



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE - PPGCS

ROSA MARIA GUIMARÃES BRITO

**INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE A DISCRIMINAÇÃO DE LUMINÂNCIA COM
MASCARAMENTO DE RÚIDO CROMÁTICO**

MACAPÁ
2021

ROSA MARIA GUIMARÃES BRITO

**INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE A DISCRIMINAÇÃO DE LUMINÂNCIA COM
MASCARAMENTO DE RUÍDO CROMÁTICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde da Universidade Federal do Amapá, na área de concentração Epidemiologia e Saúde Pública, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Saúde.

Orientador: Prof. Dr. Givago da Silva Souza

MACAPÁ
2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da Universidade Federal do Amapá
Elaborada por Jamile da Conceição da Silva – CRB-2/1010

B862i Brito, Rosa Maria Guimarães.
Influência da idade sobre a discriminação de luminância com mascaramento de ruído cromático / Rosa Maria Guimarães Brito - 2021.
1 recurso eletrônico. 86 f : ilustradas.

Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Macapá, 2021.
Orientador: Professor Doutor Givago da Silva Souza

Modo de acesso: World Wide Web.
Formato de arquivo: Portable Document Format (PDF).

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Olhos. 2. Oftalmologia. 3. Percepção visual. 4. Psicofísico visual. 5. Percepção da cor. I. Souza, Givago da Silva, orientador. II. Título.

Classificação Decimal de Dewey. 22 ed. 612.843

BRITO, Rosa Maria Guimarães. **Influência da idade sobre a discriminação de luminância com mascaramento de ruído cromático**. Orientador: Givago da Silva Souza. 2021. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Saúde) – Universidade Federal do Amapá, Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Macapá, 2021.

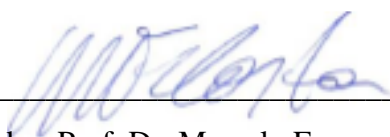
ROSA MARIA GUIMARÃES BRITO

**INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE A DISCRIMINAÇÃO DE LUMINÂNCIA COM
MASCARAMENTO DE RUÍDO CROMÁTICO**


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, da Universidade Federal do Amapá, na área de concentração de Saúde Pública e Epidemiologia, como requisito para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Givago da Silva Souza

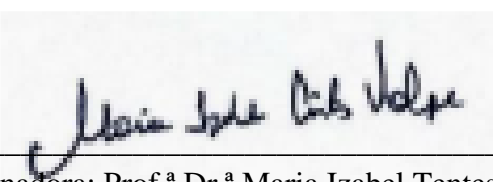
DATA DE APROVAÇÃO: 12/12/2021.



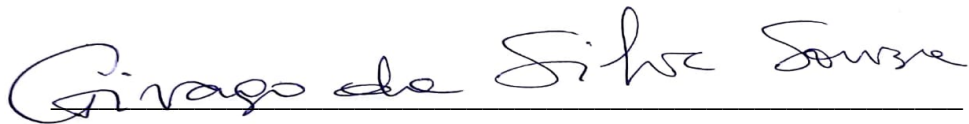
Examinador: Prof. Dr. Marcelo Fernandes da Costa
Universidade de São Paulo



Examinadora: Prof.ª Dr.ª Letícia Miquilini de Arruda Farias
Universidade Federal do Pará



Examinadora: Prof.ª Dr.ª Maria Izabel Tentes Cortes
Universidade Federal do Amapá



Orientador: Prof. Dr. Givago da Silva Souza
Universidade Federal do Pará

MACAPÁ
2021

Dedico esse estudo e sobretudo, todo o meu esforço intelectual, com reverência, amor e a mais profunda gratidão, à minha avó, Ursulina (*in memorian*), e aos meus pais, Lindembergh (*in memorian*) e Célia. A grande força, coragem, amor e dedicação de vocês sempre foram as minhas maiores referências na vida.

À Maria Fernanda e Daniel, filhos que a natureza me possibilitou gerar e a quem eu dedico diariamente a minha mais aperfeiçoada versão de mim mesma. Que eu possa ser exemplo em suas vidas!

“Dar o exemplo não é a melhor maneira de influenciar os outros. É a única” (Albert Schweitzer).

MINHA GRATIDÃO!

Como escreveu João Cabral de Melo Neto, “Um galo sozinho não tece uma manhã...”, se eu cheguei até aqui, certamente tenho muito a quem agradecer...

Então inicio a minha relação, agradecendo a Deus, potência etérea ou da natureza, por todas as bênçãos e pela luz no caminho.

Aos meus pais por se dedicarem tanto, se desdobrando incontáveis vezes para oferecerem sempre o melhor que puderam. Eu não seria capaz de expressar toda a gratidão e reconhecimento que tenho pelo amor de vocês e por tudo o que vivemos.

À minha vizinha amada, minha Ursinha, de quem eu recebi o amor máximo por toda a vida. Minhas melhores recordações estão no seu quintal, no seu cuidado, no seu jeitinho de demonstrar o quanto o seu amor era imenso, sinto a sua mão me abençoando da mesma forma, todas as vezes em que te chamo.

Aos meus filhos biológicos e do coração, Maria Fernanda, Daniel, Matheus e Mateus por todo amor, apoio, carinho, colaboração, incentivo, abraços, beijinhos e sorrisos.

Ao meu companheiro, Gustavo, obrigada por todo apoio, pelos cafezinhos revigorantes, por correr todas as vezes que eu precisei, pelo carinho, pelas comidinhas, pelo cuidado com as crianças e com as nossas coisas, enfim... obrigada por todo o amor!

Às mulheres que mais me apoiam, me acolhem e me socorrem o tempo inteiro em todas as coisas, minhas finas flores generosas Mundica e Dona Celinha.

À minha irmã e sobrinhos amados, Lílian, Benício e Mateus pelo apoio, carinho e pelos momentos de abstração.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Givago da Silva Souza, fonte de inspiração e orgulho, um pesquisador e professor definitivamente comprometido e dedicado com a ciência, que transmite esse mesmo entusiasmo aos seus discentes.

À Prof.^a Dr.^a Maria Izabel Tentes Corte, pelo apoio e disponibilidade.

À Prof.^a Dr.^a Letícia Miquilini de Arruda Farias pela solicitude e diligência, sobretudo pelas valiosas contribuições feitas à essa dissertação.

Aos amigos e voluntários que participaram dos testes realizados, de maneira tão benevolente, contribuindo com esta pesquisa e com a ciência.

À Universidade Federal do Amapá, agradecendo em seu nome à universidade pública, que em sua face mais elementar se expressa em um centro de compartilhamento, disseminação, preservação, produção e transmissão do conhecimento, através da indissociabilidade do tripé

acadêmico: ensino – pesquisa – extensão, representando a proteção das gerações futuras, da sociedade e da Constituição.

A todo corpo docente da UNIFAP, especialmente do Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde, obrigada pelo incentivo e por toda a dedicação. Vocês são heróis!

Aos meus colegas de turma, companheiros nessa trajetória, pelas trocas de ideias, apoio e ajuda mútua.

Aos meus companheiros de ofício, pela torcida, suporte e sinergia.

A todos que contribuíram/contribuem/contribuirão com a minha jornada e com essa pesquisa, agradeço por existirem em minha vida, parafraseando Carl Sagan: Diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim dividir um planeta, uma época e a vida com vocês. Gratidão!

“Tenho a impressão de ter sido uma criança brincando à beira-mar, divertindo-me em descobrir uma pedrinha mais lisa ou uma concha mais bonita que as outras, enquanto o imenso oceano da verdade continua misterioso diante de meus olhos.”

Isaac Newton

RESUMO

A compreensão da influência da resposta visual a contrastes de cor e luminância é indispensável para um melhor entendimento do processamento visual sob condições naturais. Estudos atuais apontam que com o envelhecimento, o ser humano apresenta modificações na percepção de cores e tem a sensibilidade diminuída especialmente após os 40 anos. Assim, propusemos nessa pesquisa, comparar a influência da idade sobre a percepção limiar de luminância mascarada por ruído de cores em sujeitos distribuídos em dois grupos etários, dos 20 aos 40 anos e acima de 50 anos de idade, sem comorbidades. Este foi um estudo observacional do tipo analítico-descritivo transversal, realizado no Laboratório de Neurologia da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP, onde participaram 42 voluntários, metade para cada grupo etário, que foram recrutados por meio de convite publicado em redes sociais. Os participantes foram submetidos à entrevista prévia para investigar a presença de doenças neurológicas, metabólicas e degenerativas que pudessem comprometer a visão, em seguida foram efetuados 03 testes psicofísicos, sendo 02 de triagem: a avaliação de acuidade visual (FrACT) e o teste de Ishihara e por fim, o teste finalístico desse estudo para a avaliação da discriminação do contraste limiar de luminância com mascaramento de cor. O risco que poderia decorrer da pesquisa seria o extenso tempo para realização dos testes, que poderia levar a ocorrência de desconforto, podendo ser aliviado com a realização de intervalos entre os testes e quando solicitado pelo participante. Os benefícios seriam individuais, pela ampla avaliação visual que o participante poderia desfrutar; e coletivos pela contribuição para a ampliação dos conhecimentos relacionados aos mecanismos de interação entre cor e brilho na visão humana, sobretudo com o avanço da idade. Para avaliar a distribuição dos dados, aplicamos o teste de normalidade Shapiro-Wilk. Para análise de variância, utilizamos o teste ANOVA, de uma via, seguido por um teste de comparações múltiplas de Tukey para comparar os parâmetros de cada grupo; o teste t de Student não pareado com correção de Welch foi usado para comparar parâmetros entre os grupo. Os resultados do estudo confirmam a hipótese de que o avanço da idade afeta a interação entre cor e luminância, corroborando ainda com a hipótese de que em idosos a provável diminuição da percepção dos mecanismos psicofísicos azul-amarelo induziria a diminuição da inibição do ruído de cor sobre a percepção limiar de luminância.

Palavras-chave: Visão de cores. Psicofísica visual. Estímulos pseudoisocromáticos. Contraste limiar de luminância. Influência da idade.

ABSTRACT

Understanding the influence of the visual response to color contrasts and luminance is indispensable for a better understanding of visual processing under natural conditions. Current studies point out that with aging, humans present modifications in color perception and have decreased sensitivity especially after 40 years of age. Thus, we proposed in this research, to compare the influence of age on threshold perception of luminance masked by color noise in subjects distributed into two age groups, from 20 to 40 years old and over 50 years old, without comorbidities. This was an observational study of the cross-sectional analytic-descriptive type, conducted in the Neurology Laboratory of the Universidade Federal do Amapá - UNIFAP, where 42 volunteers participated, half for each age group, who were recruited through an invitation published in social networks. The participants were submitted to a previous interview to investigate the presence of neurological, metabolic and degenerative diseases that could compromise vision, then 03 psychophysical tests were performed, being 02 screening tests: the assessment of visual acuity (FrACT) and the Ishihara test and finally, the final test of this study for the evaluation of threshold luminance contrast discrimination with color masking. The risk that could arise from the research would be the extensive time spent performing the tests, which could lead to discomfort that could be relieved by taking breaks between tests and when requested by the participant. The benefits would be individual, due to the broad visual evaluation that the participant could enjoy; and collective, due to the contribution to the expansion of knowledge related to the interaction mechanisms between color and brightness in human vision, especially with advancing age. To assess data distribution, we applied the Shapiro-Wilk normality test. For analysis of variance, we used the one-way ANOVA test, followed by a Tukey's multiple comparisons test to compare parameters in each group; the unpaired Student's t-test with Welch's correction was used to compare parameters between groups. The results of the study confirm the hypothesis that advancing age affects the interaction between color and luminance, further corroborating the hypothesis that in the elderly the likely decrease in the perception of blue-yellow psychophysical mechanisms would induce decreased inhibition of color noise on threshold luminance perception.

Keywords: Color vision. Visual psychophysics. Pseudoisochromatic stimuli. Threshold luminance perception. Influence of age.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Secção transversal do olho humano. As estruturas localizadas no segmento anterior do olho (córnea, pupila e cristalino) regulam a quantidade de luz que penetrante, focalizando-a sobre a retina.....	18
Figura 2 - Camadas da retina humana. O caminho visual da retina se estende no sentido oposto à direção da luz. Iniciando-se na camada de fotorreceptores celulares, seguindo para a camada de células bipolares e finalmente para as células ganglionares	20
Figura 3 - Estrutura básica dos fotorreceptores bastonetes e cones	21
Figura 4 - Espectro visível da radiação eletromagnética.....	22
Figura 5 - Sensibilidade espectral normalizada dos cones e bastonetes no olho humano.....	23
Figura 6 - Projeções centrais das células ganglionares. Os axônios terminam no núcleo geniculado lateral do tálamo (ângulo de visão da superfície inferior do cérebro).	25
Figura 7 - Sistema visual e as camadas dos núcleos geniculados laterais direito e esquerdo.	26
Figura 8 - Ilustração composta por contrastes de brilho e de cor, que possibilitam a diferenciação dos objetos.	27
Figura 9 - Exemplos de estímulos variegados de mosaico.....	31
Figura 10 - População por idade e sexo, 2019, 2050 e 2100.....	32
Figura 11 - Exemplos de figuras do teste de Ishihara	37
Figura 12 - Exemplos de estímulos expostos no teste Freiburg Visual Acuity Test (FrACT). O teste começa exibindo um estímulo com tamanho padronizado e de acordo com a resposta do sujeito, o estímulo irá diminuir (acertos) ou aumentar (erros), ajustando a acuidade visual. ..	39
Figura 13 - Localização da coordenada de referência no diagrama da CIE 1976, com os 8 vetores com intervalos de 45° entre si. O maior vetor cromático em cada eixo está representado pelas cruces, enquanto o eixo de confusão de cor protan (p), deután (d) e tritan (t) estão representados pelos tracejados.....	41
Figura 14 - Exemplos dos tipos de mascaramento cromático utilizados nos estímulos do testes.	42
Figura 15 - Configurações do estímulo gerado no ambiente de programação MATLAB	43
Figura 16 - Box-plots dos contrastes limiares obtidos nos diferentes protocolos de estimulação nos grupos Jovem (gráfico superior) e Idoso (gráfico inferior).....	46
Figura 17 - Box-plots dos contrastes limiares obtidos pelos diferentes grupos etários para cada um dos diferentes protocolos de estimulação.	47

Figura 18 - Box-plots das variações entre contrastes limiars obtidos em protocolos com ruído e sem ruído cromático em ambos os grupos etários.	49
Figura 19 - Box-plots das comparações intergrupos das variações entre os contrastes limiars obtidos usando protocolos com ruído cromático e o contraste limiar obtido usando o protocolo Sem Ruído cromático.	50

LISTA DE ABREVIATURAS

ANOVA	Análise de Variância
BestPEST	Melhor estimativa de parâmetros por teste sequencial (do inglês, <i>Best Parameter Estimation by Sequential Testing</i>)
CCG	Células Ganglionares
CCT	Teste de cor de Cambridge (do inglês, <i>Cambridge Color Test</i>)
Células K	Células Koniocelulares
Células M	Células Magnocelulares
Células P	Células Parvocelulares
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CIE	Comissão Internacional de Iluminação
CNE	Camada Nuclear Externa
CNI	Camada Nuclear Interna
DNA	Ácido Desoxirribonucleico (do inglês, <i>Deoxyribonucleic Acid</i>)
FrACT	Teste de Acuidade Visual de Freiburg (do inglês, <i>Freiburg Visual Acuity Test</i>)
HD	Alta Definição (do inglês, <i>High Definition</i>)
L	Comprimento de Onda Longo
LCD	Display de Cristal Líquido (do inglês, <i>Liquid Crystal Display</i>)
LED	Diodo Emissor de Luz (do inglês, <i>Light Emitting Diode</i>)
M	Comprimento de Onda Médio
NGL	Núcleo Geniculado Lateral
NU	Nações Unidas
OMS	Organização Mundial da Saúde
S	Comprimento de Onda Curto
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
VECP	Potenciais Corticais Visuais Evocados (do inglês, <i>Visual Evoked Cortical Potentials</i>)

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL.....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 A EVOLUÇÃO HUMANA E O SISTEMA VISUAL	17
3.2. LENTES NATURAIS DO SISTEMA VISUAL	17
3.3 A VISÃO DE CORES: DA RETINA AO NÚCLEO GENICULADO LATERAL.....	19
3.4 COR E LUMINÂNCIA – INTERAÇÃO E AVALIAÇÃO UTILIZANDO ESTUDOS PSICOFÍSICOS	26
3.5 DISCRIMINAÇÃO DE COR E LUMINÂNCIA UTILIZANDO ESTÍMULOS VARIEGADOS EM MOSAICO.....	28
3.6 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ENVELHECIMENTO	31
3.7 EFEITOS DO AVANÇO DA IDADE SOBRE A VISÃO	33
4 MATERIAL E MÉTODOS	34
4.1 TIPO DE PESQUISA.....	34
4.2 LOCAL E PERÍODO DA PESQUISA	34
4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA	34
4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DA AMOSTRA.....	34
4.5 ASPECTOS ÉTICOS	35
4.6 REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO EM TEMPOS DE PANDEMIA	35
4.7 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	36
4.7.1 Avaliação da visão de cores	36
5.7.1.1 Teste de figuras pseudoisocromáticas de Ishihara.....	36
4.7.2 Avaliação da acuidade visual.....	38

4.7.3 Avaliação da discriminação do contraste limiar de luminância mascarado por ruído espacial cromático	39
4.8 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS.....	44
5 RESULTADOS	45
5.1 CONTRASTES LIMIARES DE LUMINÂNCIA NOS GRUPOS JOVEM E IDOSO.....	45
5.2 COMPARAÇÃO DOS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS POR JOVENS E IDOSOS EM CADA PROTOCOLO DE ESTIMULAÇÃO.....	46
5.3 VARIAÇÃO ENTRE OS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS NOS PROTOCOLOS COM RUÍDO E SEM RUÍDO CROMÁTICO	48
5.4 COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO ENTRE OS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS NOS PROTOCOLOS COM RUÍDO E SEM RUÍDO CROMÁTICO ENTRE OS GRUPOS ETÁRIOS	49
6 DISCUSSÃO	51
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
APÊNDICES	62
APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	63
APÊNDICE B – FICHA DE ANAMNESE	65
APÊNDICE C – TESTE DE LÂMINAS PSEUDOISOCROMÁTICAS DE ISHIHARA	67
APÊNDICE D – CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES	68
APÊNDICE E – HISTÓRICO MÉDICO E ANTECEDENTES FAMILIARES	70
APÊNDICE F –ESTILO DE VIDA DOS PARTICIPANTES	72
APÊNDICE G –RESULTADOS INDIVIDUAIS DO GRUPO JOVEM.....	74
APÊNDICE H – RESULTADOS INDIVIDUAIS DO GRUPO IDOSO	78
ANEXO	82
ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP.....	83

1 INTRODUÇÃO

Em 2019 foi apresentado pelo Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas (NU), a Revisão das Perspectivas da População Mundial, evidenciando perfis demográficos, estimativas e projeções populacionais, para o período compreendido entre 1950-2100. O envelhecimento da população mundial é um destaque deste documento, e a faixa etária que mais cresce é a de pessoas com mais de 65 anos. Figurando ainda, como o Objetivo 3 “Saúde e Bem-Estar”, entre os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável no Brasil, aspirando garantir em todas as idades, o acesso à saúde de qualidade promovendo o bem-estar para todos (NAÇÕES UNIDAS, 2020).

Em 2050, um sexto das pessoas do mundo deverá ter 65 anos ou mais. Dentre os indivíduos que vivem na Europa e na América do Norte serão 25%, no Brasil serão quase 23% dos habitantes. Em 2100, cerca de 1/3 dos brasileiros terão mais de 65 anos, com idade média acima dos 51 anos e esperança de vida ao nascer de cerca de 88 anos (NAÇÕES UNIDAS, 2020).

Mediante o cenário delineado, de prolongamento da existência e envelhecimento populacional acelerado, os desafios que se apresentam são múltiplos, entre eles, a melhoria da qualidade de vida (KANSO, 2013). Conceito que, segundo a Organização Mundial de Saúde (1998), está associado à percepção do indivíduo, quanto a satisfação de necessidades diversas, englobando a saúde física, o estado psicológico e o nível de independência, entre outros.

Antagonicamente, no processo de envelhecimento fisiológico, um dos primeiros sistemas a ser afetado é o sistema sensorial (FISCHER *et al.*, 2016), particularmente a visão, impactando diretamente na qualidade de vida das pessoas.

Com o intuito de contribuir com o conhecimento relacionado ao neuro envelhecimento, utilizando o sistema visual como modelo, a presente pesquisa pretendeu explorar a influência da idade sobre a discriminação de luminância com mascaramento de ruído cromático, utilizando método não-invasivo de avaliação psicofísica, desenvolvido no Laboratório de Neurofisiologia da Universidade Federal do Pará (LACERDA *et al.*, 2015, SOUZA *et al.*, 2016, GUIMARÃES *et al.*, 2016, MIQUILINI *et al.*, 2016a, MIQUILINI *et al.*, 2016b; MIQUILINI *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020). Esse método explora a interação entre as informações cromáticas e de luminância em um estímulo de mosaico, preenchido com um ruído cromático aleatoriamente distribuído, com a presença de um alvo contendo contraste de luminância. Tem sido descrito que o contraste limiar de luminância estimado por este tipo de estímulo é dependente da saturação das cores do ruído cromático. Quanto maior a saturação das cores do ruído, maiores são

os limiares, indicando a existência de um mecanismo inibitório da cor sobre a discriminação limiar de luminância (MIQUILINI *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020).

O avanço da idade, especialmente após os 40 anos, representa o início da diminuição gradual da sensibilidade à percepção de cores (RIBEIRO *et al.*, 2019). Logo, é plausível que com o aumento da idade a interação cor-luminância deverá ser diminuída e a influência inibitória da cor do ruído de mascaramento para a discriminação limiar de luminância deverá ser menos evidenciada.

Este é o cerne desta pesquisa cujos resultados significarão importantes passos na compreensão da influência da idade nos mecanismos de interação entre cor e luminância em condições naturais, utilizando o método de avaliação psicofísica de discriminação limiar de luminância sob mascaramento de cor.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Comparar a influência da idade sobre a percepção limiar de luminância mascarada por ruído de cores em sujeitos tricromatas normais e saudáveis, distribuídos em dois grupos de faixas etárias distintas, dos 20 aos 40 anos e acima de 50 anos de idade.

É pertinente expor que inicialmente a amostra do grupo de idade mais avançada, seria composta por indivíduos acima dos 60 anos. Entretanto, devido a pandemia de Covid-19 e as mudanças em diversos aspectos da vida em sociedade, como medidas restritivas, cuidados preventivos e menor exposição de grupos mais suscetíveis a complicações, reduzimos a faixa etária do grupo em estudo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Aplicar um protocolo de estimativa da discriminação limiar de luminância sobre mascaramento em sujeitos jovens e idosos.
- Comparar o contraste limiar para diferentes condições de mascaramento cromático em grupos de jovens e idosos.
- Comparar a sensibilidade ao contraste entre jovens e idosos para os diferentes protocolos de estimulação.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

” Pense no olho humano: Uma obra de arte da complexidade”.¹

(UMA ODISSÉIA NO ESPAÇO, Cosmos, 2014).

3.1 A EVOLUÇÃO HUMANA E O SISTEMA VISUAL

Acompanhado de outras estruturas relacionadas aos sentidos, o sistema visual foi ao longo da evolução aperfeiçoado, aprimorando a sua eficiência em observar, compreender e responder aos estímulos externos (DOMINY, SVENNING, LI, 2003; JACOBS & ROWE, 2004). Naturalmente, esse refinamento da especificidade do sentido da visão foi indispensável para sobrevivência da espécie humana, propiciando sobretudo a detecção de ameaças iminentes, a busca por alimentos e a orientação espacial (LUCAS *et al.*, 1998; DOMINY & LUCAS, 2001).

3.2. LENTES NATURAIS DO SISTEMA VISUAL

Quando olhamos na direção de um objeto, a luz atravessa um sistema de lentes, representado pelo conjunto constituído pela córnea, pupila e cristalino até ser focalizada sobre a retina (**Figura 1**).

A córnea é a primeira lente desse conjunto, transparente, avascular e ricamente enervada, ela está em continuidade com a esclera. Essa lente possui função protetora, recobrando a pupila e a íris, e função óptica, permitindo a entrada da luz no olho. Como a córnea não apresenta vasos sanguíneos, ela é nutrida pelo humor aquoso, fluido que também é responsável pela manutenção da pressão ocular, e que se localiza entre a córnea e a íris. (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016).

A pupila, por sua vez, se trata de uma abertura localizado no centro da íris, que vai atuar como um diafragma, regulando a quantidade de luz que penetra no olho por meio dos músculos

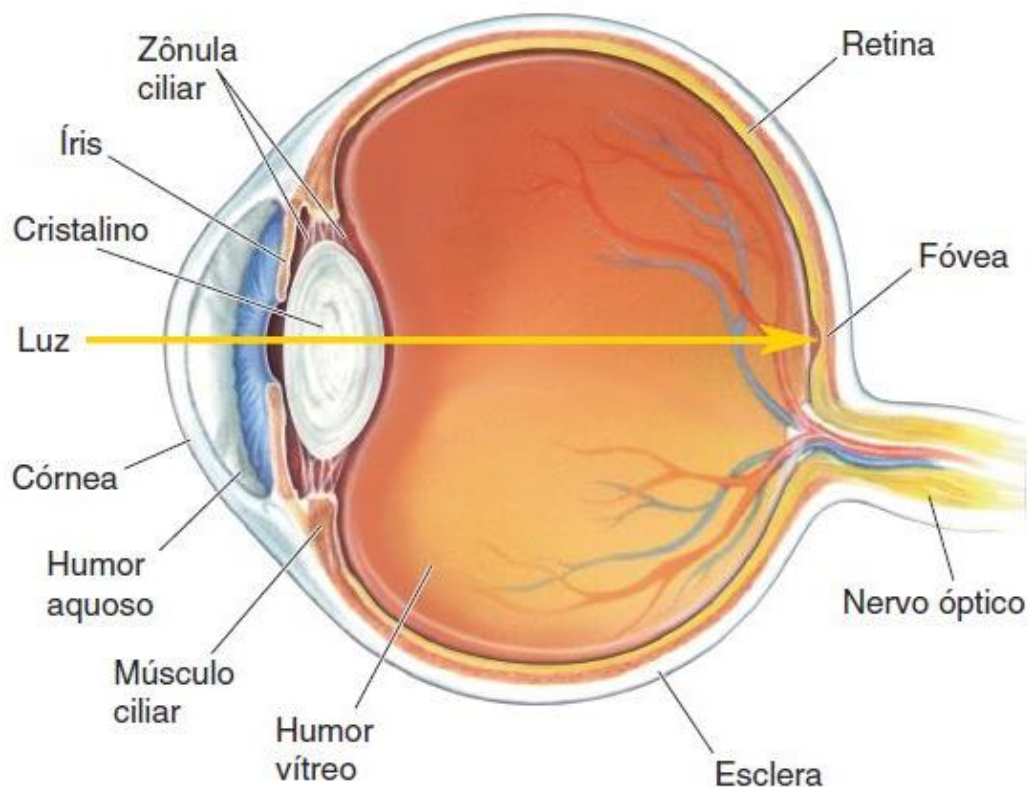
¹ Neil deGrasse Tyson, sobre o olho humano, como resultado de um processo evolutivo que remete a cerca de 4 bilhões de anos. Série baseada no livro Cosmos (1980), de Carl Sagan.

esfíncter e dilatador, o primeiro, com inervação parassimpática é responsável pela contração pupilar (miose), enquanto o músculo dilatador é responsável pela dilatação (midríase).

A seguir, a luz alcança o cristalino, uma lente biconvexa, transparente e flexível, sendo totalmente desprovido de nervos e vasos sanguíneos, e que se mantém sustentado pelos ligamentos suspensores (zônula ciliar), que se ligam aos músculos ciliares, se conectando à esclera. O cristalino é estrutura responsável pelo mecanismo de acomodação, capacidade adicional permitida pela possibilidade de adaptação e mudança de curvatura desta lente, que permite a focalização dos raios luminosos sobre a retina (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016).

A manutenção do formato do globo ocular é conservada pelo humor vítreo, substância viscosa e gelatinosa que se situa entre o cristalino e a retina.

FIGURA 1 - SECÇÃO TRANSVERSAL DO OLHO HUMANO. AS ESTRUTURAS LOCALIZADAS NO SEGMENTO ANTERIOR DO OLHO (CÓRNEA, PUPILA E CRISTALINO) REGULAM A QUANTIDADE DE LUZ QUE PENETRANTE, FOCALIZANDO-A SOBRE A RETINA.



Fonte: SHERWOOD; KLANDORF; YANCEY (2013., p. 341).

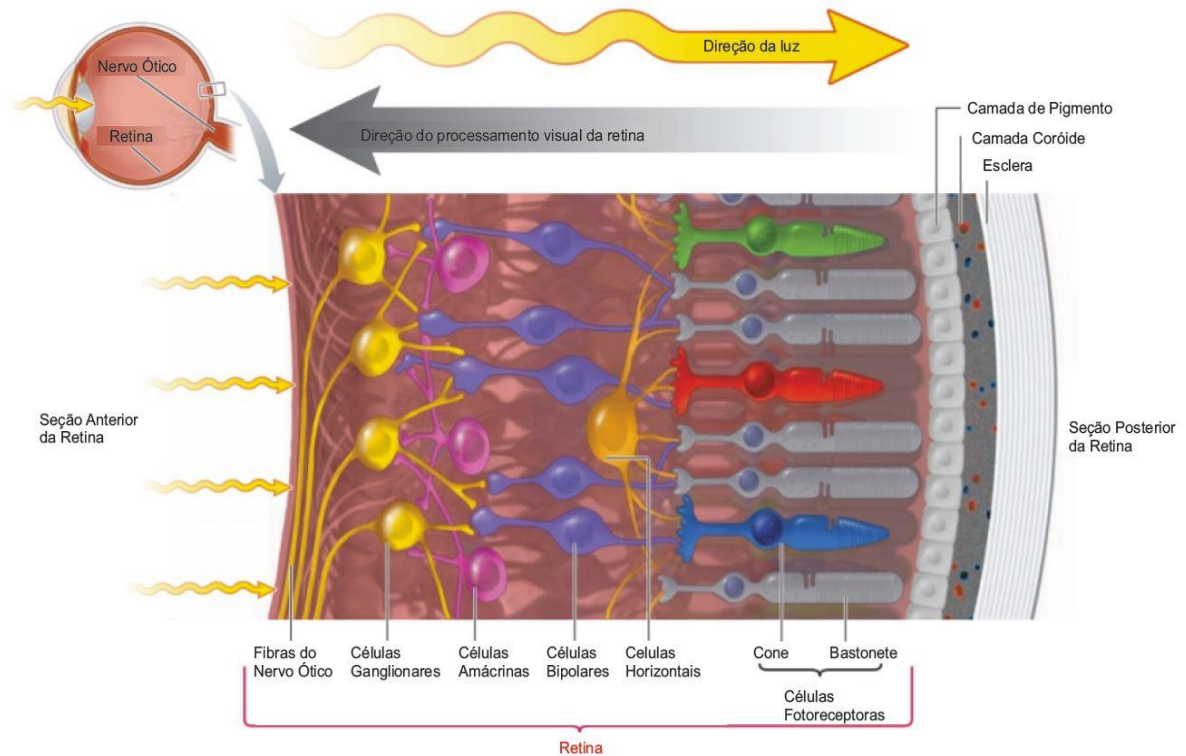
3.3 A VISÃO DE CORES: DA RETINA AO NÚCLEO GENICULADO LATERAL

As cores que vemos não são uma característica intrínseca aos objetos, elas dependem do nosso sistema nervoso (VENTURA, 2007), sendo uma qualidade perceptiva que nos permite identificar e encontrar padrões ambientais com o mesmo brilho (BRINDLEY, 1953). A visão tricromática colorida representa para os humanos uma relevante vantagem biológica, sobretudo para a detecção de alvos, segregação do campo visual e na identificação de objetos ou estados particulares (MOLLON, 1989).

A retina é a porção sensorial fotorreceptora do olho, onde será possível converter o impulso luminoso que foi projetado em impulso nervoso até o cérebro. Esse processo é possibilitado devido a organização em 5 camadas da retina, que desempenham papéis específicos no processamento visual (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016; DHANDE *et al.*, 2015; HALL; GUYTON, 2011; SHERWOOD; KLANDORF; YANCEY, 2013).

As camadas celulares da retina são designadas com relação ao centro do globo ocular, assim, a faixa mais interna da retina é a porção final no processamento visual, essa é a camada de células ganglionares (CCG), constituída exclusivamente por esse tipo de neurônio (DOWLING, 1987), são os seus prolongamentos axonais que irão formar o nervo óptico, representando a “única fonte de sinais de saída da retina” (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016). Subsequente, a camada nuclear interna (CNI) é composta pelas células amácrinas, células bipolares e células horizontais, que são capazes de gerar um potencial de ação que é conduzido pelo nervo óptico e transmitido para o núcleo geniculado lateral (NGL) e posteriormente, para o córtex visual (DACEY, 2000; GEGENFURTNER & KIPER, 2003; WÄSSLE, 2004; NASSI; CALLAWAY, 2009). Na camada nuclear externa da retina (CNE), encontram-se os fotorreceptores, células que são excitadas por estímulos luminosos, efetivando a transdução, e assinalando a porção inicial do processamento visual (**Figura 2**) (KOLB, 2003; MASLAND, 2011).

FIGURA 2 - CAMADAS DA RETINA HUMANA. O CAMINHO VISUAL SEGUE EM SENTIDO OPOSTO À DIREÇÃO DA LUZ. INICIANDO-SE NA CAMADA DE FOTORRECEPTORES CELULARES, SEGUINDO PARA A CAMADA DE CÉLULAS BIPOLARES E FINALMENTE PARA AS CÉLULAS GANGLIONARES.

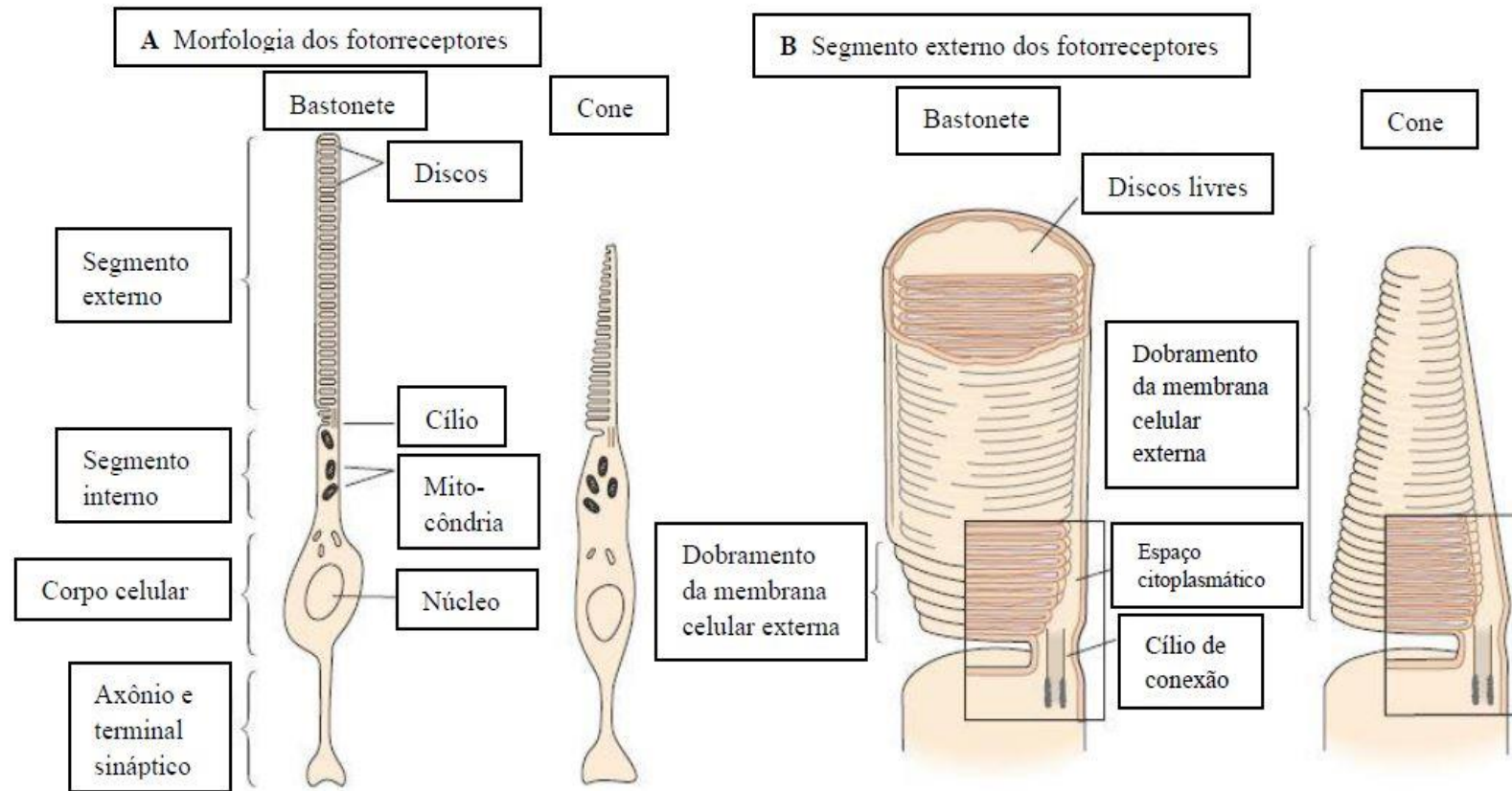


Fonte: Modificado de SHERWOOD; KLANDORF; YANCEY, 2013.

Enquanto as células das outras camadas da retina serão estimuladas por impulsos elétricos, na camada dos fotorreceptores, encontram-se células sensíveis a luz, que serão excitadas ou inibidas por estímulos luminosos. É nessa camada que o processamento visual, assim como, a interpretação das informações referentes à cor e luminância tem a sua decodificação iniciada, em um processo denominado transdução. (ANDERSON; FISHER, 1976; KANDEL *et al.*, 2012; SHERWOOD; KLANDORF; YANCEY, 2013)

As células fotorreceptoras se diferenciam em 2 tipos: bastonetes e cones, que são morfológicamente divididos em 3 partes: um segmento externo, que contém discos membranosos (dobras da membrana celular) que armazenam fotopigmento, uma proteína sensível à luz (rodopsina nos bastonetes e opsina nos cones), possibilitando a absorção da luz; um segmento interno metabolicamente especializado e um terminal sináptico secretor de neurotransmissores, que nos cones é grande e cônica, designada como pedículo, enquanto nos bastonetes são porções alargadas da terminação dos axônios, designada como esférula (**Figura 3**) (HALL; GUYTON, 2011; SHERWOOD; KLANDORF; YANCEY, 2013).

FIGURA 3 - ESTRUTURA BÁSICA DOS FOTORRECEPTORES BASTONETES E CONES



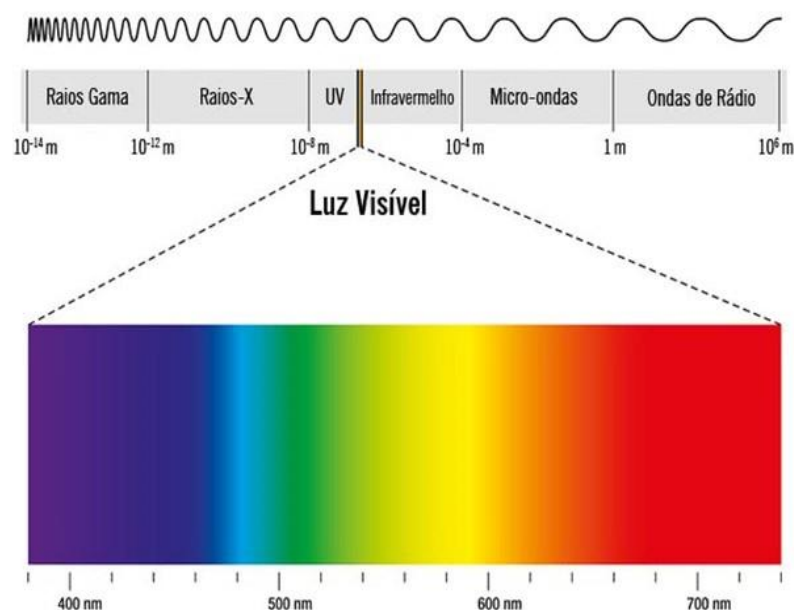
A - Bastonetes e cones possuem regiões especializadas, os segmentos externo e interno. O segmento externo contém os discos, que são o aparato para a transdução. O segmento interno contém mitocôndrias e grande parte do aparato para a síntese de proteínas. **B** - O segmento externo consiste de uma pilha de discos membranosos que contém os fotorreceptores absorventes de luz.

Fonte: Modificado pela autora, adaptado de O'Brien (1982); e Young (1970) (KANDEL *et al.*, 2012, p. 581).

Os bastonetes, fornecem apenas visão indistinta em tons de cinza, sendo mais utilizados para a visão noturna (visão escotópica) por serem muito sensíveis à luz e encontram-se em maior quantidade na periferia retiniana. Os cones, por sua vez, exibem alta acuidade visual e baixa sensibilidade à luz, permitindo a melhor distinção das cores (visão fotópica), se apresentando em maior densidade na fóvea, embora estejam em menor quantidade na retina em comparação com os bastonetes. (BOWMAKER; DARTNALL, 1980; JACOBS, 1996; KANDEL *et al.*, 2012)

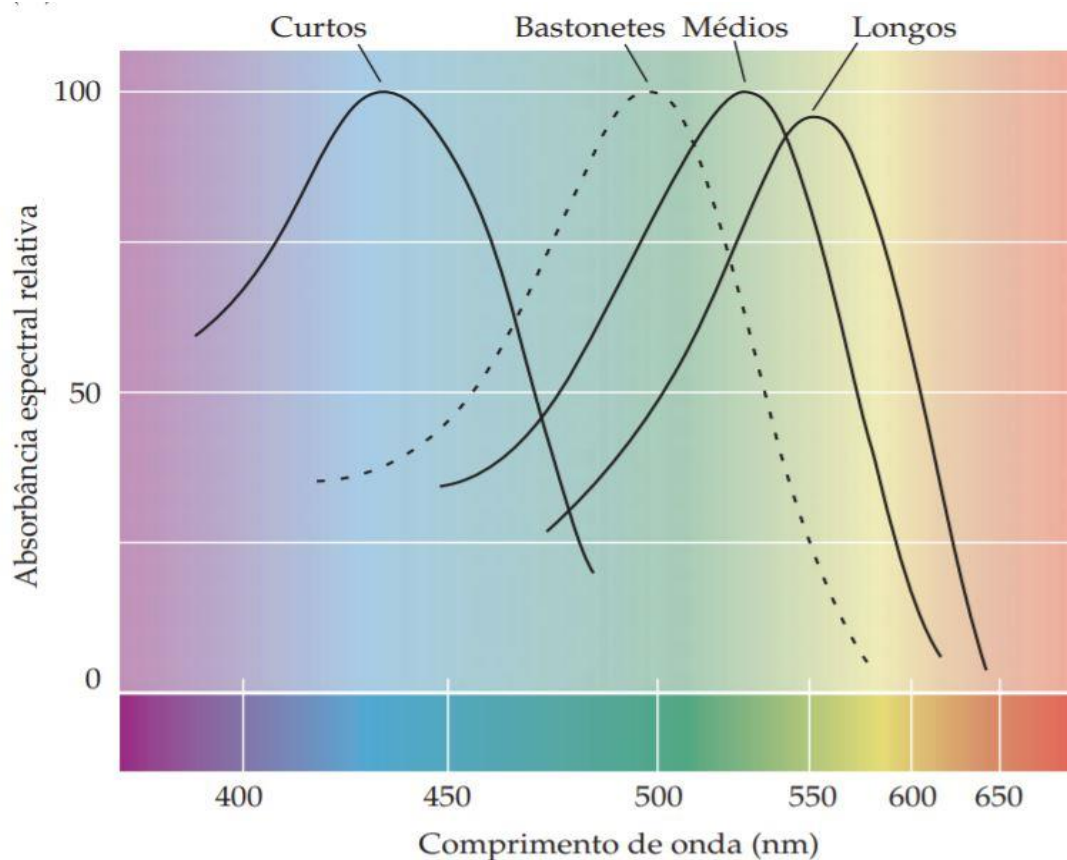
Os cones possuem diferentes sensibilidades espectrais devido a sua capacidade de absorver diferentes comprimentos de onda de fótons, materializando-se na percepção de cores pelo sistema sensorial. Assim, ao observarmos um objeto, a luz que sobre ele incide terá partes do seu comprimento de onda absorvida ou refletida e o que vamos ver, então, como sendo as cores desse objeto serão diferentes comprimentos de onda de luz por ele refletidas, sendo que os fotorreceptores presentes no olho humano respondem a uma faixa limitada desses comprimentos de onda, variando de 380 a 750 nanômetros (**Figura 4**). Existem 3 tipos de cones: os cones S, cones M e cones L, sensíveis à comprimentos de onda curtos (com pico em 437 nanômetros), médios (pico em 533 nanômetros) e longos (pico em 564 nanômetros), que ao absorver os fótons passam para o observador a percepção de luz vermelha, verde e azul, respectivamente (**Figura 5**) (BOWMAKER; DARTNALL, 1980; JACOBS, 1996).

FIGURA 4 - ESPECTRO VISÍVEL DA RADIAÇÃO ELETROMAGNÉTICA.



Fonte: <https://www.todamateria.com.br/espectro-eletromagnetico/>. Acesso em 03/01/2021

FIGURA 5 - SENSIBILIDADE ESPECTRAL NORMALIZADA DOS CONES E BASTONETES NO OLHO HUMANO.



Fonte: Adaptado de PURVES; QUILLFELDT; DALMAZ, 2005.

O sinal neural gerado é transmitido para as células bipolares, que recebem estímulos de vários fotorreceptores, dando continuidade à condução da informação e iniciando o processo de percepção de contraste (ZHANG; WU, 2009).

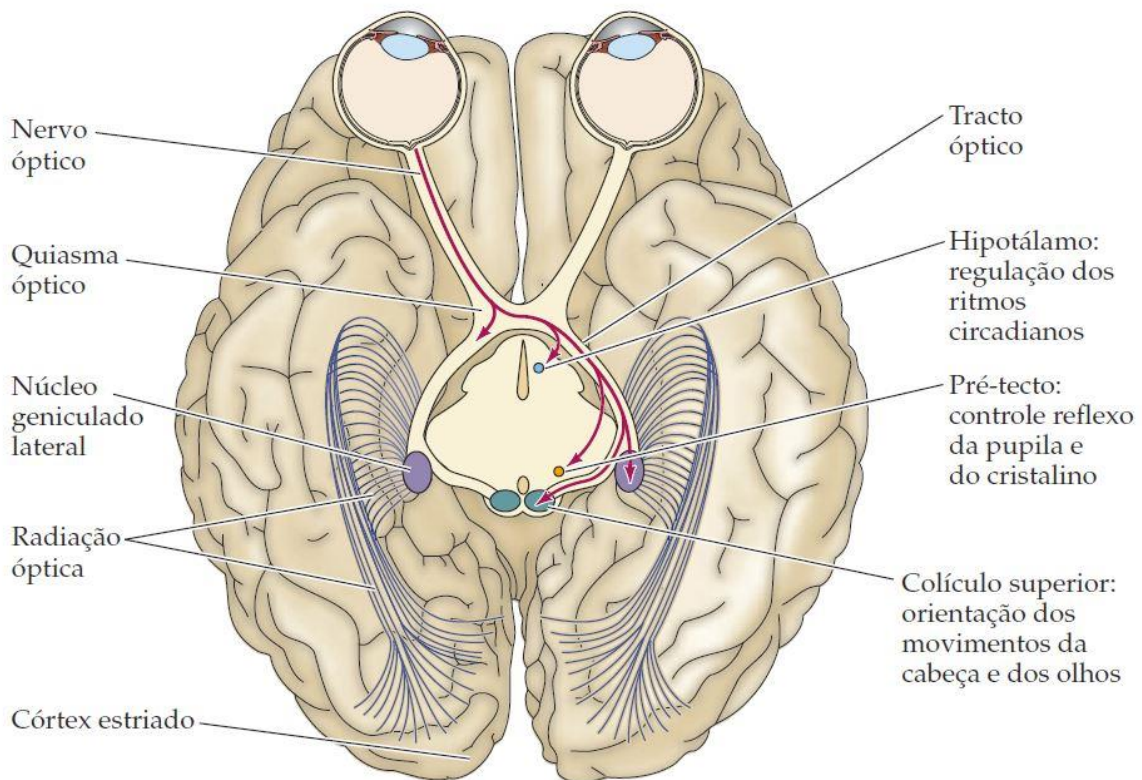
De maneira que o campo receptivo de uma célula bipolar compreende a área da retina que quando estimulada pela luz, vai causar a excitação ou inibição daquela célula. Assim, este campo receptivo é organizado de forma que existe um centro e uma periferia e o estímulo que ocorre no centro é oposto ao estímulo da periferia, se traduzindo nas vias ON e OFF, que vão constituir as informações de entrada das células ganglionares. (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016; KANDEL *et al.*, 2012; SHERWOOD; KLANDORF; YANCEY, 2013)

Na sequência, o estímulo elétrico da célula bipolar é transmitido através de sinapses para a célula ganglionar mantendo onexo, do campo receptivo antagônico e do tipo centro-periferia. O somatório desses estímulos excitatórios e inibitórios é que vai gerar ou não um potencial de ação (MASLAND, 2001).

A atividade dos grupos de células ganglionares: M, P e K, atuam na modulação do contraste cromático e de luminância das imagens (LEE, 2011; LEE & SUN, 2011). As células M conduzem potenciais de ação com mais rapidez, possuem alta sensibilidade ao contraste de luminância e baixa sensibilidade ao contraste de cor verde-vermelho (LEE, 2011; PURVES, 2008). As células P estão relacionadas à percepção da cor, com alta sensibilidade ao contraste verde-vermelho e baixa a contrastes luminosos (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016; KANDEL *et al.*, 2012; LEE, 2011). As células K possuem pequena ou nenhuma resposta ao contraste de luminância, com velocidade de condução mediana, respectivas às informações dos cones S que são sensíveis aos contrastes azul-amarelo (LEE; SUN; VALBERG, 2011). A percepção do contraste de luminância, se expressa na dimensão preto-branco, por meio do mecanismo de oponência centro-periferia, as células M e as P, podem receber estímulos combinados, provenientes dos cones M e L (LEE; MARTIN; VALBERG, 1989).

Acompanhando o fluxo, o estímulo segue através do nervo óptico, que é formado pela união dos axônios das células ganglionares, até o quiasma óptico, onde ocorre a decussação visual (cruzamento das fibras da retina nasal de cada olho, correspondente ao campo visual temporal de cada um), alcançando o trato óptico e chegando ao tálamo (localizado na base medial do encéfalo), especificamente no núcleo geniculado lateral (NGL), onde os estímulos visuais serão processados antes de ir para o córtex (**Figura 6**) (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016; PURVES; QUILLFELDT; DALMAZ, 2005; SHERWOOD; KLANDORF; YANCEY, 2013).

FIGURA 6 - PROJEÇÕES CENTRAIS DAS CÉLULAS GANGLIONARES. OS AXÔNIOS TERMINAM NO NÚCLEO GENICULADO LATERAL DO TÁLAMO (ÂNGULO DE VISÃO DA SUPERFÍCIE INFERIOR DO CÉREBRO).

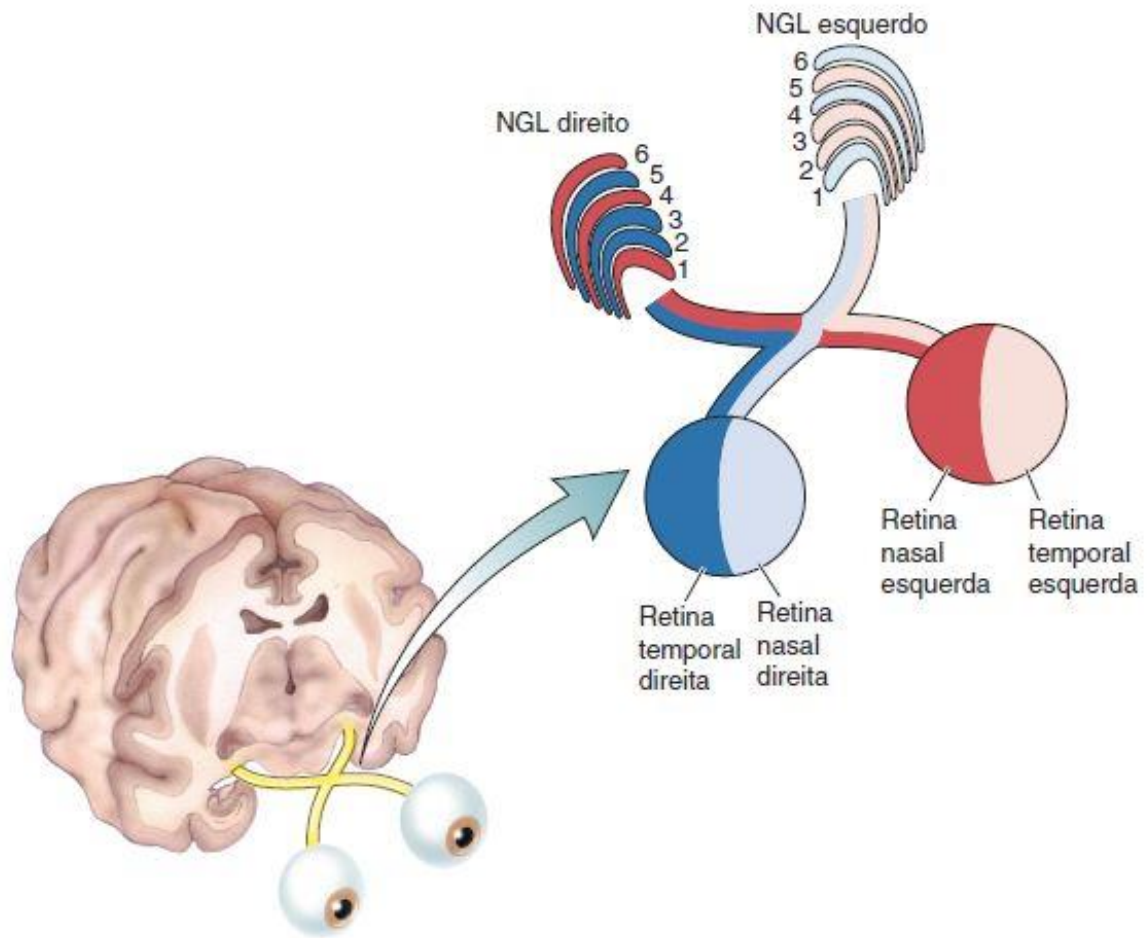


Fonte: PURVES; QUILLFELDT; DALMAZ, 2005.

O núcleo geniculado lateral é formado por seis camadas: camadas 2, 3 e 5 que recebem os sinais da metade lateral da retina homolateral, e as camadas 1, 4 e 6 atendem sinais da metade mediana da retina do olho contralateral. As funções básicas desempenhadas pelo NGL são 2: a de retransmissão por meio da radiação óptica, com elevado grau de fidelidade espacial, das informações visuais do trato óptico para o córtex visual primário (V1); e a regulação da transmissão dos sinais para o córtex visual (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016; HALL; GUYTON, 2011).

Finalmente, o NGL pode ser dividido em camadas magnocelulares, camadas 1 e 2, que contém neurônios grandes, fornecendo uma via de condução rápida para o córtex visual, transmitindo somente informações em preto e branco; camadas parvocelulares, camadas 3 a 6, contém muitos neurônios pequenos e médios, em velocidade moderada, que recebem informações sobre cores e carregam informações espaciais precisas ponto a ponto (**Figura 7**) (HALL; GUYTON, 2011; PURVES; QUILLFELDT; DALMAZ, 2005).

FIGURA 7 - SISTEMA VISUAL E AS CAMADAS DOS NÚCLEOS GENICULADOS LATERAIS DIREITO E ESQUERDO.



Fonte: BEAR; CONNORS; PARADISO, 2016, p. 339.

3.4 COR E LUMINÂNCIA – INTERAÇÃO E AVALIAÇÃO UTILIZANDO ESTUDOS PSICOFÍSICOS

A forma como percebemos o mundo parte da maneira como os nossos sentidos são sensibilizados e interpretam as variáveis captadas. Como no sentido da visão, onde as cenas naturais contêm cor e luminosidade com variações de diferentes tamanhos e orientações, muitas vezes sobrepostas espacialmente (KIM; MULLEN, 2016).

Os contrastes visuais por sua vez, possibilitam distinguir um objeto do fundo onde está inserido. Existem pelo menos 5 tipos: o contraste espacial de luminância; o contraste espacial de cor; o contraste de texturas; o contraste temporal de luminância ou crominância e o contraste de disparidade ocular (REGAN 2000). Sendo o sistema visual inteiramente apropriado para

perceber, concomitantemente, estímulos com contrastes cromático e de luminância (**Figura 8**) (SOUZA *et al.*, 2014).

FIGURA 8 - ILUSTRAÇÃO COMPOSTA POR CONTRASTES DE BRILHO E DE COR, QUE POSSIBILITAM A DIFERENCIAÇÃO DOS OBJETOS.



Fonte: <https://www.auroraeco.com.br/amazonia>. Acesso em 02/02/2021.

A Psicofísica se trata de uma subárea da Psicologia aplicada ao estudo quantitativo da relação entre estímulo sensorial e resposta comportamental resultante desta estimulação. Baseada em aportes matemáticos, que relacionam variáveis independentes e variáveis dependentes referentes à sensação e percepção (COREN, 2003). Os fundamentos teóricos dos métodos psicofísicos conexos com as pesquisas do sistema visual, estão baseados principalmente nos estudos de Ernst Weber e Gustav Fechner.

Psicofisicamente, a cor consiste em 3 aspectos perceptuais: o matiz – relacionada ao conceito puro de cor, correspondendo de maneira mais precisa aos comprimentos de onda da luz (a cor espectral); a saturação – referente à quantidade luz branca incorporada ao matiz e por fim, o brilho – relacionado a intensidade de luz que se sobrepõe à cor. (KAISER E BOYNTON,

1996). Enquanto a luz, no sentido psicofísico, diz respeito à sensação produzida no observador, em resposta ao estímulo da retina (RIBEIRO, 2019).

Estudos psicofísicos variados têm descrito como o sistema visual percebe estímulos com contrastes de cor e luminância aplicados simultaneamente. (MULLEN, 1985; SWITKES *et al.*, 1988; COOPER *et al.*, 2012; SOUZA *et al.*, 2014; LI *et al.*, 2015; MÉNDEZ *et al.*, 2016; MIQUILINI *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020). Abordagem relevante para estudos do ambiente natural, que comumente contém cores variegadas e áreas entremeadas de sombra (COOPER; SUN; LEE, 2012).

Entre eles o trabalho pioneiro de Kathy T. Mullen (1985), realizado no Laboratório de Fisiologia da Universidade de Cambridge, que observou que o contraste de luminância influenciava na sensibilidade ao contraste de cor. De maneira que, um contraste elevado de luminância está associado a maior sensibilidade ao contraste de cor, diminuindo o seu limiar de percepção.

A pesquisa de Cooper *et al.* (2012), pode verificar que o limiar considerado para os estímulos compostos seguia o mecanismo mais sensível, de luminância ou de cor, em uma determinada frequência espacial. Os resultados obtidos por este trabalho, também deram mais apoio para a hipótese da transmissão de luminância e sinais cromáticos através de caminhos independentes.

No estudo de Switkes *et al.* (1988) foi observado que os limiares para identificação dos contrastes de luminância se elevam sob a presença do ruído cromático, observação reforçada nos experimentos de Miquilini *et al.* (2017) e Sousa *et al.* (2020). Funcionando de maneira que, a discriminação de cor melhora sob baixos contrastes de luminância e piora sob altos contrastes de luminância (MIQUILINI *et al.*, 2017; MULLEN, 1985; SOUSA *et al.*, 2020; SOUZA *et al.*, 2014; SWITKES; BRADLEY; DE VALOIS, 1988).

3.5 DISCRIMINAÇÃO DE COR E LUMINÂNCIA UTILIZANDO ESTÍMULOS VARIEGADOS EM MOSAICO

Os cenários que observamos são compostos de áreas variegadas, com diferentes intensidades e inserções de luz e sombra. Acrescentando relevância às pesquisas contemporâneas sobre a interação destes elementos no nível perceptual, e ainda, de que maneira essas informações podem contribuir com o conhecimento sobre o funcionamento do sistema visual (MULLEN, 1985; SWITKES *et al.*, 1988; COOPER *et al.*, 2012).

As imagens pseudoisocromáticas são utilizadas como ferramenta de avaliação psicofísica do sistema visual, principalmente com a finalidade de aferir a capacidade de discriminação de cores do indivíduo (SANTOS, 2017). Esse tipo de estímulo é composto por arranjos de contraste de luminância (MOLLON, 2003), representados por um mosaico de círculos aleatorizados e desiguais em grandeza (ruído espacial de tamanho) e luminância (ruído espacial de luminância), cujo propósito destes ruídos é eliminar as pistas visuais que poderiam induzir à percepção do alvo. A diferença de cromaticidade deve ser a sugestão singular para diferenciar o alvo do fundo onde está inserido (REGAN, REFFIN & MOLLON, 1994).

O uso deste tipo de estímulo é uma alternativa muito aplicada, pois possibilita que a visão cromática seja examinada sem a interferência do brilho causado pelo efeito das bordas do objeto cromático, que poderia funcionar como um fator de indução, garantindo que o objeto irá diferir do fundo apenas pela cor.

As placas de Ishihara e o *Cambridge Color Test* (CCT) são exemplos consagrados de testes para a visão de cores aplicando padrões pseudoisocromáticos. O teste de Ishihara consiste na utilização de mosaicos com círculos variegados em tamanho (ruído de tamanho) e brilho (ruído de luminância), e é considerado como “padrão-ouro” para a detecção rápida de deficiências congênitas para a visão de cores (DAIN, 2004). O CCT é utilizado para avaliação da capacidade de discriminar cores em humanos, consistindo na identificação da posição do alvo em forma de “C de Landolt”, que está imerso em um mosaico de fundo, do qual se destaca pela diferença de cromaticidade (MOLLON & REFIN, 1989).

As pesquisas têm demonstrado que as características do ruído de luminância influenciam na percepção limiar de cores (SOUZA *et al.*, 2014; MENDEZ *et al.*, 2016; LINHARES, 2016). Quanto menor o contraste do ruído de luminância, mais o alvo se destaca do fundo e mais simples se torna a sua identificação (SOUZA *et al.*, 2014; MENDEZ *et al.*, 2016). A percepção limiar do contraste de luminância se eleva de acordo com a magnitude dos ruídos cromáticos, implicando em uma correlação onde a visão de cores atrapalha a percepção de luminância (MIQUILINI *et al.*, 2017).

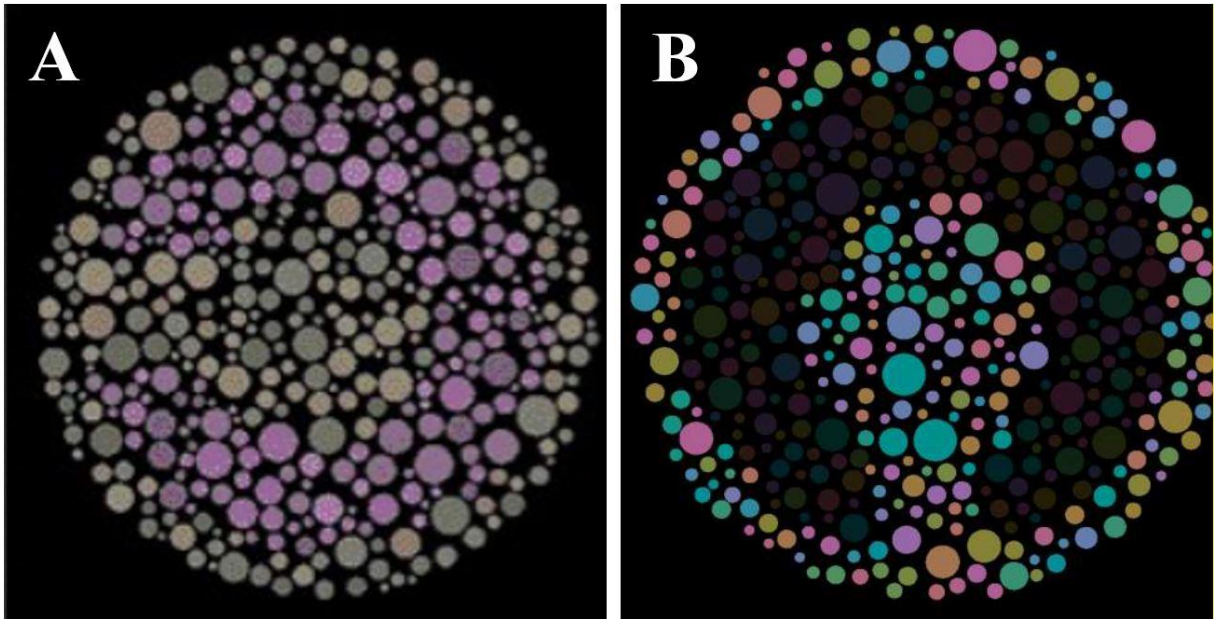
Outra relação posta se refere aos processos descritos por Switkes *et al.*, 1988, tendo sido observado que o mascaramento de luminância melhorou a discriminação cromática. Enquanto a conexão do mascaramento cromático com a discriminação do contraste de luminância demonstrou uma relação aplicada ao nível do contraste de cor, onde, o baixo contraste não influenciou a discriminação de luminância; o intermediário, prejudicou a discriminação e; o alto contraste, elevou a discriminação da luminância (SWITKES *et al.*, 1988).

Considerando que a discriminação limiar de luminância sofre influência inibitória diretamente proporcional ao grau de saturação das cores do ruído (MIQUILINI *et al.*, 2017; SOUSA *et al.*, 2020). Enquanto o aumento da idade, sobretudo após os 40 anos, representa o início da diminuição gradual da sensibilidade à visão de cores (RIBEIRO *et al.*, 2019). Buscamos verificar utilizando os estímulos variegados em mosaico, como o mascaramento cromático influencia a percepção de luminância em indivíduos acima dos 50 anos de idade.

Nesta pesquisa utilizamos um inovado estímulo variegado para avaliar a discriminação de luminância sob efeito do ruído espacial de cor e de tamanho, semelhante ao que as placas pseudoisocromáticas são para a discriminação de cor (LACERDA, 2012; MIQUILINI *et al.*, 2015; 2016; 2017; SOUSA *et al.*, 2020). Este modelo foi desenvolvido no Laboratório de Neurologia Tropical da Universidade Federal do Pará e se caracteriza pela apresentação de um mosaico com círculos de tamanhos diferentes (semelhantemente ao ruído espacial presente nos estímulos pseudoisocromáticos), sendo que neste estímulo são espargidas cromaticidades aleatorizadas nos círculos que formam o mosaico, representando o ruído cromático. Nesse estímulo a diferenciação entre o alvo e o fundo vai ser possibilitada pela diferença de luminância entre os círculos que os compõem (MIQUILINI, 2017).

A **Figura 9** ilustra os modelos dos estímulos variegados em mosaico descritos, o estímulo com ruído espacial de luminância e de tamanho, com alvo diferindo do fundo pela disparidade de cromaticidade (A) e ao lado o estímulo com ruído cromático e de tamanho, com alvo diferindo do restante do estímulo pela luminância (B).

FIGURA 9 - EXEMPLOS DE ESTÍMULOS VARIEGADOS DE MOSAICO.



Fonte: Manual do CCT e Miquilini *et al.* (2020).

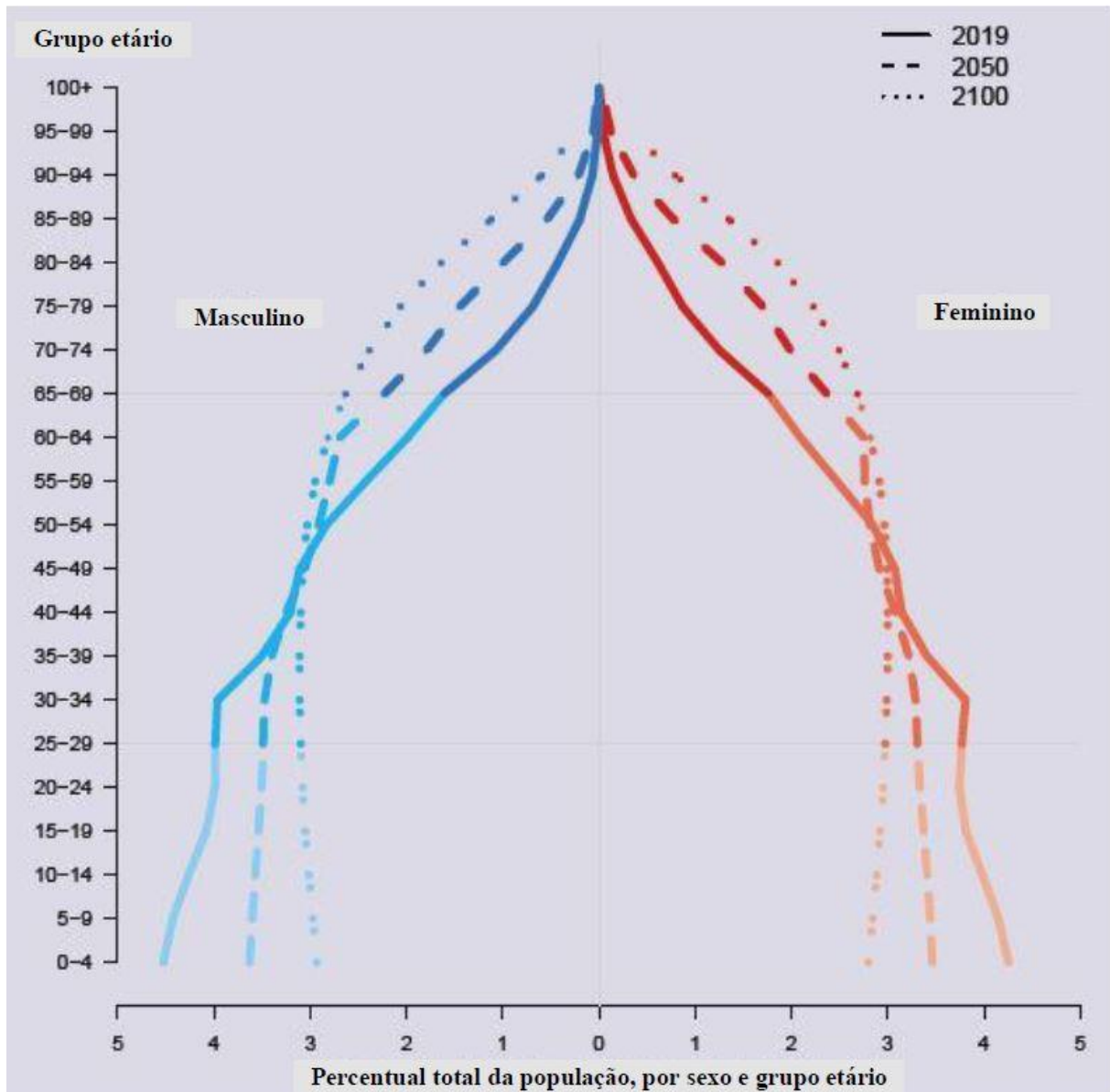
3.6 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O ENVELHECIMENTO

Em junho de 2019 a Divisão de População do Departamento de Assuntos Econômicos e Sociais das Nações Unidas apresentou o relatório sobre as Perspectivas Populacionais Mundiais, fornecendo uma visão abrangente das tendências e perspectivas da população mundial.

O documento confirmou que a população mundial está envelhecendo devido ao aumento da expectativa de vida ao nascer e aos níveis de fertilidade decrescentes, além disso, ponderou que a faixa etária acima dos 65 anos é a que mais tem crescido, acontecendo de maneira inédita em 2018, que pessoas com 65 anos ou mais superaram o número de crianças com menos de cinco anos de idade (NAÇÕES UNIDAS, 2020).

Mais do que isso, as prospectivas apontam que em 2050, cerca de 16% da população terá mais de 65 anos, contra os 9% de 2019 e o número de pessoas com 80 anos ou mais deverá triplicar, com um acréscimo populacional em torno de 283 milhões de indivíduos (**Figura 10**) (NAÇÕES UNIDAS, 2020).

FIGURA 10 - POPULAÇÃO POR IDADE E SEXO, 2019, 2050 E 2100.



Diante desse panorama mundial, com uma população mais envelhecida e acometida, principalmente, por doenças crônicas e neurodegenerativas, é tendente um impacto sobre os sistemas de saúde (WONG; CARVALHO, 2006).

Nessa perspectiva, com relação à saúde, a função sensorial exerce um aspecto bastante relevante, considerando que os declínios na função sensorial podem representar sintomas de doenças subjacentes, que podem afetar a segurança, a qualidade de vida, e a saúde percebida pelos indivíduos (ANSTEY *et al.*, 2005).

3.7 EFEITOS DO AVANÇO DA IDADE SOBRE A VISÃO

No processo natural de envelhecimento, é possível observar uma variedade de mudanças que ocorrem ao longo dos anos e que afetam a qualidade das funções visuais. Essas alterações ocorrem anatômica e fisiologicamente em decorrência de eventos internos ou externos.

Um exemplo de estrutura afetada é o cristalino que ao longo da vida sofre alterações como o crescimento em tamanho e peso, elevando a densidade da estrutura, com consequente redução gradual da transparência, que resultam no aumento da dispersão e aberração das ondas de luz (ALIÓ *et al.*, 2005). Assim como, a perda da elasticidade do cristalino, que causa a redução da capacidade de acomodação visual, implicando em dificuldades de focagem visual (SCHWART, 2010).

Da mesma forma doenças como a catarata, a degeneração macular senil e o glaucoma estão relacionadas ao processo de envelhecimento. E ainda algumas doenças orgânicas, que afetam principalmente a população idosa e que podem danificar a retina, como hipertensão, diabetes, lúpus eritematoso, insuficiência renal ou tumor cerebral, entre outras situações. (MANUAL MERCK SHARP & DOHME, 2019).

A diminuição na discriminação de cores, é mais uma das alterações que compromete a visão com o envelhecimento, podendo impedir ou prejudicar a execução de diversas atividades diárias, representando redução na qualidade de vida e grau de independência, além de riscos, como as quedas. O decaimento na habilidade em detectar contraste de cor pode ser um ligeiro indicativo da degeneração macular, assim como, a diminuição da luminância retinal parece afetar a sensibilidade ao contraste de luminância, que também declina com a idade (OWSLEY, 1983; HEMENGER, 1984; WRIGHT & DRASDO, 1985).

Diversos estudos também relatam que a sensibilidade ao contraste principalmente nas frequências espaciais médias e altas é reduzida no processo de envelhecimento (FIORENTINI *et al.*, 1996; SCHEFRIN *et al.*, 1999).

Assim, esse estudo se dedicou em observar a influência da idade para a percepção limiar de luminância, mediante a influência inibitória das cores, considerando que o avanço da idade pode representar uma diminuição dessa influência.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 TIPO DE PESQUISA

Estudo observacional do tipo analítico-descritivo transversal.

4.2 LOCAL E PERÍODO DA PESQUISA

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Neurociências da Universidade Federal do Amapá – UNIFAP, no período de 28/01/2021 à 13/02/2021.

4.3 POPULAÇÃO E AMOSTRA

Participaram da pesquisa 42 voluntários tricromatas normais, sendo 21 sujeitos com idade entre 20 e 40 anos e 21 sujeitos com 50 anos ou mais, que foram recrutados para compor a amostra por meio de divulgação do estudo em publicações de redes sociais virtuais da pesquisadora, de familiares e de amigos. A seleção da amostra se deu pela facilidade de acesso.

No grupo mais jovem a média de idade foi de 28,63 anos, apresentando desvio padrão de 6,27 anos, enquanto no grupo com idade mais avançada a média foi de 57,15 anos e o desvio padrão de 6,62 anos.

4.4 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO DA AMOSTRA

Os critérios de inclusão foram acuidade visual normal ou corrigida para 20/20, ausência de exposição a solventes químicos, ausência de doenças sistêmicas que possam alterar o sistema visual, ausência de patologias neurológicas e oftalmológicas que possam prejudicar o sistema visual com exceção de miopia, hipermetropia, astigmatismo e hanseníase; ausência de histórico de infecções que possam alterar o sistema visual. Condicionado ainda à anuência ao termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Foram excluídas as amostras de participantes que não corresponderam aos critérios de inclusão, assim como pessoas pseudofácias.

4.5 ASPECTOS ÉTICOS

O projeto foi submetido à apreciação, tendo sido aprovado no Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Amapá sob o parecer nº 4.557.848 (Anexo 1).

Também foi apresentado aos voluntários o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), onde os sujeitos que aceitaram participar da pesquisa foram esclarecidos quanto ao objetivo do estudo, protocolos empregados, possíveis desconfortos e benefícios, assim como, sobre a possibilidade de desistência da participação no estudo em qualquer momento (Apêndice A). Tendo sido assinado por todos os participantes desta pesquisa.

4.6 REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO EM TEMPOS DE PANDEMIA

Em 11 de março de 2020 a OMS declarou a COVID-19 como uma pandemia, com múltiplos surtos em diversos países e regiões do mundo (ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE, 2020). Inclusive no Brasil, que em 20 de março de 2020, através da Portaria nº 454 do Ministério da Saúde, reconheceu o estado de transmissão comunitária do coronavírus em todo o território nacional (BRASIL, 2020).

A partir de então os gestores estaduais e municipais passaram a emitir decretos normativos para contenção da transmissibilidade e enfrentamento do covid-19, com suspensão de diversas atividades presenciais.

Em janeiro de 2021, apesar de acumularmos no estado 74.535 casos confirmados e 1.019 óbitos, sendo no município de Macapá 31.729 casos e 755 óbitos (GOVERNO DO ESTADO DO AMAPÁ, 2021), muitas medidas foram flexibilizadas, possibilitando que pudéssemos realizar os testes.

Para tanto, nos preocupamos em garantir que os voluntários pudessem participar dos testes com o máximo de segurança, adotando como medidas: a organização prévia do agendamento de cada participante, garantindo que não ocorreriam aglomerações ou necessidade de espera em nenhum momento; cumprimento de intervalo mínimo de 20 minutos entre participantes, para a realização de nova higienização do ambiente; aferição da temperatura corporal de todos os participantes antes de entrar no laboratório onde os testes seriam aplicados, assegurando que indivíduos apresentando temperatura acima de 36,5° C não adentrassem no ambiente; obrigação do uso de máscaras que cobrisse totalmente o nariz e a boca durante todo o tempo de permanência no laboratório e realização de higienização das mãos dos participantes e da pesquisadora antes e após a realização dos testes.

4.7 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Os participantes que se encaixaram nos critérios de inclusão do estudo foram submetidos inicialmente à anamnese, onde relataram seus dados pessoais, histórico médico pessoal e de familiares, informações sobre seu estilo de vida com questões referentes à propensão a danos ou maior suscetibilidade a experienciar distúrbios visuais.

Foi realizada avaliação monocular nos dois olhos para os testes de triagem, e binocular para o teste de discriminação de luminância mascarada por ruído cromático.

Foram realizados dois testes psicofísicos de triagem, o teste para acuidade visual *Freiburg Visual Acuity and Contrast Test* (FrACT) e o teste de figuras pseudoisocromáticas de Ishihara para a discriminação de cores; com o intuito de garantir que os partícipes apresentavam condições visuais adequadas para a realização do teste finalístico do estudo, de avaliação da discriminação do contraste limiar de luminância com mascaramento por ruído cromático.

4.7.1 Avaliação da visão de cores

O exame da visão de cores foi realizado por meio do teste de Ishihara, como forma de avaliação para triagem de discriminação supra limiar de cores.

5.7.1.1 Teste de figuras pseudoisocromáticas de Ishihara

Teste utilizado para auxiliar na classificação do fenótipo da visão de cores dos indivíduos da amostra, detectando deficiência de visão de cores congênita no eixo verde-vermelho.

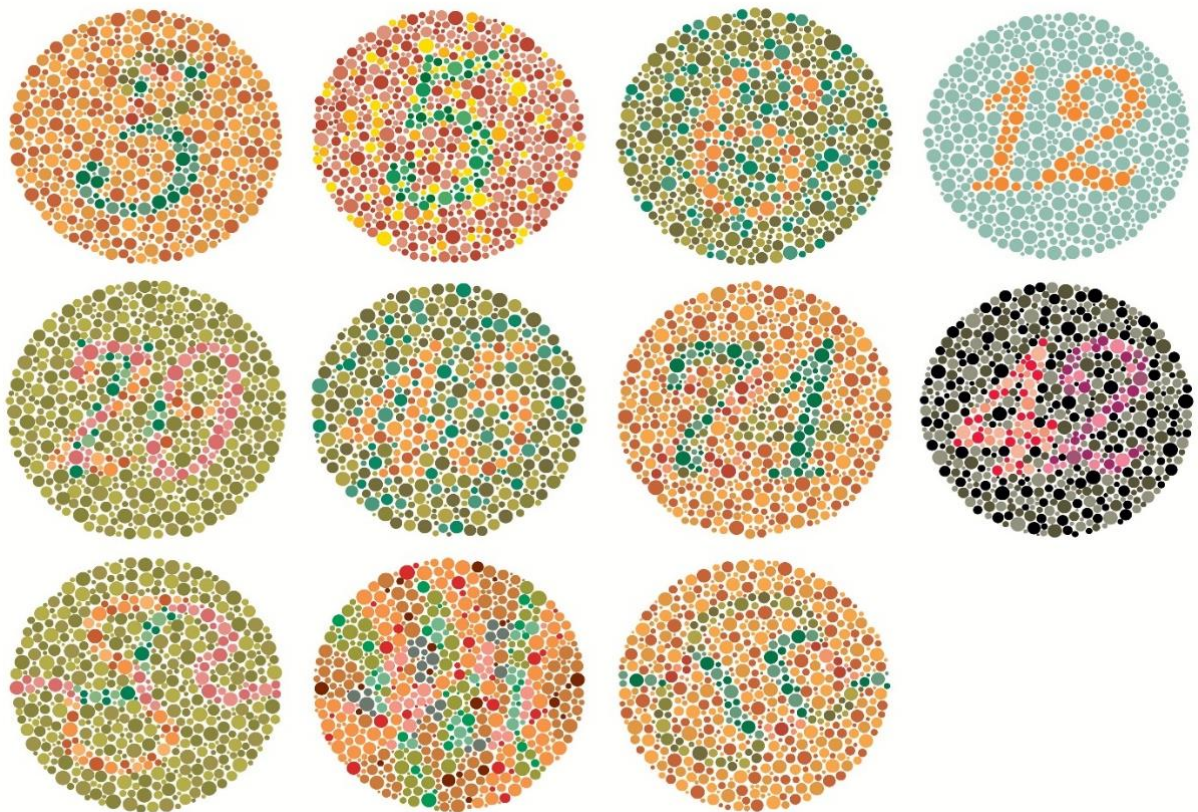
A aplicação ocorreu em ambiente iluminado, por meio do teste de figuras pseudoisocromáticas de Ishihara do livro "*Ishihara's Tests for Colour deficiency*", na versão de 38 placas (ISHIHARA, 1997) (**Figura 11**). O livro é composto por figuras com estímulos pseudoisocromáticos, formando um mosaico por meio de círculos com diversos discos de tamanhos diferentes e cores levemente distintas, provocando um ruído de luminância em uma configuração de alvo e fundo. Em cada círculo, o alvo é formado por um número ou caminho que é diferenciado do fundo somente pela cromaticidade aparente.

Os estímulos do livro podem ser divididos em 5 condições: 1- introdução ou demonstração (placa 1); 2- transformação ou confusão (placas 2 a 9); 3- desaparecimento (placas 10 a 17); 4- dígito escondido (placas 18 a 21) e 5- classificação (placas 22 a 25). A introdução é uma placa que deveria ser vista por todos os sujeitos; enquanto as placas de transformação,

desaparecimento e dígito escondido são destinadas à triagem. A eficiência dos testes de triagem pode ser avaliada em termos de sensibilidade (que se refere à porcentagem de sujeitos anormais devidamente identificados como anormais) e especificidade (que se refere à porcentagem de sujeitos normais corretamente identificados como normais) (BIRCH, 1997). As placas de 26 a 38 tem um “design” de trajetória e são destinadas à realização do teste em indivíduos analfabetos ou iletrados.

As figuras foram exibidas a uma distância de 75 cm, onde o sujeito deveria indicar verbalmente qual o número que constava na figura indicada quando a visse. A passagem da figura se deu a cada três segundos independente da resposta do indivíduo. As respostas foram comparadas em uma planilha para acompanhamento do teste contendo os resultados esperados para tricromatas (Apêndice C). O participante foi considerado normal quando apresentou respostas com menos do que 6 erros.

FIGURA 11 - EXEMPLOS DE FIGURAS DO TESTE DE ISHIHARA.



Fonte: <https://www.canstockphoto.com.br/cor-teste-completo-ishihara-7301249.html>. Acessado em 10/08/2021.

4.7.2 Avaliação da acuidade visual

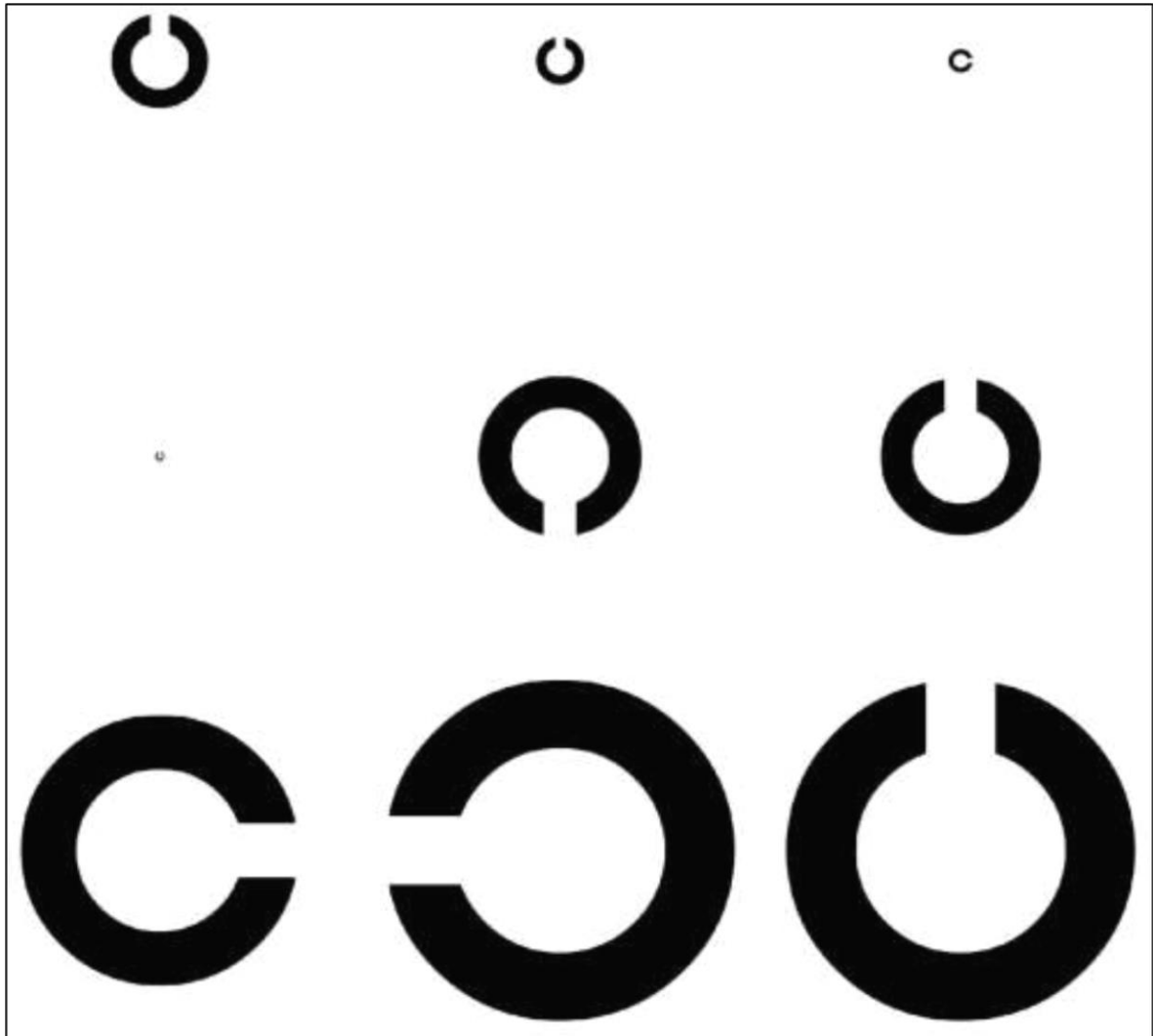
A acuidade visual dos sujeitos foi avaliada por meio do teste de acuidade visual Freiburg Visual Acuity and Contrast Test (FrACT, desenvolvido por Michael Bach, Alemanha) (**Figura 12**). Versão utilizada Vs 3.10.5, de 06-04-2020.

O teste foi efetivado em ambiente escuro de maneira monocular, sendo exibido em tela de microcomputador portátil (Lenovo Yoga S740-14IIL), com monitor do tipo LCD colorido em HD, de 14 polegadas, com resolução de tela de 1920 x 1080. O participante era posicionado a 3,99 metros do monitor, onde era mostrado o optotipo “C de Landolt”, também conhecido como anel de Landolt, ou anel quebrado de Landolt, apresentando contraste negativo de 100% em relação ao fundo da tela, e a tarefa do participante seria identificar a orientação da abertura do C em uma das quatro opções possíveis (cima, baixo, direita, esquerda), de acordo com a predefinição fixada nas configurações do teste. Após 24 exposições do estímulo o valor da acuidade visual era exibido em unidades decimais.

Este teste representa um procedimento psicofísico de escolha forçada, cujas respostas do participante abastecem um processo de escada adaptativa conhecido como algoritmo “*Best-PEST*”, onde mediante cada acerto, a grandeza do estímulo é reduzida e para cada erro o tamanho do estímulo é aumentado, resultando na estimativa do limiar.

Todos os participantes selecionados para o estudo demonstraram acuidade visual normal ou corrigida por lentes corretivas para a acuidade 20/20.

FIGURA 12 - EXEMPLOS DE ESTÍMULOS EXPOSTOS NO TESTE FREIBURG VISUAL ACUITY TEST (FRACT). O TESTE COMEÇA EXIBINDO UM ESTÍMULO COM TAMANHO PADRONIZADO E DE ACORDO COM A RESPOSTA DO SUJEITO, O ESTÍMULO IRÁ DIMINUIR (ACERTOS) OU AUMENTAR (ERROS), AJUSTANDO A ACUIDADE VISUAL.



Fonte: MIQUILINI *et al.*, p. 48, 2018.

4.7.3 Avaliação da discriminação do contraste limiar de luminância mascarado por ruído espacial cromático

O teste foi executado utilizando computador portátil Macbook PRO, com tela em LCD de 17 polegadas e resolução de 1680 x 1050 pixels, placa de vídeo NVIDIA GeForce 8600M GT com 512 MB de GDDR3 SDRAM e DVI de dupla ligação, executado por meio de rotina

computacional criada em ambiente de programação MATLAB R2012b, que gera o estímulo a ser identificado.

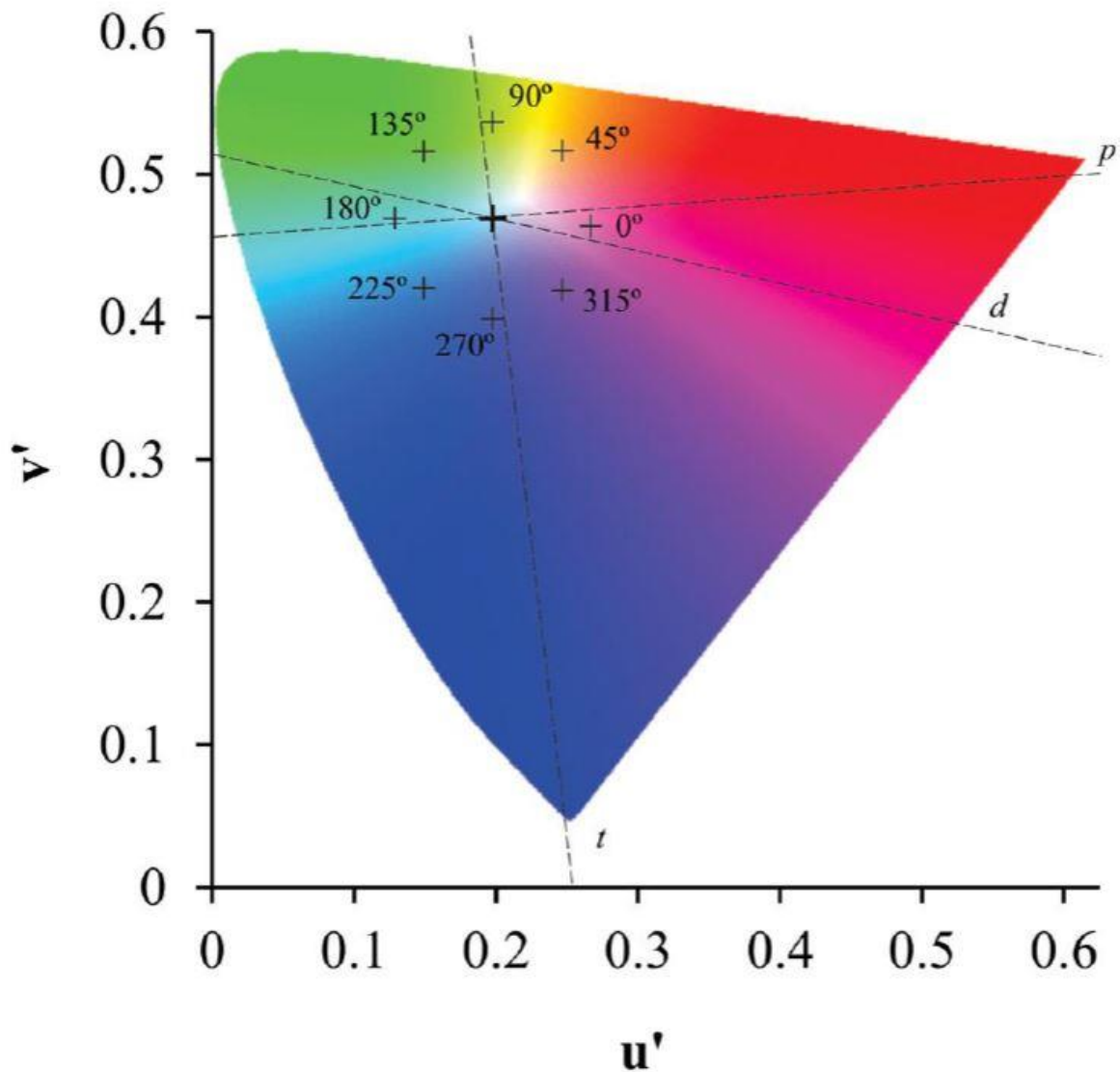
Estímulo este, consistindo em um mosaico de elementos circulares apresentando tamanhos e cores variados (compondo o ruído espacial de tamanho e de cor). A variação de tamanho destes elementos foi possibilitada pela criação de círculos em 10 tamanhos diferentes, com dimensão espacial variando entre 0,1226 e 0,4876 graus.

Assim, foram configurados 16 mosaicos, sendo constituídos por 428 destes elementos circulares, cada um, e organizados diferentemente, com o objetivo de atrapalhar a identificação do alvo devido a alguma pista presente no mosaico que não seja a luminância.

O ruído cromático foi formado por 8 vetores cromáticos dirigidos nas seguintes angulações 0, 45, 90, 135, 180, 225, 270, 315 graus, irradiando da coordenada de referência ($u'=0,219$, $v'=0,48$) no espaço de cor adotado pela Comissão Internacional de Iluminação de 1976 (CIE 1976). Foram testados os protocolos com ruídos cromáticos compostos por cromaticidades que se localizavam em torno das linhas de confusão protan, deutan e tritan. As cromaticidades dos protocolos Protan e Deutan apresentavam cromaticidades com tonalidades verdes e vermelhas e o protocolo Tritan era composto por cromaticidade com tonalidades azul e amarela. Em todos os protocolos com a presença de ruído cromático, as cromaticidades presentes tinham uma extensão do vetor cromático de 0,04 unidades $u'v'$. Além dos 3 protocolos com presença de ruído cromático, foi também utilizado um protocolo sem ruído de cor, o qual era caracterizado pela presença apenas da cromaticidade média (cinza) dos demais protocolos. A **Figura 13** mostra as linhas de confusão de cor protan, deutan, tritan, relacionadas à cromaticidade de referência.

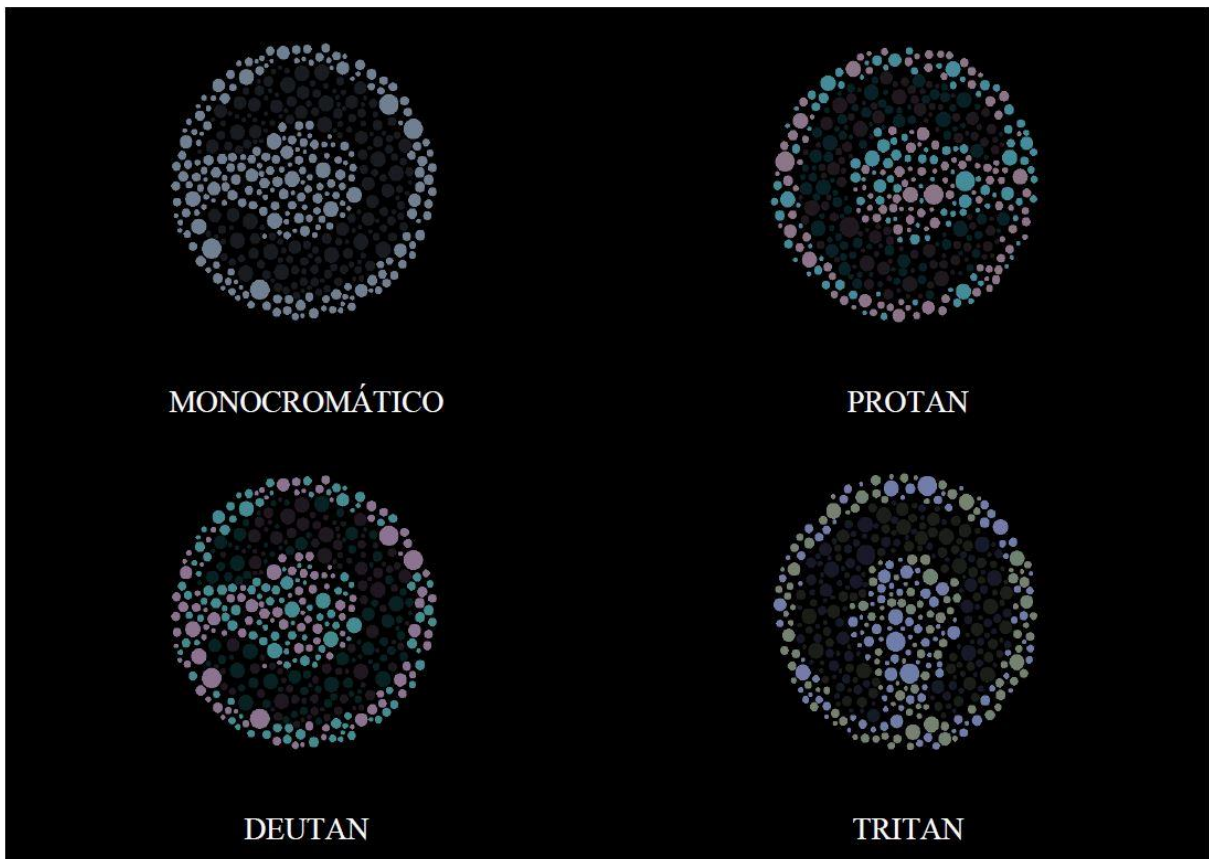
O alvo foi constituído por um conjugado de círculos exibindo luminância desigual do restante do estímulo (fundo) constituindo o caractere C de Landolt (alvo), onde o partícipe da pesquisa deveria indicar verbalmente (conforme a sua percepção) a orientação da abertura do caractere (direita, esquerda, cima ou baixo). As dimensões do estímulo foram 5° de ângulo visual no campo de fundo, 4,4° de diâmetro externo, 2,2° de diâmetro interno e 1° de ângulo visual na abertura do caractere (**Figura 14**).

FIGURA 13 - LOCALIZAÇÃO DA COORDENADA DE REFERÊNCIA NO DIAGRAMA DA CIE 1976, COM OS 8 VETORES COM INTERVALOS DE 45° ENTRE SI. O MAIOR VETOR CROMÁTICO EM CADA EIXO ESTÁ REPRESENTADO PELAS CRUZES, ENQUANTO O EIXO DE CONFUSÃO DE COR PROTAN (P), DEUTAN (D) E TRITAN (T) ESTÃO REPRESENTADOS PELOS TRACEJADOS.



Fonte: DE LOUREIRO et al., 2018.

FIGURA 14 - EXEMPLOS DOS TIPOS DE MASCARAMENTO CROMÁTICO UTILIZADOS NOS ESTÍMULOS DO TESTES.



Fonte: Compilação da autora.

Cada participante era então orientado sobre a sua tarefa no teste e a forma como o teste seria realizado, além de ser instruído que, mediante qualquer desconforto durante a realização do teste, o mesmo seria cessado imediatamente (orientação feita em 2 momentos, na anuência ao TCLE e reafirmada nesse momento da pesquisa). A seguir o indivíduo era posicionado a uma distância de 2,41 m da tela onde as imagens eram exibidas. A ordem dos protocolos utilizados foi aleatorizada por meio de uma sequência elaborada em plataforma virtual, denominada “Research Randomizer”, disponível no endereço eletrônico: <https://www.randomizer.org/>. A condutora do teste era a responsável pelo registro das respostas dos sujeitos, no teclado de setas (cima, baixo, direita e esquerda) do computador onde o teste estava sendo realizado, cada estímulo tinha a duração de 3 segundos e somente após o estímulo se apagar a resposta poderia ser registrada para que em seguida um novo estímulo pudesse surgir na tela.

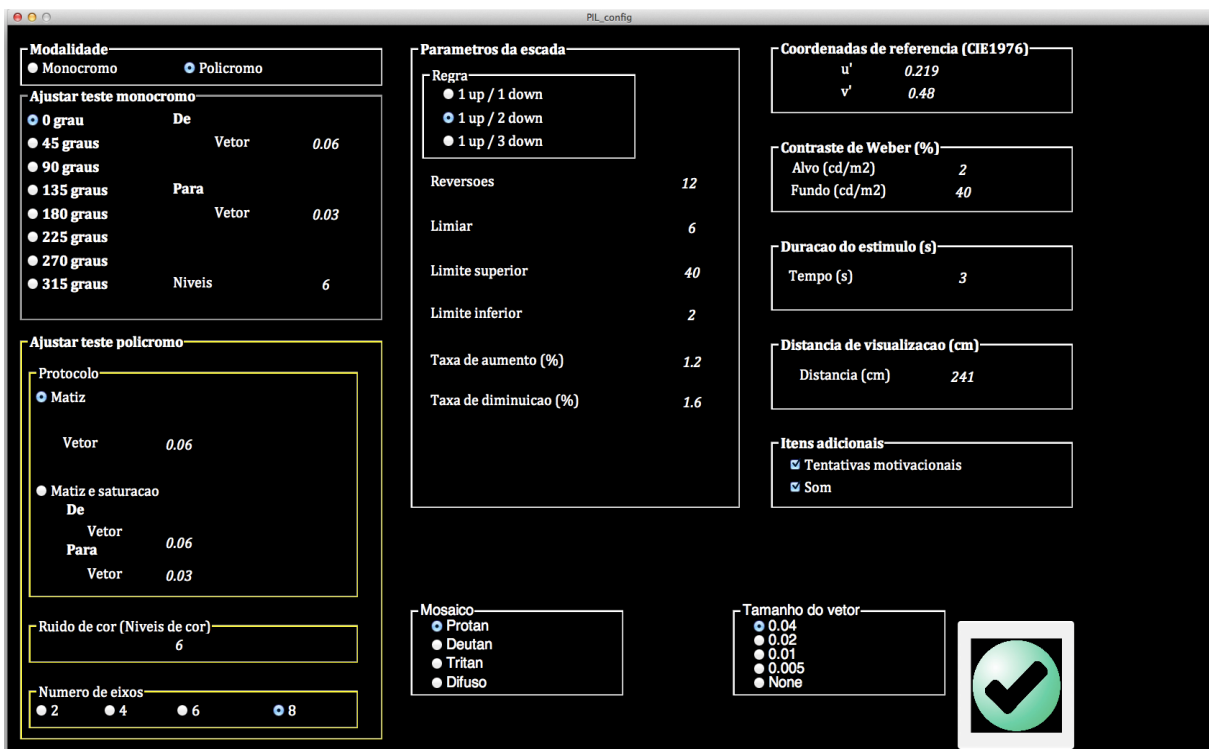
Um método de escada (staircase) foi utilizado para controlar a exposição da luminância do alvo e para estimar o contraste limiar do teste. Este método se trata de um procedimento adaptativo, onde, o próximo estímulo é determinado de acordo com as respostas dadas para os

estímulos anteriores. O ajuste inicial de luminância do mosaico foi de 2 cd/m² no alvo contra 40 cd/m² no fundo. Sob regência de regra que definiu o método de escada em 2 acertos para 1 erro, de forma que sempre que o indivíduo acertasse 2 vezes seguidas a direção da abertura do C de Landolt a luminância do alvo aumentaria (taxa de aumento de 1,2%) e quando errasse 1 vez a luminância do alvo diminuiria (taxa de diminuição de 1,6%). O teste encerrava após 12 reversões, com o contraste de luminância sendo determinado por meio da média das 6 últimas reversões limiares.

Na **Figura 15** estão exibidas as configurações predefinidas no ambiente de programação MATLAB R2012b que foram utilizadas para os testes, alterando a cada ciclo somente a programação da caixa “mosaico”, onde eram alternados os protocolos (protan, deutan e tritan) e na caixa “tamanho do vetor” que os protocolos cromáticos se mantinha em 0.04 e para o protocolo sem ruído era selecionada a opção none, sem protocolo cromático.

O tempo total de realização dos testes durava em torno de 90 minutos, abrangendo a apresentação do TCLE e explicação da pesquisa, anamnese, testes de triagem (Ishihara e FrACT) e avaliação da discriminação do contraste limiar de luminância mascarado por ruído espacial cromático.

FIGURA 15 - CONFIGURAÇÕES DO ESTÍMULO GERADO NO AMBIENTE DE PROGRAMAÇÃO MATLAB



Fonte: Compilação da autora.

4.8 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DE DADOS

Os contrastes limiares de luminância analisados foram as médias das últimas 6 reversões do procedimento de escada. Foi também calculada a variação entre os contrastes limiares obtidos nos protocolos com ruído de cor e no protocolo sem ruído de cor como um indicador da inibição do ruído cromático sobre a discriminação limiar de luminância. A normalidade dos dados foi avaliada pelo teste de Shapiro-Wilk. Foi usado um teste de análise de variância (ANOVA) de uma via seguido por um teste de comparações múltiplas de Tukey para comparar os parâmetros dentro de cada grupo. Foi usado um teste t de Student não pareado com correção de Welch para comparar parâmetros entre os grupos. Para todas as análises foi considerado um nível de significância de 0,05.

5 RESULTADOS

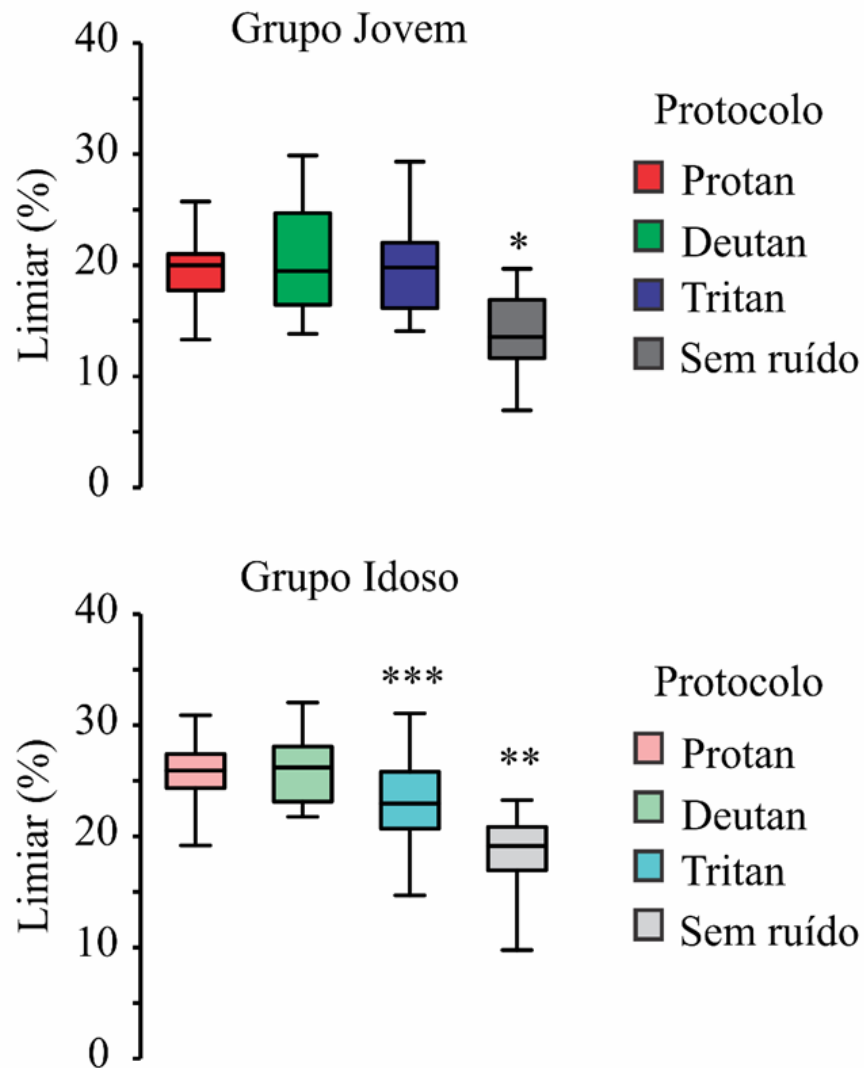
5.1 CONTRASTES LIMIARES DE LUMINÂNCIA NOS GRUPOS JOVEM E IDOSO

Foi aplicado um teste de ANOVA de uma via de medidas repetidas para avaliar o efeito do protocolo de estimulação (Protan, Deutan, Tritan e Sem Ruído) sobre os valores de contraste limiars de luminância dos participantes do grupo Jovem. Foi observado que havia um efeito significativo ($F[2,806, 47,7] = 21,43, p < 0.001$). As comparações múltiplas de Tukey mostraram que os contrastes limiars obtidos com a condição sem ruído de luminância apresentou valores significativamente inferiores aos obtidos pelos protocolos Protan, Deutan e Tritan ($p < 0.001$). Não houve diferença significativa entre os contrastes limiars obtidos através dos protocolos Protan, Deutan e Tritan ($p > 0.05$).

Para o grupo de idosos também foi aplicado uma ANOVA de uma via de medidas repetidas para avaliar o efeito do protocolo de estimulação (Protan, Deutan, Tritan e Sem Ruído) sobre os valores de contraste limiars de luminância. Aqui também foi achado efeito significativo do protocolo de estimulação sobre os contrastes limiars de luminância. O teste de comparações múltiplas de Tukey mostrou que os valores dos contrastes limiars obtidos com a condição Sem Ruído eram significativamente inferiores que os obtidos através dos protocolos Protan, Deutan e Tritan ($p < 0,001$). Foi também observado que os valores de contraste de luminância obtidos com o protocolo Tritan eram significativamente inferiores que os valores de contraste de luminância estimados usando os protocolos Protan e Deutan ($p < 0,05$). Não foi observada nenhuma diferença entre os contrastes limiars obtidos pelas condições de protocolo Protan e Deutan.

A **Figura 16** mostra a representação descritiva dos contrastes limiars obtidos em cada protocolo de estimulação para cada grupo etário.

FIGURA 16 - BOX-PLOTS DOS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS NOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE ESTIMULAÇÃO NOS GRUPOS JOVEM (GRÁFICO SUPERIOR) E IDOSO (GRÁFICO INFERIOR).



Os box-plots são representados pelos primeiro e terceiro quartis (limites inferior e superior da caixa, respectivamente), mediana (linha intermediária da caixa) e valores mínimo e máximo da amostra (limites das barras de dispersão).

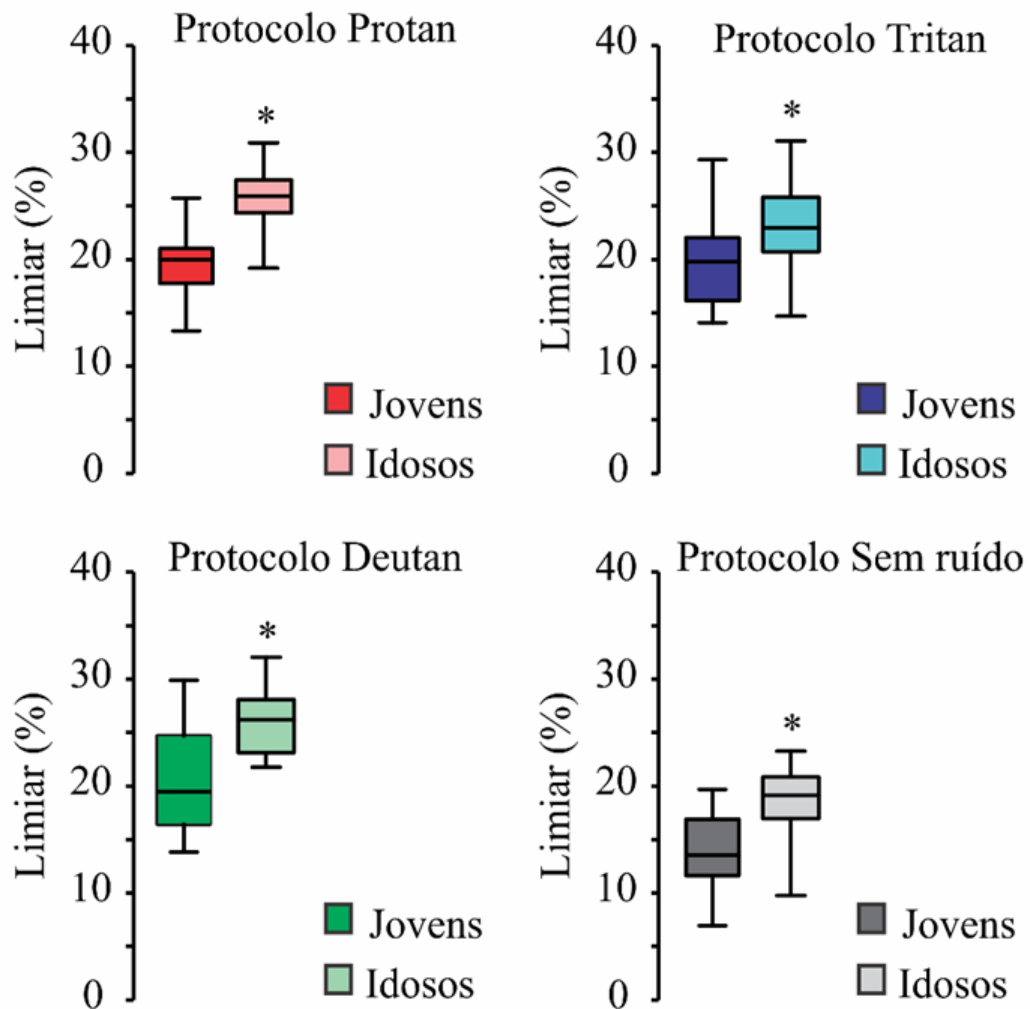
5.2 COMPARAÇÃO DOS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS POR JOVENS E IDOSOS EM CADA PROTOCOLO DE ESTIMULAÇÃO

Para comparar os contrastes limiares obtidos pelos dois grupos estudados em cada protocolo de estimulação foi usado um teste t não pareado com correção de Welch. Na comparação intergrupo dos contrastes limiares foi observado que havia diferença significativa entre os

grupos quando se aplicava os protocolos Protan ($t[32,95] = 5,494$, $p < 0,0001$), Deutan ($t[29,67] = 4,365$, $p = 0,0001$), Tritan ($t[33] = 2,414$, $p < 0,0001$), Sem Ruído ($t[33] = 3,713$, $p = 0,0008$), sendo que em todas as comparações o grupo de idosos apresentou contrastes limiars maiores que aqueles obtidos pelos participantes do grupo de jovens.

A **Figura 17** mostra a representação descritiva da comparação entre os contrastes limiars obtidos em cada grupo etário em cada protocolo de estimulação.

FIGURA 17 - BOX-PLOTS DOS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS PELOS DIFERENTES GRUPOS ETÁRIOS PARA CADA UM DOS DIFERENTES PROTOCOLOS DE ESTIMULAÇÃO.



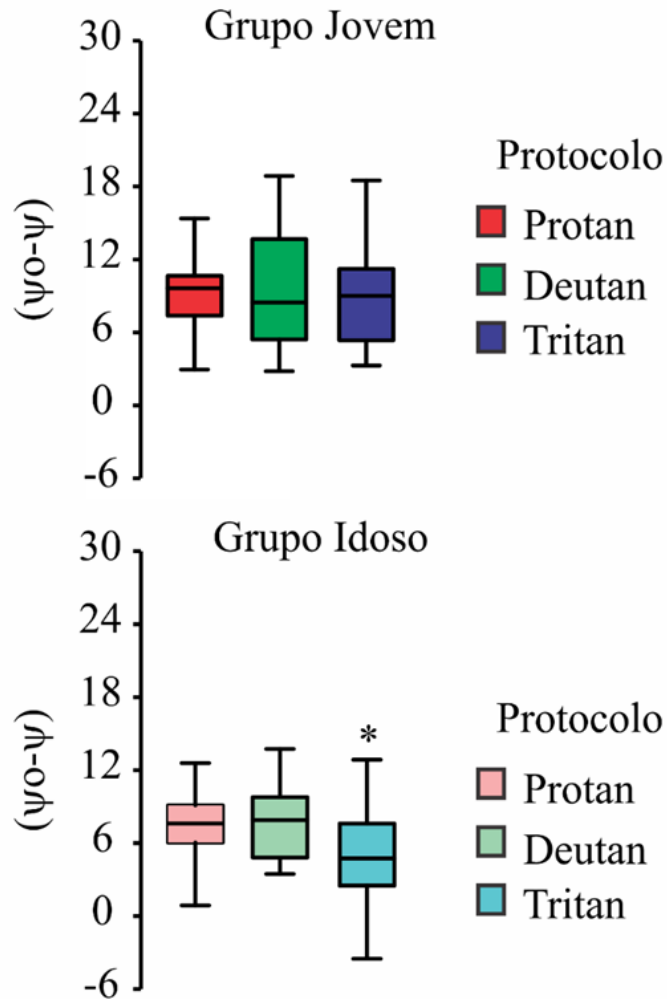
Os box-plots são representados pelos primeiro e terceiro quartis (limites inferior e superior da caixa, respectivamente), mediana (linha intermediária da caixa) e valores mínimo e máximo da amostra (limites das barras de dispersão).

5.3 VARIAÇÃO ENTRE OS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS NOS PROTOCOLOS COM RUÍDO E SEM RUÍDO CROMÁTICO

A variação entre os contrastes limiares obtidos nos protocolos com ruído de cor e o contraste limiar obtido no protocolo sem o ruído de cor é um indicador da magnitude da inibição do ruído sobre a percepção limiar de luminância (SOUZA *et al.*, 2020). Para se avaliar o efeito do protocolo com ruído cromático sobre essa variação de contrastes limiares no grupo de jovens foi realizado um teste ANOVA de uma via para medidas repetidas, no qual foi encontrada nenhuma diferença significativa ($F[1,940, 32,98] = 0,2375, p = 0,78$). Para avaliar esse mesmo efeito do protocolo cromático sobre essa variação de limiares no grupo de idosos, também foi aplicado um teste de ANOVA de uma via para medidas repetidas e foi encontrado efeito significativo ($F[1,855, 29,69] = 8,038, p = 0,002$). O teste de comparações múltiplas de Tukey mostrou que a diferença entre o limiar estimado usando o protocolo Tritan e o protocolo sem ruído era significativamente menor que as diferenças entre os limiares estimados pelos protocolos Protan ou Deutan e o protocolo sem ruído ($p < 0.05$).

A **Figura 18** mostra a representação descritiva da variação entre os contrastes limiares obtidos em protocolos com ruído cromático e o obtido pelo protocolo sem ruído cromático para cada grupo etário.

FIGURA 18 - BOX-PLOTS DAS VARIAÇÕES ENTRE CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS EM PROTOCOLOS COM RUÍDO E SEM RUÍDO CROMÁTICO EM AMBOS OS GRUPOS ETÁRIOS.



Os box-plots são representados pelos primeiro e terceiro quartis (limites inferior e superior da caixa, respectivamente), mediana (linha intermediária da caixa) e valores mínimo e máximo da amostra (limites das barras de dispersão).

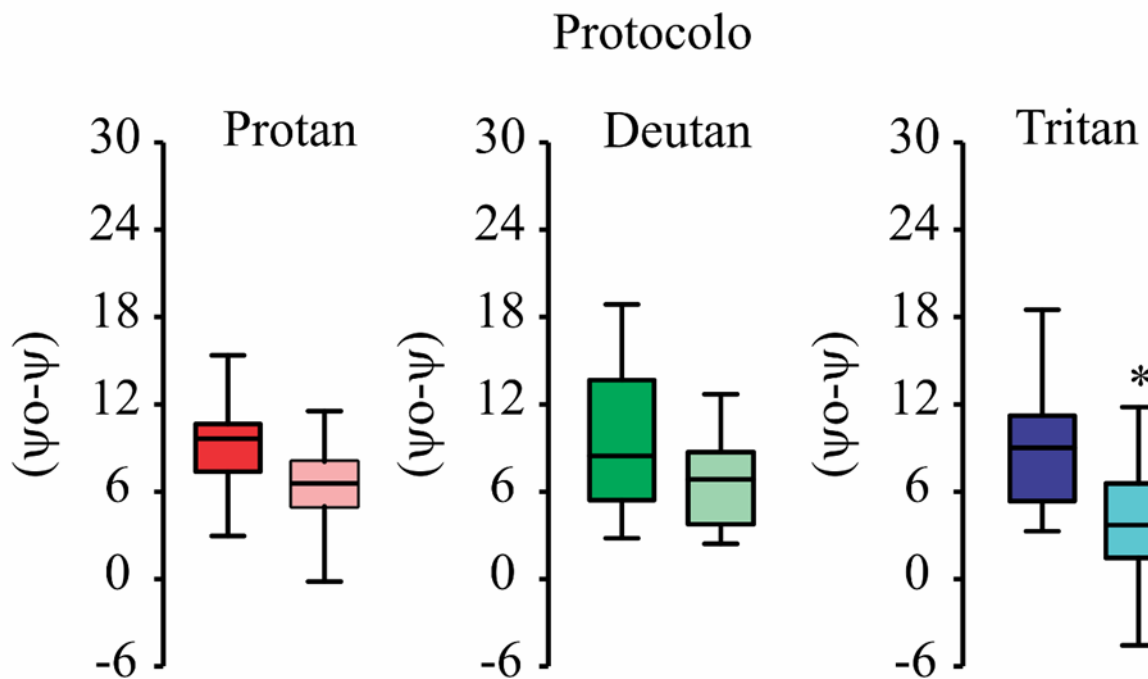
5.4 COMPARAÇÃO DA VARIAÇÃO ENTRE OS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS NOS PROTOCOLOS COM RUÍDO E SEM RUÍDO CROMÁTICO ENTRE OS GRUPOS ETÁRIOS

Para comparar a variação dos limiares entre os protocolos com ruído cromáticos e o protocolo sem ruído cromático dos diferentes grupos etários foi usado um teste t não pareado com correção de Welch. Foi observado que não havia diferença significativa entre os valores da variação entre os limiares estimados com os protocolos Protan ou Deutan e o limiar estimado

com o protocolo Sem Ruído de cor ($t[32,95] = 1,7, p = 0,1$ e $t[29,67] = 1,462, p = 0,15$, respectivamente), mas havia diferença significativa entre os grupos etários considerando os valores de variação entre os limiares obtidos com o protocolo Tritan e o protocolo Sem Ruído de cor ($t[33] = 3,334, p = 0,002$). Os valores dessa variação de limiares (Tritan – Sem Ruído) do grupo de jovens foram significativamente maiores que os valores correspondentes do grupo de idosos.

A **Figura 19** mostra a comparação das variações entre os contrastes limiares obtidos em protocolos com ruído cromático e o obtido pelo protocolo sem ruído cromático entre os grupos etários.

FIGURA 19 - BOX-PLOTS DAS COMPARAÇÕES INTERGRUPOS DAS VARIAÇÕES ENTRE OS CONTRASTES LIMIARES OBTIDOS USANDO PROTOCOLOS COM RUÍDO CROMÁTICO E O CONTRASTE LIMIAR OBTIDO USANDO O PROTOCOLO SEM RUÍDO CROMÁTICO.



Os box-plots são representados pelos primeiro e terceiro quartis (limites inferior e superior da caixa, respectivamente), mediana (linha intermediária da caixa) e valores mínimo e máximo da amostra (limites das barras de dispersão).

6 DISCUSSÃO

O principal resultado da presente dissertação é que se confirma a hipótese de que o avançar da idade pode modificar os mecanismos de interação de cor e luminância, observado através do experimento de estimativa de contraste de luminância sob mascaramento com ruído cromático. Foi demonstrado que o grupo de idosos além de apresentar maiores de contraste limiars de luminância em todas as condições de estímulo que os participantes mais jovens, eles também apresentavam menor inibição cromática sobre os limiars de luminância no protocolo Tritan que os participantes mais jovens.

O protocolo de mascaramento com ruído de cor sobre o contraste de luminância mostrou-se sensível para avaliar simultaneamente a visão de luminância e de cor dos participantes, sendo sensível para as influências da idade sobre a discriminação limiar de luminância e sobre a visão de cores dos participantes. O envelhecimento tem impacto sobre o sistema visual tanto nos componentes ópticos quanto neurais (WEALE, 1973; OWSLEY & BURTON, 1991; BURTON *et al.*, 1993). Com o envelhecimento, os meios oculares ficam mais opacos e há aumento do espalhamento da luz no interior do olho (ROZEMA *et al.*, 2010), resultando em uma imagem com menor contraste no fundo do olho e consequente diminuição da sensibilidade ao contraste. Modificações neurais como diminuição da densidade de neurônios em diferentes estágios do sistema visual (GAO & HOLLYFIELD, 1992; CURCIO & DRUCKER, 1993; DEVANEY & JOHNSON, 1980) e mudanças nas propriedades eletrofisiológicas desses neurônios (BIRCH & ANDERSON, 1992; CELESIA *et al.*, 1987; SOKOL *et al.*, 1981; PORCIATTI *et al.*, 1992) também são outros fatores que contribuem para a diminuição da sensibilidade ao contraste durante a senescência. O fato de termos encontrado maiores contrastes limiars no grupo mais idoso independente do protocolo de estimulação é um indicador que o teste aplicado na presente dissertação é sensível à identificação dessa perda de sensibilidade ao contraste com a senescência.

É muito bem documentado que com o envelhecimento há uma perda de visão de cores pelos mesmos motivos neurais já explicados, sendo que vários estudos descrevem uma perda acentuada na visão de cores azul-amarelo (KNOBLAUCH *et al.*, 1987; PARAMEI & OAKLEY, 2014). Essa perda preferencial do mecanismo de cor azul-amarelo pode ocorrer por várias razões: aumento da densidade ótica do pigmento macular (WERNER *et al.*, 1987), amarelamento das lentes (POKORNY *et al.*, 1987) e deterioração das vias visuais que processam a informação vinda dos cones S (JOHNSON *et al.*, 1988; SHINOMORI *et al.*, 2001; ZLATKOVA *et al.*, 2003; WERNER *et al.*, 2010). Na presente dissertação, os resultados confirmaram

a hipótese de que em idosos a provável diminuição da percepção do mecanismo psicofísicos azul-amarelo levaria a diminuição da inibição do ruído de cor sobre a percepção limiar de luminância.

O presente trabalho apresenta como limitações o uso de faixas etárias ainda muito largas com cerca de 20 anos de extensão. O grupo de jovens incluía pessoas de 18 a 40 anos e o grupo de idosos incluía pessoas acima de 50 anos. Futuras pesquisas podem fazer o estudo com mais faixas etárias e menor extensão de anos em cada categoria, o que permitiria em um único experimento quantificar as perdas na visão de luminância e na visão de cores por década de vida das pessoas.

Os resultados mostraram-se promissores quanto ao uso clínico do método de estimativa de discriminação limiar de luminância sob mascaramento com ruído cromático, já que o mesmo é sensível para detectar alterações na visão de cores e de luminância oriundas da senescência, assim como já tinha sido previamente sensível para identificação do fenótipo da visão de cores das pessoas testadas por ele (SOUSA *et al.*, 2020).

REFERÊNCIAS

- ALIÓ, J. L.; SCHIMCHAK, P.; NEGRI, H. P.; MONTÉS-MICÓ, R. Crystalline Lens Optical Dysfunction through Aging. **Ophthalmology**. V.112, n. 11, p. 2022-2029, nov. 2005.
<https://doi.org/10.1016/j.ophtha.2005.04.034>
- ANDERSON, D. H.; FISHER, S. K. The photoreceptors of diurnal squirrels: Outer segment structure, disc shedding, and protein renewal. **Journal of Ultrastructure Research**. V. 55, n. 1, p. 119–141, abr. 1976.
- ANSTEY, K. *et al.* Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. **Clinical Psychology Review**. V. 25, n. 1, p. 45–65, jan. 2005.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. **Neuroscience: exploring the brain**. 4. ed ed. Philadelphia: Wolters Kluwer, 2016.
- BIRCH, D. G. & ANDERSON, J. L. Standardized full-field electroretinography: Normal values and their variation with age. **Archives of ophthalmology**. V. 10, p. 1571-1576, 1992.
- BIRCH, J. Efficiency of the Ishihara test for identifying red-green colour deficiency. **Ophthalmic & Physiological Optics: The Journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)**, v. 17, n. 5, p. 403–408, set. 1997.
- BOLETIM Informativo COVID-19: Amapá, 21 de janeiro de 2021. Macapá, 21 jan. 2021. Disponível em: <https://www.amapa.gov.br/noticia/2101/boletim-informativo-covid-19-amapa-21-de-janeiro-de-2021>. Acesso em: 13 dez. 2021.
- BOWMAKER, J. K.; DARTNALL, H. J. Visual pigments of rods and cones in a human retina. **The Journal of Physiology**. V. 298, n. 1, p. 501–511, 1 jan. 1980.
- BRINDLEY, G. S. The Effects on colour vision of adaptation to very bright lights. **The Journal of Physiology**. V. 122, p. 332-350, 1953.
- BURTON, K. B.; OWSLEY, C.; SLOANE, M. E. Aging and neural spatial contrast sensitivity: photopic vision. Elsevir: **Vision Research**. V. 33 (7), p. 939-846, may 1993.
- COOPER, B.; SUN, H.; LEE, B. B. Psychophysical and physiological responses to gratings with luminance and chromatic components of different spatial frequencies. **Journal of the Optical Society of America A**, v. 29, n. 2, p. A314, 1 fev. 2012.
- COREN, S. Sensation and perception. In: Freedhein, D. K.; Weiner, I. B.; **Handbook of psychology: History of psychology**. Chap. 5, pp. 85-108. New Jersey: John Wiley & Sons, 2003.
- DACEY, D. M. *et al.* Fireworks in the primate retina: in vitro photodynamics reveals diverse LGN-projecting ganglion cell types. *Neuron*, v.37, p.15-27, 2003.
- DACEY, D. M. & LEE, B. B. The “blue-on” opponent pathway in primate retina originates from a distinct bistratified ganglion cell type. **Nature** 367: 731–735 1994.

- DACEY, D. M.; PACKER, O. S. Colour coding in the primate retina: diverse cell types and cone-specific circuitry. **Curr Opin Neurobiol.**, 13: 421–427. 2003.
- DACEY, D.M. Parallel pathways for spectral coding in primate retina. **Annu Rev Neurosci.** 23:743-775, 2000.
- DAIN, S.J. Clinical colour vision test. Clinical & experimental optometry. **JOSA A**, 87 (4-5), 276-93, 2004.
- DHANDE, O. S. *et al.* Contributions of Retinal Ganglion Cells to Subcortical Visual Processing and Behaviors. **Annual Review of Vision Science**, v. 1, n. 1, p. 291–328, 24 nov. 2015.
- DE LOUREIRO, T. M. G. *et al.* Effect of the Decrease in Luminance Noise Range on Color Discrimination of Dichromats and Trichromats. **Frontiers in Behavioral Neuroscience**, v. 12, p. 292, 23 nov. 2018.
- DICARLO, J. J., ZOCCOLLAN, D. & RUST, N. C. How does the brain solve visual object recognition? **Neuron**. Vol. 73, p. 415–434, 2012.
- DOMINY, N. J. & LUCAS P.W. Ecological importance of trichromatic colour vision to primates. **Nature**, 410:363-365, 2001.
- DOMINY, N. J., SVENNING, J. C., AND LI, W. H. Historical contingency in the evolution of primate color vision. **Journal of Human Evolution**. 44:25–45, 2003.
- DOWLING, J. E. The retina: an approachable part of the brain. **Harvard University Press**, Cambridge, Mass, 1987.
- FIORENTINI, A., PORCIATTI, V., MORRONE, M. C., & BURR, D. C. Visual ageing: Unspecific decline of the responses to luminance and colour. Pergamon: **Vision Research**, 3, 3557-3566, 1996.
- FISCHER, M. E. *et al.* Age-Related Sensory Impairments and Risk of Cognitive Impairment. 2016
- CELESIA, G. G.; KAUFMAN, D.; CONE, S. Effects of age and sex on pattern electroretinograms and visual evoked potentials effects de l'âge et du sexe sur les électrorétinogrammes et les potentiels visuels évoqués par des patterns. Elsevier: **ScienceDirect**. V. 68 (3), p. 161-171, May 1987.
- CURCIO, C. A.; DRUCKER, D. N. Retinal ganglion cells in Alzheimer's disease and aging. **American Neurological Association**. V. 33, p. 248-257, 1993.
- DEVANEY, K. O.; HORTON, JOHNSON, H. A. Neuron Loss in the Aging Visual Cortex of Man. **Journal of Gerontology**. Vol. 35 (6), p. 836–841, 1980.
<https://doi.org/10.1093/geronj/35.6.836>
- GEGENFURTNER, K. R & KIPER, D. C. Colour Vision. **Annual Review of Neuroscience**. Vol. 26, p. 181-206, jan. 2003. <https://doi.org/10.1146/annurev.neuro.26.041002.131116>

GAO, H. & HOLLYFIELD, J. G. Aging of the human retina: Differential loss of neurons and retinal pigment epithelial cells. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**. V. 33 (1), jan. 1992.

GUIMARÃES, D. L.; LACERDA, E. M. C. B.; SALOMAO, R. C.; LEO, R. F. C.; FUZII, H. T.; COSTA, C. A.; SOUSA, M. S.; SILVEIRA, L. C. L.; SOUZA, G. S. Pacientes assintomáticos infectados por vírus linfotrópico humano do tipo 1 apresentam perda da visão de cores e visão de luminância preservada. In: XXXI Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental - FESBE, 2016, Foz do Iguaçu. Livro de Resumos da XXXI Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental - FeSBE, 2016.

GUIMARÃES, D. L.; SOUZA, G. S.; SILVEIRA, L. C. L. Comparação da discriminação de cores estimada através de estímulos pseudoisocromáticos com mosaico composto por uma ou múltiplas formas geométricas. In: XXIX Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental - FeSBE, 2014, Caxambú. Livro de Resumos da XXIX Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia Experimental - FeSBE, 2014.

HALL, J. E.; GUYTON, A. C. **Guyton and Hall textbook of medical physiology**. 12th ed ed. Philadelphia, Pa: Saunders/Elsevier, 2011.

HEMENGER, R. P. Intraocular light scatter in normal vision loss with age. **Applied Optics**. Vol. 23 (12), p. 1972-1974, jun. 1984. <https://doi.org/10.1364/AO.23.001972>.

ISHIHARA, S. The Series of Plates Designed as a Test for Colour-Deficiency. 38 Plates Edition. Tokyo, Japan: Kanehara, 1997.

JACOBS, G. H. Primate photopigments and primate color vision. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 93, n. 2, p. 577–581, 23 jan. 1996.

JACOBS, G. H., & ROWE, M. P. Evolution of vertebrate colour vision. **Clinical and Experimental Optometry**, 87(4-5), 206-216, 2004.

JOHNSON, C. A., ADAMS, A. J., TWELKER, J. D., & QUIGG, J. M. Age-related changes in the central visual field for short-wavelength-sensitive pathways. **Journal of the Optical Society of America: Optics and image science**. Vol. 5 (12), p. 2131–2139, dec. 1988. <https://doi.org/10.1364/josaa.5.002131>

KAISER, P. K., AND BOYNTON, R. M. Human color vision. 2^a ed. p. 33-57. Washington: Optical Society of America, 1996.

KANDEL, E. *et al.* **Principles of Neural Science, Fifth Edition**. Blacklick: McGraw-Hill Publishing, 2012.

KANSO, S. Processo de envelhecimento populacional - um panorama mundial. p. 23, 2013.

KIM, Y. J.; MULLEN, K. T. Effect of overlaid luminance contrast on perceived color contrast: Shadows enhance, borders suppress. **Journal of Vision**, v. 16, n. 11, p. 15, 15 set. 2016.

KOLB, H. How the retina works. **American Scientist**, 91(1), p. 28-35, 2003.

- KNOBLAUCH, K.; VITAL-DURAND, F.; BARBUR, J. L. Variation of chromatic sensitivity across the life span. Pergamon: **Vision Research**. 41 (1), p. 23-36, 2001.
- KNOBLAUCH, K.; SAUNDERS, F.; KUSUDA, M.; HYNES, R.; PODGOR, M.; HIGGINS, K. E. & MONASTERIO, F. M. Age and illuminance effects in the Farnsworth-Munsell 100-hue test. **Applied Optics**. V. 26, p. 1441-1448, 1987.
- KRAFT, J. M. & WERNER, J. S. Aging and the saturation of colors. 1. Colorimetric purity discrimination. **Optical Society of America**. V. 16, p. 223-230, 1999.
- LACERDA, E. M. C. B.; GUIMARAES, D. L.; SOUZA, G.S.; SILVEIRA, L.C.L. Development of a new stimulus to estimate luminance contrast thresholds based in the presence of color and spatial noise. In: IBRO 2015 (9 World congress- International Brain Research Organization), 2015, Rio de Janeiro - BRA. IBRO 2015. v. 9.
- LACERDA, E. M. C. B., LIMA, M. G., RODRIGUES, A. R., TEIXEIRA, C. E. C., De LIMA, L. J. B., VENTURA, D. F., SILVEIRA, L. C. L. Psychophysical evaluation of achromatic and chromatic vision of workers chronically exposed to organic solvents. **Journal of Environmental and Public Health**, 2012, 1-7, 2012.
- LEE, B. B. Visual pathways and psychophysical channels in the primate. **The Journal of Physiology**, v. 589, n. Pt 1, p. 41–47, 1 jan. 2011.
- LEE, B. B., MARTIN, P. R. & VALBERG, A. Sensitivity of macaque retinal ganglion cells to chromatic and luminance flicker. **J Physiol**. 414: 223–243, 1989.
- LEE, B. B. & SUN, H. Contrast sensitivity and retinal ganglion cell responses in the primate. **Psychol. Neurosci.**, vol. 4: 11–18, 2011.
- LEE, B. B., SUN, H. & VALBERG, A. Segregation of chromatic and luminance signals using a novel grating stimulus. **J Physiol**. 589: 59–73, 2011.
- Li, X., Chen, Y., Lashgari, R., Bereshpolova, Y., Swadlow, H. A., Lee, B. B. & Alonso, J. M. Mixing of Chromatic and Luminance Retinal Signals in Primate Area V1. *Cereb Cortex*. 25, 1920-1937, 2015. PubMed link.
- LIMA, M. G.; GOMES, B. D. ; VENTURA, D. F. ; SILVEIRA, L. C. L. . Métodos utilizados na avaliação psicofísica da visão de cores humana. *Psicologia USP (Impresso)*, vol., 22: 197-222, 2011.
- LINHARES, J. M. Assessing the effects of dynamic luminance contrast noise masking on colour discrimination test. **J Opt Soc Am A**. 33: 178–A183, 2016.
- LUCAS, P.W.; DARVELL, B.W.; LEE P.K.D.; YUEN, T.D.B. AND CHOONG, M.F. Colour cues for leaf food selection by long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) with a new suggestion for the evolution of trichromatic colour vision. **Folia primatologica**, 69:139-154, 1998.

MASLAND, R. H. The fundamental plan of the retina. **Nature Neuroscience**, 4(9), 877-886, 2001.

MANUAL MERCK SHARP & DOHME. Versão para profissionais de saúde (on-line). Disponível em: < <https://www.msdmanuals.com/pt/profissional>> Acesso em 12/08/21.

MASDEU, J. C.; SUDARSKY, L.; WOLFSON, L. Gait disorders of aging. **Philadelphia Lippincott–Raven**, 1997.

MENDEZ, I. C; MARTIN, A; CHARMICHAEL, T.L; JACOB, M. M; LACERDA, E. M. C. L; GOMES, B. D; FITZGERALD, M. E. C; VENTURA, D. F; SILVEIRA, L. C. L; O'DONELL, B. M; SOUZA, G. S. Color Discrimination is Affected by Modulation of Luminance Noise in Pseudoisochromatic Stimuli. **J. Front. in Psychol.** vol 7, article 1006, 2016.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Portaria nº 454, de 20 de março de 2020. Declara, em todo o território nacional, o estado de transmissão comunitária do coronavírus (covid-19). Brasília: Diário Oficial da União, 20 mar. 2020. Disponível em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-n-454-de-20-de-marco-de-2020-249091587>. Acesso em: 13 dez. 2021.

MIQUILINI, L. *et al.* Influence of Spatial and Chromatic Noise on Luminance Discrimination. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 16944, dez. 2017.

MIQUILINI, L. **O efeito do ruído espacial de cor sobre a discriminação limiar de luminância: investigação básica e aplicada em populações expostas ao mercúrio.** 2018. Tese (Doutorado em Neurociências e Biologia Celular) – Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Pará, Belém.

MIQUILINI, L; SILVEIRA, L. C. L.; SOUZA, G. S. Discriminação de luminância com estímulos contínuos e descontínuos: possível papel das vias paralelas M e P. p. 60-61. Belém, 2016a.

MIQUILINI, L.; WALKER, N. A. ; ODIGIE, E. A. ; GUIMARAES, D. L.; SALOMAO, R. C.; LACERDA, E. M. C. B.; CÔRTEZ, M. I. T.; SILVEIRA, L. C. L.; FITZGERALD, M. E. ; VENTURA, D. F.; SOUZA, G. S. Influence of Spatial and Chromatic Noise on Luminance Discrimination. **Scientific Reports**, vol. 1: 01, 2017.

MIQUILINI, L; WALKER, N. A.; ODIGIE, E. A.; GUIMARAES, D. L.; SALOMAO, R. C.; LACERDA, E. M. C. B.; FITZGERALD, M. E. C.; SILVEIRA, L. C. L.; SOUZA, G. S. Discriminação de luminância através de ruído espacial de cor e tamanho: papel da magnitude e composição cromática do ruído. 2016b.

MOLLON, J. D. "The origins of modern color science," in *Color Science*, ed. S. Shevell (Washington, DC: Optical Society of America), 1–39, 2003.

MOLLON, J.D. "Tho' she kneel'd in that place where they grew..." The uses and origins of primate colour vision. *J Exp Biol.* 1989 Sep;146:21-38. PMID: 2689563.

MOLLON, J. D. & Reffin, J. P. A computer-controlled colour vision test that combines the principles of Chibret and Stilling. *J Physiol.* 414, 5P, 1989.

MULLEN, K. T. The contrast sensitivity of human colour vision to red-green and blue-yellow chromatic gratings. **The Journal of Physiology**, v. 359, n. 1, p. 381–400, 1 fev. 1985.

MULLEN, K.T; CROPPER, S. J; LOSADA, M. A. Absence of Linear Subthreshold Summation between Red-Green and Luminance Mechanisms over a Wide Range of Spatio-temporal conditions. **Vision Res.**, vol 37 (9): 1157-1165, 1997.

NASSI, J. J. & CALLAWAY, E. M. Parallel processing strategies of the primate visual system. **Nature Reviews Neuroscience**, 5, 360-72, 2009.

OMS. **Promoción de la salud**: glosario. Genebra: OMS, 1998.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS. ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE. OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia. In: OMS afirma que COVID-19 é agora caracterizada como pandemia. Brasília, 11 mar. 2020. Disponível em: <https://www.paho.org/pt/news/11-3-2020-who-characterizes-covid-19-pandemic>. Acesso em: 10 dez. 2021.

OWSLEY C., BURTON K.B. Aging and Spatial Contrast Sensitivity: Underlying Mechanisms and Implications for Everyday Life. In: Bagnoli P., Hodos W. (eds) **The Changing Visual System**. NATO ASI Series (Series A: Life Sciences), vol 222, Springer, Boston, 1991. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-3390-0_9

OWSLEY, C.; SEKULER, R.; SIEMSEN, D. Contrast sensitivity throughout adulthood. Pergamon: **Vision Research**, v. 23, p. 689-699, 1983.

PARAMEI, G. V. & OAKLEY, B. Variation of color discrimination across the life span. **Journal of the Optical Society of America**. 31, A375-84, 2014.

POKORNY, J.; SMITH, V. C.; LUTZE, M. Aging of the human lens. **Applied Optics**. V. 26 (8), p. 1437-1440, 1987.

PORCIATTI, V.; BURR, D. C.; MORRONE, M. C.; FIORENTINI, A. The effects of ageing on the pattern electroretinogram and visual evoked potential in humans. **Vision Res**. V. 32 (7), p. 1199-1209, 1992.

PURVES, D. (ED.). **Neuroscience**. 4th ed ed. Sunderland, Mass: Sinauer, 2008.

PURVES, D.; QUILLFELDT, J. A.; DALMAZ, C. **Neurociências**. Porto Alegre: Artmed, 2005.

REGAN, B. C., REFFIN, J. P. & MOLLON, J. D. Luminance noise and the rapid determination of discrimination ellipses in colour deficiency. **Vision Res**. 34: 1279–1299, 1994.

REGAN, D. Human perception of objects: early visual processing of spatial form defined by luminance, color, texture, motion, and binocular disparity. Sunderland: Sinauer Associates, 2000.

Research Randomizer. Disponível em: <https://www.randomizer.org/>, visitado em 05/02/2021.

- RIBEIRO, J. S., BRAZ, M. M., LEMOS, L. F. C., DORNELES, P. P., MOTA, C. B. Influência da visão e da dupla tarefa no controle postural de idosas com perdas urinárias. **Fisioterapia Brasil**. 20: 409-417, 2019.
- ROZEMA, J. J.; VAN DEN BERG, T. J. T. P.; TASSIGNON, M. Retinal Straylight as a function of age and ocular biometry in healthy eyes. **Arvo Journals: Investigative Ophthalmology & Visual Science**. V. 51, p. 2795-2799, May 2010.
- SANTOS, P. S. A. **Função de sensibilidade ao contraste de luminância e de cor para estímulos de mosaico**. 2017. Dissertação (Mestrado em Neurociências e comportamento) - Núcleo de Teoria e Pesquisa do Comportamento, Universidade Federal do Pará, Belém.
- SCHEFRIN, B. E., TREGEAR, S. J., HARVEY JR, L. O., & WERNER, J. S. Senescent changes in scotopic contrast sensitivity. Pergamon: *Vision Research*, 39, 3728-3736, 1999.
- SCHWARTZ, S.H. *Visual perception: a clinical orientation*. 4th ed. New York: Medical; 2010.
- SHERWOOD, L.; KLANDORF, H.; YANCEY, P. H. **Animal physiology: from genes to organisms**. 2nd edition ed. Belmont, CA: Brooks/Cole, 2013.
- SHINOMORI, K.; SCHEFRIN, B. E.; WERNER, J. S. Age-related changes in wavelength discrimination. **Optical Society of America**. V. 18 (2), p. 310 – 318, feb. 2001.
- SILVEIRA, L. C. L.; PERRY, V. H. The topography of magnocellular projecting ganglion cells (M-ganglion cells) in the primate retina. *Neuroscience*, v.40, p.217-37, 1991
- SOKOL, S.; MOSKOWITZ, A. & TOWLE, V. L. Age-related changes in the latency of the visual evoked potential: influence of check size. **Elsevier**. V. 51, p. 559-562, 1981.
- SOME of the things that molecules do (temporada 1, ep. 2). *Cosmos [Seriado]*. Direção: Bill Pope. Produção: Seth MacFarlane & Ann Druyan. EUA: Cosmos Studios e Fuzzy Door Productions, 2014.
- SOUSA, B. R. S.; LOUREIRO, T. M. G.; GOULART, P. R. K.; CÔRTEZ, M. I. T.; COSTA, M. F.; BONCI, D. M. O.; BARAN, L. C. P.; HAUZMAN, E.; VENTURA, D. F.; MIQUILINI, L.; SOUZA, G. S. Specificity of the chromatic noise influence on the luminance contrast discrimination to the color vision phenotype. **Scientific Reports**, vol. 10: 17897, 2020.
- SOUZA, G. S.; GOMES, B. D.; LACERDA, E. M. C. B.; SAITO, C. A.; SILVA-FILHO, M.; SILVEIRA, L. C. L. . Amplitude of the transient visual evoked potential (tVEP) as a function of achromatic and chromatic contrast: Contribution of different visual pathways. **Visual Neurosc.**, vol. 25: 317-325, 2008.
- SOUZA, G. S.; GOMES, B. D.; SAITO, C. A.; SILVA-FILHO, M.; SILVEIRA, L. C. L. . Spatial Luminance Contrast Sensitivity Measured with Transient VEP: Comparison with Psychophysics and Evidence of Multiple Mechanisms. **Investigative Ophthalmol. & Visual Scienc.**, vol. 48: 3396-3404, 2007.

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. Low number of luminance levels in the luminance noise increases color discrimination thresholds estimated with pseudoisochromatic stimuli. **Frontiers in Psychology**. vol 5. Havard, 2014.

SOUZA, G.S.; SCHAKELFORD, H. B. ; MOURA, A. L. A. ; GOMES, B. D. ; VENTURA, D. F. ; FITZGERALD, M. E. ; SILVEIRA, L. C. L. . Comparison of the reliability of multifocal visual evoked cortical potentials generated by pattern reversal and pattern pulse stimulation. **Brazilian Jour. of Medical and Biolog.** Research online. vol, 45: 955-961, 2012.

SOUZA, G.S., WALKER, N., ODIGIE, E.A., GUIMARÃES, D., SALOMÃO, R.C., MIQUILINI, L., LACERDA, E.C., FITZGERALD, M., & SILVEIRA, L. Application of chromatic and spatial noise to mask stimulus for luminance contrast threshold estimates. **Investigative Ophthalmology & Visual Science**, 57, p. 204-204, 2016.

SWITKES, E.; BRADLEY, A.; DE VALOIS, K. K. Contrast dependence and mechanisms of masking interactions among chromatic and luminance gratings. **Journal of the Optical Society of America A**, v. 5, n. 7, p. 1149, 1 jul. 1988.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects 2019** - Volume II: Demographic Profiles. [s.l.] UN, 2020.

UNITED NATIONS. **World Population Prospects 2019: Highlights**. 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_10KeyFindings.pdf>. Acesso em: 20 ago. 2021

UNITED NATIONS. **WPP2019_PressRelease_ES.pdf**. 2019. Disponível em: <https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_PressRelease_ES.pdf>. Acesso em: 12 set. 2021

VENTURA, D. F. Visão de cores no primeiro ano de vida. **Psicologia USP**, v. 18, n. 2, p. 83–97, jun. 2007.

WÄSSLE, H. Parallel processing in the mammalian retina. **Nature Reviews Neuroscience**, 5, 747-57, 2004.

WEALE, R. A. The ageing eye. **Proceedings of the Royal Society of Medicine**. V. 66, p. 160-1, 1973.

WERNER, J. S.; DONNELLY, S. K.; KLIEGL, R. Aging and human macular pigment density: appended with translations from the work of Max Schultze and Ewald Hering. Pergamon: **Vision Research**. 27 (2), p. 257-268, jan. 1987.

WERNER, J. S.; CLARK, C. L., HARDY, J. L. & VOLBRECHT, V. J. Scotopic spatiotemporal sensitivity differences between young and old adults. **Ophthalmic & physiological optics: the journal of the British College of Ophthalmic Opticians (Optometrists)**, 30(4), 339–350, 2010.

WONG, L.L.R., CARVALHO, J.A. O rápido processo de envelhecimento populacional do Brasil: sérios desafios para as políticas públicas. **Rev. Bras. Est. Pop.**; 23:5-26, 2006.

WRIGHT, C.E.; WILLIAMS, D.E.; DRASDO, N.; HARDING, G.F. The influence of age on the electroretinogram and visual evoked potential. **Documenta Ophthalmologica**, v. 59, p. 365-384, 1985.

ZHANG, A. J., & WU, S. M. Receptive fields of retinal bipolar cells are mediated by heterogeneous synaptic circuitry. **The Journal of Neuroscience**, 29(3), 789-797, 2009.

ZLATKOVA, M. B.; COULTER, E.; ANDERSON, R. S. Short-wavelength acuity: blue-yellow and achromatic resolution loss with age. Elsevier: **Vision Research**, 43 (1), p. 109-115, jan. 2003.

APÊNDICES

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar do projeto de pesquisa intitulado INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE A DISCRIMINAÇÃO DE LUMINÂNCIA MASCARADA POR RUÍDO CROMÁTICO. Esta pesquisa tem como objetivo averiguar a influência da cor nos mecanismos de percepção de brilho de sujeitos com a visão de cores normal e sujeitos com perda da visão de cores pela idade. Ressaltamos que esta pesquisa será conduzida em conformidade com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde.

Sua participação neste estudo consistirá na realização de testes de discriminação de brilho e cor. No teste de brilho, você verá círculos com várias cores que formarão uma letra C em uma tela de computador, e a sua tarefa será indicar verbalmente para onde está abertura da letra C (direita, esquerda, cima ou baixo). No teste de cor, você terá que indicar para qual diagonal o quadrado está se deslocando. Este quadrado será mostrado numa tela de computador e a sua resposta será registrada através das setas do teclado do computador, pelo pesquisador que estiver aplicando o teste.

Informamos que o risco que poderá ocorrer nesta pesquisa será apenas o desconforto pelo longo tempo de execução dos testes. Para minimizar isto, serão feitos intervalos entre os testes e quando você pedir. Caso você sinta qualquer tipo de mal-estar, o teste será finalizado. Os benefícios que você terá ao participar desta pesquisa, será uma avaliação visual importante. Para a ciência, o benefício será a contribuição para o aumento de conhecimentos sobre os mecanismos de interação entre cor e brilho na visão de seres humanos.

A sua colaboração neste estudo é de grande importância para nós, mas você pode desistir de participar dela a qualquer momento e retirar o seu consentimento. Isso não causará nenhum prejuízo a você. Para evitar esta situação, antes do início dos testes será realizada uma breve descrição do que vai ser feito e para que serve cada um deles.

As informações obtidas nesta pesquisa são confidenciais e serão mantidas em sigilo. Somente os membros deste projeto terão acesso a estas informações. Os seus dados serão transformados em códigos, assim impossibilitando a sua identificação.

A sua participação nesta pesquisa será voluntária (ou seja, você não receberá dinheiro ou qualquer outra gratificação para participar deste estudo).

Caso aconteça algum dano que comprovadamente ocorreu devido a sua participação na pesquisa, você será indenizado pelos membros da equipe.

A responsabilidade desta pesquisa cabe à mestranda Rosa Maria Guimarães Brito que poderá ser contactada no telefone (96) 981151956 e seu orientador Givago da Silva Souza, (91) 32010964.

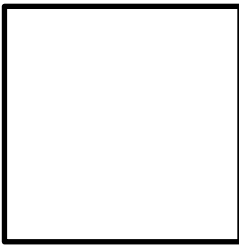
Você receberá uma cópia deste termo onde consta o telefone e o endereço do pesquisador principal, podendo tirar suas dúvidas sobre o projeto e sua participação, agora ou a qualquer momento. Em caso de necessidade, você pode também entrar em contato direto com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amapá (CEP/UNIFAP), situado a Rod. Juscelino Kubitschek, KM 02, Jardim Marco Zero, Macapá-AP, CEP 68.903-419. Centro Integrado de Pesquisa da Amazônia Unifap. Telefones: (96) 40092804, (96) 40092805 e pelo e-mail: cep@unifap.br.

Enf^a. Esp^a. Rosa Maria Guimarães Brito
Rua Odilardo Silva, 2374.
(96) 98115-1956

TERMO DE CONSENTIMENTO

Declaro que eu fui informado (a) sobre os objetivos, riscos e benefícios de minha participação na pesquisa e porque a pesquisadora precisa da minha colaboração, tendo entendido a explicação. Por isso, eu concordo em participar, sabendo que não vou ganhar nada e que posso sair quando quiser. Este documento é emitido em duas vias que serão ambas assinadas por mim e pelo pesquisador, ficando uma via com cada um de nós.

Macapá/AP, de de .

	<hr/>
Impressão Datilográfica do Participante	Assinatura do Participante

APÊNDICE B – FICHA DE ANAMNESE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE - PPGCS

FICHA DE ANAMNESE

1 Dados de Identificação:

Código: _____

Nome: _____

Endereço: _____

Data de Nascimento: _____

Idade: _____ anos

Sexo: () F () M

Telefone: _____

Estado Civil: () Solteiro () Casado () Viúvo () Divorciado () U. Estável

Raça/Cor: () Branco () Pardo () Negro () Índio () Amarelo

Escolaridade: _____

Profissão atual: _____

2 Histórico Médico e Antecedentes Familiares:

2.1 O paciente ou familiar possui alguma **doença oftalmológica**? () Sim () Não
Qual? _____

2.2 O paciente ou familiar possui alguma **doença crônica**? () Sim () Não
Qual? _____

2.3 O paciente ou familiar possui alguma **doença sistêmica**? () Sim () Não
Qual? _____

2.4 O paciente ou familiar possui alguma **doença infecto contagiosa ou tropical**?
() Sim () Não Qual? _____

2.5 O paciente tem ou já teve alguma das seguintes doenças?

- Malária
- Toxoplasmose
- Tuberculose
- Hipertensão
- Diabetes
- Catarata
- Rubéola
- Sífilis
- Sarampo
- Reumatismo
- Hanseníase
- Leishmaniose
- Lúpus
- Outras: _____



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE - PPGCS

Se tem ou teve alguma das doenças anteriores, especificar se foi ou é devidamente acompanhado e tratado em unidade de saúde: _____

2.6 O paciente apresenta alguma das seguintes queixas?

- Baixa acuidade visual
- Moscas volantes
- Hiperemia da conjuntiva ocular
- Dor ocular
- Visão borrada ou embaçamento visual
- Fotofobia
- Perda visual progressiva

2.7 O paciente faz uso de alguma **medicação**? () Sim () Não

Qual? _____

2.8 O paciente ou familiar tem **difficuldade de discriminar cores**? () Sim () Não

Qual? _____

2.9 O paciente fez ou faz uso de drogas **psicotrópicas**? () Sim () Não

Qual(is)? _____

Frequência: _____ Período: _____

2.10 O paciente é ou foi tabagista? () Sim () Não

Quantos cigarros por dia? _____ Por quanto tempo? _____

2.11 O paciente consome álcool? () Sim () Não

Tipo? _____ Frequência? _____ Por quanto tempo? _____

3 **Observações:**

APÊNDICE C – TESTE DE LÂMINAS PSEUDOISOCROMÁTICAS DE ISHIHARA



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAPÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE - PPGCS

TESTE DE LÂMINAS PSEUDOISOCROMÁTICAS DE ISHIHARA

Tabela 1 – Planilha para acompanhamento do teste de Ishihara							
Placa	Normal	Discriminação				Resposta do Sujeito	
		Deficiente		Ausente	D	E	
1	12	12		12			
2	8	3		X			
3	6	5		X			
4	29	70		X			
5	57	35		X			
6	5	2		X			
7	3	5		X			
8	15	17		X			
9	74	21		X			
10	2	X		X			
11	6	X		X			
12	97	X		X			
13	45	X		X			
14	5	X		X			
15	7	X		X			
16	16	X		X			
17	73	X		X			
18	X	5		X			
19	X	2		X			
20	X	45		X			
21	X	73		X			
		Protan		Deutan			
		Grave	Leve	Grave	Leve		
22	26	6	(2) 6	2	(2) 6	X	
23	42	2	(4) 2	4	(4) 2	X	
24	35	5	(3) 5	3	(3) 5	X	
25	96	6	(9) 6	9	(9) 6	X	

TESTE FREIBURG VISUAL ACUITY TEST (FrACT):

OD: _____

OE: _____

Observações: _____

APÊNDICE D – CARACTERÍSTICAS DOS PARTICIPANTES

Tabulação de Dados – Características dos Participantes

Participantes	Código	Idade	Sexo	Raça/Cor	Escolaridade
1	BCS021	50 a 60 anos	Masculino	Negro	Fundamental Completo
2	SMC031	Acima de 60 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
3	ALJ041	50 a 60 anos	Masculino	Branco	Superior Completo
4	SLS051	20 a 30 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
5	RAM012	50 a 60 anos	Masculino	Pardo	Superior Completo
6	RMP022	Acima de 60 anos	Masculino	Pardo	Superior Completo
7	LPL032	30 a 40 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
8	EVM042	30 a 40 anos	Masculino	Branco	Médio Completo
9	FOC052	Acima de 60 anos	Feminino	Branco	Médio Completo
10	JOC062	50 a 60 anos	Feminino	Branco	Superior Completo
11	MGS013	20 a 30 anos	Masculino	Branco	Médio Completo
12	HSF023	30 a 40 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
13	SGC033	20 a 30 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
14	WLC044	20 a 30 anos	Masculino	Negro	Superior Completo
15	WLA054	50 a 60 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
16	LSS015	30 a 40 anos	Masculino	Pardo	Superior Completo
17	DQO025	20 a 30 anos	Masculino	Pardo	Médio Completo
18	MBM035	20 a 30 anos	Masculino	Negro	Superior Completo
19	JOM045	20 a 30 anos	Masculino	Pardo	Superior Completo
20	NVV055	20 a 30 anos	Feminino	Branco	Superior Completo
21	RBM016	50 a 60 anos	Masculino	Pardo	Superior Completo
22	CFP026	50 a 60 anos	Masculino	Branco	Superior Completo
23	AGC017	20 a 30 anos	Feminino	Branco	Médio Completo
24	ESN027	20 a 30 anos	Masculino	Pardo	Médio Completo
25	JCA037	Acima de 60 anos	Masculino	Pardo	Fundamental Completo
26	FCM018	50 a 60 anos	Feminino	Branco	Superior Completo

27	TDM028	Acima de 60 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
28	EIS038	Acima de 60 anos	Feminino	Pardo	Fundamental Completo
29	MRV048	50 a 60 anos	Masculino	Negro	Superior Completo
30	JWC058	50 a 60 anos	Masculino	Pardo	Superior Completo
31	RGG068	20 a 30 anos	Feminino	Branco	Médio Completo
32	LSN078	20 a 30 anos	Masculino	Pardo	Médio Completo
33	ISS019	50 a 60 anos	Feminino	Pardo	Médio Completo
34	NSB029	20 a 30 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
35	JFT039	50 a 60 anos	Masculino	Negro	Superior Completo
36	RMR049	50 a 60 anos	Masculino	Pardo	Médio Completo
37	LFM059	20 a 30 anos	Feminino	Branco	Superior Completo
38	CFR111	20 a 30 anos	Feminino	Pardo	Superior Completo
39	LSC211	50 a 60 anos	Feminino	Negro	Superior Completo
40	CRS311	50 a 60 anos	Feminino	Branco	Superior Completo
41	MRU411	30 a 40 anos	Feminino	Branco	Superior Completo
42	LGB511	30 a 40 anos	Feminino	Branco	Superior Completo

APÊNDICE E – HISTÓRICO MÉDICO E ANTECEDENTES FAMILIARES

Tabulação de Dados – Histórico Médico e Antecedentes Familiares

Código	Idade	D. Oftalmológica	D. Crônica	D. Sistêmica	D. Inf. Cont. ou Tropical
BCS021	50 a 60 anos	Não	Sim	Não	Não
SMC031	Acima de 60 anos	Sim	Sim	Sim	Não
ALJ041	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Não
SLS051	20 a 30 anos	Não	Sim	Não	Não
RAM012	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Sim
RMP022	Acima de 60 anos	Não	Não	Não	Sim
LPL032	30 a 40 anos	Sim	Não	Não	Não
EVM042	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Não
FOC052	Acima de 60 anos	Sim	Não	Não	Não
JOC062	50 a 60 anos	Sim	Não	Não	Não
MGS013	20 a 30 anos	Sim	Sim	Sim	Não
HSF023	30 a 40 anos	Não	Sim	Não	Não
SGC033	20 a 30 anos	Não	Sim	Não	Não
WLC044	20 a 30 anos	Sim	Sim	Sim	Não
WLA054	50 a 60 anos	Não	Não	Sim	Não
LSS015	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Não
DQO025	20 a 30 anos	Não	Sim	Não	Não
MBM035	20 a 30 anos	Sim	Sim	Sim	Não
JOM045	20 a 30 anos	Não	Sim	Não	Não
NVV055	20 a 30 anos	Não	Sim	Sim	Não
RBM016	50 a 60 anos	Sim	Não	Sim	Não
CFP026	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Não
AGC017	20 a 30 anos	Sim	Sim	Sim	Sim
ESN027	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
JCA037	Acima de 60 anos	Não	Não	Não	Não

FCM018	50 a 60 anos	Sim	Sim	Não	Não
TDM028	Acima de 60 anos	Sim	Sim	Não	Sim
EIS038	Acima de 60 anos	Não	Sim	Não	Não
MRV048	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Não
JWC058	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Não
RGG068	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
LSN078	20 a 30 anos	Sim	Não	Não	Não
ISS019	50 a 60 anos	Sim	Não	Sim	Não
NSB029	20 a 30 anos	Sim	Não	Não	Não
JFT039	50 a 60 anos	Sim	Não	Não	Não
RMR049	50 a 60 anos	Sim	Sim	Não	Não
LFM059	20 a 30 anos	Sim	Não	Não	Não
CFR111	20 a 30 anos	Sim	Não	Não	Não
LSC211	50 a 60 anos	Sim	Sim	Não	Não
CRS311	50 a 60 anos	Sim	Sim	Não	Não
MRU411	30 a 40 anos	Sim	Não	Não	Não
LGB511	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Não

APÊNDICE F –ESTILO DE VIDA DOS PARTICIPANTES

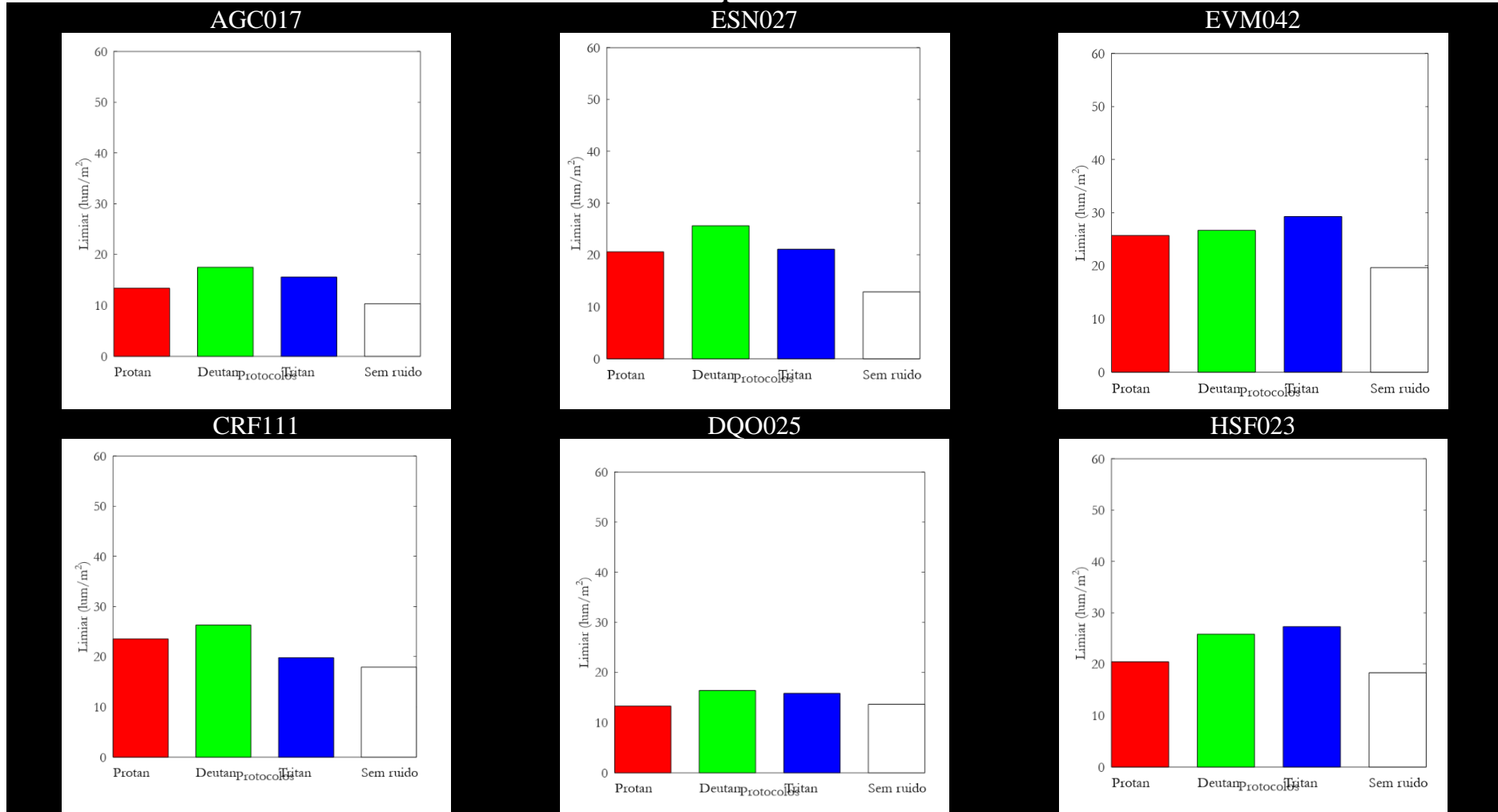
Tabulação de Dados – Propensão a Danos/suscetibilidade a Experienciar Alterações Visuais

Código	Idade	Uso de Medicação	Uso de Drogas Psicotrópicas	Foi ou é Tabagista	Consome Álcool
BCS021	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Sim
SMC031	Acima de 60 anos	Não	Não	Sim	Não
ALJ041	50 a 60 anos	Não	Sim	Não	Sim
SLS051	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
RAM012	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Sim
RMP022	Acima de 60 anos	Não	Não	Sim	Não
LPL032	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Sim
EVM042	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Sim
FOC052	Acima de 60 anos	Sim	Não	Não	Não
JOC062	50 a 60 anos	Sim	Não	Não	Não
MGS013	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Sim
HSF023	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Não
SGC033	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
WLC044	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
WLA054	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Não
LSS015	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Sim
DQO025	20 a 30 anos	Sim	Não	Não	Não
MBM035	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Sim
JOM045	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Sim
NVV055	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Sim
RBM016	50 a 60 anos	Não	Não	Sim	Sim
CFP026	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Sim
AGC017	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
ESN027	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Sim
JCA037	Acima de 60 anos	Não	Não	Não	Não
FCM018	50 a 60 anos	Sim	Não	Não	Sim

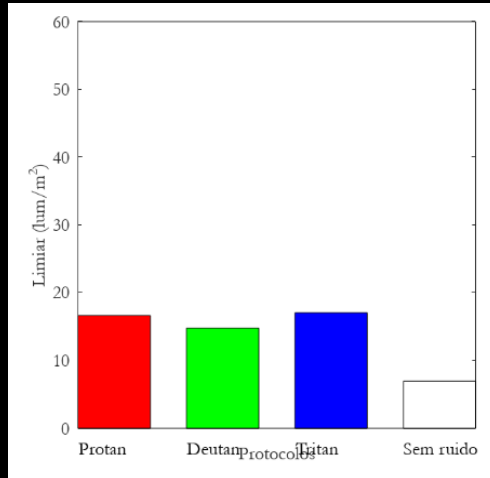
TDM028	Acima de 60 anos	Não	Não	Não	Não
EIS038	Acima de 60 anos	Não	Não	Não	Não
MRV048	50 a 60 anos	Não	Não	Não	Não
JWC058	50 a 60 anos	Não	Sim	Sim	Sim
RGG068	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
LSN078	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Sim
ISS019	50 a 60 anos	Não	Não	Sim	Sim
NSB029	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Sim
JFT039	50 a 60 anos	Sim	Não	Não	Sim
RMR049	50 a 60 anos	Não	Não	Sim	Sim
LFM059	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
CFR111	20 a 30 anos	Não	Não	Não	Não
LSC211	50 a 60 anos	Sim	Não	Não	Não
CRS311	50 a 60 anos	Não	Não	Sim	Sim
MRU411	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Sim
LGB511	30 a 40 anos	Não	Não	Não	Sim

APÊNDICE G – RESULTADOS INDIVIDUAIS DO GRUPO JOVEM

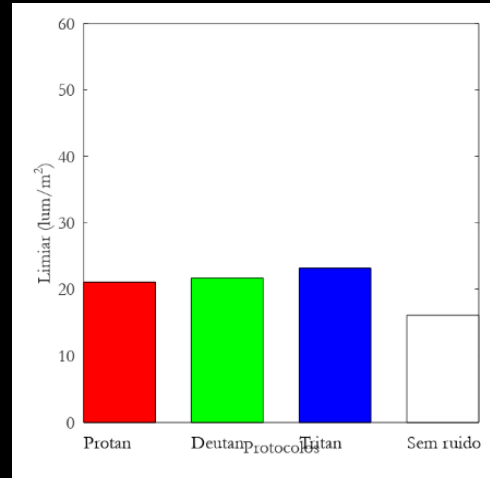
Gráficos gerados pelo programa OCTAVE – Resultados do Teste de discriminação do contraste limiar de luminância com mascaramento de cor - Grupo Etário de 20 a 40 anos



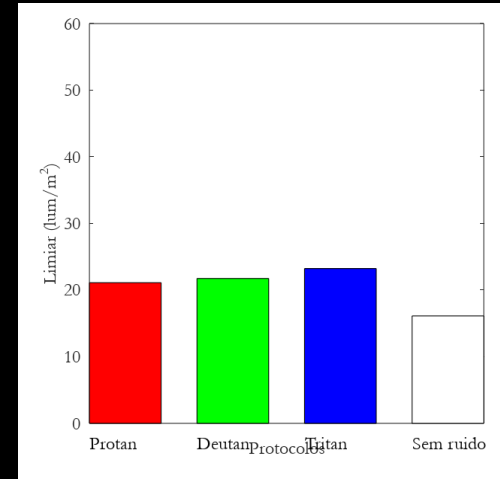
JOM045



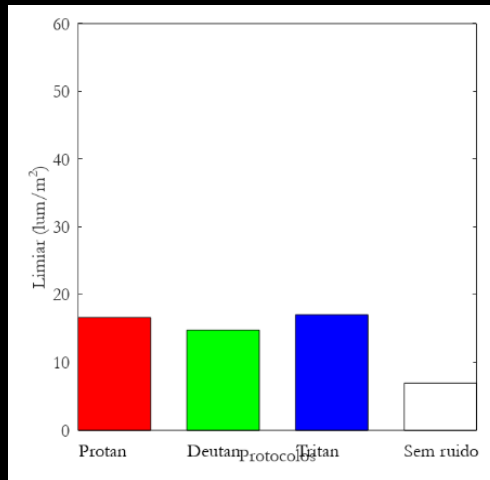
LGB511



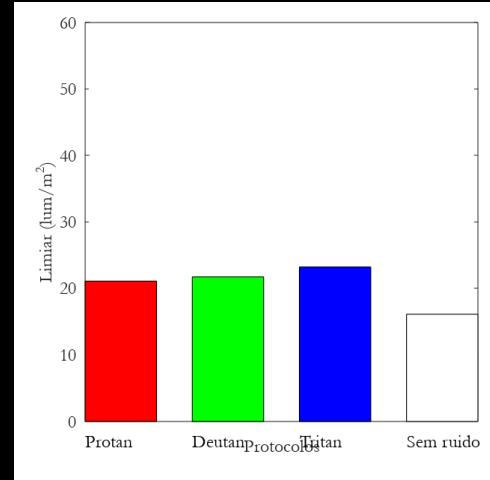
LSN078



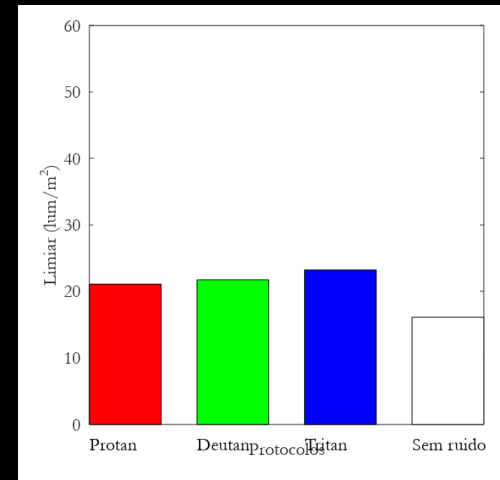
LFM059



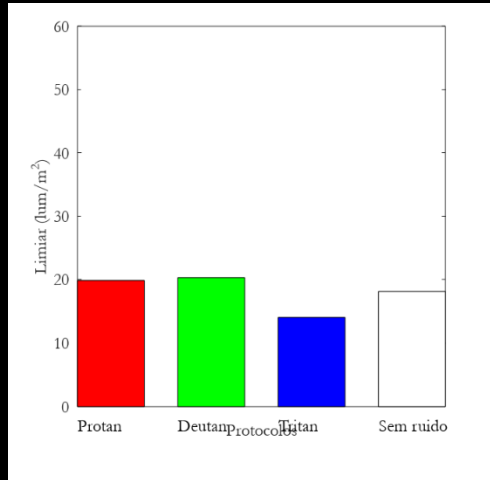
LPL032



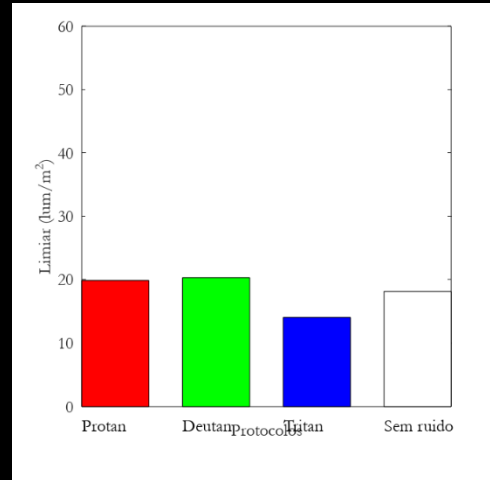
LSS015



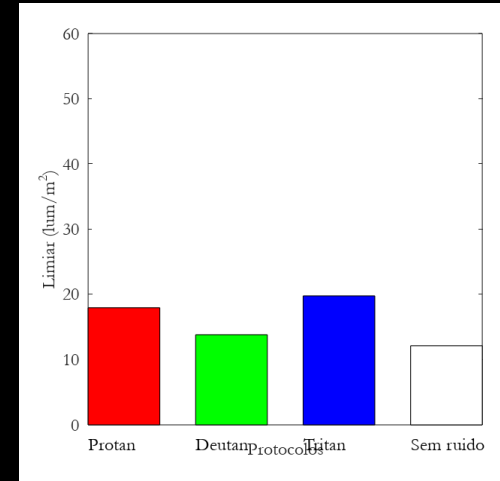
MBM035



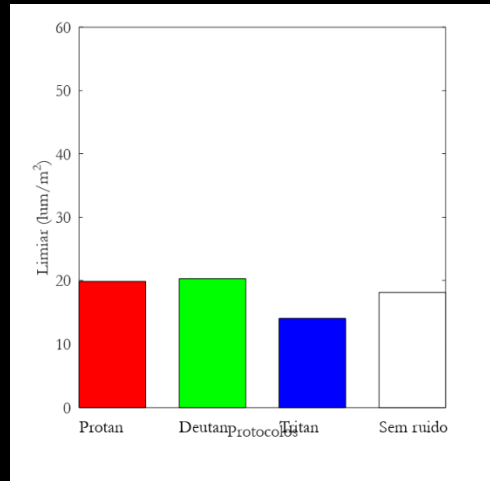
MRU411



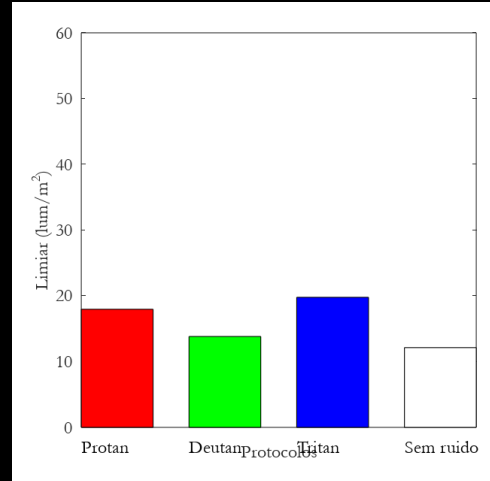
NVV055



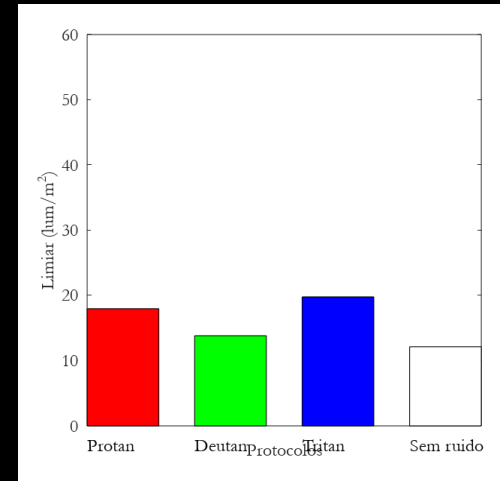
MGS013



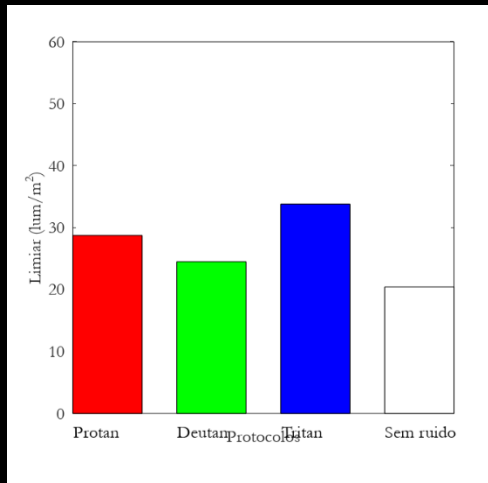
NSB029



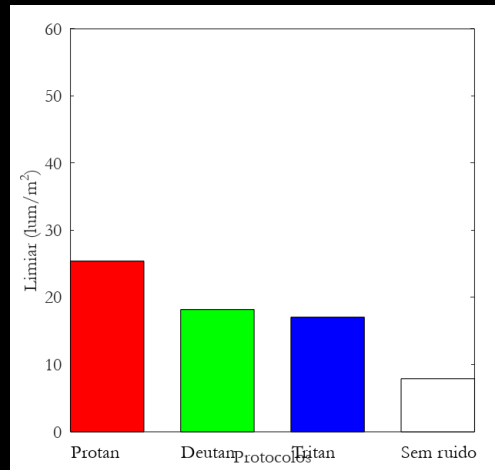
RGG068



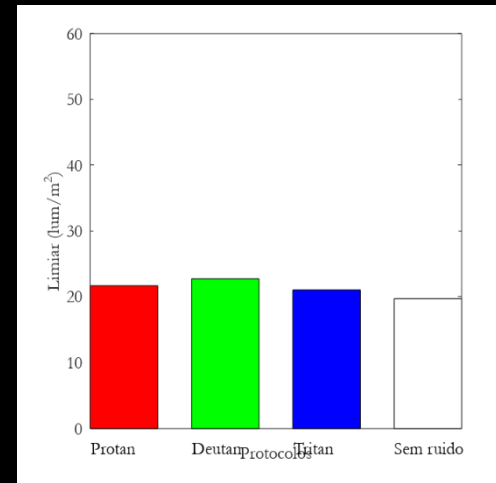
SGC033



SLS051

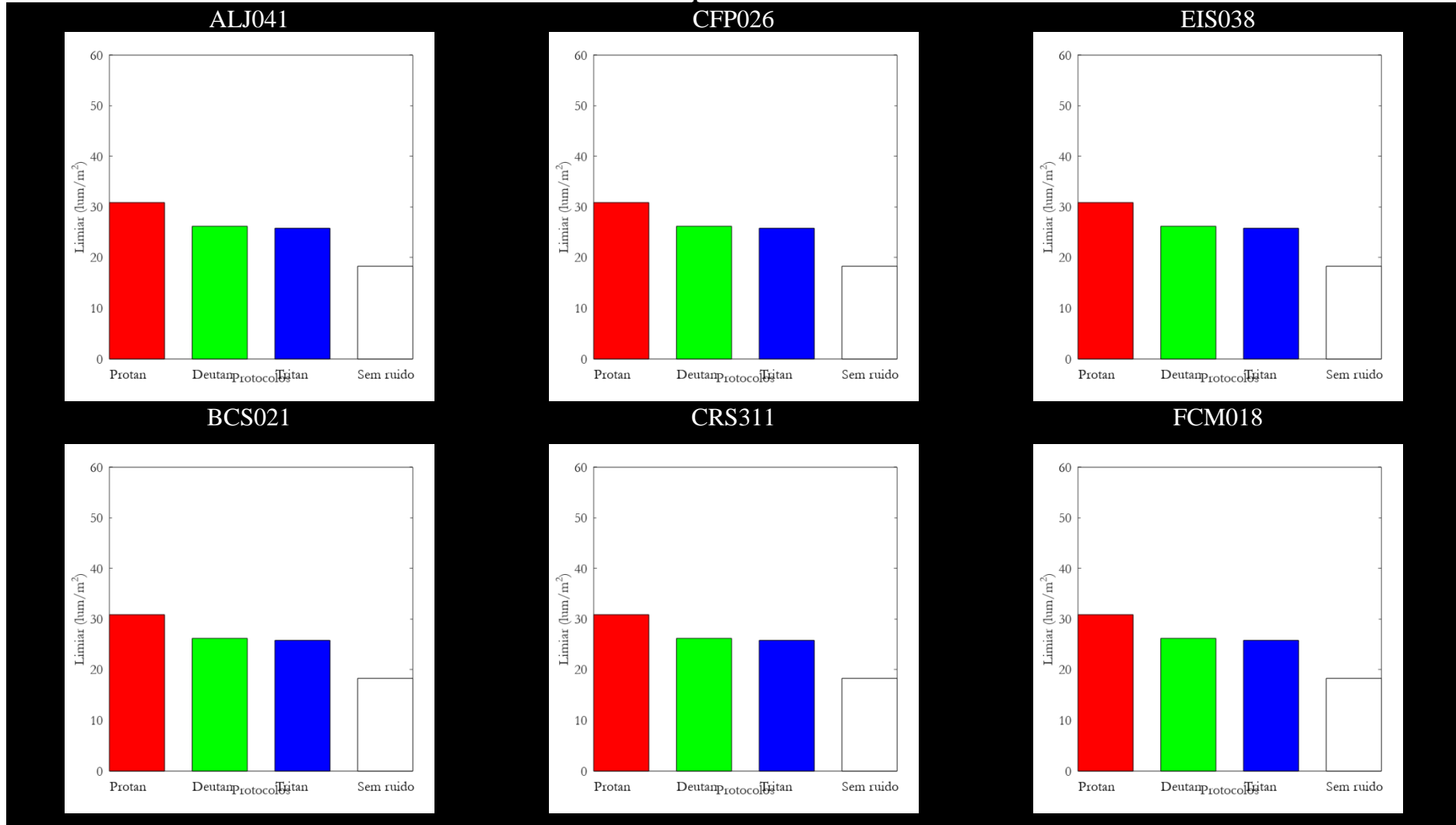


WLC044

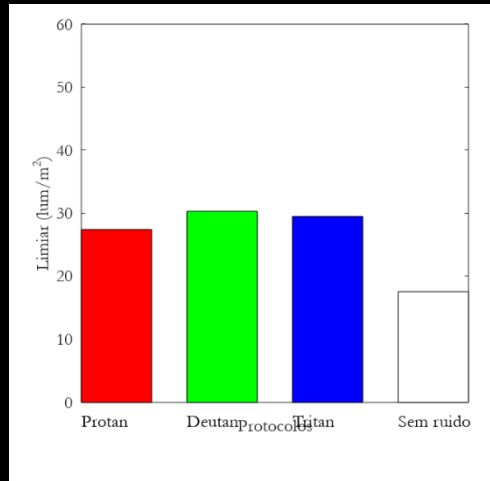


APÊNDICE H – RESULTADOS INDIVIDUAIS DO GRUPO IDOSO

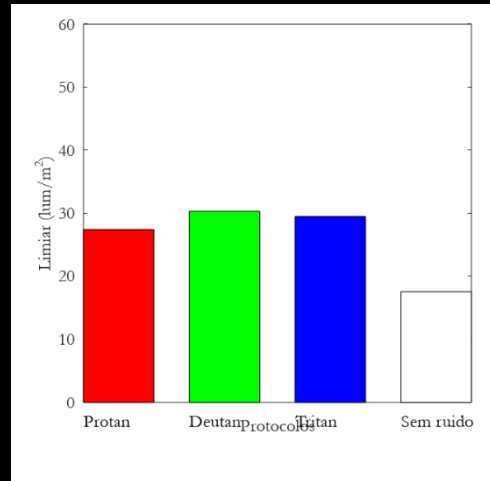
Gráficos gerados pelo programa OCTAVE – Resultados do Teste de discriminação do contraste limiar de luminância com mascaramento de cor - Grupo Etário acima de 50 anos



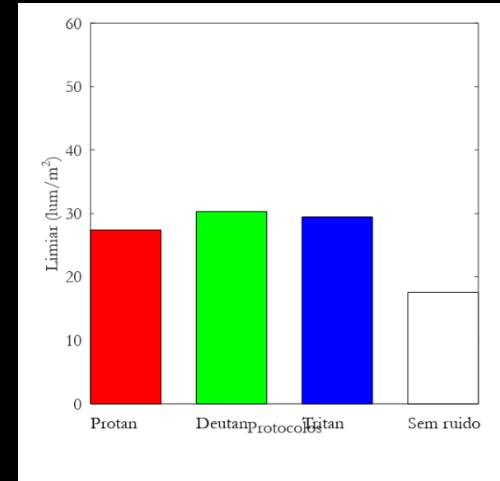
FOC052



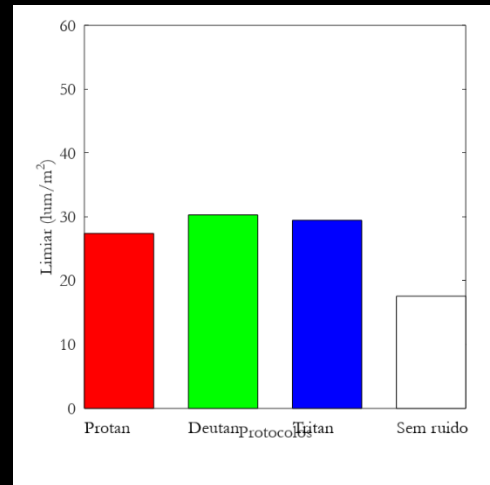
JCA037



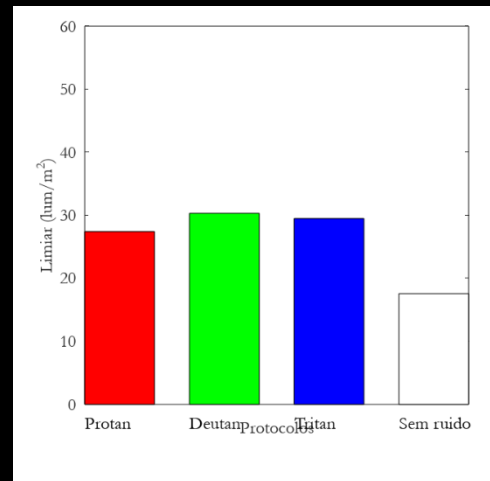
JOC062



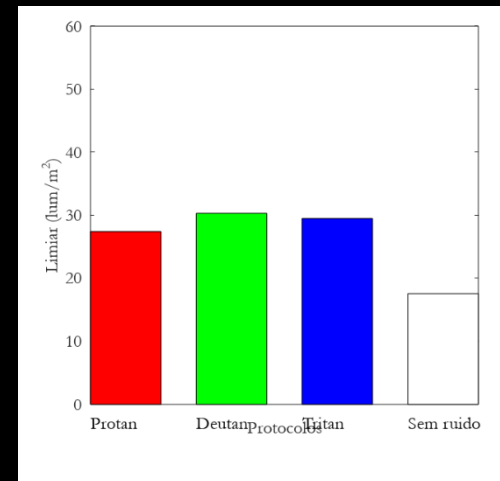
ISS019



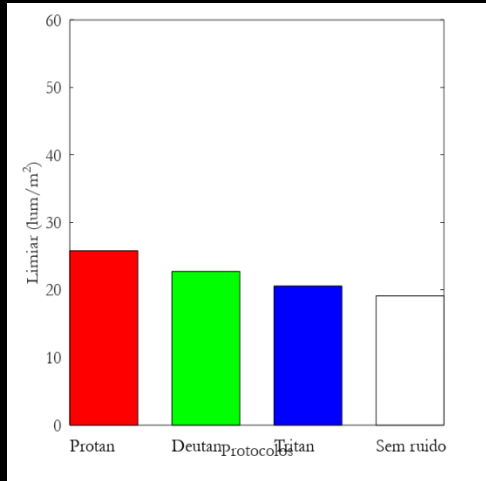
JFT039



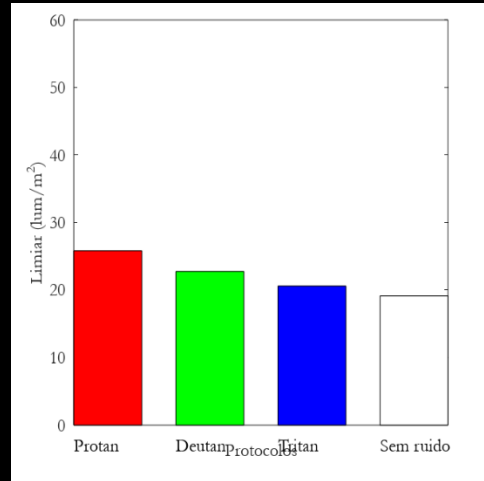
JWC058



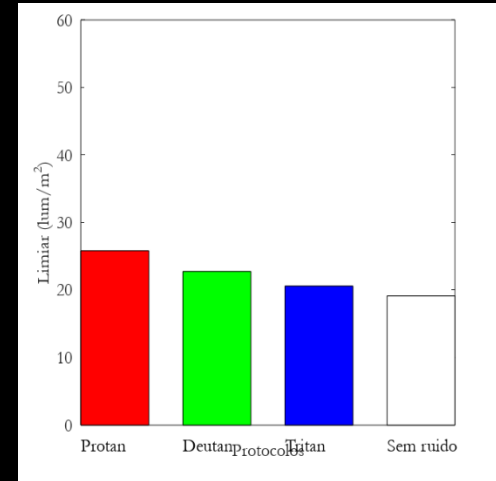
LSC211



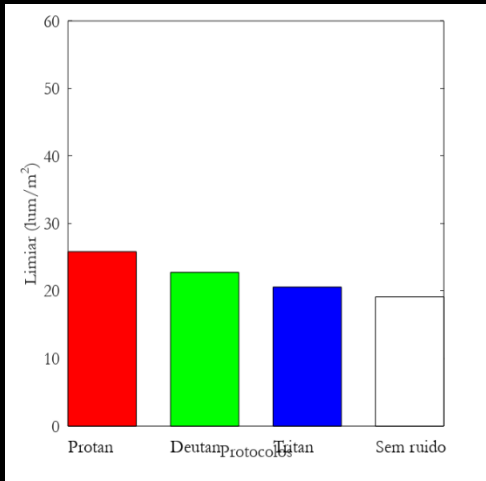
RAM012



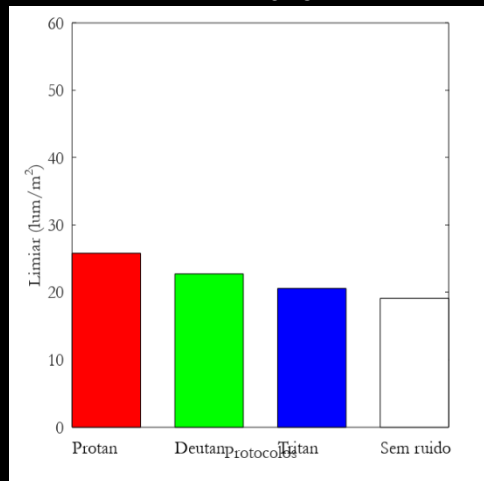
RMP022



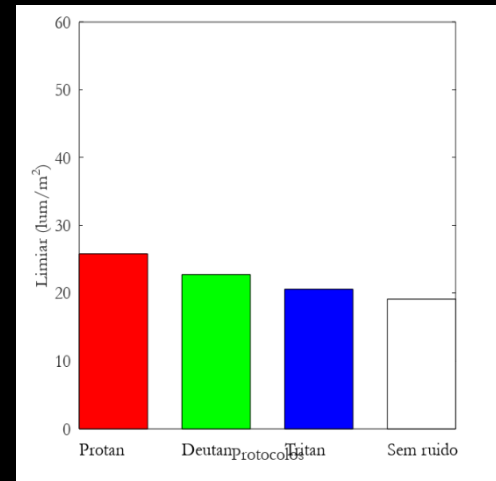
MRV048

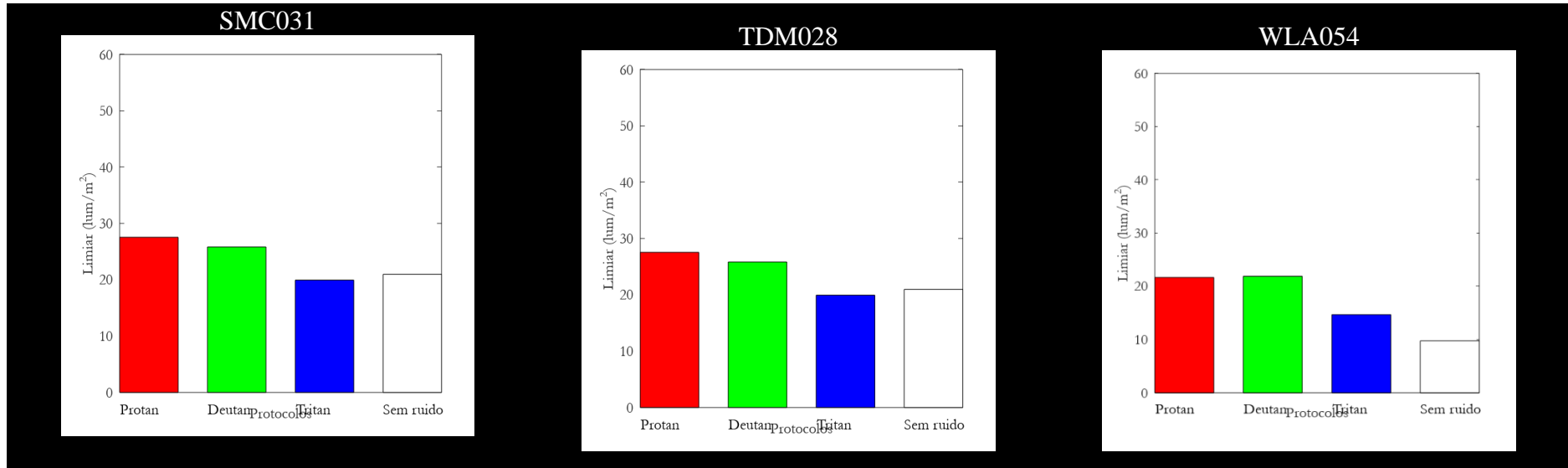


RBM016



RMR049





ANEXO

ANEXO 1 – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP
Aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAPÁ - UNIFAP



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: INFLUÊNCIA DA IDADE SOBRE A DISCRIMINAÇÃO DE LUMINÂNCIA MASCARADA POR RÚIDO CROMÁTICO

Pesquisador: ROSA MARIA GUIMARÃES BRITO

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 28288820.0.0000.0003

Instituição Proponente: Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.557.848

Apresentação do Projeto:

Conforme o parecer anterior

Objetivo da Pesquisa:

Conforme o parecer anterior

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Conforme o parecer anterior

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa relevante e exequível

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Termos de acordo

Recomendações:

Sem recomendações

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Rodovia Juscelino Kubistcheck de Oliveira - Km.02
Bairro: Bairro Universidade **CEP:** 68.902-280
UF: AP **Município:** MACAPA
Telefone: (96)4009-2805 **Fax:** (96)4009-2804 **E-mail:** cep@unifap.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAPÁ - UNIFAP



Continuação do Parecer: 4.557.848

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1418124.pdf	24/01/2021 02:05:55		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.docx	09/07/2020 14:16:09	ROSA MARIA GUIMARÃES BRITO	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_MESTRADO.docx	10/01/2020 19:34:22	ROSA MARIA GUIMARÃES BRITO	Aceito
Folha de Rosto	Folha_de_Rosto_Assinada.pdf	10/01/2020 18:59:46	ROSA MARIA GUIMARÃES BRITO	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACAPA, 25 de Fevereiro de 2021

Assinado por:
RAPHAELLE SOUSA BORGES
(Coordenador(a))

Endereço: Rodovia Juscelino Kubistcheck de Oliveira - Km.02
Bairro: Bairro Universidade **CEP:** 68.902-280
UF: AP **Município:** MACAPA
Telefone: (96)4009-2805 **Fax:** (96)4009-2804 **E-mail:** cep@unifap.br