



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

**Efeitos do formato do alvo e tempo de exibição de estímulos pseudoisocromáticos sobre
os limiares de discriminação de cores**

Lucas Raphael Lacerda Cunha

Março — 2022

Belém — PA



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

Efeitos do formato do alvo e tempo de exibição de estímulos pseudoisocromáticos sobre os limiares de discriminação de cores

Lucas Raphael Lacerda Cunha

Dissertação entregue ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento, da Universidade Federal do Pará, como pré-requisito para obtenção do título de mestre em Neurociências e Comportamento.

Orientador: Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart
Coorientador: Dr. Givago da Silva Souza

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001.

Março — 2022

Belém — PA

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)**

- L131e Lacerda, Lucas Raphael.
Efeitos do formato do alvo e tempo de exibição de estímulos pseudoisocromáticos sobre os limiares de discriminação de cores /Lucas Raphael Lacerda. — 2022.
ix, 40 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart
Coorientador(a): Prof. Dr. Givago da Silva Souza
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará, Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Programa de Pós- Graduação em Neurociências e Comportamento, Belém, 2022.
1. Mosaicos pseudoisocromáticos. 2. Cambridge ColourTest (CCT). 3. Tempo de exibição. 4. Formato do alvo. 5. Discriminação de cromaticidades. I. Título.

CDD 150.724



Universidade Federal do Pará

Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento

Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento

Efeitos do formato do alvo e tempo de exibição de estímulos pseudoisocromáticos sobre os limiares de discriminação de cores

Candidato: Lucas Raphael Lacerda Cunha

Data: 11 de março de 2022

Resultado:

Banca examinadora:

Prof. Dr. Paulo R. K. Goulart, Universidade Federal do Pará, orientador.

Prof. Dr. Givago da Silva Souza, Universidade Federal do Pará, coorientador.

Prof. Dr. Marcelo Fernandes Costa, Universidade de São Paulo, membro da banca.

Prof. Dr. Bruno Duarte Gomes, Universidade Federal do Pará, membro da banca.

Agradecimentos

Este trabalho foi feito em um período histórico, pessoal e profissional bastante distinto. Com todas as reviravoltas dos últimos anos, em muitos aspectos derivadas da pandemia de COVID-19, este trabalho não teria sido possível sem o apoio de uma série de pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu persistisse e realizasse este trabalho.

Agradeço à minha família pelo amor e suporte, especialmente à minha mãe, Vanuz Lacerda; meu irmão, Enzo; e minha prima, Amy Lee. Agradeço à Carla Arnaud de Azevedo pelo amor, suporte e incentivo, e estendo meus agradecimentos à família, especialmente à Dona Joana e o Seu Carlos. Agradeço também aos meus tios, que foram incentivadores do meu percurso acadêmico desde as primeiras letras.

Aos meus orientadores, Paulo e Givago, cujo incentivo, parceria e presença foram essenciais em todas as etapas da execução do mestrado, principalmente nas mudanças que tivemos que realizar repetidas vezes e nos momentos em que eu não tive motivação. Agradeço às professoras e professores do Programa de Pós-graduação em Neurociências e Comportamento (PPGNC — UFPA) que contribuíram grandemente para minha trajetória acadêmica e pessoal nos últimos anos, dando lições de ciência e gentileza. Um agradecimento especial em memória à eterna professora Regina Brito, que deixou, mais do que saudades, um legado de conduta humana e científica.

Aos colegas de laboratório, tanto da Escola Experimental de Primatas quanto do Laboratório de Neurologia Tropical que garantiram contexto de aprendizagem, criatividade, descontração e colaboração. Aos amigos e amigas que estiveram perto nesses anos de tanta distância.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior — Brasil (CAPES) — Código de Financiamento 001, instituição da qual fui bolsista e à qual agradeço. Estendo meus agradecimentos às demais entidades de

fomento à ciência que cumpriram e cumprem um papel importantíssimo na manutenção e crescimento da ciência no Brasil. Por último, agradeço a Alexandra Elbakyan, cuja iniciativa rebelde modificou a ciência, o meu acesso a ela, e abriu portas que, de outra maneira, levariam décadas para serem abertas.

Lacerda, L. R. (2022). *Efeitos do formato do alvo e tempo de exibição de estímulos pseudoisocromáticos sobre os limiares de discriminação de cores*. [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Pará.

Resumo

Estímulo pseudoisocromáticos são amplamente utilizados na literatura de visão de cores e são a base do Cambridge Colour Test (CCT). Poucos estudos recentes têm se dedicado a entender como variáveis do estímulo e da testagem no CCT podem influenciar os limiares de discriminação de cromaticidades obtidos. A presente pesquisa buscou avaliar os efeitos do tempo de exibição do estímulo (1 e 3 segundos) e formato do alvo (C de Landolt e Quadrado) sobre os limiares de discriminação cromática. Para tanto, utilizou um protocolo de testagem trivetor do CCT com duas cromaticidades complementares por vetor cromático. Participaram 12 humanos adultos com idades entre 18 e 34 anos (média = $25,1 \pm 5$ anos) com acuidade visual normal ou corrigida para logMAR 0,0 e visão de cores normal. A coleta de dados aconteceu em dois dias distintos. Os conjuntos de dados obtidos foram avaliados quanto à sua normalidade através do teste de Shapiro-Wilk. Para as comparações entre grupos e intrassujeito, foi utilizado o teste de U de Mann-Whitney. Os resultados indicaram que não houve diferença significativa entre as condições de tempo de exibição e parte das condições de formatos de alvo. As diferenças identificadas para algumas condições provavelmente ocorreram em virtude do baixo tamanho amostral e ocorrência de valores limiares extremos.

Palavras-chave: mosaicos pseudoisocromáticos; Cambridge Colour Test (CCT); tempo de exibição; formato do alvo; discriminação de cromaticidades.

Lacerda, L. R. (2022). *Effects of target shape and exposure time of pseudoisochromatic stimuli on color discrimination thresholds*. [Master dissertation]. Federal University of Pará.

Abstract

Pseudoisochromatic stimuli are widely used in the color vision literature and are the basis of the Cambridge Color Test (CCT). Few recent studies have been dedicated to understanding how stimulus and testing variables in the CCT can influence the chromaticity discrimination thresholds obtained. This research sought to evaluate the effects of stimulus exposure time (1 and 3 seconds) and target shape (Landolt's C and Square) on chromatic discrimination thresholds. For that, it used a CCT trivector testing protocol with two complementary chromaticities per chromatic vector. Twelve adult humans aged between 18 and 34 years (mean = 25.1 ± 5 years) with normal or corrected to logMAR 0.0 visual acuity and normal color vision were tested. Data collection took place on two different days. Data sets were evaluated for normality using the Shapiro-Wilk test. For comparisons between groups and within subjects, the Mann-Whitney U test was used. Results indicated that there was no significant difference between the exposure time conditions and part of the target shape conditions. The differences identified for some conditions probably occurred due to the small sample size and the occurrence of extreme threshold values.

Keywords: pseudoisochromatic plates; Cambridge Colour Test (CCT); exposure time; target shape; chromaticity discrimination.

Lista de Figuras

Figura 1. Tela inicial do FrACT10 versão 10.0 de 8 de novembro de 2021.	18
Figura 2. Exemplos de estímulos do <i>FrACT10</i>	19
Figura 3. Tipos de placas pseudoisocromáticas do teste de Ishihara.	21
Figura 4. Exemplos ilustrativos dos estímulos pseudoisocromáticos do estudo.	24
Figura 5. Posição relativa das cromaticidades utilizadas no estudo no diagrama de cromaticidades CIE 1976 $u' v'$	25
Figura 6. Exemplo de fluxograma de coleta experimental.	27
Figura 7. Valores limiares por vetor cromático em cada condição de formato de alvo e tempo de exibição.	30
Figura 8. Correlação linear de Pearson entre os limiares no mesmo vetor cromático com estímulo C de Landolt.	31
Figura 9. Correlação linear de Pearson entre os limiares no mesmo vetor cromático com estímulo Quadrado.	32

Sumário

Introdução	10
Método	16
Participantes	16
Aspectos éticos.....	16
Instrumentos.....	17
Freiburg Visual Acuity and Contrast Test Vs 10 (FrACT ₁₀).....	17
Ishihara's Tests for Colour Deficiency (38 plates edition).....	20
Ambiente.....	22
Equipamento	22
Estímulos.....	23
Procedimento	25
Análise de dados	28
Resultados e discussão.....	28
Comparação de tempos de exibição (1 e 3 segundos)	32
Comparação de formatos de alvos (C de Landolt e Quadrado).....	33
Referências.....	37
Anexo A.....	44
Apêndice A	47
Apêndice B.....	49

Segundo Mollon, frequentemente surgem novas formas de avaliar a visão de cores, contudo, muitos dos princípios básicos surgiram no período de 1870 a 1930 (Mollon, 2003). Dentre as principais contribuições da época, pode-se destacar a criação das “placas pseudoisocromáticas” por Stilling (1877).

As placas, aqui chamadas de estímulos ou mosaicos pseudoisocromáticos, consistem em figuras compostas por elementos de diferentes tamanhos (ruído espacial) e brilhos (ruído de luminância). Os testes que utilizam este tipo de estímulo, requisitam que o participante identifique um alvo, isto é, uma porção dos elementos do mosaico definidos com uma cromaticidade distinta dos demais (fundo). O alvo geralmente é definido como um conjunto de elementos cujo agrupamento perceptual forma um numeral, uma letra ou forma geométrica. Os ruídos na informação visual tornam menos prováveis acertos por dicas de forma, artefatos de borda ou brilho e forçam o indivíduo a contar apenas com sua capacidade de discriminar cromaticidades para executar a tarefa exigida com sucesso (Hasrod & Rubin, 2015; Mollon, 2003; Souza et al., 2014).

Desde sua criação, os estímulos pseudoisocromáticos têm sido amplamente utilizados em diversos protocolos comerciais ou experimentais para avaliação da visão de cores (Dain, 2004; Schwartz, 2009) tanto em testes impressos, como os amplamente utilizados *Ishihara's Tests for Colour Deficiency* (Ishihara, 1997), como em testes computadorizados, a exemplo do *Cambridge Colour Test* (CCT, Cambridge Research Systems [CRS], Rochester, UK), versão comercial do teste de discriminação de cromaticidades de Mollon-Reffin (Mollon & Reffin, 1989; Mollon & Regan, 2000; Reffin et al., 1991; Regan et al., 1994, 1998).

Segundo Souza et al. (2014), apesar do amplo uso de estímulos pseudoisocromáticos na literatura, poucos estudos investigaram como as propriedades deste estímulo podem influenciar a percepção visual. Os autores sugerem que a maioria dos estudos tem focado em

aspectos das condições de testagem como iluminação das placas em testes impressos, distância de visualização e tempo de exibição do estímulo.

Acerca de testes impressos Long et al. (1984) realizaram dois experimentos: no Experimento 1 estudaram os efeitos de diferentes condições de iluminação da sala e do tempo de apresentação dos estímulos sobre o número de erros em três testes; e no Experimento 2 estudaram os efeitos da distância de visualização do participante em relação ao estímulo sobre o número de erros nos mesmos três testes. Os experimentos tiveram 42 e 45 participantes humanos com visão de cores normal, respectivamente. Ambos os experimentos foram realizados em relação a três testes impressos de visão de cores: teste de Ishihara, placas pseudoisocromáticas de Dvorine e o teste AOC (*American Optical Corporation*). As conclusões do Experimento 1 indicaram que há efeitos significativos das variáveis estudadas sobre o número de erros nos testes, isto é, os erros diminuíram em função do aumento tempo de apresentação e aumento da iluminação da sala. No Experimento 2, os resultados indicaram que o aumento na distância entre o participante e o estímulo aumenta o número de erros. Em ambos os experimentos, os testes cujos desempenhos foram mais afetados e onde ocorreram mais erros foram o AOC e o Dvorine. O desempenho no teste de Ishihara foi afetado principalmente pela distância, mas foi o menos afetado dos desempenhos nos três testes em todas as condições (Long et al., 1984).

Similarmente, Somerfield et al. (1989) examinaram os efeitos da variação de distância de visualização e tempo de exibição dos estímulos sobre os erros de observadores humanos com visão de cores normal em quatro testes padronizados: (a) teste de Ishihara; (b) *Standard Pseudoisochromatic Plates for Congenital Vision Defects* (SPP-C); (c) *Standard Pseudoisochromatic Plates for Acquired Vision Defects* (SPP-A); e (d) *City University Colour Vision Test* (CUCVT). O estudo teve uma amostra de 120 participantes humanos adultos. Os resultados indicaram efeitos significativos das variáveis estudadas sobre o número de erros dos

participantes, isto é, quanto menor o tempo e maior a distância de visualização, mais erros foram cometidos pelos participantes. Novamente, o teste menos afetado por ambas as variáveis foi o teste de Ishihara (Sommerfield et al., 1989).

M. F. Costa et al. (2007) destacam que alguns testes impressos são utilizados como medida para avaliar deficiências de visão de cores mais severas, mas são pouco sensíveis a deficiências mais leves. Nesse sentido, apontam que os testes computadorizados configuram uma alternativa importante especialmente pelo rigor na metodologia, possibilidade de adaptação do teste ao desempenho individual e computação dos resultados (M. F. Costa et al., 2007).

O CCT é um teste computadorizado que combina os estímulos pseudoisocromáticos de Stilling (1877) e o princípio modulação da cromaticidade do alvo em vetores cromáticos de Chibret (1887) para a rápida determinação de limiares de discriminação de cromaticidades (Hasrod & Rubin, 2015; Mollon & Reffin, 1989). O princípio de Chibret (1877) afirma a possibilidade de variar as diferenças cromáticas do alvo e do fundo de forma dinâmica e adaptativa, ao longo de diferentes vetores no espaço de cores. Mollon e Reffin argumentam que a introdução da modulação de cromaticidades poderia gerar problemas para o desenvolvimento dos testes computadorizados (como a produção não intencional de dicas de luminância), mas propõem que tais dificuldades são evitadas a partir da combinação desse princípio com os mosaicos pseudoisocromáticos (Mollon & Reffin, 1989; Regan et al., 1994).

O CCT utiliza estímulos pseudoisocromáticos que consistem em um mosaico de círculos de diferentes tamanhos e brilhos, além de um alvo de cromaticidade distinta, formando o C de Landolt. O participante é requisitado a indicar a direção de abertura do C de Landolt verbalmente ou em uma caixa de respostas. O desempenho do participante alimenta o *software*, que então adapta a cromaticidade do alvo a partir do procedimento de escada adaptativa (*staircase*). A cada resposta correta, a cromaticidade do alvo é modulada a partir de um vetor

cromático de forma a se aproximar da cromaticidade do fundo. A cada resposta errada, as cromaticidades se diferenciam novamente a partir do aumento do comprimento do vetor cromático. As cromaticidades de alvo e fundo são definidas a partir de coordenadas do espaço de cores CIE (1976) $u' v'$ (também denominado CIELUV) (Mollon & Regan, 2000; Ventura, Silveira, et al., 2003).

O teste dispõe de dois protocolos de avaliação: o teste trivetor e de elipses (Mollon & Regan, 2000). O teste trivetor consiste em uma rápida avaliação da discriminação de cromaticidades a partir de vetores cromáticos definidos em três linhas de confusão típicas para pessoas com discromatopsia: os eixos Protan, Deutan e Tritan. O teste de elipses consiste em uma tarefa semelhante, contudo, os vetores cromáticos podem ser definidos em qualquer direção do espaço de cores a partir da cromaticidade de referência, para obtenção das elipses de MacAdam. Em ambos os protocolos, sugere-se que a abertura do C de Landolt tenha 1° de ângulo visual (Mollon & Regan, 2000). O protocolo trivetor tem sido especialmente investigado e apresenta boa reprodutibilidade (Fernandes et al., 2020; Hasrod & Rubin, 2019).

O CCT tem sido utilizado como uma ferramenta útil na avaliação da visão de cores de participantes humanos com diversas condições clínicas, como diabetes (Ventura, Costa, et al., 2003), distrofia muscular de Duchenne (M. F. Costa et al., 2007), transtorno do espectro autista (Zachi et al., 2017), transtorno bipolar tipo 1 (Fernandes et al., 2017) exposição a solventes orgânicos (T. L. Costa et al., 2012) e intoxicação com mercúrio (Ventura et al., 2004). Os dados normativos do teste foram obtidos a partir do estudo de Ventura, Silveira et al. (2003) para humanos adultos entre 18 e 30 anos com visão de cores normal.

O estudo de Ventura, Silveira et al. (2003) definiu os valores de tolerância superior e inferior para os limiares nos três eixos cromáticos trivetores. Para o eixo Protan e Deutan, o limite inferior dos limiares normais foi de 25×10^{-4} unidades $u' v'$ e para o eixo Tritan foi de

$40 \times 10^{-4} u' v'$. Os valores superiores foram $70 \times 10^{-4} u' v'$ para o eixo Protan, $85 \times 10^{-4} u' v'$ para Deutan e $115 \times 10^{-4} u' v'$ para limiares no eixo Tritan.

O CCT também tem sido utilizado como paradigma de investigação da visão de cores de indivíduos de outras faixas etárias (Goulart et al., 2008; Paramei, 2012; Ventura et al., 2002) e sujeitos não humanos, especialmente primatas (Goulart et al., 2013; Henriques et al., 2019, 2021; Mancuso et al., 2006).

Goulart et al. (2008) produziram uma versão modificada do CCT para a investigação da visão de cores de crianças. O estudo propôs a alteração do alvo C de Landolt para um agrupamento de elementos formando um alvo perceptualmente quadrado, com as mesmas dimensões da abertura do C de Landolt. Os autores realizaram dois experimentos: no Experimento 1, avaliaram a concordância entre as duas versões do teste (CCT e o protótipo adaptado) com 29 participantes humanos adultos de ambos os sexos; no Experimento 2, aplicaram o CCT adaptado para a avaliação da visão de cores de 25 crianças de 2 a 7 anos e 35 adultos de 18 a 30 anos de ambos os sexos. Os resultados do Experimento 1 indicaram boa concordância entre os dois testes, comparável à concordância interna do CCT, exceto no eixo Tritan, cujos limiares da versão adaptada foram menores que os dados normativos de Ventura, Silveira et al. (2003). Os resultados do Experimento 2 apontaram que os limiares de discriminação de cores foram progressivamente menores conforme a idade aumentava (de 2 a 30 anos) e se mantiveram nos valores normais estimados previamente por Ventura, Silveira et al. (2003).

A aplicação do CCT adaptado com crianças de 2 a 7 anos, no entanto, modificou algumas condições de testagem, como a distância do participante (definida em 0,5 metros), ângulo visual da abertura do alvo (de 1° para 7°) e tempo de exibição do estímulo e emissão da resposta de 3 para 9 segundos (Goulart et al., 2008).

Similarmente ao estudo de Goulart et al. (2008), algumas pesquisas com sujeitos não humanos têm utilizado versões adaptadas do CCT com alvos quadrados para a avaliação da visão de cores de primatas, como *Sapajus* spp. (Goulart et al., 2013; Henriques et al., 2019), *Saimiri* spp. (Mancuso et al., 2006) e *Alouatta* spp. (Henriques et al., 2021). Em parte desses estudos, a distância entre o sujeito e a tela chega ao mínimo de 0,2 m e o alvo chega a ter 14° de ângulo visual¹ (Goulart et al., 2013; Henriques et al., 2019).

Outras pesquisas também têm utilizado estímulos pseudoisocromáticos para avaliação da visão de cores de primatas *Pan troglodytes* (Saito et al., 2003), *Cebus apella* (atualmente denominado *Sapajus apella*) (Saito et al., 2005) e *Macaca fascicularis* (Koida et al., 2013), contudo, utilizam um protocolo adaptado do teste de Ishihara com alvos circulares.

Alguns estudos têm buscado entender como determinadas variáveis da testagem no CCT podem alterar os resultados obtidos, como os níveis do ruído de luminância (Souza et al., 2014) e a modulação do contraste de luminância (Cormenzana Méndez et al., 2016). Além desses, outros estudos têm buscado produzir novos protocolos de testagens, inspirados no CCT, para avaliação de discriminação de luminância sob mascaramento cromático (Miquilini et al., 2017; Sousa et al., 2020).

A adaptação do CCT para diferentes perguntas de pesquisa tem motivado modificações no formato do alvo, na distância dos participantes em relação ao monitor de testagem, no ângulo visual dos estímulos, bem como na população de interesse e tempo de exibição dos estímulos. Contudo, poucos estudos têm avaliado como as condições de testagem e as propriedades dos estímulos pseudoisocromáticos afetam os limiares obtidos no CCT (Cormenzana Méndez et al., 2016; Souza et al., 2014).

¹ Esta medida é uma aproximação baseada no tamanho dos estímulos e distância mínima entre os sujeitos e a tela fornecidas nos artigos. Não havia nas publicações uma citação explícita ao ângulo visual.

A presente pesquisa pretende avaliar os efeitos do formato de alvo e do tempo de exibição do estímulo pseudoisocromático sobre os limiares de discriminação de cromaticidades obtidos. A compreensão dos efeitos destas variáveis sobre os limiares pode auxiliar na compreensão de distinções e incompatibilidades de dados obtidos em diferentes grupos de pesquisa e de comparações possíveis com estudos realizados com demais populações, como crianças, grupos clínicos e animais não humanos.

Método

Participantes

A pesquisa utilizou amostragem não probabilística e escolheu os participantes por conveniência, a partir de convite direto, da disponibilidade e interesse de participação. Participaram 12 humanos adultos, com idades entre 18 e 34 anos, com média de $25,1 \pm 5$ anos e mediana de 26,5 anos. Todos os participantes eram naturais do Brasil, sendo sete do sexo feminino e cinco do sexo masculino. Os participantes tiveram sua acuidade visual e visão de cores caracterizadas, respectivamente, a partir do *Freiburg Visual Acuity and Contrast Test Vs 10* (FrACT₁₀) e do *Ishihara's Tests for Colour Deficiency*, edição de 38 placas. Para comporem a amostra, os participantes deveriam (1) ter lido, concordado e assinado o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido — TCLE (Apêndice A); (2) apresentar acuidade visual normal ou corrigida para o mínimo logMAR 0,0 (zero) ou melhor (valores abaixo de zero); e (3) ausência de doenças ou tratamento medicamentoso que comprometam o sistema visual.

Aspectos éticos

Os procedimentos do estudo foram aprovados pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará a partir do parecer nº 570.434 (Anexo A). O risco associado à execução da pesquisa foi o cansaço que os participantes

poderiam sentir devido à duração e número de testes. Dessa forma, houve intervalos para que não houvesse prejuízo ao bem-estar dos participantes. Caso o participante se sentisse mal e/ou não quisesse continuar, o teste seria finalizado sem contrapartida. O benefício derivado da pesquisa para os participantes foi uma avaliação visual de funções importantes como a discriminação de cores e a acuidade visual. O benefício para a comunidade científica foi o de aumentar os conhecimentos sobre a visão de cores em seres humanos.

Instrumentos

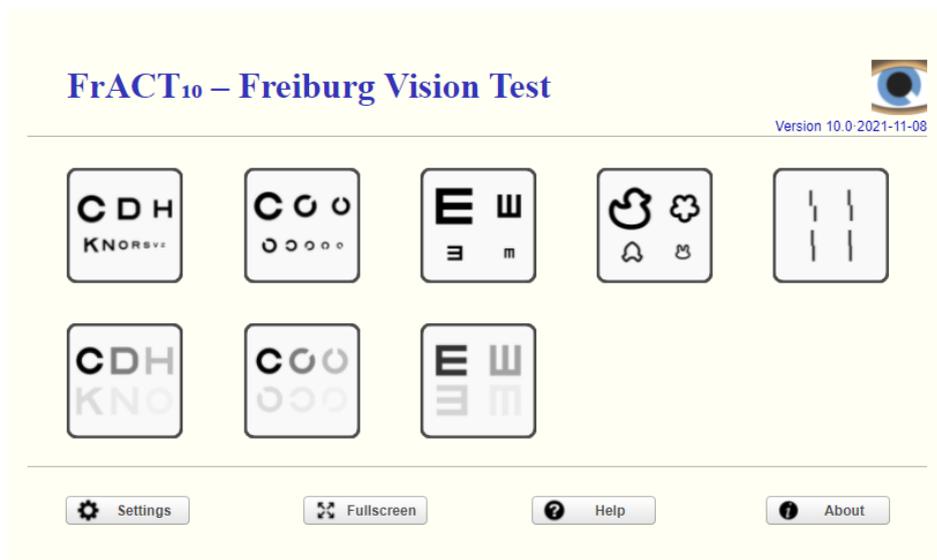
Freiburg Visual Acuity and Contrast Test Vs 10 (FrACT₁₀)

O FrACT₁₀ é uma bateria de testes visuais disponibilizada na forma de um programa de computador distribuído gratuitamente *online*. O programa foi desenvolvido na *Universitäts-Klinikum Freiburg*, por Michael Bach (Bach, 1996, 2007) e dispunha de testagens de acuidade visual com optotipos, acuidade de vernier, testes de acuidade de grade e teste de contrastes. O *software* foi inicialmente desenvolvido como um programa executável, contudo, passou a ser adaptado para realização multiplataforma *online* a partir de abril de 2020. O *software* do teste, seu manual e demais informações estavam disponíveis gratuitamente e *online* no endereço <https://michaelbach.de/fract/>.

Para controle da sequência dos optotipos apresentados, o FrACT₁₀ utilizava o procedimento *Best PEST* (Bach, 1996). Neste sistema, o *software* calculava a estimativa mais provável dos limiares de acuidade visual a partir das características dos optotipos já apresentados e das respostas do participante até o momento, então, exibia o optotipo correspondente ao valor limiar estimado.

O *software* disponibilizava em sua tela inicial (Figura 1) uma série de opções para o pesquisador, como os tipos de tarefas, as configurações, botão para execução do programa em tela cheia, ajuda e informações do *software*.

Figura 1. Tela inicial do FrACT10 versão 10.0 de 8 de novembro de 2021.



Nota. Os quatro botões retangulares abaixo permitiam, respectivamente, configurar a testagem, ampliar a imagem para tela cheia, conseguir ajuda e obter detalhes do software. Os botões quadrados são respectivos às diferentes testagens, como acuidade visual, contrastes etc.

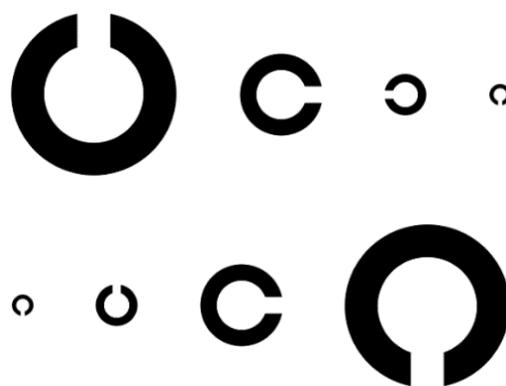
A realização dos testes de acuidade visual com optotipos dependia da calibração do *software* em relação ao monitor de exibição dos estímulos conforme indicado no manual. A aba de configurações (“*Settings*”) disponibilizava o aparato necessário para a calibração, devendo o experimentador (1) calcular o tamanho em milímetros de uma imagem de referência (“*blue ruler*”) dada pelo *software*; e (2) indicar em centímetros a distância do observador em relação ao monitor de teste. Após realizada a calibração, definiam-se os parâmetros de teste.

No presente trabalho, a testagem foi executada em um notebook DELL Inspiron i15-3567-A30P, com tela de diodo emissor de luz de alta definição de 15 polegadas (LED HD) com resolução espacial de 1366×768 pixels, 8 bits de resolução de cor por canal, placa de vídeo Intel(R) HD Graphics 520 e 4 GB de memória RAM. As dimensões da tela, incluindo

moldura, eram de 344,2 mm de largura por 193,5 mm de altura. Na calibração do teste, a imagem de referência teve um valor de 176 mm e a distância do participante foi de 300 cm.

A avaliação da acuidade visual foi realizada através de uma tarefa com o C de Landolt em ambiente escurecido. O teste consistia na apresentação de um alvo no formato da letra C com contraste negativo em relação a um fundo branco (Figura 2). Os participantes foram posicionados a 3 metros do monitor de testagem e eram orientados a indicar verbalmente a direção de abertura do alvo (cima, baixo, direita ou esquerda) ou, em caso de incerteza, dar seu melhor palpite. A cada indicação, o experimentador pressionava a tecla correspondente e uma nova tentativa era apresentada. A posição de abertura do alvo era aleatorizada a cada nova tentativa. O estímulo era exibido por 30 segundos, e o participante dispunha de, no máximo, 30 segundos para indicar sua resposta. Caso não fosse indicada resposta, era contabilizado um erro.

Figura 2. Exemplos de estímulos do *FrACT₁₀*.



Nota. A cada acerto, o estímulo reduzia de tamanho, conforme indicado na linha superior da imagem; e a cada erro, o estímulo aumentava, conforme indicado na linha inferior. O ajuste do tamanho era realizado através do protocolo *Best PEST*.

As respostas do participante alimentavam um algoritmo (baseado no procedimento *Best PEST*) de forma que a tentativa seguinte era apresentada com características semelhantes ao estimado como limiar, o que criava uma condição em que os acertos tornavam o optotipo menor e os erros, maior. A cada 6 tentativas, o programa apresentava uma “tentativa fácil”, isto é, com um optotipo grande, acima do limiar estimado. Os acertos e erros foram definidos com feedbacks sonoros distintos, o que, conforme Bach e Schäfer (2016), não prejudica a qualidade da testagem, mas aumenta o conforto dos participantes na execução da tarefa. Um terceiro feedback sonoro indicava o fim da testagem.

A avaliação foi realizada monocularmente, de forma que cada olho era testado duas vezes em esquema A-B-B-A (por exemplo: direito, esquerdo, esquerdo e direito). Para cada testagem, foram apresentadas 30 tentativas, totalizando 60 para cada olho. Os limiares de discriminação de cada olho foram estimados pela média da notação logMAR (cujo valor normal é 0,0) obtida em cada testagem.

Após o fim da aplicação de cada teste, o *software* retornava à tela inicial e exibia os resultados na porção inferior da tela. Todos os dados obtidos poderiam ser exibidos em formatos pré-definidos e exportados para planilhas de registro.

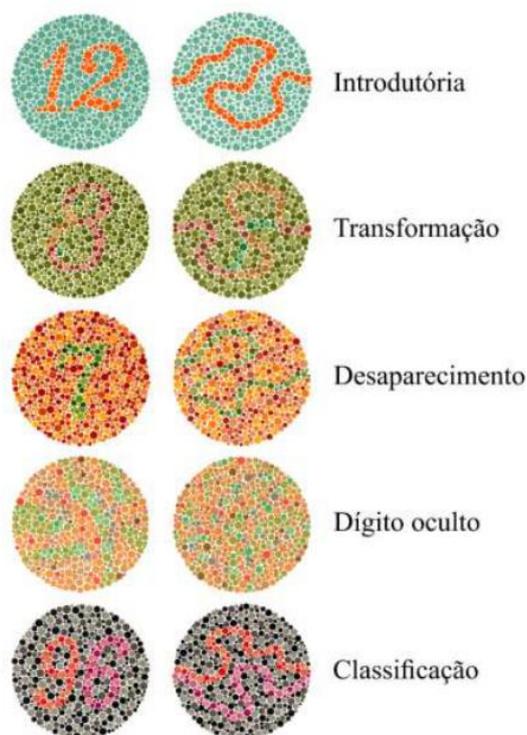
Ishihara's Tests for Colour Deficiency (38 plates edition)

É um teste impresso amplamente utilizado na literatura para a caracterização rápida e precisa das formas mais comuns de deficiências de visão de cores (Birch, 1997). O teste consiste em um caderno com diferentes pranchas impressas de mosaicos pseudoisocromáticos e possui duas configurações de alvo: números ou caminhos. Os números são exibidos para pessoas alfabetizadas e os caminhos para pessoas não alfabetizadas (Figura 3). Na configuração numérica, a tarefa consiste em nomear números exibidos como alvos em mosaicos

pseudoisocromáticos. Na configuração de caminhos, a tarefa consiste em indicar o curso de uma linha presente no mosaico.

No presente projeto, foi utilizado o *Ishihara's Tests for Colour Deficiency, 38 Plates Edition*, de 1997 (Ishihara, 1997). As pranchas eram divididas em cinco tipos: (1) placas introdutórias ou de demonstração (placa 1), em que todos os participantes viam o alvo; (2) placas de transformação ou confusão (placas 2 a 9), em que participantes com discromatopsia viam um alvo e participantes com visão de cores normal viam outro; (3) placas de desaparecimento (placas 10 a 17), cujo alvo apenas participantes com visão de cores conseguiam identificar; (4) dígito oculto (placas 18 a 21), cujo alvo apenas participantes com discromatopsia conseguiam identificar; e (5) classificação (placas 22 a 25), em que todos os participantes viam um alvo, contudo, os participantes com discromatopsias do tipo Protan e Deutan graves viam apenas parte da composição do alvo (Figura 3).

Figura 3. Tipos de placas pseudoisocromáticas do teste de Ishihara.



Nota. À esquerda algumas das placas com alvos numerais e à direita, com alvos de caminhos.

As placas pseudoisocromáticas foram apresentadas a uma distância de 75 cm dos participantes em ambiente iluminado por quatro luzes artificiais e sob um iluminador padrão (Richmond Products, Minnesota, USA). Os participantes foram instruídos a indicar verbalmente o numeral ou o caminho que visualizavam na placa ou indicar caso não visualizassem um numeral específico. Toda a avaliação levava em torno de 5 minutos. As respostas eram comparadas ao gabarito fornecido pelo manual do teste, de forma que os participantes com menos de oito erros eram considerados tricromatas normais.

Ambiente

Todas as etapas do estudo foram realizadas no Laboratório de Neurologia Tropical, no Núcleo de Medicina Tropical da Universidade Federal do Pará. A sala onde os testes foram realizados contava com ambiente climatizado, vedação para luz natural e era iluminada por quatro lâmpadas fluorescentes tubulares.

Equipamento

Os estímulos de teste foram apresentados em um monitor de tubo de raios catódicos (CRT) Mitsubishi Diamond Pro DP2070SB-BK (Mitsubishi, Tokyo, Japan), de 21 polegadas com alta resolução temporal, cromática e espacial (1600 × 1200 pixels, 125 Hz, 14 bits). A geração dos estímulos foi mediada por uma placa gráfica do sistema VSG 2.10 (CRS, Rochester, UK). As correções de luminância e cromaticidade para calibração do monitor foram realizadas com um colorímetro ColorCal (CRS, Rochester, UK). A geração das escadas adaptativas e registro dos resultados foram realizadas em um computador DELL Precision T3500, com processador Intel® Xeon® com 4GB de memória RAM e sistema operacional Windows 7.

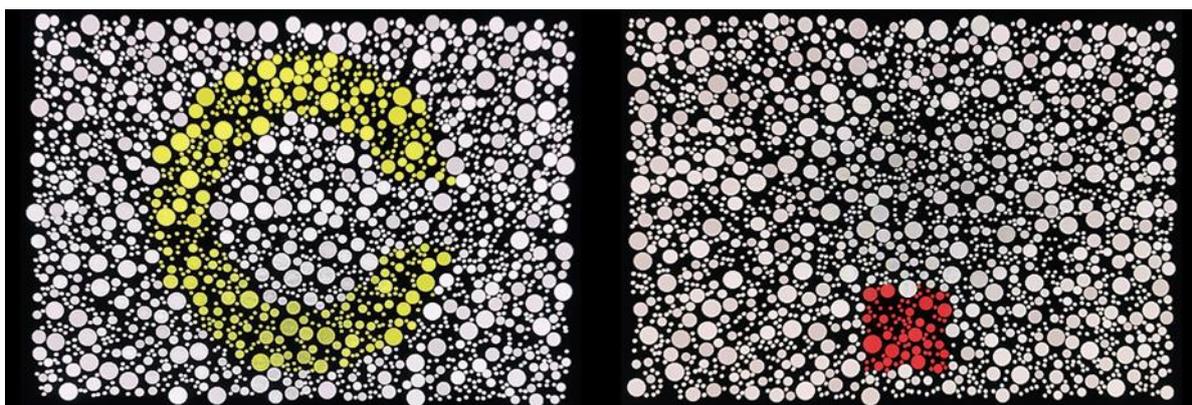
O FrACT₁₀ e o armazenamento externo de dados da pesquisa foram realizados em um notebook DELL Inspiron i15-3567-A30P, com tela de diodo emissor de luz de alta definição de 15 polegadas (LED HD) com resolução espacial de 1366×768 pixels, 8 bits de resolução de cor por canal, placa de vídeo Intel® HD Graphics 520 e 4 GB de memória RAM e sistema operacional Windows 10. A geração dos elementos e alvos dos mosaicos foi realizada através do *software* MOSAICO, desenvolvido por Felipe A. Brito e Givago S. Souza (Brito, 2018). O processamento para a geração dos estímulos, cálculo da escada adaptativa e produção dos arquivos de resultados foram realizados no *software* MATLAB R2010a, versão 7.10.0.499, e da CRS Toolbox versão 1.26 (CRS, Rochester, UK).

Estímulos

Foram utilizados mosaicos pseudoisocromáticos (Figura 4), com 2200 elementos, gerados no *software* MOSAICO. O ruído de luminância dos elementos do mosaico foi definido aleatoriamente a partir de seis níveis de luminância entre 8 cd/m² e 18 cd/m² (8, 10, 12, 14, 16 e 18 cd/m²).

Os mosaicos foram definidos de maneira a ocupar toda a tela do monitor e possuíam 35 cm de comprimento e 25 cm de altura. Os menores elementos dos mosaicos possuíam 0,2 cm², enquanto os maiores possuíam 1,2 cm². Os participantes foram posicionados a 2,55 metros da tela do monitor. O alvo quadrado possuía 4,5 cm² (1° de ângulo visual a uma distância de 2,55 metros). O alvo de C de Landolt possuía 21 cm² de diâmetro externo, 12 cm² de diâmetro interno e 4,5 cm² de abertura (equivalente a, respectivamente, 4,7°, 2,7° e 1° de ângulo visual).

Figura 4. Exemplos ilustrativos dos estímulos pseudoisocromáticos do estudo.



A cromaticidade de fundo foi definida no valor $u' = 0,219$; $v' = 0,480$ do espaço de cores CIE (1976) $u' v'$. O limite superior do comprimento do vetor cromático entre o alvo e o fundo foi de 0,07 e o limite inferior de 0,00002 unidades CIE (1976) $u' v'$. As cromaticidades dos alvos variavam em vetores cromáticos Protan, Deutan e Tritan e foram definidas a partir das coordenadas trivetores indicadas Tabela 1, de forma que, para cada vetor, foram definidas duas cromaticidades.

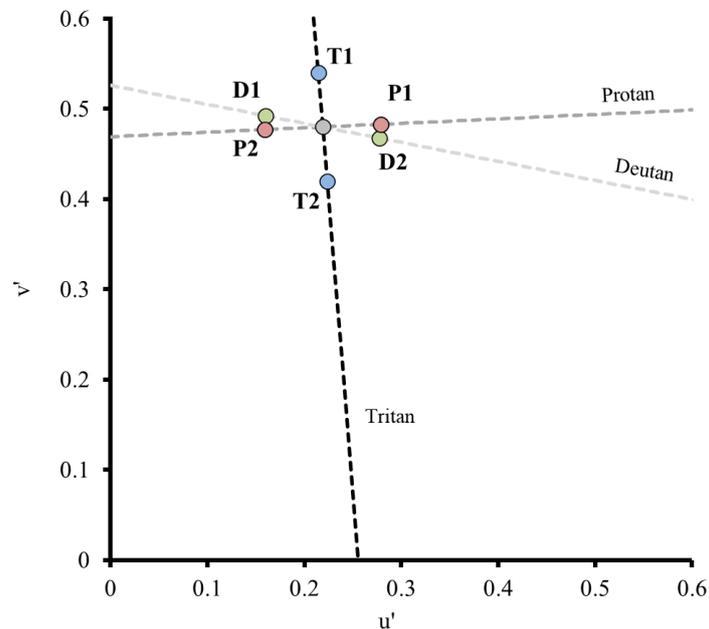
Tabela 1. Características das cromaticidades dos alvos.

Nome	Ângulo do vetor (°)	Valores $u' v'$ ^a	Vetor
P1	2,8	$u' = 0,2789$; $v' = 0,4830$.	Protan
P2	182,8	$u' = 0,1591$; $v' = 0,4770$.	Protan
D1	168,1	$u' = 0,1603$; $v' = 0,4924$.	Deutan
D2	348,1	$u' = 0,2777$; $v' = 0,4676$.	Deutan
T1	94,3	$u' = 0,2145$; $v' = 0,5398$.	Tritan
T2	274,3	$u' = 0,2235$; $v' = 0,4202$.	Tritan

^a Os valores apresentados estão a uma distância cromática de 0,06 unidades $u' v'$.

Os vetores Protan, Deutan e Tritan foram obtidos a partir de três linhas de confusão que atravessam a cor de referência do fundo ($u' = 0,219$; $v' = 0,480$) e convergem para os pontos do diagrama CIE (1976) $u' v'$: $u' = 0,656$ $v' = 0,501$ (Protan); $u' = -1,217$ $v' = 0,782$ (Deutan); e $u' = 0,255$ $v' = 0,0$ (Tritan). A posição relativa de todas as cromaticidades utilizadas nos alvos do estudo estão indicadas no diagrama CIE 1976 $u' v'$ na Figura 5.

Figura 5. Posição relativa das cromaticidades utilizadas no estudo no diagrama de cromaticidades CIE 1976 $u' v'$.



Nota. Todas as cromaticidades apresentadas estão a 0,06 unidades $u' v'$ da cromaticidade de referência, de acordo com as coordenadas da Tabela 1.

Procedimento

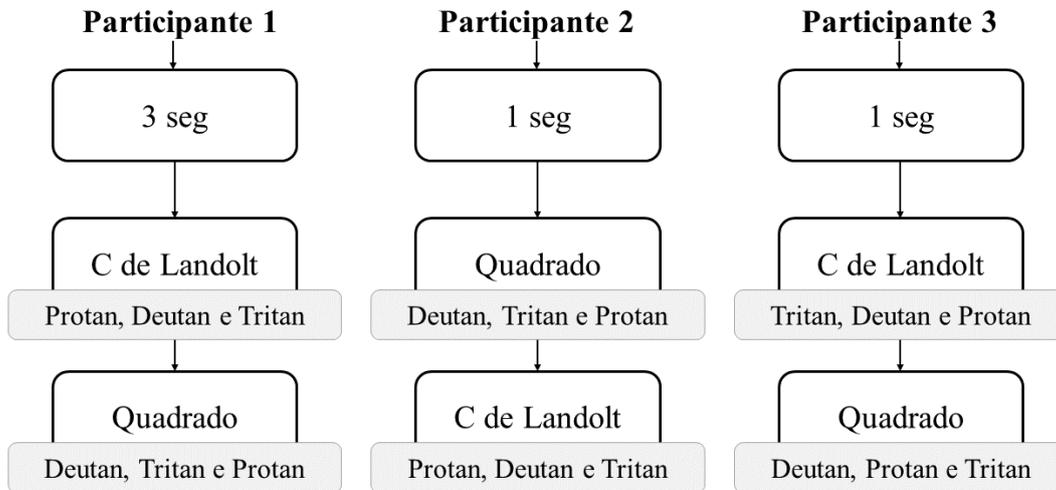
Após a triagem e caracterização visual, os participantes foram distribuídos aleatoriamente em duas condições experimentais: os que realizaram a tarefa com 1 segundo de tempo de exibição do estímulo e os que realizaram com 3 segundos. Em seguida, foram definidas aleatoriamente as ordens de apresentação dos alvos e dos vetores cromáticos do teste.

Em ambas as condições de tempo, cada participante realizou sessões com dois tipos de alvos e seis cromaticidades em cada alvo, sendo dois por vetor cromático trivetor.

Antes de cada sessão experimental, a luz da sala de coleta era apagada por um intervalo de pelo menos 5 minutos e era mantida assim até o final da sessão. Após o intervalo inicial, o participante se sentava em uma cadeira posicionada a 2,55 metros da tela do monitor, e o experimentador indicava o início da testagem. A tarefa consistia em indicar verbalmente a posição de abertura do C de Landolt ou a posição relativa do alvo quadrado (cima, baixo, direita ou esquerda). Os participantes eram instruídos a fornecerem seu melhor palpite, ainda que o alvo fosse invisível. Toda a testagem foi realizada binocularmente em ambiente escurecido. Segundo M. F. Costa et al. (2006), os limiares de discriminação cromática obtidos no CCT não são afetados por binocularidade, dominância ocular ou aprendizagem.

Cada sessão consistia em repetidas apresentações de mosaicos pseudoisocromáticos e era definida a partir de três parâmetros: tempo de exibição do estímulo, ordem de apresentação dos alvos e ordem de apresentação dos vetores cromáticos (Figura 6). Dessa maneira, primeiro se definiu aleatoriamente o tempo de exibição do estímulo, que continuaria fixo até o fim da testagem para cada participante. Depois, definiu-se a ordem de apresentação dos alvos (C de Landolt e Quadrado ou Quadrado e C de Landolt), de forma que todos os participantes foram expostos aos dois alvos, porém em ordens distintas. Por último, eram definidas as ordens de apresentação dos vetores cromáticos por alvo, por exemplo: para o Quadrado, primeiro foram apresentados as cromaticidades no eixo Protan, depois Deutan e Tritan; depois, as cromaticidades eram repetidas para o segundo alvo (C de Landolt), mas em ordem distinta (por exemplo Tritan, Protan e Deutan). Cada participante foi exposto a duas sessões experimentais em dois dias distintos.

Figura 6. Exemplos de fluxogramas de coleta experimental.



A avaliação dos limiares de discriminação de cromaticidades foi realizada a partir do método de escada adaptativa (*staircase*), de forma que a cromaticidade do alvo era modulada com o desempenho do participante. A primeira tentativa de cada cromaticidade apresentava um alvo com vetor de 0,06 (unidades CIE 1976 u' v') de comprimento em relação à cromaticidade de fundo. Até o primeiro erro, os acertos produziam uma redução no comprimento do vetor cromático entre alvo e fundo de 0,018 unidades CIE 1976 u' v' até o limite inferior de 0,00002. A partir do primeiro erro, os acertos produziam uma redução de 0,006, e os erros um aumento de 0,002 unidades CIE 1976 u' v' . Isto implica que, nas primeiras tentativas, os acertos produziam mudanças mais abruptas no contraste cromático entre alvo e fundo do que nas apresentações após o primeiro erro. A avaliação da discriminação para cada cromaticidade encerrava após a conclusão de 10 reversões na escada adaptativa, e os valores dos limiares de discriminação de cromaticidades foram obtidos a partir da média das últimas oito reversões.

Análise de dados

As análises estatísticas foram realizadas no *software* BioEstat 5.0, e os gráficos gerados no Excel. A normalidade dos conjuntos de dados foi testada a partir do teste de Shapiro-Wilk, que testa a hipótese nula (H_0) de que a amostra veio de uma população normalmente distribuída. As comparações entre grupos de participantes e do participante com ele mesmo foram realizadas a partir do teste estatístico U de Mann-Whitney bilateral.

O teste de U de Mann-Whitney testa a hipótese nula de que as distribuições das duas populações são iguais. Neste teste estatístico não paramétrico, ao menos dois critérios devem ser cumpridos: (1) os dados dos grupos devem ser independentes entre si; e (2) os dados devem ser contínuos ou ao menos ordinais. Com um nível de significância (α) de 0,05, valores de p maiores que 0,05 não permitem rejeitar a hipótese nula, ou seja, não permitem dizer que os dados comparados possuem distribuições distintas entre si. Valores de p menores que 0,05 possibilitam a rejeição da hipótese nula e fortalecem a hipótese alternativa (H_1) de que as distribuições das populações não são iguais.

Neste teste estatístico, os dados das duas amostras são ranqueados do maior ao menor, em seguida, as amostras são novamente separadas e somam-se os ranques atribuídos cada amostra. A soma dos ranques é então adicionada ao cálculo da estatística U que é calculada para cada amostra. O menor valor de U é então computado. Em todo caso, quanto menor o valor de U, mais distintas são as amostras. No caso de amostras pequenas, como esta pesquisa, o valor de U é tabelado. Nesta pesquisa, cujas amostras tiveram 12 pares de comparações, o valor de U que indica que as amostras são significativamente distintas é $U = 37$.

Resultados e discussão

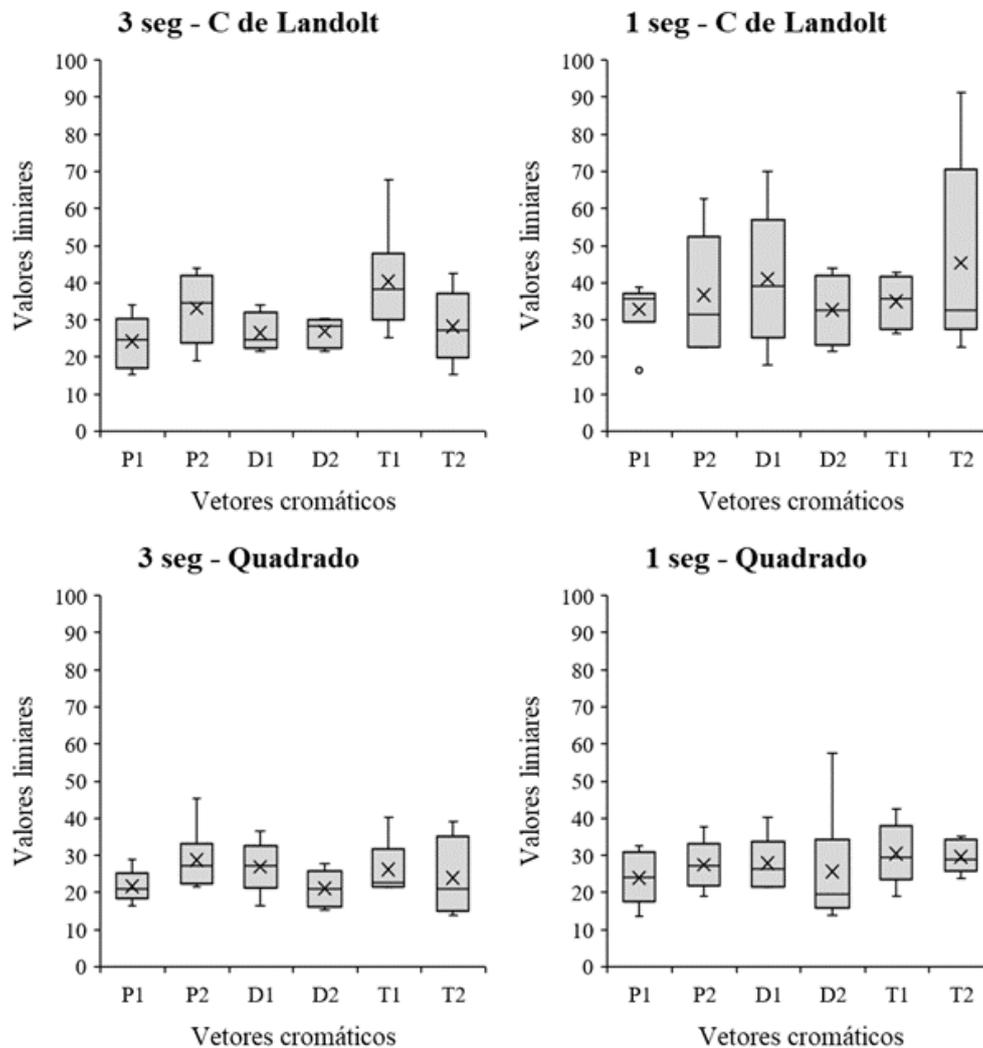
Todos os participantes apresentaram acuidade visual normal ou corrigida para o mínimo logMAR 0,0 (zero) ou melhor, foram caracterizados com visão de cores normal a partir do teste

de Ishihara e concluíram os dois dias de coleta experimental. Os limiares apresentados nos resultados foram obtidos a partir da média das duas observações. Para os fins desta pesquisa, os dados foram analisados, por vetor cromático, de duas maneiras: mantendo o formato do alvo fixo e comparando os tempos de exibição; e mantendo os tempos de exibição fixos e comparando os formatos de alvos.

Os valores limiares obtidos para todos os participantes seguiram em acordo aos limites estabelecidos por Ventura, Silveira et al. (2003) para visão de cores normal, exceto no eixo Tritan, cujos valores foram mais baixos, comparáveis aos eixos Protan e Deutan (ver Figura 7). Alguns fatores podem ter contribuído para esta diferença: o baixo tamanho amostral desta pesquisa, comparativamente ao estudo normativo de Ventura, Silveira et al. (2003); a diferença na cor de referência do fundo; e o limite inferior da escada adaptativa (0,00002 unidades $u'v'$) que pode ter deslocado os valores limiares para baixo. Os dados, no entanto, corroboram a caracterização feita no teste de Ishihara de que todos os participantes possuíam visão de cores normal.

Todos os limiares apresentados na Figura 7 foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk. Apenas três condições combinadas de cromaticidade, tempo de exibição e formato do alvo tiveram valores de p que rejeitaram a hipótese nula e, portanto, não permitiram afirmar que os dados vêm de uma distribuição normal: o limiar obtido em P1, com alvo C de Landolt e tempo de exibição de 1 segundo ($W = 0,6904$; $p = 0,0097$); em T1, alvo Quadrado e tempo de exibição de 3 segundos ($W = 0,7327$; $p = 0,0166$); e em D2, alvo Quadrado e tempo de exibição de 1 segundo ($W = 0,7288$; $p = 0,0153$).

Figura 7. Valores limiares por vetor cromático em cada condição de formato de alvo e tempo de exibição.



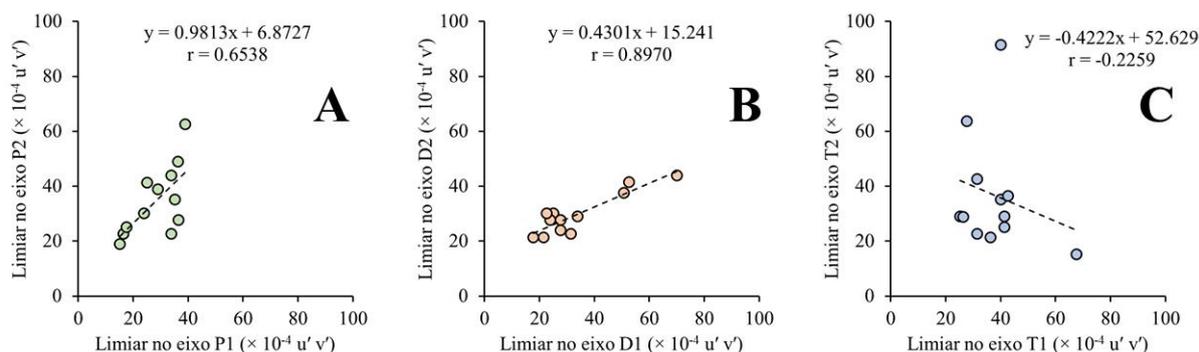
Nota. Todos os valores limiares estão representados em valores $\times 10^4$ unidades $u' v'$.

O limite inferior da escada adaptativa desta pesquisa ($0,00002 u' v'$) foi menor do que o estabelecido pelo CCT em seu manual e os estudos normativos ($0,002 u' v'$). Isso ocorreu devido a um erro na definição do limite inferior durante a programação da coleta e pode ter contribuído para a redução dos limiares. A exposição prolongada dos participantes a condições em que alvo e fundo eram indistinguíveis, devido ao limite inferior estendido, implica em mais oportunidades de erro do que de acerto. Isso pode ter impactado na qualidade do engajamento

na tarefa, por alguns participantes, mas o presente estudo não contou com medidas propícias para verificar essa hipótese.

A partir da observação das diferenças dos limiares obtidos nas cromaticidades do mesmo vetor (por exemplo, P1 e P2), avaliou-se a correlação entre as duas cromaticidades complementares definidas em cada um dos três vetores cromáticos utilizados neste estudo. Considerando que metade dos participantes realizou a tarefa com 1 segundo e os demais com 3 segundos, os dados foram agrupados a partir do tempo de exibição, isto é, as amostras avaliadas no coeficiente de correlação de Pearson contavam com 12 observações, sendo 6 com o tempo de 3 segundos e 6 com 1 segundo, obtida para cada alvo (ver Figura 8 e 9).

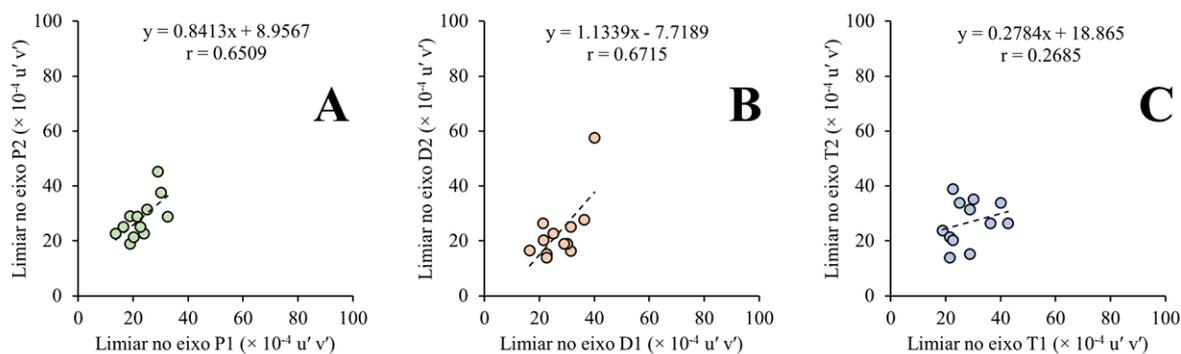
Figura 8. Correlação linear de Pearson entre os limiares no mesmo vetor cromático com estímulo C de Landolt.



Nota. Nos dados apresentados estão mesclados os limiares obtidos com 1 e 3 segundos de tempo de exibição. O gráfico A representa a comparação entre os duas cromaticidades no vetor Protan; B representa as cromaticidades no vetor Deutan; e C, as cromaticidades no vetor Tritan.

Considerando o alvo C de Landolt (Figura 8), as cromaticidades dos vetores Protan e Deutan apresentaram correlação positiva de $r = 0,6538$ e $r = 0,8970$, respectivamente. As cromaticidades no eixo Tritan, por sua vez, apresentaram correlação de $r = - 0,2259$, o que indica uma baixa correlação negativa entre os limiares obtidos a partir dos alvos T1 e T2.

Figura 9. Correlação linear de Pearson entre os limiares no mesmo vetor cromático com estímulo Quadrado.



Nota. Nos dados apresentados estão mesclados os limiares obtidos com 1 e 3 segundos de tempo de exibição. O gráfico A representa a comparação entre as duas cromaticidades no vetor cromático Protan; B representa as cromaticidades no vetor Deutan; e C, as cromaticidades no vetor Tritan.

Considerando o alvo Quadrado (Figura 9), as cromaticidades dos vetores Protan e Deutan apresentaram correlação positiva de $r = 0,6509$ e $r = 0,6715$, respectivamente. As cromaticidades no eixo Tritan apresentaram correlação positiva de $r = 0,2685$, o que indica uma baixa correlação entre os limiares obtidos a partir dos alvos T1 e T2.

Pelo menos dois fatores podem ter contribuído para os resultados das correlações, especialmente das cromaticidades no vetor cromático Tritan, como: o baixo tamanho amostral da pesquisa e a variação dos dados com valores extremos eventuais, especialmente a observada na condição de alvo C de Landolt com menor tempo de exposição.

Comparação de tempos de exibição (1 e 3 segundos)

A pesquisa buscou comparar os limiares obtidos com dois grupos distintos de participantes: os que realizaram a tarefa com 1 ou 3 segundos. Os dados de limiares foram

separados por vetor cromático (Protan, Deutan e Tritan), agrupando as duas cromaticidades do vetor (T1 e T2, por exemplo). Cada grupo comparado teve o mesmo tamanho amostral ($n = 12$), sendo 6 limiares obtidos em uma das cromaticidades (T1, por exemplo) e 6 na cromaticidade complementar (T2).

A comparação entre os limiares obtidos no teste com tempo de exibição em 1 ou 3 segundos não mostrou diferenças significativas em nenhuma das condições comparadas. Com o alvo C de Landolt os resultados por vetor cromático foram: Protan ($U = 53$; $p = 0,2727$); Deutan ($U = 48$; $p = 0,1659$); e Tritan ($U = 60,5$; $p = 0,5067$). Já com o alvo Quadrado, os resultados foram: Protan ($U = 65$; $p = 0,6861$); Deutan ($U = 70$; $p = 0,9081$); e Tritan ($U = 41$; $p = 0,0735$).

Comparação de formatos de alvos (C de Landolt e Quadrado)

A comparação estatística entre os formatos dos alvos foi obtida de maneira semelhante à comparação entre tempos de exibição. Os dados de limiares foram separados por vetor cromático, agrupando as duas cromaticidades por vetor, de forma que cada grupo comparado teve o mesmo tamanho amostral ($n = 12$) contendo 6 limiares obtidos em uma das cromaticidades e 6 na cromaticidade complementar.

A comparação entre os limiares obtidos na testagem com os formatos dos alvos de C de Landolt e Quadrado não mostrou diferenças significativas na maioria das condições. Com o tempo de 3 segundos, os resultados por vetor cromático foram: Protan ($U = 56$; $p = 0,3556$); Deutan ($U = 55,5$; $p = 0,3408$). Com o tempo de 1 segundo foram: Deutan ($U = 41$; $p = 0,0735$); Tritan ($U = 44,5$; $p = 0,1124$). As exceções, que apresentaram diferenças significativas, foram as comparações em dos alvos na condição de 3 segundos no vetor Tritan ($U = 37$; $p = 0,0433$) e na de 1 segundo no vetor Protan ($U = 36$; $p = 0,0377$).

Um aspecto que pode ter contribuído para que os limiares nestas duas condições fossem significativamente distintos é que as cromaticidades T1 (no Quadrado com tempo de exibição de 3 segundos) e P1 (no C de Landolt com tempo de exibição de 1 segundo) foram rejeitados como oriundos de uma distribuição normal no teste de Shapiro-Wilk. Considerando que ambas as cromaticidades estavam inseridas nos grupos de dados com diferença significativa, tal resultado pode ter ocorrido por uma combinação casual.

Os dados obtidos nesta pesquisa sugerem que não há diferença significativa nos limiares obtidos a partir das manipulações de tempo de exibição de 1 e 3 segundos, bem como do formato do alvo C de Landolt e Quadrado. Com relação ao tempo de exibição, os dados sugerem que 1 segundo é tempo suficiente para a identificação da diferença cromática e que 3 segundos não favorecem melhora significativa na discriminação, mas potencialmente reduz a variabilidade dos valores limiares obtidos, apontando para a necessidade de investigar o efeito de tempos inferiores que 1 segundo e superiores a 3 segundos.

Em dois estudos, Siegel (1965, 1968) identificou uma relação de dependência entre a discriminação de cores e o tempo de exibição (no estudo, referenciado como tempo de exposição). No primeiro estudo (Siegel, 1965), oito participantes humanos com visão de cores normal foram expostos a um monocromador de Farrand 1000mm. O equipamento contava com um campo bipartido de 2° de ângulo visual, a metade superior do estímulo foi definida com o estímulo padrão ou modelo, a porção inferior como o estímulo variável. Os tempos de exposição testados foram os de 0,02 s; 0,1 s; 0,2 s; 0,5 s; 1 s; e 5 s. Os resultados indicaram que quanto maior o tempo de exposição, melhor a discriminação cromática, contudo, não identificou uma faixa ideal de tempo de exposição para a avaliação de discriminação. No artigo, o autor discute que a melhora nos tempos mais longos, como 5 s, pode ter ocorrido por mudanças na fixação visual dos observadores.

No segundo estudo (1968), Siegel realizou um experimento semelhante, contudo, testou os efeitos de uma pré-exposição sobre a discriminação de três participantes humanos com visão de cores normal. O equipamento e coleta foram feitos de maneira semelhante, contudo, antes da apresentação de cada estímulo, uma pré-exposição com um dos tempos de exposição era realizada (0,02 s; 0,1 s; 0,2 s; 0,5 s; 1 s; ou 5 s). Os resultados novamente indicaram que tempos de exposição maiores parecem facilitar a discriminação cromática, mas adiciona que os tempos de pré-exposição não parecem ter efeitos relevantes sobre a discriminação de cores, exceto nos menores tempos 0,02 s e 0,1 s cujo efeito foi observado de maneira assistemática.

Outro estudo, de Hita et al. (1982), apresentou discordâncias dos resultados de Siegel. Na pesquisa de Hita et al. (1982), três observadores foram expostos a um campo bipartido cujas cores foram geradas a partir de dois colorímetros modificados do tipo Donaldson. As cromaticidades no campo bipartido variavam a partir de coordenadas do diagrama de cromaticidades CIE 1931. Os tempos de exposição avaliados foram 0,2 s, 0,6 s, 1 s, 1,4 s, 1,8 s, 3 s, 6 s e 9 s. Os resultados indicaram que o tempo de 1 segundo seria o melhor para avaliar diferenças de discriminação de cor e luminância.

Os estudos de Siegel (1965, 1968) e Hita et al. (1982) apontam uma relação entre o tempo de exibição (exposição) e a discriminação de cores, indicando que as diferenças mais evidentes ocorrem nos tempos menores que 1 segundo. Isto talvez explique parcialmente por que os tempos avaliados nesta pesquisa não diferiram de maneira significativa. É importante observar, no entanto, que tais estudos não foram realizados com estímulos pseudoisocromáticos.

Em estudos que venham a ampliar a presente investigação com outros tempos de exibição, é plausível esperar perda de discriminação em condições inferiores a 1 segundo, mas não necessariamente ganhos significativos em condições de tempo maiores, considerando que a presente pesquisa obteve limiares já relativamente baixos na maioria dos vetores (o que pode

implicar em um efeito de piso). Exceção feita aos limiares obtidos na condição 1 segundo / C de Landolt: é possível que tempos de exibição maiores que 3 segundos contribuam para a redução da variabilidade, especialmente notável nos vetores P2, D1 e T2 (Figura 7, painel superior direito).

Em relação à comparação dos alvos, a presente pesquisa reproduz as observações de Goulart et al. (2008) que sugerem boa concordância entre as medidas no CCT realizadas com formatos de alvos distintos (C de Landolt e Quadrado), com ligeira diferença nos limiares Tritan, mais baixos com o alvo Quadrado. Os dados normativos para o CCT (Ventura, Silveira, et al., 2003) demonstraram que os limiares Tritan obtidos com C de Landolt costumam ser ligeiramente mais altos que os limiares Protan e Deutan, achado replicado em outros estudos (e.g., Goulart et al., 2008). A observação de limiares Tritan menores com alvo Quadrado (Goulart et al., 2008) sugere um efeito facilitador deste formato de alvo, que não foi confirmado na presente pesquisa. Apesar disso, chama atenção a diferença de variação dos limiares Tritan obtidos com o C de Landolt na condição de 1 segundo de exibição (Figura 7, painel superior direito). Estudos futuros poderão investigar mais a fundo se se trata de um efeito do menor tempo de exibição sobre uma condição de estímulo com discriminabilidade já diferenciada ou um artefato, decorrente do baixo tamanho amostral.

Duas limitações foram especialmente relevantes nesta pesquisa: o tamanho amostral e a ocorrência de dados/valores extremos. Algumas direções recomendadas para futuras pesquisas consistem: (1) no uso de um tamanho amostral maior; (2) na investigação de outras faixas de tempo de exibição, especialmente abaixo de 1 segundo; e (3) pela continuidade do estudo com cromaticidades complementares como forma de investigação de assimetrias de discriminação cromática.

Referências

- Bach, M. (1996). The Freiburg Visual Acuity test—Automatic measurement of visual acuity. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 73(1), 49–53.
- Bach, M. (2007). The Freiburg Visual Acuity Test-Variability unchanged by post-hoc re-analysis. *Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology*, 245(7), 965–971. <https://doi.org/10.1007/s00417-006-0474-4>
- Bach, M., & Schäfer, K. (2016). Visual Acuity Testing: Feedback Affects Neither Outcome nor Reproducibility, but Leaves Participants Happier. *PLoS ONE*, 11(1), e0147803. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0147803>
- Birch, J. (1997). Efficiency of the Ishihara test for identifying red-green colour deficiency. *Ophthalmic and Physiological Optics*, 17(5), 403–408. <https://doi.org/10.1046/j.1475-1313.1997.97000227.x>
- Brito, F. A. C. (2018). *MOSAICO: desenvolvimento de um programa gerador de estímulos visuais de mosaico* [Dissertação de Mestrado]. Universidade Federal do Pará.
- Chibret, J. (1887). Contribution à l'étude du sens chromatique au moyen du chromatophotomètre de Colardeau, Izarn et Dr. Chibret. *Revue Générale d'Ophtalmologie*, 49–59.
- Cormenzana Méndez, I., Martín, A., Charmichael, T. L., Jacob, M. M., Lacerda, E. M. C. B., Gomes, B. D., Fitzgerald, M. E. C., Ventura, D. F., Silveira, L. C. L., O'Donnell, B. M., & Souza, G. S. (2016). Color Discrimination Is Affected by Modulation of Luminance Noise in Pseudoisochromatic Stimuli. *Frontiers in Psychology*, 7. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2016.01006>
- Costa, M. F., Oliveira, A. G. F., Feitosa-Santana, C., Zatz, M., & Ventura, D. F. (2007). Red-Green Color Vision Impairment in Duchenne Muscular Dystrophy. *American Journal*

of Human Genetics, 80(6), 1064–1075.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1867095/>

Costa, M. F., Ventura, D. F., Perazzolo, F., Murakoshi, M., & Silveira, L. C. L. (2006).

Absence of binocular summation, eye dominance, and learning effects in color discrimination. *Visual Neuroscience*, 23(3–4), 461–469.

<https://doi.org/10.1017/S095252380623311X>

Costa, T. L., Barboni, M. T. S., Moura, A. L. de A., Bonci, D. M. O., Gualtieri, M., Silveira,

L. C. L., & Ventura, D. F. (2012). Long-Term Occupational Exposure to Organic Solvents Affects Color Vision, Contrast Sensitivity and Visual Fields. *PLOS ONE*,

7(8), e42961. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0042961>

Dain, S. J. (2004). Clinical colour vision tests. *Clinical and Experimental Optometry*, 87(4–

5), 276–293. <https://doi.org/10.1111/j.1444-0938.2004.tb05057.x>

Fernandes, T. P., Andrade, S. M., de Andrade, M. J. O., Nogueira, R. M. T. B. L., & Santos,

N. A. (2017). Colour discrimination thresholds in type I Bipolar Disorder: A pilot study. *Scientific Reports*, 7(1), 16405. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16752-0>

Fernandes, T. P., Santos, N. A., & Paramei, G. V. (2020). Cambridge Colour Test:

Reproducibility in normal trichromats. *JOSA A*, 37(4), A70–A80.

<https://doi.org/10.1364/JOSAA.380306>

Goulart, P. R. K., Bandeira, M. L., Tsubota, D., Oiwa, N. N., Costa, M. F., & Ventura, D. F.

(2008). A computer-controlled color vision test for children based on the Cambridge Colour Test. *Visual Neuroscience*, 25(3), 445–450.

<https://doi.org/10.1017/S0952523808080589>

Goulart, P. R. K., Bonci, D. M. O., Galvão, O. F., Silveira, L. C. L., & Ventura, D. F. (2013).

Color Discrimination in the Tufted Capuchin Monkey, *Sapajus* spp. *PLoS ONE*, 8(4), e62255. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0062255>

- Hasrod, N., & Rubin, A. (2015). Colour vision: A review of the Cambridge Colour Test and other colour testing methods. *African Vision and Eye Health*, 74(1), 7 pages.
<https://doi.org/10.4102/aveh.v74i1.23>
- Hasrod, N., & Rubin, A. (2019). The Cambridge Colour Test: Reliability of discrimination trivectors in colour space. *African Vision and Eye Health*, 78(1), 1–10.
<https://doi.org/10.4102/aveh.v78i1.451>
- Henriques, L. D., Hauzman, E., Bonci, D. M. O., Chang, B. S. W., Muniz, J. A. P. C., Souza, G. S., Silveira, L. C. L., Galvão, O. F., Goulart, P. R. K., & Ventura, D. F. (2021). Uniform trichromacy in *Alouatta caraya* and *Alouatta seniculus*: Behavioural and genetic colour vision evaluation. *Frontiers in Zoology*, 18(1), 36.
<https://doi.org/10.1186/s12983-021-00421-0>
- Henriques, L. D., Oliveira, J. C. P., Bonci, D. M. O., Leão, R. C., Souza, G. S., Silveira, L. C. L., Galvão, O. F., Goulart, P. R. K., & Ventura, D. F. (2019). Behavioral and genetic color vision evaluation of an albino male capuchin monkey (*Sapajus apella*). *Journal of Comparative Physiology A*, 205(4), 529–536. <https://doi.org/10.1007/s00359-019-01342-4>
- Hita, E., Romero, J., Jiménez del Barco, L., & Martínez, R. (1982). Temporal aspects of color discrimination. *Journal of the Optical Society of America*, 72(5), 578.
<https://doi.org/10.1364/JOSA.72.000578>
- Ishihara, S. (1997). *The Series of Plates Designed as a Test for Colour-Deficiency* (38 Plates Edition).
- Koida, K., Yokoi, I., Okazawa, G., Mikami, A., Widayati, K. A., Miyachi, S., & Komatsu, H. (2013). Color vision test for dichromatic and trichromatic macaque monkeys. *Journal of Vision*, 13(13), 1–1. <https://doi.org/10.1167/13.13.1>

- Long, G. M., Lyman, B. J., Monaghan, E. P., Penn, D. L., & Brochin, H. A. (1984). *Further investigation of viewing conditions on standard pseudoisochromatic tests*. 4.
- Mancuso, K., Neitz, M., & Neitz, J. (2006). An adaptation of the Cambridge Colour Test for use with animals. *Visual Neuroscience*, 23(3–4), 695–701.
<https://doi.org/10.1017/S0952523806233364>
- Miquilini, L., Walker, N. A., Odigie, E. A., Guimarães, D. L., Salomão, R. C., Lacerda, E. M. C. B., Cortes, M. I. T., de Lima Silveira, L. C., Fitzgerald, M. E. C., Ventura, D. F., & Souza, G. S. (2017). Influence of Spatial and Chromatic Noise on Luminance Discrimination. *Scientific Reports*, 7(1), 16944. <https://doi.org/10.1038/s41598-017-16817-0>
- Mollon, J. D. (2003). The origins of modern color science. Em S. K. Shevell (Org.), *The science of color* (2^o ed). Elsevier.
- Mollon, J. D., & Reffin, J. P. (1989). A computer-controlled colour vision test that combines the principles of Chibret and of Stilling. *Journal of Physiology*.
<http://vision.psychol.cam.ac.uk/jdmollon/papers/MollonReffin1989.pdf>
- Mollon, J. D., & Regan, B. C. (2000). *Cambridge Color Test Handbook*.
<https://sites.oxy.edu/clint/physio/article/CAMBRIDGECOLOURTESTHandbook.pdf>
- Paramei, G. V. (2012). *Color discrimination across four life decades assessed by the Cambridge Colour Test*. 8. <https://doi.org/doi:10.1364/JOSAA.29.00A290>
- Reffin, J. P., Astell, S., & Mollon, J. D. (1991). Trials of a computer-controlled colour vision test that preserves the advantages of pseudoisochromatic plates. Em *Colour vision deficiencies X* (p. 69–76). Springer.
- Regan, B. C., Freudenthaler, N., Kolle, R., Mollon, J. D., & Paulus, W. (1998). Colour discrimination thresholds in Parkinson's disease: Results obtained with a rapid

computer-controlled colour vision test. *Vision Research*, 38(21), 3427–3431.

[https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(97\)00402-1](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(97)00402-1)

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. [https://doi.org/10.1016/0042-6989\(94\)90203-8](https://doi.org/10.1016/0042-6989(94)90203-8)

Saito, A., Kawamura, S., Mikami, A., Ueno, Y., Hiramatsu, C., Koida, K., Fujita, K., Kuroshima, H., & Hasegawa, T. (2005). Demonstration of a genotype–phenotype correlation in the polymorphic color vision of a non-callitrichine New World monkey, capuchin (*Cebus apella*). *American Journal of Primatology*, 67(4), 471–485.

<https://doi.org/10.1002/ajp.20201>

Saito, A., Mikami, A., Hasegawa, T., Koida, K., Terao, K., Koike, S., Onishi, A., Takenaka, O., Teramoto, M., & Mori, Y. (2003). Behavioral evidence of color vision deficiency in a protanomaly chimpanzee (*Pan troglodytes*). *Primates; Journal of Primatology*, 44(2), 171–176. <https://doi.org/10.1007/s10329-002-0017-5>

Schwartz, S. H. (2009). *Visual perception: A clinical orientation* (4th ed). McGraw-Hill Education.

Siegel, M. H. (1965). Color Discrimination as a Function of Exposure Time. *Journal of the Optical Society of America*, 55(5), 566. <https://doi.org/10.1364/JOSA.55.000566>

Siegel, M. H. (1968). The influence of exposure time on color discrimination. *Psychonomic Science*, 12(6), 227–228. <https://doi.org/10.3758/BF03331283>

Somerfield, M. R., Long, G. M., Tuck, J. P., & Gillard, E. T. (1989). Effects of viewing conditions on standard measures of acquired and congenital color defects. *Optometry and Vision Science: Official Publication of the American Academy of Optometry*, 66(1), 29–33. <https://doi.org/10.1097/00006324-198901000-00011>

- Sousa, B. R. S., Loureiro, T. M. G., Goulart, P. R. K., Cortes, M. I. T., Costa, M. F., Bonci, D. M. O., Baran, L. C. P., Hauzman, E., Ventura, D. F., Miquilini, L., & Souza, G. S. (2020). Specificity of the chromatic noise influence on the luminance contrast discrimination to the color vision phenotype. *Scientific Reports*, *10*(1), 1–11.
<https://doi.org/10.1038/s41598-020-74875-3>
- Souza, G. S., Malone, F. L., Crawford, T. L., Miquilini, L., Salomão, R. C., Guimarães, D. L., Ventura, D. F., Fitzgerald, M. E. C., & Silveira, L. C. L. (2014). Low number of luminance levels in the luminance noise increases color discrimination thresholds estimated with pseudoisochromatic stimuli. *Frontiers in Psychology*, *5*.
<https://doi.org/10.3389/fpsyg.2014.01291>
- Stilling, J. (1877). *Die Prüfung des Farbensinnes beim Eisenbahn- und Marine-personal*. Theodor Fischer.
- Ventura, D. F., Costa, M. F., Gualtieri, M., Nishi, M., Bernick, M., Bonci, D., & de Souza, J. M. (2003). Early Vision Loss in Diabetic Patients Assessed by the Cambridge Colour Test. Em J. D. Mollon, J. Pokorny, & K. Knoblauch (Orgs.), *Normal and Defective Colour Vision*. Oxford University Press.
 DOI:10.1093/acprof:oso/9780198525301.003.0042
- Ventura, D. F., Costa, M. T. V., Costa, M. F., Berezovsky, A., Salomão, S. R., Simões, A. L., Lago, M., Pereira, L. H. M. C., Faria, M. a. M., Souza, J. M., & Silveira, L. C. L. (2004). Multifocal and full-field electroretinogram changes associated with color-vision loss in mercury vapor exposure. *Visual Neuroscience*, *21*(3), 421–429.
<https://doi.org/10.1017/S0952523804213372>
- Ventura, D. F., Rodrigues, A. R., Moura, A. A., Vargas, A. C., Costa, M. F., Souza, J. M. de, & Silveira, L. L. (2002). Color Discrimination Measured by the Cambridge Colour

Vision Test (CCVT) in Children and Adults. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 43(13), 3796.

Ventura, D. F., Silveira, L. C. L., Rodrigues, A. R., de Souza, J. M., Gualtieri, M., Bonci, D., & Costa, M. F. (2003). Preliminary Norms for the Cambridge Colour Test. Em J. D. Mollon, J. Pokorny, & K. Knoblauch (Orgs.), *Normal and Defective Colour Vision*. Oxford University Press.

Zachi, E. C., Costa, T. L., Barboni, M. T. S., Costa, M. F., Bonci, D. M. O., & Ventura, D. F. (2017). Color Vision Losses in Autism Spectrum Disorders. *Frontiers in Psychology*, 8, 1127. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01127>

Anexo A

Parecer Consubstanciado Comitê de Ética em Pesquisa

NÚCLEO DE MEDICINA
TROPICAL-NMT/
UNIVERSIDADE FEDERAL DO



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: EFEITO DO RUÍDO SIMBÓLICO SOBRE A DISCRIMINAÇÃO DE CORES UTILIZANDO ESTÍMULOS PSEUDOISOCROMÁTICOS

Pesquisador: Givago da Silva Souza

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 21973813.3.0000.5172

Instituição Proponente: Núcleo de Medicina Tropical-NMT/ Universidade Federal do Pará - UFPA

Patrocinador Principal: MINISTERIO DA CIENCIA, TECNOLOGIA E INOVACAO

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 570.434

Data da Relatoria: 13/02/2014

Apresentação do Projeto:

Esse projeto está sendo submetido pela segunda vez. A versão atual apresenta todos os itens exigidos.

Esse projeto pretende avaliar a influência de diferentes símbolos na composição do mosaico de estímulos pseudoisocromáticos na discriminação de cores de sujeitos tricromatas e dicromatas.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Avaliar o efeito do número e tipo de símbolos que compõem os estímulos pseudoisocromáticos sobre a discriminação de cores de sujeitos tricromatas e dicromatas.

Objetivo Secundário:

Desenvolver estímulos pseudoisocromáticos com 1, 2, 3 ou 4 símbolos separados ou conjugados; Estimar a discriminação de cores com estímulos pseudoisocromáticos com diferentes combinações de símbolos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Estão descritos no projeto.

Endereço: Av. Generalíssimo Deodoro, 92

Bairro: Umarizal

UF: PA

Município: BELEM

Telefone: (91)3201-6857

CEP: 66.055-240

E-mail: cepbel@ufpa.br

NÚCLEO DE MEDICINA
TROPICAL-NMT/
UNIVERSIDADE FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 570.434

Riscos:

Os participantes envolvidos nesta pesquisa podem sentir-se cansados durante os testes, devido à quantidade de testes executados e tempo demandado nestes. Portanto, são dados intervalos entre os testes para que não haja prejuízo ao bem estar do sujeito. Caso o participante sinta mal estar, o teste é finalizado.

Benefícios:

Os benefícios para a pessoa que participará voluntariamente da pesquisa é que ela terá uma avaliação médica visual importante. Para a ciência, o benefício será o de contribuir para aumentar os conhecimentos sobre a visão de cor em seres humanos.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Baseado no parecer do relator anterior o autor realizou as alterações sugeridas.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O TCLE foi apresentado e o autor fez as correções sugeridas pelo relator.

Recomendações:

Recomendo a aprovação do Projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O autor realizou as alterações sugeridas pelo relator anterior.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Av. Generalíssimo Deodoro, 92

Bairro: Umarizal

UF: PA

Telefone: (91)3201-6957

Município: BELEM

CEP: 66.055-240

E-mail: cepbel@ufpa.br

NÚCLEO DE MEDICINA
TROPICAL-NMT/
UNIVERSIDADE FEDERAL DO



Continuação do Parecer: 570.434

BELEM, 26 de Março de 2014

Assinador por:
ANDERSON RAIOL RODRIGUES
(Coordenador)

Endereço: Av. Generalíssimo Deodoro, 92
Bairro: Umarizal CEP: 66.055-240
UF: PA Município: BELEM
Telefone: (91)3201-6857 E-mail: cepbel@ufpa.br

Apêndice A

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE

Você está sendo convidado (a) a participar do projeto de pesquisa intitulado “Efeitos do tipo de alvo e tempo de exibição sobre os limiares de discriminação de cores” de responsabilidade do mestrando Lucas Raphael Lacerda Cunha, orientado pelos professores Dr. Paulo Roney Kilpp Goulart e Dr. Givago da Silva Souza, e vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Neurociências e Comportamento (PPGNC), do Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento (NTPC) da Universidade Federal do Pará (UFPA).

Leia cuidadosamente e pergunte sobre qualquer dúvida que tiver. Caso se sinta esclarecido (a) sobre as informações que estão neste termo e aceite fazer parte do estudo, peço que assine ao final deste documento, em duas vias, sendo uma via sua e a outra do pesquisador responsável pela pesquisa. Saiba que você tem total direito de não querer participar.

Objetivo da pesquisa

Avaliar como mudanças no tipo de estímulo e tempo de apresentação podem afetar os resultados obtidos em testes computadorizados de visão de cores. Tal conhecimento pode ajudar a compreender como otimizar e melhorar as testagens, além de expandir os conhecimentos sobre o fenômeno visual.

Procedimentos

A participação nesta pesquisa consistirá em dois encontros, em dias diferentes, cada um com duração estimada entre 30 e 60 minutos. No primeiro encontro, você será apresentado (a) a uma breve entrevista sobre sua saúde e visão, um teste impresso de visão de cores, um teste de acuidade visual computadorizado e uma tarefa de discriminação de cores computadorizada. No segundo encontro, apenas a tarefa de discriminação de cores computadorizada.

No teste de visão de cores você será apresentado (a) a um caderno com diversas imagens de mosaicos de cores e deverá dizer qual número ou desenho você vê no centro do mosaico; no teste de acuidade você verá, na tela de um computador, a letra C apresentada diversas vezes e deverá indicar verbalmente para que lado está a abertura da letra; por último, você será apresentado (a) a uma tarefa no computador onde serão exibidos mosaicos com um alvo definido como a letra C ou um quadrado. Você deverá indicar verbalmente para qual direção a letra C está aberta ou em que quadrante da tela o quadrado está (cima, baixo, direita ou esquerda). Você poderá pedir esclarecimentos acerca de dúvidas sobre o procedimento para o pesquisador.

Riscos e benefícios

O risco associado aos procedimentos desta pesquisa é a possibilidade de cansaço devido à quantidade e a duração dos testes. Entre cada teste, você terá intervalos disponíveis para descansar a visão, caso sinta necessidade. Se a qualquer momento do estudo você não se sentir confortável para continuar, poderá encerrar sua participação sem contrapartida negativa.

Os benefícios associados são: ter uma avaliação inicial de acuidade visual e uma avaliação de sua visão de cores, além de deixar sua contribuição para o avanço do conhecimento científico.

O nome de todos os participantes será mantido em sigilo, assegurando assim a privacidade e, se desejar, você terá livre acesso às informações e esclarecimentos adicionais sobre o estudo e suas consequências. Os dados coletados serão utilizados única e exclusivamente para fins de pesquisa e os resultados poderão ser publicados.

CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____,
RG n° _____, declaro que li as informações sobre a pesquisa "Efeitos do tipo de alvo e tempo de exibição sobre os limiares de discriminação de cores", sob responsabilidade do pesquisador Lucas Raphael Lacerda Cunha, e que me sinto esclarecido (a) sobre o seu conteúdo e acerca da minha participação, bem como dos riscos e benefícios envolvidos. Sob tais condições, declaro livremente meu consentimento em participar.

Assinatura do participante

Belém, Dia ____/____/____

Lucas Raphael Lacerda Cunha
Tel: (91) 9 8333 9484
E-mail: lucas.lacerda7@gmail.com

Apêndice B

Mediana, primeiro quartil e terceiro quartil obtidos para cada vetor por condição de testagem.

	P1	P2	D1	D2	T1	T2
3 segundos ^a	28.8 (22.6–35.8)	28.9 (23.3–40.7)	25.1 (22.7–31.4)	23.9 (20.8–28.0)	30.1 (22.6–40.1)	23.3 (18.9–34.2)
C de Landolt	24.5 (17.0–30.2)	34.5 (23.6–41.9)	24.5 (23.0–29.8)	28.3 (23.9–29.8)	38.2 (32.6–41.1)	27.0 (22.3–33.6)
Quadrado	20.8 (18.3–25.2)	27.0 (22.3–33.0)	27.0 (23.3–30.7)	20.8 (17.0–24.5)	22.6 (21.7–27.3)	20.8 (16.4–30.7)
1 segundo ^a	31.4 (21.7–35.4)	28.3 (22.6–35.8)	28.8 (22.3–42.8)	25.1 (19.8–38.6)	30.8 (27.3–40.4)	30.1 (26.4–35.5)
C de Landolt	35.7 (34.2–36.4)	31.4 (23.9–45.4)	39.1 (27.6–52.1)	32.6 (24.8–40.5)	35.8 (28.6–41.0)	32.6 (28.9–56.9)
Quadrado	23.9 (19.8–28.9)	27.0 (23.2–30.8)	26.4 (21.7–31.0)	19.5 (17.0–24.8)	29.5 (26.1–34.8)	28.9 (26.4–33.2)

Nota. Os dados estão apresentados em: Mediana (1º quartil–3º quartil).

^a Os dados destas linhas incorporam os limiares obtidos para os dois alvos e condições de tempo.