através do ducto biliar. Graças à eficiente circulação entero-hepática dos ácidos biliares, menos de 10 % dos ácidos biliares intestinais são eliminados nas fezes. A concentração de ácidos biliares no sangue pode ser aumentada no caso de um distúrbio do fígado ou do trato biliar (Chiang, 1998).

A hepatotoxicidade de alguns solventes já é reconhecida desde 1887, 1889 e 1904 (Brautbar & John Williams, 2002). Na Tabela 1 são apresentados alguns desses elementos químicos utilizados em ambiente de trabalho.

Tabela 1

Alguns solventes que produzem doenças agudas e crônicas no fígado

Trichlorodiphenyl

tricloroetileno

trinitrotolueno

metileno

álcool etílico

Mistura de solventes, tais como tolueno e xileno

Cloreto de metileno

Adaptada de “Industrial solvents and liver toxicity: risk assessment, risk factors and mechanisms”, por N. Brautbar e J. Williams II, 2002,

International journal of hygiene and environmental health, 205(6), p.481.

O tolueno, solvente presente na gasolina, é metabolizado pelo fígado podendo causar danos a esse órgão, especialmente em sinergismo com outros solventes e em indivíduos que tenham alterações hepáticas de outras causas como nutricionais, patológicas, e abuso de álcool (Brautbar & Williams, 2002).

Nos estudos de Svensson, Nise, Erfurth e Olsson (1992), com 47 trabalhadores de retrogravura expostos ao tolueno, ficaram demonstradas elevações das enzimas hepáticas e ocorrência de hepatite química devido ao solvente. Tomei et al. (1999) analisando 33 sapateiros expostos ao tolueno e 66 controles, constataram no grupo exposto maior prevalência de elevação média de ALT, AST, Bilirrubina Direta (BD) e GGT ($p < 0,01$). Os autores indicaram ainda existir possibilidade de envolvimento hepático, mesmo sem sintomas, em baixos níveis de exposição aos vapores orgânicos. Do ponto de vista prático, em trabalhadores que estão expostos a uma mistura com o tolueno, mesmo em baixos níveis, a toxicidade hepática pode ser antecipada (Brautbar & Williams, 2002).

A exposição ao xileno, outro solvente presente na gasolina, foi estudada por Toftgard e Nilsen (1982) que mantiveram ratos a uma elevada concentração de 2000 ppm deste solvente durante três dias, chegando à conclusão que o xileno é um sinérgico intoxicante do fígado. A exposição a esse solvente e ao tolueno, acima dos

níveis de tolerância de concentração de vapor, é altamente suscetível de ser associado com resultados anormais em testes de funções hepáticas (Tardif, Lapare, Charest-Tardif, Brodeur, & Krishnan, 1994).

Em muitos casos, principalmente em ambientes industriais, os trabalhadores são expostos continuamente a uma mistura de solventes. Mohammadi, Mehrparvar, Labbafinejad e Attarchi (2010) avaliaram 163 pintores de uma fábrica de automóveis expostos a uma mistura de hidrocarbonetos aromáticos e 186 controles com o objetivo de verificar os efeitos da exposição a longo prazo a estes solventes. Os trabalhadores apresentaram níveis mais elevados de ALT, AST e fosfatase alcalina. Os resultados demonstram que a exposição a uma mistura de solventes aromáticos pode causar disfunção hepática colestática suave.

Mendes et al. (2004) avaliaram 548 trabalhadores de refinaria de petróleo com alterações laboratoriais para: AST, ALT, GGT, bilirrubina direta (BD), bilirrubina indireta (BI) e fosfatase alcalina (FA). Foram considerados casos aqueles trabalhadores com qualquer alteração acima de 10 % do valor normal em qualquer desses exames realizados, desde a sua admissão na empresa. A alteração mais encontrada foi a elevação da GGT (72,4 %) e mais da metade dos trabalhadores também apresentava alterações na ALT ou AST ou BD. A combinação mais frequente das alterações foi GGT+ALT (41,4 %), seguida de ALT+AST (38,6 %). Excluindo os casos de obesidade e consumo diário ou frequente de álcool, icterícia, esquistossomose mansoni e transfusão de sangue o estudo sugere a possibilidade de etiologias ocupacionais para as alterações hepáticas em 26 % dos trabalhadores.

Outro estudo em refinaria de petróleo realizado por Mendes et al. (2005) teve como objetivo determinar a prevalência de alterações nas enzimas hepáticas de 692 trabalhadores de refinaria de petróleo e 377 controles. Classificaram-se como casos de

alterações hepáticas indivíduos que apresentaram valores acima dos padrões de referência simultaneamente para GGT (> 50 U/L para o sexo masculino e > 32 U/L para o sexo feminino) e ALT (> 50 U/L). A prevalência de alterações hepáticas para o grupo exposto foi de 15,3 %, contra 3,8 % no grupo controle. Os trabalhadores da refinaria apresentavam 3,56 vezes maior chance de uma prevalência de alterações hepáticas, independentemente de outras covariáveis relevantes, como obesidade, prática de exercícios físicos, fumo e bebida alcoólica.

Chang, Joe, Park, Jeong e Lee (2013) avaliaram 593 trabalhadores expostos ocupacionalmente a uma mistura de solventes orgânicos, abaixo do limite permitido. O objetivo foi comparar os índices de função hepática AST, ALT, e GGT entre o grupo exposto e o controle. Quando os valores de corte da AST, ALT e GGT foram 40 UI / L, 42 UI / L e 63 UI / L respectivamente, a ALT e a AST foram significativamente maiores para o grupo exposto. Passando o ponto de corte dos valores de AST, ALT e GGT conforme indicam Ijaz, Ahmad, Javed, Gull e Hassan (2011) para 30 UI / L, 30 UI / L e 40 UI / L, respectivamente, a relação da AST do grupo exposto chegou a 4,39 vezes maior do que o controle.

Hinrichsen et al. (2004) realizaram um estudo com avaliação biológica em 197 frentistas do sexo masculino de 55 postos e 51 controles. Foram avaliados a ALP e quando necessário, realizaram-se exames diagnósticos por imagem (ultra-sonografia hepática, tomografia computadorizada cranioencefálica e/ou radiografia de tórax). Dos 49 (24,9 %) que apresentaram ALP alterada, 34 (69,4 %) se submeteram a estudo ultrassonográfico abdominal, evidenciando-se alterações em 29 (85,5 %) desses indivíduos submetidos ao exame. As alterações mais observadas foram fibrose periportal e esteatose hepática, correspondentes a 14 (41,2 %) e 13 (38,2 %) casos, respectivamente.

As agressões ao fígado causadas por solventes orgânicos podem levar a um diagnóstico extremo de hepatite tóxica caso sejam atendidas três condições: (1) os danos hepáticos ocorreram em indivíduos expostos continuamente, (2) as enzimas do fígado com no mínimo o dobro do valor normal, (3) exclusão de casos de doenças do fígado (Malaguarnera et al., 2012).

Pouco se sabe ainda sobre a frequência das lesões no fígado causadas pelos solventes orgânicos (Malaguarnera et al., 2012). É pequeno o número de estudos referentes à associação entre a exposição a solventes e a toxicidade hepática (Mohammadi et al, 2010).

Muitos fatores podem contribuir para a hepatotoxicidade como: fluxo sanguíneo no fígado, ligação com proteínas, ponto de ligação intracelular, fatores genéticos, degradação enzimática celular diferente, idade, estado nutricional, interação com álcool e interação medicamentosa (Brautbar & Williams, 2002). Um indivíduo com mais gordura corporal, por exemplo, pode aumentar o risco de toxicidade do solvente (Droz, Wu, Cumberland, & Berode, 1989). O processo de desintoxicação pelos sistemas enzimáticos, principalmente pela glutatona e citocromo P450 é muito complexo e podem diferir até conforme a genética dos indivíduos (Brautbar & Williams, 2002). Mesmo em uma mesma espécie, significativas diferenças interindividuais na resposta a uma substância química podem ocorrer devido a sutis diferenças genéticas que constituem o polimorfismo genético (Klaassen & Watkins, 2012).

IV. A Psicofísica na Toxicologia Ocupacional

4.1 Psicofísica: Método eficiente para a Toxicologia Ocupacional

A Psicofísica é um ramo experimental da Psicologia que lida com a mensuração e a análise dos mecanismos e/ou processos subjacentes às diferentes respostas sensoriais e/ou perceptivas (Sousa & Silva, 1996).

Teve seu marco nas contribuições realizadas por Fechner (1960) quando publicou seu livro “Elemente der Psychophysik”. Considerado o pai da Psicofísica, Fechner contribui principalmente ao apresentar métodos psicofísicos capazes de quantificar de forma precisa a consciência imediata de um estímulo (sensação).

Os estímulos são originados do meio externo e podem ser criados de inúmeras grandezas físicas como, por exemplo, a luz, o calor, a corrente elétrica, choque mecânico e muitos outros. Em face dessas possibilidades a psicofísica pode criar também uma gama considerável de alternativas em diferentes áreas de pesquisas como, por exemplo, estudos relacionados à sensação da dor (Pereira & Sousa, 2007; Sousa & Silva, 1996), percepção do tempo, movimento, emoções (Simões & Tiedemann, 1985), percepção visual (Santos & Alencar, 2010), auditiva (Caporali & Silva, 2004) e muitos outros.

Com toda essa versatilidade, a psicofísica permite estudar bases comportamentais, sensoriais e neurofisiológicas, podendo ser utilizada nas investigações de doenças congênitas ou adquiridas, como é o caso dos indivíduos expostos ocupacionalmente a agentes químicos.

Uma grande vantagem dos métodos psicofísicos, principalmente para as pesquisas em toxicologia ocupacional, é a possibilidade de obter respostas neurais sem qualquer tipo de procedimento invasivo, tornando a investigação rápida, precisa e segura. Essas qualidades são muito importantes nos estudos envolvendo a saúde ocupacional onde o

acesso aos participantes, bem como o tempo disponível para as avaliações laboratoriais são grandes dificuldades nas pesquisas.

Os métodos psicofísicos possuem grande vantagem nos estudos com vapores orgânicos. Um exemplo é a possibilidade de fornecer meios não invasivos de caracterização da resposta visual, com relação à decomposição da função visual, possibilitando o estudo isolado de suas propriedades (detecção de bordas, movimento, cor, forma, textura, visão estereoscópica) de indivíduos intoxicados (Lima, Gomes, & Ventura, 2011).

Grande parte dos métodos psicofísicos mais utilizados na área da toxicologia está direcionada à percepção visual que demonstra ser um meio eficiente para compreender o processamento neural e as consequências de ações de produtos tóxicos como, por exemplo, os vapores orgânicos, no funcionamento do cérebro. Existe ainda a possibilidade de investigar os indivíduos que já estão expostos ocupacionalmente aos agentes químicos (ex - post facto), sem a necessidade da simulação com substâncias tóxicas.

O sentido humano que possui maior aptidão para captação de informação temporal é a visão. Além de ser o primeiro componente do sistema sensorial, a visão é o sentido adquirido mais rapidamente pelo cérebro e possui ainda capacidade de paralelismo; isto é, mesmo tendo a atenção focada num determinado ponto de uma cena visual, o que lhe circunvizinha, em um raio bastante largo, também é alvo do sistema de visão (Alexandre & Tavares, 2007).

Nos ambientes de trabalho a visão é frequentemente exposta aos vapores químicos, que são um dos vetores mais rápidos e agressivos de intoxicação. Os olhos recebem diretamente os vapores químicos que, no caso dos frentistas, possuem elementos

altamente tóxicos como os solventes orgânicos: tolueno, xileno e até mesmo o benzeno, elemento comprovadamente agressivo e cancerígeno.

Utilizando da percepção visual a psicofísica torna-se um dos meios mais eficientes para obter respostas rápidas e claras na sinergia causada entre o produto tóxico e o sistema neural de sujeitos expostos.

Os temas relacionados ao processamento e à percepção visual de trabalhadores ocupacionalmente expostos a produtos químicos ainda são poucos explorados. Um número pequeno de estudos foram publicados antes do final dos anos oitenta. O interesse crescente nessa área resultou de descobertas progressivas e, até então, inéditas acerca dos resultados da exposição ocupacional como, por exemplo, as deficiências na percepção de cores (Gobba & Cavalleri, 2003).

As avaliações psicofísicas envolvendo a percepção visual nos estudos da saúde ocupacional são geralmente divididas em cromáticas e acromáticas.

4.1.1 Testes para visão de cores

A cor é um atributo perceptual que nos permite identificar e localizar padrões ambientais de mesmo brilho e constitui uma dimensão adicional na identificação de objetos, além da detecção de inúmeros outros atributos dos objetos em sua relação com a cena visual, como luminância, contraste, forma, movimento, textura e profundidade (Lima et al., 2011).

A visão humana é tricomática foveal, o que significa que existem apenas três tipos de cones fotorreceptores na retina de um indivíduo normal, cada um contendo um tipo diferente de pigmento fotossensível. A visão de cores é um atributo perceptual que corresponde a uma resposta produzida pelo cérebro à captação de luz do ambiente pelos fotorreceptores da retina (Mollon & Reffin, 1989).

Bueno (2010) detalha a questão da tricromaticidade afirmando que a retina contém três tipos de cones, que respondem a comprimentos de ondas luminosas diferentes. Segundo o autor, há cones sensíveis ao vermelho (R), ao verde (G) e ao azul (B), descrevendo a sensibilidade espectral do olho. O sistema RGB mostra que, misturando quantidades diferentes da luz dessas três cores primárias, todas as cores perceptíveis podem ser criadas. Quantidades iguais do RGB em intensidade máxima proporcionam a sensação de branco e a ausência de todas essas cores cria a sensação de preto.

Figueiredo e Pietrocola (2000) exemplificam de maneira simples o sistema tricromático demonstrando que, em cores diferentes do sistema RGB onde não existem receptores com pico de sensibilidade para essa cor, como por exemplo, o amarelo, serão utilizados receptores mais próximos nessa faixa de frequência de comprimento de onda produzindo a percepção do amarelo no cérebro.

As cores puras (com apenas um comprimento de onda) podem ser produzidas apenas em determinadas situações laboratoriais. Na maior parte das vezes, a luz que atinge os olhos se compõe de uma mistura de cores. Essa mistura pode ser aditiva (efeito de combinações, adição de comprimento de onda predominante) ou subtrativa (absorção de determinados comprimentos de onda e reflexão de outros) como pode ser vista na Figura 1 (Shiffman, 2005).

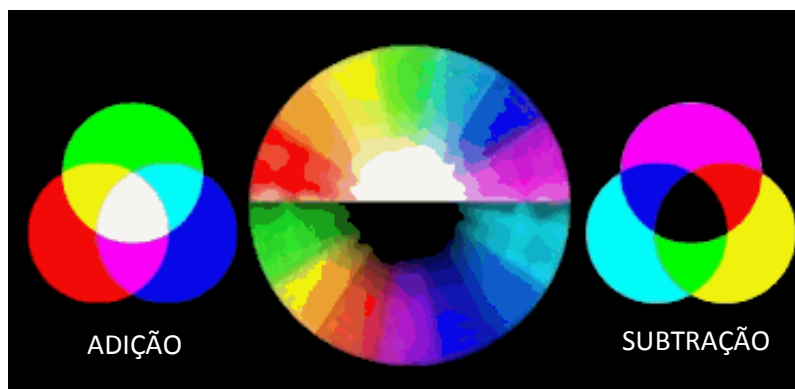


Figura 1. Exemplo de adição e subtração de cores. Adaptada de <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnica.htmlid=2838>.

Os tricromatas normais, em luminosidade habitual, percebem todo o espectro visível ao olho humano, desde o azul em torno de 380 nm, passando pelo verde em torno de 500 nm até o vermelho em 780 nm. Não identificam o ultravioleta (abaixo de 380 nm), nem o infravermelho (acima de 780 nm). Já os tricromatas anômalos percebem deficitariamente uma das três cores básicas. Para vê-la corretamente é necessário aumentar uma das três variáveis da luz: saturação, tonalidade e brilho. É a protanomalia no déficit para o vermelho; a deutanomalia, para o verde; a tritanomalia para o azul e a tetartanomalia para o amarelo. O dicromata não percebe uma das três cores, mesmo modificando uma das três variáveis: é o protanopo, deutanopo, tritanopo ou tetartanopo. O acromata ou monocromata não percebe nenhuma das três cores básicas identificando, somente brilhos diferentes das mesmas. As discromatopsias podem ser: congênitas (chamadas de hereditárias) ou adquiridas (Fernandes & Urbano, 2008). A exposição a solventes orgânicos, com é o caso dos frentistas brasileiros, está relacionada aos estudos com discromatopsias adquiridas.

Indivíduos expostos ocupacionalmente a solventes orgânicos sofrem prejuízos na percepção de cor, geralmente na discriminação do azul-amarelo ou menos frequente uma combinação de perda de azul-amarelo e vermelho-verde. Essas perdas podem ser diferentes em cada olho e a patogenia da perda ainda não está bem elucidada, que pode ser devido, por exemplo, a uma ação direta das neurotoxinas sobre os receptores, possivelmente no metabolismo das membranas dos cones e/ou uma interferência nos neurotransmissores no interior da retina. Outra possibilidade do mecanismo da patologia pode estar relacionada a interferências diretas no nervo óptico (Gobba & Cavalleri, 2003).

As alterações visuais para as cores, decorrentes da exposição a solventes orgânicos, costumam ser um dos primeiros eventos da intoxicação do sistema nervoso (Lacerda,

Souza, Rodrigues, & Silveira, 2009). Portanto, a percepção de cores é um dos principais métodos psicofísicos que pode identificar e avaliar as consequências dessa exposição para a saúde dos indivíduos precocemente.

Nos métodos para avaliação da percepção de cores estará presente a relação de três variáveis: matiz ou cor, dada pelo comprimento de onda; brilho ou radiância, dado pela quantidade de luz; saturação ou grau de pureza espectral dado pela mistura de comprimento de ondas. Essas variáveis são interdependentes e subjetivas (Vianello, 2002). Percebe-se, portanto que os testes de percepção visual de cores são desenvolvidos pela manipulação das três variáveis: saturação, cor ou matiz e brilho. Cada teste existente na literatura possui uma peculiaridade em relação às três variáveis proporcionando excursões diferenciadas na percepção da visão de cores. Em face dessa possibilidade da manipulação das variáveis é de suma importância utilizar os testes onde a literatura aponta ser mais sensível para responder as questões específicas de cada estudo em toxicologia. A Figura 2 demonstra as três variáveis que podem ser manipuladas pelos testes de percepção visual cromáticos. Nela são apresentadas as graduações para o brilho, cor ou matiz e para a saturação.

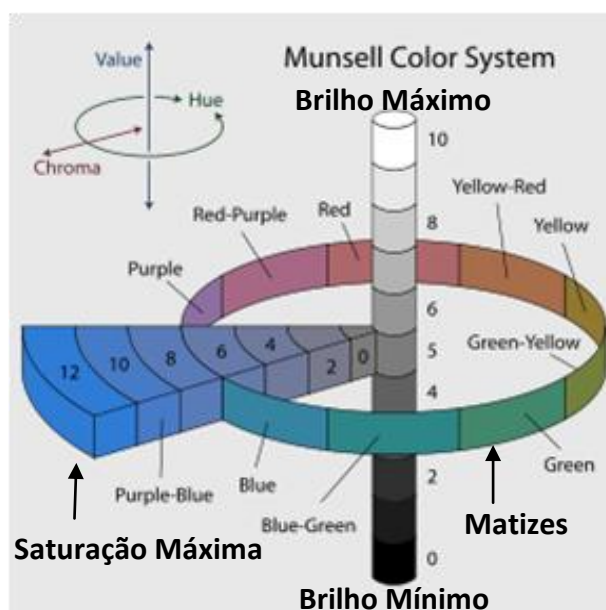


Figura 2. Graduação das variáveis da visão de cores.
Adaptada de <http://munsell.com/color-blog/revival/>

Um grande número de testes com percepção de cores já foi utilizado em pesquisas envolvendo vapores tóxicos, entretanto a literatura vem demonstrando que existe diferença de sensibilidade entre eles. Na Tabela 2 estão apresentadas informações sobre os principais testes com a percepção visual de cores encontrados na literatura que buscam detectar discromatopsias em sujeitos expostos a vapores orgânicos.

Tabela 2

Principais testes cromáticos encontrados na literatura e suas características

Denominação	Princípio	Investigação	Vantagens	Desvantagens
D15 Dessaturado de Lanthony (D15-d).	Teste de comparação com variação de matiz.	Degradação da percepção da saturação e perdas nos eixos protan, deutan e tritan.	Rápido e prático. Sensível a discromatopsias adquiridas e baixo custo.	Possíveis falhas em controles de iluminação quando fora do laboratório.
100 Matizes de Farnsworth-Munsell. (FM-100)	Teste de comparação com variação de matizes de mesma saturação e brilho.	Degradação da percepção de matizes.	Rápido, prático e de baixo custo.	Pouca sensibilidade para discromatopsias adquiridas.
Ishihara	Discriminação de tonalidades, saturações e brilhos.	Alterações na percepção cromáticas no eixo vermelho- verde.	Eficiente para discromatopsias congênitas. Utilizado para triagens e de baixo custo.	Pouca sensibilidade para discromatopsias adquiridas.
Mollon-Reffin (MR), (Cambridge Colour Test).	Discriminação de cores.	Perdas nos eixos de confusão, protan, deutan e tritan.	Aplicado em computadores (Cambridge Colour Test). Maior controle na aplicação do teste.	Dificuldades na aplicação fora do laboratório. Necessidade de maiores recursos.

4.1.2 Testes para visão acromática

A avaliação da visão espacial acromática baseia-se na capacidade de diferenciar a quantidade de luz entre duas áreas adjacentes, ou seja, alguma forma de medir o número de fótons oriundos de locais próximos no campo visual. No domínio das frequências, corresponde à avaliação da sensibilidade ao contraste de luminância em uma determinada frequência espacial (Gomes et al., 2006).

A Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) avalia o desempenho do Sistema Visual Humano (SVH) em níveis diferentes de contrastes (baixo, médio e alto contraste), sendo um bom indicador dos fatores ópticos e neurais da visão, fornecendo uma das descrições mais completas do SVH (Santos, França, & Simas, 2008).

Uma variável importante nas avaliações acromáticas é a luminância, grandeza fotométrica relacionada à luz e se refere à quantidade de luz refletida de um objeto ou superfície iluminada. Ela não depende da distância da fonte ao olho e é fundamental para a percepção visual da forma ou do detalhe espacial (Santos, 2003).

A luminância pode ser dada pela equação 1 :

$$\text{Luminância} = \frac{\text{Iluminância} \times \text{refletância}}{100} \quad (1)$$

O aumento ou a diminuição da luminância de um objeto em relação à luminância de fundo, que o cerca, produz o fenômeno denominado de contraste (Santos, 2003).

Para determinar o contraste em uma área de campo homogêneo utiliza-se geralmente a equação 2 de Weber :

$$\text{Contraste} = \frac{\text{Luminância Máxima} - \text{Luminância mínima}}{\text{Luminância mínima}} \quad (2)$$

O contraste pode ser expresso ainda pela equação 3 de Michelson:

$$\text{Contraste} = \frac{\text{Luminância máx. (fundo branco)} - \text{Luminância mín. (preto do estímulo)}}{\text{Luminância mínima} + \text{Luminância máxima}} \quad (3)$$

Outra variável importante é a frequência espacial que para Santos et al. (2008), corresponde ao número de ciclos (ou listras claras e escuras) por grau de ângulo visual (cpg). Por exemplo, uma frequência espacial de 2 cpg teria duas listras claras e duas escuras por grau de ângulo visual. Assim, a frequência espacial de um determinado

estímulo depende da distância em que ele é apresentado ao voluntário, pois o ângulo visual varia com a distância. Entretanto, existe ainda o estímulo elementar de frequência espacial angular (Figura 3) que caracteriza-se por ser admissional, inteiro e ter frequência independente da distância do observador (Santos & Simas, 2001).

Um ângulo visual é aquele formado por um objeto que se projeta na retina. Este ângulo relaciona a altura do objeto com a distância dele ao observador. Esse ângulo pode ser expresso em radianos ou graus (Oliveira, 2007) e sua tangente é fornecida pela altura do estímulo visual dividida pela distância deste estímulo a um ponto situado a 7 mm atrás do cristalino (Cornsweet, 1970).

Vianello (2002) resume que o conjunto de uma onda senoidal clara e outra escura é chamado ciclo e o número de ciclos cobertos por 1 grau de ângulo visual é denominado frequência espacial do traçado. A função da sensibilidade ao contraste é definida como o inverso do contraste mínimo detectado.

As realizações dos testes de FSC utilizam, geralmente, estímulos elementares espaciais que podem ser apresentados em pranchas portáteis ou em modelos computadorizados. Para Santos e Simas (2001), esses estímulos são modulações senoidais ou cossenoidais de luminância no espaço que podem ser descritas tanto em coordenadas cartesianas como polares. A Figura 3 apresenta exemplos de estímulos elementares do tipo grade senoidal linear, definidos em coordenadas cartesianas e grades senoidais radiais e angulares definidas em coordenadas polares. Os estímulos mais utilizados são os de grades senoidais verticais cuja luminância varia senoidalmente no espaço, em uma direção, em um sistema de coordenada cartesiana

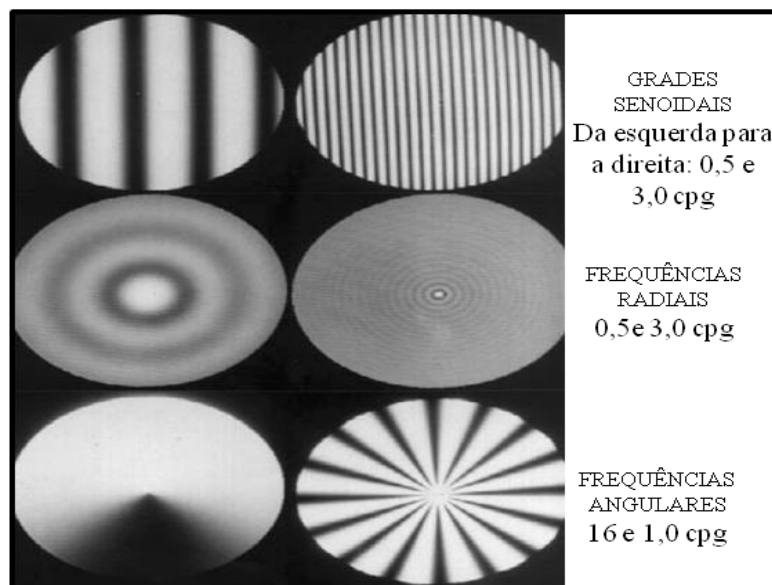


*Figura 3. Exemplos de estímulos elementares de frequências espaciais. Adaptada de “Função de Sensibilidade ao Contraste: Indicador da Percepção Visual da Forma e da Resolução Espacial”, por N. A. dos Santos e M. L. de B. Simas, 2001, *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14(3), p. 592.*

Em relação ao Sistema Visual Humano (SVH) é mais aceito que este responde seletivamente a diferentes frequências espaciais conforme o modelo de canais múltiplos proposto por Campbell e Robson em 1968. O SVH processa então simultaneamente diferentes faixas estreitas de frequências espaciais. Assim essa teoria defende que a percepção de uma cena visual qualquer ocorre porque o SVH executa uma análise ou decomposição de padrões complexos em seus componentes mais elementares, uma espécie de análise de Fourier (Santos & Simas, 2001).

É importante salientar que estudos afirmam que a percepção visual da forma (ou objetos) envolve pelo menos dois sistemas ou vias independentes sintonizadas para atributos diferentes do estímulo: a via magnocelular que opera em níveis baixos de contraste e processa informações globais (isto é, as frequências espaciais baixas) dos objetos e a via parvocelular que opera em níveis médios e altos de contraste e processa informações sobre detalhes finos (isto é, frequências espaciais médias e altas) dos objetos (Santos & Simas, 2001).

A Função de Sensibilidade ao Contraste é de grande importância devido a sua capacidade de detectar anormalidades visuais em pacientes que, apesar de uma acuidade visual adequada, queixam-se de distúrbios visuais. Perdas isoladas da FSC estão presentes em certas doenças visuais que muitas vezes são mais proeminentes e perturbadoras para o paciente do que uma diminuição na acuidade visual (Faria, Katsumi, Mikki, & Tatsuo, 1998).

A FSC torna-se, portanto, mais sensível e cabal para detectar alterações na percepção visual de indivíduos expostos a solventes orgânicos, demonstrando resultados que possivelmente não poderiam ser detectados por testes de acuidade visual.

A FSC tem sido utilizada em diferentes áreas do conhecimento como, por exemplo: investigar o desenvolvimento da percepção visual (Santos et al., 2006, 2008, 2010), caracterizar mecanismos putativos sintonizados para frequências espaciais em pesquisa psicofísica e eletrofisiológica básica (Santos, Simas, & Nogueira, 2007), intoxicação por mercúrio (Ventura et al., 2005), desnutrição (Santos & Alencar, 2010), exposição a solventes orgânicos (Böckelmann, Pfistera, & Petersb, 2005) e até mesmo em portadores do HIV (Vianello, 2002).

Nos estudos com solventes orgânicos, geralmente, os testes de sensibilidade ao contraste são utilizados juntamente com avaliações cromáticas e demonstram ser sensíveis e eficientes para detectar perturbações em sujeitos expostos.

A Tabela 3 apresenta os principais testes encontrados na literatura que foram aplicados em estudos com sujeitos expostos a vapores orgânicos.

Tabela 3

Principais testes acromáticos encontrados na literatura e suas características

Denominação	Princípio	Investigação	Vantagens	Desvantagens
Teste de Contraste Multivision MCT 8000 e 6500 da Vistech.	Avaliação da visão de contraste de luminância em cinco frequências espaciais, 1,5; 3; 6; 12 e 18 ciclos por grau.	Frequência espacial, orientação e contraste dos estímulos.	Baixo custo, rápido e prático. Aplicação fora do laboratório com cartelas.	Possíveis falhas no controle de iluminação podendo variar as condições ambientais.
Campimetria	Teste da visão de campo com pontos luminosos de tamanho e intensidade padronizados.	Sensibilidade da visão periférica. Mede o campo visual.	Eficiente e de grande controle de variáveis intervenientes.	Bases de dados de população com características muito diferentes (Carvalho et al., 2007).
Potencial Visual Provocado (VEP)	Método eletrofisiológico.	Verificação de respostas elétricas corticais na observação de estímulos visuais padrões.	Avaliação acromática e cromática. Não necessita de muita cooperação do paciente.	Custo maior e dificuldade de deslocamento para ambientes laborais.
Metrópsis (Cambridge R. Systems)	Escolha forçada de figura estímulo.	Sensibilidade ao contraste espacial de luminância.	Controle do ambiente. Rápido e prático.	Dificuldade de portabilidade.

Serão apresentadas a seguir as tabelas que apresentam uma revisão da literatura, em ordem cronológica, relacionada aos estudos com visão cromática (Tabela 4) e acromática (Tabela 5) em sujeitos expostos ocupacionalmente a vapores químicos.

Tabela 4

Características e principais resultados dos estudos com visão acromática envolvendo vapores químicos

Autor / Ano	Substância	Avaliações		Teste utilizado	Frequências com Déficits	Resultados
	Atividade (País)	Ambientais	Biológicas			
Urban e Lukás (1990)	Tolueno. Pintores (Tchecoslováquia). N = 54	Dosimetria passiva	Não	VEP	-----	Disfunção do sistema nervoso central correlacionado com o tempo de exposição ao tolueno e consumo de álcool.
Frenette et al. (1991)	Solventes orgânicos. Microeletrônica. (Canadá). N = 45	Não	Não	FSC	Frequências espaciais intermediárias.	Sugestão de alterações neurais nos sujeitos expostos.
Deschamps et al. (1993)	Solventes. Pintores (França). N = 50	Não	Não	Potencial Visual Evocado (VEPs) e tomografia computadorizada.	-----	Sem diferenças significantes para o grupo exposto e controle no VEP e no fluxo sanguíneo cerebral de massa cinzenta.
Campagna et al. (1995)	Estireno. Fábrica de plásticos (Canadá). N = 81	Dosimetria passiva	Urina	MCT 6000	12 e 18 (estudo correlacional, sem grupo controle)	Correlação entre as frequências 12 e 18 cpg e a concentração de creatinina na urina.
Kiyokawa et al. (1999)	Tolueno. Inalação recreativa do Tolueno (Japão). N = 15	Não	Não	Perímetro de Goldman.	-----	Sugestão de efeitos severos no nervo óptico, axônios e bainha da mielina.
Gong et al. (2003)	Mistura de solventes. Fábrica de móveis (Japão). N = 182	Dosimetria passiva	Urina	MCT 8000	6 e 12 cpg	Em níveis baixo de exposição podem ocorrer lesões na retina e nervo óptico.
Till et al. (2003)	Percloroetileno. Loja de limpeza a seco (Canadá). N = 1	Não	Não	VEP	0,5; 2,0 e 5,0 cpg.	Perdas de sensibilidade ao contraste e acuidade visual em crianças amamentadas por mães expostas.

Tabela 4
Continuação.

Autor / Ano	Substância Atividade (País)	Avaliações		Teste utilizado	Frequências com Déficits	Resultados
		Ambientais	Biológicas			
Till et al. (2005)	Solventes orgânicos. Atividades variadas (Canadá). N = 21	Não	Não	VEP	0,5; 2,0 e 5,0 cpg.	Exposição pré-natal está associada a redução da sensibilidade ao contraste.
Böckelmann et al. (2005)	Solventes orgânicos. Tipografia (Alemanha). N = 28	Monitoramen- to biológico do ar.	Não	MCT 6500	1,2; 3,0; 6,0; 12,0 e 18,0 cpg.	Mesmo abaixo do índice crítico de exposição podem ocorrer deficiências na sensibilidade ao contraste em exposições crônicas.
Ventura et al. (2005)	Vapor de mercúrio. Indústria de lâmpadas fluorescentes (Brasil). N = 39	Não	Urina	VEP e PSYCHO (Cambridge Research systems).	0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 e 20,0 cpg.	Sensibilidade ao contraste reduzida. Perdas profundas e duradouras que afetam as vias magno, parvo e konio celular.
Rodrigues et al. (2007)	Mercúrio. Mineiros (Brasil). N = 28	Não	Urina e Cabelo	Teste computadorizado	De 0,5 a 30,0 cpg, com maior ocorrência de 0,8 a 10,0 cpg.	Visão acromática com desempenho deficiente.
Lacerda (2012)	Mistura de solventes orgânicos. Frentistas (Brasil). N = 25	Não	Não	Teste computadorizado de Contraste. Perimetria estática de Humphrey	4,0; 6,0; 8,0; 10,0; 15,0; 20,0 e 30,0 cpg.	Correlação entre tempo de exposição e sensibilidade acromática na região central do campo visual.
Costa et al. (2012)	Mistura de Solventes. Frentistas (Brasil). N = 25	Não	Sangue	Perimetria Humphrey. Metropsis (Cambridge Research System.	0,2;1,0; 2,0; 5,0; 10,0 e 20,0. Exceção 0,5.	Perdas no campo visual e na sensibilidade ao contraste.

Nota: Dosimetria Passiva refere-se a um método de coletar vapor químico com carvão ativado preso ao indivíduo sem utilizar bomba de sucção. Todos os estudos que utilizaram a Função de Senbilidade ao Contraste usaram grades senoidais. N = Número da amostra.

Tabela 5

Características e principais resultados dos estudos com visão cromática envolvendo vapores químicos

Autor /Ano	Substância	Avaliações		Teste utilizado	Resultados
	Atividade (País)	Ambientais	Biológicas		
Cavalleri et al. (1994)	Percloroetileno. Tinturaria (Itália). N = 35	Amostragem pessoal passiva.	Não	D15-d	Perdas na visão de cores, acentuada para o eixo tritan, mesmo com exposição abaixo do nível permitido.
Cavalleri et al. (1995)	Vapor de mercúrio. Fábrica de termômetros e instrumentos de precisão (Itália). N = 33	Não	Urina	D15-d	Perdas no eixo azul-amarelo e correlação com a concentração do mercúrio na urina.
Campagna et al. (1995)	Estireno. Fábrica de plásticos (Canadá). N = 81	Amostrador passivo.	Urina	D15-d	Alterações na percepção de cores correlacionadas a exposição ao estireno.
Muttray et al. (1997)	Mistura de solventes orgânicos. Pintura de peças de automóveis (Alemanha). N= 24	Amostragem de ar ativo (2 horas).	Não	D15-d, D15, Standard Pseudo-isochromatic Plates part 2 e Ishirara.	Perdas significativas nos eixos azul-amarelo com o D15-D e o SPP2 mesmo em baixa exposição.
Valic et al. (1997)	Solvente e ingestão de álcool. Local e atividade não informados. N = 138	Não	Urina	D15-d	Perdas maiores na visão de cores com a combinação de solventes e álcool para sujeitos que consumiam mais de 250 g/semana de álcool.

Tabela 5
Continuação.

Autor /Ano	Substância Atividade (País)	Avaliações		Teste utilizado	Resultados
		Ambientais	Biológicas		
Zavalic et al. (1998).	Tolueno (Croácia) N = 45	Amostra ambiental.	Não	D15-d	Intoxicação crônica com perdas na visão de cores. Patogênese da deficiência ainda indefinida.
Zavalic et al. (1998)a	Tolueno. Colagem de sapatos e tipografia (Croácia). N = 73	Amostragem ativa. Coleta ambiental (não pessoal)	Sangue Urina	D15-d	Discromatopsias relacionadas principalmente ao tempo e níveis de exposição ao tolueno no ambiente.
Cavalleri et al. (2000)	Tolueno. Produção de borracha. (Itália). N = 33	Não	Urina	D15-d	Perdas na visão de cores progressivas com o tempo de exposição.
Semple et al. (2000)	Mistura de Solventes orgânicos. Pintores Portuários (Escócia). N = 68	Não	Não	D15-d. Questionário para sintomas de solventes Q16.	Alterações na percepção de cores relacionadas com o tempo de exposição sem relações com o Q16.
Dick et al. (2000)	Solventes orgânicos. Pintores de estaleiro (Escócia e China). N = 5	Não	Não	D15-d Q 16 Testes neurocognitivos	Alerta para deficiências neuropsicológicas.
Cavalleri et al. (2000)	Tolueno. Indústria de borracha. N = 33	Cromatógrafo com medição direta no ambiente	Urina	D15-d	Redução da visão de cores mesmo com exposição dentro do limite tolerado.
Kishi et al. (2001)	Estireno. Manufatura de plástico e resina (Japão). N = 105	Não	Urina	D15-d	Efeitos adversos mesmo em baixos níveis de exposição. Correlação da concentração do estireno na urina com os ICCs.

Tabela 5
Continuação.

Autor /Ano	Substância Atividade (País)	Avaliações		Teste utilizado	Resultados
		Ambientais	Biológicas		
Campagna et al. (2001)	Hidrocarbonetos totais. Impressão e fotogravura (França). N =72	Bomba de sucção pessoal.	Não	D15-d	ICCs correlacionaram com os níveis de exposição abaixo dos limites.
Gong et al. (2002)	Estireno. Fibra de vidro para barcos (Japão). N = 76	Amostrador passivo.	Urina	D15-d	Danos irreversíveis na estrutura ocular, retina, nervo óptico e cerebral. Segestão de revisão do limite de tolerância.
Dick et al. (2004)	Solventes. Pintores de estaleiros (Escócia). N = 82	Não	Não	D15-d Testes Neurocognitivos.	Alterações no ICC correlacionadas com perdas cognitivas.
Ventura et al. (2004)	Vapor de mercúrio. Manufatura de lâmpadas fluorescents (Brasil). N = 43	Não	Não	Cambridge Color test. Eletroretinografia.	Perdas no eixo protan, deutan e tritan. Envolvimento da retina em perdas visuais pela exposição ao vapor de mercúrio.
Ventura et al. (2005)	Vapor de mercúrio. Indústria de lâmpadas (Brasil). N = 39	Não	Urina	FM100, D15-d e Cambridge color test.	Perdas na visão de cores em todos os testes.
Päällysaho et al. (2007)	Mistura de solventes Atividades variadas (Finlândia). N= 36	Não	Não	FM - 100	Encefalopatia indicou dano tóxico no processamento visual em nível superior, possivelmente nas regiões seletivas da visão de cor no cérebro.

Tabela 5
Continuação.

Autor /Ano	Substância Atividade (País)	Avaliações		Teste utilizado	Resultados
		Ambientais	Biológicas		
Kim et al. (2011)	Substâncias neurotóxicas inalantes. Funcionário de Hospital (Coréia). N = 41	Não	Não	D15-d	Prejuízo na visão de cores e correlação positiva com o tempo de inalação.
Lacerda (2012)	Mistura de solventes orgânicos. Frentistas (Brasil). N = 31	Não	Não	FM -100 Mollon-Reffin	Maiores danos na visão cromática que acromática. Perda de sensibilidade cromática difusa.
Costa et al. (2012)	Mistura de solventes Frentistas (Brasil). N = 25	Não	Extração de DNA pelo Sangue.	D15-d e Cambridge Colour Test (CCT).	Deficiência na discriminação de cores nos eixos protan, deutan e tritan, sem causas congênitas.

Nota: Amostragem de ar pessoal ativa é a um tipo de monitoramento fixado ao indivíduo para captar o vapor químico utilizando bomba, já a passiva não utiliza bomba. ICC é o Índice de Confusão de Cores originado do teste D15-d. N = Número da amostra.

4.1.3 Principais testes e tendências das pesquisas existentes

Baseando-se nas Tabelas 4 e 5 verifica-se existir maior interesse em pesquisas estrangeiras na utilização de métodos psicofísicos para detectar reflexos na saúde de indivíduos expostos a vapores químicos em ambientes laborais. Em grande parte dos estudos ocorreram testes cromáticos e acromáticos na mesma pesquisa.

As Tabelas 4 e 5 demonstram ainda que dentre os testes cromáticos que apresentam eficiência na detecção de perdas adquiridas na visão de cor estão o D15 Dessaturado de Lanthony (D15-d), o 100 Matizes de Farnsworth-Munsell, e o Mollon-Reffin. O teste mais utilizado para detectar perdas na visão de cor é o D15-d. Esse teste possui a vantagem de ser uma avaliação prática e de fácil portabilidade, deve-se, no entanto procurar monitorar as características ambientais padrões do teste como, por exemplo, a intensidade da luminosidade e a exclusão de fontes externas de iluminação. O teste de Ishihara é utilizado como uma avaliação padrão para uma rápida identificação de uma discromatopsia hereditária. Esse teste pode ser usado em pesquisas de toxicologia como um teste inicial de triagem.

Gobba e Cavalleri (2003) após revisão de literatura feita para pesquisas com substâncias tóxicas (tolueno, estireno, mistura de solventes e outros), afirmam que o teste de visão de cor deve ser incluído na avaliação da neurotoxicidade precoce de produtos químicos em trabalhadores expostos. Segundo os autores, o teste D15-d é o mais indicado para realizar a vigilância dos trabalhadores expostos a solventes e outros produtos químicos tóxicos. Os autores alertam que existem também muitos resultados conflitantes em relação à ação de substâncias neurotóxicas, exigindo mais estudos e aprofundamentos na área.

No mesmo grupo de indivíduos podem existir descobertas de alterações em alguns testes cromáticos e em outros testes resultar em normalidade. Estas variações podem

esclarecer diferenças no comprometimento dos mecanismos subjacentes às tarefas envolvidas em cada um dos testes. Mas esses mecanismos ainda não estão completamente elucidados. De qualquer forma, é importante considerar que a avaliação adequada de uma função sensorial complexa, como a visão de cores, se beneficiará pelo uso de baterias de diversos testes (Lima et al., 2011).

Ao longo dos anos tem sido demonstrado que um único teste de visão de cores não é suficiente para um diagnóstico conclusivo de uma discromatopsia, tornando necessária a realização de vários exames (Fernandes & Urbano, 2008).

As avaliações acromáticas também possuem grande destaque na detecção de perdas de sensibilidade ao contraste dos indivíduos expostos a solventes, tendo grande aceitação e eficiência.

Os testes MCT 8000 e MCTS 6500 da Vistech destacam-se por ser uma avaliação de fácil realização e portabilidade. Estudos como o de Gong et al. (2003) e Campagna et al. (1995) demonstraram a utilização desses testes na detecção de perdas na sensibilidade ao contraste. Entretanto poderão existir erros nas coletas conforme a forma de aplicação e de variações de características ambientais que não são controladas adequadamente. Nesse contexto, levar os participantes para o laboratório e, nesse local, aplicar testes controlados resultará em maior controle e precisão dos resultados.

Os testes da visão Campimétrica podem ser utilizados para verificar a perda de visão de campo em indivíduos expostos aos solventes, entretanto existe maior frequência de aplicação desses testes para avaliação de glaucomas.

O método eletrofisiológico do Potencial Visual Provocado (VEP) é destacado como sendo um exame rápido, não invasivo e de grande eficiência, já que são investigadas as respostas neurais decorrentes de uma percepção visual do indivíduo não necessitando de grandes colaborações do mesmo, no instante do teste. O VEP mostrou-se eficiente na

detecção de reflexos decorrentes de exposição aos solventes em ambientes de trabalho até mesmo em estudos com filhos de mães expostas ocupacionalmente a solventes orgânicos (Till, Rovet, Koren, & Westall, 2005).

A tendência das pesquisas de percepção visual aplicada à toxicologia é buscar resultados correlacionados com índices de exposições que possam ajudar a regulamentar os limites de tolerância dos países.

V. Avaliações Ambientais nas Pesquisas com Psicofísica

O monitoramento ambiental é vantajoso devido à possibilidade de identificar e quantificar o elemento químico, além de antecipar possíveis consequências aos colaboradores, ser mais rápido e atuar onde não existam indicadores biológicos. A avaliação ambiental é aplicada para identificar e quantificar possíveis contaminantes presentes no ar ambiente, avaliando fontes emissoras e a eficiência dos procedimentos operacionais instalados para minimizar a exposição dos trabalhadores (Costa, 2001).

Monitoramentos biológicos que avaliam componentes com pouca representatividade no composto químico, como por exemplo, o benzeno, tolueno e xileno na gasolina são muitas vezes difíceis de serem detectados. Uma análise da urina feita em frentistas brasileiros não apresentou quantidade mínima para serem detectadas (Costa et al., 2012). A quantidade de benzeno ($< 1\% \text{ v/v}$), tolueno ($2,37\% \text{ v/v}$) e xileno ($2,37\% \text{ v/v}$) podem ser muito pequenas para serem detectadas nesse tipo de exame (Silva et al., 2009).

5.1 Limites de Tolerância - TLV - Threshold Limit Value

Os limites de exposição para agentes químicos, ou qualquer outro agente ambiental, consistem em valores aos quais se acredita que os trabalhadores possam estar expostos em toda a sua jornada de trabalho sem sofrerem consequências em sua integridade física e mental.

O primeiro valor-limite de exposição para um contaminante do ar foi o estabelecido para o monóxido de carbono por Max Gruber em 1883, que, após realizar experiências com animais, submeteu-se ele próprio a concentrações de 210 a 240 ppm durante dois dias, sem registrar sintomas ou sensação de desconforto. Na década de 1920, nos Estados Unidos, começaram a ser elaboradas listas de padrões máximos de exposição a

contaminantes do ar, geralmente baseados em experimentos animais relativos à toxicidade aguda (Vasconcelos, 1995).

Os limites de tolerância para os agentes ambientais que caracterizam insalubridade no Brasil são apresentados nas Normas Regulamentadoras do Ministério do Trabalho, aprovadas pela Portaria N.º 3.214 de 8 de junho de 1978. Os limites máximos dos agentes químicos são definidos pela Norma Regulamentadora de número 15, NR 15, destinada a atividades e operações insalubres.

Vale salientar que o exercício de atividades em condições insalubres, segundo a NR15, gera uma percepção salarial de 10, 20 ou 40 % incidente sobre o salário mínimo da região ou sobre o salário da categoria, conforme acordo coletivo. Em face desse acréscimo salarial, além da aposentadoria especial, os agentes ambientais são ápices de grandes discussões em perícias na justiça do trabalho.

Apesar de existir uma norma que limita a ação dos agentes ambientais e concede uma percepção salarial ao trabalhador exposto à insalubridade, existem muitas críticas relacionadas à adoção dos limites de tolerância no Brasil.

Devido à falta de investimento e interesse nas pesquisas dos limites de tolerância e seus reflexos, existem no Brasil substâncias que não são contempladas pela NR15, como é o caso da gasolina. Nestes casos, a própria norma indica a utilização dos estudos desenvolvidos pela ACGIH (Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais), que desenvolve pesquisas referentes aos limites de tolerância, denominados por essa agência como sendo os TLVs (Threshold Limit Value).

5.1.1 TLV - TWA - Threshold Limit Value - Time Weighted Average

O TLV-TWA (Limite de Exposição – Média Ponderada pelo Tempo) é o limite de tolerância que expressa a média ponderada de todas as concentrações vividas durante a

jornada de trabalho do colaborador que não causem danos à saúde dos mesmos. Esse valor é calculado utilizando as concentrações encontradas, seus respectivos tempos de duração e a somatória de todos os tempos analisados conforme a equação 4.

$$TLV-TWA = \frac{C_1t_1+C_2t_2+\dots+C_nt_n}{tt} \quad (4)$$

Onde: C = Concentração encontrada para cada exposição (ppm ou mg/m³), t = Tempo de exposição de cada concentração (ppm ou mg/m³), tt = Tempo de exposição da jornada de trabalho (minutos ou hora).

A equação para o TLV é utilizada quando as medições para cobrir a jornada de trabalho são feitas fracionadas. Caso a metodologia cubra todas as horas trabalhadas continuamente não é necessário sua utilização.

Vale salientar que a jornada de trabalho considerada pela ACGIH é referente a 8 horas diárias e 40 horas semanais, diferentemente da considerada pela Norma Regulamentadora brasileira de número 15 (Anexo 11) que considera 8 horas diárias e 48 horas semanais.

Como a jornada de trabalho deve ser entendida como o número de horas de permanência no local de risco. Não são consideradas para o cálculo da jornada as horas destinadas à refeição e/ou descanso fora do local do risco considerado.

A ACGIH admite a aplicação do fator de correção diário e/ou semanal para jornadas que superem 8 horas diárias e 40 horas semanais. Para o Brasil, não há previsão na Lei sobre estes limites. Por ser mais conservador, recomenda-se aplicar o fator de correção somente quando a duração da jornada é superior ao padrão.

Para garantir maior segurança, a Norma Regulamentadora de número 9, NR-9 (Programa de Prevenção de Riscos Ambientais), adota o conceito de “nível de ação” que é o valor de 0,5 do seu limite de exposição legal para agentes químicos. Com isso, o nível de ação ambiental da gasolina, segundo a NR9, é de 150 ppm, metade do valor

teto (300 ppm). A mesma norma esclarece ainda que “Se o nível de ação for excedido em um dia típico, existe uma probabilidade maior que 5 % de que o limite de exposição será excedido em outros dias de trabalho” (NR 9).

Essa norma brasileira considera excedido o limite de tolerância quando qualquer uma das concentrações obtidas nas amostragens ultrapassar os valores limites.

5.1.2 TLVs: Critérios e Divergências

No Brasil a norma sobre insalubridade, NR15, indica a utilização dos TLVs da gasolina apresentados pela lista de limites da ACGIH (Conferência Americana de Higienistas Industriais Governamentais) de 2003 com o valor do TLV-TWA de 890,00 mg/m³ ou 300,00 ppm de concentração no ar. Já para o álcool etílico existe um limite da própria NR15 de 1.000,00 ppm.

Apesar de que, dentro das bases para a formação do limite de tolerância da gasolina prescrito pela ACGIH está o comprometimento do sistema nervoso central, (Quelhas & Gomes, 2011), vale ressaltar que a ACGIH baseou-se na composição típica da gasolina americana que difere da brasileira.

Os critérios adotados para a determinação dos limites de tolerância variam em muitos países. Vasconcelos em 1995 já alertava que nos países da antiga União Soviética os limites eram mais exigentes não podendo ocorrer qualquer alteração biológica ou funcional nos indivíduos, já nos Estados Unidos os limites eram mais “elásticos”, permitindo compensações. Essa situação de maior elasticidade dos limites nos Estados Unidos ainda é realidade atualmente. O TLV-TWA para a gasolina para 8 horas na Suécia é de 64 ppm e na Holanda 77 ppm, valores inferiores aos 300 ppm estabelecidos pelo órgão americano e adotados pelo Brasil.

A adoção dos limites de tolerância no Brasil gerou inúmeras críticas como, por exemplo, as feitas por Vasconcelos (1995) que afirma que o maior erro na fixação dos limites de tolerância no Brasil não foi a decisão de fixá-los e sim tê-los, em grande parte, importado da lista da ACGIH sem que tivessem sido, pelo menos, feitos estudos sobre a sua aplicação nas condições de nosso país e de seus trabalhadores. Segundo a autora, a adaptação dos TLVs para o Brasil enfocou apenas a diferença de jornada semanal de trabalho: a americana é de 40 horas e a brasileira de 48 horas.

Rebello (2007) também se alinha à posição de que não existe um consenso entre as diferentes agências e associações no estabelecimento de valores para os limites de exposição ocupacional e potencial carcinogênico para uma mesma substância química.

Peixe, Nascimento e Pinheiro (2009) realizaram um estudo comparativo das regulamentações da saúde e segurança do trabalho no Brasil, EUA e Espanha. Constatou-se que são notórias as divergências nas legislações referentes aos valores limites. Segundo os autores, existe maior desatualização dos valores brasileiros.

Essa defasagem dos limites de tolerância dos agentes químicos na legislação brasileira torna-se mais perceptível quando estes comparados às referências internacionais mais atualizadas (Quelhas & Gomes, 2011).

Um agravante apontado por Rebello (2007) é o problema da presença de mais de um agente químico nos ambientes de trabalho, lembrando-se que os limites de tolerância são específicos para um único agente químico. Além disso, o autor salienta à luz da ACGIH, que fatores ambientais e ergonômicos podem elevar a potencialidade de um agente químico. Fatores como a temperatura, o ritmo de trabalho, estresse, radiação ionizante e ultravioleta, umidade e pressão anormal (altitude), podem sobrecarregar o organismo e alterar os efeitos da exposição a determinados agentes químicos. Uma

temperatura, segundo o autor, acima de 25 °C, o que é comum no Brasil, também é um fator que pode potencializar os efeitos de uma intoxicação.

Segundo o mesmo estudo, além dos fatores ambientais existem outros que podem interferir nas respostas dos organismos que são: fatores individuais (pré-disposição, hábitos saudáveis e doenças), hipersensibilidade, tolerância (capacidade de exibir menores respostas as agressões químicas) e características genéticas.

Um aspecto que deve ser observado nas pesquisas com variáveis de concentrações ambientais é a separação das substâncias químicas encontradas no ambiente de trabalho. Os líquidos combustíveis geralmente são enquadrados como misturas de solventes e esse termo é criticado pela falta de especificação das substâncias envolvidas. Isso dificulta a comparação das concentrações ambientais e dos resultados nos teste de percepção visual de outros estudos.

Gobba e Cavalleri (2003) afirmam que pesquisas com mistura de solventes podem ser encontradas na literatura, entretanto a especificação “mistura de solventes” pode levar a futuros problemas nas comparações dos resultados entre pesquisadores. Um grande número de solventes são geralmente incluídos nas misturas, com diferentes propriedades toxicocinéticas e efeitos e interações metabólicas. Uma sugestão feita pelos autores é a introdução de uma caracterização mais precisa de misturas que pode estar baseada na medida dos componentes principais. Isto seria de grande ajuda na comparação dos resultados relatados por diferentes autores. Apesar destas limitações eles afirmam que a maioria dos estudos convergem para a demonstração de uma deficiência na visão de cores em trabalhadores expostos. Um estudo da relação entre níveis de exposição e efeito é, porém, impedido de ser feito quando se utiliza o termo “mistura de solventes”.

5.2 Níveis baixos de exposição e correlações com os déficits na percepção visual

Podem ser encontradas na literatura correlações positivas entre os resultados da avaliação psicofísica e vários marcadores biológicos e ambientais, mas essas correlações dependem do marcador e do tipo de solvente aos quais os indivíduos são expostos. É importante que se tenham informações sobre a dose-tempo de exposição-resposta para cada tipo de exposição e o grau de intoxicação dos indivíduos examinados (Lacerda et al., 2011).

Fatores de suscetibilidade incluindo idade e diferenças entre indivíduos no padrão de absorção de solventes orgânicos estão envolvidos no metabolismo e nos processos compensatórios, explicando também a diferença de resultados entre sujeitos expostos a misturas de solventes orgânicos (Schreiber et al., 2002). Dessa forma, segundo Lacerda et al. (2011), é importante partir para marcadores que façam medidas diretas das concentrações de solventes orgânicos ou de seus metabólitos no organismo.

Na maioria dos casos a deficiência na discriminação da cor está relacionada a índices de concentração ambientais e frequentemente abaixo do limite de tolerância fixado pela ACGIH. Isso reforça ainda mais a desconfiança em relação à eficiência dos limites de tolerância adotados para diferentes profissões.

Pesquisas em outros países geralmente são realizadas utilizando avaliações psicofísicas de percepção visual acompanhada por monitoramentos ambientais. Esses monitoramentos possuem a função de comparar os valores encontrados com os limites de tolerância adotados nos países onde são realizadas as pesquisas.

Campagna et al. (1995) realizaram um estudo para detectar um limite de tolerância (TLV- TWA) que representasse a dose indicadora de indícios de agravos a percepção visual de cores de indivíduos expostos ao estireno. Intrigados pela variação do TLV (50 ppm nos EUs e 20 ppm na Alemanha, Finlândia e Suécia), os autores encontraram o

valor de dose-efeito igual a 4 ppm. O estudo reforçou a necessidade de redução do limite de tolerância do estireno.

Gobba e Cavalleri (2003) apresentaram resultados de uma pesquisa com trabalhadores expostos ao solvente percloroetileno que demonstraram perdas na visão de cores relacionadas à concentração do produto químico no ambiente de trabalho. Nessa ocasião, o valor do TWA foi 30% menor que o valor exigido pelo limite de tolerância da ACGIH. Em outro resultado apresentado pelos autores, feito com indivíduos que trabalhavam em lavagem a seco, foram encontrados agravos na percepção de cores com um nível de exposição (média de 2,4 ppm) também inferior ao limite TWA da ACGIH. O estudo demonstrou que existe relação positiva entre o nível de concentração e o ICC.

Cavalleri, Gobba, Nicali e Fiocchi (2000) analisaram sujeitos expostos ao tolueno e encontraram perdas na visão de cores mesmo com o valor da concentração ambiental abaixo do limite de tolerância da ACGIH. Para eles, os resultados deixam sérias dúvidas em relação aos limites de tolerância adotados na área da segurança do trabalho.

Pela pesquisa de Kishi et al. (2001) também ficou sugerido que em baixo nível de exposição ocupacional (média de 21 ppm de concentrações ambientais) ao estireno poderão existir consequências adversas na percepção de cores.

Muttray, Wolf, Jung e Konietzko (1997) também realizaram um estudo com indivíduos expostos a mistura de solventes orgânicos em uma fábrica de autopeças que não utilizavam máscaras de segurança. A pesquisa demonstrou que o nível de exposição estava abaixo do limite de tolerância alemão e mesmo assim o teste psicofísico de visão de cor, D15-d, apontou perdas no eixo azul-amarelo dos sujeitos expostos.

Investigando os efeitos de uma exposição aguda de 200 ppm de metil-etil-cetona, utilizando uma câmara de gás, Muttray, Jung, Klimek e Kreiner (2002) chegaram à

conclusão que concentrações abaixo do limite de tolerância podem causar renites, diminuindo, portanto, a percepção olfativa dos indivíduos.

Zavalic et al. (1998) apresentam resultado de uma pesquisa para três grupos de indivíduos expostos ao tolueno. O primeiro grupo ($n = 41$) a um nível médio de 35 ppm, o segundo ($n = 32$) a 31 ppm e o terceiro sem exposição ao tolueno ($n = 83$). Utilizando o D15-d o estudo demonstrou que podem ocorrer perdas na visão de cores dos indivíduos expostos.

A preocupação em relação ao nível de exposição é elevada quando se tratar de mulheres lactantes que, conforme Till et al. (2003 e 2005), demonstraram que o limite de tolerância não protege também as crianças contra danos na percepção visual devido à amamentação.

Gong et al. (2002) desenvolveram um estudo no Japão que teve como objetivo investigar a relação entre a perda de visão de cores e o nível de exposição sofrido por sujeitos expostos ao estireno. Utilizando o ICC a pesquisa demonstrou que a exposição ao estireno pode prejudicar a visão de cores, mesmo com uma concentração ambiental baixa de 10 ppm. Além disso, se a concentração exceder a 50 ppm em situações passadas o dano provocado pelo estireno pode permanecer no indivíduo.

Zavalic et al. (1998) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar o comprometimento da visão de cores com o teste D15-d em trabalhadores ($n = 45$) expostos ao tolueno. Essa exposição que geralmente estava acima do limite de tolerância (média de 119,96 ppm) foi verificada utilizando uma bomba de amostragem e cromatografia gasosa com dados coletados na quarta e na segunda-feira. Além disso, utilizou-se medidas biológicas coletadas na urina dos trabalhadores. Analisando os dados ambientais, biológicos, o ICC, consumo de álcool e idade, a pesquisa concluiu que a concentração do tolueno e a idade foram variáveis mais influentes na

discromatopsia encontrada. Além disso, não ocorreram diferenças significativas entre os resultados encontrados na segunda e na quarta-feira, sugerindo que os efeitos crônicos do toluêno possuem um período de reparação possível na visão de cores superior a 64 horas.

Em relação à reversibilidade dos resultados, estudos demonstram uma latência superior a um mês e outros a um ano. Entretanto existem muitas divergências nas pesquisas relacionadas a esses assuntos (Gooba & Cavalleri, 2003).

A correlação entre os resultados da avaliação psicofísica e vários marcadores biológicos e ambientais depende do marcador e do tipo de solvente a que os indivíduos foram expostos. Fatores como alcoolismo crônico e tabagismo inveterado podem interferir no processo de correlacionar esses resultados (Lacerda et al., 2011).

Meyer-Baron et al. (2008) analisando diferentes estudos realizados com vapores orgânicos concluíram que apesar de encontrarem correlações entre níveis de exposição e efeitos nos indivíduos expostos, a determinação precisa da ação dos vapores ainda não está clara. Isso deve-se principalmente à falta de medições que definam precisamente o agente químico envolvido para fins de comparação, além de existirem diferentes respostas dos indivíduos expostos, sugerindo uma resistência tóxica diferenciada entre as pessoas.

Costa et al. (2012) afirmam que nos frentistas brasileiros, a exposição aos solventes orgânicos leva a deficiências visuais em muitos aspectos como, por exemplo: alterações nas vias parvo, magno e koniocelular e perdas sensoriais correlacionadas ao tempo de serviço. Entretanto, segundo os autores, deve-se estudar e criar limites de exposição específicos para a categoria dos frentistas para completar os resultados encontrados.

5.3 Níveis baixos de concentração sem consequências aos indivíduos

Existiram estudos que concorreram para a aceitação dos limites de tolerância utilizados nos países onde as pesquisas aconteceram. Um exemplo é o estudo de Schäper, Demes, Kiesswetter, Zupanic e Seeber (2004) que, utilizando a técnica de amostragem pessoal de ar, indicou um nível baixo de exposição ocupacional ao tolueno (26 a 4 ppm). O Índice de Confusão de Cores (ICC) na ocasião demonstrou que não existiram na pesquisa efeitos significativos na perda de visão de cores, sugerindo que o limite de exposição do tolueno proporciona, nesse caso, proteção suficiente contra perturbações na visão de cores.

Nakatsuka et al. (1992) utilizando o teste de Lanthony e de Ishihara não detectaram implicações significativas na visão de cores em sujeitos expostos ao tolueno e ao tetracloroetileno. Para esse estudo a concentração média (TWA), medida através da amostragem passiva (bóton fixado no participante), foi 50 % inferior ao valor exigido pela ACGIH.

Muttray, Wolters, Jung e Konietzko (1999) realizaram uma investigação sobre os efeitos agudos do tolueno utilizado como solvente em serviços de gráfica. A exposição foi determinada pela amostragem de ar pessoal. Amostras de sangue venoso foram tomadas imediatamente antes e após a limpeza. Para um período de 40 minutos (tempo da limpeza), foi encontrado um nível de exposição de 1.115 a 1.358 mg/m³. Utilizando os testes para visão de cores (Farnsworth D-15 teste, o Lanthony desaturado D-15, e o Standard Pseudo- isocromatico Plates parte 2) em oito trabalhadores não foram sugeridas perdas na visão de cores a uma exposição considerada aguda. Os autores indicam que o número dos indivíduos (oito) pode ter sido pequeno para representar os reflexos da exposição ao solvente.

Muttray, Kürten, Jung, Schicketanz, e Konietzko (2000) buscaram verificar os efeitos agudos no sistema nervoso central de indivíduos expostos ao nível do limite de tolerância adotado na Alemanha (MAK, threshold limit value) de 200 ppm para o metanol. Utilizando o Eletroencefalograma (EEG) para o teste de excitação de cores foi demonstrada apenas uma leve excitação para os sujeitos expostos supondo que o limite de tolerância protegia os trabalhadores.

Em outro estudo semelhante Muttray et al. (2008) buscaram verificar reflexos em vias aéreas de sujeitos expostos em uma câmara de gás por 4 horas a uma concentração de 50 ppm de acetaldeído, valor do MAK (Limite de tolerância) alemão. Através de um questionário e análise do tempo da percepção mucociliar e de secreções nasais antes e depois da exposição, a pesquisa demonstrou que a exposição ao acetaldeído não causou qualquer sintoma subjetivo de irritações. Além disso, constatou-se que o limite olfativo não se modificou, sugerindo assim que uma concentração dentro do limite de tolerância não causa reflexos nas vias aéreas em sujeitos expostos.

VI. Avaliações Neurocognitivas na Toxicologia Ocupacional

6.1 A Psicologia Cognitiva e seus métodos na Toxicologia Ocupacional

Através da reflexão dos antecedentes filosóficos da psicologia e dos psicológicos da Psicologia Cognitiva, Stenberg (2010) define o Cognitivismo como sendo a crença de que grande parte do comportamento humano pode ser compreendida a partir de como as pessoas pensam. Além disso, o Cognitivismo é, em parte, uma síntese das ideias do Behaviorismo e do Gestaltismo, sendo que este é semelhante na análise quantitativa precisa para estudar como as pessoas aprendem e pensam.

Paiva (2007) apresenta quatro sentidos da Psicologia Cognitiva que são: o estudo dos processos mentais, como representação e memória; a terapia cognitivo-comportamental; o estudo da inteligência segundo modelos computacionais e o estudo das condições neurofisiológicas da cognição.

Essa possibilidade de avaliar aspectos neurocognitivos como a memória e a atenção vem sendo utilizada com maior regularidade em pesquisas internacionais de toxicologia ocupacional.

A literatura apresenta estudos que utilizam testes neurocognitivos como indicadores da saúde mental de indivíduos expostos a solventes orgânicos. Um exemplo é a pesquisa de Milanovic et al. (1990) em que foi realizado um estudo na Iugoslávia envolvendo o desempenho cognitivo de indivíduos expostos a mistura de solventes orgânicos ($n = 27$). Um aspecto interessante nessa pesquisa é que os indivíduos foram agrupados pelo grau de escolaridade. Foram utilizados os testes: Visual retention, Verbal fluency, Digit span, Figura complexa de Rey e CETM (*contextual effects upon textual memory*). O estudo apresentou deficiências nos desempenhos do grupo exposto nos testes Digit Span, Cópia da Figura complexa de Rey, e memória semântica.

Chen et al. (1999) demonstraram preocupações na utilização de solventes e perdas neurocognitivas em chineses que trabalhavam em estaleiros. Nesse estudo utilizou-se

um questionário para avaliar sintomas neuropsicológicos e de personalidade, já aplicado no Reino Unido, que verificava aspectos como a memória, grau de irritabilidade, concentração, cefaléia, insônia, coordenação e outros aspectos fisiológicos. Foi constatado significativo excesso de sintomas sugestivos de disfunção neuropsicológica devido à exposição a solventes.

Morrow, Seinhauer, Condray e Hodgson (1997) avaliaram o desempenho neuropsicológico de pintores de jornais expostos a solventes e compararam com um grupo controle. A avaliação ocorreu após o término de uma atividade de pintura, ou seja, considerando a exposição crônica e a aguda (durante a atividade). O nível de exposição foi estimado por um questionário envolvendo as condições de trabalho. Os testes neuropsicológicos estavam ligados a aprendizagem e memória, habilidades visuais-espaciais, velocidade psicomotora, destreza manual, atenção e flexibilidade mental e inteligência geral. Os resultados encontraram déficits significativos para sujeitos expostos, principalmente com maior tempo de serviço. Os autores concluem que tanto a exposição crônica quanto a aguda a solventes podem influenciar no desempenho neuropsicológico dos indivíduos expostos.

Dick et al. (2004) realizaram um estudo com pintores navais com o intuito de contribuir nas pesquisas referentes aos efeitos neurocognitivos que possam ocorrer dentro dos limites legais para exposição ocupacional. O objetivo principal dos autores foi verificar se essa exposição a solventes poderia estar associada com deficiências neuropsicológicas. Foram estudados antigos trabalhadores expostos dos quais avaliaram a exposição respiratória bem como a exposição dérmica. Para a investigação na percepção de cores foi utilizado o teste D15-d e na verificação cognitiva utilizou-se o Benton visual retention test, Trail making test (TMT) A e B. Utilizou-se ainda o National Adult Reading Teste para estimar o Pre-morbid IQ. Os resultados dos

indivíduos que passaram pela triagem ($n = 78$) demonstraram significativa associação entre a média do ICC e três testes de implicações cognitivas: Benton visual retention test, TMT-A, e TMT-B, após ajustes dos efeitos da idade, álcool e uso de cigarro.

Wood e Liossi (2005) realizaram uma avaliação neurocognitiva em 10 indivíduos expostos a mistura de solventes orgânicos (tetracloroetileno, hidrocarbonetos alifáticos e outros) após um acidente em uma empresa. O estudo utilizou a seguinte bateria de testes: National Adult Reading Test, Wechsler Adult Intelligence Scale; Wechsler Memory Scale; Trail Making Test; Controlled Oral Word Association; Figura complexa de Rey–Osterrieth; Speed and Capacity of Language-Processing Test e Hayling and Brixton Tests. Os resultados apresentaram déficits na velocidade de processamento da informação, memória, atenção e fluência verbal. Os testes mais significativos no estudo foram TMT A e B.

Na Tabela 6 estão presentes, segundo Meyer-Baron et al. (2008), os testes mais eficientes para detectar efeitos significantes nas funções neurocognitivas de indivíduos expostos a solventes orgânicos.

Tabela 6

Principais testes neurocognitivos para exposição a solventes

Área	Testes
Atenção	Simple reaction time Digit Span sum Digit Symbol TMT- A TMT- B Cancellation errors Switch attention time
Construção, formação de conceitos e raciocínio.	Block design
Desempenho motor	Simple reaction time right Tapping nom-dom
Memória	Benton Visual Retention

Nota: Adaptado de “The impact of solvent mixtures on neurobehavioral performance Conclusions from epidemiological data”, por M. Meyer-Baron et al., 2008, NeuroToxicology, 29, p. 351.

Realizando uma análise dos resultados de 53 pesquisas envolvendo a exposição de trabalhadores a vapores orgânicos e consequências neurocognitivas, Meyer-Baron et al. (2008) apontam para maiores déficits relacionados a atenção. Para eles, as pesquisas com solventes orgânicos evidenciam baixo desempenho dos indivíduos expostos quando comparados com o grupo controle. As consequências para os indivíduos expostos estão principalmente dentro do domínio cognitivo da atenção. Os resultados sugerem que a velocidade de processamento é diminuída em sujeitos expostos a solventes orgânicos.

Ainda serão necessários muitos estudos para elucidar a relação do desempenho da visão de cores com déficits neurocognitivos em sujeitos expostos a solventes orgânicos (Dick et al., 2004).

VII. Avaliação Psicofisiológica pelo Rastreamento Ocular

7.1 Definições e Utilização do Eyetracker

O sistema visual humano está equipado com as máquinas mais sofisticadas para se adaptar ao mundo visual. Quando, onde e como os olhos humanos são movidos para reunir informações e se adaptar ao ambiente visual tem fascinado os cientistas há mais de um século (Caldara & Miellet, 2011).

Os movimentos oculares são classificados em dois componentes básicos: os movimentos do próprio olho (chamados sacadas) e os tempos entre os movimentos quando o olho permanece numa única posição (denominados fixações). Fixações geralmente ocorrem somente com a recepção de informação sensorial e a visão é geralmente suprimida durante as sacadas (Matin, 1974).

As sacadas são movimentos do tipo balístico, são guiadas e têm um destino planejado. A direção e a distância de seus movimentos são predeterminadas pelo sistema nervoso antes de serem executadas (Schiffman, 2005).

Os movimentos oculares são estreitamente ligados à atenção visual e, portanto, muitos estudos têm utilizado a análise das regiões alvo sacádicos para investigar a ligação entre os movimentos oculares e a atenção encoberta. Alguns destes estudos têm mostrado que a atenção está sempre orientada na mesma direção das sacadas (Berger, 2011).

Em pesquisas psicofisiológicas recentes, a metodologia do rastreamento dos olhos (eye-tracking) tem sido amplamente utilizada para a obtenção de parâmetros a partir dos dados de movimento dos olhos para analisar processos cognitivos subjacentes ao comportamento visual (Berger, 2011).

Podem ser encontrados na literatura estudos recentes como o de Van Beilen, Renken, Groenewold e Cornelissen (2011) demonstrando que durante uma fixação existe uma atenção destinada à visão periférica de baixa resolução com o objetivo de

planejar a próxima sacada para outra região ou objeto. Foi utilizada uma amostra de 14 estudantes universitários (idade média de 22 anos) com acuidade visual normal ou corrigida. Esse estudo trouxe contribuições para a compreensão das janelas atencionais (região limitada no espaço visual onde captamos a atenção, dirigimos nosso olhar e posteriormente conduzimos nosso comportamento). Através da função psicométrica desenvolvida no Matlab (MATrix LABoratory) ficou provado que as janelas atencionais podem ser moduladas conforme metas individuais e voluntárias de comportamento.

Atualmente muitos estudos estão sendo desenvolvidos através da metodologia do rastreamento ocular (eyetracking). Podem ser encontradas pesquisas em diferentes áreas como o da atenção, aprendizagem e outros.

Jóhannesson, Ásgerisson e Kristjánsson (2012) estudando uma amostra de sete estudantes universitários (5 mulheres e 2 homens, com idade média de 23,0 anos, DP = 3,6 anos), todos com olho dominante, utilizando o eyetracker, demonstraram não existir nenhuma evidência significativa de assimetria na latência dos movimentos sacádicos entre os Hemisférios nasal e temporal.

Avaliando uma amostra de 12 indivíduos com acuidade visual normal ou corrigida, Takeuchi, Puntous, Tuladhar, Yoshimoto e Shirama (2011) realizaram a estimativa do esforço mental na aprendizagem através da percepção visual medindo o diâmetro da pupila. A pesquisa sugeriu que a quantidade de esforço mental na aprendizagem por percepção visual não está ligada unicamente ao desempenho comportamental, mas também a respostas nervosas autônomas, que puderam ser observadas pelo tamanho da pupila.

Tchernikov e Fallah (2010) utilizaram um eyetracker (Eyelink II, SR Reseach, 500 Hz) em uma amostra de 5 indivíduos (2 homens e 3 mulheres) com idade entre 21 a 25 anos e acuidade visual normal ou corrigida, para verificar se existe alguma relação entre

o processamento do movimento e o de cores. Registrando os movimentos sacádicos a 57 cm de um monitor que apresentava estímulos cromáticos e acromáticos o estudo demonstrou que o processamento de movimento acromático é intrinsecamente modulado pela cor.

Não foram encontrados estudos utilizando essa metodologia aplicada à área da toxicologia ocupacional.

VIII. Justificativa, Objetivos e Hipóteses do Estudo

8.1 Justificativa

Mesmo com a evolução tecnológica brasileira na produção do petróleo que ocupa, segundo avaliação da Agência Internacional de Energia em 2013, o 13º lugar na produção mundial e projetado para ser o segundo maior crescimento em produção nas próximas duas décadas, ainda são encontrados no Brasil frentistas expostos diariamente aos efeitos nocivos dos derivados de petróleo durante 8 horas por dia, sem equipamentos de proteção. Muitos países, principalmente os da Europa e América do Norte, já aboliram essa atividade adotando o sistema *self-service* de comercialização.

No Brasil, segundo a Lei do Ministério do Trabalho nº 8.213 de 24 de julho de 1991, os frentistas não têm o direito à aposentadoria especial direta aos 25 anos. Eles devem comprovar a insalubridade por laudos emitidos pela empresa, por Engenheiros de Segurança do Trabalho e contratar ainda serviços advocatícios. Esses custos e dificuldades de entendimento devido ao baixo grau de escolaridade, levam muitos frentistas a se aposentarem aos 35 anos de contribuição.

Ainda são poucos os estudos envolvendo a atividade de frentista. No campo da avaliação neurocognitiva, por exemplo, podem ser encontradas pesquisas com trabalhadores expostos a solventes orgânicos em ambientes industriais (Dick et al., 2004; Meyer-Baron et al., 2008) mas não com frentistas. Na avaliação da percepção visual, a literatura apresenta grande parte dos estudos envolvendo funcionário de hospitais (Kim et al., 2011), pintores de estaleiros (Dick et al., 2004), trabalhadores de indústrias de fibras de vidro (Gong et al., 2002), fábricas de móveis (Gong et al., 2003) e outros.

Apesar de poucos estudos, já existiram evidências de deficiências hepáticas e alteração no tempo de ruptura do filme lacrimal (Hinrichsen et al., 2004), alterações na

fertilidade masculina (Dib et al., 2007), perdas na visão de cores e sensibilidade ao contraste (Lacerda et al., 2012; Costa et al., 2012) em frentistas brasileiros. Entretanto muitas questões ainda precisam de aprofundamentos, como por exemplo, as alterações hepáticas, que ainda não foram bem elucidadas e devem ser estudadas mais a fundo, pois há uma gama de outras causas a serem afastadas como a interação com álcool, tabagismo e outros (Hinrichsen et al., 2004).

Estudos mais recentes como o de Costa et al.(2012) relatam uma importante lacuna encontrada na literatura que é a necessidade de avaliações ambientais para determinar o nível de exposição aos vapores orgânicos dos frentistas. Essas avaliações são importantes para realizar explicações causais relacionadas aos limites de tolerância dos vapores orgânicos, permitindo comparações mais precisas entre as pesquisas e evitando generalizações na interpretação dos resultados (Meyer-Baron et al., 2008; Gobba & Cavalleri, 2003).

Não existem estudos suficientes para uma determinação precisa e controlada do nível de exposição aos vapores dos combustíveis na atividade de frentistas, assim como ainda não há um consenso sobre a ação da exposição crônica e diária que pudesse embasar uma reflexão mais aprofundada sobre os limites de tolerância para essa atividade. Esses limites são alvos de muitas críticas como, por exemplo, falta de consenso entre as diferentes agências que determinam os índices, ausência de estudos referentes à influência de cargas genéticas (Rebelo, 2007) e desatualizações e extrapolações indevidas (Peixe, Nascimento, & Pinheiro, 2009; Quelhas & Gomes, 2011).

Os limites de tolerância para os líquidos combustíveis brasileiros são réplicas daqueles preconizados pela ACGIH (300 ppm para gasolina e 1000 ppm para o etanol)

o que pode levar a sérias dúvidas de sua eficiência já que a composição, o microclima, os procedimentos e até mesmo a carga genética no Brasil são diferentes.

Tendo em vista essas considerações, é de suma importância científica e social, estudar, entender e pesquisar sobre os níveis de exposição ambiental e as consequências psicofísicas, fisiológicas e neurocognitivas na atividade de frentista. Este estudo pode trazer subsídios essenciais para uma discussão aprofundada sobre os limites de tolerância, envolvendo aspectos da saúde dos trabalhadores que ainda são pouco utilizadas pelos profissionais dessa área e pelas Delegacias Regionais do Trabalho (DRTs) na avaliação de trabalhadores expostos a solventes orgânicos. Estudos deste tipo trazem benefícios para a pesquisa básica, para os trabalhadores, seus familiares e para toda a sociedade que arca com as despesas previdenciárias dos auxílios doenças e aposentadoria por invalidez que tanto oneram um país.

8.2 Objetivos

8.2.1 Objetivo Geral

Determinar o nível de exposição aos vapores da gasolina e do álcool etílico e avaliar as consequências psicofísicas, neurocognitivas e fisiológicas em uma amostra de frentistas brasileiros.

8.2.2 Objetivos Específicos

- Determinar o nível de exposição diário ao etanol e a gasolina para a categoria dos frentistas;
- Verificar se a exposição diária e a crônica, representada pelo tempo de serviço, podem influenciar no desempenho dos testes;
- Verificar se existem comprometimentos hepatotóxicos nos frentistas;
- Comparar o desempenho dos frentistas com o de um grupo controle nos testes psicofísicos e neurocognitivos;

Para alcançar estes objetivos levantamos as seguintes hipóteses:

8.3 Hipóteses

- I. Diferentes estudos demonstraram que a exposição dos frentistas aos vapores dos líquidos combustíveis geram consequências na visão de cores e sensibilidade ao contraste (Costa et al., 2012; Lacerda et al., 2011) correlacionados com o tempo de serviço (Costa et al., 2012). Além disso, já foram encontradas consequências neurocognitivas em indivíduos expostos a solventes orgânicos em ambientes industriais (Dick et al., 2004; Meyer-Baron et al., 2008). Portanto espera-se que:

- (a) Os frentistas tenham um desempenho significativamente mais baixo nos testes para a visão de cores (D15 Dessaturado de Lanthony e Cambridge Colour Teste - CCT), sensibilidade ao contraste (Metropsis - Cambridge Reseach Systems) e rastreamento ocular, quando comparados ao grupo de participantes não expostos aos vapores orgânicos;*
- (b) O desempenho dos frentistas nos testes neurocognitivos (Trail Making A e B e Figura Complexa de Rey) serão significativamente inferiores ao do grupo controle;*
- (c) Existe correlação estatisticamente significativa entre a exposição crônica e diária com o desempenho nos testes.*

- II. Hinrichsen et al. (2004) sugerem alterações do índice de Alanina Aminotransferase em frentistas devido à exposição aos vapores dos combustíveis. Portanto espera-se que:

- a) Os frentistas tenham valores fora dos parâmetros normais dos marcadores biológicos: alanina aminotransferase (ALT), aspartato aminotransferase (AST), Gama-glutamilttransferase (GGT), Bilirrubina Direta (BD) e Bilirrubina Total (BT).*

9.1 Tipo de estudo

Este estudo caracteriza-se por ser uma pesquisa transversal com delineamento quase experimental, do tipo *ex - post facto*, utilizando multimétodos.

9.2 Características dos Participantes

Foram recrutados 81 participantes, sendo que 42 eram frentistas voluntários em diferentes faixas etárias e de tempo de serviço e 39 foram participantes não expostos a vapores orgânicos. Após a aplicação da ficha de anamnese (Apêndice A) e os testes de triagem, foram excluídos um caso de daltonismo, duas mulheres e um indivíduo com 27 anos como frentista. Esse indivíduo foi retirado da amostra porque atuou antes de 1992, período em que a gasolina brasileira continha chumbo em sua composição (Costa et al., 2012). Preferiu-se estudar apenas frentistas homens devido à possível diferença no processo de intoxicação entre os sexos, já que os vapores orgânicos são lipofílicos (Hegazy et al., 2010) e as mulheres apresentam geralmente maior percentual de gordura corporal (Filardo & Pires Neto, 2001; Leitão et al., 2000).

Ao final do processo de triagem foi obtida uma amostra final com 38 frentistas do sexo masculinos denominados Grupo Exposto (GE) e, após a exclusão feita com o questionário sociodemográfico e um caso de daltonismo foram selecionados 38 voluntários denominados Grupo Controle (GC).

Os critérios de inclusão adotados foram os seguintes:

A- Grupo Exposto

- 1- Frentistas em qualquer faixa etária;
- 2- Mais de 6 meses de atividade contínua (Campagna et al. 1995; Zaválic et al., 1998);
- 3- Sem exposições anteriores a vapores químicos (Semple et al., 2000);
- 4- Para avaliação hepatotóxica: isenção de icterícia, transfusão de sangue, consumo de álcool, uso de condimentos no dia da avaliação, uso de remédios e ausência de hepatite ou problemas nutricionais;
- 5- Nunca tenham usado máscaras de proteção individual.

B- Grupo Controle

- 1- Sem exposição a produtos químicos;
- 2- Idade aproximada do grupo exposto (Schreiber et al., 2002);
- 3- Escolaridade próxima ao do grupo exposto (Milanovic et al., 1990).
- 4- Indivíduos com no máximo segundo grau completo.

C- Exigências comuns aos dois grupos

- 1- Sexo masculino;
- 2- Acuidade visual normal (20/20) ou corrigida verificada com o “E” de Rasquin;
- 3- Ausência de discromatopsia congênita (daltonismo) verificada com o teste de Hishirara.
- 3- Ausência de:
 - Histórico de diabetes, hipertensão arterial, esquizofrenia e outras doenças neurológicas;
 - Uso de álcool, tabaco ou qualquer outra substância que possa afetar a percepção visual;
 - Uso de medicamentos que interfiram na visão de cores;
 - Consumo de álcool um dia antes dos testes;

Vale salientar que na anamnese foram pesquisados, para os dois grupos, os empregos que os indivíduos tiveram, juntamente com a duração de cada um deles. Para Semple et al. (2000), esse é um fator importante na detecção de exposições anteriores a agentes químicos.

O GE foi caracterizado pela média de idade igual a 32,66 anos (DP = 1,30) e grau de escolaridade igual a 9,68 anos de estudo (DP = 0,34). Para o GC a média da idade foi de 31,00 anos (DP = 1,54) e para o grau de escolaridade 9,84 anos de estudo (DP = 0,34). O teste Mann-Whitney não demonstrou diferença estatisticamente significativa entre a idade ($U = 605$; $p = 0.224$) e o grau de escolaridade ($U = 668,50$; $p = 0.52$) dos grupos.

Mesmo com o número de anos de estudo equiparados entre os grupos, buscou-se recrutar indivíduos com profissões que não acarretassem desenvolvimento de habilidades e competências superiores a atividade de frentista (Tabela 7). O ambiente de trabalho é considerado uma forma de ensino informal, onde um indivíduo pode adquirir e acumular conhecimento (Bianconi & Caruso, 2005).

Tabela 7
Profissões e número de participantes do G.C.

Profissão	Número de Participantes
Serviços Gerais	14
Estudante	9
Eletricista	6
Vendedor de livros	3
Pedreiro	3
Vigilante	1
Motorista	1
Porteiro de Edifício	1
Total	38

Nota: Trabalhadores denominados Serviços Gerais realizavam varreção, transporte de carteiras e outras atividades na Universidade.

Apenas 3 estudantes eram alunos universitários, no início do primeiro período, outros 6 alunos foram recrutados do curso supletivo oferecido pela própria Universidade.

9.3 Aspectos Éticos

A participação de todos os voluntários levou em consideração os aspectos éticos pertinentes à investigação envolvendo seres humanos, conforme a resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde. Vale salientar que as empresas envolvidas foram totalmente esclarecidas em relação à pesquisa e à divulgação dos resultados encontrados.

Foi feita uma parceria com o Sindicato da Indústria de Petróleo da Paraíba (SINDIPETRO-PB) que estimulou a participação dos postos da cidade de João Pessoa. Em contrapartida foi oferecida uma palestra para os colaboradores do setor, envolvendo a saúde e segurança com produtos químicos. O certificado de aprovação do comitê de ética e o termo de anuência encontram-se nos Anexos 1 e 2 respectivamente.

Vale salientar ainda que os participantes assinaram um termo de consentimento e livre esclarecimento, projeto aprovado no Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba pelo número 06746612.4.0000.5188, em acordo com diretrizes internacionais.

9.4 Local da Pesquisa

A pesquisa foi realizada em seis postos de combustíveis da cidade de João Pessoa, Paraíba, no Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento, da Universidade Federal da Paraíba (LPNeC – UFPB) e no laboratório de Oncofarmacologia e Toxicologia do Programa de Pós-Graduação em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos da UFPB.

As quatro avaliações de exposição ambiental utilizando a bomba de sucção foram feitas no posto 1 e as 20 avaliações passivas (dosímetro de lapela) foram realizadas nos postos 1 (região central), 2 (centro próximo a área verde) e 3 (próximo ao mar) da Figura 4.

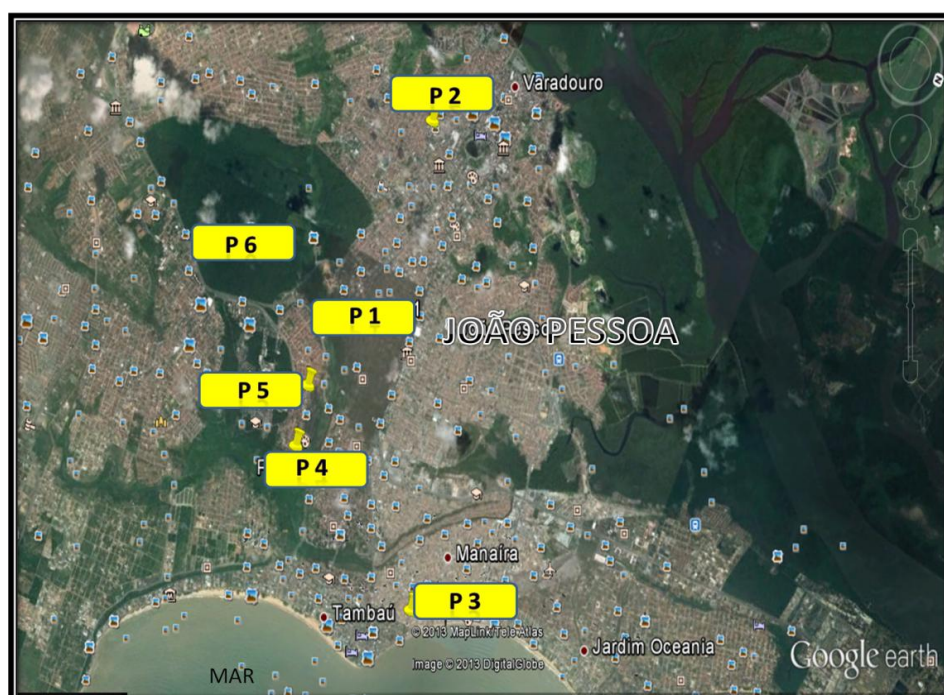


Figura 4. Localização dos postos estudados na cidade de João Pessoa. Adaptado de google Earth 2013.

9.5 Procedimentos e Equipamentos

A realização da coleta de dados iniciou-se antes do começo da jornada de trabalho dos frentistas com a preparação dos equipamentos de amostragem de vapor. A captação dos vapores foi acompanhada até o final da jornada de cada participante e posteriormente ocorreu o deslocamento desses participantes até o LPNeC.

Todos os frentistas foram levados ao laboratório imediatamente após a jornada de trabalho, levando no máximo 20 minutos para realizar esse deslocamento. Esse tempo eleva a garantia de que não ocorreram diferenças relacionadas à dinâmica de desintoxicação já que, segundo Zavalic et al. (1998), um solvente químico, como por exemplo, o tolueno presente na composição da gasolina, pode estar latente em relação à visão de cores acima de 64 dias no indivíduo exposto.

O estudo passou por diferentes etapas entre os postos e o laboratório. Uma visão geral do fluxo da pesquisa está representada na Figura 5.

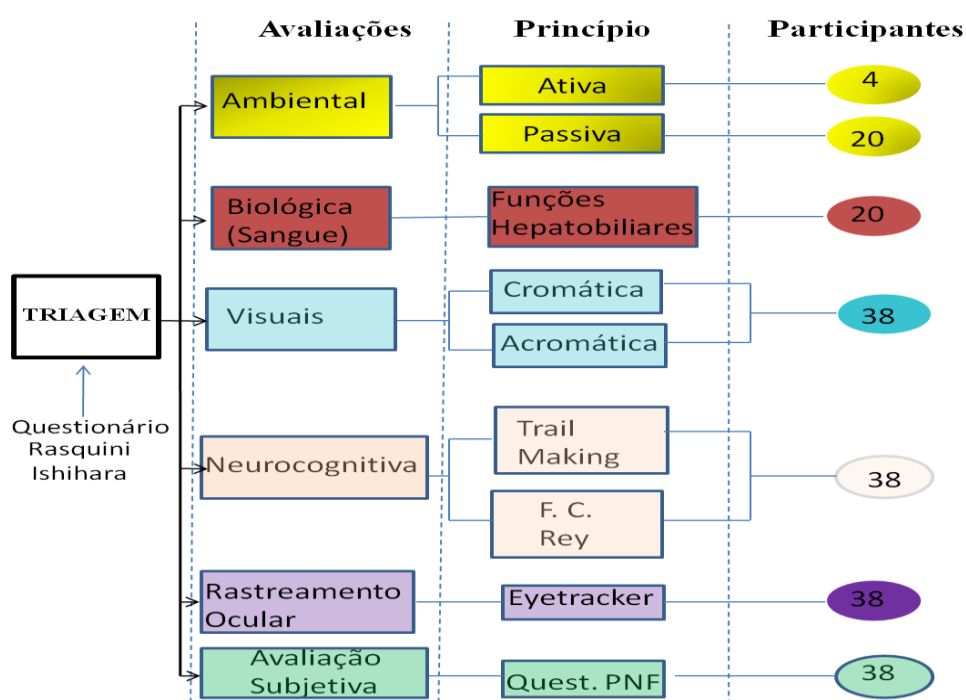


Figura 5. Organograma geral do estudo com o número de frentistas participantes. D15-d = Teste D15 Dessaturado de Lanthony, F.C.Rey = Figura Complexa de Rey, Quest.PNF = Questionário de Sintomas Psicológicos e Neurológicos, CCT = Cambridge Colour Test.

As quatro avaliações ativas, utilizando uma bomba de sucção, foram realizadas em quatro dias com participantes diferentes. As vinte avaliações passivas também foram feitas em participantes e dias diferentes.

Todos os testes do laboratório foram aplicados na mesma sequência, levando em média aproximadamente 1,5 horas de duração, procurando assim igualar a influência do cansaço em cada participante, principalmente nos últimos testes.

Devido à disponibilidade do laboratório, a avaliação biológica ocorreu 30 dias após a coleta de vapor nos postos, por isso não foram analisadas correlações entre essas variáveis.

9.6 Testes Utilizados

Inicialmente foi realizado um teste para determinar o olho dominante dos participantes, que foram utilizados para realizar os testes do CCT, Eyetracker e Função de Sensibilidade ao contraste. O teste D15-d foi realizado binocularmente. Para encontrar o olho dominante utilizou-se da técnica de apontar um objeto com uma caneta e fechar cada olho separadamente. O olho onde a imagem do objeto persistiu caracterizou-se como dominante.

9.6.1 Avaliação da visão de cores

Como na avaliação de cores em sujeitos expostos a solventes orgânicos recomenda-se utilizar mais de um teste (Fernandes & Urbano, 2008; Lima et al., 2011) foram utilizados, além do Ishihara na triagem, os testes D15 Dessaturado de Lanthony (D15-d) e o Cambridge Colour Test – CCT.

9.6.1.1 Teste D15 Dessaturado de Lanthony (D15-d)

O painel Desaturated D-15 é um teste que permite a avaliação rápida e fácil, e aponta a perda, de leve a moderada, na discriminação cromática nos déficits para a visão de cores congênitos e adquiridos (Lanthony, 1978).

O teste D15-d é uma espécie de teste de comparação e é indicado nas discromatopsias adquiridas sendo construído abrangendo todo o círculo de Munsell, uma vez que o processo é resultante de uma alteração em intensidade variável nos cones retinianos. Respeita-se, no entanto, os eixos definidos para caracterizar as três patologias cromáticas: protan, deutan e tritan (Fernandes & Urbano, 2008).

O teste D 15 dessaturado - Lanthony (1984) admitiu que a saturação é o primeiro fator da sensação colorida a se degradar. Assim, ele modificou as pastilhas do Panel D 15 existente, com saturação cinco e brilho cinco, para dessaturação dois e aumentou o brilho para oito. Tornou, portanto, as 15 pastilhas do D15 dessaturado mais claras e brilhantes (Fernandes & Urbano, 2008).

Muttray et al. (1997) em pesquisa com sujeitos expostos a mistura de solventes orgânicos, encontraram perdas significantes da visão de cores nos eixos azul-amarelo no teste D15-d, já no teste de Farnsworth D-15 não foram encontrados os mesmos resultados. Para os autores, o teste D15-d possui maior sensibilidade nas pesquisas com exposição a solventes orgânicos.

O teste possui uma pastilha (P) de referência que é fixa e 15 outras pastilhas com matizes diferentes de mesmo brilho (8) e saturação (2). Essas pastilhas possuem uma numeração em sua parte inferior, onde a sequência de 1 a 15 representa a disposição correta do teste (Figura 6).

O teste foi especialmente preparado com um fundo preto e uma lâmpada incandescente de 60 W com uma angulação de 45 °. A distância do ponto de iluminação

até a caixa para ordenar as peças foi de 21 cm, exigida pelo manual para lâmpadas com a potência de 60 W. Foram utilizados ainda os óculos de filtros azuis (parte do conjunto do teste), que juntamente com a lâmpada incandescente, proporcionam a iluminação representativa da luz do dia, como exige o teste.

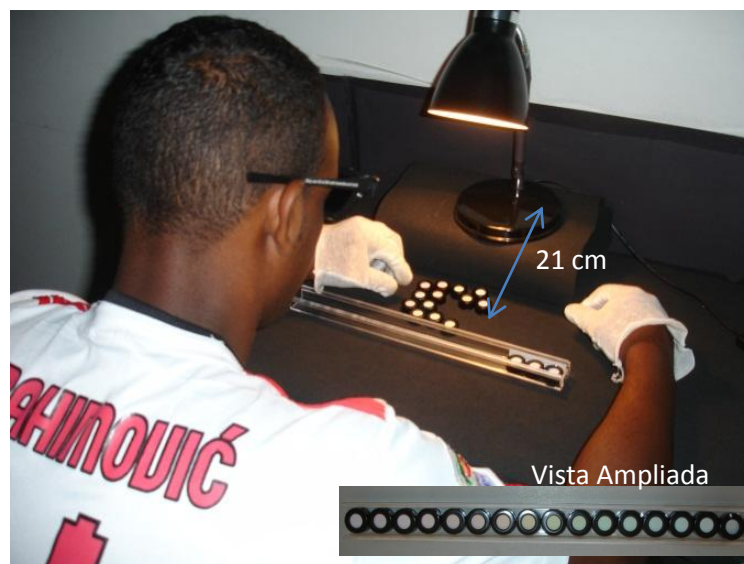


Figura 6. Aplicação do teste D15-d, distância padrão (21 cm) e vista ampliada das pastilhas.

Após excluir todas as fontes de iluminação, foram misturadas aleatoriamente as pastilhas e foi pedido ao participante para ordená-las conforme uma progressão cromática (pastilhas com matizes mais próximas).

Sem tempo fixo, o participante possuía três chances para acertar a sequência correta e após a realização de cada tentativa foram anotados os números presentes no fundo de cada pastilha. Foi considerada apenas a melhor das tentativas do participante.

A avaliação dos participantes nesse teste pode ser feita de forma qualitativa ou quantitativa.

Considerando a afirmação de Gobba e Cavalleri (2003), que alertam que o teste D15-d não deve ser analisado somente qualitativamente quando se quer descobrir perdas precoces na visão de cor, foi utilizado o ICC (Índice de Confusão de Cores) de Bowman para avaliar quantitativamente o desempenho de cada participante.

Bowman (1982) apresentou uma proposta para analisar quantitativamente as respostas dos participantes que passavam pelo teste D15 conforme equação 5. Nessa proposta avalia-se o Índice de Confusão de Cores (ICC), que pode ter o valor 1, quando todas as peças estão corretas ou maiores que 1 conforme o grau de erro.

$$ICC = \frac{TCDS \text{ do participante}}{TCDS \text{ padrão}} \quad (5)$$

Onde:

TCDS = Total Color Distance Score.

Esse método é baseado na soma das distâncias percentuais (em termos do diagrama de cromaticidade padrão) medidas entre as peças em uma determinada sequência, o que produz o TCDS. O valor mínimo (erro de controle) do TCDS é de 56,4, o que corresponde ao arranjo correto das peças (Paramei, Baron, & Seeber, 2004).

Para encontrar o TCDS de um participante utiliza-se da tabela confeccionada por Geller (2001), onde podem ser encontrados os valores correspondentes da sequência de cada par de pastilhas, conforme Tabela 8.

Tabela 8

Tabela com os valores das distâncias entre cada peça do teste.

	Pilot	Cap 1	Cap 2	Cap 3	Cap 4	Cap 5	Cap 6	Cap 7	Cap 8	Cap 9	Cap 10	Cap 11	Cap 12	Cap 13	Cap 14	Cap 15
Pilot	0.00	3.33	6.74	9.88	11.93	14.37	17.73	21.80	21.57	19.69	15.19	13.24	11.97	9.98	8.60	6.71
Cap 1		0.00	3.43	6.76	9.03	11.70	15.56	19.59	20.98	19.89	16.37	14.97	13.98	12.41	11.37	9.76
Cap 2			0.00	3.62	6.14	9.05	13.40	18.21	20.46	20.21	17.77	16.91	16.20	15.02	14.29	12.90
Cap 3				0.00	2.59	5.56	10.18	15.51	18.49	19.09	17.89	17.67	17.32	16.66	16.34	15.34
Cap 4					0.00	2.98	7.69	13.87	16.73	17.92	17.63	17.87	17.78	17.52	17.49	16.78
Cap 5						0.00	4.84	10.76	14.76	16.68	17.51	18.28	18.48	18.64	18.92	18.54
Cap 6							0.00	6.20	10.94	14.00	16.62	18.19	18.85	19.69	20.46	20.61
Cap 7								0.00	5.47	9.88	14.69	17.14	18.33	19.94	21.27	22.08
Cap 8									0.00	5.09	11.26	14.22	15.74	17.90	19.61	20.94
Cap 9										0.00	6.71	9.86	11.56	14.01	15.94	17.62
Cap 10											0.00	3.18	4.94	7.55	9.61	11.57
Cap 11												0.00	1.80	4.50	6.61	8.72
Cap 12													0.00	2.72	4.83	7.00
Cap 13														0.00	2.12	4.35
Cap 14															0.00	2.33
Cap 15																0.00

Nota: Adaptado de Geller (2001).

Conforme a Tabela 8 uma ligação entre as peças 7 e 5 teria um valor de escore de 10,76. Os valores em negrito correspondem às ligações corretas entre as peças e a somatória destes é o valor de 54,60.

Os pequenos erros (Figura 7) são feitos quando as pastilhas com números adjacentes são trocados; grandes erros com pastilhas distantes, por exemplo, número 3 e 12. Dois pequenos erros são tolerados como normais, mais erros devem ser verificados conforme os eixos protan, deutan e tritan (Pokorny et al., 1981).



Figura 7. Peças com as numerações de fundo e erro da peça 5 com a 7.

Para participantes com grandes erros foram confeccionados o gráfico da Figura 8 proposto pelo fabricante. Neles foi determinado, conforme a inclinação mais semelhante, o tipo de perdas nos eixos de confusão: protan, deutan e tritan.

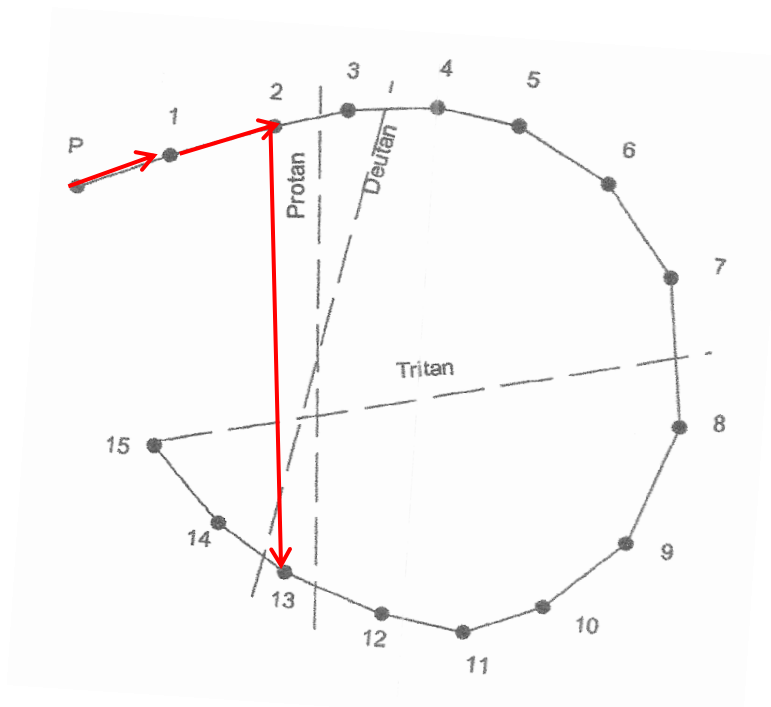


Figura 8. Exemplo de avaliação qualitativa com desvio no eixo protan.

9.6.1.2 Cambridge Colour Test - CCT

O teste CCT foi idealizado pelo grupo de Jhon Mollon (1989) e adaptado pela empresa Cambridge Research Systems, Ltd. Possui a finalidade de verificar a confusão ou ausência de discriminação das cores. Esse teste utiliza um alvo em forma de “C” com cromaticidade diferente do fundo. Uma das qualidades desse teste é a ausência de borda em torno do alvo evitando auxílio da formação de contornos (Landeira-Fernandes & Fukushima, 2012).

O estímulo é uma adaptação do “C” de Landolt, composto por círculos de diversos tamanhos, com diâmetros entre 5,7 e 2,8 arcmin. A luminância varia entre 7 a 15 cd/m² e a abertura do “C” de Landolt possui 1,25^o (Regan, Reffin, & Mollon, 1994).

Para este estudo foi utilizado o CCT versão 2.0 e um sistema de geração de estímulos Visual Stimulus Generator VSG 2/5 (Cambridge Research Systems), um microcomputador Dell Precision com monitor LG. A correção gama foi feita por um fotômetro optical (Cambridge Research Systems).

O teste foi aplicado em uma sala escura, mononuclearmente (olho dominante), com o participante a uma distância de 3,00 metros do monitor. O método da escolha forçada foi utilizado onde o participante informava, através da caixa de resposta modelo CB6 (Cambridge Research Systems), a orientação do estímulo “C”, podendo ser para cima, para baixo, direita ou esquerda (Figura 9).

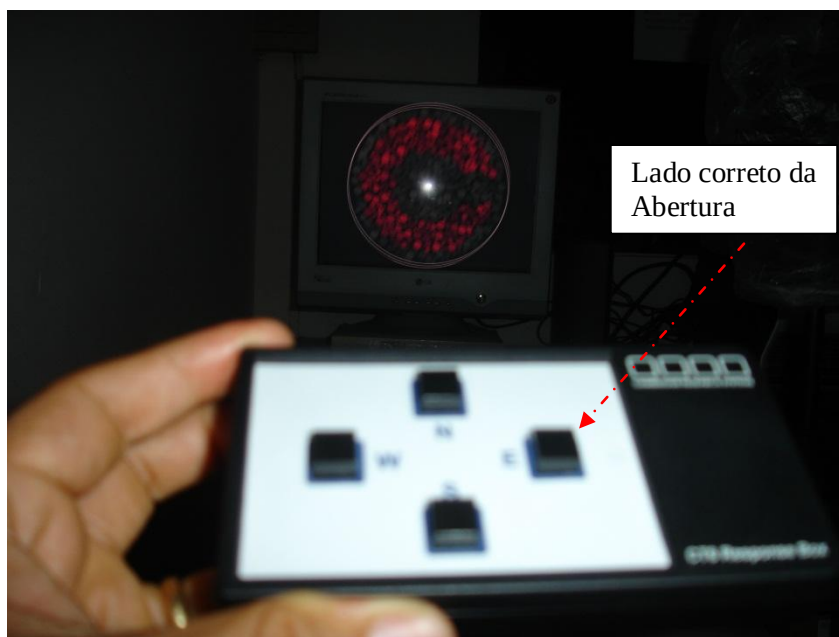


Figura 9. Chave de controle, alvo “C” com abertura para o lado direito e indicação da tecla correta.

Para cada resposta correta a cromaticidade do fundo se aproximava da cromaticidade do alvo “C” e para cada resposta incorreta a cromaticidade de ambos se distanciava. Uma omissão de resposta foi considerada como resposta incorreta. A cada resposta incorreta o tamanho do passo na escala era dobrado e a cada resposta correta o passo era dividido por dois.

A finalização do teste ocorria quando eram realizadas 11 reversões para cada eixo testado e o limiar da percepção era caracterizado após as seis últimas reversões.

O participante foi instruído para fazer a escolha em até 3 segundos. Em caso de dúvida o mesmo poderia “chutar”, tentando encontrar ao máximo uma lógica de arranjo para o alvo “C”.

Foram utilizados os modos trivector e da elipse para a avaliação final da percepção de cores com o CCT.

9.6.1.2.1 Modo Trivéctor

O modo trivector possui um tempo menor de execução, sendo utilizado como parâmetro inicial na avaliação da visão de cores (Landeira-Fernandes & Fukusima, 2012). É um teste inicial que indica deficiências nos eixos de confusão protan, deutan e tritan. Utiliza como parâmetro três vetores, um para cada eixo, que geram ao final, três limiares de comprimento na coordenada $u'v'$ do espaço de cor CIE 1976, conforme Figura 10.

Para cada erro do participante o modo trivector acrescenta uma unidade de comprimento no vetor testado e para cada acerto o vetor diminui. Quanto maior o valor do comprimento do vetor menor é a percepção para as cores apresentadas para o eixo em questão (protan, deutan ou tritan).

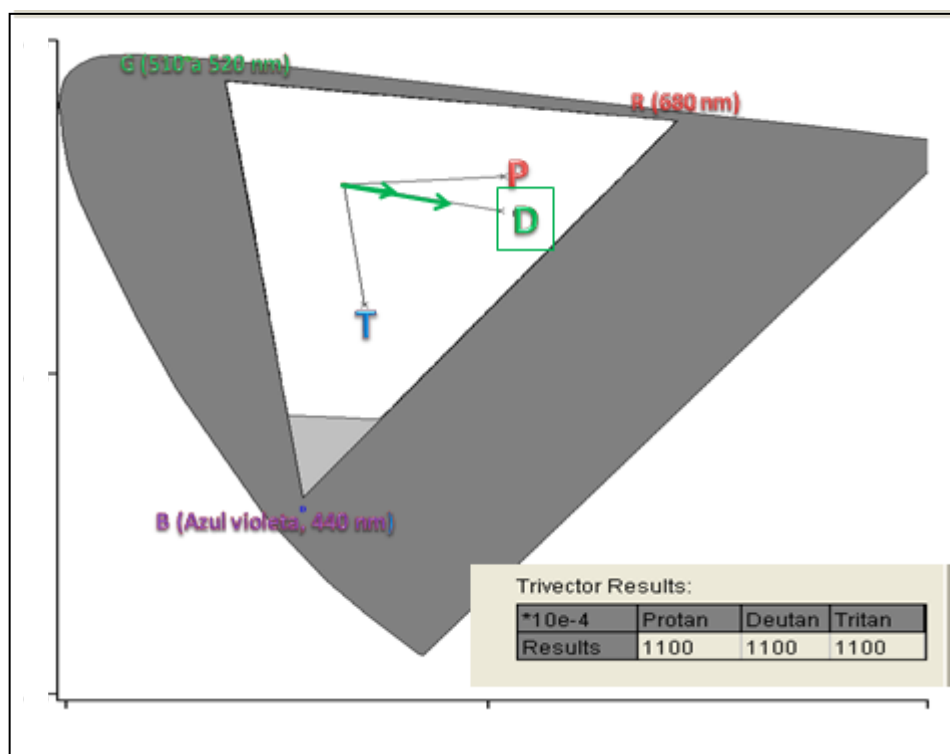


Figura 10. Tela de apresentação durante o teste trivector, eixos protan, deutan e tritan. Limites do sistema RGB e seus comprimentos de onda. Quadro do resultado do comprimento de cada eixo com o valor máximo do comprimento que cada vetor pode chegar.

9.6.1.2.2 Modo Elipse

Possui o mesmo procedimento que o teste trivector, entretanto é mais longo e faz uma verificação da percepção visual nos três eixos de confusão (protan, deutan e tritan) utilizando a elipse de MacAdam (Figura 11).

Esse modo do CCT pode ser realizado utilizando 6, 8, 12 e 20 vetores. Optou-se por utilizar 8 vetores pela maior ocorrência na literatura em estudos envolvendo frentistas brasileiros (Costa et al., 2012; Lacerda et al., 2012). Além disso, testes com 12 e 20 vetores possuem um tempo de execução muito elevado para uma pesquisa do tipo multimétodos.

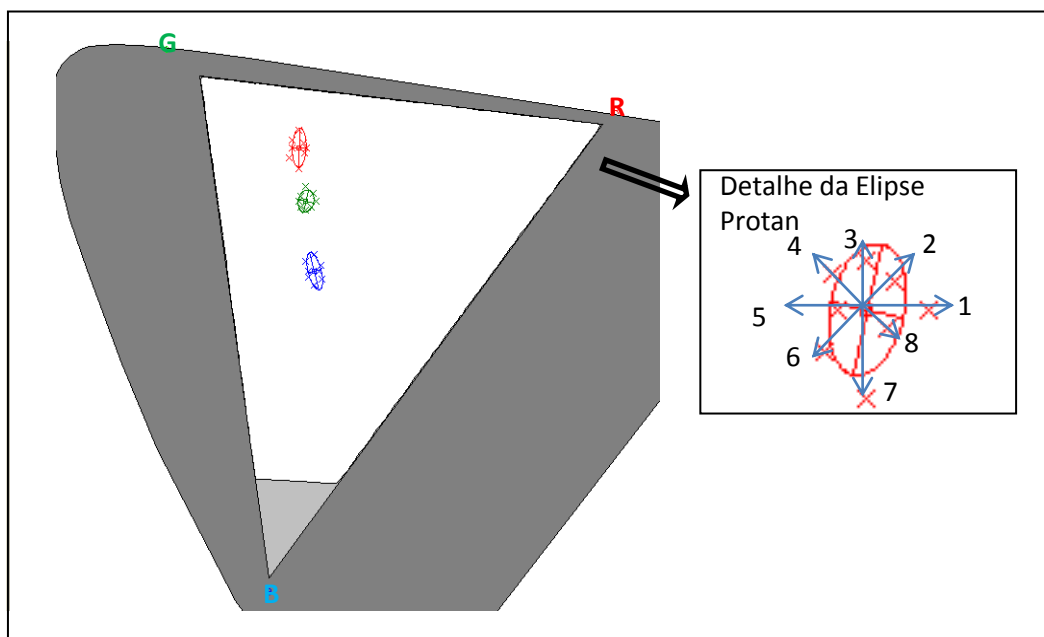


Figura 11. Tela de apresentação do teste das elipses (protan, deutan e tritan) e detalhe dos 8 vetores para o eixo de confusão protan.

Cada erro do participante representa um acréscimo no comprimento do vetor analisado e cada acerto, uma redução. Ao final do teste o gráfico apresenta uma elipse para cada eixo onde a área é formada pelo comprimento dos vetores. Áreas maiores representam déficits maiores para o eixo avaliado.

9.6.2 Avaliação da Sensibilidade ao Contraste

A avaliação da Sensibilidade ao Contraste foi realizada através do programa Metropsis (Cambridge Research Systems) utilizando um monitor LG, um sistema Visual Stimulus Generator (ViSaGe) vídeo VSG 2/5 (Cambridge Research Systems), um Computador *Dell Precision* T3500 com placa de vídeo W3530. A luminância média utilizada foi a de 34,4 cd/m² e os estímulos foram do tipo grade senoidal vertical nas frequências espaciais 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 e 16 cp/g, próximas as utilizadas nos dois estudos brasileiros (Costa et al., 2012; Lacerda et al., 2011).

O método psicofísico utilizado foi o da escolha forçada temporal com duas alternativas, proposto originalmente por Wetherill e Levitt (1965).

O participante mantinha-se a uma distância de 150 cm, e através da caixa de resposta modelo CB6 (Cambridge Research Systems) tinha que indicar o lado em que o estímulo se apresentava (esquerdo ou direito, conforme Figura 12). Em caso de dúvida ou de não detecção do estímulo, o participante deveria “chutar” procurando os mínimos indícios da figura no monitor.



Figura 12. Tela do computador, estímulo, caixa de resposta e indicação do lado correto da apresentação.

A avaliação terminava quando ocorressem oito reversões de respostas para cada frequência testada. Cada reversão era definida pelo valor de percentagem do contraste do estímulo naquela tentativa, e para cada frequência espacial, uma média de oito reversões era utilizada como média de limiar de contraste (Costa et al., 2012).

Todo o experimento foi acompanhado pelo pesquisador pelo segundo monitor. Quando havia a percepção de que os estímulos iniciais não estavam sendo detectados, o teste era interrompido e as instruções repassadas ao participante. Após perceber que o sujeito tinha entendido corretamente o teste, a avaliação era reiniciada.

9.6.3 Avaliação da Movimentação Ocular

A avaliação da movimentação ocular foi feita utilizando um teste desenvolvido no laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC) da Universidade Federal da Paraíba denominado “teste do labirinto”. O objetivo principal dessa avaliação foi investigar as respostas nervosas autônomas nos processos cognitivos subjacentes ao comportamento visual.

Durante o teste foram monitorados a movimentação ocular do participante, as sacadas, as fixações, os rastros e o tempo de duração de toda a tarefa.

9.6.3.1 Imagem do Labirinto

Foi criada uma imagem de um labirinto com 8 bits (Figura 1), tendo linhas auxiliares tracejadas para facilitar o desenvolvimento do teste e evitar inúmeros cruzamentos de rastros, dificultando a visualização dos resultados.

A imagem foi criada de tal forma que o início do teste (ponto A) coincida com o centro da tela, ponto inicial de fixação padrão adotado pelo eyetracker.

O desenho do labirinto possui quatro chegadas (pontos B) e distribuição gráfica com grau de dificuldade simétrica.

Após testes pilotos, foi criada uma linha tracejada auxiliar que reduz a aflição dos participantes quando encontram uma saída bloqueada, podendo causar muitas desorientações.

Foram criados dois tipos de percursos diferentes no labirinto, tipo I e tipo II, com o mesmo grau de dificuldade (espelhados) como pode ser visto na Figura 13. Essa diferenciação foi utilizada quando o participante não realizava adequadamente o teste, mas reconhecia o trecho correto para se chegar a saída. Quando isso ocorria era dada

nova chance ao sujeito realizando o teste pelo outro tipo do percurso, já que o participante poderia ter memorizado o caminho correto na primeira tentativa.

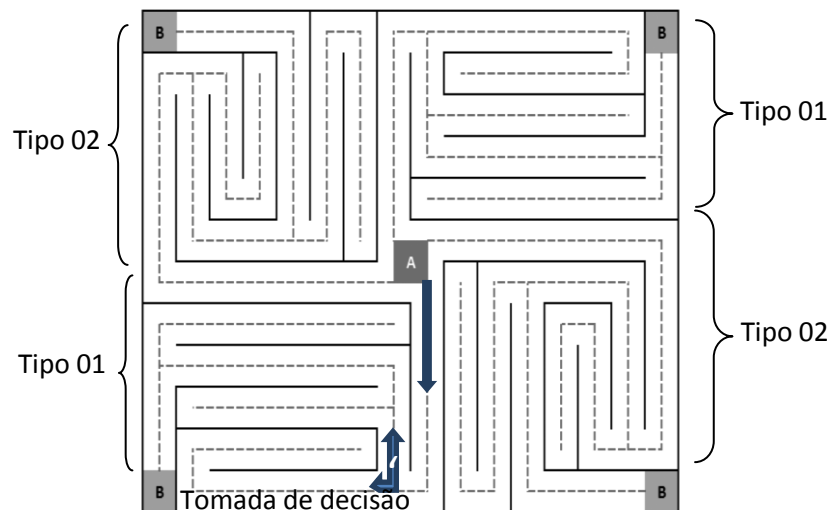


Figura 13. Labirinto criado para o teste de rastreamento ocular e um ponto de tomada de decisão voluntária.

Um ponto que demonstra a eficiência do teste são as regiões onde o participante, mesmo que em um período determinado de tempo muito curto, pode decidir qual percurso tomar (ponto de decisão da Figura 1). Observou-se que nesses pontos os tempos das fixações geralmente foram maiores podendo sugerir julgamentos mais complexos.

Para criação do teste foram utilizados um High-Speed Video Eye tracker Toolbox, 250Hz model (Figura 14); apoio de queixo e teste; um computador Dell Precision T3500 com placa de vídeo W3530 e um Visual Stimulus Generator (ViSaGe) todos fornecidos pela Cambridge Research Systems (Rochester, Kent, England).

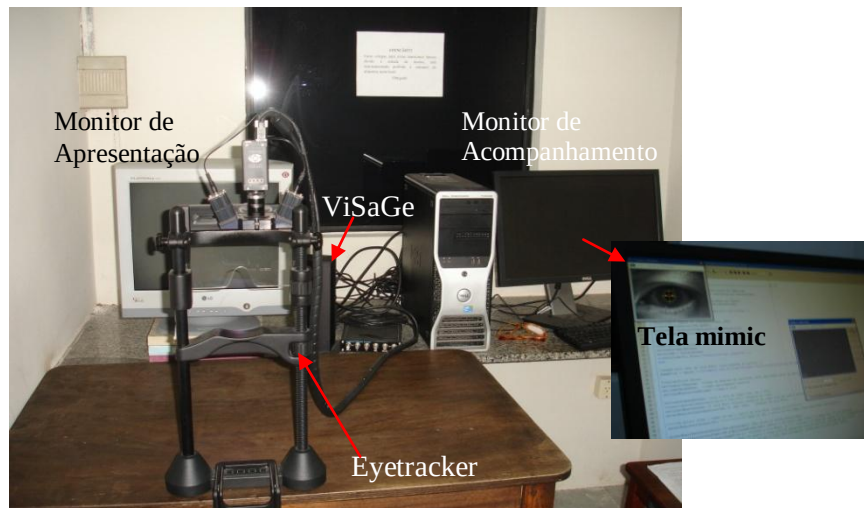


Figura 14. Eyetracker , ViSaGe, monitores e detalhe do monitor de acompanhamento em funcionamento com a tela menor ou mimic.

Todas as etapas do teste foram escritas na linguagem do programa Matlab versão 7.2, apresentada no Apêndice J, e para o desenvolvimento da programação foram fixados inicialmente alguns parâmetros importantes conforme a Tabela 9.

Tabela 9

Parâmetros e Especificações iniciais para a programação no Matlab.

Parâmetros	Especificações
Sacada	Fixação em uma área circular de raio igual a 20 mm em um tempo igual ou superior a 100 milissegundos.
Tempo da apresentação	Aberto para terminar com um toque em qualquer tecla do teclado.
Tempo de armazenamento do rastro	50 segundos na tela <i>mimic</i>
Distância do participante	570 mm coincidindo com a distância equivalente a 1 ciclo por grau de visão.

O participante foi instruído a sair do ponto central A e chegar até qualquer ponto de saída B, sem pistas e em menor tempo possível, evitando sair dos trilhos. Se encontrasse as barreiras, deveria retornar por essa linha continuando o percurso sem a necessidade de retornar ao ponto A. Vale salientar que as saídas não estavam indicadas, evitando um direcionamento nas respostas.

O processo para realização do teste passou pela calibração do olho (calibração, teste e gravação do movimento ocular), apresentação do labirinto e finalização do teste. Essa etapa foi controlada pelo pesquisador que através de qualquer tecla poderia finalizar o teste ao observar que o participante chegou pelo caminho correto até o ponto B.

A sequência da operação, alguns pontos gráficos importantes e um exemplo de um teste do labirinto são apresentados na Figura 15.

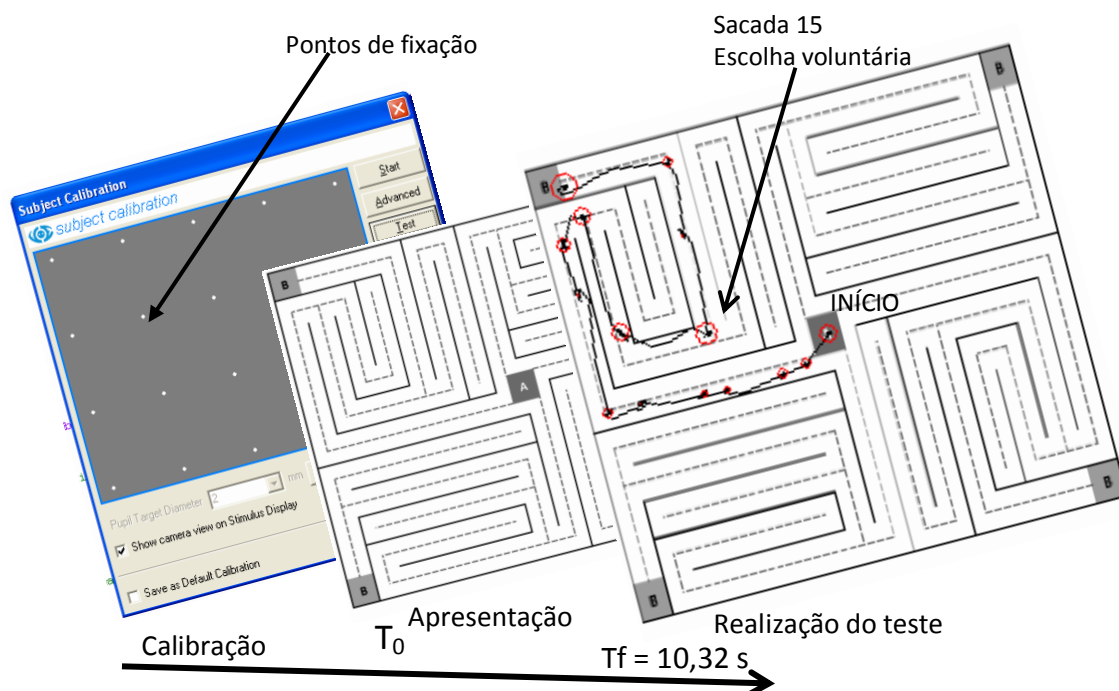


Figura 15. Sequência da apresentação do teste do Labirinto com 15 sacadas e a duração de 10,32 segundos. T_0 = Tempo inicial, T_f = Tempo final. Escolha voluntária com grande fixação da sacada 12 (1156 s).

A programação feita pelo Matlab abordou todas as fases do teste, tais como: ativação da biblioteca da Cambridge, integração do ViSaGe, ações do Eyetracker, apresentação do labirinto e gravações dos dados. Toda a programação encontra-se em anexo.

O programa escrito no Matlab gerou ao final do teste uma imagem da tela *mimic* com os rastros e sacadas do participante e outro arquivo denominado “my results” com um enorme número de dados do teste sem tabulação adequada. Para facilitar a análise

dos dados foi desenvolvido, na linguagem *java*, o programa “Eyetracker Saccades Translator” para extrair apenas os resultados desejados do arquivo *my results*. Esse programa é de simples operação, bastando apenas entrar pelo seu ícone, selecionar o arquivo *my results* e convertê-lo, conforme Figura 16.

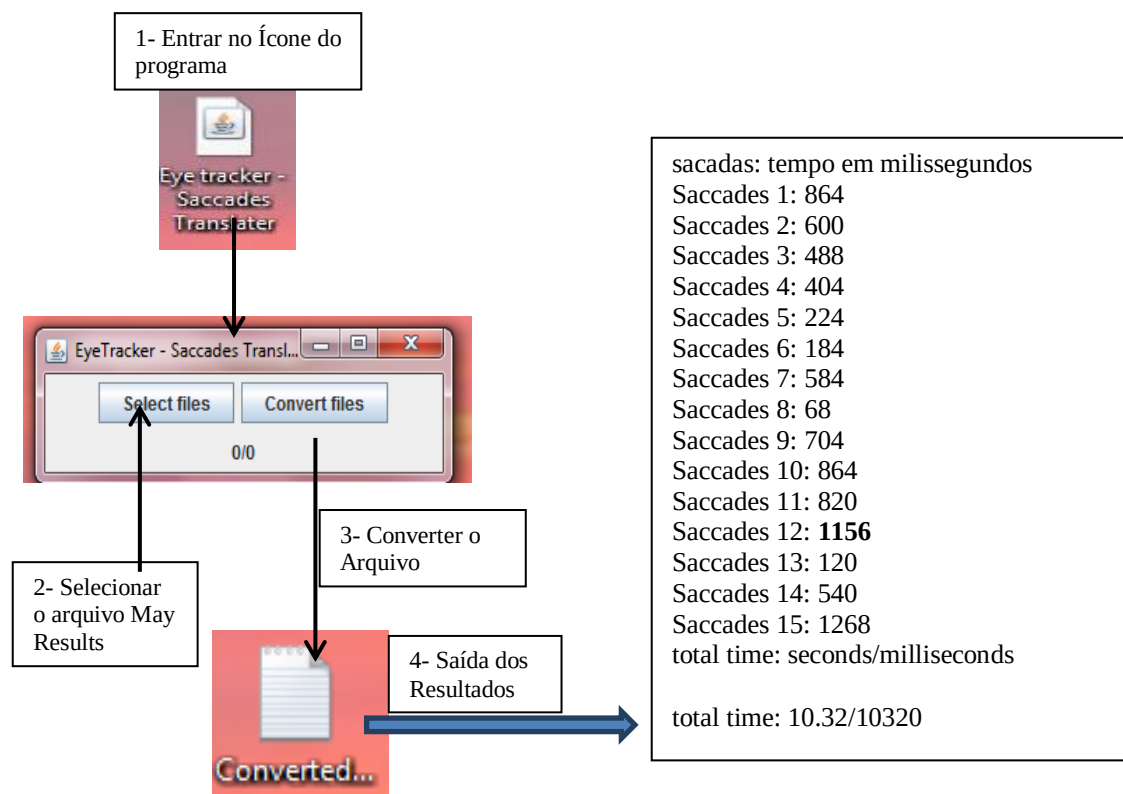


Figura 16. Fluxograma do funcionamento do programa Eyetracker Saccades Translator e resultado com as sacadas, tempo de fixação de cada sacada e tempo total para realizar o teste.

Além de extrair os dados desejados, o programa organiza adequadamente os resultados das sacadas, tempo de fixação e tempo total do teste (Figura 16).

Pontos com possibilidades de escolha de direção são geralmente seguidos de maiores tempo de fixação onde, conforme Martin (1974), a percepção visual fica suprimida em prol do processamento cognitivo. A sacada de número 12 na Figura 15 e 16 demonstra claramente elevada latência (1156 ms) durante uma tomada de decisão.

Maior número de sacadas sugere um controle menor do tamanho da janela de atenção do participante. Além disso, indica que a percepção periférica de baixa resolução na fixação é menor para planejar o próximo passo do teste. Portanto, o participante necessita de mais sacadas para cobrir maior área de atenção e efetuar o planejamento das tarefas.

Maiores tempo de fixação podem indicar um processamento cognitivo subjacente mais lento para a percepção visual podendo sugerir problemas adquiridos com a exposição aos hidrocarbonetos.

9.6.4 Avaliações Neurocognitivas

Meyer-Baron et al. (2008) evidenciaram que as principais consequências neurocognitivas em indivíduos expostos a solventes está no campo da atenção e, Morrow et al. (1997) indicaram deficiências na memória visuo-espacial. Com isso, foram escolhidos os testes TMT-A e B e a Figura complexa de Rey como instrumentos para avaliação de alguns aspectos neurocognitivos dos participantes.

9.6.4.1 Trail making A e B (TMT-A e B)

Foi aplicado em todos os grupos o teste TMT-A e B que consistem em 25 círculos distribuídos sobre uma folha de papel. Na parte A, os círculos são numerados de 1 a 25, e o participante deve desenhar as linhas para ligar os números em ordem crescente. Na parte B, os círculos são formados por números (1 a 23) e letras (A até L). Como no teste A, o participante desenha linhas para ligar os círculos em um padrão ascendente, mas agora com a agregada tarefa de alternância entre os números e letras (isto é, 1-A-2-B-3-C, etc.). O participante foi instruído a ligar os círculos tão rapidamente quanto possível, sem levantar a caneta ou lápis do papel. O tempo que o participante leva para

ligar as letras ou os números é denominado de "rastros". Se o sujeito errasse um ponto era avisado imediatamente, sendo permitido que o mesmo pudesse corrigi-lo, sem que a contagem do tempo fosse parada.

Antes da realização do teste TMT-A e B foram feitas avaliações menores para que os participantes pudessem compreender a sistemática do teste (Figura 17).

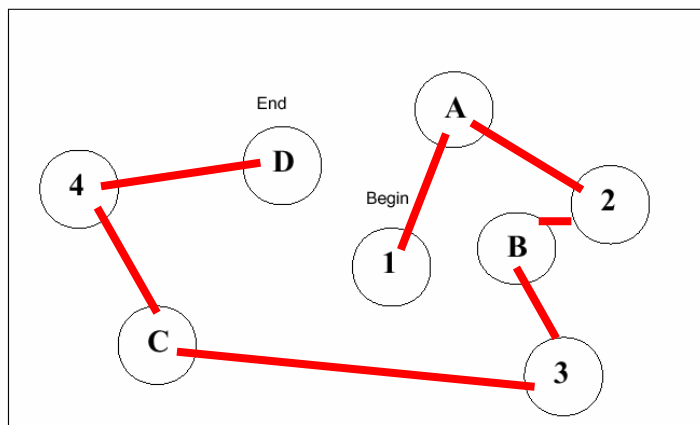


Figura 17. Exemplo para o Trail making test B. Adaptado do Manual do Trail Making Test (TMT) Parts A & B.

Os resultados do teste TMT-A e B foram mensurados através do tempo em segundos para realizar o caminho ou arrasto de cada tarefa. Tempos maiores implicam menor desempenho cognitivo do participante no que diz respeito à atenção e à memória visuo-espacial.

9.6.4.2 Figura Complexa de Rey

A Figura Complexa de Rey é uma medida de construção visuo-espacial e memória não verbal, bem como de planejamento e desenvolvimento de estratégias. De grande aceitação em pesquisas neuropsicológicas em diferentes áreas das neurociências foi desenvolvido por Rey em 1941 e padronizado por Osterrieth 1944 (Jamus & Mäder, 2005).

A avaliação consta de duas etapas, a cópia da figura complexa de Rey (Figura 18) e a reprodução dessa mesma figura (sem a presença da cópia ou do modelo).

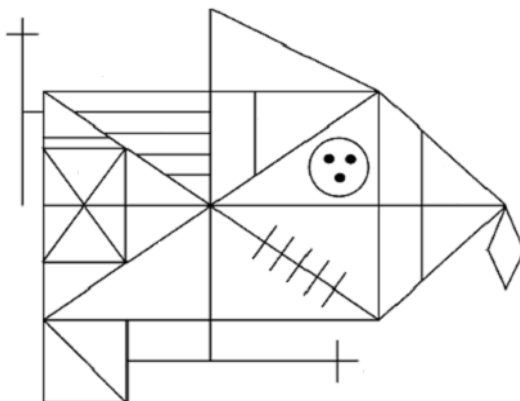


Figura 18. Figura complexa de Rey.
Retirado de www.reabilitacaocognitiva.org.

Os participantes receberam a instrução que dizia: “Tem aqui um desenho, vai copiá-lo nesta folha. Não é preciso fazer uma cópia rigorosa. É preciso ter atenção às proporções e, sobretudo não se esquecer de nada. Não se preocupe com o tempo, comece com este lápis” (Jamus & Mäder, 2005).

Era entregue ao participante um lápis de cor diferente toda vez que um conjunto gráfico tivesse sido determinado. Anotou-se a ordem das cores entregues ao participante na folha da cópia para posteriormente saber a sequência em que foi feita (Figura 19).

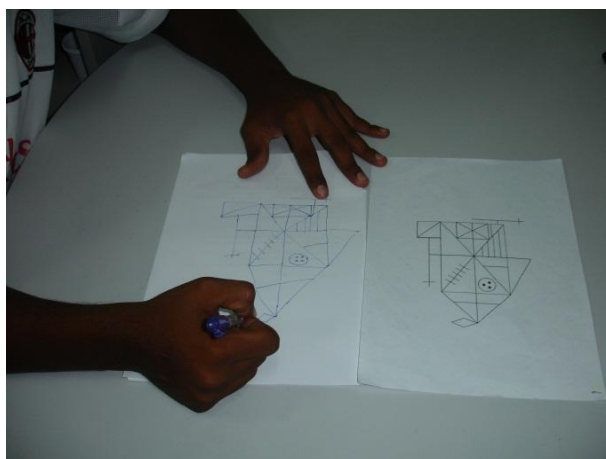


Figura 19. Realização da cópia da figura.

Após a cópia da figura foi guardado o modelo e ao se passarem 3 minutos foi pedido para o participante reproduzir, sem ver a figura modelo, o mesmo desenho que

copiou. A pontuação foi realizada conforme a sistemática do teste que utiliza a Figura 20 dividida em elementos gráficos numerados.

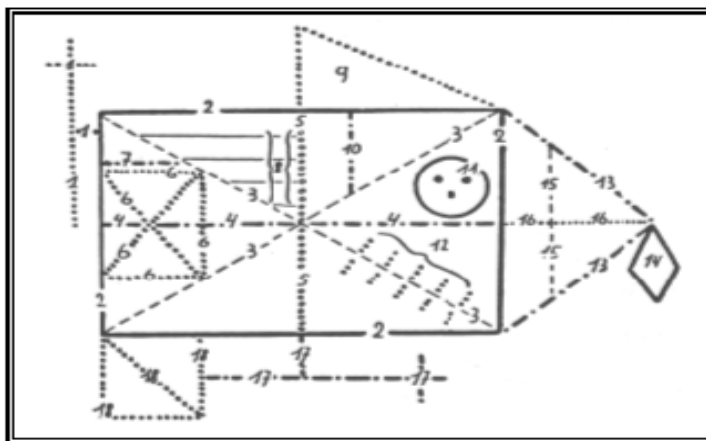


Figura 20. Esquema para a pontuação de cada elemento gráfico. Retirado de www.reabilitacaocognitiva.org.

A pontuação foi estimada da seguinte forma:

- 1- Elemento correto e bem colocado, dois pontos, mal colocado um ponto.
- 2- Elementos distorcidos ou incompletos, porém reconhecidos, recebiam um ponto se bem colocados e 0,5 ponto se mal colocado.

A ausência ou a falta de reconhecimento não gerou ponto na avaliação.

9.6.5 Avaliação do Nível de Exposição Ambiental

A avaliação foi realizada pela amostragem pessoal por dois métodos diferentes, um denominado amostragem passiva, utilizando um dosímetro de lapela e outro denominado amostragem ativa, que utiliza uma bomba de amostragem.

Vale salientar que os materiais fornecidos e as análises cromatográficas foram realizadas em empresa acreditada pela Industrial Hygiene ISO 17025/2005 (Anexo 5). Outro fator importante é a comprovação da mesma empresa informando o recebimento e qualidade das amostras coletadas durante a pesquisa (Anexo 5).

9.6.5.1 Amostragem Ativa – Bomba gravimétrica

A amostragem ativa foi realizada em 4 dias (de terça a sexta) em participantes diferentes, cobrindo toda a jornada de trabalho. Nelas foram avaliados simultaneamente os vapores de gasolina e do álcool etílico.

Esse tipo de amostragem é realizado pela ação da bomba gravimétrica, daí a nomenclatura “amostragem ativa”. O método é o utilizado pela NIOSH (The National Institute for Occupational Safety and Health) 1501 e único aceito pela ACGIH para comparação com os limites de tolerância que, para este estudo é de 300 ppm para a gasolina e 1000 ppm para o etanol.

Todo o método baseia-se na captação ativa do ar com o vapor químico e adsorção (adesão molecular) desse elemento em um TCA – Tubo de carvão ativado que reterá a substância. O tubo utilizado foi o TCA – 400/200 da SKC, de grande capacidade de armazenamento, destinado a medir vapores de gasolina e álcool simultaneamente. A bomba utilizada foi a AirLlite de baixa vazão já calibrada pela empresa locadora para succionar um volume de 0,02 l/minutos, conforme exigência da NIOSH 1501 para solventes orgânicos tipo naftas (Figura 21).



Figura 21. Bomba de sucção, mangueira e tubo de carvão ativado.

Como pode ser visto na Figura 22, a bomba foi presa ao cinto do participante e o tubo de carvão fixado próximo a zona de respiração do colaborador, como exige a NR 15.



Figura 22. Frentista portando a bomba de amostragem e o dosímetro de lapela.

O participante permaneceu o período de trabalho com a bomba e o pesquisador esteve presente em todo o processo da coleta, evitando problemas ou dúvidas dos participantes durante o monitoramento, conforme recomendam Chaves e Lima (2003).

Todos os procedimentos realizados foram seguidos conforme a norma NIOSH 1501, específica para vapores orgânicos. As etapas seguiram as seguintes ações:

1. Fixação da bomba e mangueira plástica no participante;
2. Desobstrução (quebra) das duas pontas do tubo de carvão ativado (entrada e saída do ar);
3. Fixação do tubo na mangueira;
4. Acionamento da bomba;
5. Desconexão do tubo de carvão e fechamento hermético das pontas;

6. Armazenamento do tubo fechado no isopor com gelo do tipo gel fornecido pela empresa, Figura 23;
7. Envio do material para o laboratório e posterior análise de cromatografia gasosa.

A cromatografia gasosa é um método físico-químico de separação que está fundamentada na migração diferencial dos componentes de uma mistura, que ocorre devido a diferentes interações, entre duas fases imiscíveis, a fase móvel e a fase estacionária. Esse método consegue separar todos os componentes por faixas coloridas (Degani, Cass, & Vieira, 1988).

Neste estudo a cromatografia gasosa teve como objetivo informar a concentração média (TWA) da gasolina e do álcool nas 7 horas de atividade dos frentistas. Com isso, podem ser comparadas separadamente as concentrações encontradas da gasolina e do álcool com seus limites de tolerância.

As amostras foram resfriadas permanentemente até a chegada ao laboratório para a análise cromatográfica (Figura 23).



Figura 23. Isopor com gel congelado e tubo de carvão ativado com pontas vedadas.

9.6.5.2 Amostragem passiva – Dosímetro de Lapela

Os amostradores passivos são definidos como aqueles em que não se utiliza energia elétrica, ou qualquer mecanismo de propulsão para coleta (Guardani & Martins, 2009). Eles são geralmente denominados por dosímetros de lapela, já que são elementos pequenos semelhantes a uma lapela e ficam fixados ao uniforme próximos à área de respiração do trabalhador (Figura 24).

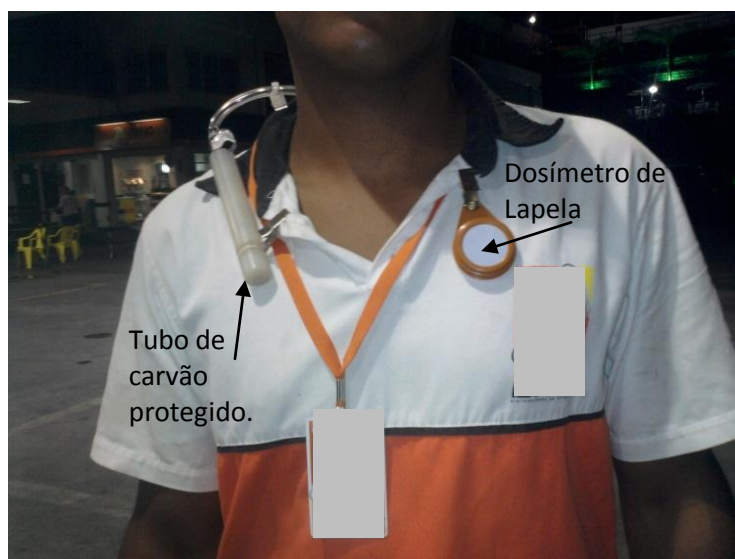


Figura 24. Dosímetro de lapela e tubo de carvão ativado.

O princípio de coleta para amostradores passivos é baseado na capacidade de difusão das espécies gasosas presentes na atmosfera e na reação com meios absorventes adequados. O princípio para a transferência do gás é baseado na primeira Lei de Fick, que estabelece que o movimento de difusão das moléculas é determinado pelas diferenças de concentração ao longo do volume do sistema (Guardani & Martins, 2009).

A determinação da concentração do elemento químico é realizada através de ensaios laboratoriais. A gasolina é considerada, nas Estratégias de Amostragens de Agentes Ambientais da Petrobrás (2011), como sendo nafta e deve utilizar a análise da cromatografia gasosa, metodologia adotada pela NIOSH 1550.

Utilizando o dosímetro denominado Organic Vapor Monitor (OVM) 3500 da 3 M, foi estimado o nível de exposição padrão da atividade de frentista, já que foram avaliados 20 dias com participantes diferentes. Os participantes utilizaram esse material por 7 horas durante sua jornada de trabalho. Essa amostragem foi de grande representatividade do cotidiano da atividade dos frentistas, já que são recomendados apenas três dias de medições, 75 % da jornada de trabalho, para que ela seja representativa (Chaves & Lima, 2003; Guardani & Martins, 2009).

Optou-se por analisar somente a gasolina nesse método devido ao maior potencial de intoxicação e elevado consumo na região Nordeste do Brasil. Além disso, o álcool etílico foi avaliado pelo método ativo (bomba gravimétrica).

Os dosímetros não possuem a capacidade de coletar simultaneamente a gasolina e o álcool, como ocorre com a bomba gravimétrica. Nesse caso seria necessária a utilização de outro dosímetro, a cada hora, para a captação do vapor do álcool.

O manuseio do dosímetro de lapela (Figura 25) é considerado simples e rápido e seguiu as seguintes etapas:

1. Abertura do lacre da caixa metálica de armazenamento do dosímetro;
2. Anotação das informações no verso do dosímetro;
3. Fixação do dosímetro próximo a altura da respiração do frentista;
4. Monitoramento de toda a jornada do participante;
5. Retirada do filtro branco e fechamento hermético com a tampa plástica;
6. Armazenamento na caixa metálica e envio ao o laboratório para a análise cromatográfica.



Figura 25. Caixa de armazenamento, tampa plástica e filtro branco do OVM.

Os amostradores passivos (dosímetros) são a melhor opção para dimensionar o nível de exposição aos vapores de combustível quando se tem diversas tarefas realizadas pelos colaboradores (Chaves & Lima, 2003).

9.6.6 Avaliações Microclimáticas

Variáveis microclimáticas como a temperatura, a umidade e a ventilação são elementos que podem influenciar nos resultados das coletas de vapores orgânicos em ambientes abertos. A ação do vento pode influenciar principalmente a amostragem passiva (dosímetro de lapela), podendo ser superestimada a concentração do vapor em lugares com alta velocidade do vento (Guardani & Martins, 2009).

Foram realizadas medições da temperatura pelo termo-higrômetro digital HT-200, precisão ± 1 °C, escala de medida de - 20 a 70 °C da marca Instrutherm. A velocidade do vento foi aferida pelo anemômetro digital do tipo AD – 250, mostrado na Figura 26, com escala de 0,4 a 30 m/s e com precisão de 0,1 m/s.



Figura 26. Medições nos postos com o Termo-higrômetro (TH) e com o Anemômetro (A).

Todas as variáveis microclimáticas foram aferidas no início, meio e final da jornada de trabalho, obtendo ao final a média do dia.

9.6.7 Avaliação de Hepatotoxicidade

A avaliação biológica foi realizada pela análise do sangue de 20 frentistas verificando alterações nos índices hepatotóxicos. Após exclusão de duas mulheres, um caso de abuso de álcool e outro de interação medicamentosa foram incluídos 16 frentistas do sexo masculino. Desses 16 participantes 13 participaram de todas as baterias de teste.

As coletas foram realizadas após o turno dos frentistas por um técnico especializado (Figura 27).



Figura 27. Coleta de sangue nos postos.

Foram verificadas alterações nas funções hepatotóxicas pelas enzimas hepáticas: Alanina Aminotransferase (ALT), Aspartato Aminotransferase (AST), Gama-glutamilttransferase (GGT) e pela Bilirrubina Direta (BD) e Bilirrubina Total (BT), como recomendam Tamburro e Liss (1986) e Malaguarnera et al. (2012).

Os participantes foram orientados a não consumirem bebidas alcoólicas e medicamentos dois dias antes da coleta. Além disso, não poderiam consumir alimentos com conservantes no dia da coleta.

9.6.8 Avaliação Subjetiva dos Reflexos a Saúde

Além de toda avaliação quantitativa, Chaves e Lima (2003) apontam para a necessidade de se utilizar um questionário aplicado aos trabalhadores expostos aos vapores orgânicos para que se possam detectar indícios de agravos à saúde desses colaboradores.

Utilizou-se para a pesquisa o questionário PNF (Anexo 3) para sintomas psicológicos e neurológicos em exposições crônicas, desenvolvido na Alemanha por H. Scheineider e colaboradores no ano de 1975 (Caraballo & Blanco, 2005) e padronizado

em um novo estudo com 361 voluntários expostos a solventes por Kiesswetter, Sietmann e Seeber (1997).

Almirall et al. (1999) demonstraram que esse instrumento possui eficiência na indicação de intoxicação em sujeitos expostos ao tolueno.

Sanchez (2005) avaliou 83 trabalhadores expostos a solventes orgânicos da indústria petroleira utilizando os seguintes instrumentos: questionário PNF, testes de Sintomas Subjetivos de Hanninen e Linsdtron (HL) e teste Mini Mental. O estudo encontrou maiores pontuações para os sujeitos expostos somente no questionário PNF, principalmente nos parâmetros concentração e memória.

O questionário consta de 38 perguntas de indicação de sintomas com uma escala de um a quatro (Nunca ou Raramente, Às vezes, Frequentemente e Muito frequente) e foi aplicado pelo pesquisador.

Cada questão faz parte de um grupo determinado de associações, conforme a Tabela 10.

Tabela 10

Número das questões e suas respectivas associações

Associações	Questões
Sintomas Neurológicos (SN)	1, 8, 11, 18, 21, 28, 31, 38
Instabilidade Psiconeurovegetativa (PN)	2, 4, 6, 12, 14, 16, 22, 24, 26, 30, 32, 34, 36.
Astenia (A)	3, 9, 13, 19, 23, 29, 33
Irritabilidade (I)	5, 15, 25, 35
Déficit de concentração e memória (CM)	7, 10, 17, 20, 27, 37

Nota: Adaptado de Sánchez (2005).

A análise da pontuação dos participantes foi feita considerando o sexo e a faixa etária dos sujeitos, podendo determinar sintomas discretos, moderados ou muito alterados, conforme exemplo em anexo.

9.7 Análise Estatística

As análises estatísticas descritivas e inferenciais foram realizadas pelo SPSS (*Statistical package for the social sciences*), versão 20.

Utilizando o teste de Shapiro-Wilk, considerado o mais eficiente dos testes de aderência (Torman, Coster, & Riboldi, 2012), e o teste Kolmogorov-Smirnov, constatou-se que a maioria das variáveis não possuía uma distribuição normal, adotando assim, testes não-paramétricos para as inferências estatísticas deste estudo.

Buscou-se verificar estatisticamente se existe diferença no desempenho dos testes entre os frentistas com tempo de serviço diferentes.

Como a definição da influência entre o incremento dos anos de exposição e as consequências para os indivíduos expostos ainda não foi precisamente conhecida (Meyer-Baron et al., 2008) os participantes foram agrupados formando uma fração de 1/3 da amostra conforme a Tabela 11.

Tabela 11

Detalhes da divisão dos Níveis de exposição crônica do Grupo Exposto

Tempos de Exposição	N	Intervalo (anos)	Amplitude
Baixo	12	1,00- 3,00	2 anos
Médio	13	3,25 – 7,00	3,75 anos
Alto	13	8,00 – 20,00	12 anos

Nota: N é o número de participantes por nível de exposição e Amplitude corresponde ao maior intervalo de tempo entre os membros do próprio grupo.

As comparações entre as médias dos grupos foram realizadas pelo teste Mann-Whitney e a verificação da existência de diferenças significativas entre os níveis (Baixo, Médio e Alto) de exposição crônica foi realizada pelo teste para amostras independentes Kruskal Wallis. Utilizou-se ainda como *post hoc* o teste não paramétrico Mann-Whitney com correção Bonferroni ($\alpha < 0,017$).

10.1 Avaliação da visão de cores

10.1.1 Lanthony D15-d

O grupo exposto apresentou um valor médio de ICC (M = 1,36; DP = 0,53) significativamente superior (U = 356; $p < 0,01$) ao grupo controle (M = 1,13; DP = 0,26), conforme Figura 28.

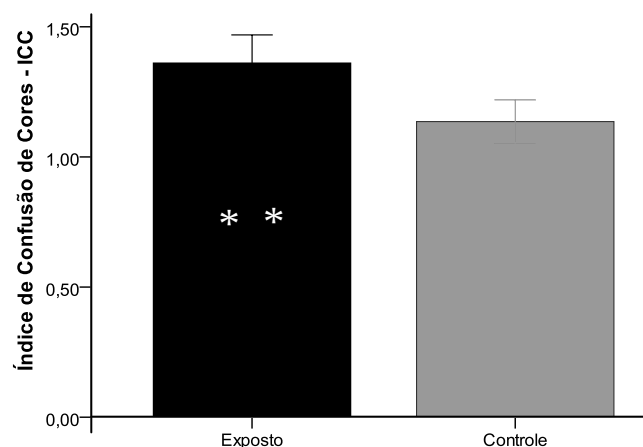


Figura 28. Diferença entre as médias dos Índices de Confusão de Cores dos grupos (D15-d). O asterisco representa uma diferença estatisticamente significativa. ** $p < 0,01$. As barras verticais representam os erros padrões.

Não existiram correlações estatisticamente significativas entre o ICC e as variáveis independentes: tempo de serviço, idade, peso e níveis de exposição diária aos vapores. Além disso, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas nos resultados do ICC entre os grupos de exposições crônicas (Baixo, Médio e Alto).

A avaliação qualitativa evidenciou que grande parte dos participantes do grupo exposto, com grandes erros, demonstraram perdas no eixo tritan (75 %), já para o eixo deutan e protan a frequência foi menor (14,28 % e 10,72 % respectivamente).

10.1.2 Cambridge Colour Test - CCT

A Tabela 12 apresenta o resultado da estatística descritiva para o CCT, evidenciando que todas as médias foram superiores para os frentistas, demonstrando um desempenho inferior deste grupo.

Tabela 12
Médias e desvios padrões para os testes de Percepção visual de cores do CCT

Testes	Grupo Exposto		Grupo Controle	
	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão
Trivector				
Protan	58,71	40,08	49,66	15,14
Deutan	63,87	52,90	49,47	17,76
Tritan	89,71	32,14	88,00	33,78
Elipse				
A1	772,90	886,79	477,50	306,29
A2	1514,53	1190,90	1010,55	646,54
A3	1046,54	941,50	621,53	221,99

Nota: Áreas das elipses e Limiares dos eixos em coordenadas $U^{\vee}V^{\vee} \times 10^6$.

Apesar de maiores escores do grupo exposto no protocolo trivector, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para os eixos de confusão. Já no protocolo elipse, as áreas A1 protan ($U = 477$; $p < 0,05$), A2 deutan ($U = 487$; $p < 0,05$) e A3 tritan ($U = 531,50$; $p < 0,05$) foram superiores para os frentistas (ver Figura 29). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as elipticidades dos grupos.

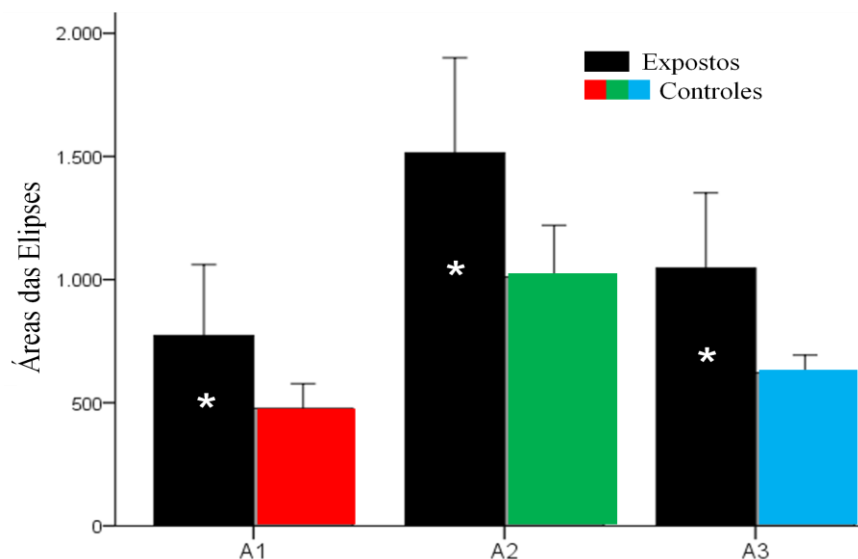


Figura 29. Comparação entre as médias dos grupos para as áreas das elipses dos eixos protan (A1), deutan (A2) e tritan (A3) do CCT. Unidade U'xV'x10⁶ do gráfico de espaço de cor CIE 1976. O asterisco representa uma diferença estatisticamente significativa. * $p < 0,05$; As barras verticais representam os erros padrões.

Foram encontradas correlações estatisticamente significativas entre os resultados dos testes do CCT com as variáveis independentes conforme a Tabela 13.

Tabela 13

Correlações encontradas entre o CCT e variáveis independentes do Grupo Exposto

Variáveis Correlacionadas		Resultados de Spearman	
Independentes	Dependentes	ρ	P
Idade	Eixo Deutan	0,39	0,015
Idade	Área 2 (Deutan)	0,40	0,001
Tempo de Serviço	Eixo Deutan	0,43	0,007
Tempo de Serviço	Área 1 (Protan)	0,46	0,004
Tempo de Serviço	Área 2 (Deutan)	0,64	0,001
Peso	Área 2 (Deutan)	- 0,45	0,004

Nota: Eixo Deutan refere-se ao trivector. Maior força de correlação em negrito.

10.1.2.1 Diferença entre os níveis de exposição Crônica

Existiram diferenças significativas dos resultados da Área 1 ($p = 0,037$) e Área 2 ($p = 0,002$) para sujeitos em níveis diferentes de exposição crônica. A variação específica

ocorreu significativamente para os níveis baixo e alto de exposição ($p < 0,017$) (Figura 30).

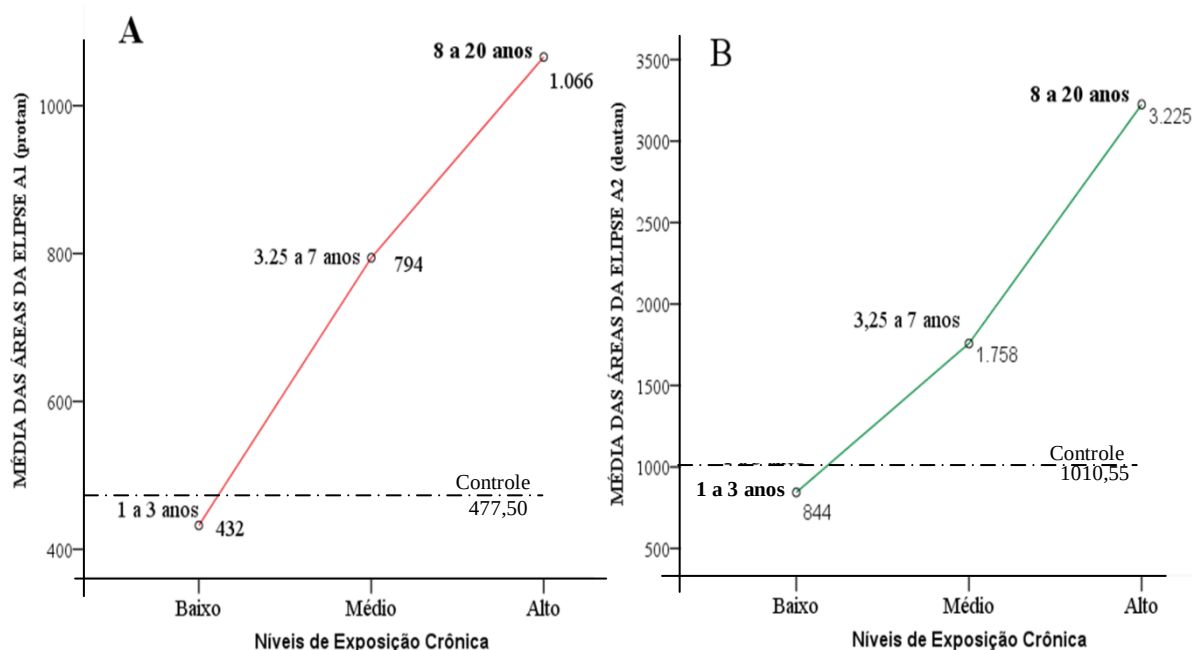


Figura 30. Influência dos níveis de exposição crônica nos escores da área da elipse protan (A) e deutan (B) e os valores médios do grupo controle (linha tracejada). As unidades estão em $U^*xV^*x10^6$ do gráfico de espaço de cor CIE 1976. Maiores escores correspondem a maiores deficiências para o eixo apresentado.

10.2 Determinação da Sensibilidade ao Contraste

Todas as médias dos escores de limiares da sensibilidade ao contraste para os frentistas foram inferiores as encontradas no grupo controle (Tabela 14).

Tabela 14

Resultados da Sensibilidade ao Contraste para os grupos

Frequências (cpg)	Sensibilidade ao Contraste			
	EXPOSTO		CONTROLE	
	Média	D.Padrão	Média	D.Padrão
0.2	7,40	2,70	8,20	1,10
0.5	10,00	0,90	12,50	1,60
1.0	19,10	3,90	22,60	4,00
2.0	30,30	4,10	37,20	8,00
5.0	21,10	3,10	28,80	3,40
10.0	9,00	1,90	14,90	2,50
16.0	3,10	0,60	4,90	0,80

Nota: Valores adimensionais.

Entretanto, como pode ser visto na Figura 31, somente as frequências 5, 10 e 16 cpg apresentaram diferenças estatisticamente significativas ($p = 0,006$; $p = 0,001$ e $p = 0,003$ respectivamente).

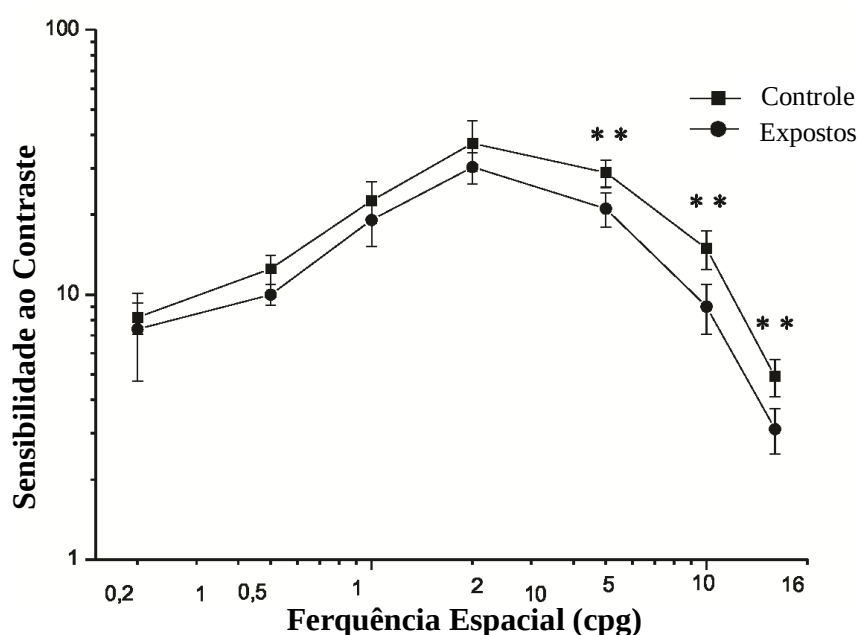


Figura 31. Curvas das médias dos limiares da Sensibilidade ao Contraste de Luminância para os dois grupos. O asterisco representa uma diferença estatisticamente significativa. $**p < 0,01$. As barras verticais representam os erros padrões.

A idade ($\rho = -0,31$; $p = 0,050$) e o tempo de serviço ($\rho = -0,36$; $p = 0,027$) foram variáveis que demonstraram correlação negativa com os escores dos limiares da sensibilidade ao contraste na frequência de 5 cpg. Já o peso correlacionou positivamente com os escores da sensibilidade ao contraste para os participantes expostos na frequência de 0,20 cpg ($\rho = 0,37$; $p = 0,021$).

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no desempenho dos frentistas quando agrupados pelos níveis de exposição (Baixo, Médio e Alto).

10.3 Resultados dos testes Neurocognitivos

10.3.1 Trail Making A e B (TMT-A e B)

A Tabela 15 apresenta os tempos médios para realizar os testes TMT-A e B, demonstrando médias superiores para os frentistas.

Tabela 15
Médias dos tempos necessários para realizar os teste A e B.

Teste	Grupo Exposto		Grupo Controle	
	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão
TMT-A	38,10	12,30	30,02	8,68
TMT-B	92,39	37,06	74,94	35,41

Nota: Valores das médias em segundos.

A Figura 32 mostra que as diferenças foram estatisticamente significativas tanto para o TMT-A ($U = 437$; $p = 0,003$) quanto para o TMT-B ($U = 478,59$; $p = 0,011$).

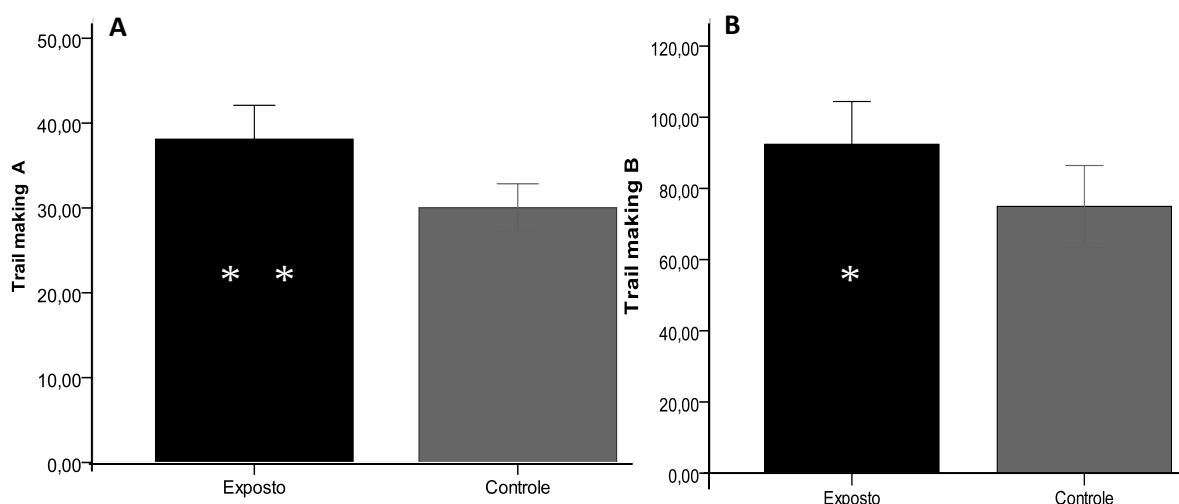


Figura 32. Gráficos A e B representam as médias dos tempos, em segundos, dos grupos para realizar os testes Trail making A e B. O asterisco representa uma diferença estatisticamente significativa. $*p < 0,05$; $**p < 0,01$. As barras verticais representam os erros padrões.

A idade demonstrou estar correlacionada significativamente com o TMT-A ($\rho = 0,42$; $p = 0,009$) e B ($\rho = 0,36$; $p = 0,025$). Outra correlação significativa foi entre o tempo de serviço e os testes A ($\rho = 0,40$; $p = 0,013$) e B ($\rho = 0,37$; $p = 0,022$).

10.3.2 Diferença entre os níveis de exposição Crônica

Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas para o teste A ($p = 0,035$) e B ($p = 0,046$), quando comparados os níveis de exposição crônica. Entretanto, somente no TMT-A, como pode ser visto na Figura 33, foram confirmadas diferenças estatisticamente significativas, ocorrendo para os níveis Baixo e Alto de exposição ($p = 0,015$).

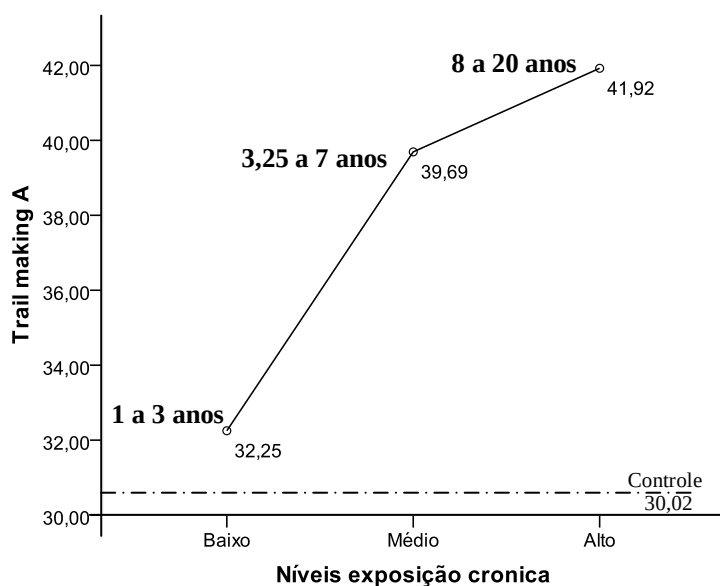


Figura 33. Gráfico representando a influência dos níveis de exposição crônica no tempo para realizar o teste Trail making A e a Média do Grupo Controle. Tempo em segundos.

10.4 Figura Complexa de Rey

As pontuações médias das etapas da cópia e da memória dos frentistas foram inferiores as obtidas com o grupo controle, conforme Tabela 16.

Tabela 16

Pontuações médias na cópia e memória da Figura Complexa de Rey.

Teste	Grupo Exposto		Grupo Controle	
	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão
Cópia	30,27	4,14	35,18	1,22
Memória	15,76	5,82	23,43	5,50

As diferenças encontradas para os dois grupos, conforme Figura 34, foram estatisticamente significativas, tanto para a pontuação da cópia ($U = 855$; $p < 0,001$) quanto para a da memória ($U = 237$; $p < 0,001$).

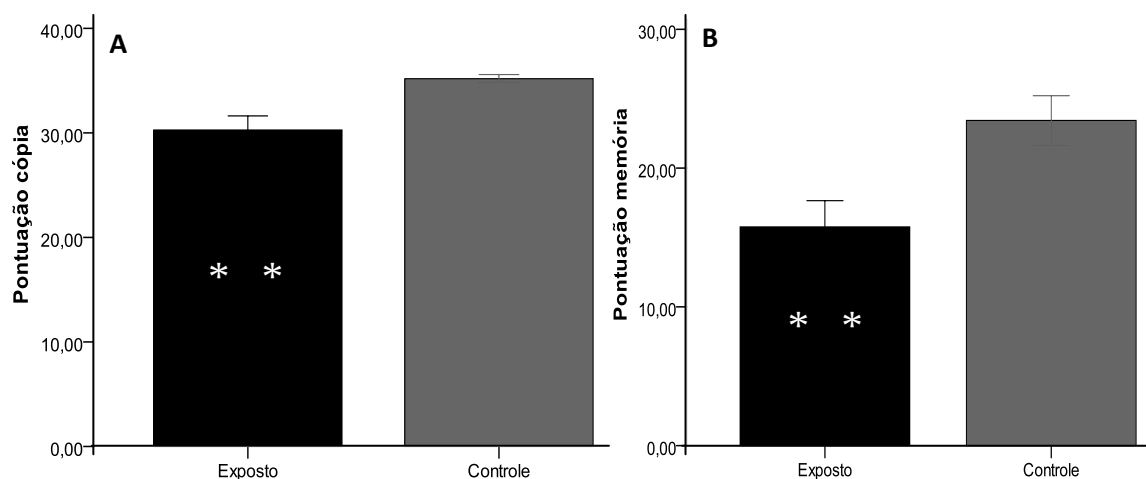


Figura 34. Gráficos A e B representam respectivamente as médias das pontuações da cópia e da memória para o teste da Figura Complexa de Rey. O asterisco representa uma diferença estatisticamente significativa. $**p < 0,01$. As barras verticais representam os erros padrões.

Foi encontrada uma correlações positiva entre o grau de escolaridade e a pontuação na cópia dos frentistas ($\rho = 0,352$; $p = 0,030$). Existiu ainda uma correlação negativa entre a pontuação da Memória e o item “Concentração e Memória” do questionário subjetivo PNF ($\rho = - 0,34$; $p = 0,037$).

Não ocorreram diferenças estatisticamente significativas entre os níveis de exposição crônica dos frentistas.

10.5 Verificação do desempenho do Rastreamento Ocular – Labirinto

A Tabela 17 mostra que os frentistas precisaram, em média, de maior número de sacadas e de tempo para completar a prova do labirinto quando comparados com o grupo controle.

Tabela 17

Médias do número de sacadas e tempo para realizar a prova do Labirinto dos dois grupos

Teste	Grupo Exposto		Grupo Controle	
	Média	D. Padrão	Média	D. Padrão
Sacadas	30,73	18,16	19,55	7,61
Tempo (s)	18,90	11,54	11,22	4,50

As diferenças foram estatisticamente comprovadas, tanto para o número de sacadas ($U = 362,00$; $p < 0,001$), quanto para o tempo de realização da tarefa ($U = 386$; $p < 0,001$), conforme Figura 35.

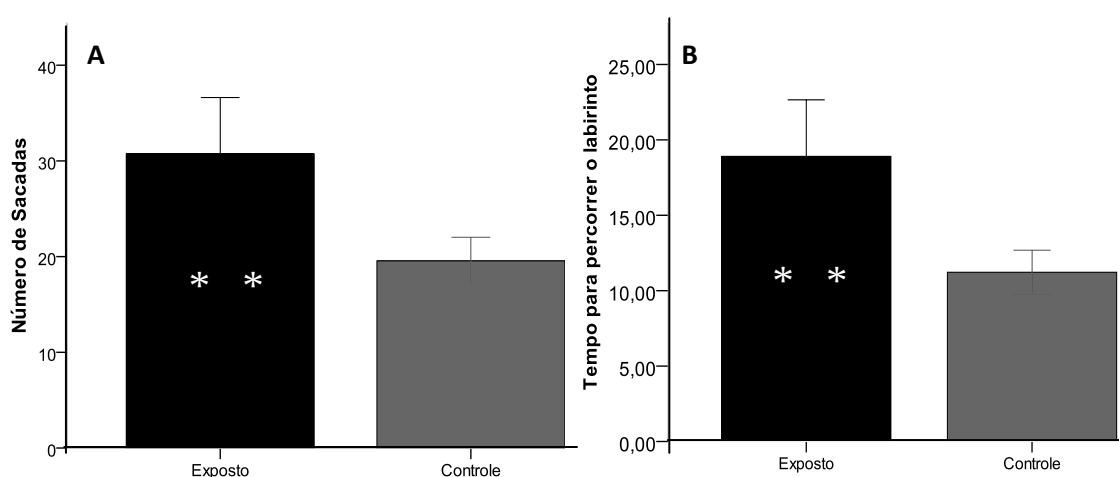


Figura 35. Gráficos A e B representam respectivamente as médias do número de sacadas e o tempo, em segundos, para os grupos realizarem o teste do labirinto. O asterisco representa uma diferença estatisticamente significativa. $**p < 0,01$. As barras verticais representam os erros padrões.

Foram encontradas correlações entre o tempo de realização do teste com o número de sacadas ($\rho = 0,85$; $p < 0,001$) e valores da Bilirrubina direta ($\rho = 0,58$; $p = 0,037$).

Não existiram diferenças estatisticamente significativas no desempenho do teste do labirinto para os níveis de exposição crônica dos frentistas.

10.6 Avaliação Subjetiva – Questionário PNF

Verificando os resultados do questionário subjetivo PNF constatou-se que 20 frentistas apresentaram sintomas de agravos a saúde e 18 caracterizaram isenção de sintomas, mostrada em porcentagem na Figura 36.

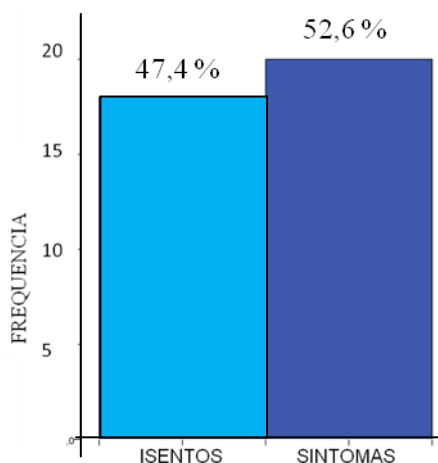


Figura 36. Porcentagem de participantes do grupo exposto caracterizados como isentos ou portadores de sintomas do questionário PNF.

A Figura 37 mostra que as escalas tiveram número aproximado de participantes com sintomas (10, 11 e 12 participantes), com exceção a escala de Astenia (7 participantes).

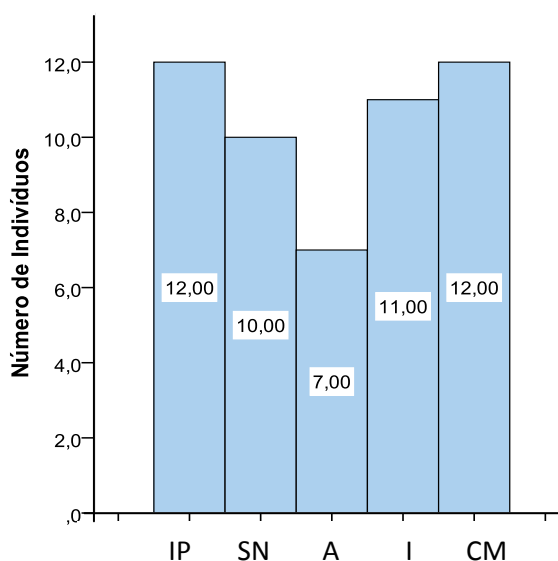


Figura 37. Número de participantes que apresentaram sintomas no questionário PNF. IP = Instabilidade Psiconeurovegetativa, SN = Sintomas Neurofisiológicos, A = Astenia ou cansaço, I = Irritação e CM = Concentração e Memória.

Foram verificadas as correlações entre os resultados das avaliações subjetivas de sintomas e as variáveis dependentes e independentes. Nessa análise, constatou-se que existiram correlações envolvendo sintomas neurológicos, astenia e concentração e memória, conforme Tabela 18.

Tabela 18
Correlações encontradas para o questionário subjetivo PNF

Variáveis Correlacionadas		Resultados do Spearman	
Escalas	Variáveis	ρ	P
SN	Idade	- 0,379	0,019
SN	16 cpg	0,331	0,042
A	2 cpg	0,423	0,008
A	16 cpg	0,451	0,005
CM	Mem.Rey	- 0,340	0,037

Nota: SN = Sintomas Neurológicos, A = Astenia e CM = Concentração e Memória, Mem.Rey = Pontuação no teste de memória da Figura Complexa de Rey.

Não existiram diferenças estatisticamente significativas no resultado da escala de sintomas e os níveis de exposição crônica dos frentistas.

10.7 Nível de Exposição e Variáveis Microclimáticas

Os resultados da média da avaliação ativa (bomba) apontam para um nível de exposição a gasolina em 7 horas de 14,57 ppm (DP = 11,60 ppm) com um valor máximo de 30,90 ppm. Para o álcool o valor encontrado foi de 1,80 ppm (DP = 1,02 ppm) e o valor máximo chegou a 3,30 ppm.

Os valores resultantes da amostragem passiva, com o dosímetro de lapela, indicaram para a gasolina um valor médio de 29,05 ppm (DP = 46,28 ppm) em 7 horas e um valor máximo de 168,20 ppm, conforme Tabela 19.

Tabela 19

Médias das avaliações passivas, ativas e microclimáticas

Sujeito	Passiva	Ativa (bomba)		Variáveis Microclimáticas		
	Gasolina (ppm)	Gasolina (ppm)	Álcool (ppm)	Temperatura (°C)	Umid. (%)	Venti. (m/s)
EQO	22,40	-----	-----	31,00	79,00	0,70
RL	21,70	14,50	1,50	30,46	71,60	0,76
FS	21,30	8,10	1,40	31,40	61,00	1,90
CDS	11,60	30,90	3,30	32,50	55,50	0,40
JAS	27,30	4,80	1,00	30,50	64,00	1,25
PPS	6,60			31,50	62,50	0,22
CSE	9,60			31,00	62,00	1,00
EAM	5,10			30,00	61,00	0,22
REC	7,30			28,00	67,00	1,00
WJS	4,60			33,00	55,00	0,50
LSL	7,00			29,00	75,00	0,22
MRS	25,50			33,00	53,00	0,80
ESS	7,10			30,00	60,00	0,22
IFS	168,20			31,00	59,00	0,30
WFS	8,50			31,00	60,00	0,22
SRM	8,20			33,00	52,00	0,70
EFO	7,70			31,50	56,00	0,22
LPB	46,30			32,00	54,00	1,10
DRG	11,70			30,00	64,00	1,00
MPS	153,40			30,00	73,00	1,20
Média	29,05	14,57	1,80	30,99	62,23	0,69
DP.	46,28	11,60	1,02	1,32	7,59	0,46

Nota: Os valores máximos dos níveis de exposição estão em negrito.

A unidade ppm refere-se a porção por milhão (1 ppm = 1 ml da substância em 1 m³ de ar).

As variáveis microclimáticas, avaliadas nos 20 dias de medições, podem ser vistas na Tabela 20.

Tabela 20

Valores encontrados na avaliação microclimática

Variáveis	Dados Microclimáticos			
	Máxima	Média	Mínima	D. Padrão
Temperatura (°C)	33,00	30,99	28,00	1,32
Umidade (%)	79,00	62,23	52,00	7,59
Ventilação (m/s)	1,90	0,69	0,22	0,46

Existiram fortes correlações entre a temperatura e a umidade relativa do ar ($\rho = -0,78$; $p < 0,001$) e entre a ventilação e a avaliação passiva de vapor ($\rho = 0,639$; $p < 0,01$).

10.8 Avaliação de Hepatotoxicidade

A Tabela 21 apresenta os valores dos marcadores biológicos e dados sociodemográficos de 16 frentistas que passaram nos parâmetros de inclusão. Além disso, são apresentados os índices considerados normais para os marcadores biológicos (Hinrichsen et al., 2004; Chang et al., 2013)

Tabela 21
Resultados da avaliação de hepatotoxicidade

Sujeito	Idade	T. Serviço	AST (U/L)	ALT (U/L)	BI (mg/dL)	BD (mg/dL)	BT (mg/dL)	GGT (U/L)
			< 42	< 40	< 0,8	< 0,2	< 1,0	< 50
EQO	32	10	5	17	0,40	0,80	1,20	14
JAS	48	13	8	20	0,69	1,17	1,86	5
PPS	36	8	11	19	0,41	0,70	1,11	24
IFS	24	1	13	20	0,30	0,53	0,83	15
EFO	40	9	9	15	1,31	1,02	2,33	4
EJL	39	20	7	16	0,28	0,32	0,60	20
ACS	43	12	40	43	1,17	1,61	2,78	2
JAF	28	6	7	18	0,32	0,73	1,05	25
JRG	41	13	27	38	0,64	1,01	1,65	32
AS	49	13,17	17	23	0,30	0,64	0,94	14
LCS	37	5,5	18	19	0,07	0,77	0,84	17
JLS	41	7	26	25	0,08	0,80	0,88	49
ES	36	10	50	35	0,05	1,37	1,42	57
AC	25	0,33	14	16	0,43	1,05	1,48	12
LA	26	0,42	12	18	0,05	0,85	0,90	13
NF	25	0,25	27	26	0,37	0,71	1,08	49
Médias	35,62	8,04	18,18	23	0,43	0,88	1,31	22
D.Padrão	8,17	5,67	8,48	12,68	0,36	0,31	0,67	16,72
Participantes Alterados	-----	----	1	1	2	16	10	1
OE	42	15	55	46	3,13	4,43	7,56	39
LT	30	5	48	40	0,78	0,85	1,63	124

Nota: Valores em negrito estão acima dos parâmetros normais. OE e LT são suspeitos de abuso de álcool e interação medicamentosa respectivamente.

Os dados evidenciaram que 100 % dos frentistas apresentaram valores alterados para BD e 62,5 % também para BT. Apenas o participante ES apresentou alteração para GGT concomitante para AST, BD e BT. Os participantes ACS e ES apresentaram alterações tanto de enzimas hepáticas quanto de níveis de bilirrubina.

O participante OE, suspeito de abuso de álcool, obteve todos os valores superiores aos da média do grupo e o participante LT, usuário do medicamento anticonvulsivante fenobarbital, apresentou índices elevados, principalmente para GGT com valor 2,8 vezes superior ao parâmetro normal.

10.8.1 Correlações com outras variáveis

Após a exclusão, foram analisados 13 participantes que passaram por todos os testes psicofísicos e neurocognitivos resultando na detecção da correlação do ICC do teste de cores D15-d com AST ($\rho = 0,638$; $p = 0,019$) e ALT ($\rho = 0,57$; $p = 0,04$). Existiu ainda uma correlação entre a BD e o tempo para realizar a prova do labirinto ($\rho = 0,58$; $p = 0,037$) e o GGT com instabilidade psiconeurovegetativa ($\rho = 0,57$; $p = 0,04$).

Analisando todos os 16 participantes aprovados na avaliação de inclusão, não foram encontradas correlações com a idade, tempo de serviço e peso dos frentistas.

Este estudo demonstrou que os frentistas estão submetidos a um nível de exposição à gasolina e ao álcool etílico abaixo do limite de tolerância da ACGIH. O valor máximo diário encontrado na amostragem ativa para a gasolina foi de 30,90 ppm e na amostragem passiva 168,00 ppm, todos inferiores ao limite TLV-TWA de 300 ppm. Entretanto os valores diários de 168 ppm e 153,40 ppm superam o limite do nível de ação estipulado pela Norma Regulamentadora de Saúde do Trabalhador de número 9 – NR9, que é 0,5 do limite de tolerância ou 150 ppm. Portanto, apesar de estarem abaixo do limite de tolerância os valores sugerem a ação do elemento químico, necessitando conforme a NR 9, de uma intervenção no ambiente de trabalho. Além disso, os valores máximos encontrados foram superiores aos limites adotados por outros países como na Suécia (64 ppm) e Holanda (77 ppm).

Os valores baixos de concentração do álcool ocorreram devido ao fluxo quase inexistente de abastecimento desse combustível causado pela pouca atratividade econômica na região. Os valores encontrados estão associados somente aos 25 % de álcool existente na gasolina.

Os métodos de amostragem utilizados foram satisfatórios, demonstrando médias próximas para a gasolina (29.05 e 34.34 ppm) e menores níveis de concentração para o álcool etílico, situação já esperada. Os resultados da avaliação ambiental podem servir de parâmetros para estudos futuros em regiões de clima quente e úmido, situação ideal para esse tipo de medição onde a taxa de emissão de vapor é alta (Chaves & Lima, 2003). A correlação dos resultados da avaliação passiva com a ventilação foi confirmada (Guardani & Martins, 2009), mas os resultados de ambos os métodos foram aproximados, podendo ser utilizados nesse tipo de estudo.

Apesar de encontrar um nível de exposição abaixo do limite de tolerância, os resultados dos testes demonstraram menor desempenho do grupo dos frentistas quando comparados ao grupo controle. Os resultados com o Lanthony D15-d sugerem perdas difusas na visão de cores dos trabalhadores, corroborando com os estudos feitos por Costa et al. (2012) utilizando esse mesmo teste e por Lacerda et al. (2012) com o teste Farnsworth-Munsell 100. As perdas foram predominantemente no eixo azul-amarelo (75 % dos participantes), semelhante às encontradas em outros estudos com indivíduos expostos a vapores de solventes orgânicos (Cavalleri et al., 1994; Muttray et al., 1997).

Pela alta significância na diferença dos escores neste estudo e eficiência em outras pesquisas envolvendo indivíduos expostos a solventes orgânicos (Cavalleri et al., 1994; Campagna et al., 1995; Muttray et al., 1997; Valic et al., 1997; Zavalic et al., 1998; Cavalleri et al., 2000; Semple et al., 2000; Dick et al., 2004) o D15-d pode ser incluído na avaliação da neurotoxicidade precoce de produtos químicos em trabalhadores, como sugerem Gobba e Cavalleri (2003) e Campagna et al. (2001).

Para o CCT, no protocolo trivector, não foram encontradas diferenças significativas entre os dois grupos, divergindo dos resultados encontrados por Costa et al. (2012) que avaliaram 25 frentistas (20 homens e 5 mulheres). Nossos resultados podem estar ligados à característica informativa e de parâmetro inicial desse protocolo com menor tempo de investigação (Landeira-Fernandes & Fukusima, 2012) e por utilizar apenas um vetor por eixo de confusão. Já no protocolo elipse, com verificação de 8 vetores no espaço de cores para cada eixo de confusão, foram encontradas diferenças significativas para todas as áreas investigadas, assim como em outros estudos autais com frentistas (Costa et al., 2012; Lacerda et al., 2012). A elipticidade não apresentou diferença significativa entre os grupos, demonstrando existir sensibilidade equivalente para os eixos testados das elipses.

A avaliação da sensibilidade ao contraste com o Metropsis indicou menores escores para os frentistas, comprovados estatisticamente nas frequências médias e altas (5, 10 e 16 cpd). No estudo realizado por Costa et al. (2012) a diferença foi significativa em frequências baixa, médias e altas (0,2; 1,0; 2,0 5,0; 10,0 e 20,0 cpd) com exceção para 0,5 cpd. Lacerda et al. (2012), avaliando 25 frentistas, encontrou baixas sensibilidades bem caracterizadas apenas para altas frequências (20 e 30 cpd). Em indivíduos com exposição a mistura de solventes em uma fábrica, Gong et al. (2003), utilizando o MCT 8000 (teste em cartelas da Vistech), encontraram baixas sensibilidades nas frequências próximas às encontradas em nosso estudo (6 e 12 cpd). Esses resultados podem indicar maior eficiência na detecção de perdas nas sensibilidades ao contrastes em exposição a solventes orgânicos nas frequências médias e altas (entre 5 a 30 cpd).

Alguns escores da avaliação visual encontrados em nosso estudo receberam influência de variáveis independentes como a idade, tempo de serviço e peso dos participantes. O tempo de serviço elevou o prejuízo nos resultados do protocolo elipse, influenciando no acréscimo das áreas dos eixos protan e deutan, sendo que nesta última superou a correlação encontrada com a idade ($\rho = 0,63 > \rho = 0,49$; $p < 0,01$). Para o teste acromático a idade e o tempo de serviço atuaram diminuindo os escores da sensibilidade ao contraste, apresentando leve superioridade de correlação para o tempo de serviço ($\rho = -0,36 > \rho = -0,31$; $p < 0,05$) para a mesma frequência espacial de 5 cpd. Os estudos com frentista realizados por Costa et al. (2012) encontraram correlações do tempo de serviço apenas com variáveis dos testes de cores (CCT e Lanthony D15-d). Já Lacerda et al. (2011) não encontraram correlações dos testes de cores e acromáticos com o tempo de serviço. Essa falta de correlação pode estar ligada a baixos tempo de exposição crônica e alto desvio padrão nesse estudo ($3,94 \pm 5,34$ anos).

Lacerda et al. (2011) afirma existir uma maior sensibilidade dos testes de cores em sujeitos expostos a vapores orgânicos. Nossos resultados indicaram diferenças altamente significativas tanto para o Lanthony D15-d quanto para a Função de Sensibilidade ao Contraste. Entretanto a interação dos resultados com os níveis de exposição crônica existiu em grande parte, e com maior intensidade, com os testes de cores. Além disso, a diferença dos resultados dos níveis baixo e alto de exposição crônica foi comprovada somente com as áreas das elipses (A1 e A2). Essa diferença foi comprovada estatisticamente quando os trabalhadores entram no oitavo ano de atividade contínua. Esses resultados podem sugerir que tanto o teste de sensibilidade ao contraste quanto os de cores podem indicar consequências nos participantes, entretanto os testes de cores podem ser mais sensíveis para um acompanhamento da progressão dessas consequências com o passar de tempo de atividade.

Os testes neurocognitivos também se mostraram eficientes nos estudos com indivíduos expostos aos líquidos combustíveis. Entretanto, a idade e o grau de escolaridade devem ser controlados, como foram neste estudo, já que confirmaram influenciar no resultado dos testes entre participantes do mesmo grupo.

Tanto o teste da trilha (TMT A e B) quanto a Figura Complexa de Rey (cópia e memória) apresentaram diferenças estatisticamente significativas nas performances dos grupos. Além disso, essas avaliações foram fortemente influenciadas pelo tempo de exposição crônica, indicando o efeito severo dos agentes químicos na área da atenção e memória visuo-espacial dos frentistas, informação nova que este estudo traz para pesquisas nesta área.

Outro aspecto interessante foi a convergência entre as queixas, verificadas no questionário PNF, de perda de memória e concentração, com as baixas pontuações da cópia e da memória da Figura Complexa de Rey. Tal evidência denota a importância da

utilização de avaliações subjetivas para direcionar a reflexão nesse tipo de estudo. Igualmente curioso foi o resultado do teste de trilha A, que detectou uma deficiência estatisticamente significativa de atenção a partir de uma exposição crônica de 8 anos.

Ainda na área da atenção, agora encoberta, o teste de rastreamento ocular, realizado no Eyetracker, apresentou deficiências estatisticamente significativas no desempenho dos frentistas. Os resultados apontam para uma maior necessidade de número de sacadas e tempo para o grupo exposto completar o labirinto, sugerindo que os líquidos combustíveis aumentem o tempo do processamento neural nas tomadas de decisões a curto espaço de tempo, além de exigirem maior número de movimentos sacádicos para cobrir a janela atencional de um indivíduo contaminado.

Esse teste pode sinalizar também para uma deficiência na via magnocelular já que ela é utilizada na visão periférica de baixa resolução para as tomadas de decisões e direcionamento dos próximos movimentos sacádicos.

O questionário PNF demonstrou ser um instrumento eficiente na detecção de sintomas relacionados à ação dos líquidos combustíveis nos frentistas. Um total de 52,6 % apresentaram sintomas de agressões a saúde, com destaque nas dimensões da Instabilidade Psiconeurovegetativa e da Concentração e Memória. Outro aspecto importante está no livre relato (pergunta aberta do Anexo 3) acrescentado nesta pesquisa que aponta queixas de cefaléia crônica, ardência nos olhos, insônia e problemas gastrointestinais nos frentistas. Essa queixa converge para os resultados da avaliação de hepatotoxicidade onde os frentistas tiveram índices superiores aos normais para BD (100 %) e BT (43,75 %), demonstrando que existe uma deficiência na eliminação da bilirrubina conjugada e pode estar ligada a exposição aos solventes, já que foram excluídos casos de interação medicamentosa, uso de álcool e outros.

Existiu um caso de exclusão (indivíduo OE) com elevados índices hepatotóxicos apresentando um nível de GGT superior a 2,8 vezes o parâmetro normal, podendo estar ligado à interação medicamentosa com o uso do fármaco anticonvulsivante fenobarbital. A síntese aumentada de GGT pode ocorrer com medicamentos que induzem síntese enzimática, como é o caso desse fármaco (Henry, 2008).

O indivíduo LT com suspeita de abuso de álcool apresentou a AST (55) superior a ALT (46). Essa constatação pode ser atribuída ao consumo de álcool que geralmente eleva rapidamente a liberação da AST. Esse caso deve ser observado com cuidado porque sugere uma cirrose hepática, já que nessas situações a relação AST/ALT é maior que um (Henry, 2008). Essas constatações reforçam a importância de um bom processo de exclusão nesse tipo de estudo.

A avaliação de hepatotoxicidade encontrou ainda dois participantes (10 e 12 anos de atividade) com possíveis alterações simultâneas de danos hepatocelulares (alterações da ALT ou AST) e possíveis danos colestáticos (BD e BT).

Outro aspecto importante encontrado foi que as queixas de distonias psiconeurovegetativas (cefaléias, palpitações, insônia e outros) relacionaram-se com o aumento de níveis de GGT nos frentistas. Além disso, ocorreu uma correlação positiva entre a BD e o tempo para realizar a prova do labirinto, podendo estar ligada a ação da bilirrubina no sistema nervoso central que, por sua vez, pode causar encefalopatias crônicas com lesões no cerebelo detectadas com ressonância magnética. Suas consequências são diversas, acarretando possíveis deficiências auditivas e na movimentação ocular (Shapiro, 2010).

A ação direta da exposição diária aos vapores orgânicos não foi comprovada neste estudo, assim como ocorreu nos estudos de Campagna et al. (2001) com amostragem ativa feita em pintores industriais e na pesquisa de Zavalic et al. (1998)

utilizando uma amostragem ambiental com bomba acoplada na bancada de trabalho. Nossos resultados sugerem que para os frentistas a intoxicação está ligada a exposição crônica, representada pelo tempo de serviço, em um nível diário de concentração de vapor abaixo do limite de tolerância. Essa constatação se assemelha aos resultados encontrados em ambientes industriais por Urban e Lukás (1990) utilizando um Visual evoked potentials (VEP) e Cavalleri et al. (2000) e Gong et al. (2003) utilizando a amostragem passiva e o teste D15-d.

Os resultados diferenciados nas pesquisas podem estar ligados às diferentes características de exposição de cada estudo. Com o avanço das pesquisas percebe-se a importância de se considerar o tipo da atividade, as substâncias envolvidas, o tempo de exposição dos trabalhadores e o ambiente de trabalho. Além disso, a interpretação dos resultados deve ser cuidadosamente avaliada já que nesse tipo de estudo estão envolvidos elementos importantes como a resistência tóxica diferenciada entre indivíduos no padrão de absorção, metabolismo e nos processos compensatórios (Schreiber et al., 2002; Meyer-Baron et al., 2008).

XII. Considerações Finais

Este estudo aponta evidências de consequências psicofísicas, mais especificamente na percepção visual para cores e para a sensibilidade ao contraste de luminância dos frentistas brasileiros. Além disso, complementa os estudos existentes sugerindo deficiências neurocognitivas relacionadas principalmente à atenção e à memória visuo-espacial. Esses efeitos são mais incisivos a partir de 8 anos de atividade contínua, e são reduzidas com o aumento de massa corporal.

Os resultados da avaliação biológica demonstraram indícios da ação dos solventes, principalmente nos níveis de bilirrubina no sangue, já que foram excluídos casos de uso de álcool, fármacos, icterícia ou outros aspectos passíveis de gerar consequências hepatotóxicas. Outra constatação importante foi a influência do consumo de álcool e de fármacos nos resultados.

Além disso, esta tese vem preencher uma lacuna deixada na literatura, apresentando os níveis de exposição ambientais para a gasolina e para o álcool etílico, demonstrando que esses valores estão abaixo dos limites de tolerância TLV – TWA adotados pelo governo brasileiro, mas em um nível de ação tóxica da gasolina (NR – 9).

Para a atividade de frentista, a intoxicação caracteriza-se pela contaminação crônica pelas vias aéreas com influência no sistema nervoso central dos indivíduos expostos. Pelo contato direto, os vapores orgânicos têm atuado nos cones e bastonetes, além de poder causar reflexos no nervo óptico e também nas vias magno, parvo e konio celular do cérebro. Pode estar ocorrendo ainda sérias consequências ao Sistema Nervoso Central com perdas cognitivas no campo da atenção e memória dos frentistas.

Uma limitação deste estudo está relacionada à maior quantidade de gasolina consumida na região Nordeste do Brasil, sugerindo pesquisas futuras principalmente em cidades do Centro-Oeste e Sudeste do País, onde o fluxo do álcool combustível

geralmente é maior que o da gasolina. Outra proposta de estudo é avaliar a influência da taxa de gordura e do sexo nas consequências encontradas neste estudo.

Como forma de contribuição social esta tese apresenta as seguintes proposições a serem discutidas pela sociedade e pelos órgãos competentes:

- Obrigatoriedade e acompanhamento da utilização de óculos protetores e máscaras com filtros específicos para vapores orgânicos;
- Revisão e redução da carga horária diária ou do tempo da aposentadoria;
- Extinção e remanejamento gradual da profissão de frentista neste país.

- Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustível – ANP (2011). Regulamentação e especificações da gasolina automotiva. *Resolução ANP Nº 57*. Retirado de http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2011/outubro/ranp%2057%20-%202011.xml
- Alexandre, D.S., & Tavares, J. M. R. S. (2007). Fatores da percepção visual humana na visualização de dados. *Congresso de Métodos Numéricos em Engenharia - Congresso Íbero Latino-Americano sobre Métodos Computacionais em Engenharia*, CMNE/CILAMCE, Porto, Portugal. Retirado de <http://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/357/2/13662.pdf>
- Almirall, P., Franco, G., Martínez, S., Noriega, M., Villegas, J., & Méndez, I. (1999). Evaluación psicológica en trabajadores expuestos a tolueno en una empresa mexicana de autopartes. *Salud de los Trabajadores*, 7(1), 7–14. Retirado de <http://www.bvsde.paho.org/bvsast/e/fulltext/tolueno/tolueno.pdf>
- American Conference of Governmental Industrial Hygienists (2005). *Limites de Exposição (TLVs) para Substâncias Químicas e Agentes Físicos e Índices Biológicos de Exposição (BEIs)*. Retirado de <http://www.acgi.org/>
- Aydin, K., Kircan, S., Sarwar, S., Okur, O., & Balaban, E. (2009). Smaller Gray Matter Volumes in Frontal and Parietal Cortices of Solvent Abusers Correlate with Cognitive Deficits. *American Journal of Neuroradiology*, 30(10), 1922–1928. doi:10.3174/ajnr.A1728
- Baydas, G., Ozveren, F., Tuzcu, M., & Yasar, A. (2005). Effects of thinner exposure on the expression pattern of neural cell adhesion molecules, level of lipid peroxidation in the brain and cognitive function in rats. *European Journal of Pharmacology*, 512(2-3), 181–187. doi:10.1016/j.ejphar.2005.02.038
- Benignus, V. A., Bushnell, P. J., Boyes, W. K., Eklund, C., & Kenyon, E. M. (2009). Neurobehavioral Effects of Acute Exposure to Four Solvents: Meta-analyses. *Toxicological Sciences*, 109(2), 296–305. doi:10.1093/toxsci/kfp063
- Berger, C., Winkels, M., Lischke, A., & Höppner, J. (2011). GazeAlyze: a MATLAB toolbox for the analysis of eye movement data. *Behavior Research Methods*, 44(2), 404–419. doi:10.3758/s13428-011-0149-x
- Bianconi, M. L., & Caruso, F. (2005). Educação não-formal. *Ciência e Cultura*, 57(4), 20–20. Retirado de <http://www.scielo.br>
- Böckelmann, I., Pfister, E. A., & Peters, B. (2005). Influence of chronic exposure to organic solvent mixtures on contrast sensitivity in silk-screen printers: matched-pair analysis. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19(3), 505–510. doi:10.1016/j.etap.2004.12.014

- Bowman, K. J. (1982). A method for quantitative scoring of the Farnsworth Panel D-15. *Acta Ophthalmologica*, 60, 907-916. doi: 10.1111/j.1755-3768.1982.tb00621.x
- Boyes, W. K., Bercegeay, M., Krantz, Q. T., Kenyon, E. M., Bale, A. S., Shafer, T. J., ... Benignus, V. A. (2007). Acute Toluene Exposure and Rat Visual Function in Proportion to Momentary Brain Concentration. *Toxicological Sciences*, 99(2), 572–581. doi:10.1093/toxsci/kfm172
- Brasil, (2011). *Estratégias de Amostragem de Agentes Ambientais Para o Desenvolvimento do Programa de Prevenção de Riscos Ambientais*. PETROBRÁS, Rio de Janeiro, RJ. Retirado de <http://pt.scribd.com/doc/38403873/Procedimento-PPRA-Petrobras-PB-PP-03-00007>
- Brautbar, N., & Williams II, J. (2002). Industrial solvents and liver toxicity: risk assessment, risk factors and mechanisms. *International journal of hygiene and environmental health*, 205(6), 479–491. Retirado de www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12455270
- Bueno, M. (2010). A cor e a visão humana. *Revista Dental Press*, 7, 36 -41. Retirado de http://mikebueno.com.br/arquivos/A_Cor_e_a_Visao_Humana_-_por_Mike_Bueno.pdf
- Caldara, R., & Miellet, S. (2011). iMap: a novel method for statistical fixation mapping of eye movement data. *Behavior Research Methods*, 43(3), 864–878. doi:10.3758/s13428-011-0092-x
- Campagna, D., Mergler, D., Huel, G., Bélanger, S., Truchon, G., Ostiguy, C., & Drolet, D. (1995). Visual dysfunction among styrene-exposed workers. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 382–390. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8571095>
- Campagna, D., Stengel, B., Mergler, D., Limasset, J. C., Diebold, F., Michard, D., & Huel, G. (2001). Color vision and occupational toluene exposure. *Neurotoxicology and Teratology*, 23(5), 473–480. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11711250>
- Caporali, S. A., & da Silva, J. A. (2004). Utilização de julgamentos psicofísicos para investigação da inteligibilidade de fala no ruído em ouvintes com audição normal e perda auditiva. *Paidéia (Ribeirão Preto)*, 14(27), 95–98. Retirado de: www.scielo.br/pdf/paideia/v14n27/13.pdf
- Caraballo SM, Blanco G. (2005). Evaluación neuropsicología de trabajadores expuestos a solventes orgánicos en una empresa de transporte público. *Revista de la Facultad de Medicina (Caracas)*, 28(1), 79- 88. Retirado de: www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0798
- Carvalho, L. A. V. de, Romão, A. C., Tonissi, S., Carozelli, P. & Steffani, M. (2007). Desenvolvimento de um instrumento automatizado para medida do campo visual do olho humano. *Revista Brasileira de Engenharia Biomédica*, 23, 5-16. Retirado de: http://rbeb.ceb.unicamp.br/artigos/rev23/n1/art-a_23_1.pdf

- Cavalleri, A., Gobba, F., Paltrinieri, M., Fantuzzi, G., Righi, E., & Aggazzotti, G. (1994). Perchloroethylene exposure can induce colour vision loss. *Neuroscience letters*, 179(1), 162–166. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7845613>
- Cavalleri, A., Belotti, L., Gobba, F., Luzzana, G., Rosa, P., & Seghizzi, P. (1995). Colour vision loss in workers exposed to elemental mercury vapour. *Toxicology letters*, 77(1), 351–356. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/7618161>
- Cavaleri, A., Gobba, F., Nicali, E., & Fiocchi, V. (2000). c. *Archives of Environmental Health*, 65(6), 399-404. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11128877>
- Chang, W. J., Joe, K. T., Park, H. Y., Jeong, J. D., & Lee, D. H. (2013). The Relationship of Liver Function Tests to Mixed Exposure to Lead and Organic Solvents. *Annals of Occupational and Environmental Medicine*, 25(1), 5. doi:10.1186/2052-4374-25-5
- Chaves, C. A., Lima, G. B. A. (2003). Proposta de uma estratégia de amostragem de riscos ambientais em uma estação de combustível. *II Congresso Brasileiro de P&D em Petróleo e Gás*. Rio de Janeiro, RJ. Retirado de: www.portalabpg.org.br/PDPetro/2/6063.pdf
- Chen, R., Wei, L., & Seaton, A. (1999). Neuropsychological symptoms in Chinese male and female painters: an epidemiological study in dockyard workers. *Occupational and environmental medicine*, 56(6), 388–390. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10474534>
- Chiang, J. Y. (1998). Regulation of bile acid synthesis. *Front biosci*, 3, 176–193. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19346330>
- Cornsweet, T. N. (1970). *Vision perception*. Oxford, England: Academic Press.
- Costa, M. de F.B. da (2001). *Estudo da aplicabilidade do ácido Trans,Trans-Mucônico urinário como indicador biológico de exposição ao benzeno* (Tese de doutoramento). Escola Nacional de Saúde Pública, Rio de Janeiro, RJ. Retirado de: <http://teses.icict.fiocruz.br/pdf/costamfbd.pdf>
- Costa, T. L., Barboni, M. T. S., Moura, A. L. de A., Bonci, D. M. O., Gualtieri, M., de Lima Silveira, L. C., & Ventura, D. F. (2012). Long-Term Occupational Exposure to Organic Solvents Affects Color Vision, Contrast Sensitivity and Visual Fields. *PLoS ONE*, 7(8), e42961. doi:10.1371/journal.pone.0042961
- De Faria, J. M. L., Katsumi, O., Arai, M., & Hirose, T. (1998). Objective measurement of contrast sensitivity function using contrast sweep visual evoked responses. *British journal of ophthalmology*, 82(2), 168–173. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1722492/>

- Degani, A.L.G., Cass, Q.B. & Vieira, P.C. (1998). Cromatografia, um breve ensaio. *Revista Química Nova na Escola. SBQ (On Line)*, 7. Retirado de: <http://crispassinato.wordpress.com/2009/01/28/revista-quimica-nova-na-escola-sbq-on-line-colecao-completa>
- Deschamps, D., Garnier, R., Lille, F., Dinh, Y. T., Bertaux, L., Reygagne, A. & Dally, S. (1993). Evoked potentials and cerebral blood flow 'in solvent induced psycho-organic syndrome. *British Journal of Industrial Medicine*, 50, 325-330. doi:10.1136/oem.50.4.325
- Dib, M. A., Oliveira, L. R. Z., Dias, O. A., Torres, A. R. R., & Silveira, N. de A. (2007). Avaliação da Qualidade do Sêmen e do Estado Geral de Saúde de Frentistas de Postos de Gasolina da Cidade de Goiânia. *Estudos, Goiânia*, 34, 957-977. Retirado de <http://revistas.pucgoias.edu.br/index.php/estudos/article/viewArticle/250>
- Dick, F., Semple, S., Chen, R. & Seaton, A. (2000). Neurological deficits in solvent-exposed painters: a syndrome including impaired colour vision, cognitive defects, tremor and loss of vibration sensation. *Q J Med*, 93, 655–61. doi: 10.1093/qjmed/93.10.655
- Dick, F., Semple, S., Osborne, A., Soutar, A., Seaton, A., Cherrie, J. W., ... Haites, N. (2002). Organic solvent exposure, genes, and risk of neuropsychological impairment. *Qjm*, 95(6), 379–387. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12037246>
- Dick, F., Semple, S., Soutar, A., Osborne, A., Cherrie, J. W., & Seaton, A. (2004). Is colour vision impairment associated with cognitive impairment in solvent exposed workers? *Occupational and environmental medicine*, 61(1), 76–78. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1757797/>
- Droz, P. O., Wu, M. M., Cumberland, W. G. & Berode, M. (1989). Variability in biological monitoring of solvent exposure. I Development of a population physiological model. *British Journal of Industrial Medicine*, 46, 447-460. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2765418>
- Dryson, E. (1992). Chronic organic solvent neurotoxicity: diagnostic criteria. [Wellington, N.Z.]: OSH, Dept. of Labour. Retirado de: http://www.rikiott.com/pdf/a_solvent.pdf
- Fernandes, L. C., & Urbano, L. C. de V. (2008). Efficiency of color vision tests in hereditary dyschromatopsia: case report. *Arquivos Brasileiros de Oftalmologia*, 71(4), 585–588. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27492008000400023>
- Ferraz, M. M., & Scholl-Franco, A. (2007). “Cheirar cola”: aspectos sociais e fisiológicos do uso crônico de solventes. *Ciências e Cognição*, 11, 204-207, ISSN 1806-5821. Retirado de: <http://www.cienciasecognicao.org/pdf/v11/m337174.pdf>
- Figueiredo, A. & Pietrocola, M. (2000). Luz e cores. *FDT*, São Paulo. Retirado de http://www.iar.unicamp.br/disciplinas/mm_educacao/540_biblio_livros.htm

- Filardo, R. D., Pires Neto, C. S., & Simões, C. (2001). Indicadores antropométricos e da composição corporal de homens e mulheres entre 20 e 39, 9 anos de idade. *Rev Bras Cineantropom Desempenho Hum*, 3(1), 55–62. Retirado de: <http://www.rbcdh.ufsc.br/DownloadArtigo.do?artigo=149>
- Fortenberry, J. D. (1985). Gasoline sniffing. *The American journal of medicine*, 79(6), 740–744. Retirado de: http://www.unboundmedicine.com/medline/citation/3907347/Gasoline_sniffing_
- Frenette, B., Mergler, D., & Bowler, R. (1991). Contrast-sensitivity loss in a group of former microelectronics workers with normal visual acuity. *Optometry and vision science: official publication of the American Academy of Optometry*, 68(7), 556–560. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1923329>
- Geller, A. M. (2001). A table of color distance scores for quantitative scoring of the Lanthony desaturate color vision test. *Neurotoxicology and teratology*, 23(3), 265–267. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11418268>
- Gobba, F., & Cavalleri, A. (2003). Color Vision Impairment in Workers Exposed to Neurotoxic Chemicals. *NeuroToxicology*, 24(4-5), 693–702. doi:10.1016/S0161-813X(03)00037-8
- Gomes, B. D., Souza, G. da S., Rodrigues, A. R., Saito, C. A., Silva Filho, M. da, & Silveira, L. C. de L. (2006). Estimativa da sensibilidade ao contraste espacial de luminância e discriminação de cores por meio do potencial provocado visual transiente. *Psicologia USP*, 17(4), 63–85. Retirado de: <http://www.revistas.usp.br/psicousp/article/view/41870>
- Gong, Y. Y., Kishi, R., Katakura, Y., Tsukishima, E., Fujiwara, K., Kasai, S., ... Kawai, T. (2002). Relation between colour vision loss and occupational styrene exposure level. *Occupational and environmental medicine*, 59(12), 824–829. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12468749>
- Gong, Y., Kishi, R., Kasai, S., Katakura, Y., Fujiwara, K., Umemura, T., ... Miyama, Y. (2003). Visual Dysfunction in Workers Exposed to a Mixture of Organic Solvents. *NeuroToxicology*, 24(5), 703–710. doi:10.1016/S0161-813X(03)00034-2
- Guardani, M. L. G., & Martins, M. H. R. (2009). Monitor passivo de dióxido de enxofre-construção e testes de validação. *XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental*. Retirado de: <http://www.bvsde.paho.org/bvsair/e/repindex/rep82/experien/vi-052.pdf>
- Hegazy, N. M., Gawad, N. B. A., Metwally, F. M., Ahmed, H. H., Raouf, E. R. A., Abraham, K. S. & Sharaf, N. E. (2010). Neurotoxic effects of organic solvents in exposed workers: Altered expression of some biochemical markers. *New York Science Journal*, 3(11), 171-176. ISSN: 1554-0200. Retirado de: <http://www.sciencepub.net>
- Henry, J. B. (2008). *Diagnósticos clínicos e tratamentos por métodos laboratoriais* (20ª ed.). Barueri, SP: Manole.

- Hinrichsen, S. L., Cavalcanti, R., Jucá, M. B., Albuquerque, S. M. da C., Silva, B., Godoi, J., ... Figueira, J. N. (2004). Alterações clínicas e oftalmológicas em frentistas expostos a vapores de derivados de petróleo em postos de gasolina do Grande Recife. *Revista Brasileira de Medicina*, 61(8), 529-538. Retirado de: <http://www.cybersaude.com.br/revistas>
- Ijaz, B., Ahmad, W., Javed, F. T., Gull, S., & Hassan, S. (2011). Revised cutoff values of ALT and HBV DNA level can better differentiate HBeAg (-) chronic inactive HBV patients from active carriers. *Virology Journal*, 8(1), 86. doi:10.1186/1743-422X-8-86
- Jamus, D. R., & Mäder, M. J. (2005). The Rey Complex Figure and its importance a method of neuropsychological assessment. *Journal of Epilepsy and Clinical Neurophysiology*, 11(4), 193-198. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-26492005000400008>
- Jóhannesson, Ó. I., Ásgeirsson, Á. G., & Kristjánsson, Á. (2012). Saccade performance in the nasal and temporal hemifields. *Experimental Brain Research*, 219(1), 107-120. doi:10.1007/s00221-012-3071-2
- Keski-Säntti, P., Mäntylä, R., Lamminen, A., Hyvärinen, H. K., & Sainio, M. (2008). Magnetic resonance imaging in occupational chronic solvent encephalopathy. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82(5), 595-602. doi:10.1007/s00420-008-0368-3
- Keski-Säntti, P., Kaukiainen, A., Hyvärinen, H. K., & Sainio, M. (2009). Occupational chronic solvent encephalopathy in Finland 1995-2007: incidence and exposure. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 83(6), 703-712. doi:10.1007/s00420-009-0493-7
- Kiesswetter, E., Sietmann, B. & Seeber, A. (1997). Standardization of a questionnaire for neurotoxic symptoms. *Environ Research*, 73(2), 73-80. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1006/enrs.1997.3716>
- Kim, M.H., Kim, Y.C., Lee, K.H., Jeon, M.J. & Sakong, J. (2011). Assessment of Acquired Color Vision Impairment in Inhalant Abusers. *Korean J. Occup. Environ Med.* 23(4), 439-449, Korean. Retirado de: <http://wprim.whooc.org.cn/local/detail.jsp?channelid=75002&searchword=WPRIMI D%3D698948>
- Kinawy, A. A. (2009). Impact of gasoline inhalation on some neurobehavioural characteristics of male rats. *BMC Physiology*, 9(1), 21. doi:10.1186/1472-6793-9-21
- Kishi, R. (2001). Effects of Low-Level Occupational Exposure to Styrene on Color Vision: Dose Relation with a Urinary Metabolite. *Environmental Research*, 85(1), 25-30. doi:10.1006/enrs.2000.4227
- Kiyokawa, M., Mizota, A., Takasoh, M., & Adachi-Usami, E. (1999). Pattern visual evoked cortical potentials in patients with toxic optic neuropathy caused by toluene abuse. *Japanese journal of ophthalmology*, 43(5), 438-442. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10580669>

- Klaassen, C. D. & Watkins, J. B. (2012). *Fundamentos em Toxicologia de Casaret e Doull* (2ª ed.). Porto Alegre, Rio Grande do Sul: Artmed.
- Kodavanti, P. R. S., Royland, J. E., Richards, J. E., Besas, J., & MacPhail, R. C. (2011). Toluene effects on oxidative stress in brain regions of young-adult, middle-age, and senescent Brown Norway rats. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 256(3), 386–398. doi:10.1016/j.taap.2011.04.012
- Lacerda, E. M. da C. B., Souza, G. da S., Rodrigues, A. R., & Silveira, L. C. de L. (2009). Neurotoxicidade dos Solventes Orgânicos. *Neurociências* (Rio de Janeiro), 5, 165-173. Retirado de: <http://pt.scribd.com/doc/51424827/revista-neurociencias>
- Lacerda, E. M. da C. B., Ventura, D. F., & Silveira, L. C. de L. (2011). Visual assessment by psychophysical methods of people subjected to occupational exposure to organic solvents. *Psicologia USP*, 22(1), 117–145. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65642011005000011>
- Lacerda, E. M. da C. B., Lima, M. G., Rodrigues, A. R., Teixeira, C. E. C., de Lima, L. J. B., Ventura, D. F., & Silveira, L. C. de L. (2012). Psychophysical Evaluation of Achromatic and Chromatic Vision of Workers Chronically Exposed to Organic Solvents. *Journal of Environmental and Public Health*, 1–7. doi:10.1155/2012/784390
- Landeira-Fernandez, J. & Fukusima, S. S. (2012). *Métodos em Neurociência*. São Paulo: Manoele.
- Lanthony, P. (1978). The desaturated panel D-15. *Documenta Ophthalmologica*, 46(1), 185–189. doi:10.1007/BF00174107
- Leitão, M. B., Lazzoli, J. K., Oliveira, M. A. B. de, Nóbrega, A. C. L. da, Silveira, G. G. da, Carvalho, T. de, ... Michels, G. (2000). Posicionamento oficial da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte: atividade física e saúde na mulher. *Revista brasileira de medicina do esporte*, 6(6), 215–220. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S1517-86922000000600001>
- Leo, F., Romei, V., Freeman, E., Ladavas, E., & Driver, J. (2011). Looming sounds enhance orientation sensitivity for visual stimuli on the same side as such sounds. *Exp Brain Res*, 213, 193–201. doi: 10.1007/s00221-011-2742-8
- Lima, M. G., Gomes, B. D., Ventura, D. F., & Silveira, L. C. de L. (2011). Métodos utilizados na avaliação psicofísica da visão de cores humana. *Psicologia USP*, 22(1), 197–222. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-65642011005000002>
- Malaguarnera, G. (2012). Toxic hepatitis in occupational exposure to solvents. *World Journal of Gastroenterology*, 18(22), 2756. doi:10.3748/wjg.v18.i22.2756
- Martin, E. (1974). Saccadic suppression: A review and an analysis. *Psychological Bulletin*, 81, 899–917. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/4612577>
- Mendes, J. L. B., Carvalho, F. M., Cotrim, H. P., Góes, R. C., Oliveira, J. F. G. de, Rosa, H., ... Aguiar, A. S. (2004). Alterações Hepáticas em Trabalhadores do Refino de Petróleo. *Revista Baiana de Saúde Pública*, Salvador/Ba, 28(2), 167-179. Retirado de: <http://www.scielo.br/pdf/rsp/v40n1/27121.pdf>

- Mendes, J. L. B., Carvalho, F. M., Silvany Neto, A. M., Cotrim, H. P., Góes, R. C., Rosa, H., ... Guedes, F. (2005). Liver changes in workers at an oil refinery and in a reference population in the state of Bahia, Brazil. *Revista Panamericana de Salud Pública / Pan American Journal of Public Health*, Estados Unidos da America, 17 (1), 30-36. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S1020-49892005000100005>
- Meyer-Baron, M., Blaszkewicz, M., Henke, H., Knapp, G., Muttray, A., Schäper, M., & Van Thriel, C. (2008). The impact of solvent mixtures on neurobehavioral performance—Conclusions from epidemiological data. *NeuroToxicology*, 29(3), 349–360. doi:10.1016/j.neuro.2008.02.005
- Milanovic, L., Spilich, G., Vucinic, G., Knezevic, S., Ribaric, B., & Mubrin, Z. (1990). Effects of occupational exposure to organic solvents upon cognitive performance. *Neurotoxicology and teratology*, 12(6), 657–660. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/2255311>
- Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento (2010). Portaria Nº 7 de 11 de Janeiro de 2010. Autor: Brasil. Retirado de: [http://www.udop.com.br/download/legislacao/comercializacao/institucional_site_juridico/port_7_\(2010\)_adicao_alcool.pdf](http://www.udop.com.br/download/legislacao/comercializacao/institucional_site_juridico/port_7_(2010)_adicao_alcool.pdf)
- Ministério do Trabalho e Emprego (1978). *Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978: Normas Regulamentadoras nº 9 - Programa de Prevenção de Riscos Ambientais (49ªed.)*. São Paulo, Brasil: Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho.
- Ministério do Trabalho e Emprego (1978). *Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978: Normas Regulamentadoras nº 15 - Atividades e operações insalubres (49ªed.)*. São Paulo, Brasil: Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho.
- Ministério do Trabalho e Emprego (1978). *Portaria nº 3214 de 8 de junho de 1978: Normas Regulamentadoras nº 20 - Líquidos combustíveis e inflamáveis (49ªed.)*. São Paulo, Brasil: Manual de Legislação Atlas de Segurança e Medicina do Trabalho.
- Mohammadi, S., Mehrparvar, A., Labbafinejad, Y., & Attarchi, M. S. (2010). The effect of exposure to a mixture of organic solvents on liver enzymes in an auto manufacturing plant. *Journal of Public Health*, 18(6), 553–557. doi:10.1007/s10389-010-0340-z
- Mollon, J. D., & Reffin, J. P. (1989). A computer-controlled colour vision test that combines the principles of Chibret and of Stilling. Proceedings of the Physiological Society. *Journal of Physiology* (London), 414, 5. Retirado de: <http://vision.psychol.cam.ac.uk/jdmollon/papers/MollonReffin1989.pdf>
- Morrow, L. A., Steinhauer, S. R., Condray, R., & Hodgson, M. (1997). Neuropsychological performance of journeymen painters under acute solvent exposure and exposure-free conditions. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 3(3), 269–275. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9161106>

- Mutti, A., Falzoi, M., Romanelli, A., Bocchi, M. C., Ferroni, C., & Franchini, I. (1988). Brain dopamine as a target for solvent toxicity: Effects of some monocyclic aromatic hydrocarbons. *Toxicology*, 49(1), 77–82. doi:10.1016/0300-483X(88)90177-1
- Muttray, A., Wolff, U., Jung, D., & Konietzko, J. (1997). Blue-yellow deficiency in workers exposed to low concentrations of organic solvents. *International archives of occupational and environmental health*, 70(6), 407–412. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9439988>
- Muttray, A., Wolters, V., Jung, D., & Konietzko, J. (1999). Effects of High Doses of Toluene on Color Vision. *Neurotoxicology and Teratology*, 21(1), 41–45. doi:10.1016/S0892-0362(98)00027-0
- Muttray, A., Kürten, R., Jung, D., Schicketanz, K. H., & Konietzko, J. (2000). Acute effects on the human EEG after an external exposure to 200 ppm methanol. *International archives of occupational and environmental health*, 74(1), 43–48. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11196080>
- Muttray, A., Jung, D., Klimek, L., & Kreiner, C. (2002). Effects of an external exposure to 200 ppm methyl ethyl ketone on nasal mucosa in healthy volunteers. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 75(3), 197–200. doi:10.1007/s00420-001-0291-3
- Muttray, A., Gosepath, J., Brieger, J., Faldum, A., Pribisz, A., Mayer-Popken, O., ... Letzel, S. (2008). No acute effects of an exposure to 50 ppm acetaldehyde on the upper airways. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 82(4), 481–488. doi:10.1007/s00420-008-0354-9
- Nakatsuka, H., Watanabe, T., Takeuchi, Y., Hisanaga, N., Shibata, E., Suzuki, H., ... Ikeda, M. (1992). Absence of blue-yellow color vision loss among workers exposed to toluene or tetrachloroethylene, mostly at levels below occupational exposure limits. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 64(2), 113–117. doi:10.1007/BF00381478
- Nascimento, E.L.do, (2008). *Um fotômetro microcontrolado led-nir, portátil de baixo custo para análise screening de gasolinas tipo C* (Tese de doutoramento). Departamento de Química na Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Brasil. Retirado de http://www.ppgq.quimica.ufpb.br/teses/Tese_Elaine_Cristina.pdf
- NIOSH National Institute of Occupational and Safety, (2010). Manual of Analytical Methods (NMAM) Naphthas, Fourth Edition. Retirado de <http://www.cdc.gov/niosh>
- Oliveira, A. G. F. De (2007). *Desenvolvimento das funções de acuidade visual e sensibilidade ao contraste visual medidas por potenciais visuais provocados de varredura em crianças nascidas a termo e prematuras* (Tese de doutoramento). Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. Retirado de <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/47/47135/tde-07012008-162937/pt-br.php>

- Oliveira, K.M.P.G. de, Arbilla, G., & Silva, L.S.V. (2007). Monitoramento de BETEX em um posto de combustível na cidade de Niterói. *XI encontro da SBQ – Rio de Janeiro*, 29-31. Universidade Federal Fluminense. Niterói, Rio de Janeiro. Retirado de <http://www.uff.br/sbqriouff/Arquivos%20link/Resumos/P029%20064%20resumo%20P43.pdf>
- Paallysaho, J., Nasanen, R., Mantyjarvi, M., Kaukiainen, A., & Sainio, M. (2007). Colour vision defects in occupational chronic solvent encephalopathy. *Human & Experimental Toxicology*, 26(4), 375–384. doi:10.1177/0960327107076820
- Paiva, G. J. de (2007). Psicologia Cognitiva e Religião. *Revista de estudos da Religião (PUCSP)*, 7, ISSN 1677-1222, 183-191. Retirado de: http://www.pucsp.br/rever/rv1_2007/p_paiva.pdf
- Paramei, G. V., Meyer-Baron, M., & Seeber, A. (2004). Impairments of Colour Vision Induced by Organic Solvents: A Meta-Analysis Study. *NeuroToxicology*, 25(5), 803–816. doi:10.1016/j.neuro.2004.01.006
- Peixe, T. S., Nascimento, E. de S., & Pinheiro, F. (2009). Proteção a saúde do trabalhador: um estudo comparativo entre regulamentações da Espanha, EUA e Brasil. *Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambientale Sociedade*. ISSN 1984-3577, 2, 27-41. Retirado de: <http://www.intertox.com.br/documentos/v2n3/rev-v02-cap.pdf>
- Pereira, L. V., & Sousa, F. (2007). Avaliação psicofísica de descritores de dor no pós-operatório. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 15(3). Retirado de: http://www.scielo.br/pdf/rlae/v15n3/pt_v15n3a17.pdf
- Pérez, E. P., CARVALHO, J. A. de, & Carrocci, L. R. (2006). Substituição do óleo diesel por álcool etílico hidratado na queima direta, uma comparação. *Proceedings of the 6. Encontro de Energia no Meio Rural*. Retirado de: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000200042&script=sci_arttext&tlng=pt
- PETROBRÁS, Ed. (2012). Ficha de Informação de Segurança de Produto Químico – FISPQ, BR 0051, 2. Retirado de: <http://www.br.com.br/wps/wcm/136c/fispq-auto-gasolina-comum.pdf>
- Pokorny, J., Collins, B., Howett, G., Lakowsky, R., Lewis, M., ... Moreland, J. (1981). Procedure for testing color vision. Report of working group 41. *Washington, DC: National Academy*. Retirado de: <http://www.nap.edu/openbook.php?isbn=POD095>
- Quelhas, O. L. G., & Gomes, R. S. (2011). Análise crítica da legislação brasileira de segurança e saúde ocupacional. O caso da exposição a agentes químicos. *VII Congresso Nacional de Excelência em Gestão*. ISSN 1984-9354. Rio de Janeiro, RJ. Retirado de: http://www.excelenciaemgestao.org/anais/T11_0366_1483.pdf

- Rebelo, P. A. de (2007). *Avaliação da exposição ocupacional, em laboratórios, de múltiplos agentes químicos, por longo período e em baixas concentrações* (Tese de doutoramento). Faculdade de Ciências Farmaceuticas, Programa de Pós-Graduação em Toxicologia e Análises Toxicológicas, Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. Retirado de: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/9/9141/tde-29032009-114339/pt-br.php>
- Regan, B. C., Reffin, J. P., & Mollon, J. D. (1994). Luminance noise and the rapid determination of discrimination ellipses in colour deficiency. *Vision research*, 34(10), 1279–1299. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8023437>
- Rodrigues, A. R., Souza, C. R. B. de, Braga, A. M., Rodrigues, P. S. S., Silveira, A. T., Damin, E. T. B., ... Vieira, J. L. F. (2007). Mercury toxicity in the Amazon: contrast sensitivity and color discrimination of subjects exposed to mercury. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 40(3), 415–424. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-879X2007000300018>
- Sánchez, M. M. (2005). *Efectos neuroconductuales en trabajadores expuestos a solventes organicos en la industria petroleira* (Tese de doutoramento). Faculdade de Medicina e Saúde Ocupacional, Universidade Del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Retirado de: http://tesis.luz.edu.ve/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=2315
- Santos, N. A. dos, & Simas, M. L. de B. (2001). Função de Sensibilidade ao Contraste: Indicador da Percepção Visual da Forma e da Resolução Espacial. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14(3), 589-597. Retirado de: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102
- Santos, N. A. dos (2003). Tópicos em Percepção e Processamento Visual da Forma: Acuidade Visual versus Sensibilidade ao Contraste. *Estudos e Pesquisas em Psicologia* (UERJ), Rio de Janeiro, 3, 89-104. Retirado de: <http://www.revispsi.uerj.br/v3n1/artigos/artigo6v3n1.html>
- Santos, N. A. dos, Simas, M. L. B., Nogueira, R. M. T. B. L. (2007). Percepção visual de contraste em humanos: Evidência psicofísica para canais de frequência angular alta. *Psicologia Reflexão e Crítica*, 20 (1), 559-567. Retirado de: <http://biblioteca.universia.net>
- Santos, N. A. dos, França, V., & Simas, M. L. de B. (2008). Radial frequency contrast sensitivity in children of 4 to 7 years old and adults. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 21(1), 28–32. doi:10.1590/S0102-79722008000100004
- Santos, N. A. dos, Alencar, C. C. G., & Dias, Y. H. N. (2009). Contrast sensitivity function of sine-wave gratings in children with acute malnutrition. *Psychology & Neuroscience*, 2, 11 – 15. doi: 10.3922/j.psns
- Santos, N. A. dos, & Alencar, C. C. G. (2010). Early malnutrition diffusely affects children contrast sensitivity to sine-wave gratings of different spatial frequencies. *Nutritional Neuroscience*, 13(4), 189–194. doi:10.1179/147683010X12611460764480

- Santos, N. A. dos, França, V. de C. R. de M., & Alves, P. A. de A. (2010). Diferenças na Detecção de Frequências Espaciais e Radiais em Crianças. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 25(4), 581. doi:10.1590/S0102-37722009000400013
- Santos, V. M. C. S., Monzani, R. M., Cristofolini, C., Anatócio, J., & Monteiro, S. V. (2009). Análise de gasolina utilizada na região Litoral Norte Catarinense para detecção do teor de etanol. *I Mostra Científica e Tecnológica do – IFC – Campus Araquari, SC, 1, 1-100*. Retirado de: http://sistemas.ifc.edu.br/jornada/docs/anais_IV_Jornada_Sul.pdf
- Schäper, M., Demes, P., Kiesswetter, E., Zupanec, M., & Seeber, A. (2004). Colour vision and occupational toluene exposure: results of repeated examinations. *Toxicology Letters*, 151(1), 193–202. doi:10.1016/j.toxlet.2004.01.020
- Schiffman, H. R. (2005). Sensação e Percepção. Rio de Janeiro: LTC.
- Schreiber, J. S., Hudnell, H. K., Geller, A. M., House, D. E., Aldous, K. M., Force, M. S., ... Parker, J. C. (2002). Apartment residents' and day care workers' exposures to tetrachloroethylene and deficits in visual contrast sensitivity. *Environmental health perspectives*, 110(7), 655. Retirado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1240911/>
- Semple, S., Dick, F., Osborne, A., Cherrie, J. W., Soutar, A., Seaton, A., & Haites, N. (2000). Impairment of colour vision in workers exposed to organic solvents. *Occupational and environmental medicine*, 57(9), 582–587. doi: 10.1136/oem.57.9.582
- Seppäläinen, A. M., Husman, K., & Martenson, C. (1978). Neurophysiological effects of long-term exposure to a mixture of organic solvents. *Scandinavian journal of work, environment & health*, 304–314. doi:10.5271/sjweh.2695
- Shapiro, S. M. (2010). Chronic bilirubin encephalopathy: diagnosis and outcome. *Seminars in Fetal and Neonatal Medicine*, 15(3), 157–163. doi:10.1016/j.siny.2009.12.004
- Silva, F. L. do N., Santos Jr, J. R. dos, Moita Neto, J. M., Silva, R. L. G., Flumignan, D. L., & Oliveira, J. E. de, (2009). Determination of benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes in commercial gasoline from Piauí state. *Química Nova*, 32(1), 56–60. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422009000100011>
- Simões, E. A. Q., & Tiedemann, K. B. (1985). Psicologia da Percepção. *EPU*, 10, São Paulo.
- Soares, M. (2006). *Aplicação da Biofiltração no Tratamento de Vapores de Gasolina. Tese apresentada na Universidade Federal do Paraná* (Tese de doutoramento). Pós-Graduação em Processos Biotecnológicos Universidade Federal do Paraná Curitiba, Brasil. Retirado de: <http://dspace.c3sl.ufpr.br/bitstream/handle/pdfsequence=1>
- Sousa, F., & da Silva, J. A. (1996). Uso e aplicação da metodologia psicofísica na pesquisa em enfermagem. *Rev Latino-am Enfermagem*, 4(2), 147–78. doi: 10.1590/S0104-11691996000200011
- Sternberg, R. J. (2010). Psicologia Cognitiva. *Cengage Learning*, 5ª ed., São Paulo.

- Svensson, B.-G., Nise, G., Erfurth, E. M., & Olsson, H. (1992). Neuroendocrine effects in printing workers exposed to toluene. *British journal of industrial medicine*, 49(6), 402–408. doi:10.1136/oem.49.6.402
- Takeuchi, T., Puntous, T., Tuladhar, A., Yoshimoto, S., & Shirama, A. (2011). Estimation of Mental Effort in Learning Visual Search by Measuring Pupil Response. *PLoS ONE*, 6(7), e21973. doi:10.1371/journal.pone.0021973
- Tamburro, C. H., & Liss, G. M. (1986). Tests for hepatotoxicity: usefulness in screening workers. *J Occup Med.*, 28(10), 1034–44. doi: 10.1097/00043764-198610000-00026
- Tardif, R., Lapare, S., Charest-Tardif, G., Brodeur, J., & Krishnan, K. (1995). Physiologically-Based pharmacokinetic modeling of a mixture of toluene and xylene in Humans. *Risk Analysis*, 15 (3), 335-342. doi: 10.1111/j.1539-6924.1995.tb00326.x
- Tchernikov, I., & Fallah, M. (2010). A Color Hierarchy for Automatic Target Selection. *PLoS ONE*, 5(2), e9338. doi:10.1371/journal.pone.0009338
- Till, C., Rovet, J. F., Koren, G., & Westall, C. A. (2003). Assessment of Visual Functions Following Prenatal Exposure to Organic Solvents. *NeuroToxicology*, 24(5), 725–731. doi:10.1016/S0161-813X(02)00212-7
- Till, C., Westall, C. A., Koren, G., Nulman, I., & Rovet, J. F. (2005). Vision abnormalities in young children exposed prenatally to organic solvents. *NeuroToxicology*, 26(4), 599–613. doi:10.1016/j.neuro.2005.05.011
- Toftgard, R., & Nilsen, O. G. (1982). Effects of xylene and xylene isomers on cytochrome p-450 and in vitro enzymatic activities in rat liver, kidney and lung. *Toxicology*, 23(2), 197–212. doi: 10.1016/0300-483X(82)90098-1
- Tomei, F., Giuntoli, P., Biagi, M., Baccolo, T., Tomao, E., & Rosati, M. (1999). Liver damage among shoe repairers, *Amer. Journ. Of Ind. Med*, 36, 541-547. doi: 10.1002/(SICI)1097-0274(200006)37:6<669::AID-AJIM13>3.0.CO;2-U
- Torman, V. B. L., Coster, R., & Riboldi, J. (2012). Normalidade de variáveis: métodos de verificação e comparação de alguns testes não-paramétricos por simulação. *Rev HCPA*, 32(2), 227-234. Retirado de: <http://seer.ufrgs.br/hcpa>
- Urban, P., & Lukas, E. (1990). Visual evoked potentials in rotogravure printers exposed to toluene. *British journal of industrial medicine*, 47(12), 819–823. doi: 10.1136/oem.47.12.819
- Valic, E., Waldhör, T., Konnaris, C., Michitsch, A., & Wolf, C. (1997). Acquired dyschromatopsia in combined exposure to solvents and alcohol. *International archives of occupational and environmental health*, 70(6), 403–406. doi: 10.1007/s004200050236
- Van Beilen, M., Renken, R., Groenewold, E. S., & Cornelissen F. W. (2011). Attentional Window Set by Expected Relevance of Environmental Signals. *PLoS One*, 6(6), e21262. doi: 10.1371/journal.pone.0021262
- Van Diepen, P. M., & Ydewalle, G. (2003). Early peripheral and foveal processing in fixations during scene perception. *Visual Cognition*, 10(1), 79–100. doi: 10.1080/13506280143000023

- Vasconcelos, F. D. (1995). Uma visão crítica do uso de padrões de exposição na vigilância da saúde no trabalho. *Cad Saude Publica*, 11(4), 588–599. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-311X1995000400007>
- Ventura, D. F., Costa, M. T., da Costa, M. F., Berezovsky, A., Salomão, S. R., Simões, A. L., ... de Souza, J. M. (2004). Multifocal and full-field electroretinogram changes associated with color-vision loss in mercury vapor exposure. *Visual Neuroscience*, 21(3), 421–430. doi: <http://dx.doi.org/10.1017/S0952523804213372>
- Ventura, D. F. (2005). Chromatic and Luminance Contrast Sensitivities in Asymptomatic Carriers from a Large Brazilian Pedigree of 11778 Leber Hereditary Optic Neuropathy. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 46(12), 4809–4814. doi:10.1167/iovs.05-0455
- Ventura, D. F., Simões, A. L., Tomaz, S., Costa, M. F., Lago, M., Costa, M. T. V., ... Silveira, L. C. L. (2005). Colour vision and contrast sensitivity losses of mercury intoxicated industry workers in Brazil. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19(3), 523–529. doi:10.1016/j.etap.2004.12.016
- Vianello, S. M. P. (2002). *Análise da visão cromática e da sensibilidade ao contraste em portadores de HIV com exame oftalmológico normais* (Tese de doutoramento). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. Retirado de: www.bibliotecadigital.ufmg.br/dspace/handle/1843/7960
- Vistech, Ed. (2012). Vistech Vision Contrast test System Instruction. Dayton, Ohio, U.S.A. 1988. Retirado de: www.agingeye.net/cataract/Vistech2.pdf
- Wiedemann, L. S., d'Avila, L. A., & Azevedo, D. de A. (2005). Brazilian gasoline quality: study of adulteration by statistical analysis and gas chromatography. *Journal of the Brazilian Chemical Society*, 16(2), 139–146. Retirado de: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-50532005000200003>
- Wood, R., & Liossi, C. (2005). Long-term neuropsychological impact of brief occupational exposure to organic solvents. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(5), 655–665. doi:10.1016/j.acn.2005.01.003
- Zavalic, M., Mandic, Z., Turk, R., Bogadi-Sare, A., Plavec, D., Gomzi, M., & Skender, L. J. (1998). Assessment of colour vision impairment in male workers exposed to toluene generally above occupational exposure limits. *Occupational medicine*, 48(3), 175–180. doi: 10.1016/j.ntt.2008.01.006

Apêndice A. Ficha de anamnese – Grupo Experimental



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

Nome: _____

Data de nascimento: _____ Sexo: M () F ()

Escolaridade: _____ Telefone para contato: _____

Tempo de serviço como frentista: _____

Atividade anterior: _____

Jornada de trabalho: _____

A quanto tempo fez consulta no oftalmologista? _____

Doenças das fases:

Adulta: _____

Infantil: _____

Faz uso de cigarros? () Sim () Não Quantos maços por semana? _____

Bebe? () Sim () Não Quantas vezes por semana? _____

Período de descanso durante a jornada:

Almoça no trabalho? Sim () Não ()

Peso : _____

Faz uso de EPI? () Máscara () Luvas () Óculos

() outros _____

Faz uso de algum medicamento? () Não () Sim Quais? _____

Você ou alguém da sua família possuem doenças oculares?

Doenças neurológicas: _____

Apêndice B. Ficha de anamnese – Grupo Controle

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

Nome: _____

Idade: _____ Sexo: M (☐) F (☐)

Escolaridade: _____ Telefone para contato: _____

Qual o último emprego? _____

Já trabalhou com solventes? (☐) Não

(☐) Sim Quais? _____

A quanto tempo fez consulta no oftalmologista? _____

Doenças das fases:

Adulta: _____ Infantil: _____

Faz uso de cigarros? (☐) Sim (☐) Não

Bebe quantas vezes por semana? _____

Faz uso de algum medicamento? (☐) Não (☐) Sim Quais? _____

Você ou alguém da sua família possuem doenças oculares? Sim (☐) Não (☐)

Quais: _____

Doenças neurológicas: _____

Apêndice C. Protocolo: Acuidade Visual e Teste de Ishihara



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

1.0 Acuidade Visual:

Parâmetros:

- a- Distância de 6,00 m;
- b- Testar um olho por vez e depois os dois juntos:
- c- Manter os óculos, se o participante possuir;
- d- Visão normal até a 8ª linha.

Identificação do sujeito: _____

Responsável pela triagem: _____

Data: _____

Acuidade Visual: _____ Olho Direito _____ Olho Esquerdo

() Sem correção () Com correção

Olho dominante: _____

Participante apto para continuar a pesquisa: () Sim () Não.

Apêndice D. Teste de Lanthony Dessaturado D-15d



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

1- Etapas para a realização do teste.

- a) Arranjar aleatoriamente as peças sem tocar na superfície das cores sem que o sujeito veja;
- b) Colocar o óculos “C Daylight Glasses” no sujeito;
- c) Se o sujeito usar óculos utilizar o Daylight Glasses sobre os mesmos;
- d) Excluir todas as fontes de iluminação;
- e) Pedir para que o sujeito coloque as peças na cor mais próxima seguindo da peça já fixa na caixa;
- f) Depois que o sujeito terminar poderá ter a chance de arrumar as peças que achar necessário;
- g) Fechar a tampa, virar e anotar a sequência dos números de cada peça;
- h) Anotar os números do teste;
- i) Repetir três vezes o teste e aceitar somente a terceira aplicação;

Identificação do Sujeito: _____

Data: _____ Responsável pelo teste: _____

Sequência dos números no *primeiro teste*: _____

Sequência dos números no ***segundo teste***: _____

Sequência dos números no *terceiro teste*: _____

Número de Cruzamentos nos eixos:

() Ptotan () Deutan () Tritan

TCDS: _____ ICC: _____

Apêndice E. Teste de Rastreamento no Eyetracker



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

TESTE DO LABIRINTO:

CUIDADOS:

- 1- Verificar a configuração dos monitores;
- 2- Verificar a distância correta: 570 mm
- 3- Acomodar o participante verificando a posição do olho e o foco;
- 4- Calibrar, testar e salvar a calibração;
- 5- Rodar;
- 6- Voltar para a configuração anterior do monitor.

Identificação do Sujeito: _____

Data: _____ Responsável pelo teste: _____

Tempo para realizar o teste: _____

Número de sacadas: _____

Apêndice F. Protocolo para o CCT



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

Participante: _____

Examinador: _____

Data: _____

CUIDADOS:

- 1- Verificar a configuração dos monitores;
- 2- Observar a configuração dos parâmetros do protocolo (8 vetores, ...)
- 3- Cuidado ao trocar o trivéctor pela elipse;
- 4- Distância de 3,00 metros;
- 5- Luzes apagadas;
- 6- Verificar se é com ou sem correção da visão.

TRIVÉCTOR

Protan	Deutan	Tritan

ELÍPSE

Variáveis	1	2	3
Length			
Aixe ratio			
Angle			

Apêndice G. Protocolo para a Sensibilidade ao Contraste - Metrôpsi



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

Participante: _____

Data: _____

Examinador: _____

CUIDADOS:

- 1- Verificar a configuração do monitor 2;
- 2- Observar se está no protocolo correto;
- 3- Verificar se é sem ou com correção;
- 4- Luzes acesas;
- 5- Distância de 1,50m.

Frequências	Contraste
0,2	
0,5	
1,0	
2,0	
5,0	
10,0	
16	

Apêndice H. Avaliações Neurocognitivas



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia

Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

Participante: _____ Data: _____

FIGURA COMPLEXA DE REY-OSTERRITH

1- **Cópia do desenho:** Pontos: _____ **Memória Imediata:** Pontos: _____

Cotação dos pontos

Elementos	Cópia				Memória Imediata			
1-Cruz no canto superior direito fora do retângulo	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
2-Retângulo grande	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
3-Cruz diagonal	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
4-Linha média horizontal de 2.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
5-Linha média vertical	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
6-Retângulo pequeno a esquerda de 2.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
7-Segmento pequeno acima de 6.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
8-As quatro linhas paralelas dentro de 2, na parte superior esquerda.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
9-Triângulo acima de 2, na parte superior direita.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
10-Linha vertical pequena dentro de 2, abaixo do nove.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
11-Círculo com três pontos dentro de 2.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
12-Cinco linhas paralelas, cruzando o 3 na parte inferior esquerda.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
13-Lados do triângulo equilátero do lado direito.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
14-Figura presa na ponta do 13.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
15-Linha vertical dentro do triângulo 13	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
16-Linha horizontal dentro de 13	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
17-Cruz na parte inferior central	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0
18-Quadrado unindo a 2.	2	1	0,5	0	2	1	0,5	0

AVALIAÇÃO QUALITATIVA: Tipos de reprodução

() I () II () III () IV () V () VI () VII

TRAIL MAKING TEST PARTE A Tempo: _____

TRAIL MAKING TEST PARTE B Tempo: _____

Apêndice I. Ficha para avaliação Ambiental



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

POSTO NÚMERO:	Sujeito nº:
---------------	-------------

Dados da Amostragem			
Local			Data
Agentes Químicos Analisados:			
Nº do amostrador	Hora inicial	Hora final	Tempo total, min
Nº do branco de campo	Amostrador	Marca	Lote
Não	Não	Não	Não
Nº da bomba	Marca/modelo		
Vazão inicial, L/min 0,02		Vazão média, L/min. 0,02	
Vazão final, L/min 0,02		Volume de ar amostrado, L 9,60	

Dados do Sujeito	
Nome	
Tarefas que executou:	
Usa protetor respiratório? () sim () não	Tipo/modelo Não

Condições Climáticas				
Ambiente () aberto () fechado			Ventilação () natural () forçada	
() sol () nublado () noite () chuva () outros:				
Pressão barométrica ou altitude	Temperatura Início: Meio: Fim: Média:	Umidade relativa Início: Meio: Fim: Média:	Ventilação: Início: Meio: Fim: Média:	Obs:
Técnico Responsável pela Amostragem:				
Nome:		Rubrica:		

Modelo adaptado da Environ

Apêndice J. Programação do Teste do Labirinto - Eyetracker



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

1- Ativação da Biblioteca da Cambridge

```
global CRS;
crsLoadConstants;
CheckCard = crsGetSystemAttribute(CRS.DEVICECLASS);
if(CheckCard ~= 7)
error('Sorry, this demonstration requires a VSG ViSaGe.');
```

2- CONFIGURAÇÃO DO VET (VideoEyetracker)

```
vetSetStimulusDevice(CRS.deVSG);
errorCode = vetSelectVideoSource(CRS.vsUserSelect);
if(errorCode<0); error('Video Source not selected.');
```

end;

```
vetCreateCameraScreen;
errorCode = vetCalibrate;
if(errorCode<0); error('Calibration not completed.');
```

end;

```
ImageFile = which('C:\Documents and Settings\Natanael Santos\Desktop\Armando
DO\labirinto_toxicologia.bmp');
```

```
vetClearAllRegions;
vetClearDataBuffer;
vetClearMimicscreenBitmap;
vetCreateCameraScreen;
vetCreateMimicScreen;
vetSetMimicScreenDimensions(300, 0, 300, 266);
vetSetMimicPersistence(50); (tempo de ativação do rastro na tela mimic em
segundos)
vetSetMimicPersistenceStyle(CRS.psConstant);
vetSetMimicPersistenceType(CRS.ptMotionAndFixations);
vetLoadBmpFileToMimicScreen(ImageFile,1);
vetSetFixationPeriod(100); Tempo para definir uma fixação
vetSetFixationRange(20); Tamanho da área (mm_ em que o olhar deve permanecer
fixo pelo período de 100 ms
```

3-Ponto de fixação

```
palette = zeros(3,256);
palette(:,254) = [0,0,1]';
palette(:,255) = [0,1,0]';
palette(:,256) = [1,0,0]';
palette(:,1) = [0.5,0.5,0.5]';
```

```

crsPaletteSet(palette);
Height = crsGetScreenHeightPixels;
Width = crsGetScreenWidthPixels;
crsSetDrawPage(1);
black = [0,0,0];
crsPaletteSetPixelLevel(256, black);
crsSetPen1(256);
crsDrawRect([0,0], [7,7]);
crsSetDisplayPage(1);
vetClearDataBuffer; pause(2);

```

4- Apresentação do Estímulo e Gravação dos dados

```

crsDrawImage(CRS.PALETTELOAD,[0,0],'C:\Documents and Settings\Natanael
Santos\Desktop\Armando DO\labirinto_toxicologia.bmp');
crsSetDisplayPage(1);
vetStartTracking;
pause(); Sem o tempo fixado o programa espera um click em qualquer tecla.
vetStopTracking;
crsClearPage(1);
vetDestroyCameraScreen;
global CRS;
vetSaveMimicScreenBitmap('C:\Documents and Settings\Natanael
Santos\Desktop\Armando DO\Mimics.bmp');
if(ischar('C:\Documents and Settings\Natanael Santos\Desktop\Armando
DO\Mimics.bmp')==0)
    error('filename must be a character array (MATLAB string).');
else
    ErrorCode = vetmex(CRS.VETX_GetMimicWindowBitmap,'C:\Documents and
Settings\Natanael Santos\Desktop\Armando DO\Mimics.bmp');
End Remove = false; DATA = vetGetBufferedEyePositions(Remove);
figure(2); cla; hold on; plot(DATA.mmPositions(:,1),'b');
plot(DATA.mmPositions(:,2),'r'); grid on; CurrentDirectory = cd;
tempfile = [CurrentDirectory,'myResults.csv' vetSaveResults(tempfile,
CRS.ffCommaDelimitedNumeric);

```

Apêndice K. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Letras
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, da pesquisa intitulada **Consequências psicofísicas e neurocognitivas em frentistas brasileiros expostos a vapores orgânicos**. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não terá nenhum prejuízo em sua relação com o pesquisador ou com a instituição. O objetivo principal desta investigação é avaliar o desempenho mental (psicofísico e neurocognitivo) de frentistas brasileiros expostos a vapores orgânicos.

Esta pesquisa conta com objetivos específicos direcionados primeiramente a levantar o perfil de 20 frentistas da cidade de João Pessoa na Paraíba. Outros objetivos específicos visam identificar consequências psicofísicas e neurocognitivas nos frentistas estudados, contribuindo para um diagnóstico mais preciso e rápido da saúde física e mental dos mesmos.

A contribuição desta pesquisa para os sujeitos investigados se dará na forma de palestras proferidas pelo pesquisador nos postos de combustíveis alertando sobre os riscos químicos, atos inseguros e a valorização da saúde do trabalhador.

Sua participação neste estudo se dará em dois momentos os quais avaliamos que você não levará mais de 45 minutos para responder. No primeiro momento você responderá um questionário sócio-demográfico, no segundo será feito um teste não invasivo de percepção visual e no terceiro outro teste não invasivo neurocognitivo, todos dentro do Laboratório de Percepção, Neurociência e Comportamento situado no Campus da Universidade Federal da Paraíba.

Os riscos à sua participação nesta pesquisa serão mínimos, uma vez que trataremos de testes que já são aplicados constantemente e que possuem um padrão de segurança. Você apenas responderá no primeiro momento o questionário sócio-demográfico e a avaliação neurocognitiva no papel. Posteriormente fará o teste de percepção visual que consistirá apenas em observar figuras na tela de um computador apertando um botão se

estiver enxergando a imagem. A qualquer momento que você achar necessário poderá solicitar esclarecimentos sobre o que está sendo tratado bem como solicitar a interrupção de sua participação, sem nenhum ônus, de qualquer natureza.

Asseguro que o que for registrado e escrito será respeitosamente utilizado, e que serão mantidos o sigilo e o anonimato das informações neste estudo, inclusive na divulgação da mesma.

Você receberá uma cópia desse termo onde tem o nome, telefone e endereço do pesquisador responsável, para que você possa localizá-lo a qualquer tempo.

Desde já agradeço a sua colaboração.

Pesquisador: Armino de Arruda Campos Neto. *Doutorando do Programa Dinter da Universidade Federal da Paraíba e Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Mato Grosso.* Condomínio Alphagarde, Rua Estocolmo, n300, Cuiabá Mt, Telefone: 3314 3570/ 84267525. E-mail: armino.campos@cba.ifmt.edu.br.

Qualquer dúvida poderá procurar o Comitê de Ética pelo endereço abaixo:

Comitê de Ética em Pesquisa CEP-CCS - Universidade Federal da Paraíba.

Endereço: UNIVERSITARIO S/N **Bairro:** Castelo Branco **CEP:** 58.051-900

Município: João Pessoa – Paraíba **Telefone:** (83)3216-7791, **UF:** PB , **Fax:** (83)3216-7791, **E-mail:** eticaccs@ccs.ufpb.br;

Considerando os dados acima, **CONFIRMO** estar sendo informado por escrito e verbalmente dos objetivos desta pesquisa e em caso de divulgação por foto e/ou vídeo **AUTORIZO** a publicação.

Eu (nome do participante).....
idade:..... sexo: () Masculino () Feminino
Naturalidade:.....portador(a) do documento RG Nº:.....declaro que entendi os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e concordo em participar.

Assinatura do participante: -----

Assinatura do pesquisador principal: -----

Data (Cidade/dia mês e ano) João Pessoa _____ de _____ de 2013

Anexo 1. Certidão de Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

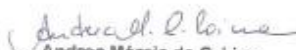


UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIDÃO

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa, do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou por unanimidade na 12ª Reunião realizada no dia 11/12/2012, o projeto de pesquisa intitulado: “CONSEQUÊNCIAS PSICOFÍSICAS E NEUROCOGNITIVAS EM FRETISTAS BRASILEROS EXPOSTO A VAPORES ORGÂNICOS.” do Pesquisador Armindo de Arruda Campos Neto. Prot. nº 0390/12, CAAE: 06746612.4.0000.5188.

Igualmente, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à apresentação do resumo do estudo proposto à apreciação do Comitê.


Andrea Márcia da C. Lima
Mat. SIAPE 1117510
Secretária do CEP-CCS-UFPB

Anexo 2. Termo de Anuência da SINDIPETRO - PB



SINDICATO DO COMÉRCIO VAREJISTA DE DERIVADOS DE PETRÓLEO NO ESTADO DA PARAÍBA

TERMO DE ANUÊNCIA

Declaro para os devidos fins de direito que estamos de acordo com a execução da pesquisa intitulada **“Consequências Psicofísicas e Neurocognitivas em Prentistas Brasileiros expostos a vapores orgânicos.”** que será realizada pelo aluno Arruindo de Arruda Campos Neto, sob orientação do Prof. Dr. Natanael Antônio dos Santos, o qual terá apoio desta instituição.

Esta Instituição está ciente de suas co-responsabilidades como Instituição Co-participante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso em verificar seu desenvolvimento para que se possa cumprir os requisitos da Resolução CNS 196/96 e suas Complementares, como também, no resguardo da segurança e bem-estar dos participantes da pesquisa nela recrutados, dispondo de infraestrutura necessária para a garantia de tal segurança e bem-estar.

João Pessoa, 08 de outubro de 2012.

Omar Aristides Hamad Filho
Diretor Presidente da Sindipetro-PB
Proprietário dos postos de combustíveis da pesquisa

Anexo 3. Questionário PNF

Nome: _____ Data: _____

Marque com um (X) os sintomas que estão na tabela abaixo.

	Nunca ou Raramente	As vezes	Frequentemente	Muito Frequentemente
1-Tonturas e vômitos				
2-Dores de cabeça				
3-Não tem animo para nada				
4-Gases, Prisão de ventre e diarreia.				
5-Não se controla quando está bravo e sente raiva.				
6-Tonturas e vertigens				
7- Distrair-se facilmente				
8-Perda de força muscular				
9-Sem animo para trabalhar				
10-Dificuldade para recordar coisas simples				
11-Perturbação do equilíbrio				
12-Aumento da necessidade de dormir				
13-Sente-se todo cansado				
14-Falta de ar				
15-Perde a paciência e fica furioso				
16-Se cansa facilmente				
17-Dificuldade para lembrar nomes.				
18-Sente insegurança ao caminhar e fazer outros movimentos				
19-Não tem interesse por nada				
20-Falta de memória				
21-Sentir formigamento ou amortecimento das mãos e pés.				
22-Suar com facilidade				
23-Reações e movimentos do corpo lento.				
24-Sentir-se cheiro ou com peso no				

estômago.				
25-Irritar-se por poucas coisas				
26-Sentir dores no peito				
27-Ficar distraído				
28-Dificuldade nas relações íntimas.				
29-Sem energia				
30-Tem sensações de frio ou calor.				
31-Dores nas articulações e pesos nas extremidades.				
32-Dificuldade para dormir ou acordar várias vezes a noite.				
33-Não quer saber de nada				
34-Sente fraqueza, cansaço e esgotamento.				
35-Fica chateado rapidamente com as pessoas.				
36-Sequidão na boca ou salivar muito.				
37-Dificuldade para concentrar-se				
38-Tremores nos braços, pernas ou todo o corpo.				

39- Sente que o vapor dos combustíveis pode estar causando o que em você?

PN	N	A	E	K	TOTAL
----	---	---	---	---	-------

Anexo 4. Exemplo de uma tabela para calcular o nível dos Sintomas para o PNF

FEMENINO			
EDAD	DISCRETO(1)	MODERADO(2)	SOBRESALIENTE(3)
(PN) Inestabilidad Psiconeurovegetativa			
-20	0-16	17-19	20 y más
21-30	0-16	17-20	21 y más
31-40	0-17	18-22	23 y más
41-50	0-18	19-23	24 y mas
51 y mas	0-19	20-24	25 y mas

(N) Síntomas Neurológicos			
-20	0-5	-6	7 y más
21-30	0-6	7-8	9 y más
31-40	0-7	8-10	11 y más
41-50	0-8	9-12	13 y mas
51 y mas	0-9	10-14	15 y más

(A) Astenia			
-20	0-6	7-9	10 y más
21-30	0-6	7-9	10 y más
31-40	0-6	7-9	9 y más
41-50	0-6	7-9	9 y más
51 y mas	0-6	7-9	9 y más

Anexo 5. Comprovante de acreditação da empresa responsável pela análise dos Vapores e Protocolo de recebimento intacto das amostras coletadas na pesquisa.



PROTOCOLO 116817.11.12 *****
NÃO FOI ENCONTRADA IRREGULARIDADE
DURANTE O RECEBIMENTO.