



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES
DEPARTAMENTO DE PSICOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PSICOLOGIA SOCIAL
MESTRADO EM PSICOLOGIA SOCIAL**

**AVALIAÇÕES PSICOFÍSICAS CROMÁTICA E ACROMÁTICA DE HOMENS E
MULHERES EXPOSTOS A SOLVENTES ORGÂNICOS**

ANA RAQUEL DE OLIVEIRA

**JOÃO PESSOA-PB
FEVEREIRO DE 2015**

ANA RAQUEL DE OLIVEIRA

**AVALIAÇÕES PSICOFÍSICAS CROMÁTICA E ACROMÁTICA DE HOMENS E
MULHERES EXPOSTOS A SOLVENTES ORGÂNICOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Psicologia Social da Universidade Federal da Paraíba, sob a orientação do Prof. Dr. Natanael Antônio dos Santos, como requisito para obtenção do título de Mestra em Psicologia Social.

JOÃO PESSOA-PB
FEVEREIRO DE 2015

O48a Oliveira, Ana Raquel de.

Avaliações psicofísicas cromática e acromática de homens e mulheres expostos a solventes orgânicos / Ana Raquel de Oliveira.- João Pessoa, 2015.

112f. : il.

Orientador: Natanael Antônio dos Santos

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHLA

1. Psicologia social. 2. Avaliação psicofísica - solventes orgânicos. 3. Visão de cores. 4. Sensibilidade ao contraste.

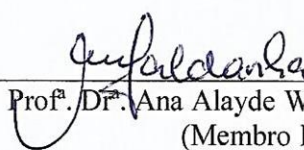
**AVALIAÇÕES PSICOFÍSICAS CROMÁTICA E ACROMÁTICA DE HOMENS E
MULHERES EXPOSTOS A SOLVENTES ORGÂNICOS**

ANA RAQUEL DE OLIVEIRA

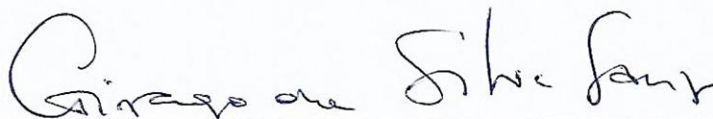
*Assinaturas da banca examinadora atestando que a presente dissertação foi defendida e
aprovada em 24 de fevereiro de 2015:*



Prof. Dr. Natanael Antônio do Santos
(Orientador)



Prof.ª Dr.ª Ana Alayde Werba Saldanha Pichelli
(Membro Interno)



Prof. Dr. Givago da Silva Souza
(Membro Externo)

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as bênçãos concedidas, por todas as pessoas de bom coração que colocou em meu caminho e me auxiliaram durante esta jornada!

Ao meu orientador, Professor Dr. Natanael Antônio dos Santos, por ter confiado a mim a oportunidade de participar de seu grupo, pelos valiosos aprendizados que contribuíram para a minha formação enquanto pessoa e profissional.

À minha família, em especial, Antônio e Antônia Carneiro, pelo amor incondicional, por não terem medido esforços para que eu alcançasse meus objetivos.

Ao meu amor Thayro Andrade Carvalho por estar ao meu lado trilhando o caminho que sempre vislumbramos, pelo seu apoio, dedicação, paciência, por trazer alegrias e tranquilidade aos meus dias me auxiliando a conquistar os meus objetivos.

Aos amigos Armindo e Vanúcia, pelo apoio, por Armindo ter confiado a mim a parceria neste trabalho e me auxiliado desde o início na execução do mesmo.

Ao LPNeC, pela acolhida, pelos bons momentos vivenciados e trocas de experiências, especialmente Michael Jackson Andrade, Taciana Brito, Jéssica Brito, Perla Carreiro.

Aos leitores desta dissertação professora Dra Ana Alayde Werba Saldanha Pichelli por ter aceitado o convite para contribuir com o trabalho e ao professor Dr Givago da Silva Souza por ter vindo de outro estado para oferecer o seu olhar sobre esta dissertação.

Aos meus sogros Dionísio Filho e Telma Maria pelo carinho e torcida que me faz tão bem.

Aos meus amigos conterrâneos que incentivaram e apoiaram em todos os momentos que precisei Anne Alynne, Genilda Amaral, Luma Jéssica Barbosa, Francisco Vieira Júnior, Diandra Monique. E aos amigos conquistados no PPgPS e em João Pessoa-PB, Luan Glauber, José Andrade, Daniela H.A.V. de Sousa, Iara Maribondo, Ana Paula Cavalcanti, Yanna, Rafaela Rocha, Arthur Muniz, Aline Almeida, Bruno Arruda.

À Paloma Cavalcante Bezerra de Medeiros, minha professora amiga que contribuiu para aumentar a minha sede de conhecimento pela perspectiva da Neurociência Social. A seu esposo professor Emerson Diógenes Medeiros, pelos aprendizados, carinho e amizade.

À Dona Edna Medeiros pela acolhida calorosa, por me mostrar com seu sorriso contagiante que as dificuldades da vida são muito pequenas diante da força interior que cada um possui.

Ao professor Dr. Bernardino Calvo pelas discussões que auxiliaram este trabalho a tomar forma.

À professora Patrícia pelo carinho e amizade e demais professores do PPgPS.

A todos os professores do Curso de Psicologia da UFPI, por despertar em mim o desejo de um dia poder ser multiplicador de conhecimentos.

Ao SINDIPETRO que autorizou a realização da pesquisa e aos colaboradores que aceitaram participar do estudo.

À CAPES pelo auxílio financeiro imprescindível para a realização da pesquisa.

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama de cromaticidades da CIE 1931	16
<i>Figura 2.</i> Esquema representativo do sistema de classificação de cor de Munsell.....	17
<i>Figura 3.</i> Exemplos de estímulos de frequências espaciais de grade senoidal linear vertical.	19
<i>Figura 4.</i> Inbody 720, à esquerda e Estadiômetro Standard, à direita	42
<i>Figura 5.</i> Peças com as numerações de fundo e erro pequeno (peças 5 e 7)	45
<i>Figura 6.</i> Exemplo de avaliação qualitativa com desvio no eixo protan	45
<i>Figura 7.</i> Exemplo demonstrativo do cálculo do ICC por meio do programa TCDS Calculator.	46
<i>Figura 8.</i> Blox Plot que representa o ICC dos grupos GEt e GCt.....	39
<i>Figura 9.</i> Blox Plot que representa o ICC dos grupos GEh, GEm, GCh e GCm.....	40
<i>Figura 10.</i> Curvas de SC do GEt e GCt nas frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 e 16 cpg (ciclos por grau de ângulo visual)	65
<i>Figura 11.</i> Curvas de SC dos grupos de estudo: homens expostos (GEh) e mulheres expostas (GEm) e grupos controle: homens (GCh) e mulheres (GCm) nas frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 e 16 cpg (ciclos por grau de ângulo visual).	62
<i>Figura 12.</i> Curvas de SC dos grupos de estudo: GEh e GEm nas frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 e 16 cpg (ciclos por grau de ângulo visual).	64

ÍNDICE DE TABELAS

<i>Tabela 1.</i> Limites de tolerância dos BTEX, álcool etílico e gasolina sugeridos por órgãos nacionais e internacionais para qualidade do ar	6
<i>Tabela 2.</i> Elementos constituintes do peso e suas percentagens	12
<i>Tabela 3.</i> Características sociodemográficas dos participantes.....	35
<i>Tabela 4.</i> Atividades ocupacionais e número de participantes dos GC's.....	39
<i>Tabela 5.</i> Valores das distâncias entre cada peça do teste.....	44
<i>Tabela 6.</i> Medidas corporais dos participantes	39
<i>Tabela 7.</i> Medianas, médias e desvios padrão dos ICC dos grupos.....	40
<i>Tabela 8.</i> Comparação das medianas do ICC entre grupos.....	41
<i>Tabela 9.</i> Medianas, médias e desvios padrão do GE e GC nos protocolos Trivector e Elipse do CCT	41
<i>Tabela 10.</i> Comparação dos comprimentos dos vetores (Protocolo Trivector) e a área das elipses (Protocolo Elipse) entre os grupos GEt e GCt.....	42
<i>Tabela 11.</i> Comparação entre as elipticidades dos grupos GEt e GCt.....	43
<i>Tabela 12.</i> Medianas, médias e desvios padrão dos grupos nos protocolos Trivector e Elipse do CCT	44
<i>Tabela 13.</i> Comparação dos comprimentos dos vetores (Protocolo Trivector) e a área das elipses (Protocolo Elipse) entre os grupos.....	62
<i>Tabela 14.</i> Comparação entre as elipticidades dos grupos GEh e GEm	63
<i>Tabela 15.</i> Medianas, médias e desvios padrão da SC dos grupos GEt e GCt	64
<i>Tabela 16.</i> Medianas, médias e desvios padrão da SC dos grupos GEh, GEm, GCh e GCm	62
<i>Tabela 17.</i> Comparações dos valores de SC entre os grupos	63

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS E ABREVIATURAS

ACGIH	American Conference of Industrial Hygienists
ATSDR	Agency for Toxic Substances and Disease Registry
AGV	Área de Gordura Visceral
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CCS	Centro de Ciências da Saúde
CCT	Cambridge Colour Test
cd/m ²	Candela por metro quadrado
CIE	Comission Internationale de l'Eclairage
CNS	Conselho Nacional de Saúde
cpg	Ciclos por Grau de Ângulo Visual
<i>DP</i>	Desvio Padrão
FSC	Função de Sensibilidade ao Contraste
ICC	Índice de Confusão de Cores
LPNeC	Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento
<i>M</i>	Média
MCM	Massa Corporal Magra
<i>Mdn</i>	Mediana
<i>n</i>	Número Amostral
NR	Norma Regulamentadora
OSHS	Occupational Safety and Health Service
PCMSO	Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional
PB	Paraíba
RCQ	Relação Cintura Quadril

SC	Sensibilidade ao Contraste
SN	Sistema Nervoso
SNC	Sistema Nervoso Central
SPSS	Statistical Package for the Social Sciences
SV	Sistema Visual
SVH	Sistema Visual Humano
TLVs	Threshold Limits Values
UFPB	Universidade Federal da Paraíba

Resumo

Trabalhadores expostos de forma crônica à mistura de solventes orgânicos podem sofrer alterações na visão de cores e na sensibilidade ao contraste (SC). Entretanto, poucos estudos investigaram se há diferenças entre os sexos, um dos fatores que podem alterar a toxicocinética dos solventes. Diante disto, o objetivo do presente estudo foi verificar se haveria diferença entre mulheres e homens expostos quanto as respostas psicofísicas visuais cromáticas e acromáticas. Participaram 44 pessoas, Grupo de Estudo total (GEt; $n = 22$) e Grupo Controle total (GCt; $n = 22$) que formaram os seguintes grupos: Grupo de Estudo Homens (GEh): 11 homens expostos (Idade $M = 30,18$; $DP = 6,48$; Escolaridade $M = 9,73$; $DP = 2,10$; Tempo de serviço $M = 6,53$; $DP = 4,38$); Grupo de Estudo Mulheres (GEh): 11 mulheres expostas (Idade $M = 26,91$; $DP = 5,86$; Escolaridade $M = 10,36$; $DP = 0,92$; Tempo de serviço $M = 4,70$; $DP = 3,53$); Grupo Controle Homens (GCh): 11 homens não expostos (Idade $M = 26,73$; $DP = 6,5$; Escolaridade $M = 9,73$; $DP = 1,8$); Grupo Controle Mulheres (GCm): 11 mulheres não expostas (Idade $M = 26,55$; $DP = 6,5$; Escolaridade $M = 10,45$; $DP = 1,51$). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), com número de CAAE: 21350113.9.0000.5188. Inicialmente os participantes realizaram uma de triagem, permanecendo aqueles que, entre outros critérios, apresentaram acuidade visual 20/20 ou corrigida (Optotipos E de Rasquin) e ausência de discromatopsias congênitas (Teste de Ishihara). A avaliação da percepção cromática foi realizada por meio dos testes D15 Dessaturado de Lanthony (D15d) e Cambridge Colour Test (CCT). A avaliação da SC foi realizada com estímulos de grades senoidais verticais de frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 e 16 cpg de ângulo visual. Ainda foi realizada uma avaliação da composição corporal a partir de um exame de biompedância. Os dados foram analisados por meio do software SPSS, versão 21. Primeiramente, foram comparados os resultados entre o GEt ($n = 22$) e o GCt ($n = 22$), em seguida os resultados foram comparados por sexo ($n = 11$). Os resultados mostraram que o GEt apresentou ICC ($Mdn = 1,18$; $M = 1,31$; $DP = 0,32$) significativamente maior ($U = 128$; $p = 0,01$) ao GC ($Mdn = 1,09$; $M = 1,10$; $DP = 0,26$), ao passo que entre mulheres e homens expostos não houve diferenças ($U = 51,0$; $p = 0,53$). Com relação ao CCT, Protocolo Trivector, o GEt apresentou comprimento correspondente ao vetor do eixo protan ($Mdn = 50,00$; $M = 54,00$; $DP = 16,42$) significativamente maior ($U = 133,50$; $p = 0,01$) que o GC ($Mdn = 40,00$; $M = 42,59$; $DP = 16,42$), já no Protocolo Elipse, o GEt obteve área da elipse A3 ($Mdn = 981,15$; $M = 8086,81$; $DP = 22787,81$) significativamente maior ($U = 158,00$; $p = 0,04$) em relação ao GCt ($Mdn = 657,30$; $M = 781,75$; $DP = 528,68$), mas homens e mulheres não apresentaram diferenças em ambos os protocolos do CCT ($p > 0,05$). Os resultados da SC mostraram que o GEt apresentou SC menor nas frequências: 0,2 ($U = 116,50$; $p = 0,003$); 0,5 ($U = 117,00$; $p = 0,003$); 5,0 ($U = 149,50$; $p = 0,03$) e 10 cpg ($U = 150,00$; $p = 0,03$) comparado ao GCt. O GEm obteve SC significativamente maior ($U = 26,0$; $p = 0,02$) que o GEh na frequência 0,5 cpg. As análises correlacionais evidenciaram que entre o GEh, os valores dos diâmetros dos círculos equivalentes as áreas das elipses A1 e A2 mantiveram correlação com a MCM: $\rho = -0,68$; $p = 0,02$ e $\rho = -0,83$; $p = 0,01$, respectivamente. Já entre o GEm o valor do diâmetro do círculo equivalente a área A2 apresentou correlação negativa com a massa de gordura: $\rho = -0,67$; $p = 0,02$, ou seja quanto mais gordura, menor tendência de erro no eixo de oponência de cor vermelho-verde, e ainda o valor do diâmetro do círculo equivalente a área A3 obteve correlação positiva com a MCM: $\rho = 0,61$; $p = 0,04$, isto é quanto maior a quantidade de MCM, maior tendência de erro no eixo de oponência de cor. Em suma, os dados relativos à visão de cores e a SC obtidos por mulheres e homens expostos não encontraram fortes evidências de possíveis diferenças entre os sexos. Entretanto, as associações das medidas psicofísicas com as medidas

corporais parecem indicar que a gordura pode atuar como um fator de proteção do organismo contra os efeitos dos solventes, já que tecidos gordurosos podem reter produto. Nesta perspectiva, as mulheres poderiam ser menos afetadas por apresentarem quantidade maior de tecido adiposo.

Palavras-chave: solventes orgânicos; visão de cores; sensibilidade ao contraste; sexo.

Abstract

Workers chronically exposed to a variety of organic solvents may suffer from changes in color vision and contrast sensitivity (CS). However, few studies have investigated whether there are sex-related differences in these changes, one of the factors that can change the toxicokinetics of solvents. Hence, the aim of this study was to determine whether there would be differences between women and men exposed in terms of their chromatic and achromatic visual psychophysical responses. A total of 44 individuals, Control Group total (CGt; $n = 22$) and Study Group total (SGt; $n = 22$) participated in the experiment, subdivided into the following groups: Study Group men (SGm): 11 men exposed to solvents (Age, $M = 30.18$, $SD = 6.48$; Education level, $M = 9.73$, $SD = 2.10$; Work duration, $M = 6.53$, $SD = 4.38$); Study Group women (SGw): 11 women exposed to solvents (Age, $M = 26.91$, $SD = 5.86$; Education level, $M = 10, 36$, $SD = 0.92$; Work duration, $M = 4.70$, $SD = 3.53$); Control Group men (CGm): 11 unexposed men (Age, $M = 26.73$, $SD = 6.5$; Education level, $M = 9.73$; $SD = 1.8$); Control Group women (CGm): 11 unexposed women (Age, $M = 26.55$, $SD = 6.5$; Education level, $M = 10.45$; $SD = 1.51$). The project was approved by the Ethics Committee of the Health Sciences Center (SCC) at the Federal University of Paraíba (UFPB), with CAAE registry number 21350113.9.0000.5188. Initially the participants underwent a screening step, with the following inclusion criteria, among others: a 20/20 or corrected visual acuity (evaluated via optotypes and Rasquin testing) and no dyschromatopsia (evaluated using Ishihara Test). Assessment of color perception was performed using the D15 desaturated Lanthony test (D15d) and the Cambridge Colour Test (CCT). The evaluation was performed by CS stimulation using sinusoidal gratings with a vertical spatial frequency of 0.2, 0.5, 1.0, 2.0, 5.0, 10, and 16 cycles per degree (cpd) of visual angle. Furthermore, an assessment of body composition from an examination of bioimpedance. The data were analyzed using the SPSS software package, version 21. First, the overall results between the SGt group ($n = 22$) and CGt group ($n = 22$) were compared, and were subsequently compared by sex ($n = 11$). The results showed that the study group (SGt) ($Mdn = 1.18$; $M = 1.31$, $SD = 0.32$) had a significantly higher ICC ($U = 128$, $p = 0.01$) than the CGt ($Mdn = 1.09$; $M = 1.10$, $SD = 0.26$), while there were no significant differences between solvent-exposed men and women ($U = 51.0$, $p = 0.53$). In CCT testing (Trivector Protocol), the SGt had a length corresponding to the vector protan axis ($Mdn = 50.00$; $M = 54.00$, $SD = 16.42$), and was significantly higher ($U = 133.50$, $p = 0, 01$) than the combined CGt group ($Mdn = 40.00$; $M = 42.59$, $SD = 16.42$), while according to the ellipse protocol, the SGt ($Mdn = 981.15$; $M = 8086.81$; $SD = 22787.81$) had a significantly higher ellipse area in A3 ($U = 158.00$, $p = 0.04$) compared to the CGt ($Mdn = 657.30$; $M = 781.75$, $SD = 528.68$), but men and women showed no significant differences in both CCT protocols ($p > 0,05$). The results of the CS showed that the SGt had lower CS in the following frequencies: 0.2 ($U = 116,500$, $p = 0.003$); 0.5 ($U = 117.00$, $p = 0.003$); 5.0 ($U = 149.50$, $p = 0.03$) and 10 cpd ($U = 150.00$, $p = 0.03$) compared to the CGt. The SGm ($U = 25.0$, $p = 0.02$) had significantly higher CS than SGm at the 0.5 cpd frequency value. The correlational analyses showed that among SGw, the diameter values of circles equivalent to the A1 and A2 ellipse areas retained a significant correlation with MCM: $\rho = -0.68$; $p = 0.02$ and $\rho = -0.83$; $p = 0.01$, respectively. Among SGw, the diameter value of the circle equivalent to the A2 area was negatively correlated with fat mass: $\rho = -0.67$; $p = 0.02$, in other words a greater amount of fatty tissue was correlated with a lower error trend in the red-green opponency axis, in addition, the diameter value of the circle equivalent to the A3 area had a positive correlation with MCM: $\rho = 0.61$; $p = 0.04$, i.e. a greater amount of MCM was correlated with a greater tendency to error in the color opponency axis. In short, the data on color vision and the SC obtained by solvent-exposed women and men found no strong evidence

of possible differences between the sexes. However, the associations of psychophysiological measurements with the body measurements seem to indicate that fat can act as a protective factor of the organism against the effects of solvents, since fatty tissues may retain a proportion of solvents. In this regard, women could be less affected by solvents by having, on average, a larger proportion of adipose tissue than men.

Keywords: organic solvents; color vision; contrast sensitivity; sex.

Sumário

Apresentação	1
1 Toxicologia dos Solventes Orgânicos e Diferenças Relacionadas ao Sexo	4
1.1 Tóxicos Ambientais: Solventes Orgânicos e Líquidos Combustíveis	5
1.1 Homens e Mulheres: Diferentes quanto a Toxicocinética e Toxicodinâmica dos Solventes Orgânicos?	7
2 Indicadores de Intoxicação do Sistema Nervoso Central por Solventes Orgânicos: Visão de cores e Sensibilidade ao Contraste	13
2.1 Visão de Cores	14
2.2 Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC)	18
2.3 Exposição Ocupacional a Solventes Orgânicos e Sistema Nervoso Central	21
2.3.1 Exposição ocupacional a solventes orgânicos e visão cromática.....	21
2.3.2 Exposição ocupacional a solventes orgânicos e visão acromática.	23
3 Objetivos.....	28
Geral:	29
Específicos:	29
4 Hipóteses.....	30
5 Método	32
Delineamento	33
Local da pesquisa.....	33
Participantes.....	33
Instrumentos e Equipamentos	39
Procedimento	48
Análise de dados	49
Aspectos éticos	50
6 Resultados	51
7 Discussão	67
8 Considerações finais	76
Referências	79
Anexos.....	92
Anexo I. Questionário Sociodemográfico	93
Grupo de Estudo	93
Anexo II. Questionário sociodemográfico	94
Grupo Controle	94
Anexo III. Modelo da folha de resultados da avaliação da composição corporal	95
Anexo IV. Carta de Anuência Sindipetro-PB	96

Anexo V. Certidão de Aprovação do Estudo pelo Comitê de Ética em Pesquisa	97
Anexo VI. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	98

Apresentação

Os solventes orgânicos são utilizados na composição de diversos produtos e fazem parte de diferentes etapas da produção industrial (Attarchi, Labbafinejad, & Mohammadi, 2010). Entretanto, estudos experimentais, clínicos e epidemiológicos com diferentes profissões sugerem que a exposição ocupacional aguda ou crônica a estes compostos pode gerar riscos permanentes à saúde (Caubet, Ortiz, & Peredo, 2010; Meyer-Baron, Kim, Nuwayhid, Ichihara, & Kang, 2012).

Um dos órgãos alvos geralmente atingidos pela exposição aos solventes orgânicos é o Sistema Nervoso Central (SNC), podendo comprometer os processos sensoriais, perceptuais, e cognitivos dos trabalhadores (Herpin et al., 2009). Assim, determinados instrumentos que avaliam a percepção visual têm demonstrado eficácia para detectar alterações logo que se manifestam, principalmente na visão de cores e na sensibilidade ao contraste (SC; Costa et al., 2012; Lacerda et al., 2012). Para efeito desta dissertação, os termos visão de cores e SC serão referidos como sinônimos de visão cromática e acromática.

Vale ressaltar que apesar de estudos demonstrarem efeitos diversos a estas funções visuais, ainda há muito o que se explorar sobre os fatores que os desencadeiam e a forma como tais efeitos podem se manifestar, por exemplo, se há diferenças em relação ao sexo em decorrência de possíveis diferenças relacionadas a composição corporal.

A este respeito, destaca-se que o número de mulheres contratadas para trabalhar em ambientes industriais tem aumentado consideravelmente (Kumar, 2004), por exemplo, em postos de distribuição de combustíveis. Nesta atividade, geralmente os trabalhadores são submetidos a uma carga horária de oito horas diárias, sem o uso de EPI's (Equipamentos de Proteção Individual), ficando expostos a mistura de solventes orgânicos encontradas nos combustíveis comercializados (por exemplo, gasolina, diesel, etanol).

No entanto, a avaliação dos efeitos dos solventes sobre a saúde tem se baseado quase que exclusivamente em estudos com homens, não estando clara a relação entre a exposição das mulheres aos solventes e os efeitos sobre sua saúde (Ernstgård et al., 2002).

Diante disto, esta pesquisa se vê justificada por diferentes motivos, a saber:

- a) A maioria dos estudos tem incluído apenas homens na composição da amostra ou incluiu mulheres e homens de forma não equitativa na mesma amostra;
- b) Existir poucos estudos que comparem as respostas psicofísicas visuais cromáticas e acromáticas de homens e mulheres expostos à mistura de solventes orgânicos;
- c) Comparar mulheres e homens expostos com faixa etária e tempo de serviço aproximados;
- d) O aumento do número de trabalhadoras contratadas por empresas petroquímicas tem se tornado uma questão de saúde pública, devido a possibilidade de que a exposição ocupacional aos componentes tóxicos dos combustíveis altere as características reprodutivas femininas (Ekpenyong, Davies, & Daniel, 2013). Estudos experimentais com animais têm verificado disfunções reprodutivas como má formação congênita, anormalidades cromossômicas e alteração da fertilidade (Ugwoke et al., 2005).
- e) Uso de medidas antropométricas para verificar se as possíveis alterações nas respostas psicofísicas teriam relação com a composição corporal.
- f) Possibilidade de auxiliar na elaboração de políticas públicas de saúde que priorizem medidas preventivas e de redução de danos e agravos à saúde não somente da mulher como dos filhos;
- g) Ter utilizado ferramentas não invasivas e que têm mostrado eficiência para avaliar a percepção visual de indivíduos expostos a solventes orgânicos;
- h) Indicar o protocolo que se mostrou mais eficiente para ser utilizado em avaliações perceptuais da visão e, assim, fomentar a inclusão destas medidas à avaliação clínica, regulamentada pelo Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional (PCMSO), no

sentido de contribuir a prevenção, rastreamento e diagnóstico precoce de possíveis alterações ao SNC.

Diante do exposto, este estudo pretende avaliar se os solventes orgânicos podem afetar de forma diferente as repostas psicofísicas visuais de homens e mulheres que estão expostos a mistura de solventes orgânicos no ambiente de trabalho. Neste sentido, a presente dissertação encontra-se dividida em oito seções. **A Primeira Seção** trata-se do marco teórico o qual aborda o conceito e as características dos solventes orgânicos e dos líquidos combustíveis, bem como discorre sucintamente sobre os fatores relacionados a alterações nos processos de toxicocinética e toxicodinâmica dos solventes orgânicos. **A Segunda**, ainda referente ao marco teórico, sintetiza as principais características relacionadas à visão de cores e a sensibilidade ao contraste e apresenta alguns estudos que avaliaram a visão de cores e a sensibilidade ao contraste de trabalhadores expostos aos solventes orgânicos. **A Terceira** contém os objetivos e as hipóteses da pesquisa. Na **Quarta**, tem-se o método. Na **Quinta**, são apresentados os resultados do estudo. Na **Sexta**, a discussão. Na **Sétima**, localizam-se as referências e na **Oitava**, os anexos.

1.1 Tóxicos Ambientais: Solventes Orgânicos e Líquidos Combustíveis

Os solventes orgânicos representam um grupo de hidrocarbonetos que possuem variável lipofilidade e volatilidade (Viaene, Vermeir, & Godderis, 2009). Possuem capacidade para dissolver, suspender ou extrair outros materiais, sem causar alteração química do material ou do solvente (Saygun et al., 2012). Estes compostos são utilizados nas diferentes etapas da produção industrial, podendo ser encontrados na composição de tintas, agentes desengordurantes, adesivos, pesticidas, cosméticos e líquidos combustíveis (Occupational Safety and Health Service [OSHS, 1998]).

A Norma Regulamentadora (NR) de número 20 do Ministério do Trabalho define líquidos combustíveis como todos aqueles que possuam ponto de fulgor $> 60^{\circ}\text{C}$ (sessenta graus centígrados) e $\leq 93^{\circ}\text{C}$ (noventa e três graus centígrados; Brasil, 1978). Os maiores responsáveis pela emissão de vapores orgânicos ao ambiente são o etanol e a gasolina, pois possuem maior pressão de vapor que o diesel (Pérez, Carvalho, & Carocci, 2006).

A gasolina automotiva é constituída por uma mistura complexa de hidrocarbonetos com diferentes graus de volatilização, como compostos alifáticos (alcanos, cicloalcanos e alquenos), aromáticos (benzeno, tolueno, etilbenzeno e xilenos-BTEX) e aditivos, com cadeias carbônicas na faixa de cinco a dez carbonos por molécula (Cerqueira & Costa, 2009). Os BTEX são os compostos mais tóxicos, podendo causar efeitos respiratórios, cardiovasculares, renais e atingir o SNC (Sarigiannis & Gotti, 2008; World Health Organization [WHO], 2000).

Diante dos potenciais efeitos adversos à saúde, o Ministério do Trabalho no Brasil regulamentou por meio do Decreto-Lei nº 5.452 de 1943 na NR-15 no anexo nº 11, parâmetros para a saúde ocupacional relativa às atividades industriais. O órgão baseou seus padrões nos valores limites de tolerância (VLT) publicados pelo “American Conference of Governmental Industrial Hygienists” (ACGIH) que se referem às concentrações das

substâncias químicas dispersas no ar e representam condições às quais a maioria dos trabalhadores podem ser expostos, repetidamente, durante toda uma vida útil de trabalho, sem causar danos à saúde (ACGIH, 2009).

A Tabela 1 a seguir apresenta os limites de tolerância dos compostos BTEX, do álcool etílico e da gasolina sugeridos por órgãos nacionais e internacionais, em um regime de até 48 h/semana.

Tabela 1.

Limites de tolerância dos BTEX, álcool etílico e gasolina sugeridos por órgãos nacionais e internacionais para qualidade do ar

Substância	NR-15 ^a ppm (partes de vapor ou gás por milhão de partes de ar contaminado)	mg/m ³ ((miligramas por metro cúbico de ar)	OSHA ^b ppm	NIOSH ^c Ppm
Benzeno	-	-	1	1 (por 15 minutos)
Tolueno	78	290	200	100
Xileno	78	340	100	100
Etilbenzeno	78	340	100	100
Álcool etílico	780	1480	1000	1000
Gasolina	300	-	-	900

Nota: Adaptado de:

a) http://portal.mte.gov.br/data/files/8A7C812D3F9B201201407CE4F9BC105D/Anexo%20n.%C2%BA%2011_%20Agentes%20Qu%C3%ADmicos%20-%20Toler%C3%A2ncia.pdf;

b) https://www.osha.gov/pls/oshaweb/owadisp.show_document?p_table=STANDARDS&p_id=9992;

c) <https://www.acgih.org/TLV/>

No entanto, os valores adotados pela ACGIH referem-se a composição típica da gasolina americana que é distinta da brasileira e os valores prevalecem no Brasil, para efeitos legais, desde 1978. Exposições abaixo desses limites podem comprometer o funcionamento do organismo em certas condições ambientais, o que sugere que o limite de tolerância não é o mais adequado a ser utilizado para garantir a saúde ocupacional (Rocha, Quelhas, & Gomes, 2011). E sim, limite de exposição, por serem valores dinâmicos, mudando de acordo com os achados epidemiológicos e as correlações entre as

concentrações e qualquer alteração na saúde ou no conforto dos trabalhadores (Spinelli, Possebom, Brevigliero, 2006).

Além dos limites de tolerância, há outros fatores de risco que modificam a absorção, distribuição, biotransformação e excreção dos solventes orgânicos e podem desencadear alterações no organismo, tais como: a atividade física, carga de trabalho, idade, polimorfismo genético da biotransformação, etnia, dieta, tabagismo, uso de medicamentos, coexposição ao etanol ou a outros solventes, susceptibilidade individual, e o sexo (Lof & Johanson, 1998).

Neste sentido, estudos que investiguem os fatores que modificam a toxiconética dos solventes orgânicos são importantes para identificar agentes preponderantes para o desencadeamento de alterações, ter uma melhor avaliação do risco, e controlar os limites de exposição (Lof & Johanson, 1998). Diante disto, a próxima seção apresentará uma breve síntese dos processos envolvidos na absorção, distribuição, armazenamento e eliminação dos solventes orgânicos, enfatizando as mudanças na composição corporal relacionadas ao sexo.

1.1 Homens e Mulheres: Diferentes quanto a Toxicocinética e Toxicodinâmica dos Solventes Orgânicos?

Um pressuposto básico em Toxicologia refere-se ao reconhecimento de que pode haver diferenças qualitativas e quantitativas nas respostas a substâncias tóxicas entre diferentes espécies (Klaassen, 2008). Dentro desta perspectiva, Vahter et al. (2007) consideram que diferenças na composição corporal podem influenciar a deposição ou mobilização do agente tóxico e/ou a progressão do efeito tóxico relacionado.

O contato do agente tóxico a partir do ambiente para o interior do organismo pode ser dividida em três fases:

1ª) Exposição: engloba todos os processos que ocorrem entre as várias substâncias tóxicas e/ou a influência de fatores ambientais (luz, temperatura, umidade, etc.), além de

transformações químicas, degradação, biodegradação (por micro-organismos), assim como a desintegração dos tóxicos (Silbergeld, 2014);

2^a) Toxicocinética: refere-se aos processos de absorção, metabolismo, distribuição e excreção de um agente tóxico (Fiserova-Bergerova, 1985). O modo como o solvente orgânico é absorvido depende da sua afinidade para cada tecido. Assim, a taxa de absorção de solventes orgânicos e sua distribuição pelos tecidos são variáveis e dependem dos coeficientes de partição de gás e de gordura no sangue (Verma & Rana, 2009).

3^a) Toxicodinâmica: envolve às interações do agente tóxico no organismo, com locais específicos de ação sobre/ou no interior das células receptoras, onde pode produzir efeitos tóxicos (Silbergeld, 2014).

Estes processos podem ser modificados em homens e mulheres, pois segundo Vahter et al. (2007) há diferenças em alguns parâmetros constitutivos e fisiológicos, especificamente: peso, (Morrow & Scott, 2002), volume da corrente respiratória, teor de água e de gordura corporal (Vahter et al., 2007). Sato, Endoh, Kaneko e Johanson (1998) consideram que a uma dada dose externa de um produto químico inalado, a dose interna ou a quantidade absorvida pelo organismo tende a variar de acordo com a ventilação pulmonar e outros fatores fisiológicos (tamanho do corpo, quantidade de gordura corporal, sexo). Segundo Sato et al. (1998), esta variabilidade alerta para o desenvolvimento de índices biológicos de exposição ocupacional a vapores de solventes orgânicos.

Além das diferenças fisiológicas, fatores ambientais também podem afetar a toxicocinética dos solventes orgânicos de forma diferente em homens e mulheres pois, situações de exposição no trabalho ou no ambiente em geral e fatores como o estilo de vida, psicossociais, hormonais (Gochfeld, 2007), tabagismo, hábitos alimentares e atividade física (Vahter et al., 2007) podem modificar a cinética do produto e afetar a capacidade de resposta. Nesta direção, Weiss (2012) sugere que os produtos químicos

ambientais podem ser capazes de alterar respostas cognitivas e comportamentais de homens e mulheres.

Vahter et al. (2007) mencionam que um aspecto que requer atenção especial em relação a exposição das mulheres a substâncias químicas tóxicas, diz respeito aos possíveis efeitos ao feto e a criança em fase de amamentação. Segundo estes pesquisadores há cada vez mais evidências de que os indivíduos jovens são mais sensíveis a agentes tóxicos.

Sato et al. (1998) utilizaram um modelo computacional para descrever quantitativamente a influência do tamanho do corpo, quantidade de gordura corporal, e do sexo sobre o comportamento farmacocinético do tricloroetileno. De acordo com os pesquisadores a absorção, distribuição, metabolismo e excreção do tricloroetileno variaram de acordo com as diferentes características anatômicas de homens e mulheres e o comportamento farmacocinético do solvente também foi afetado pela constituição física (peso corporal e gordura corporal). Em resumo, o vapor do produto foi absorvido por uma ampla massa de tecido adiposo no corpo de mulheres de modo que 16 horas após a exposição, elas tinham uma concentração 30% maior do solvente em relação aos homens.

Este dado pode ser compreendido tendo-se em conta que os solventes orgânicos são lipofílicos (Dick, 2006), e que homens e mulheres diferem em termos de como e onde a gordura corporal é armazenada e a forma como seus cérebros respondem a sinais que regulam a gordura corporal (Shi & Clegg, 2009). Esta diferença na distribuição da gordura corporal entre os sexos pode estar relacionada ao processo de absorção, excreção e efeitos dos solventes orgânicos (Agency for Toxic Substances and Disease Registry [ATSDR], 2004).

Os níveis de gordura corporal estão relacionados com as vias de sinalização que atuam no cérebro para regular a ingestão de alimentos e a quantidade de calorias armazenadas no tecido adiposo, assim, estas vias trabalham para manter os níveis globais de adiposidade relativamente constantes (Shi, Seeley, & Clegg, 2009). Estes sinais são a

leptina, a insulina e os estrogênios, os quais podem desempenhar um papel na comunicação do cérebro com o nível global de adiposidade e de distribuição de gordura corporal (Shi & Clegg, 2009).

Ibrahim (2010) refere que cerca de 80% de toda a gordura corporal está localizada na zona subcutânea, distribuída na região glúteo femoral, nas costas e parede abdominal anterior. Estes pesquisadores referem ainda que a gordura visceral corresponde a 10 a 20 % da gordura total de homens e 5 a 8 % em mulheres. Os homens têm menores níveis de estrogênio e, em média, também têm menos gordura total e uma distribuição mais central ou intra-abdominal (distribuição de gordura andróide); já as mulheres na pré-menopausa têm mais gordura total e uma distribuição da gordura subcutânea na região glúteo femoral (distribuição de gordura ginóide; Shi et al., 2009).

Em geral, as mulheres têm menor peso corporal e maior percentual de tecido adiposo (Jia, Yu, & Masiak, 2012), enquanto os homens têm mais massa corporal magra (MCM; Grossl, Lima, & Karasiak, 2010), mesmo tendo índices de peso corporal aproximados (Krotkiewski, Bjorntorp, Sjostrom, & Smith, 1983). Tal diferença entre sexos já pode ser observada no primeiro ano de vida e, possivelmente, antes do nascimento (Krotkiewski et al., 1983).

Um dos fatores associados a maior quantidade de gordura corporal em mulheres é o aumento da espessura do tecido adiposo em determinadas regiões (Krotkiewski et al., 1983), sendo acumulada principalmente na região dos seios, quadris e coxas (McArdle, Katch, & Katch, 2001).

Alguns pesquisadores defendem que as mulheres estariam mais susceptíveis aos riscos dos efeitos dos solventes que os homens devido a fatores como: volume plasmático e fluxo sanguíneo menores (Gandhi, Aweeka, Greenblatt, & Blaschke, 2004) e taxa de metabolismo e gordura corporal mais elevadas (Santos, Távora, Koide, & Caldas, 2013) o que afetaria a velocidade e a distribuição do produto químico (Lof & Johanson, 1998;

Santos, Távora, Koide, & Caldas, 2013). Além destes fatores, hormônios sexuais também influenciariam a ligação de produtos químicos a proteínas no plasma, o que poderia levar a diferenças nos parâmetros toxicocinéticos entre os sexos para certos produtos químicos (Gandhi et al., 2004).

Por outro lado, Jia et al. (2012) referem que maiores níveis de gordura corporal aumentam os coeficientes de distribuição do sangue/ar de compostos lipofílicos. Estes pesquisadores mediram a concentração de dez compostos orgânicos voláteis, no sangue de 364 trabalhadores expostos e ao ar livre, após um período de 48h. No entanto, não verificaram efeitos visíveis da gordura sobre o coeficiente de distribuição. Wilbur e Bosch (2004) relatam que faltam dados sobre como o percentual de proporção de cada componente dos BTEX podem influenciar uma ação conjunta no corpo humano.

Os estudos sobre a influência do sexo na toxicocinética dos solventes orgânicos têm mostrado, por exemplo, que após a exposição ao 2-propanol a concentração de compostos como a acetona (o metabólito principal do solvente 2-propanol) aumentou mais de 100 vezes na saliva de participantes do sexo feminino, em comparação com a exposição ao ar limpo, o que não ocorreu com os homens (Ernstgård, 2009). Também foram observados níveis de respiração quatro vezes mais elevados em mulheres que em homens (Ernstgård, Sjögren, Warholm, & Johanson, 2003). Apesar disto, não foram encontradas diferenças entre os sexos em relação às concentrações e comportamento toxicocinético no sangue e na urina (Ernstgård, 2009; Ernstgård et al., 2003).

Conforme os estudos supracitados, diferenças na composição corporal podem alterar a toxicocinética dos solventes orgânicos, assim procurou-se avaliar no presente estudo se índices como peso, MCM, e gordura corporal estariam associados as respostas psicofísicas dos trabalhadores expostos a mistura de solventes orgânicos. Estes índices são descritos a seguir:

- a) Peso: resultante das forças exercidas pela gravidade sobre o corpo, corresponde ao somatório de todos os elementos que constituem o corpo (Kyle et al., 2001). Os elementos constituintes do peso e suas percentagens são apresentados na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2.

Elementos constituintes do peso e suas percentagens

Elementos constituintes do peso	%
Tecido subcutâneo, gordura e água	17%,
Músculos	50%
Esqueleto, vísceras, sistema nervoso e pele	33%

Nota: Ministério da Educação e Cultura [s/d]

- b) Massa de gordura (MG): corresponde a porcentagem de gordura distribuída pelo corpo, estando presente no tecido adiposo subcutâneo e no tecido adiposo visceral abdominal (Wildman et al., 2011).
- c) Massa corporal magra (MCM): corresponde ao compartimento livre de gordura, constituído por massa muscular, massa óssea, sangue, pele, e órgãos (Jia et al., 2012).

Após caracterizar algumas variações na composição corporal entre os sexos e suas possíveis influências na toxicocinética dos solventes, o próximo tópico apresentará uma breve introdução sobre as ferramentas que foram utilizadas para avaliar os efeitos da intoxicação do SNC por solventes orgânicos, a saber: a visão de cores e a SC.

**2 Indicadores de Intoxicação do Sistema Nervoso Central por Solventes Orgânicos:
Visão de cores e Sensibilidade ao Contraste**

Após a exposição a substâncias tóxicas, chamadas neurotoxinas, pode ocorrer o que se denomina neurotoxicidade, que se caracteriza por efeitos adversos no SNC, nervos periféricos ou nos órgãos sensoriais, provocados por estas substâncias (Monat-Descamps & Deschamps, 2012). Pesquisas experimentais mostram que a maioria dos compostos lipofílicos podem atingir os tecidos cerebrais, pois conseguem atravessar a barreira hematoencefálica e atingir diretamente o SNC (Hegazy et al., 2011; Tang et al., 2011; Xia et al., 2011).

Como já reportado anteriormente, as funções visuais têm se demonstrado indicadores sensíveis dos efeitos tóxicos dos solventes orgânicos (Böckelmann et al., 2003), muito provavelmente devido as substâncias serem absorvidas diretamente pelos olhos, e assim, o sistema visual ser um dos mais investigados. A rigor, destacam-se os estudos sobre a visão cromática e acromática.

2.1 Visão de Cores

A percepção das cores oferece um contraste adicional entre os objetos, aumenta a visibilidade e auxilia a discriminação de outros atributos em relação a cena visual, como luminância, contraste, forma, movimento, textura e profundidade (Lima, Gomes, Ventura, & Silveira, 2011). Na tentativa de compreender os fenômenos ligados a percepção cromática surgiram várias teorias, entre as principais estão: a Teoria Tricromática de Young-Helmholtz (Young, 1802; von Helmholtz, 1867) e a Teoria do Processo Oponente (Hering, 1878).

A Teoria Tricromática postula a existência de três tipos de fotorreceptores na retina, os cones L (long), M (médium) e S (short), cada um responsável pela absorção de uma faixa específica de comprimentos de onda da luz correspondentes as cores: vermelho, verde, e azul, respectivamente (Schiffman, 2005). De acordo com a teoria esses três tipos

de fotorreceptores são suficientes para formar todas as cores resultantes do espectro cromático (Goldstein, 2009).

A partir de então, foram elaboradas representações gráficas no sentido de classificar mais precisamente as cores. Elas levam em consideração a visão de cores normal do ser humano (tricromata). Duas destas classificações embasam os testes psicofísicos de visão de cores utilizados neste estudo, são elas: o diagrama de cromaticidade da *Comission Internationale de l'Eclairage* (CIE) e o Sistema de Classificação de Cor de Munsell (Lima et al., 2011).

O diagrama de cromaticidade da CIE leva em consideração o princípio da Teoria Tricromática. Nele as cores são classificadas em um plano de coordenadas cartesianas, em que a cor é representada por um par de coordenadas no plano ou no espaço (Lacerda, 2010). Como pode ser visto na Figura 1, a seguir.

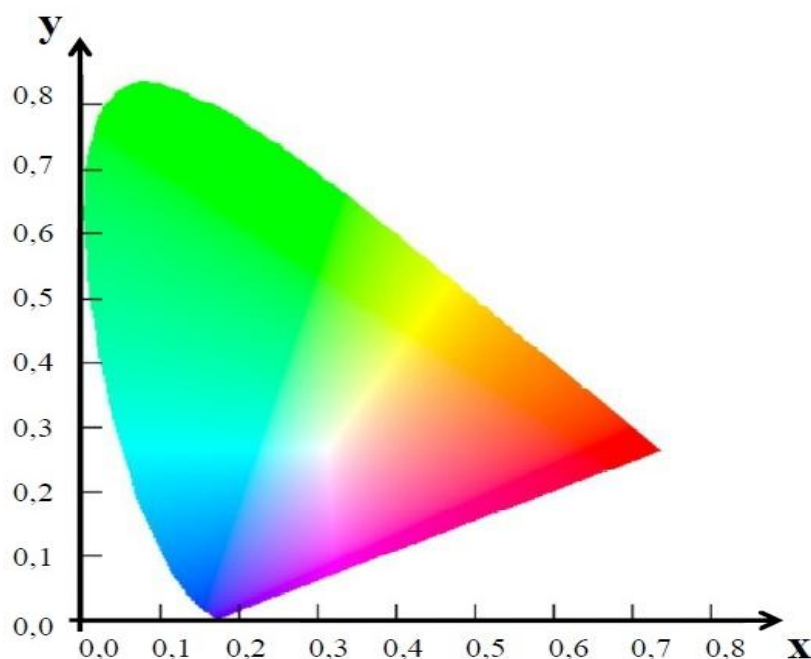


Figura 1. Diagrama de cromaticidades da CIE 1931. Adaptado de “Avaliação Psicofísica Visual Cromática e Acromática de Sujeitos Expostos de Forma Crônica Ocupacional à Mistura de Solventes Orgânicos”, de E. M. C. B. Lacerda, 2010, Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Pará, Belém.

No entanto, algumas pessoas podem apresentar discromatopsias, ou seja, dificuldades em perceber certas cores, que podem ser herdadas geneticamente ou adquiridas em decorrência de uma série de fatores como alterações patológicas do olho, do nervo óptico, ou por lesões. As discromatopsias são classificadas com base no diagrama de cromaticidades da CIE. Geralmente os indivíduos acometidos por alterações na visão de cores apresentam dificuldade de discriminação de cores específicas. Desse modo, foi possível traçar linhas no diagrama de cromaticidades da CIE que correspondem às regiões onde estes indivíduos apresentam maior dificuldade de discriminação. Estas linhas são chamadas de linhas ou eixos de confusão e para cada tipo de discromatopsia existe um conjunto de linhas de confusão característico (Mollon, 2003).

As alterações na percepção de cores podem ser divididas em três classes: monocromatismo, dicromatismo e tricromatismo anômalo. Um indivíduo monocromata, precisa de apenas um comprimento de onda para combinar com qualquer cor do espectro e vê apenas em tons de cinza; o dicromata precisa de dois comprimentos de onda para combinar com todos os outros comprimentos de onda do espectro, há três tipos mais específicos de dicromatismo são eles: a protanopia que se refere a deficiência do pigmento do cone L, caracterizando dificuldades para o vermelho; a deuteranopia que se refere a uma deficiência do pigmento do cone M, caracterizando dificuldade para discriminar tons verdes e a tritanopia que se refere a ausência do pigmento S, caracterizando uma dificuldade para a visão do azul e do amarelo. Já os tricromatas anômalos necessitam dos três comprimentos de onda para formar o espectro, mas em proporções diferentes, e não conseguem discriminar tão bem comprimentos de onda próximos (Goldstein, 2009).

Além do diagrama da CIE, o Sistema de Classificação de Cor de Munsell (Munsell, 1912) também é utilizado para representar as cores, tal como pode ser visto na Figura 2 a

seguir. O brilho é representado pela linha vertical, a saturação na linha horizontal (medida como um raio que varia de zero a 14, onde na periferia as cores são mais desaturadas), e o matiz, variando de forma angular em torno do eixo com o zero indicando o mínimo de reflexão e dez, o máximo (Munsell, 1912).

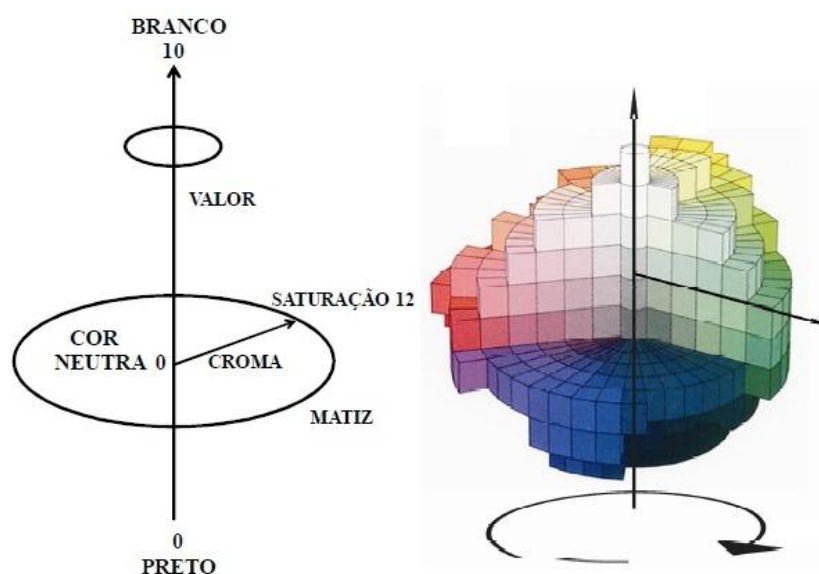


Figura 2. Esquema representativo do sistema de classificação de cor de Munsell. Adaptado de Lacerda, 2010, (Dissertação de Mestrado) Universidade Federal do Pará, Belém.

Embora a teoria de Young-Helmholtz tenha contribuído para explicar vários fenômenos ligados a visão de cores, entre eles as alterações para a visão de cores, determinados fenômenos relacionados a percepção das cores não encontravam explicação nesta teoria, a exemplo dos fenômenos de pós-imagens. Assim, Ewald Hering propôs a Teoria do Processo Oponente (posteriormente reformulada por Leo Hurvich e Dorothea Jameson), segundo a qual, a percepção resulta da interação de três canais que respondem de maneiras opostas aos diferentes comprimentos de onda da luz, um canal de oponência de luminância, preto-branco e dois de oponência de cor, o azul-amarelo e o verde-vermelho (Kandel, 2013). Uma vez que os membros de um processo oponente são mutuamente antagônicos eles cancelam a sensação de cor um do outro (Schiffman, 2005).

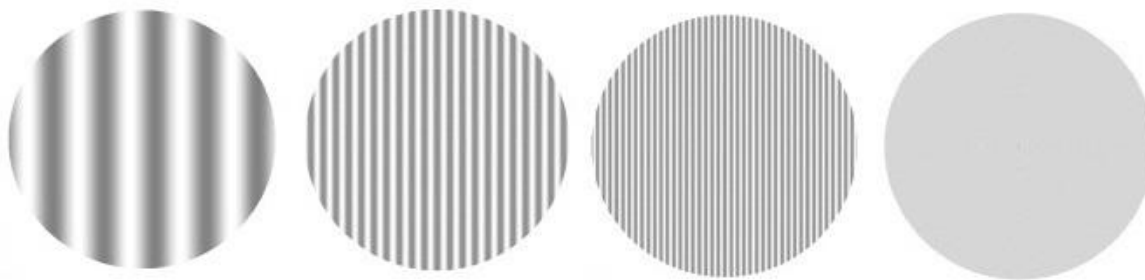
De acordo com Paramei, Baron e Seeber (2004) indivíduos expostos a mistura de solventes orgânicos podem apresentar índices mais elevados de confusão de cor (ICC) e menor capacidade de discriminação de cor. Mota (2011) reporta que alterações adquiridas causam mudanças nos filtros pré-receptores, redução de densidade óptica dos fotopigmentos dos três tipos de cones, perda desequilibrada dos cones e alterações nos níveis de processamento pós-receptores, levando à dificuldade de reconhecimento das cores.

Enquanto na discromatopsia congênita geralmente há maior incidência de alterações sobre o eixo verde-vermelho, nos distúrbios de discromatopsia adquirida, os déficits começam com uma capacidade reduzida para discriminação do eixo azul-amarelo (Muttray, Wolff, Jung, & Konietzko, 1997), podendo progredir, conforme o nível de exposição, para o eixo verde-vermelho (Jaanus, Bartlett, & Hiett, 1995; Porkony, Smith, Verriest, & Pinkers, 1979).

2.2 Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC)

A FSC é uma medida clássica utilizada para avaliar a capacidade do sistema visual humano (SVH), sendo capaz de descrever a percepção visual da forma em níveis diferentes de contraste ou brilho (Santos, 2003). Pode ser definida como o inverso da curva de limiar de contraste ($1/FSC$; Santos & Simas, 2001a).

O limiar de contraste é considerado a quantidade mínima de contraste necessária para detectar um objeto qualquer de uma determinada frequência espacial (Santos, Simas, & Nogueira, 2004). A frequência espacial é definida como o número de ciclos por grau de ângulo visual (cpg) ou o número de ciclos de alternância entre barras ou listras claras e escuras em determinada região do campo visual (Santos, 2003), conforme ilustrado pela Figura 3 a seguir.



*Figura 3. Exemplos de estímulos de frequências espaciais de grade senoidal linear vertical. Da esquerda para a direita estímulos com 0,25, 1 e 2 cpq por ângulo visual e um estímulo neutro. Adaptado de “Sensibilidade ao contraste acromático para grades senoidais verticais em adolescentes e adultos”, de M. J. N. Gadelha, M. J. O. de Andrade, O. D. L. Ferreira, R. C. de L. Freire, N. A. dos Santos, 2010, *Psicologia: Teoria e Prática*, 12(1), 59-70.*

A lógica que fundamenta a FSC é que a redução da sensibilidade ou a elevação do limiar sensorio a uma determinada frequência espacial, tendo como referência um valor padrão, pode ser um sinal de alterações nos mecanismos ou nas vias sensoriais responsáveis pelo processamento do contraste (Santos, 2003). O contraste de luminância senoidal ou cossenoidal, por sua vez, pode ser expresso pela relação entre a diferença da luminância máxima e luminância mínima dividida pela soma das duas (Nogueira, 2010), definido pela razão (Equação 1):

$$C = (L_{\max} - L_{\min}) / (L_{\max} + L_{\min}) \quad (1)$$

Sendo assim, a SC consiste na diferença existente entre picos e depressões de ondas. Essa diferença refere-se ao valor de contraste requerido pelo SVH para distinguir um estímulo de frequência espacial daquele com um campo uniforme de luminância média (Santos, 2003). Desse modo, o sistema visual (SV) possui alta sensibilidade quando um estímulo precisa de pouco contraste para ser detectado, ao passo que há baixa sensibilidade, quando o SV precisa de alto valor de contraste para detectá-lo (Santos & Simas, 2001a).

De acordo com Santos (2003, p. 2) “a FSC oferece um resumo rápido e proveitoso da resposta global do SVH para padrões de frequências espaciais, caracterizando o processo pelo qual o sistema visual converte informações das várias frequências do

estímulo recebido (input) em estímulo percebido” (output). Além disso, Nogueira (2010) refere que esta ferramenta é importante porque sua forma muda de acordo com as condições de luminância, do nível de desenvolvimento e de alterações patológicas e neuropsicológicas.

Funcionalmente, as frequências são classificadas em: baixas, médias e altas. As baixas permitem a apreensão do formato geral do objeto (por exemplo, possibilita a visão de um objeto na penumbra), as médias dão o formato semelhante ao do objeto final, e, as altas são responsáveis pela visualização de detalhes finos dos objetos (acuidade; Santos, França, & Alves, 2009). A avaliação da FSC permite verificar se há alterações em uma destas ou em mais faixas de frequências que possam causar prejuízos visuais (Santos et al., 2009).

Assim, a SC é uma medida muito utilizada para avaliar e diagnosticar alterações decorrentes de anormalidades na retina (Owsley et al., 2000), vias e áreas visuais superiores (Wesner & Tan, 2006), transtornos não associados diretamente às funções visuais (Nogueira & Santos, 2012), ou em decorrência de exposição a produtos tóxicos (Attarchi et al., 2010; Böckelmann, Pfister, & Peters, 2005). Ressalta-se que quanto mais cedo certas alterações forem detectadas, mais efetiva poderá ser a intervenção e melhor a recuperação (Santos et al., 2009).

Com a finalidade de delimitar o objetivo do presente trabalho, a próxima seção aborda alguns estudos empíricos envolvendo a exposição aos solventes e respostas psicofísicas. A busca dos artigos foi realizada nas bases de dados: Periodicos Capes, Google Acadêmico, Pubmed, Web of Science, utilizando-se as palavras-chave: sex; organic solvent, occupational exposure. Entretanto, estudos que tratam da comparação por sexo ainda são escassos.

2.3 Exposição Ocupacional a Solventes Orgânicos e Sistema Nervoso Central:

Estudos empíricos

Os solventes orgânicos são compostos voláteis e lipofílicos com grande afinidade aos órgãos ricos em lipídios, a exemplo do cérebro, podendo levar a vários comprometimentos neurológicos (Dick, 2006). Porém, o mecanismo pelo qual as misturas de solventes exercem seus efeitos adversos sobre o sistema nervoso é incerto (Dick, 2006). Contudo, sabe-se que a forma como os solventes são absorvidos pelos tecidos depende do tempo de exposição e é proporcional ao conteúdo lipídico dos órgãos (Endo, Escher, & Goss, 2011).

Estas substâncias têm o potencial de ultrapassar a barreira hematoencefálica e destruir a bainha de mielina (estrutura lipídica que reveste o axônio neuronal, responsável pela velocidade de propagação dos impulsos nervosos), causando a desmielinização do tecido (Hegazy et al., 2011). Deste modo, pode acarretar alterações nas vias parvo, magno e koniocelular, comprometendo o funcionamento do sistema visual (Lacerda et al., 2012).

A seguir serão apresentados alguns estudos encontrados na literatura que versam sobre os efeitos dos solventes nas funções visuais: visão de cores e SC

2.3.1 Exposição ocupacional a solventes orgânicos e visão cromática.

Iregren, Andersson e Nylén (2002) avaliaram a acuidade visual, a sensibilidade ao contraste e a visão de cores de 199 indivíduos (100 mulheres com idades de 18 a 65 anos) sem histórico de exposição a misturas de solventes. A visão de cores foi avaliada por meio do teste American Optical Hardy, Rand and Rittler (HRR); Ishihara; D15 Dessaturado de Lanthony (D15d) e o Teste dos 100 Matizes de Farnsworth-Munsell (FM-100). Os resultados indicaram que as mulheres se sobressaíram aos homens nos testes de visão de cores. Já em relação a acuidade visual e a sensibilidade ao contraste não houve diferenças significativas entre ambos os sexos. Eles observaram ainda que o número de respostas

corretas diminui com a idade para o teste HRR, enquanto que o erro total e os índices de confusão aumentam com a idade no Lanthony D15d.

Estudo semelhante foi realizado por Ernstgård, Gullstrand, Löf e Johanson (2002) que compararam, entre outras medidas, a visão de cores de 56 voluntários saudáveis (28 de cada sexo). Os voluntários foram submetidos, em uma câmara de exposição aos vapores de 150 ppm de 2-propanol; 50 ppm de m-xileno, e ao ar limpo, respectivamente. Cada experimento durou duas horas e as sessões de exposição ocorreram em um intervalo de, pelo menos, duas semanas. O teste utilizado foi o Lanthony D15d e as medidas foram realizadas em três condições: 1) antes da exposição; 2) imediatamente depois, e 3) três horas após a exposição. Quando não expostas, as mulheres tiveram melhor desempenho no teste (ou seja, menor ICC) do que os homens ($p = 0,04$). Além disso, houve tendências não significativas de aumento do ICC em homens e mulheres após a exposição ao 2-propanol e em homens após a exposição ao m-xileno em comparação com a exposição ao ar limpo. Por outro lado, as mulheres expostas ao m-xileno, apresentaram melhor visão de cores.

Lee, Paek, Kho, Choi e Chae (2013) avaliaram a visão de cores de 63 indivíduos que trabalhavam com pintura de navios, 122 que trabalhavam em outros tipos de atividades na mesma empresa e 185 indivíduos da população em geral. Foi utilizado o teste Lanthony D15d. Os pesquisadores constataram que o ICC do grupo exposto foi significativamente maior que o grupo de trabalhadores não expostos e o da população em geral, sendo que o tipo mais comum foram as deficiências na faixa do azul-amarelo, da ordem de 9,5 % (6/63) no grupo exposto; 1,6 % (2/122) no grupo não exposto; e 1,6 % (3/185) na população geral.

Costa et al. (2012) também utilizaram o D15d, além do CCT para avaliar a visão de cores de 25 frentistas (20 homens, com 9,6 anos de serviço) e 25 pessoas sem histórico de exposição crônica a solventes (10 homens). Os resultados mostraram maior número de erros no D15d ($p < 0,01$), assim como índices de discriminação de cor mais elevados nos

eixos de confusão protan, deutan e tritan, além de maior área de elipse para o grupo experimental, com diferenças estatisticamente significativas. Como os pesquisadores constataram perdas visuais tanto para o eixo azul-amarelo quanto para o verde-vermelho, foi realizada a análise genética de indivíduos com limiares de discriminação de cor muito elevados. Os resultados excluíram causas congênitas para as perdas visuais, isto sugeriu a possibilidade de que defeitos congênitos de visão de cores podem ter sido combinados com as perdas de visão de cores adquiridas.

Lacerda et al. (2012), por sua vez, utilizaram os testes cromáticos: Ishihara, elipses de discriminação de cores pelo método de Mollon-Reffin e o FM 100, com uma amostra de 29 frentistas (27 homens, $M = 31,5$; $DP = 8,4$ anos de idade) e 29 pessoas não expostas, pareados por idade e sexo. O tempo de exposição variou de 1 mês a 22 anos ($M = 47,4$ meses). O grupo de trabalhadores expostos apresentou valores mais elevados de erro no FM100 e ampla área de elipses de discriminação de cores em comparação com o controle.

Um estudo de meta-análise avaliou 15 artigos que utilizaram o D15d com pessoas expostas (Paramei et al., 2004). Os autores identificaram que na maioria dos estudos os grupos expostos apresentaram uma discriminação de cor inferior. No entanto, percebeu-se forte variação dos tamanhos de efeito entre os estudos, demonstrando uma inconsistência nos dados. Eles atribuem estas inconsistências aos parâmetros da exposição, as diferenças nas condições de administração do teste, e as características individuais da amostra.

2.3.2 Exposição ocupacional a solventes orgânicos e visão acromática.

A sensibilidade ao contraste (SC) é outro indicador da função visual que tem sido utilizada para detecção de possíveis disfunções do SNC em pessoas que trabalham com substâncias neurotóxicas (Kamal, Malik, Fatima, & Rashid, 2012). Dessa maneira, a ATSDR (1992) recomenda que os estudos avaliem tanto a acuidade visual quanto a SC dos trabalhadores expostos a estas substâncias.

Assim sendo, Böckelmann et al. (2005) compararam a SC de homens e mulheres trabalhadores do ramo de impressões e os respectivos grupos controles, sendo pareados por idade e sexo. Foram divididos em 15 pares de mulheres e 13 pares de homens, com idade média de 38,5 anos, $DP = 8,9$. O grupo experimental tinha em média nove anos de exposição a misturas de solventes orgânicos. As frequências espaciais utilizadas foram de 1,5; 3; 6; 12 e 18 cpg de ângulo visual, por meio do Vision Contrast Test System, VCTS 6500.

Böckelmann et al. (2005) constataram que a SC foi significativamente menor para o grupo de homens expostos em relação ao controle para as frequências espaciais: 3 e 18 cpg no olho direito e 1,5; 3; 6 no olho esquerdo. As mulheres expostas também apresentaram SC significativamente menor em relação ao controle nas frequências de 3 cpg no olho direito e 1,5; 6 e 12 cpg, olho esquerdo. Entretanto, os pesquisadores não compararam os resultados de homens e mulheres expostos, não sendo possível inferir se o sexo influenciaria as respostas psicofísicas.

Näsänen et al. (2005) avaliaram a SC de 14 pessoas (13 homens, com idade média de 55 anos, e uma mulher de 58 anos), que haviam sido expostas ocupacionalmente a solventes durante um período de tempo entre 14 e 40 anos, com uma média de cinco anos que havia cessado a exposição. O grupo controle foi pareado em relação à idade e sexo. Foram utilizadas duas tarefas de busca visual: a primeira media a velocidade com que o participante identificava uma letra em uma matriz de números, e na segunda o tempo que ele levava para detectar a presença ou a ausência de um segmento de linha inclinada em uma matriz de segmentos de linhas na posição vertical. A SC foi medida usando as mesmas cartas da tarefa de busca visual que quando visualizadas a 300 cm correspondiam a frequências de 1,6; 3,3; 6,5 e 13 cpg. Em ambas as tarefas de busca visual, o grupo exposto teve um tempo de reação significativamente mais lento do que o controle ($p < 0,001$). Já com relação a SC, o grupo controle apresentou maior SC, contudo não foi

identificada diferença estatística em nenhuma frequência espacial testada. Os valores de SC foram, em média, apenas 1,21 vezes maior para o grupo controle do que para o experimental.

Estudo realizado por Gong et al. (2003) avaliou, entre outras funções, a SC de 89 trabalhadores de fábricas de móveis e 89 trabalhadores nunca antes expostos a solventes orgânicos. A SC foi avaliada utilizando o MCT 8000 e as frequências espaciais senoidais de 1,5, 3, 6, 12 e 18 cpg. Os pesquisadores relataram SC significativamente menor para o grupo exposto nas frequências 6 e 12 cpg ($p < 0,05$). Porém, não foi especificada a frequência de participantes por sexo, assim como não foram realizadas análises de comparação entre os sexos. Além disso, o grupo controle ($M = 13,5$; $DP = 2,2$) apresentou escolaridade significativamente superior ($p < 0,01$) ao do grupo controle ($M = 11,7$; $DP = 1,8$). No entanto, os autores consideram que a visão de cores e a SC não está relacionada a experiência educacional.

Costa et al. (2012) avaliaram a SC de um grupo de frentistas e um grupo sem histórico de exposição. A SC espacial de luminância foi avaliada no teste Metropsis, para grades senoidais 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10,0 e 20,0 cpg de ângulo visual. Os resultados indicaram perdas de SC em todas as frequências espaciais testadas ($p < 0,01$), exceto para a de 0,5 cpg. Com isto, os autores concluíram que limites ocupacionais específicos devem ser criados (Costa et al., 2012).

Lacerda et al. (2012) desenvolveram estudo similar ao anterior, no qual examinaram a SC espacial, temporal e campimetria visual de 29 trabalhadores de postos de combustíveis (27 do sexo masculino, $M = 31,5$ anos e $DP = 8,4$) e de um grupo controle, pareado de acordo com a idade e o sexo. Foram utilizadas as frequências espaciais: 0,2 0,5, 0,8, 1, 2, 4, 6, 10, 15, 20 e 30 cpg de ângulo visual. Os resultados mostraram que a SC espacial dos trabalhadores expostos foi menor que a do grupo controle somente para as frequências espaciais de 20 e 30 cpg. Entretanto, verificaram que a SC temporal foi

preservada. De modo geral, os resultados indicaram que trabalhadores expostos a solventes orgânicos sofreram alterações visuais.

Tem se constatado também que o funcionamento visual de crianças pode ser alterado devido a exposição ocupacional de suas mães durante a gestação (Till, Westall, Koren, Nulman, & Rovet, 2005). Estes pesquisadores chegaram a tal conclusão após estudar uma amostra de 21 bebês, filhos de mulheres que foram expostas a solventes durante a gravidez (9 homens e 12 mulheres, com idade média de 12,32 e $DP = 9,72$ meses, amplitude = 6 - 40meses) e 27 bebês cujas mães não tinham histórico de exposição a tóxicos ambientais (17 do sexo masculino e 10 do sexo feminino, com idade média de 10 meses, $DP = 5,66$; amplitude = 6 - 25meses). A SC foi avaliada por meio da técnica de Potencial Visual Evocado (PVE). Os resultados mostraram uma menor SC nas frequências espaciais baixas e intermediárias ($p < 0,001$) em crianças cujas mães haviam sido expostas.

Um estudo semelhante foi realizado por Getz et al. (2012), mas estes buscaram avaliar a SC dos filhos adultos de mulheres que haviam sido pré-expostas durante a gravidez. A SC foi avaliada por meio do Functional Acuity Contrast Test (FACT) e as frequências utilizadas foram de 1,5; 3; 6; 12 e 18 cpg. Os participantes foram divididos em três grupos: 1) baixa exposição ($n = 14$, idade $M = 30,3$ anos, 11 mulheres); 2) alta exposição ($n = 15$, idade $M = 30,9$ anos, 9 mulheres), e 3) grupo controle ($n = 25$, 19 mulheres, idade média de 30 anos), a maioria dos participantes dos três grupos possuíam quatro anos ou mais de faculdade. Os pesquisadores constataram que os participantes do grupo de alta exposição exibiram SC menor nas frequências espaciais médias e altas em comparação aos participantes não expostos, embora as diferenças não tenham sido estatisticamente significativas, exceto para a frequência de 18 cpg. Assim, concluíram que a exposição pré-natal pode ser associada a disfunções visuais subclínicas a longo prazo na idade adulta.

Diante do exposto e partindo do pressuposto que os solventes orgânicos possuem característica lipofílica (Monat-Descamps & Deschamps, 2012) e que homens e mulheres diferem nos aspectos constitutivos e hormonais, questionou-se no presente estudo se mulheres e homens expostos a solventes orgânicos apresentariam diferenças quanto a SC e a visão de cores.

Geral:

Verificar se existem diferenças na visão de cores (índice de confusão de cores, comprimento dos vetores dos eixos protan, deutan e tritan, área das elipses) e na SC (estímulos de grades senoidais verticais de frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 9,9 e 15,9 cpg de ângulo visual) entre um grupo exposto e controle e entre homens e mulheres expostos cronicamente à mistura de solventes orgânicos.

Específicos:

- Correlacionar o ICC, comprimento dos vetores, a área das elipses e elipticidade dos eixos protan, deutan e tritan e a SC de mulheres e de homens expostos com as variáveis: tempo de serviço, idade, escolaridade, peso, massa de gordura, e massa corporal magra (MCM);
- Avaliar qual o protocolo dos testes de cores se mostrou mais sensível para detectar alterações.

1) Estudos com trabalhadores expostos ocupacionalmente a solventes orgânicos convergem para alterações na FSC e visão de cores (Costa et al., 2012, Lacerda et al., 2012). Diante disto, supõe-se que:

1.1 Mulheres e homens expostos apresentem maiores índices de confusão de cor (ICC), maiores comprimentos dos vetores, maiores áreas das elipses, especificamente para o eixo azul-amarelo e eixo verde-vermelho e menor SC que mulheres e homens não expostos;

2) O sexo é um dos fatores que podem influenciar a toxicocinética dos solventes orgânicos devido a diferenças na constituição física (água corporal, massa muscular, gordura corporal, fluxo sanguíneo), fisiológicas (hormônios) e nas enzimas metabolizadoras (Ernstgård, Sjögren, Warholm, & Johanson, 2003). Portanto, julga-se que:

2.1 Ocorra diferenças significativas nas respostas psicofísicas (visão de cores e SC) entre homens e mulheres expostos a misturas de solventes orgânicos.

Delineamento

Pesquisa transversal, quase-experimental, do tipo *ex post facto*.

Local da pesquisa

As avaliações foram desenvolvidas em dois locais: 1) Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC-UFPB) e 2) Laboratório de Educação Física de uma Unidade de Ensino Superior Privada, ambos localizados na cidade de João Pessoa-PB.

Participantes

A amostra foi do tipo não probabilística, composta por critério de “conveniência”. Participaram ao todo 44 voluntários, do sexo feminino e masculino, com idades entre 18 e 45 anos (período em que as submodalidades visuais de cor e de SC sofrem pouco efeito da idade (Santos, Oliveira, Nogueira, Cruz, & Simas, 2006).

Os participantes foram divididos inicialmente em dois grupos: GEt (Grupo de estudo total formado por homens e mulheres) e GCt (Grupo Controle total formado por homens e mulheres) para realização de análises estatísticas e posteriormente foram subdivididos em quatro grupos, considerando a variável sexo para realizar as análises: GEh (Grupo de Estudo homens: 11 homens expostos); GEm (Grupo de Estudo mulher: 11 mulheres expostas) e GCh (Grupo Controle homem: 11 homens não expostos); GCm (Grupo Controle mulher: 11 mulheres expostas).

Os critérios de inclusão para os participantes dos GEt foram: exercer seis meses ou mais de atividade de frentista (Campagna et al., 1995; Zaválic, Mandić, Turk, Bogadi-Sare, & Plavec, 1998); não haviam sido expostos, em profissões anteriores, a vapores químicos (Semple et al., 2000); não possuíam doenças oculares, diabetes ou hipertensão arterial; possuíam acuidade visual normal (20/20) ou corrigida; exerciam a atividade em turno matutino ou vespertino; nunca usaram máscara ou óculos de proteção; aceitaram participar voluntariamente da pesquisa. Com relação aos GCt, foram incluídos aqueles que não tinham histórico de exposição a produtos químicos; possuíam acuidade visual normal

(20/20) ou corrigida; não possuíam doenças oculares, diabetes ou hipertensão arterial; aceitaram participar voluntariamente da pesquisa, além de exercerem atividades compatíveis com as habilidades requeridas pelo serviço de frentista, pois o trabalho pode ser uma forma de ensino informal no qual o indivíduo pode adquirir e acumular conhecimento (Bianconi & Caruso, 2005).

Os critérios de exclusão adotados para todos os grupos foram: a presença de discromatopsias congênitas, estrabismo ou tratamento com medicamentos neurotóxicos nos últimos 6 meses, doença vascular cerebral (Lee et al., 2007; Lee et al., 2013); prática de atividades físicas regulares, foi considerado exercício físico regular aquele que tem, pelo menos, 30 minutos de atividade com frequência de três ou mais vezes por semana (Lee, Kang, Yaang, Choy, & Lee, 2009).

Assim, inicialmente foram recrutados 60 participantes, mas foram excluídos oito deles: quatro frentistas (duas mulheres) que relataram fazer atividades físicas regulares; dois homens do grupo controle, um que relatou ambliopia e outro que anteriormente havia trabalhado no ramo de pintura. A Tabela 3 a seguir, apresenta os valores correspondentes as características sociodemográficas e as medidas de composição corporal dos participantes.

Tabela 3.

Características sociodemográficas dos participantes

	GEh ^a (n = 11)		GEm ^b (n = 11)		GCh ^c (n = 11)		GCm ^d (n = 11)		χ^2	p	U	p
	Mdn	M (DP)	Mdn	M (DP)	Mdn	M (DP)	Mdn	M (DP)				
Idade	31,00	30,18 (6,48)	26,00	26,91 (5,86)	27,00	26,73 (6,50)	25,00	26,55 (6,50)	3,81	0,28	-	
Escolaridade	11,00	9,73 (2,10)	11,00	10,36 (0,92)	11,00	9,73 (1,85)	11,00	10,45 (1,51)	1,42	0,70	-	
Tempo de exposição	8,00	6,53 (4,38)	4,33	4,70 (3,53)	-	-	-	-	-	-	47,5	0,31

Nota. ^a. GEh = Grupo de Estudo homens expostos; ^b GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; ^c GCh = Grupo Controle homens não expostos; ^d GCm = Grupo Controle mulheres não expostas; MG: massa gorda, MCM: massa corporal magra.

* diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Observou-se que houve diferença significativa com relação a MCM dos participantes. Assim, foi realizado o teste post hoc Mann Whitney, considerando nível de significância $\alpha < 0,0125$ que evidenciou diferença entre GEh e GEm ($U = 3,0$; $p < 0,01$).

O tipo de material com que os colaboradores trabalhavam eram etanol, gasolina e diesel, nenhum deles relatou fazer uso de EPI's e quando o fizeram não durou mais que uma semana, pois relataram que o material era frágil e incomodava. Trabalhavam oito horas diárias, sendo uma hora destinada ao intervalo do almoço.

Com relação às atividades ocupacionais exercidas pelos participantes dos grupos controle, é possível perceber a partir da Tabela 4 que a maioria exercia atividades compatíveis com a profissão de frentista, os que eram estudantes estavam no início do primeiro período do curso de graduação.

Tabela 4.

Atividades ocupacionais e número de participantes dos GC's

Homens			Mulheres		
Atividade	N	F (%)	Atividade	n	F (%)
Porteiro	6	50	Porteira	5	41,7
Auxiliar de serviços gerais	2	16,7	Estudante	3	25
Estudante	2	16,7	Auxiliar de serviços gerais	2	16,7
Fiscal de monitoramento	1	8,3	Auxiliar administrativa	1	8,3
Vigilante	1	8,3	Diarista	1	8,3
Total	12	100	Total	12	100

Nota. n=frequência absoluta; F=frequência relativa de participantes

Instrumentos e Equipamentos

Triagem.

Questionário sociodemográfico (Anexos I e II): foi preparado um questionário para o GEt e outro para o GCt, o objetivo foi caracterizar a amostra, com questões referentes a: idade, escolaridade, consumo de álcool, de tabaco ou de outras drogas, doenças oculares,

neurológicas, diabetes, hipertensão arterial, e especificamente para a condição experimental, tempo de serviço, jornada de trabalho por dia e por semana (em horas), uso de equipamentos de proteção individual (EPI's).

Optotipos “E” de Rasquin: Avalia a acuidade visual (AV), sendo um teste direcional composto por um mesmo optotipo (“E”) que varia em quatro posições de base (para cima, para baixo, direita e esquerda) e em tamanho de linha para linha. O papel do participante era identificar para que lado estava a abertura do “E”. É considerada normal uma acuidade 6/6 ou 20/20 (equivalente a 20 pés) que indica que um observador é capaz de identificar algo a uma distância de seis metros (Santos, 2003).

Técnica do olho dominante: O participante aponta para um alvo, cada olho por vez, o olho em que a imagem do alvo persistir, é o dominante.

Teste das Placas de Ishihara: Possui índice de detecção de 85% dos dicromatas tipo protan e deutan. São apresentadas ao participante placas que contém números, seu papel é discriminar o número apresentado. O protanômalo consegue ver de forma deficitária e o protanope não consegue distinguir (Fernandes & Urbano, 2008).

Avaliação da Composição Corporal.

Inbody 720 (Biospace Co. Ltd., Seoul, Korea):

É um equipamento de análise de impedância bioelétrica que verifica a alteração da impedância em tecidos corporais através do envio de sinais elétricos detectáveis através do corpo (Biospace, 2005). A corrente elétrica é aplicada ao corpo do sujeito através da utilização de analisadores de frequência fixa ou de multifrequência. O método baseia-se no princípio de que a passagem desta corrente se torna mais fluida quando o organismo for abundante em água e eletrólitos, enquanto que a quantidade de adiposidade corporal dificulta a passagem desta corrente devido ao fato desta possuir menor quantidade de água (Anderson, Erceg, & Schroeder, 2012).

O equipamento possui um sistema tetrapolar com oito eletrodos tácteis, utilizando seis frequências (1, 5, 50, 250, 500 e 1000 kHz) e produz 30 valores de impedância para cinco segmentos corporais: braço direito, braço esquerdo, tronco, perna direita, perna esquerda. Além disso, são oferecidas medidas como: água corporal total, área de gordura visceral, massa de gordura corporal, relação cintura quadril (RCQ), entre outras (Anderson et al., 2012). O exame era realizado após os participantes receberem um folheto contendo as instruções necessárias sobre as normas para utilização do aparelho, a saber: 1) não realizar atividade física um dia antes da avaliação; 2) fazer refeição quatro horas antes de se submeter ao exame; 3) evitar fumar ou ingerir bebida alcoólica no dia da avaliação; 4) usar o banheiro antes do teste (para reduzir volume de urina e fezes); 5) permanecer em pé por 5 minutos antes do teste; 6) não utilizar bijuterias metálicas ou implantes dentários com metal; 7) as mulheres não podiam estar no período menstrual; 8) realizar a avaliação com roupa de banho ou roupas íntimas. Estas recomendações são padronizadas para quaisquer tipos de estudo utilizando este equipamento, sendo essenciais à obtenção de dados fidedignos.

O teste propriamente dito teve início com a limpeza das mãos e dos pés do participante. Após isso, o participante segura as peças de mãos as quais contêm eletrodos que devem permanecer em contato com a parte das palmas e polegares. Em relação aos pés, o sujeito deve estar descalço e pisar sobre a base do equipamento, colocando primeiro o calcanhar na zona circular do equipamento e em seguida a outra parte do pé no restante do eletrodo. Durante a avaliação é aplicada uma corrente elétrica com uma intensidade de 250 mA e com espectro de frequências a 1, 5, 50, 250, 500 e 1000 KHz (Biospace, 2005). A Figura 4 a seguir ilustra o equipamento e simula o posicionamento durante uma avaliação.



Figura 4. Inbody 720, à esquerda e Estadiômetro Standard, à direita. Adaptado de <http://www.doctorlucena.com/in-body.html> e <http://www.sanny.com.br/avaliacao-fisica/estadiometros/estadiometro-standard-sanny-54.html>, respectivamente.

Primeiramente era mensurada a altura do participante com o Estadiômetro Standard, em seguida o técnico inseria os dados relativos a altura, data de nascimento e sexo do participante em um software no computador conectado a balança (estas medidas serviam para o cálculo das medidas corporais). Feito isto, a avaliação iniciava, o tempo de duração era de aproximadamente cinco minutos e finalizava automaticamente, ao ser emitido um bip. Ao término, era gerada uma folha com os resultados das medidas corporais (Anexo III).

Avaliação Psicofísica.

Cromática: A literatura recomenda que sejam utilizados mais de um teste para este tipo de avaliação, pois um único teste não é suficiente para identificar possíveis discromatopsias (Fernandes & Urbano, 2008; Lima et al., 2011). Portanto, foram utilizados o D15d e o Cambridge Colour Test (CCT), por terem se mostrado os mais sensíveis nas pesquisas com exposição a solventes orgânicos (Muttray et al., 1997).

D15d: É um teste de ordenamento de matizes composto por uma pastilha de referência, que é fixa, e 15 outras pastilhas com matizes diferentes de mesmo brilho (8) e saturação (2) cobertas por papéis de Munsell (Lanthony & Dubois-Poulsen, 1973). Os

matizes das fichas formam um círculo no espaço de cores Munsell. A parte inferior dessas pastilhas contém a numeração de 1 a 15 que representa a sequência correta. O instrumento é disposto sobre uma mesa com um fundo preto, recebendo iluminação de uma lâmpada incandescente de 60 W com uma angulação de 45°. A distância do ponto de iluminação até a caixa para ordenar as peças mede 21 cm, tal como é exigido pelo manual para lâmpadas com a referida potência. A aplicação do teste seguiu as instruções do manual, antes de iniciar o teste todas as fontes de iluminação foram excluídas, salvo a da lâmpada que juntamente a um óculos de filtros azuis, proporcionaram a iluminação representativa da luz do dia. Além dos óculos, o manual exigia que o participante usasse luvas para evitar a danificação do matiz das pastilhas. Então, estas pastilhas eram misturadas e o papel do participante era ordená-las, seguindo uma progressão cromática (pastilhas com matizes próximas), a partir de uma peça fixa. O teste não teve tempo estipulado e havia três chances para acertar a sequência correta. Após cada tentativa os números no fundo de cada pastilha foram anotados, sendo considerada a melhor tentativa.

A avaliação dos resultados pode ser feita de forma qualitativa ou quantitativa. Gobba e Cavalleri (2003) alertam que o teste D15d não deve ser analisado somente qualitativamente quando se quer descobrir perdas precoces na visão de cor. Dessa forma, foi utilizado o ICC (Índice de Confusão de Cores) de Bowman (1982) para avaliar quantitativamente o desempenho de cada participante.

Bowman (1982) elaborou uma equação (Equação 2) para analisar quantitativamente as respostas dos participantes. De acordo com esta proposta, o ICC pode ter o valor 1, quando todas as peças estão ordenadas corretamente ou maiores que 1 conforme o grau de erro.

$$ICC = \frac{TCDS \text{ do participante}}{TCDS \text{ padrão}} \quad (2)$$

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).

O TCDS do participante é verificado por meio da tabela confeccionada por Geller (2001), onde podem ser encontrados os valores que correspondem a sequência de cada par de pastilhas ordenadas erroneamente, conforme Tabela 5.

Tabela 5.

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	21.06	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	13.28	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 pode ser observado na Tabela 5, 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.

Com relação ao ordenamento das peças, considera-se erros pequenos (Figura 5) quando pastilhas com números adjacentes são trocados e erros grandes, quando trocam pastilhas distantes, por exemplo, número 3 e 12. Dois pequenos erros são tolerados como

normais, mas erros devem ser verificados conforme os eixos protan, deutan, e tritan (Pokorny et al., 1981).



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

A avaliação dos erros grandes ocorreu por meio do gráfico proposto pelo fabricante, Figura 6, a seguir. De acordo com esse gráfico, o tipo de eixo de confusão de cor (protan, deutan e tritan) é determinado conforme a inclinação mais semelhante.

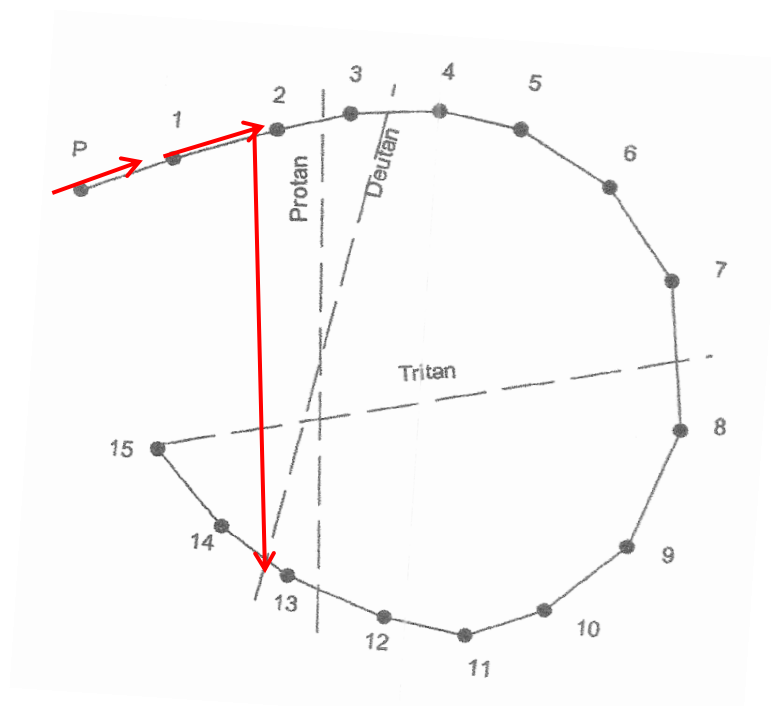


Figura 6. Exemplo de avaliação qualitativa com desvio no eixo protan

Mediante o gráfico, traça-se a sequência ordenada pelo participante, e, então, observa-se, segundo as linhas padrão (protan, deutan, tritan), para qual direção está o erro do participante, podendo-se identificar o tipo de comprometimento.

Para fins desta dissertação, a avaliação quantitativa foi realizada por meio de um programa computadorizado denominado TCDS Calculator, desenvolvido pelo LPNeC,

Figura 7 abaixo, o qual baseia-se na proposta de Bowman (1982). Este gera automaticamente os valores do ICC para cada participante.

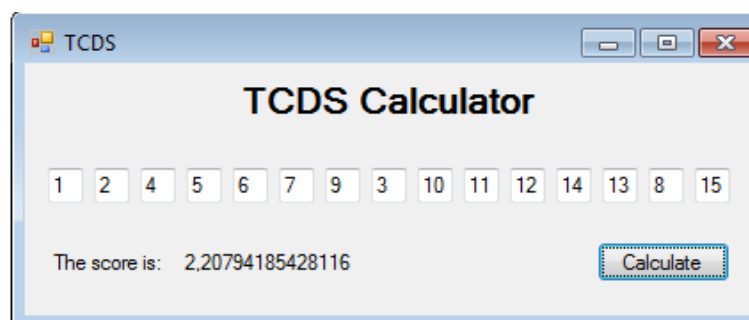


Figura 7. Exemplo demonstrativo do cálculo do ICC por meio do programa TCDS Calculator.

A partir desta figura, observa-se que a sequência ordenada pelo participante, indicou um ICC de aproximadamente 2,21.

CCT: Possui a finalidade de verificar a confusão ou ausência de discriminação das cores (Mollon & Regan, 1997). O CCT utilizado neste estudo consiste na versão 2.0, com um sistema de geração de estímulos Visual Stimulus Generator VSG 2/5 (Cambridge Research Systems) e um microcomputador Dell com monitor LG. Esse teste utiliza um alvo em forma de “C” com cromaticidade diferente do fundo, em que o participante deve discriminar o lado da abertura. O estímulo é uma adaptação do “C” de Landolt que possui $1,25^\circ$ de ângulo visual, composto por círculos de diversos tamanhos, com diâmetros entre 5,7 e 2,8 arcmin. A luminância variou entre 7 a 15 cd/m² (Regan, Reffin, & Mollon, 1994). Os limites normais para cada eixo são: protan (100), deutan (100) e tritan (150; Regan et al., 1994).

O teste foi aplicado em uma sala escuro, onde a única fonte de luz era proveniente da tela do monitor, monocularmente (olho dominante) com o participante a uma distância de três metros da tela do monitor. O participante tinha o papel de identificar a orientação do estímulo que aparecia na tela o “C” de Landolt, utilizando um controle remoto modelo CT6, a partir do método psicofísico de escolha forçada de quatro alternativas com escada

dupla, podendo iniciar de forma ascendente ou descendente. O participante era orientado ainda a “chutar” a posição que se encontrava a abertura do “C” quando não conseguisse identificar a abertura. Quando o participante acertava o lado da abertura, a cromaticidade do “C” aproximava-se da cromaticidade do fundo e caso a resposta fosse errada ou omitida a cromaticidade do “C” distanciava-se do fundo. O tamanho do passo na escada era dobrado ou dividido por dois após cada resposta incorreta ou correta, respectivamente. O teste finalizava automaticamente após 11 reversões para cada eixo testado, mas o limiar era estimado a partir das seis reversões finais de cada eixo (Regan et al., 1994).

A avaliação final da percepção de cores foi realizada por meio de dois protocolos de teste distintos, de modo complementar. O protocolo mais rápido, trivector, mede limiares de discriminação nos eixos de confusão protan, deutan e tritan de forma independente, já o protocolo elipse, mais longo, gera uma elipse de MacAdam a partir da estimação dos limiares para 8 vetores distintos, que compartilham o mesmo ponto central na área branca ($u'v'=0,197$ e $0,469$) do espaço de cores CIE 1931 (Ventura et al., 2003). Os resultados obtidos no protocolo trivector eram valores de limiar expressos em coordenadas $u'v'$ do espaço CIE 1976. Com relação ao teste das elipses, foi utilizado como indicativo de sensibilidade a medida da área da elipse obtida (Ventura e cols. 2005). Com isso, considera-se que quanto menor a área da elipse, melhor a discriminação de cores naquela região do espaço CIE 1976.

Em linhas gerais, no protocolo trivector, a cada erro do participante é acrescentado 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). Já no protocolo elipse cada erro do participante representa um acréscimo no comprimento do vetor analisado e cada acerto, uma redução, ao final do teste é gerada uma elipse para cada eixo cuja área é formada pelo comprimento dos vetores, áreas maiores representam déficits maiores para o eixo avaliado.

Acromática:

FSC: A avaliação da SC foi realizada por meio do software Metropsis (Cambridge Research Systems) utilizando-se 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 fixada em 34,4 cd/m², sendo utilizados como estímulos, grades senoidais verticais nas frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 9,9 e 15,9 cpg. Estas frequências estão próximas as que já foram utilizadas nos estudos brasileiros (Costa et al., 2012; Lacerda et al., 2011). O método psicofísico utilizado foi o da escolha forçada espacial onde o participante deveria indicar se o estímulo encontrava-se à esquerda ou à direita, utilizando um controle remoto (modelo CB6, Cambridge Research Systems). O teste foi realizado na condição fotópica com visão binocular. O participante manteve-se a uma distância de 150 cm, e foi instruído a pressionar a chave de controle de acordo com o lado em que o estímulo aparecia (esquerdo ou direito), tendo três segundos para responder ao estímulo, tempo em que o próximo estímulo era gerado. As sessões experimentais variaram em duração, de acordo com os erros e acertos do participante, encerrava automaticamente após alcançar oito reversões de respostas para cada frequência testada (Costa et al., 2012).

Procedimento

Inicialmente, foi solicitada autorização do Sindicato do Comércio Varejista de Derivados de Petróleo do Estado da Paraíba (Sindipetro/PB) para que os frentistas pudessem ser recrutados nos respectivos locais de trabalho. O presidente do Sindicato foi informado do objetivo do estudo, após isso, autorizou a consecução da pesquisa e assinou a carta de anuência (Anexo IV). O estudo também contou com a parceria do Laboratório de Educação Física de um Centro de Ensino de João Pessoa-PB, onde foi realizada a medida de bioimpedância elétrica, procedimento que ficou a cargo do educador físico, técnico do laboratório.

Os frentistas foram recrutados diretamente nos postos de trabalho, mediante autorização do gerente de cada posto. Assim, os trabalhadores foram esclarecidos dos objetivos do estudo, do caráter voluntário da participação, confidencialidade e sigilo das informações, sendo convidados a participar, em seguida. Aqueles que atenderam aos critérios de inclusão e aceitaram participar, agendaram dia e horário com a pesquisadora, conforme a disponibilidade dos mesmos. Os participantes da condição controle foram recrutados da população em geral, e também foram agendados dias e horários para realizar os procedimentos.

Todos os grupos foram pareados, além do sexo, por idade e nível de escolaridade, a fim de que estas variáveis não interferissem nos resultados. A triagem e avaliação psicofísica foi realizada no mesmo dia, já a da composição corporal foi realizada em outra oportunidade, não excedendo duas semanas e sempre em horário vespertino. Assim, o procedimento ocorreu basicamente na sequência: triagem, avaliação psicofísica e avaliação da composição corporal.

Análise de dados

O tratamento estatístico dos dados foi realizado pelo *software* Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versão 20. Foram realizados o teste de normalidade dos dados (Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk) e homogeneidade da variância (Levene). Como os dados eram assimétricos e o número de participantes pequeno, optou-se por realizar análises inferenciais não paramétricas. Desta forma, foram realizadas comparações pelo teste Mann Whitney entre os seguintes grupos: mulheres expostas e homens expostos (GEm e GEh); homens expostos e homens não expostos (GEh e GCh), mulheres expostas e mulheres não expostas (GEm e GCm). Ainda foram realizadas análises correlacionais bivariáveis (ρ de Spearman) entre os escores dos testes psicofísicos cromáticos e acromático com as variáveis: idade, escolaridade, tempo de exposição e medidas corporais [(peso, MCM, MG)]. Os gráficos dos resultados dos testes de visão de cores foram

produzidos pelo SPSS, versão 20, enquanto as curvas de SC foram obtidas pelo programa OriginPro, versão 8.5.

Aspectos éticos

O projeto foi submetido à base unificada de registros de pesquisas envolvendo seres humanos (Plataforma Brasil) e aprovado pelo Comitê de Ética do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), sob número de CAAE: 21350113.9.0000.5188 (Anexo V). A participação na pesquisa foi voluntária, sendo efetivada mediante a assinatura de um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE, Anexo VI), por meio do qual os participantes foram informados sobre o protocolo de estudo, esclarecidos a respeito do objetivo do trabalho e assegurados do sigilo e confidencialidade das informações. Assim sendo, esta pesquisa obedeceu aos requisitos da Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde (CNS; Brasil, 2012) que estabelece as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

6.1 Avaliação corporal

Tabela 6.

Medidas corporais dos participantes

	GEh ^a		GEm ^b		GCh ^c		GCm ^d		χ^2	<i>p</i>
	(n = 11)		(n = 11)		(n = 11)		(n = 11)			
	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>		
Peso (Kg)	73,50	77,26 (14,65)	58,60	62,87 (11,88)	81,80	78,16 (19,50)	66,00	67,66 (15,27)	7,67	0,05
MG (Kg)	23,70	20,51 (9,04)	18,30	21,32 (9,03)	18,50	19,97 (12,65)	24,00	26,56 (9,95)	3,71	0,29
MCM (Kg)	48,80	53,60 (8,84)	39,60	39,14 (3,91)	54,20	54,93 (7,92)	36,40	38,63 (5,52)	27,44	0,01*

Nota. ^a GEh = Grupo de Estudo homens expostos; ^b GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; ^c GCh = Grupo Controle homens não expostos;

^d GCm = Grupo Controle mulheres não expostas; MG: massa gorda, MCM: massa corporal magra.

* diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

6.2 Avaliação cromática

6.1.1 Lanthony D15d.

6.1.1.1 GEt e GCt.

O GEt apresentou ICC ($Mdn = 1,18$; $M = 1,31$; $DP = 0,32$) significativamente maior ($U = 128$; $p = 0,01$) ao GCt ($Mdn = 1,09$; $M = 1,10$; $DP = 0,26$). A Figura 8 abaixo apresenta os valores máximo e mínimo dos ICC e a mediana dos grupos.

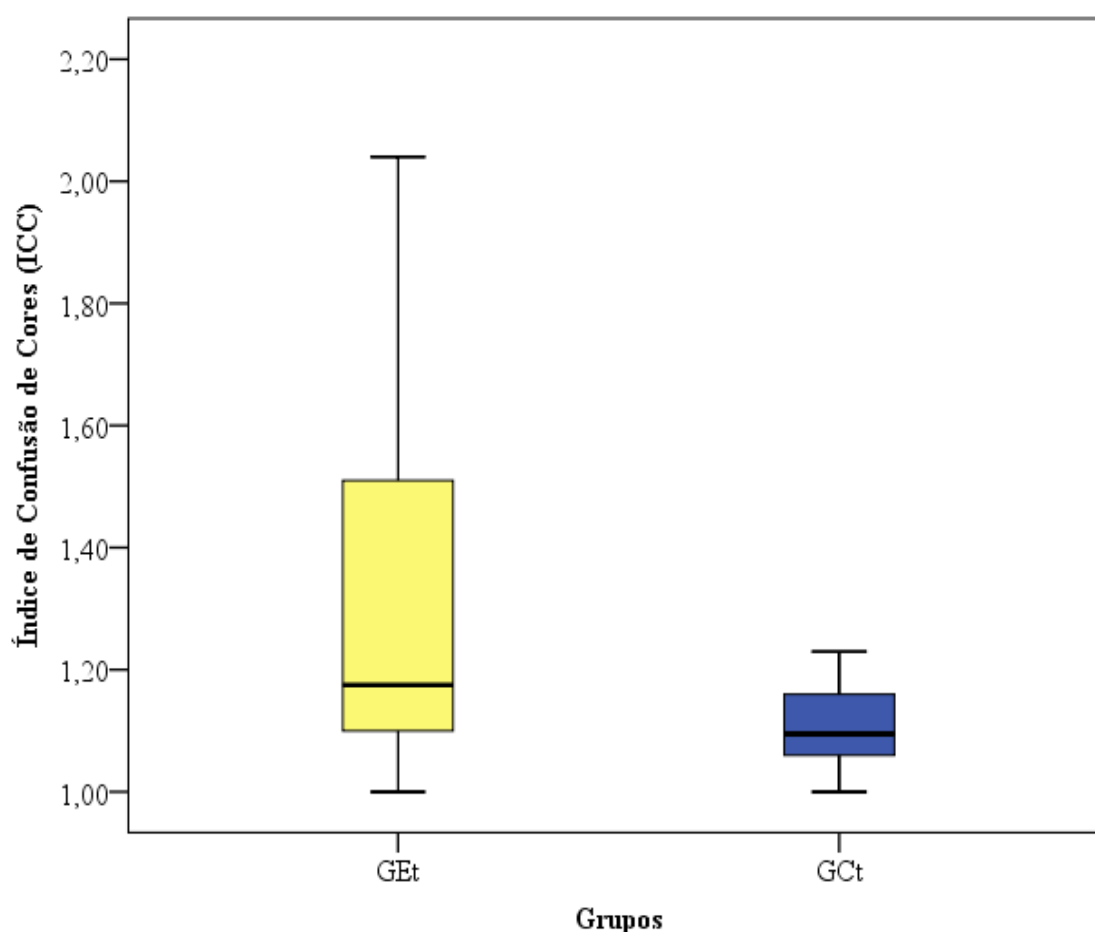


Figura 8. Blox Plot que representa o ICC dos grupos GEt e GCt

A idade dos participantes do GEt mostrou correlação positiva e moderada com o ICC ($\rho = 0,42$; $p = 0,05$), mas não manteve com a escolaridade nem com o tempo de serviço. Entre o GCt não houve correlação com as variáveis independentes idade e escolaridade.

6.1.1.2 Comparação dos resultados do CCT por grupo e sexo (GEh, GEm, GCh, GCm).

Após verificar que entre GEt e GCt houve diferenças significativas no ICC, foram comparados os valores do ICC entre os grupos GEh, GEm, GCh, GCm. Tal como era esperado, os GEh e GEm tiveram índices mais elevados, como pode ser observado na Figura 9 a seguir.

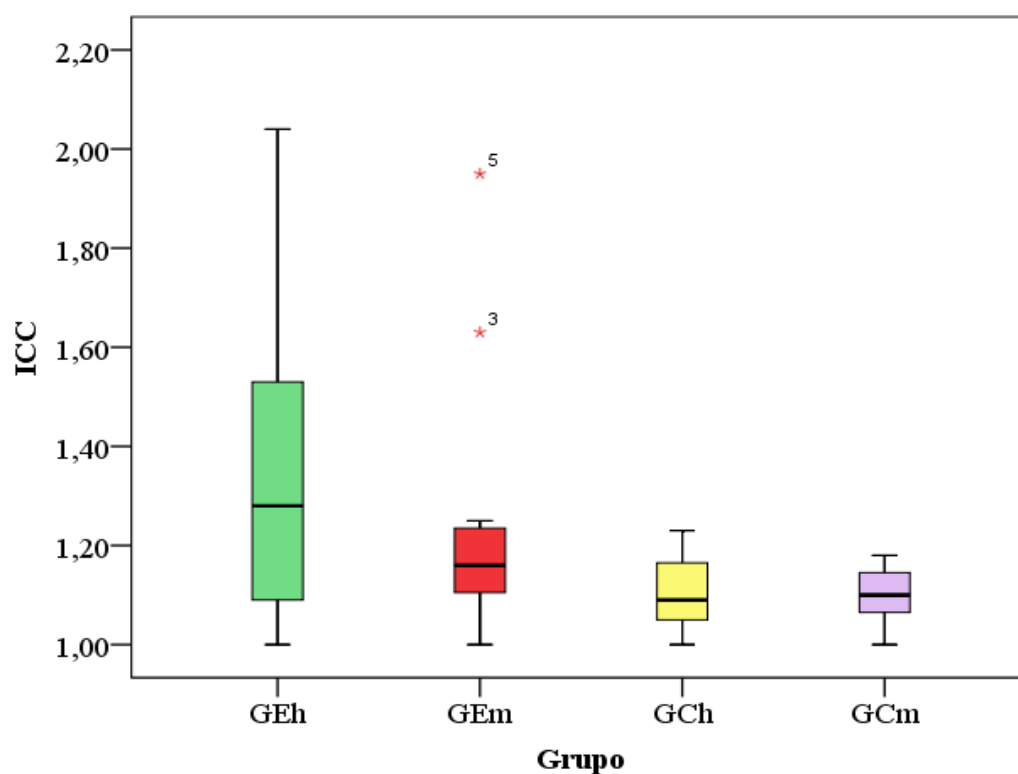


Figura 9. Blox Plot que representa o ICC dos grupos GEh, GEm, GCh e GCm

As medianas, médias e desvios padrão dos ICC dos grupos estão sumarizados na Tabela 7, a seguir.

Tabela 7.

Medianas, médias e desvios padrão dos ICC dos grupos

ICC	GEh		GEm		GCh		GCm	
	Mdn	M (DP)	Mdn	M (DP)	Mdn	M (DP)	Mdn	M (DP)
	1,28	1,36 (0,35)	1,16	1,25 (0,28)	1,09	1,09 (0,08)	1,10	1,09 (0,06)

Nota: GEh = Grupo de Estudo homens expostos; GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; GCh = Grupo Controle homens não expostos; GCm = Grupo Controle mulheres não expostas; Mdn = mediana; M = média; DP = desvio padrão.

Prosseguiu-se com a análise estatística que mostrou diferença significativa somente entre o GEh em comparação com o GCh, conforme descrito na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8.

Comparação das medianas do ICC entre grupos

ICC	U	p^*
GEh e GCh	30,0	0,04*
GEm e GCm	33,0	0,07
GEh e GEm	51,0	0,53

Nota. ICC: índice de confusão de cores; GEh = Grupo de Estudo homens expostos; GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; GCh = Grupo Controle homens não expostos; GCm = Grupo Controle mulheres não expostas; * diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

6.1.2 Cambridge Colour Test (CCT)

6.1.2.1 GEt e GCt.

O CCT subdivide-se em dois protocolos, a saber: Trivector e Elipse. A seguir são apresentados os resultados dos grupos nos dois protocolos.

Tabela 9.

Medianas, médias e desvios padrão do GE e GC nos protocolos Trivector e Elipse do CCT

CCT	GEt		GCt	
	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>
Trivector				
Protan	50,00	54,36 (16,42)	40,00	42,59 (13,72)
Deutan	53,00	55,77 (16,89)	46,50	48,59 (17,23)
Tritan	83,00	88,05 (24,52)	62,50	74,86 (29,27)
Elipse				
A1	502,35	590,80 (249,87)	421,70	483,06 (204,43)
A2	1139,20	1468,91 (1047,93)	816,00	957,27 (533,11)
A3	981,15	8086,82 (22787,81)	657,30	781,75 (528,68)

Nota. GEh = Grupo de Estudo homens expostos; GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; GCh = Grupo Controle homens não expostos; GCm = Grupo Controle mulheres não expostas; *Mdn* = mediana; *M* = média; *DP* = desvio padrão; A1 = área protan; A2 = área deutan; A3 = área tritan

Foram comparadas as medianas dos grupos no protocolo Trivector, verificando-se os seguintes resultados:

Tabela 10.

Comparação dos comprimentos dos vetores (Protocolo Trivector) e a área das elipses (Protocolo Elipse) entre os grupos GEt e GCt

Grupos	Trivector						Elipse					
	Protan		Deutan		Tritan		A1		A2		A3	
	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p
GEt e GCt	133,50	0,01*	182,50	0,16	165,00	0,07	176,00	0,12	165,00	0,07	158,00	0,04*

Nota. GEt = Grupo de Estudo total; GCt = Grupo Controle total; A1 (Área protan); A2 (Área deutan); A3 (Área tritan);

* diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Tal como pode ser observado na tabela acima o GEt apresentou comprimento do vetor no eixo protan ($Mdn = 50,00$; $M = 54,00$; $DP = 16,42$) significativamente maior ($U = 133,50$; $p = 0,01$) que o grupo controle (GC; $Mdn = 40,00$; $M = 42,59$; $DP = 16,42$). Com relação ao protocolo Elipse, o GEt obteve área da elipse A3 ($Mdn = 981,15$; $M = 8086,81$; $DP = 22787,81$) significativamente maior ($U = 158,00$; $p = 0,04$) em relação ao GCt ($Mdn = 657,30$; $M = 781,75$; $DP = 528,68$).

As correlações bivariadas indicaram que a idade do GCt manteve correlação com o comprimento do eixo deutan do protocolo trivector ($\rho = 0,43$; $p = 0,04$) e a escolaridade com a área A2 do protocolo elipse ($\rho = 0,43$; $p = 0,04$). Já os valores dos comprimentos e áreas dos eixos do GEt não apresentaram correlações com idade, escolaridade e tempo de serviço.

Com relação à elipticidade, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os grupos, conforme pode ser observado na Tabela 11, a seguir.

Tabela 11.

Comparação entre as elipticidades dos grupos GEt e GCt

Elipticidade	Grupo*	Mediana	U	<i>p</i>
Eixo 1	GEt	1,52	191,00	0,32
	GCt	1,66		
Eixo 2	GEt	2,02	216,00	0,54
	GCt	2,35		
Eixo 3	GEt	2,34	235,00	0,87
	GCt	2,41		

Nota. **n* = 11; GEh = Grupo de Estudo (homens); GEm = Grupo de Estudo (mulheres)

6.1.1.2 Comparação dos resultados do CCT por grupo e sexo (GEh, GEm, GCh, GCm).

Quando os dados foram analisados por grupo e sexo encontraram-se os seguintes resultados nos protocolos Trivector e Elipse:

Tabela 12.

Medianas, médias e desvios padrão dos grupos nos protocolos Trivector e Elipse do CCT

CCT	GEh		GEm		GCh		GCm	
	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>
Trivector								
Protan	48,00	49,91 (11,61)	52,00	58,82 (19,69)	42,00	46,00 (13,66)	33,00	39,18 (13,53)
Deutan	57,00	55,64 (16,89)	52,00	53,91 (14,93)	50,00	49,73 (15,09)	45,00	47,45 (19,81)
Tritan	96,00	93,27 (24,52)	81,00	82,82 (24,49)	86,00	87,18 (35,40)	59,00	62,55 (14,56)
Elipse								
A1	501,90	611,85 (299,47)	502,80	569,75 (201,14)	510,70	527,87 (183,53)	408,40	438,24 (222,84)
A2	1369,00	1536,55 (1304,87)	946,50	1401,27 (770,32)	944,80	1170,79 (517,64)	614,00	743,75 (478,10)
A3	867,90	1089,69 (915,43)	1384,30	15083,94 (31336,04)	730,10	842,45 (300,29)	538,50	721,06 (699,05)

Nota. GEh = Grupo de Estudo homens expostos; GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; GCh = Grupo Controle homens não expostos; GCm = Grupo Controle mulheres não expostas; *Mdn* = mediana; *M* = média; *DP* = desvio padrão.

A1 = área protan; A2 = área deutan; A3 = área tritan

Os GEh e GEm apresentaram valores elevados de comprimento e área na maioria dos eixos, à exceção das mulheres expostas que obtiveram comprimento do vetor do eixo tritan menor que os homens do grupo controle, como pode ser observado na quarta coluna e quarta linha da Tabela 12 acima.

Os valores obtidos pelos grupos foram comparados e os resultados são apresentados na Tabela 13 a seguir.

Tabela 13.

Comparação dos comprimentos dos vetores (Protocolo Trivector) e a área das elipses (Protocolo Elipse) entre os grupos

Grupos	Trivector						Elipse					
	Protan		Deutan		Tritan		A1		A2		A3	
	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p
GEh e GCh	46,50	0,36	46,00	0,34	55,00	0,72	51,00	0,53	58,00	0,87	57	0,82
GEm e GCm	22,00	0,01*	39,00	0,16	27,50	0,03*	35,00	0,09	19,00	0,01*	23	0,01*
GEh e GEm	42,50	0,32	56,50	0,79	42,00	0,22	59,00	0,92	53,00	0,62	38	0,14

Nota: GEh = Grupo de Estudo homens expostos; GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; GCh = Grupo Controle homens não expostos; GCm = Grupo Controle mulheres não expostas;

A1 (Área protan); A2 (Área deutan); A3 (Área tritan);

* diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

Tal como pode ser observado, GEm e GEh não diferiram significativamente com relação à discriminação das cores. Mas ao comparar os valores de mulheres expostas e mulheres do grupo controle foram notadas diferenças nos comprimentos protan e tritan (linha 5, colunas 3 e 7) do protocolo Trivector e nas áreas A2 e A3 do protocolo Elipse (linha 5, colunas 10 e 12).

Com relação a elipticidade, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre o GEm e o GEh grupos, tal como pode ser observado na Tabela 14, a seguir:

Tabela 14.

Comparação entre as elipticidades dos grupos GEh e GEm

Elipticidade	Grupo*	Mediana	U	<i>p</i>
Eixo 1	GEh	1,71	36,50	0,12
	GEm	1,36		
Eixo 2	GEh	1,98	50,00	0,49
	GEm	2,23		
Eixo 3	GEh	2,17	49,50	0,47
	GEm	2,38		

Nota. *n = 11; GEh = Grupo de Estudo (homens); GEm = Grupo de Estudo (mulheres)

6.1.1.3 Correlações com as variáveis sociodemográficas

Verificou-se correlação forte e negativa entre o valor do diâmetro do círculo equivalente a área da elipse A3 e a idade de GEm ($\rho = -0,64$; $p = 0,03$), mas os valores nos testes tanto do GEh quanto do GCh não mostraram correlações com as variáveis sociodemográficas. Já no grupo GCm foi encontrada correlação forte e positiva entre o comprimento do eixo Protan e idade: $\rho = 0,69$; $p = 0,01$, entre o comprimento do eixo Deutan e idade: $\rho = 0,72$; $p = 0,01$ e correlação forte e negativa entre o valor do diâmetro do círculo equivalente a área da elipse A2 e a escolaridade ($\rho = -0,67$; $p = 0,02$).

6.2 Avaliação acromática

6.2.1 FSC.

6.2.1.1 GEt e GCt

Os resultados dos valores da mediana, média e desvios padrão da SC dos grupos GEt e GCt são apresentados na tabela a seguir.

Tabela 15.

Medianas, médias e desvios padrão da SC dos grupos GEt e GCt

Frequências (cpg)	GEt		GCt	
	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>
0,2	0,99	71,76 (149,23)	124,61	124,93 (127,39)
0,5	141,23	126,17 (79,45)	192,56	211,33 (76,28)
1,0	211,43	238,02 (129,03)	227,26	236,69 (66,13)
2,0	392,92	383,21 (146,12)	380,23	398,58 (148,84)
5,0	260,88	285,87 (152,93)	370,45	400,59 (156,18)
10,0	128,40	123,85 (138,40)	155,32	201,88 (154,35)
16,0	0,33	0,46 (0,35)	0,50	0,55 (0,33)

Nota. GEt = Grupo de Estudo total; GCt = Grupo Controle total; *Mdn* = mediana; *M* = média; *DP* = desvio padrão.

O GEt apresentou SC menor em todas as frequências espaciais, com diferença estatisticamente significativa para as frequências: 0,2 ($U = 116,50$; $p = 0,003$); 0,5 ($U = 117,00$; $p = 0,003$); 5,0 ($U = 149,50$; $p = 0,03$) e 10 cpg ($U = 150,00$; $p = 0,03$) comparado ao GCt. Estes resultados indicam que o GEt necessitou de mais contraste para perceber diferentes faixas de frequências espaciais.

A Figura 10 mostra as curvas de SC visual obtidas por meio da média geral dos valores de SC de cada grupo (GEt e GCt). As barras verticais indicam os erros padrões das médias. A SC visual média é apresentada em função das frequências espaciais.

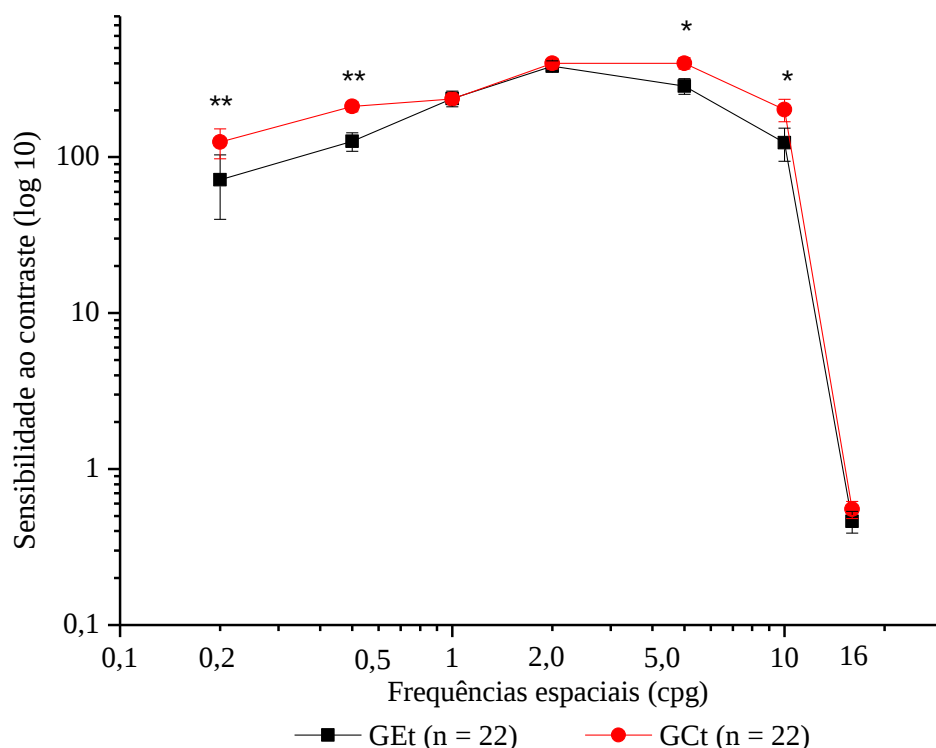


Figura 10. Curvas de SC do GEt e GCt nas frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 e 16 cpg (ciclos por grau de ângulo visual). O asterisco representa uma diferença estatisticamente significativa $**p < 0,01$; $*p < 0,05$.

Os resultados mostram que a SC visual máxima ocorreu nas frequências espaciais de 2,0 e 5,0 cpg para ambos os grupos (Figura 10).

6.2.1.2 Comparação da SC por grupo e sexo (GEh, GEm, GCh, GCm).

Após comparar a SC do GEt e GCt, avaliou-se de forma separada os valores de contraste requeridos por homens e mulheres de ambos os grupos para a detecção dos estímulos. Os resultados para cada frequência espacial vertical encontram-se sumarizados na Tabela 16 a seguir:

Tabela 16.

Medianas, médias e desvios padrão da SC dos grupos GEh, GEm, GCh e GCm

Frequências (cpg)	GEh		GEm		GCh		GCm	
	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>	<i>Mdn</i>	<i>M (DP)</i>
0,2	1,00	123,19 (197,73)	0,99	20,3253 (43,00)	125,62	165,64 (153,21)	118,48	84,21 (67,89)
0,5	110,50	90,07 (73,82)	171,53	162,22 (70,32)	171,23	197,21 (70,18)	218,82	225,45 (79,77)
1,0	185,53	202,07 (111,67)	233,65	273,97 (140,18)	235,84	252,94 (57,46)	216,45	220,34 (70,47)
2,0	309,60	367,4190 (112,14)	416,67	399,01 (178,08)	421,94	447,15 (127,44)	333,33	350,02 (153,21)
5,0	266,67	298,0135 (113,00)	227,79	273,74 (189,80)	324,68	348,58 (113,76)	395,26	452,60 (176,18)
10,0	119,62	98,70 (65,46)	144,09	148,99 (185,87)	142,65	204,86 (172,69)	179,21	198,90 (131,18)
16,0	0,33	0,50 (0,33)	0,33	0,43 (0,38)	0,50	0,65 (0,34)	0,33	0,4564 (0,29)

Nota. GEh = Grupo de Estudo homens expostos; GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; GCh = Grupo Controle homens não expostos; GCm = Grupo Controle mulheres não expostas; *Mdn* = mediana; *M* = média; *DP* = desvio padrão.

A análise estatística mostrou diferença significativa entre os grupos nas frequências: 0,2 ($\chi^2 = 12,32$; $p = 0,006$) e 0,5 cpg ($\chi^2 = 13,79$; $p = 0,003$). A Figura 11 a seguir mostra as curvas de SC visual obtidas por meio da média geral dos valores de SC dos grupos: GEh, GEm, GCh e GCm. As barras verticais indicam os erros padrões das médias. A sensibilidade ao contraste visual média é apresentada em função das frequências espaciais.

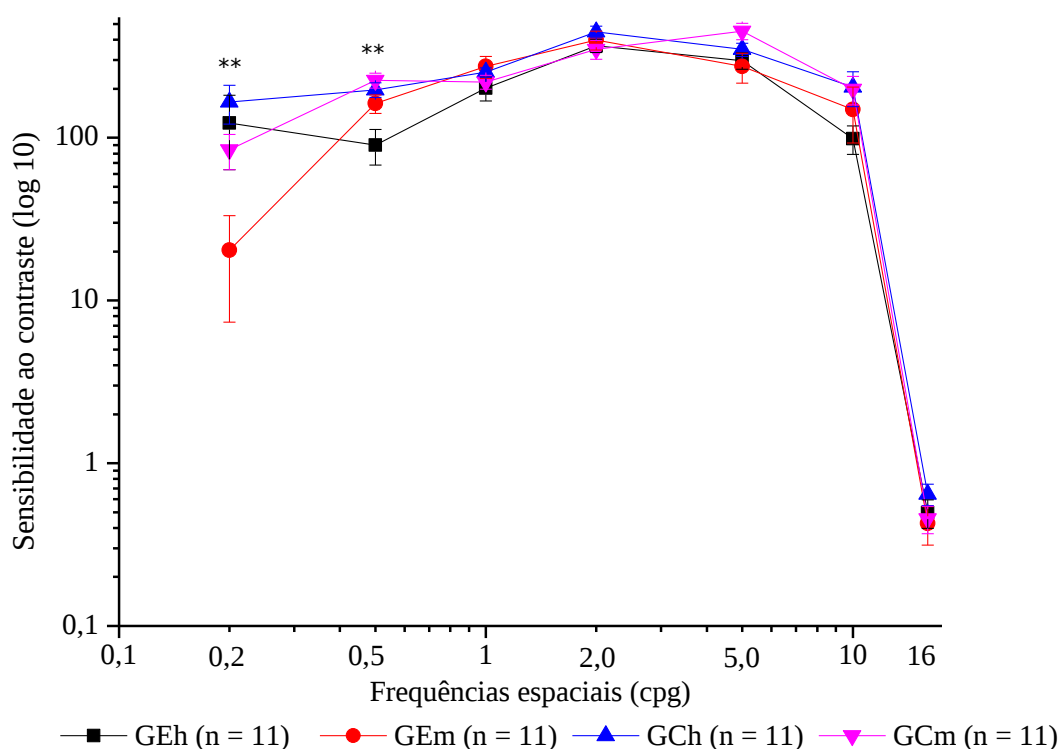


Figura 11. Curvas de SC dos grupos de estudo: homens expostos (GEh) e mulheres expostas (GEm) e grupos controle: homens (GCh) e mulheres (GCm) nas frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 e 16 cpg (ciclos por grau de ângulo visual). O asterisco representa uma diferença estatisticamente significativa $**p < 0,01$.

A Tabela 17 apresenta os resultados das análises de comparação da SC entre os grupos.

Tabela 17.

Comparações dos valores de SC entre os grupos

Grupos	0,2		0,5		1,0		2,0		5,0		10,0		16,0	
	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p	U	p
GEh e GCh	33,00	0,07	17	0,003*	34,00	0,08	33,50	0,08	43,50	0,26	38,00	0,14	42,00	0,22
GEm e GCm	27,00	0,03*	36,00	0,10	49,00	0,45	44,00	0,28	33,00	0,07	41,00	0,20	50,00	0,49
GEm e GEh	49,00	0,44	26,0	0,02*	35,00	0,09	46,00	0,34	56,00	0,76	54,00	0,67	45,00	0,31

Nota: GEh = Grupo de Estudo homens expostos; GEm = Grupo de Estudo mulheres expostas; GCh = Grupo Controle homens não expostos; GCm = Grupo Controle mulheres não expostas;

* diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$).

As diferenças na SC concentraram-se nas frequências baixas quando os grupos foram comparados por sexo. O GEh apresentou SC menor que o GCh na frequência 0,5 cpg (linha 3, coluna 5). O GEm em comparação ao GCm apresentou SC menor na frequência 0,2 cpg (linha 4, coluna 3). Já entre homens e mulheres expostos a diferença manteve-se na frequência 0,5 cpg, com uma SC maior das mulheres (linha 5, coluna 5).

Outro objetivo deste estudo foi comparar a SC entre GEh e GEm (homens e mulheres expostos), a Figura 12, a seguir, mostra as curvas de SC visual obtidas por meio da média geral dos valores de SC dos referidos grupos. É possível verificar que, em geral, o GEm apresentou SC mais elevada em quase todas as frequências, com uma diferença estatística significativamente maior que os homens expostos na frequência 0,5 cpg.

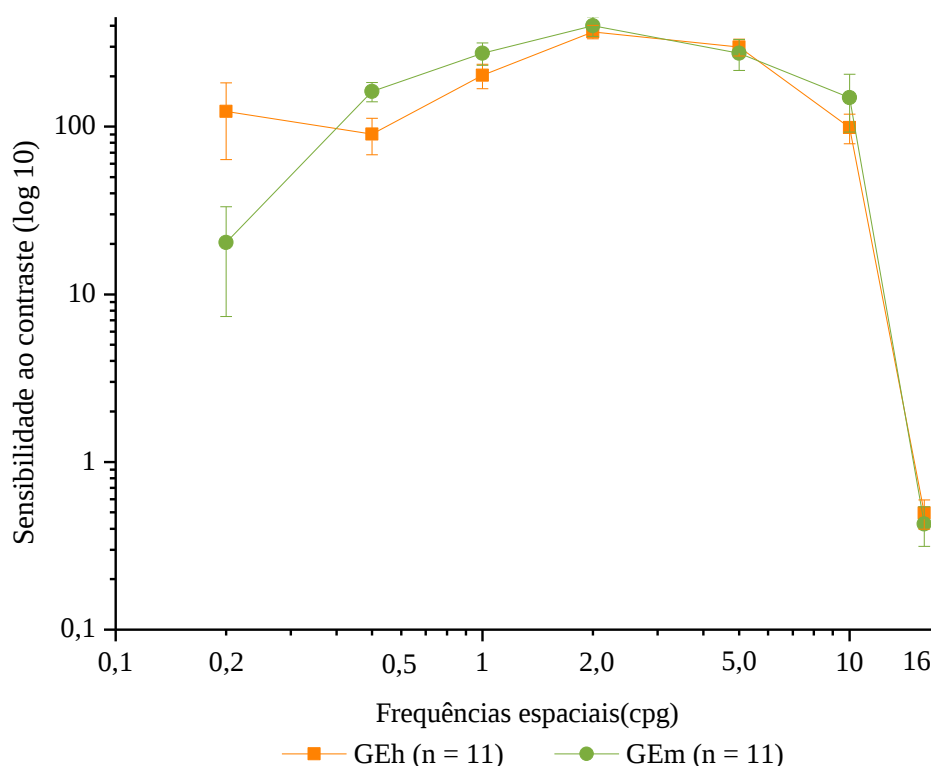


Figura 12. Curvas de SC dos grupos de estudo: GEh e GEm nas frequências espaciais de 0,2; 0,5; 1,0; 2,0; 5,0; 10 e 16 cpg (ciclos por grau de ângulo visual).

6.2.1.3 Coeficientes de correlação de Spearman entre SC e idade, escolaridade e tempo de serviço dos grupos expostos.

Entre o GEm, o coeficiente de correlação de Spearman evidenciou correlação significativa entre a idade e as frequências 0,5 ($\rho = 0,64$; $p = 0,03$) e 1,0 cpg ($\rho = -0,76$; $p = 0,01$), mostrando que 41 % da variância dos valores de SC para a frequência 0,5 e 58 % da variância dos valores de SC para a frequência 1,0 pode ser explicada pela variância na idade.

Entre o GCh ocorreu correlação moderada e significativa entre a frequência 0,2 cpg e a idade ($\rho = 0,68$; $p = 0,02$), que explicou 46 % da variância nos valores de SC, e entre a frequência 0,5 e a escolaridade ($\rho = -0,70$; $p = 0,01$), demonstrando que 49 % da variância nos valores da SC foi explicada variância na escolaridade, o que sugere que anos de escolaridade a mais não estão relacionados a uma SC maior para a frequência baixa de 0,5 cpg.

Não houve correlação entre os valores de SC, escolaridade e tempo de serviço.

6.2.1.4 Coeficientes de correlação de Spearman entre valores de SC com idade e escolaridade dos grupos não expostos.

Entre o GCh foi encontrada correlação positiva e moderada entre a frequência 0,2 cpg e a idade ($\rho = 0,68$; $p = 0,02$), mostrando que 46 % da variância nos valores da SC para a frequência 0,2 cpg foi explicada pela idade. Ainda foi encontrada correlação negativa e forte entre a frequência 0,5 cpg e a escolaridade ($\rho = -0,70$; $p = 0,01$), mostrando que 49 % da variância nos valores da SC na frequência 0,5 cpg é explicada pela variância na escolaridade, sendo interessante notar mais uma vez que anos de escolaridade a mais não estão relacionados a SC maior para a frequência baixa de 0,5 cpg.

Com relação ao GCm, houve correlação entre os valores dos comprimentos dos eixos protan ($\rho = 0,69$; $p = 0,01$) e deutan com a idade ($\rho = 0,72$; $p = 0,01$), entre os valores da área da elipse A2 com a escolaridade ($\rho = -0,67$; $p = 0,02$) e da frequência 1,0 cpg com a idade ($\rho = -0,76$; $p = 0,01$).

6.3 Coeficientes de correlação de Spearman entre os testes psicofísicos e medidas de composição corporal.

Conforme mencionado na subseção de análise dos dados foram realizadas análises correlacionais entre os valores referentes aos testes psicofísicos e as variáveis correspondentes as medidas corporais (peso, massa corporal magra (MCM), massa de gordura).

6.3.1 GEh: Homens Expostos

Os valores dos diâmetros dos círculos equivalentes as áreas das elipses A1 e A2 mantiveram correlação com a MCM: $\rho = -0,68$; $p = 0,02$ e $\rho = -0,83$; $p = 0,01$, respectivamente. Estes dados indicam que quanto menos MCM maior tendência de erro no eixo de oponência de cor vermelho-verde. Os demais testes não obtiveram correlações significativas com as medidas de composição corporal dos homens expostos.

6.3.2 GEm: Mulheres Expostas

O valor do diâmetro do círculo equivalente a área A2 apresentou correlação negativa com a massa de gordura: $\rho = -0,67$; $p = 0,02$, ou seja quanto mais gordura menor tendência de erro no eixo de oponência de cor vermelho-verde. Observou-se ainda que o valor do diâmetro do círculo equivalente a área A3 obteve correlação positiva com a MCM: $\rho = 0,61$; $p = 0,04$, isto é quanto maior a quantidade de MCM, maior tendência de erro no eixo de oponência de cor.

6.3.3 GCh e GCm: Grupos Controle

Entre o GCm, o valor da mediana da SC na frequência 5,0 cpg correlacionou-se positivamente com o peso ($\rho = 0,67$; $p = 0,02$) e com a massa de gordura ($\rho = 0,65$; $p = 0,03$). O valor da SC para a frequência de 16 cpg obteve correlação negativa com o peso: $\rho = -0,62$; $p = 0,04$. Estes resultados demonstraram que os valores de SC para frequências mais altas correlacionaram-se com peso e massa de gordura independentemente de exposição. Entretanto, os valores obtidos pelo GCh nos testes psicofísicos não se correlacionaram com nenhuma das medidas de composição corporal.

O objetivo principal deste estudo foi comparar a visão de cores e a SC de mulheres e homens expostos de forma crônica ocupacional a misturas de solventes orgânicos e indivíduos sem histórico de exposição. Os efeitos dos solventes orgânicos podem se modificar devido a fatores como variações na composição corporal (Morrow & Scott, 2002; Sato et al., 1991; Vahter et al., 2007; Weiss, 2011), assim, outro objetivo deste estudo foi verificar se medidas corporais como peso, massa de gordura e MCM estariam correlacionadas as alterações nas respostas psicofísicas.

Primeiramente, comparou-se as respostas psicofísicas do grupo de estudo e do grupo controle, ao constatar diferenças nas respostas entre estes grupos, dividiu-se os grupos por sexo e comparou-se as respostas considerando o efeito da interação entre exposição e sexo. Por fim, os resultados nos testes foram correlacionados com as variáveis sociodemográficas e as medidas de composição corporal. Cabe ressaltar que a proposta deste estudo foi classificar as alterações encontradas e não a normalidade das respostas emitidas pelos participantes.

7.1 Visão Cromática: Grupo de Estudo e Grupo Controle

O GEt demonstrou ICC maior em comparação ao GCt. Este resultado está em consonância com estudos anteriores que utilizaram o Lanthony D15d (Costa et al., 2012; Gong et al., 2003; Kaur, Azreena, Leong, & Narayanasamy, 2014; Kim et al., 2011, Lacerda et al., 2012). Para identificar a direção destas alterações foi utilizado um teste mais específico, o CCT que é dividido em dois protocolos: Trivector e Elipse. No protocolo Trivector, o grupo de estudo obteve limiares de discriminação de cor elevados nos três eixos de confusão de cor (protan, deutan e tritan), com diferença significativa para o eixo protan. No protocolo Elipse, por sua vez, foi encontrada diferença significativa para o diâmetro do círculo correspondente a área da elipse do eixo tritan, assim como tem sido reportado na literatura (Lacerda et al., 2012; Lee et al., 2013; Muttray et al., 1997). O estudo de Costa et al. (2012), por sua vez, encontraram diferenças significativas entre os grupos nos três eixos de oponência.

Os dados obtidos no presente estudo apoiam a ideia de que os déficits na visão de cores podem iniciar com uma capacidade menor para discriminar o azul-amarelo (Muttray et al., 1997), mas também podem se estender a percepção do verde-vermelho (Jaanus et al., 1995; Porkony et al., 1979). Estas alterações indicam a possibilidade de danos nas vias parvocelular e koniocelular. Isto porque a propriedade lipofílica (Morrow & Scott, 2002) dos solventes orgânicos lhes confere a capacidade de atingir o SNC e consequentemente o SV.

É importante observar que o tempo de serviço não influenciou os resultados nos testes de cores, consoante ao estudo de Lacerda et al. (2012) mesmo com uma amostra maior de participantes. Mas diferiu do estudo de Costa et al. (2012) no qual verificaram correlação positiva e significativa entre o tempo de trabalho e os índices do Lanthony D15d e os limiares no eixo deutan.

Considera-se que a divergência entre estes resultados pode ser atribuída, por exemplo, a diferenças no tempo de exposição entre os participantes dos estudos ou a susceptibilidade individual para os efeitos dos solventes, segundo Söderkvist, Ahamadi e Akerback (1996) há genes que codificam enzimas responsáveis pelo metabolismo dos solventes orgânicos e que o polimorfismo modifica absorção e o risco de efeitos neurotóxicos entre os indivíduos, assim a concentração dos solventes no organismo não seria determinada pelo tempo de exposição, o que explicaria a fraca relação entre esta variável e a percepção de cores.

Também não foram encontradas correlações significativas entre a idade e a escolaridade do GEt, mas entre o GCt estas variáveis correlacionaram-se positivamente com os valores do comprimento e área da elipse correspondente ao eixo deutan. Estes dados indicam que independentemente da exposição aos solventes, a idade e a escolaridade podem influenciar a visão de cores. Assim, quanto mais elevada a idade, maior seria o erro na discriminação das cores (vermelho-verde) e que as dificuldades na discriminação de cores se mantêm mesmo com mais anos de escolaridade.

7.2 Visão Acromática: Grupo de estudo e Grupo Controle

Os resultados indicaram que o grupo de frentistas apresentou SC menor nas frequências: baixas (0,2; 0,5 cpg), intermediária (5,0 cpg) e alta (10 cpg), sendo confirmada a hipótese inicial do estudo de que os frentistas teriam SC reduzida em relação ao controle. Estes resultados vão ao encontro da pesquisa de Costa et al. (2012), utilizando as mesmas frequências, os pesquisadores encontraram diferenças em todas as frequências, exceto na frequência 0,5 cpg, enquanto nesta dissertação as exceções foram as frequências 1,0; 2,0 e 16 cpg. Vale ressaltar que os dois estudos diferiram quanto ao número amostral e tempo de exposição dos trabalhadores. Em conjunto estes resultados sugerem que a exposição crônica pode acarretar alterações em diferentes faixas de frequências espaciais. Segundo Gong et al. (2003) perdas em diferentes frequências espaciais podem detectar problemas potenciais causados pela opacidade do cristalino, glaucoma, ou alterações em vias ópticas.

Apesar de o presente estudo não ter subdividido a amostra em intervalos de idade, as alterações na SC encontradas em indivíduos na faixa etária de 18 a 41 convergem com os resultados obtidos por Lacerda et al. (2012) nas faixas etárias similares aos deste estudo, pois na faixa etária de 16 a 30 anos encontraram diferenças em frequências baixas e altas (0,8; 20 e 30 cpg) e na faixa etária dos 31 a 45 anos somente nas frequências altas (20 e 30 cpg). Entretanto, não é possível comparar os resultados diretamente já que foram utilizadas frequências distintas e o tempo de exposição médio dos trabalhadores diferiu nos dois estudos.

Contudo, estes resultados divergiram do estudo de Gong et al. (2003) que encontraram diferenças somente nas frequências mais altas (6 e 12 cpg), o que, por sua vez, sugere que a mistura de solventes orgânicos pode induzir danos seletivos nas frequências espaciais. Perda nas frequências média e alta pode ser atribuída a mudanças nas vias neuro-ópticas (Gong et al., 2003).

Em síntese, o GEt mostrou tendências a perdas de SC ao longo de diferentes faixas frequências espaciais aqui testadas. Sendo assim, considera-se que a exposição crônica a mistura de solventes orgânicos pode ocasionar dificuldades na percepção do formato geral do objeto (frequências baixas), identificação do formato que se assemelha ao objeto final (frequências baixas), ou a percepção de detalhes finos (frequências altas; Santos & Simas, 2001b), mesmo com a acuidade visual preservada, conforme reportado em estudos anteriores (Lacerda et al., 2012).

Tendo verificado que GEt e GCt apresentaram diferenças em relação a percepção visual de cores e em diferentes faixas de frequências espaciais, buscou-se verificar se o mesmo ocorreria entre mulheres e homens expostos. Estes tinham tempo de exposição e idade aproximados, além de contato com misturas de solventes orgânicos similares, todos tendo trabalhado em expediente matutino ou vespertino.

7.3 Visão Cromática: Mulheres e Homens Expostos

O grupo de estudo foi subdividido a fim de verificar se homens e mulheres diferiam nos padrões de resposta. Sendo assim, foram formados quatro grupos, cada um composto por 11 participantes. A hipótese levantada baseou-se no pressuposto de que variações fisiológicas influenciariam o mecanismo de ação dos solventes orgânicos no SNC (Morrow & Scott, 2002; Klaasen, 2008; Sato et al., 1991).

Os resultados obtidos no presente estudo demonstraram que não houve diferenças no ICC (Lanthony D15d) entre mulheres e homens expostos, nem entre o grupo de mulheres expostas e o grupo de mulheres controle. Porém, o GEh apresentou ICC significativamente maior em comparação ao GCh, tal como reportado por outros estudos com amostras compostas apenas por homens (Lee et al., 2007; Zavalic et al., 1998).

Com relação ao CCT, os resultados de homens e mulheres também não diferiram em nenhum dos eixos em ambos os protocolos, diferentemente dos resultados obtidos nos estudos

de Ernstgård et al. (2002) e Iregren et al. (2002) nos quais as mulheres conseguiram resultados significativamente melhores que os homens nos testes de visão de cores. Contudo, não é possível fazer uma comparação direta com estes estudos devido a diferenças metodológicas e na constituição da amostra, Ernstgård et al. (2002) realizaram um experimento no qual simularam um ambiente de exposição onde os participantes ficavam expostos a três tipos de substâncias químicas em dias diferentes por duas horas, tempo este que não condiz com o período de exposição a que as frentistas da presente pesquisa estiveram expostas: média de quatro anos e meio. Já Iregren et al. (2002) compararam a visão de homens e mulheres sem histórico de exposição prévio a vapores de solventes orgânicos.

Por outro lado, a visão de cores do grupo de mulheres expostas diferiu significativamente em relação ao grupo de mulheres não expostas no comprimento dos eixos protan e tritan do protocolo Trivector e nos diâmetros dos círculos equivalentes as áreas das elipses dos eixos de confusão deutan (A2) e tritan (A3) do protocolo Elipse. Estes resultados são consistentes com os resultados encontrados por Byun, Lee, Kim, Ko e Lee (2001) em que o grupo de mulheres expostas a solventes orgânicos apresentaram alterações na visão de cores quando comparadas a um GC composto por mulheres sem histórico de exposição. Além disso, estes dados reforçam as evidências de que o eixo tritan é frequentemente o mais atingido em situação de exposição crônica ocupacional aos solventes orgânicos (Cavalleri, Gobba, Nicali, & Fiocchi, 2000; Semple et al., 2000).

Em suma, os resultados encontrados no presente estudo sugerem que a visão de cores de mulheres e homens (expostos a mistura de solventes orgânicos), que apresentam características de composição corporal e níveis de exposição semelhantes, não apresenta diferenças. Mas indicam que independentemente do sexo, frentistas expostos de forma crônica ocupacional a mistura de solventes orgânicos podem sofrer alterações na visão de cores, sendo que o teste CCT demonstrou-se o mais sensível para detectar alterações nas

mulheres expostas, enquanto o Lanthony D15d demonstrou sensibilidade maior para detectar alterações em homens expostos a mistura de solventes.

7.4 Visão Acromática: Mulheres e Homens Expostos

Quando comparada a SC de mulheres e homens expostos foi encontrada diferença significativa na frequência de 0,5 cpg, com uma maior sensibilidade por parte das mulheres. Entretanto, em outras frequências (0,2; 5, e 16 cpg) as mulheres tiveram sensibilidade menor que os homens. Na população geral não existem fortes evidências que sustentem diferenças na SC entre os sexos (Solberg & Brown, 2002), mas não foram encontrados estudos que comparassem a SC de homens e mulheres expostos a diferentes tipos de solventes orgânicos ou a mistura deles.

Os homens expostos apresentaram SC menor que o grupo de homens não expostos nas frequências de 0,2 e 0,5 cpg, enquanto as mulheres expostas mostraram SC menor que as mulheres não expostas apenas na frequência de 0,2 cpg. Estes dados convergem com os achados de Böckelmann et al. (2005) que encontraram SC significativamente menor para o grupo de homens expostos e de mulheres expostas em relação ao respectivo controle, no entanto estes pesquisadores utilizaram frequências distintas das do presente estudo e testaram monocularmente cada olho. Além disso, os pesquisadores não compararam os resultados de homens e mulheres expostos, não sendo possível inferir diferenças na SC entre os sexos.

Com base nos estudos prévios, bem como nos resultados obtidos na presente pesquisa, sugere-se que a exposição crônica pode provocar alterações nas vias visuais relacionadas a percepção de luminância. Mas, ao contrário da visão de cores em que não foi identificada diferença entre homens e mulheres, a SC pode ser atingida de forma diferente, sendo menor para as mulheres na faixa de frequência baixa 0,5 cpg. Portanto, novas pesquisas necessitam ser realizadas para verificar se esse padrão se mantém.

Outro objetivo deste estudo foi avaliar se indicadores de composição corporal estariam associados as alterações na percepção visual por exposição a mistura de solventes orgânicos, conforme será discutido a seguir.

7.5 Medidas de Composição Corporal e Testes Psicofísicos

Os resultados indicaram que homens expostos com maior MCM demonstraram menor discriminação para o vermelho-verde e azul-amarelo, enquanto as mulheres expostas com mais gordura corporal apresentaram melhor discriminação para o vermelho-verde (A2), porém quanto mais MCM, menor discriminação para o azul-amarelo (A3). A explicação para estes dados pode estar relacionada a característica lipofílica do solvente que permite que o produto seja armazenado na gordura corporal, o que diminui a concentração do agente tóxico no (s) órgão (s) alvo (s) (Klaasen, 2008). Dentro desta perspectiva, as mulheres seriam menos afetadas em comparação aos homens por terem maior quantidade de gordural corporal (Jia et al., 2012).

Neste sentido, a correlação alta e negativa entre massa de gordura e os resultados dos testes parece indicar que a gordura pode atuar como um fator de proteção do organismo contra os efeitos dos solventes, já que tecidos gordurosos podem reter produto (Klaasen, 2008). Por outro lado, uma quantidade de massa magra maior parece facilitar a penetração e distribuição dos solventes nas membranas celulares, alcançando a circulação sanguínea até atingir órgãos alvo como o SNC, afetando o funcionamento de vias visuais responsáveis pelo processamento de estímulos cromáticos.

Assim, os dados obtidos pelo presente estudo divergem da concepção de Lof e Johanson (1998), Morrow e Scott (2002) e Santos et al. (2013) de que as mulheres por possuir percentagem maior de gordura corporal seriam mais suscetíveis aos efeitos dos solventes no SNC que os homens. Ao contrário, a quantidade de gordura corporal maior das mulheres

(grupo de estudo) em relação aos homens não foi suficiente para indicar SC menor ou dificuldade para discriminação de cores.

Sendo assim, considera-se que os objetivos deste estudo tenham sido alcançados, bem como a hipótese de que haveria diferenças entre G_{Et} e G_{Ct}, confirmada, mas com relação a hipótese de que entre homens e mulheres expostos haveria diferenças nas respostas psicofísicas não se pode dizer o mesmo. Contudo, os resultados aportaram evidências empíricas novas relativas à associação entre variações na composição corporal, como a quantidade de MG e MCM, que podem influenciar o metabolismo dos solventes e a forma como interagem com o SNC.

Em síntese, as correlações e os resultados dos testes fornecem indícios de que as mulheres expostas a misturas de solventes orgânicos, por ter quantidade de gordura corporal mais elevada que os homens, podem sofrer menos efeitos. Por outro lado, os dados também parecem indicar que a visão de cores e a SC podem ser afetadas em proporções semelhantes independentemente do sexo.

Uma das principais questões da Neurotoxicologia atualmente diz respeito à forma como os produtos químicos influenciam funções cerebrais e comportamentais em função do sexo. Porém, conforme reportado anteriormente, uma série de fatores podem alterar a toxicocinética dos solventes, o que torna as pesquisas com humanos desafiadoras, já que não é possível isolar determinados fatores como características genéticas e hormonais.

Mesmo assim, o presente estudo parece contribuir com a área ao apresentar uma visão empírica que incorpora as variações corporais (peso, MCM e gordura corporal) na análise de possíveis fatores contribuintes das diferenças na toxicocinética dos solventes em homens e mulheres expostos a substâncias químicas em ambiente de trabalho.

Diante disto, considera-se que os resultados obtidos forneceram indícios importantes para se pensar sobre possíveis diferenças e os fatores que interferem na toxicocinética dos solventes orgânicos entre os sexos. Não obstante, foram encontradas algumas limitações, tais como número amostral pequeno, em função de os homens ainda somarem a grande maioria da força de trabalho na atividade de frentista, além dos critérios de exclusão terem limitado mais participações. Independente disto, os resultados foram significativos ($p < 0,05$) e em alguns casos, próximos da significância ($p = 0,07$), demonstrando robustez e indicando que estudos psicofísicos podem ser realizados com amostras pequenas.

Outra possível limitação foi o fato de não ter sido avaliado o ciclo menstrual das mulheres, apesar disto elas foram orientadas a realizar os exames quando não estivessem no período menstrual, bem como não está estabelecida na literatura a influência do ciclo menstrual em diversas variáveis oculares e visuais (Guttridge, 1994).

Também não foram realizados exames oftalmológicos previamente a realização dos experimentos, mas todos os participantes passaram por uma triagem que avaliou acuidade e capacidade de discriminação de cores e uma entrevista na qual se questionava a história

clínica oftalmológica e da família, sendo excluídos aqueles que relataram algum comprometimento visual.

Por fim, não ter sido testado cada olho separadamente (Böckelmann et al., 2005). Contudo, para efeito de comparação seguiu-se o protocolo adotado por estudos brasileiros (Costa et al., 2012; Lacerda et al., 2012) que não avaliaram cada olho separadamente.

Apesar de serem reconhecidas algumas limitações que ressaltam a necessidade de serem ponderadas em replicações futuras, o rigor metodológico adotado permite pensar que os resultados apresentaram robustez, uma vez que foram consistentes com a perspectiva teórica de que variações na composição corporal influenciam a interação dos solventes com o organismo.

Nesta perspectiva, parece plausível considerar que estudos futuros sobre o tema agreguem, além destas variáveis, diferentes métodos, como biológicos (exames que avaliem funções pancreáticas, hepáticas, enzimáticas); eletrofisiológicos (técnicas de imageamento cerebral: eletroencefalograma-EEG); neurocognitivos (testes que avaliem atenção, memória, funções executivas); salivar; utilizar metodologia longitudinal e realizar testes pré-clínicos de modo a simular experimentalmente os efeitos da exposição e da composição corporal em animais. Com isso, poder lançar mão de diferentes parâmetros para avaliar o impacto da exposição aos solventes orgânicos sobre a percepção visual em função do sexo.

Por fim, considera-se que pesquisas como estas apresentem contribuições sociais relevantes, tais como: 1) elaboração de políticas públicas de saúde que priorizem condições de trabalho compatíveis com as particularidades inerentes aos sexos; 2) revisão e redução da carga horária diária ou do tempo da aposentadoria; 3) reflexão sobre a extinção da profissão de frentista e adoção de meios alternativos de abastecimento, como por exemplo, o sistema *self service*.

Referências

- Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR, 1992). Toxicological profile for antimony and compounds. Acesso em 22 de março, 2014 em: <http://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp23.pdf>
- American Conference of Industrial Hygienists ([ACGIH], 2009). Beryllium and compounds. American Conference of Governmental Industrial Hygienists.
- Anderson, L. J., Erceg, D. N., & Schroeder, E. T. (2012). Utility of multifrequency bioelectrical impedance compared with dual-energy x-ray absorptiometry for assessment of total and regional body composition varies between men and women. *Nutrition Research*, 32(7), 479–485. doi:10.1016/j.nutres.2012.05.009
- Attarchi, M. S., Labbafinejad, Y., & Mohammadi, S. (2010). Occupational exposure to different levels of mixed organic solvents and colour vision impairment. *Neurotoxicology and Teratology*, 32(5), 558–562. doi:10.1016/j.ntt.2010.05.003
- Biospace (2005). InBody 720 User's Manual. Acesso em 20 de agosto, 2013, em <http://www.imr-switzerland.org/downloads/in-body-720-manual.pdf>
- Blaak, E. (2001). Gender differences in fat metabolism. *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, 4(6), 499–502.
- 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
- Brasil. (2012). Ministério da Saúde. Conselho Nacional de Saúde. Resolução nº 466, de 12 de dezembro de 2012. Dispõe sobre diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos. Acesso em 20 de maio, 2013, em <http://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>

- Brasil (2011). Norma Regulamentadora nº 15 (NR-15, 2011). Dispõe sobre as Atividades e Operações Insalubres. Acesso em 15 de março, 2014, em http://www.mte.gov.br/legislacao/normas_regulamentadoras/nr_15.pdf
- Brasil (1978). Norma Regulamentadora nº 20. (NR-20, 1978). Dispõe sobre os líquidos combustíveis e inflamáveis. Acesso em 05 de fevereiro, 2014, em http://portal.mte.gov.br/data/files/FF8080812BE914E6012BF2CE145146B7/nr_20.pdf
- Brasil (2014). Manual de orientação sobre controle médico ocupacional da exposição a substâncias químicas. Ministério do Trabalho e Emprego. São Paulo: Fundacentro.
- Byun, J. H., Lee, K. Y., Kim, Y. K., Ko, K. W., & Lee, Y. H. (2001). Acquired dyschromatopsia in women workers in shoe manufacturing who were exposed to organic solvents. *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 13(3), 232–241.
- 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.
- Caroline, M. D. (2012). Nervous system disorders induced by occupational and environmental toxic exposure. *Open Journal of Preventive Medicine*, 2(3), 272–278. doi: 10.4236/ojpm.2012.23039
- Caubet, L. C., Ortiz, S. S., & Peredo, R. G. (2010). Intoxicación por metanol, xileno y tolueno: a propósito de un caso. *FMC-Formación Médica Continuada En Atención Primaria*, 17(5), 303–304.
- Cerqueira, V. S., & Costa, J. A. V. (2009). Biodegradação de tolueno e óleo de pescado em solos impactados utilizando surfactantes químico e biológico. *Quím. Nova*, 32(2), 395-400. ISSN 0100 – 4042.
- 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
- Dick, F. D. (2006). Solvent neurotoxicity. *Occup Environ Med.*, 63, 221–6. doi: 10.1136/oem.2005.022400
- Ehrenstein, W. H., & Ehrenstein, A. (1999). Psychophysical methods. In U. Windhurst & H. Johannsen (Eds.), *Modern Techniques in Neuroscience Research* (pp. 1212-1241). Berlin: Springer.
- Endo, S., Escher, B. I., & Goss, K.-U. (2011). Capacities of membrane lipids to accumulate neutral organic chemicals. *Environmental Science & Technology*, 45(14), 5912–5921. doi:10.1021/es200855w
- Ernstgård, L. (2009). Influence of gender on the metabolism of alcohols in human saliva in vitro. *Archives of Oral Biology*, 54(8), 737–742. doi:10.1016/j.archoralbio.2009.04.011
- Ernstgård, L., Gullstrand, E., Löf, A., & Johanson, (2002). Are women more sensitive than men to 2-propanol and m-xylene vapours? *Occup Environ Med.*, 59, 759-767 doi:10.1136/oem.59.11.759
- Ernstgård, L., Sjögren, B., Warholm, M., & Johanson, G. (2003). Sex differences in the toxicokinetics of inhaled solvent vapors in humans 1. m-Xylene. *Toxicology and Applied Pharmacology*, 193(2), 147–157. doi:10.1016/j.taap.2003.08.004
- 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.
- Fiserova-Bergerova, V. (1985). Toxicokinetics of organic solvents. *Scand J Work Environ Health*, 7–21.
- Gadelha, M. J. N., Andrade, M. J. O. de, Ferreira, O. D. L., Freire, R. C. de L., Santos, N. A. dos (2010). Sensibilidade ao contraste acromático para grades senoidais verticais em adolescentes e adultos. *Psicologia: Teoria e Prática*, 12(1), 59 – 70.

- Gandhi, M., Aweeka, F., Greenblatt, R. M., Blaschke, T. F. (2004). Sex differences in pharmacokinetics and pharmacodynamics. *Annu. Rev. Pharmacol.*, 44, 499-523.
- Getz, K. D., Janulewicz, P. A., Rowe, S., Weinberg, J. M., Winter, M. R., Martin, B. R., ... Aschengrau, A. (2012). Prenatal and early childhood exposure to tetrachloroethylene and adult vision. *Environmental Health Perspectives*, 120(9), 1327–1332. doi:10.1289/ehp.1103996
- Gobba, F., & Cavalleri, A. (2003). Color vision impairment in workers exposed to neurotoxic chemicals. *Neurotoxicology*, 24, 693–702.
- Gochfeld, M. (2007). Framework for gender differences in human and animal toxicology. *Environmental Research*, 104(1), 4–21. doi:10.1016/j.envres.2005.12.005
- 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(4-5), 703–710. doi:10.1016/S0161-813X(03)00034-2
- Grossl, T., Lima, L. R., & Karasiak, F. C. (2010). Relação entre a gordura corporal e indicadores antropométricos em adultos frequentadores de academia. *Motricidade*, 6(2), 35–45.
- 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.
- Hering, E. (1878). *Zur Lehre vom Lichtsinne*. Wien: Carl Gerold's Sohn.
- Ibrahim, M. M. (2010). Subcutaneous and visceral adipose tissue: structural and functional differences. *Obesity Reviews*, 11(1), 11–18. doi:10.1111/j.1467-789X.2009.00623.x
- Iregren, A., Andersson, M., & Nylén, P. (2002). Color vision and occupational chemical exposures: II. Visual functions in non-exposed subjects. *Neurotoxicology*, 23(6), 735–745.

- Jaanus S. D., Bartlett, J. D., Hiett, J. A. (1995). Ocular effects of systemic drugs. In Bartlett J. D., Jaanus S. D. (eds): *Clinical Ocular Pharmacology* (pp. 957–1006). Boston: Butterworth – Heinemann.
- Jia, C., Yu, X., & Masiak, W. (2012). Blood/air distribution of volatile organic compounds (VOCs) in a nationally representative sample. *Science of The Total Environment*, 419, 225–232. doi:10.1016/j.scitotenv.2011.12.055
- Juras, I. da A. G. M. (2005). Impacto à saúde e ao meio ambiente do aumento irregular de solventes na gasolina. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados. Acesso em 04 de fevereiro, 2014, em <http://bd.camara.gov.br>
- Kamal, A., Malik, R. N., Fatima, N., & Rashid, A. (2012). Chemical exposure in occupational settings and related health risks: A neglected area of research in Pakistan. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 34(1), 46–58. doi:10.1016/j.etap.2012.02.009
- Kaur, S., Azreena, A. I., Leong, K. N., & Narayanasamy, S. (2014). Effect of pesticides on color vision and anterior ocular structure of farmers. *El Mednifico Journal*, 2(3), 219–222.
- Kim, S. H., Hwang, K. M., Jang, E. C., Kim, C. Y., Park, S. G., Lee, E. H., & Roh, J. H. (2011). Acquired dyschromatopsia among workers exposed to acetone and isopropyl alcohol (IPA). *Korean Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 23(4), 463–470.
- Klaasen, C. D. (2008). *Casarett and Doll's Toxicology: The Basic Science of Poisons*. United States of America: McGraw Hill.
- Krotkiewski, M., Björntorp, P., Sjöström, L., & Smith, U. (1983). Impact of obesity on metabolism in men and women. Importance of regional adipose tissue distribution. *J. Clin. Invest.*, 72, 1150–1162.
- Kumar, S. (2004). Occupational exposure association with reproductive dysfunction. *Journal of Occupational Health*, 46(1), 1-19. doi:10.1539/joh.46.1
- Kyle, U. G., Genton, L., Hans, D., Karsegard, L., Slosman, D. O., & Pichard, C. (2001). Age-

- related differences in fat-free mass, skeletal muscle, body cell mass and fat mass between 18 and 94 years. *European Journal of Clinical Nutrition*, 55(8), 663–672. doi:10.1038/sj.ejcn.1601198
- Lacerda, E. M. da C. B. (2010). Avaliação psicofísica visual cromática e acromática de sujeitos expostos de forma crônica ocupacional à mistura de solventes orgânicos (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal do Pará. Belém, Pará
- 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
- Lanthony P, & Dubois-Poulsen, A. (1973). Le Farnsworth 15 desature. *Bull Soc Ophtalmol.*, 73, 862-866.
- Lee, E. H., Eum, K. D., Cho, S. I., Cheong, H. K., & Paek, D. M. (2007). Acquired dyschromatopsia among petrochemical industry workers exposed to benzene. *NeuroToxicology*, 28(2), 356–363. doi:10.1016/j.neuro.2006.05.005
- Lee, E. H., Paek, D., Kho, Y. L., Choi, K., & Chae, H. J. (2013). Color vision impairments among shipyard workers exposed to mixed organic solvents, especially xylene. *Neurotoxicology and Teratology*, 37, 39–43. doi:10.1016/j.ntt.2013.02.005
- Lee, J. H., Kang, W., Yaang, S. R., Choy, N., & Lee, C. R. (2009). Cohort study for the effect of chronic noise exposure on blood pressure among male workers in Busan, Korea. *American Journal of Industrial Medicine*, 52(6), 509–517. doi:10.1002/ajim.20692
- Lima, M. G., Gomes, B. D., Ventura, D. F., & Silveira, L. C. L. de (2011). Métodos utilizados na avaliação psicofísica da visão de cores humana. *Psicologia USP*, 22(1), 197–222.
- Lof, A., & Johanson, G. (1998). Toxicokinetics of organic solvents: A review of modifying factors. *Critical Reviews in Toxicology*, 28, 571–650.

- Meyer-Baron, M., Kim, E. A., Nuwayhid, I., Ichihara, G., & Kang, S. K. (2012). Occupational exposure to neurotoxic substances in Asian countries – Challenges and approaches. *NeuroToxicology*, 33(4), 853–861. doi:10.1016/j.neuro.2011.12.012
- Ministério da Educação e Cultura [s.d.] Avaliação biométrica em educação física. Acesso em 22 de janeiro, 2014 em <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/me002158.pdf>
- Mollon, J. D. (2003). The origins of modern color science. In: Shevell, S. Color Science (pp. 1-39. Washington, EUA: Optical Society of America.
- Mollon, J. D., & Regan, B. C. (1997). Cambridge Colour Test. Acesso em 22 de junho, 2013, em <http://visl.technion.ac.il/projects/2002w/theory.pdf>
- Monat-Descamps, C., & Deschamps, F. (2012). Nervous system disorders induced by occupational and environmental toxic exposure. *Open Journal of Preventive Medicine*, 2(3), 272–278. doi:10.4236/ojpm.2012.23039
- Morrow, L. A., & Scott, A. (2002). Comparison of neuropsychological test scores between men and women with prior exposure to organic solvents. *Applied neuropsychology*, 9(4), 240–243.
- Mota, C. M. F. (2011). Visão das cores e sistemas de análise do teste Farnsworth Munsell 100-Hue (Dissertação de Mestrado). Faculdade de Ciências da Saúde, Covilhã.
- Munsell, A. H. (1912). A pigment color system and notation. *The American Journal of Psychology*, 23(2), 236. doi:10.2307/1412843
- Murray, R. F. (2011). Classification images: A review. *Journal of Vision*, 11(5), 2–2. doi:10.1167/11.5.2
- 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.
- Näsänen, R., Kaukiainen, A., Hero, V., Päällysaho, J., Müller, K., Hari, R., ... Sainio, M.

- (2005). Effects of long-term occupational solvent exposure on contrast sensitivity and performance in visual search. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19(3), 497–504. doi:10.1016/j.etap.2004.12.013
- Neitz, J., & Neitz, M. (2011). The genetics of normal and defective color vision. *Vision Research*, 51(7), 633–651. doi: 10.1016/j.visres.2010.12.002
- Nogueira, R. M. T. B. L. (2010). Percepção visual de contraste em portadores de esquizofrenia e parentes não acometidos (Tese de doutorado). Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Nogueira, R., & Santos, N. A. (2012). Pacientes com depressão maior tem menos sensibilidade a contraste visual que indivíduos saudáveis. *Estudos de Psicologia*, 17(1), 115–120.
- Occupational Safety and Health Service (OSHS, 1998). Chronic organic solvent neurotoxicity. Diagnostic criteria. In: OSHS. Occupational Safety and Health Information Series, p. 1-15. II. New Zealand: Occupational Safety and Health Service, Department of Labour.
- Owsley, C., Jackson, G. R., Cideciyan, A. V., Huang, Y., Fine, S. L., Ho, A. C., ... , & Jacobson, S. G. (2000). Psychophysical evidence for rod vulnerability in age-related macular degeneration. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 41, 267-273.
- Paramei, G.V., Baron, M. M., & Seeber, A. (2004). Impairments of color vision induced by organic solvents: a meta-analysis study. *Neurotoxicology*, 25, 803–816.
- 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*. Acesso em 13 de novembro, 2014 em: http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?pid=MSC0000000022006000200042&script=sci_arttext&tlng=pt
- Pokorny, J., Smith, V. C., Verriest, G., & Pinkers, A. J. L. G. (1979). *Congenital and acquired color vision defects*. Grune & Stratton: New York.

- 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.
- Rocha, J. R., 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
- Santos, M. dos A., Távora, B. E., Koide, S., & Caldas, E. D. (2013). Human risk assessment of benzene after a gasoline station fuel leak. *Revista de Saúde Pública*, 47(2), 335–344. doi: 10.1590/S0034-8910.2013047004381
- Santos, N. A. (2003). Tópicos em percepção e processamento visual da forma: acuidade visual versus sensibilidade ao contraste. *Estudos e Pesquisas em Psicologia*, 3(1), 89-104.
- Santos, N. A., & Simas, M. L. de B. (2001a). Função de sensibilidade ao contraste: Indicador da percepção visual da forma e da resolução espacial. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 14(3), 589–597.
- Santos, N. A. dos, & de Bustamante Simas, M. L. (2001b). Percepção e processamento visual da forma: Discutindo modelos teóricos atuais. *Psicologia: Reflexão E Crítica*, 14(1), 157–166.
- Santos, N. A., França, V. de C. R. de M., & Alves, P. A. de A. (2009). Diferenças na detecção de frequências espaciais e radiais em crianças. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, 25(4), 581 – 587.
- Santos, N. A., Oliveira, A. B., Nogueira, R. M. T. B. L, Cruz, É. D. N., & Simas, M. L. B. (2006). Os efeitos da idade na percepção visual de grades senoidais em luminância baixa. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 19(3), 415–421.
- Santos, N. A., Simas, M. L. B., & Nogueira, R. M. T. B. L. (2004). Comparison of angular

- frequency contrast sensitivity in young and older adults. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 37, 375-378.
- Sarigiannis, D. A., Gotti, A. (2008). Biology-based dose-response models for health risk assessment of chemical mixtures. *Fresenius Environmental Bulletin*, 17, 1439–1451.
- Sato, A., Endoh, K., Kaneko, T., & Johanson, G. (1991). A simulation study of physiological factors affecting pharmacokinetic behaviour of organic solvent vapours. *British journal of industrial medicine*, 48(5), 342–347.
- Saygun, M., Ekici, A., Muluk, N. B., Çakmak, A., Pinar, T., Dag, E., & Ekici, M. (2012). Effects of long-term low-level solvent exposure on cognitive function. *Clinical & Investigative Medicine*, 35(4), E190–E205.
- Schiller, P. H., Logothetis, N. K., & Charles, E. R. (1990). Role of the color-opponent and broad-band channels in vision. *Vis Neurosci.*, 5, 321–346.
- 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. *Environ. Health Perspect.*, 110, 655–664
- 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
- Shi, H., & Clegg, D. J. (2009). Sex differences in the regulation of body weight. *Physiology & Behavior*, 97(2), 199–204. doi:10.1016/j.physbeh.2009.02.017
- Shi, H., Seeley, R. J., & Clegg, D. J. (2009). Sexual differences in the control of energy homeostasis. *Frontiers in Neuroendocrinology*, 30(3), 396–404. doi:10.1016/j.yfrne.2009.03.004
- Silbergeld, E. K. (2014). Toxicology. Acesso em 07 de março, 2014, em

<http://ilocus.org/documents/chpt33e.htm>

- Silins, I., & Högberg, J. (2011). Combined toxic exposures and human health: biomarkers of exposure and effect. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 8(12), 629–647. doi:10.3390/ijerph8030629
- Söderkvist, P. Ahamadi, A., & Akerback, A. (1996). Glutathione S-transferase M1 null genotype as a risk modifier for solvent- induced chronic toxic encephalopathy. *Work, Environment & Health*, 22, 360-363.
- Spinelli, R., Possebon, J., Breviigliero, E. (2006). Higiene Ocupacional – Agentes Biológicos, Químicos e Físicos. São Paulo: Ed. SENAC.
- 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
- Ugwoke, C. C., Nwobodo, E. D., Uneke, P., Odike, M., Chukwuma, S. T., & Amilo, G. (2005). The reproductive dysfunction effects of gasoline inhalation in albino rats. *Nigerian Journal of Physiological Sciences*, 20(1-2), 54-57.
- Vahter, M., Gochfeld, M., Casati, B., Thiruchelvam, M., Falkfilippson, A., Kavlock, R., ... Coryslechta, D. (2007). Implications of gender differences for human health risk assessment and toxicology. *Environmental Research*, 104(1), 70–84. doi:10.1016/j.envres.2006.10.001
- Verma, Y., & Rana, S. V. S. (2009). Endocrinal toxicity of industrial solvents: a mini review. *Indian Journal of Experimental Biology*, 47(7), 537–549.
- Viaene, M., Vermeir, G., & Godderis, L. (2009). Sleep disturbances and occupational exposure to solvents. *Sleep Medicine Reviews*, 13(3), 235–243. doi:10.1016/j.smr.2008.07.003
- von Helmholtz, H. (1867). *Handbuch der Physiologischen Optik*. Voss: Hamburg and Leipzig.
- Weiss, B. (2011). Same sex, no sex, and unaware sex in neurotoxicology. *NeuroToxicology*, 32(5), 509–517. doi:10.1016/j.neuro.2010.09.005

- Weiss, B. (2012). The intersection of neurotoxicology and endocrine disruption. *NeuroToxicology*, 33(6), 1410–1419. doi:10.1016/j.neuro.2012.05.014
- Wesner, M. F., & Tan, J. (2006). Contrast sensitivity in seasonal and nonseasonal depression. *Journal of Affective Disorders*, 95, 19-28. doi: 10.1016/j.jad.2006.03.028
- Wetherill, G. B., & Levit, H. (1965). Sequential estimation of points on a psychometric function. *British Journal of Mathematical and Statistical Psychology*, 18, 1 – 10.
- Wilbur, S., & Bosch, S. (2004). Interaction profile for: benzene, toluene, ethylbenzene and xylenes (BTEX). Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service, Atlanta, GA.
- Wildman, R. P., Janssen, I., Khan, U. I., Thurston, R., Barinas-Mitchell, E., El Khoudary, S. R., ... Sutton-Tyrrell, K. (2011). Subcutaneous adipose tissue in relation to subclinical atherosclerosis and cardiometabolic risk factors in midlife women. *American Journal of Clinical Nutrition*, 93(4), 719–726. doi:10.3945/ajcn.110.007153
- World Health Organization (WHO, 2000). Air quality guidelines for Europe. Second Edition. Copenhagen: WHO Regional Office for Europe Regional Publications, European Series, n. 91.
- Wu, C. Q. (2012). A neurobiologically-based two-stage model for human color vision. *Human Vision and Electronic Imaging XVII*, 829. doi: 10.1117/12.909692
- Xia, Z., Duan, X., Qiu, W., Liu, D., Wang, B., Tao, S., ... Hu, X. (2010). Health risk assessment on dietary exposure to polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in Taiyuan, China. *Science of The Total Environment*, 408(22), 5331–5337. doi:10.1016/j.scitotenv.2010.08.008
- Young, T. (1802). The Bakerian lecture: On the theory of light and colours. *Philosophical Transaction of Royal Society London*, 92, 12-48.

Zaválic, M., Mandić, Z., Turk, R., Bogadi-Sare, A., & Plavec, D. (1998). Quantitative assessment of color vision impairment in workers exposed to toluene. *American Journal of Industrial Medicine*, 33(3), 297 – 304.

Anexos

Anexo I. Questionário Sociodemográfico

Grupo de Estudo

1. Dados de Identificação

Nome: _____

Sexo: F () M ()

Data de nascimento: _____

Idade: _____

Estado civil: ☐ Solteiro ☐ Casado ☐ Separado ☐ Outro. Qual? _____

Nº de filhos: () nenhum () 1 () 2 -3 () 3 ou mais

Escolaridade: () Ensino fundamental I Completo () Ensino fundamental I Incompleto

() Ensino fundamental II Completo () Ensino fundamental II Incompleto

() Ensino médio completo () Ensino médio incompleto () Ens. Superior

Tempo exato em anos: _____

2. Histórico:

Há quanto tempo trabalha em postos de combustíveis? () 0-6 meses () 6 meses a 3 anos () 4 anos a 7 anos () 8 ou mais anos. Tempo exato _____

Jornada de trabalho por dia: _____

Tipo de material com que trabalha: _____

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

Uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI): () Não () Máscara () Luvas () Óculos () Outros _____

Profissão anterior: _____

Você ou alguém da sua família possuem doenças oculares?

Doenças neurológicas: _____

Medicamentos em uso: _____

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

Consome bebida alcoólica? () Sim () Não Quantas vezes por semana? _____

Faz uso de algum tipo de drogas? () Sim () Não Qual a frequência? _____

Pratica atividade física regular? () Sim () Não Qual? _____

Quantas vezes por semana? _____

Há quanto tempo? _____

3. Doenças da fase infantil e adulta:

() Diabetes Mellitus () Hipertensão arterial () Glaucoma () Outras _____

Anexo II. Questionário sociodemográfico

Grupo Controle

Nome: _____

Sexo: F () M ()

Data de nascimento: _____

Idade: _____

Estado civil: ☐ Solteiro ☐ Casado ☐ Separado ☐ Outro. Qual? _____

Nº de filhos: () nenhum () 1 () 2 -3 () 3 ou mais

Escolaridade: () Ensino fundamental I Completo () Ensino fundamental I Incompleto

() Ensino fundamental II Completo () Ensino fundamental II Incompleto

() Ensino médio completo () Ensino médio incompleto () Ens. Superior

Fone: _____

Profissão atual: _____

Profissão anterior: _____

Na sua profissão anterior você ficava exposto a algum tipo de vapor químico? () sim () não

A quanto tempo fez consulta no oftalmologista? _____

Você ou alguém da sua família possuem doenças oculares?

Faz uso de cigarros? () Sim () Não

Quantos maços por semana? _____

Consome bebida alcoólica? () Sim () Não

Quantas vezes por semana? _____

Dificuldade em discriminar cores: Sim () Não () (S.I.C)

Familiares com problemas em discriminar cores: Sim () Não ()

Doenças oculares (antecedentes pessoais e familiares):

Doenças das fases:

infantil

adulta

Medicamentos em uso: _____

Doenças neurológicas: _____

Pratica atividade física regular? () Sim () Não Qual? _____

Quantas vezes por semana? _____

Há quanto tempo? _____

Anexo III. Modelo da folha de resultados da avaliação da composição corporal

InBody 720

Análisis de Composición Corporal

1 IDENTIFICACIÓN

EDAD ESTATURA SEXO FECHA/HORA

SM2006 51 156.9cm Female 2012.01.11 08:34:19 (224)

B. Hospital

Doctor Lee

2 Análisis de Composición Corporal

Compartimientos	Valores	Agua Corporal	Masa Magra	Masa Libre de Grasa	Peso	Rango Normal
A I C Agua Intracelular (ℓ)	16.6	27.5	35.1	37.3	59.1	16.3 ~ 19.9
A E C Agua Extracelular (ℓ)	10.9					10.0 ~ 12.2
Proteínas (kg)	7.2					7.0 ~ 8.6
Minerales (kg)	2.63	óseo : 2.18				2.44 ~ 2.98
Masa Adiposa Corporal (kg)	21.8					10.3 ~ 16.5

3 Análisis Músculo-Grasa

	Bajo	Normal	Exceso	UNIDAD-%	Rango Normal
Peso (kg)	55 70 85 100 115 130 145 160 175 190 205	59.1			43.9 ~ 59.5
M M E (kg) Masa Muscular Esquelética	70 80 90 100 110 120 130 140 150 160 170	19.6			19.5 ~ 23.9
Masa Adiposa Corporal (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180 200 220 240 260 280 300 320 340 360 380 400 420 440 460 480 500 520	21.8			10.3 ~ 16.5

4 Diagnóstico de Obesidad

	Bajo	Normal	Exceso	UNIDAD-%	Rango Normal
I M C (kg/m ²) Índice de Masa Corporal	10 15 18.5 21 25 30 35 40 45 50 55	24.0			18.5 ~ 25.0
P G C (%) Porcentaje de Grasa Corporal	8 13 18 23 28 33 38 43 48 53 58	36.9			18.0 ~ 28.0
I C C Índice Cintura Cadera	0.65 0.70 0.75 0.80 0.85 0.90 0.95 1.00 1.05 1.10 1.15	0.92			0.75 ~ 0.85

5 Balance de la Masa Magra

	Bajo	Normal	Exceso	UNIDAD-%	Masa Grasa	Edema Segmentario	Edema
Brazo Derecho (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180	102.2	1.5(178%)		0.333	0.380	
Brazo Izquierdo (kg)	40 60 80 100 120 140 160 180	98.1	1.6(183%)		0.334	0.381	
Tronco (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	95.4	11.7(240%)		0.350	0.398	
Pierna Derecha (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	83.6	2.9(132%)		0.353	0.401	
Pierna Izquierda (kg)	70 80 90 100 110 120 130 140	80.6	2.9(131%)		0.355	0.403	

6 Edema Segmentario

	LEC/LCT	AEC/ACT
Brazo Derecho	0.333	0.380
Brazo Izquierdo	0.334	0.381
Tronco	0.350	0.398
Pierna Derecha	0.353	0.401
Pierna Izquierda	0.355	0.403

7 Edema

	LEC/LCT	AEC/ACT
Brazo Derecho	0.333	0.380
Brazo Izquierdo	0.334	0.381
Tronco	0.350	0.398
Pierna Derecha	0.353	0.401
Pierna Izquierda	0.355	0.403

8 Area de grasa visceral

9 Evaluación Nutricional

Proteínas	☒ Normal	☐ Deficient
Minerales	☒ Normal	☐ Deficient
Grasa	☐ Normal	☐ Deficient ☒ Excesiva

Control de Peso

Peso	☒ Normal	☐ Bajo	☐ Exceso
MME	☒ Normal	☐ Strong	☐ Bajo
Grasa	☐ Normal	☐ Bajo	☒ Exceso

Diagnóstico de Obesidad

IMC	☒ Normal	☐ Bajo	☐ Exceso
PGC	☐ Normal	☐ Exceso	☒ Gran Exceso
ICC	☐ Normal	☐ Exceso	☒ Gran Exceso

Balance Corporal

Superior	☒ Equilibrado	☐ Levemente Desequilibrado	☐ Extremadamente Desequilibrado
Inferior	☐ Equilibrado	☒ Levemente Desequilibrado	☐ Extremadamente Desequilibrado
Superior-Inferior	☐ Equilibrado	☒ Levemente Desequilibrado	☐ Extremadamente Desequilibrado

Fuerza corporal

Superior	☒ Normal	☐ Desarrollada	☐ Débil
Inferior	☐ Normal	☐ Desarrollada	☒ Débil
Musculatura	☐ Normal	☐ Muscular	☒ Débil

Diagnóstico de Salud

Agua Corporal	☒ Normal	☐ Bajo
Edema	☐ Normal	☒ Edema Leve ☐ Edema
Estilo de Vida	☐ Normal	☐ Alerta ☒ Riesgoso

10 Registro Secuencial de la Composición Corporal

FECHA/HORA	Peso	MME	Grasa	Puntuación	LEC/LCT
09/05/17 09:21	65.7	20.6	27.0	62	0.399
09/08/20 08:53	63.5	19.4	25.8	63	0.399
09/11/14 09:05	61.2	19.4	23.5	66	0.398
10/05/15 08:34	59.1	19.6	21.8	68	0.397

11 Datos Adicionales

Grado de Obesidad = 114%	90 ~ 110
MCC = 23.8kg	24.3 ~ 28.6
CEM = 2.18kg	2.01 ~ 2.45
TMB = 1176kcal	1254 ~ 1451
C B = 30.2cm	
CMB = 25.7cm	

12 Control de Peso

Peso Teórico	51.7 kg
Control de Peso	- 7.4 kg
Control de Grasa	- 9.9 kg
Control de Musculatura	+ 2.5 kg
Valoración de Salud	68 Puntos

13 Impedancia

	BD	BI	TR	PD	PI
Z	1kHz : 379.6	392.7	26.8	306.8	316.1
	5kHz : 373.1	385.4	25.7	303.0	314.1
	50kHz : 337.2	352.5	23.0	282.3	289.8
	250kHz : 307.9	322.9	20.4	263.3	272.7
	500kHz : 297.4	311.5	19.1	258.1	267.8
	1MHz : 286.4	297.4	17.0	254.5	264.0
X	5kHz : 12.0	11.6	2.1	9.0	8.8
	50kHz : 26.2	25.0	2.3	19.8	19.1
	250kHz : 23.3	21.6	2.4	13.1	13.9

Copyright ©1996- by Biospace Co., Ltd. All rights reserved. BR-SPA-27-4-12022

Anexo IV. Carta de Anuência Sindipetro-PB



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

Declaro para os devidos fins de direito que estamos de acordo com a execução da pesquisa intitulada "Os efeitos da exposição aos solventes orgânicos em respostas psicofísicas, neurocognitivas e fisiológicas de homens e mulheres", a ser realizada com frentistas. Esta pesquisa será desenvolvida pela aluna Ana Raquel de Oliveira, sob orientação do Prof. Dr. Natanael Antônio dos Santos, tendo o apoio desta instituição.

Esta instituição está ciente de suas corresponsabilidades como coparticipante do presente projeto de pesquisa, e de seu compromisso em verificar seu desenvolvimento para que se possa cumprir os requisitos da resolução do Conselho Nacional de Saúde (CNS) 466/12 que delibera sobre as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos.

João Pessoa, 09 de janeiro de 2014.

Omar Aristides Hamad Filho

Diretor Presidente

Proprietário dos postos de combustíveis da pesquisa

Av. Minas Gerais, 104 - B. dos Estados - João Pessoa/PB - CEP 58.030-090

Fone/Fax: (83) 3221.0762 e CNPJ 08.987.695/0001-59 e -mail: sindipet@hotmail.com / contato@sindipetroph.com.br / e nosso
site <http://www.sindipetroph.com.br/>

Anexo V. Certidão de Aprovação do Estudo pelo 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 3ª Reunião realizada no dia 20/03/2014, o Projeto de pesquisa intitulado: **“OS EFEITOS DA EXPOSIÇÃO AOS SOLVENTES ORGÂNICOS EM RESPOSTAS PSICOFÍSICAS, NEUROCOGNITIVAS E FISIOLÓGICAS DE HOMENS E MULHERES”** da pesquisadora Ana Raquel de Oliveira. Prot. Nº 0606/13. CAAE: 21350113.9.0000.5188.

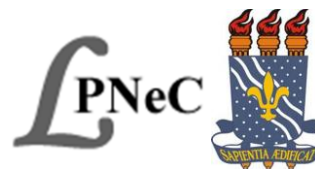
Outrossim, informo que a autorização para posterior publicação fica condicionada à apresentação do resumo do estudo proposto à apreciação do Comitê.


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

Anexo VI. Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

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

Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC)



Título do estudo: Os efeitos da exposição aos solventes orgânicos em respostas psicofísicas, neuropsicológicas e fisiológicas de homens e mulheres

Pesquisadora responsável: Ana Raquel de Oliveira

Pesquisadores participantes: Natanael Antônio dos Santos

Armino deArruda Campos Neto

Instituição/Departamento: UFPB/CP – Departamento de Psicologia

E-mail: ana-raqueloliveira@hotmail.com

Telefone para contato: (83) 8636 4464/ 3031 2498

Prezado (a),

Você está sendo convidado (a) para participar, de forma **voluntária**, da pesquisa intitulada **“Os efeitos da exposição aos solventes orgânicos em respostas psicofísicas, neuropsicológicas e fisiológicas de homens e mulheres”**. Antes de aceitar participar desta pesquisa é importante que você compreenda as informações e instruções contidas neste documento. Os pesquisadores responderão a todas as suas dúvidas e os procedimentos só terão início após o seu consentimento. Você tem o direito de **desistir** de participar da pesquisa a qualquer momento, sem nenhum ônus, como também o direito de cancelar a autorização.

Objetivo do estudo: Verificar o desempenho de homens e mulheres expostos a solventes orgânicos, em testes psicofísicos e neuropsicológicos e avaliar os efeitos dos solventes orgânicos sobre as respostas fisiológicas.

Procedimentos: Sua participação neste estudo ocorrerá em três etapas (1ª = avaliação física, 2ª = avaliação psicofísica e neuropsicológica e 3ª = avaliação biológica). Os procedimentos serão realizados em laboratórios de pesquisa situados no Centro Universitário de João Pessoa e na Universidade Federal da Paraíba, respectivamente.

Benefícios: Esta pesquisa poderá contribuir à compreensão do fenômeno estudado, bem como fomentar a implementação de medidas que visem a um diagnóstico mais rápido e preciso dos efeitos de solventes orgânicos sobre a saúde física e mental dos trabalhadores, contemplando as especificidades inerentes a constituição fisiológica do homem e da mulher.

Riscos: As avaliações as quais será submetido não representarão qualquer risco de ordem física ou psicológica, uma vez que os testes são instrumentos não invasivos, utilizados mundialmente para avaliar a saúde, não havendo relatos de danos ao bem-estar dos participantes. Além disso, não ultrapassará o regido por lei e os procedimentos serão realizados por profissionais especializados.

Sigilo: Os resultados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, estando garantido o sigilo/anonimato das informações. Esta pesquisa obedece aos aspectos éticos pertinentes à investigação envolvendo seres humanos, conforme a Resolução nº. 196/96 do Conselho Nacional de Saúde

Garantia de acesso: A qualquer etapa do estudo você poderá ter acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas.

Declaro estar ciente e informado (a) sobre os procedimentos de realização da pesquisa, e aceito participar voluntariamente da mesma.

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador

Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato: Comitê de Ética em Pesquisa CEP - CCS - Universidade Federal da Paraíba. **Endereço:** CAMPUS UNIVERSITÁRIO 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