

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

**VARIAÇÃO CIRCADIANA DA SENSIBILIDADE VISUAL ACROMÁTICA E
CROMÁTICA**

MICHAEL JACKSON OLIVEIRA DE ANDRADE

**João Pessoa-PB
2016**

MICHAEL JACKSON OLIVEIRA DE ANDRADE

**VARIAÇÃO CIRCADIANA DA SENSIBILIDADE VISUAL ACROMÁTICA E
CROMÁTICA**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Psicologia Social, área de concentração em Processos Sensoriais, Cognitivos e Psicossociais, pela Universidade Federal da Paraíba (UFPB), como requisito para obtenção do título de Doutor em Psicologia.

**JOÃO PESSOA-PB
2016**

A553v Andrade, Michael Jackson Oliveira de.

Variação circadiana da sensibilidade visual acromática e cromática / Michael Jackson Oliveira de Andrade. - João Pessoa, 2016.

128 f. : il. -

Orientador: Natanael Antônio dos Santos.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCHL

UFPB/BC

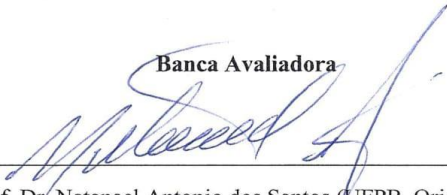
CDU: 316.6(043)

VARIAÇÃO CIRCADIANA DA SENSIBILIDADE VISUAL ACROMÁTICA E
CROMÁTICA

Michael Jackson Oliveira de Andrade

*Assinatura da banca examinadora atestando que a presente tese foi apresentada
em 25 de novembro de 2016*

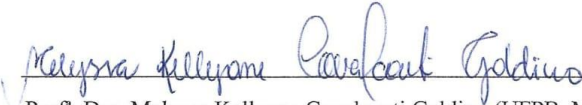
Banca Avaliadora



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



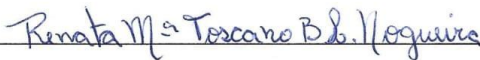
Prof. Dr. Carlos Eduardo Pimentel (UFPB, Membro Interno)



Profª. Dra. Melyssa Kellyane Cavalcanti Galdino (UFPB, Membro Interno)



Profª. Dra. Aline Mendes Lacerda (Faculdade de Boa Viagem, Membro Externo)



Profª. Dra. Renata Maria Toscano Barreto Lyra Nogueira (UFPE, Membro Externo)

AGRADECIMENTOS

A minha amadíssima mãe que sempre me apoiou nos momentos mais importantes da minha vida, além acreditar nas minhas potencialidades. Uma mulher que não cansa de ensinar aos seus filhos como entender o mundo do seu modo

A minha família que humildemente tornou-se os pilares da minha vida. Ao meu pai Antonio Lucena, aos meus irmãos, Alcione, Bruno e Michelle Andrade e, principalmente, aos meus queridos e amados sobrinhos Breno, Davi, Nathally e Sófia Andrade.

Ao professor Dr. Natanael Antonio dos Santos que gentilmente me recebeu no seu grupo de pesquisa e tornou-se um facilitador dos conteúdos acadêmicos. Um grande exemplo de pesquisador que enfrenta a academia com prudência e sabedoria.

A todos os professores doutores que aceitaram a ler e contribuir cientificamente com a produção desta tese.

Aos professores da graduação e pós-graduação em Psicologia Social da Universidade Federal da Paraíba que contribuíram com a minha formação acadêmica.

A todos os meus amigos e companheiros do laboratório de percepção, neurociências e comportamento que durante os últimos anos vem fazendo parte, especificamente nas sextas feiras, da minha vida.

Ao meu amigo Victor Andrade por estar sempre ao meu lado e me fazer ver o mundo de outra maneira, mas também por fazer acreditar cada vez mais nos meus ideais “*Tornar-se pessoa é recrias, de forma consciente, seu conceito de homem. A congruência do ser*”.

Sempre aos amigos e companheiros da turma de *Psicologia 2006.2* que ainda me fazem dar gargalhadas em momentos de alegria.

A todos os voluntários que participaram desta pesquisa com muita disponibilidade e determinação.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.

Andrade, M. O. A. (2016). *Variação circadiana da sensibilidade visual acromática e cromática*. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil.

A detectabilidade do limiar visual possui um padrão flutuante em relação as horas do dia. Pesquisas vem demonstrando a existência de uma ritmicidade na sensibilidade visual humana. Dessa forma, esse estudo teve o objetivo de mensurar a sensibilidade ao contraste visual acromático e a discriminação de cores durante um ritmo circadiano. Participaram deste estudo 28 jovens adultos do sexo masculino. Os sujeitos foram divididos em três grupos de acordo com o cronotipo: Moderadamente Matutino ($n = 8$; $M = 23,25$; $DP = 2,6$); Indiferente ($n = 10$; $M = 23,30$; $DP = 2,7$) e Moderadamente Vespertino ($n = 10$; $M = 23,70$; $DP = 2,5$). Entre os instrumentos para avaliar os padrões comportamentais do sono, foram utilizados: o Índice de qualidade do sono de Pittsburgh, o diário do sono e o questionário de Matutividade e Vespertinidade de Horne e Osterg. Utilizou-se o software *Metropsis* versão 11.0 da *Cambridge Research Systems* para mensurar a Função de Sensibilidade ao Contraste (FSC) e o software da *Cambridge Colour Test* para verificar a discriminação de cores nos eixos de confusão protan, deutan e tritan. Também foi utilizado o teste de ordenamento de matizes de cores Lanthony Dessaturado. A FSC foi medida a partir de padrões de grade senoidais verticais com frequências espaciais de 0,2; 0,6; 1; 3,1; 6,1; 8,8; 13,2 e 15,6 cpg. Os estímulos foram apresentados em um monitor de vídeo colorido CRT com tela plana de 19 polegadas, resolução de 1.024 x 786 pixels e taxa de atualização de 100 Hz. O monitor foi controlado por um microcomputador por meio de uma placa de vídeo com entrada VGA e DVI, conectado ao ViSaGe. A luminância e a correção gama do monitor foram ajustadas com o programa LightScan e o fotômetro OptiCAL. Todas as medidas foram realizadas em condição de luminância fotópica (39,6 cd/m²). Verificou-se a normalidade dos dados com o teste Kolmogorov-Sminorv e, conseqüentemente, foram realizadas análises descritivas e de variância multivariada (MANOVA). Os resultados mostraram que os sujeitos apresentam diferenças nos comportamentos de levantar da cama em dias úteis ($p < 0,05$) e não úteis ($p < 0,05$). Os sujeitos Moderadamente Vespertinos acordaram em média 2h mais tarde que os sujeitos Moderadamente Matutinos ($p < 0,05$). A MANOVA apresentou variação no nível de sonolência entre os sujeitos tanto nos dias úteis da semana ($\lambda = 0,05$; $F(8,40) = 9,65$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,76$) quanto não úteis ($\lambda = 0,19$; $F(8,26) = 4,10$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,56$), principalmente às 9h ($p < 0,05$) e 21h ($p < 0,05$). De forma geral, os sujeitos apresentaram curvas de sensibilidade ao contraste visual com pico na frequência espacial de 3,1 cpg. A MANOVA mostrou diferença entre os horários e os grupos nas frequências espaciais de 0,2 ($\lambda = 0,49$; $F(8,40) = 2,37$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,76$); 0,6 ($\lambda = 0,14$; $F(8,40) = 9,42$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,63$); 3,1 ($\lambda = 0,31$; $F(8,40) = 4,37$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,44$) e 8,8 ($\lambda = 0,12$; $F(8,40) = 10,31$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,65$). Os resultados apontam maior sensibilidade ao contraste para sujeitos com cronotipo Moderadamente Vespertino tanto às 9h, 17h e 21h nas frequências espaciais baixas, médias e altas. Nossos resultados ainda discutem que há maior sensibilidade cromática nas áreas das elipses deutan ($\lambda = 0,36$; $F(8,34) = 1,99$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,40$) e tritan

($\lambda = 0,44$; $F(8,40) = 2,55$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,34$), principalmente nos períodos de 9h e 21h, para o grupo de sujeitos Moderadamente Vespertinos. Os resultados mostram que os mecanismos relacionados a informação circadiana que processam cor e brilho. As diferenças encontradas entre os grupos pode estar relacionada ao mecanismo de temporização central e retiniano, ambos são responsáveis pelo processamento da informação espacial durante o período de 24 horas. Estes mecanismos filtram, processam e sincronizam informações externas ao organismo de acordo com variações do padrão do cronotipo e a presença/ausência da luz.

Palavras-chave: ritmo circadiano; cronotipo; psicofísica visual; sensibilidade ao contraste; cor

Andrade, M. O. A. (2016). *Variation circadian in the visual sensitivity achromatic and chromatic*. Federal University of Paraíba, João Pessoa, Brazil.

The detection of the visual threshold has a fluctuating pattern over the hours of the day. Studies has been demonstrating the existence of a circadian rhythm in the human visual sensitivity. Thus, this study aimed to measure the visual contrast sensitivity achromatic and the color discrimination during a circadian rhythm. The study included 28 young adult male. The subjects were divided into three groups according to the chronotype: Moderate Matutinal ($n = 8$, $M = 23.25$, $SD = 2.6$); Indifferent ($n = 10$, $M = 23.30$, $SD = 2.7$) and moderately Evening ($n = 10$, $M = 23.70$, $SD = 2.5$). Among the tools to assess the patterns of sleep behavioral were used the Pittsburgh Sleep Quality Index, the sleep diary and Morningness-Eveningness self-assessment questionnaire of Horne and Ostberg. It was used the Metropsis software version 11.0 of Cambridge Research Systems to measure the visual contrast sensitivity (VCS) and the Cambridge Colour Test software to check the discrimination of colors on the axes of confusion protan, deutan and tritan. It was also used the desaturated Panel D-15 Lanthony. The VCS was measured from vertical sinusoidal grating patterns with spatial frequencies of 0.2; 0.6; 1; 3.1; 6.1; 8.8, 13.2 and 15.6 cpd. The stimuli were presented on a CRT color display with flat screen 19 inch monitor, resolution of 1,024 x 786 pixels and 100 Hz refresh rate. The monitor is controlled by a microcomputer via a video card with VGA input and DVI, connected to the visage. The luminance and gamma correction were adjusted to LightScan program and the optical photometer. All measurements were performed on condition of photopic luminance (39.6 cd/m^2). The results showed that the subjects differ in the wake up behavior on weekdays ($p < 0.05$) and weekend ($p < 0.05$). The subjects moderately vespertine wake up 2h later than the subjects moderately matutinal ($p < 0.05$). The MANOVA showed drowsiness among subjects in both days of the week ($p < 0.05$) and the weekend ($p < 0.05$), especially at 9am ($p < 0.05$) and 21h ($p < 0.05$). In general, the subjects presented curves sensitivity visual contrast with peak in the spatial frequency of 3.1 cpd. The MANOVA showed difference between the horary and groups in spatial frequencies of 0.2 ($\lambda = 0.49$; $F(8,40) = 2.37$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0.76$); 0.6 ($\lambda = 0.14$; $F(8,40) = 9.42$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0.63$); 3.1 ($\lambda = 0.31$; $F(8,40) = 4.37$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0.44$) and 8.8 ($\lambda = 0.12$, $F(8,40) = 10.31$; $p < 0.05$; $\eta^2 = 0.65$). The results show higher contrast sensitivity for subjects with chronotype moderately vespertine both at 9am 17h and 21h in spatial frequencies low, medium and high. The sensitivity indicator for group moderately vespertine was confirmed by the sensitivity of the areas of ellipses deutan ($\lambda = 0.36$; $F(8,34) = 1.99$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0.40$) and tritan ($\lambda = 0.44$; $F(8,40) = 2.55$, $p < 0.05$; $\eta^2 = 0.34$), especially in times of 9am and 21pm. The subjects moderately vespertine are more sensitive to achromatic and chromatic contrast, regardless of the hour of measurement. The results show that the mechanisms related to the entrainment of the circadian informations that processes color have intrinsically parallel functions to the mechanisms that render shine. The differences between the groups may be related to the mechanisms or visual pathways that filter spatial information in accordance

with variations linked to the pattern of chronotype, the length of visual wave and hour of exposure to light of the subjects.

Keywords: circadian rhythm; chronotype; visual psychophysics; contrast sensitivity; color

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Classificação dos ritmos biológicos de acordo com a frequência, tendo o ritmo circadiano como fator de comparação (Adaptado de Besílio et al., 2012).....	6
Figura 2. Padrão de grade senoidal vertical (f) combinada a outro padrão (3f) assumindo uma ideia de canais seletivos e independentes (Adaptado de Goldstein, 2009; Graham & Nachmias, 1971).....	17
Figura 3. Representação prática da função de sensibilidade ao contraste a partir de frequências espaciais altas (ao meio), baixas (à direita) e uma imagem visual normal (à esquerda). Adaptado de Goldstein, 2009.....	18
Figura 4. Espaço de cores da Comissão Internationale de l'Eclairage produzido pela Cambridge Colour Test.....	22
Figura 5. A) Exemplo de estímulo do Cambridge Colour Test; B) Controle remoto modelo CT6 utilizado para o registro de respostas.....	36
Figura 6. Níveis de sonolência diário (9h; 13h; 17h e 21h) durante os dias úteis e final de semana de acordo com o cronotipo.....	45
Figura 7. Curvas de sensibilidade ao contraste visual acromático para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h (A); 13h (B); 17h (C) e 21h (D) (* $p < 0,05$).....	46
Figura 8. Limiar de Discriminação para o eixo Protan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h (* $p < 0,05$).....	51
Figura 9. Limiar de Discriminação para o eixo Deutan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h.....	52
Figura 10. Limiar de Discriminação para o eixo Tritan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h.....	53
Figura 11. Área da Elipse Deutan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h.....	54

Figura 12. Área da Elipse Protan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h; (★ $p < 0,05$) 55

Figura 13. Área da Elipse Tritan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h; (★ $p < 0,05$).....56

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características descritivas da amostra.....	41
Tabela 2. Percentuais de concepção sobre questões de saúde e sono.....	42
Tabela 3. Características do sono dos sujeitos de acordo com o eixo do cronotipo e o período de dias úteis e não úteis (Média $\pm$ desvio padrão).....	42
Tabela 4. Características da sonolência diária dos sujeitos de acordo com o eixo do cronotipo e o período de dias uteis e não uteis (Média $\pm$ desvio padrão).....	44

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

SNC	Sistema Nervoso Central
NQS	Núcleo Supraquiasmático
ipRGCs	Células ganglionares fotossensíveis a luz
SC	Sensibilidade ao Contraste
FSC	Função de Sensibilidade ao Contraste
Cpg	Ciclo por grau de ângulo visual
Nm	Nanômetro
CIE	Comission Internationale de l'Eclairage
CCT	Cambridge Colour Test
PSQI	Índice de Qualidade de Sono de Pittsburgh
Cd/m ²	Candelas por metro quadrado
MM	Moderadamente Matutino
I	Indiferente
MV	Moderadamente Vespertino

SUMÁRIO

CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
1. RITMOS BIOLÓGICOS.....	4
1.1 Expressão dos ritmos biológicos.....	4
1.2 Sincronização fótica: o papel da melanopsina.....	9
1.3 O gene PER3 e o relógio biológico: padrões fenótipos.....	13
2. SISTEMA VISUAL.....	15
2.1 Sensibilidade ao contraste acromático.....	15
2.2 Visão cromática.....	19
2.3 Sistema visual circadiano acromático e cromático.....	23
3. JUSTIFICATIVA.....	28
4. OBJETIVOS.....	30
4.1 Objetivo geral.....	30
4.2 Objetivos específicos.....	30
5. MÉTODO.....	30
5.1 Local do estudo.....	30
5.2 Participantes.....	31
5.3 Materiais e instrumentos.....	32
5.4 Procedimento.....	36
5.5 Análise dos dados.....	39
6. RESULTADOS.....	40
6.1 Padrões comportamentais do sono.....	40
6.2 Medidas de sensibilidade ao contraste acromático	45
6.3 Medidas discriminativas de cor.....	50
7. DISCUSSÃO.....	57
7.1 Sensibilidade ao contraste acromática.....	61
7.2 Discriminação de cores.....	64
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	66
9. ESTUDOS FUTUROS.....	67
10. REFERÊNCIAS.....	69
ANEXOS.....	91
APÊNDICES.....	106

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A relação entre a luz emitida pelo sol e estruturas biológicas do organismo vivo é sincronizada periodicamente em forma de ritmos que são capazes de organizar funções fisiológicas, cognitivas e comportamentais do sistema nervoso central (SNC). Dessa maneira, a oscilação entre a luz e a escuridão desempenham um importante papel na relação causal e funcional do cérebro e o comportamento. Os mecanismos envolvidos nessa periodicidade estabelecem variações rítmicas capazes de controlar o desempenho de funções sensoriais por meio da adaptação temporal. Para Thut, Miniussi e Gross (2012), o cérebro possui uma variedade de mecanismos, com entrada e saída de processamento de informação, que diferem em sua origem, frequência e reatividade. Estes dispositivos são conhecidos como medidores temporais que resultam no desenvolvimento e na percepção da passagem do tempo (Schibler, 2005).

Alguns processos fisiológicos de mamíferos são influenciados por um sistema de temporização circadiano. Esse sistema relaciona marcadores biológicos e estímulos ambientais, por exemplo a exposição fótica, para sincronizar a produção de cortisol, melatonina, temperatura corporal, o ciclo de atividade e repouso e o ciclo sono e vigília durante um período de aproximadamente 24h. A regulação desses processos acontecem em meio de estruturas hipotalâmicas interconectada a células do sistema visual. As pistas fóticas, também chamadas de *zeitgebers*, são os principais sincronizadores externos que ajustam a periodicidade circadiana, ou seja, a organização temporal do padrão do ciclo sono-vigília (Marques & Menna-Barreto, 1997; Roenneberg & Merrow, 2003).

A preferência do padrão comportamental do sono e vigília está diretamente associada a níveis de atividade e repouso e ao padrão do do escuro da noite e o claro do dia. Geralmente estes padrões são individuais e quando as pessoas diferem nestes traços são referidas em

diferentes cronotipos. Portanto, o cronotipo distingue a preferência comportamental de sujeitos iniciar o sono ou o horário de acordar. Ainda, esse pressuposto é geneticamente bem estabelecido por estudos experimentais (Roenneberg et al., 2007).

Como citado anteriormente, a luz é um elemento fundamental para formação de respostas visuais e para formação do sistema de temporização circadiano. Além disso, estabelece uma estreita relação com o processamento de funções cognitivas (Morin & Allen, 2005). Em termos cronobiológicos, a luz pode ser considerada um dos principais sincronizadores para organização das funções visuais. Discutimos que existe, pelo menos, duas grandes funções do sistema visual quanto à presença da luz: primeiramente ela é captada por cones e bastonetes e associa-se a habilidades visuais de discriminar e reconhecer objetos em uma cena visual; como também codificar informações moduladoras relacionadas ao ritmo circadiano e aos reflexos pupilares (Hannibal, 2002). As projeções e vias visuais relacionadas à organização dos circuitos de temporização circadianos ainda são pouco exploradas. Porém, pode-se considerar como hipótese principal deste estudo que o modelo de processamento da informação visual de cenas ou imagens complexas está intrinsecamente associado ao modelo de temporização circadiano, capaz de produzir um desempenho distinto da percepção da imagem ao longo do tempo. O tempo em aspecto circadiano é determinado em um ciclo de 24h.

Atualmente, muitas pesquisas apontam aspectos importantes para o estudo da percepção visual circadiana (Morin & Allen, 2005). Por exemplo, entende-se que além dos fotorreceptores clássicos, responsáveis pela fototransdução, a melanopsina é um importante fotopigmento responsável pelo processo de arrastamento da luz em respostas circadianas (Duffy & Wright, 2005; Evans, Elliott, & Gorman, 2007; Hatori & Panda, 2010; Hattar, Liao, Takao, Berson, & Yau, 2002; Rea, Figueiro, Bierman, & Bullough, 2005). Recentemente

Andrade, Silva e Santos (2015) sugeriram que os mecanismos sensoriais que processam o contraste visual acromático estão associados ao padrão de temporização circadiano. Neste contexto, esta pesquisa tem como objetivo principal verificar como a sensibilidade visual de contraste acromático e cromático, nos eixos, tritan, deutan e protan, se comportam dentro do padrão de ritmicidade circadiana.

Diferentes fatores podem estar associados a flutuação das funções visuais. Quando funções sensoriais sofrem mudanças em sua fisiologia devido a variação circadiana de estímulos ambientais, subsequentemente sofrerem alterações nos seus padrões de respostas cognitivas e comportamentais. Por exemplo, a relação encontrada entre o ciclo sono-vigília com os níveis de qualidade de sono pode modificar, sem prejuízo, o padrão de resposta visual (Andrade et al., 2015). Quando essa associação sofre impacto de dessincronização, por exemplo, a necessidade de manter níveis saudáveis de resposta visual está associada as horas de acordar e dormir, pode-se causar prejuízo em respostas comportamentais relacionados ao sistema visual. Dessa maneira, esse estudo traz perspectivas teóricas e metodológicas acerca das funções visuais e suas alterações em níveis de temporização circadiano. A nível teórico é visto que os mecanismos que processam contraste visual modificam-se ao longo do dia, principalmente quando os sujeitos possuem cronotipos distintos. Metodologicamente é possível mensurar padrões comportamentais do sono e verificar seus efeitos em medidas do sistema visual. Atribuído mudança a estes mecanismos, a ocorrência para necessidade de brilho ou cor em momentos de aprendizagem relacionadas aos padrões circadianos. Dessa maneira, a qualidade do sono em níveis saudáveis facilita para função dos mecanismos visuais implicados em processos psicológicos básicos, como por exemplo, percepção e aprendizagem.

A presente tese segue dividida da seguinte maneira: a *primeira seção* tratou dos principais aspectos da cronobiologia, especificamente dos ritmos circadianos, como por exemplo o processo de sincronização da informação fótica. Ainda, foi discutida a relação genética do ritmo circadiano com os padrões comportamentais do sono; Na *segunda seção*, foi descrito o processamento da informação visual acromática e de percepção de cores. Além disso, destacou-se os principais estudos que procuraram medir a sensibilidade visual durante um ritmo circadiano. A *terceira e quarta seções* trazem a justificativa e os objetivos do estudo. A metodologia é delineada na *quinta seção*. A *sexta seção* são descritos os principais resultados encontrados. A discussão é apresentada na *sétima seção* e, por fim, a *oitava e nona seção* apresentam as considerações finais e contribuições para estudos futuros.

1. RITMOS BIOLÓGICOS

1.1 Expressão dos ritmos biológicos

Comumente é percebido em livros textos de cronobiologia que os processos fisiológicos, cognitivos e comportamentais possuem uma variação significativa de acordo com hora, dia e meses do ano (Buzsáki, 2006; Koukkari & Sothorn, 2006; Kumar, 2002; Refinetti, 2005). Embora relatos empíricos sobre ritmos biológicos datem de 1729 com os estudos de Jean J. D. Marian sobre a flutuação da folha da *Mimosa pudica* durante um período de 24h, mesmo isolada da alternância ambiental fótica, a cronobiologia só foi considerada uma disciplina científica em meados dos anos 60 com uma descrição rudimentar dos mecanismos neurais e moleculares do funcionamento do relógio biológico dos mamíferos (Aschoff, 1965; Busaki, 2006; Marques & Menna-Barreto, 1997; Roenneberg & Mirrow, 2003).

As adaptações sensoriais e perceptivas dos organismos vivos são sincronizadas em ritmos biológicos que modulam padrões de organização entre o meio interno e externo. Assim, a capacidade dos seres vivos controlarem periodicamente, e de forma recorrente (repete com certa regularidade no tempo) seus comportamentos e processos fisiológicos caracterizam a cronobiologia como o ramo da biologia que estuda os ritmos biológicos com base na sua variação no tempo (Araújo & Marque, 2002; Marques, Bendito-Silva, & Menna-Barreto, 1997).

Variáveis biológicas que oscilam podem ser definidas a partir de três fundamentos principais: *período* (intervalo de tempo que se completa em um ciclo e seus valores rítmicos aumentam e diminuem em escala de amplitude oscilatória), *amplitude* (média dos valores de uma variável representada por seus valores máximos e mínimos) e *fase* (qualquer ponto ou alvo de um ciclo, ou seja, momento em que se observa o valor máximo da variável, chamado de acrofase, e a intensidade mínima dos seus valores, batifase) (Bendito-Silva, 1988; Besílio, Carneiro, Silva, Fortes, & Araújo, 2012; Halberg, 1969). Ainda, os ritmos biológicos podem ser classificados de acordo com sua frequência: ritmos circadianos (pode variar de 20 a 28 horas, sendo sincronizado a um período de 24 horas de acordo com a espécie estudada, por exemplo o ciclo claro-escuro; ciclo atividade-reposo e sono-vigília), ritmos infradianos (possuem baixas frequências e variam em períodos maiores de 28 horas como, por exemplo, o ritmo circasseptanos, período com cerca de sete dias) e ritmos ultradianos (possuem períodos menores que 20 horas como, por exemplo, as frequências eletroencefalográficas) (Audoin & Guinot, 2001; Besílio et al., 2012; Menna-Barreto & Díez-Noguera, 2012; Marques & Menna-Barreto, 1997; Refinetti, 2006).

Como mencionado anteriormente, os ritmos apresentados são classificados conforme sua natureza (Figura 1), ou seja, não possuem significado funcional e são avaliados de acordo

com a variação da frequência no período de 24h (Araújo & Marques, 2002). Araújo e Marques (2002) propõem que os ritmos podem ser classificados em duas categorias principais: os ritmos biológicos relacionados a ciclos biofísicos (funcionam como mecanismos antecipatórios de uma mudança no meio ambiente, como os ritmos circadiano) e ritmos biológicos que não estão relacionados a ciclos biofísicos (relacionam as mudanças no meio interno sem correlatos de pistas ambientais, tais como os ritmos infra e ultradianos). Essa proposta considera que estas categorias interagem entre si sugerindo o paradigma cronobiológico de temporização biológica (Koukkari & Sothorn, 2006; Marques & Menna-Barreto, 1997).

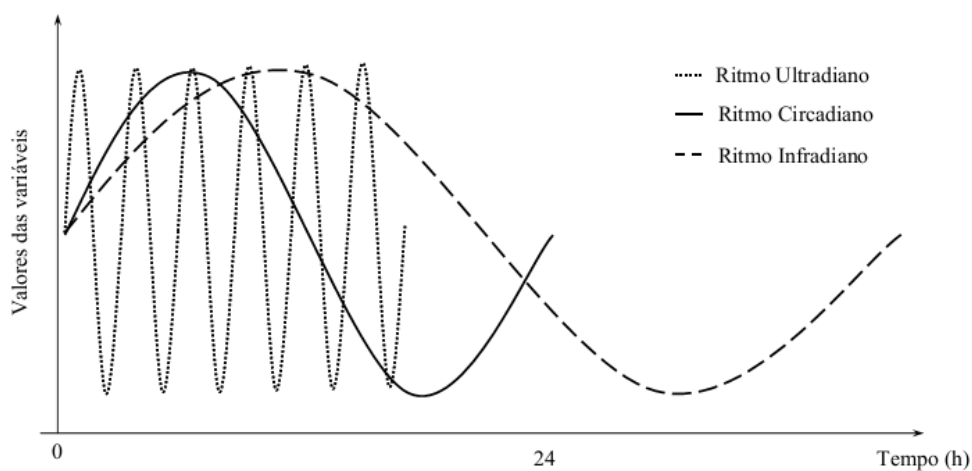


Figura 1. Classificação dos ritmos biológicos de acordo com a frequência, tendo o ritmo circadiano como fator de comparação (Retirado e adaptado de Besílio et al., 2012).

Besílio et al. (2012) definem um ritmo circadiano de acordo com as seguintes características: ajusta-se a pistas ambientais; sua oscilação persiste na ausência das pistas (possuindo um caráter endógeno); compensa a variação recorrente da temperatura sem alterar seu ritmo; evidência de múltiplos osciladores para o sistema circadiano, incluindo o núcleo

supraquiasmático (NSQ) e osciladores periféricos ao SNC da ênfase a simultaneidade de múltiplas frequências; e, fundamentalmente, se ajusta a variáveis cíclicas através de sincronizadores, também conhecido por *zeitgebers* (Araújo & Marques, 2002).

O sistema de temporização permite que os organismos se preparem para desafios ambientais diários através do processo de antecipação. Quando o sistema circadiano é sincronizado, o oscilador interno admite uma fase fixa mantendo uma saída de resposta equilibrada, como por exemplo, a presença e ausência da luz para a sincronização do ritmo sono e vigília (Granada, Bordyugov, Kramer, & Herzel, 2013; Tomatoni & Oda, 2012).

Os ritmos circadianos estão presentes em quase todas as variáveis fisiológicas e podem atribuir a organização do nosso estilo de vida, tais como as tarefas realizadas durante o dia e a preferência para a posição de fase para iniciar ou terminar o sono (Waterhouse, Minors, Atkinson, & Benton, 1997). A preferência para iniciar uma atividade (processo conhecido por curva de resposta de fase) é uma maneira de avaliar a organização temporal da regulação do corpo, podendo descrever o momento ideal das funções do indivíduo, como níveis hormonais, a temperatura corporal, as faculdades cognitivas, e o momento em que os padrões de sono estão ativos ou inativos (Bunney & Bunney, 2000; Levandovski, Sasso, & Hidalgo, 2013; Reppert & Weaver, 2001).

Existem vários questionários que avaliam o cronotipo ou a fase do ciclo de sono e vigília (Morningness-Eveningness Questionnaire; Horne & Östberg, 1976; Composite Scale of Morningness, CSM; Munich Chronotype Questionnaire, Roenneberg et al., 2003). Embora Martynhak, Louzada, Pedrazzoli e Araújo (2010) levantem a hipótese de uma nova classificação do MEQ baseada em uma escala de distribuição bimodal, onde sujeitos bimodais diferem de sujeitos intermediários devido a sua relação entre osciladores do tipo matutino e vespertino, o presente estudo mantém a classificação original dos sujeitos em pelo

menos três níveis de cronotipo: tipo matutino (sujeitos que preferem dormir em torno de 22h ou 23h, e, conseqüentemente, acordar cerca de 6h da manhã sem qualquer dificuldade, resultando em bom estado físico e mental); tipo indiferente (são flexíveis para escolher o melhor horário para realizar suas tarefas rotineiras); e tipo vespertino (sujeitos que vão dormir cerca de 1 hora da madrugada, e, conseqüentemente, acordam no final da manhã apresentando um melhor desempenho apenas no final da tarde para início da noite (Granada et al., 2013; Levandovski et al., 2013; Martino, Pasetti, Bataglione, & Ceolim, 2010).

Grande parte da população possui um padrão indiferente, ou seja, escolhe horários intermediários entre os dois extremos. Estudos demonstram um caráter genético na escolha do momento ideal para realizar atividades (Katzenberg, Young, Finn, Lin, & King, 1998; Pedrazzoli, 2007), além disso o cronotipo pode variar conforme o sexo, os ritmos de trabalho, o envelhecimento, anormalidades que afetem o SNC, como por exemplo os Transtornos do Humor e a Esquizofrenia, e o seu próprio sistema de temporização (Boivin, 2000; Bunney & Bunney, 2000; Jean-Louis, Zizi, Lazzaro, & Wolintz, 2008; Lam & Levitan, 2000; Lima, Borges, Oliveira, Velten, Primo, & Leite, 2013; McClung, 2007).

Ainda, o sistema de temporização está relacionado com a regulação do sono. O sono é ajustado pela interação entre o processo homeostático (processo S) e o processo circadiano (processo C). O processo S refere-se a regulação do sono dependente da quantidade de sono entre o período de vigília até os últimos períodos do sono; já o processo C refere-se ao controle antecipatório do marco passo circadiano sob a hora de dormir e acordar durante um período de aproximadamente 24 horas (Borbély & Achermann, 1999; Van Dongen & Dinges, 2003). Estes processos mantêm-se sincronizados entre atividades diárias e ritmos biológicos, mantendo a organização temporal interna (Silver & LeSauter, 2008).

Estes modelos interagem de forma mútua e flexível de maneira que o processo C controla limiares homeostáticos apartir de padrões fotoperiódicos. Assim, o início do sono está associado com a ausência da luz, a produção de melatonina, já hora de acordar está associada com a presença da luz e a produção de cortisol (Silver & LeSauter, 2008). Assim, o cronotipo difere em níveis homeostáticos quanto as latências e durações da quantidade de sono (Taillard, Philip, Costa, Sagaspe, & Bioulac, 2003).

1.2 Sincronização fótica: o papel da melanopsina

A sincronização do ritmo circadiano apresenta um papel central para funções visuais ao receber informação luminosa. O ritmo circadiano consiste no controle de informações por vias neurais aferentes e eferentes do SNC. As vias aferentes são sensíveis à luz e são importantes por permitirem que outras vias controlem funções sensórias e cognitivas, de acordo com a sua precisão temporal (Bear, Connors, & Paradiso, 2008). As estruturas neurais envolvidas nesse mecanismo perpassam por células ganglionares até pequenos grupos neuronais encontrados no hipotálamo anterior (Argamasso, Allan, Froellich, McCall, Provencio, & Foster, 1995; Sexton, Buhr, & Van Gelder, 2011).

Os mamíferos são os únicos animais que usam os receptores da retina tanto para detecção da imagem como para regulação do tempo biológico. A região do NSQ funciona como o relógio biológico central do corpo humano, os osciladores periféricos são controlados por ele. Este relógio ou marca passo define o tempo em que processos fisiológicos ocorrem, contudo o sistema circadiano só irá sincronizar o tempo biológico com a adaptação temporal na presença de pistas ambientais. Portanto, o arrastamento fótico é garantido através da ação de proteínas fotorreceptoras que possuem propriedades particulares (Lima, 2012; Glickman, 2012; Wever, 1989).

Um grupo de células ganglionares retinianas foi identificado e definido como um modelo funcional do sistema de regulação dos ritmos circadianos (Provencio, Jiang, De Grip, Hayes, & Rollag, 1998). Inicialmente, este modelo discute que a luz excita um grupo de opsinas fotossensíveis em células ganglionares específicas da retina e posteriormente induzem a abertura de receptores glutamatérgicos no NSQ. Em níveis complexos, ocorre uma expressão duradora de genes pela junção de algumas proteínas que se ajustam em um período aproximado de 24h.

As células ganglionares localizadas na camada plexiforme interna da retina contém opsinas chamada de melanopsina que são intrinsicamente sensíveis a luz (ipRGCs) e transmitem informações sobre a intensidade luminosa através do trato retino-hipotalâmico para o marca passo no NSQ (Berson, 2003; Gelder, 2003; Provencio et al., 2000; Rea et al., 2005; Reppert & Weaver, 2002; Sand, Schmidt, & Kofuji, 2012; Sexton et al., 2011; Wässle, 2004). Estudos recentes discutem que estas células diferenciam-se de outras por possuírem funções específicas e diferentes ramificações em suas árvores dendríticas (Berson, 2003; Gelder, 2003; Provencio et al., 2000; Rea et al., 2005; Wässle, 2004).

Morfologicamente as ipRGCs apresentam um tamanho de médio a pequeno porte e possuem somas com campos dendríticos grandes (Dacey et al., 2005), além disso podem ser classificadas em cinco subtipos celulares (Brainard et al., 2001; Ecker et al., 2010; Sand et al., 2002): células *M1* (possuem maior densidade neuronal e maiores níveis de expressão de melanopsina), células *M2* e *M3*, (possuem níveis de expressão intermediários) e células *M4* e *M5* (possuem baixos níveis de expressão).

Ecker et al. (2010) mostraram que as células *M2* e *M4* enviam informações neurais para diversas regiões do cérebro, incluindo áreas envolvidas no processamento visual através de áreas dorsal e ventral do núcleo geniculado lateral. Contudo, 3% do total da população de

células ganglionares na retina são fotossensíveis e estão localizadas em maior quantidade no centro da fóvea na retina com diminuição em direção a periferia (Dacey et al., 2005). Seus axônios se projetam para o NSQ e outras áreas visuais subcorticais envolvidas no arrastamento da luz.

É importante notar que os dendritos dos ipRGCs recebem entradas de bastonetes e cones via células bipolares e conexões de células amácrinas, estes achados geram a hipótese de que células ipRGCs retransmitem sinais capazes de moldar a discriminação de objetos em tempo circadiano, uma vez que estes centros cerebrais estão interligados a áreas responsáveis pelo processo da formação de imagem (Hankins, Peirson, & Foster, 2008; Provencio et al., 2000; Rea et al., 2005; Sand et al., 2012).

Registros eletrofisiológicos de ipRGCs têm mostrado menor sensibilidade à luz do que fotorreceptores clássicos (cones e bastonetes). Sua sensibilidade espectral varia entre 420 a 480nm, diferentemente do encontrado para os bastonetes e cones que variam entre 380-650nm e 440-560nm, respectivamente (Hankins et al., 2007). Além disso, o pico de sensibilidade visual de ipRGCs interliga-se a intensidade luminosa absorvida pelos bastonetes e cones, principalmente relacionado ao comprimento de ondas curtas e de intensidade de 430nm (Hankins et al., 2007)

Acreditava-se que apenas a glândula pineal era capaz de sintetizar a melatonina, porém estudos têm demonstrado que a síntese da melatonina também ocorre na retina de mamíferos por meio dos fotorreceptores (Brennan, Jan, & Lyons, 2007; Sengupta et al., 2011; Tosini, 2000; Wirz–Justice et al., 2002). Essa hipótese gerou a ideia que o relógio circadiano na retina é hierarquicamente organizado. Os estudos de Tosini (2000) e Tosini, Pozdeyev, Sakamoto and Luvone (2008) sugerem que a retina também possui um relógio circadiano capaz de controlar funções de processamento visual. Esse relógio é mantido pela relação entre

os fotorreceptores (bastonetes e cones) e pelas ipRGCs, prováveis candidatos para síntese de melatonina (Brennan et al., 2007; Tosini, 2000).

Estima-se que, igualmente ao NSQ, a melatonina medeia mudanças adaptativas associadas a escuridão, e a dopamina medeia alterações associadas com a presença da luz. Assim, os bastonetes e cones com comprimentos de ondas longo que secretam melatonina e a dopamina desempenham um importante papel no arrastamento da informação circadiana em condição de luminância fotópica, já as ipRGCs excitam-se principalmente em condições de luminância escotópicas, ou seja, na escuridão (Iuvone et al., 2005; Sengupta et al., 2011; Tosini et al., 2008).

As propriedades temporais de sinalização das ipRGCs são distintas às dos cones e bastonetes (Dacey et al., 2005; Joyce, Feig, Cao, & Zele, 2015; Lucas et al., 2003; McDougal & Gamlin, 2010; Schmidt & Kofuji, 2010; Tsujimura, Ukai, Ohama, Nuruki, & Yunokuchi, 2010). Como citado, estas células também estão relacionadas com o reflexo pupilar. O reflexo pupilar regula a quantidade de luz que atinge a retina (Gooley et al., 2012). Joyce et al. (2015) tem apresentado melhor compreensão dos mecanismos da retina que contribuem para respostas pupilares, estes autores afirmam que existe uma somação temporal de respostas entre camadas internas e externas da retina que funcionam para a adaptação do diâmetro pupilar por meio do reflexo da luz.

A faixa de adaptação do diâmetro pupilar é alterada pela sensibilidade a luz em diferentes condições de luminância (Barrionuevo et al., 2015). Por exemplo, em condição escotópica a $0,9\text{cd/m}^2$ existe uma maior contribuição dos fotorreceptores (bastonetes e cones) e da melanopsina para sensibilidade visual. Por outro lado, em condição fotópica (2cd/m^2), há maior influência dos cones e da melanopsina para facilitar o reflexo pupilar. Os papéis destes mecanismo são diferentes, cones são necessários para codificar modulações em altas

intensidade da luz; já a melanopsina age em intensidade de luz contínua (Park, Moura, Raza, Rhee, Kardon, & Hood, 2011; Webster, 1969). Dessa forma, mesmo agindo temporalmente em milésimos de segundos, semelhante à dos processos de formação de imagem visuais, a melanopsina pode contribuir equilibrando a resolução espacial e temporal, otimizando o desempenho da sensibilidade em condições escotópica de luminância.

1.3 Gene *PER3* e o relógio biológico: padrões fenótipos

Entre vários genes reguladores do relógio biológico, o gene *PER3* possui um polimorfismo específico que constitui um número variável de repetições em sequência. Estudos sugerem que provavelmente o gene *PER3* e seu polimorfismo de repetição no NSQ tem um papel importante no mecanismo homeostático do sono e no arrastamento circadiano fótico (Pereira, Sabino, & Umemura, 2012; Pereira, Tufik, & Pedrazzoli, 2008; Van Der Veen & Archer, 2010).

Os genes pertinentes ao mecanismo do sistema de temporização envolvem a junção das proteínas *CLOCK* e *BMAL1* que formam um heterodímero responsável por promover a transcrição dos genes Period 1 (*PER1*), Period 2 (*PER2*) e Period 3 (*PER3*), (Vitaterna, Takahashi, & Turek, 2001; Zylka, Shearman, Weaver, & Reppert, 1998). Estes genes possuem um perfil de oscilação no NSQ que dura aproximadamente 24h quando estão sincronizados. Pereira et al. (2005) sugerem que o gene *PER3* está envolvido especificamente com a resposta à luz. Esta suposição, também apoiada por Barnes et al. (2003), demonstra a importância deste gene como um dos componentes centrais do “relógio” molecular dos mamíferos. No entanto, os resultados publicados na literatura permanecem contraditórios.

O gene *PER3* localiza-se no braço curto do cromossomo 1, e o número de repetições, encontrado dentro do éxon 18 do gene, codifica 18 aminoácidos que se repetem quatro ou cinco vezes (Ebisawa et al., 2001). Na população em geral ocorrem três genótipos distintos de repetição: indivíduos homozigotos para quatro repetições (*PER3*^{4/4}): indivíduos homozigotos para cinco repetições (*PER3*^{5/5}) e indivíduos heterozigotos (*PER3*^{4/5}). As variações de repetição destes genes dependem do desenvolvimento do SNC (Jones, Ellis, Von Schantz, Skene, Dijk, & Archer, 2007; Klerman, Duffy, Dijk, & Czeisler, 2001), de aspectos étnicos (Archer et al., 2003; Nadkarni, Weale, Von Schantz, & Thomas, 2005; Pereira et al., 2005) e da localização geográfica, nota-se que latitudes diferentes implicam em exposição distintas a intensidade de luz (Pereira et al., 2005).

Estudos publicados na literatura mostram associações entre o cronotipo e o número de repetições sequenciadas do gene *Per3* (Archer et al., 2003; Pereira et al., 2005). Mutações em qualquer um destes genótipos podem causar anormalidade na regulação dos cronotipos, que vão desde períodos endógenos mais curtos ou mais longos até a perda da ritmicidade, com prejuízo na sincronização pela luz, por exemplo em Transtornos do Humor, principalmente ligados a sazonalidade (Pereira et al., 2008).

Archer et al. (2003) apontaram uma associação *PER 3*^{4/4} com sujeitos de cronotipo vespertino e do *PER3*^{5/5} de sujeitos com cronotipo matutino. Ainda, mostraram uma associação do alelo de quatro repetições com o transtorno circadiano de atraso da fase de sono (Ebisawa et al., 2001; Katzenberg et al., 1998; Pereira et al., 2012). Do mesmo modo, os autores discutem que sujeitos com *PER3*^{5/5} mantem os horários de dormir e acordar de forma mais rígida e estável, conforme o questionário de matutividade e vespertinidade de Horne e Ostberg. Esta relação mostra que o comportamento de fase de atividade está associado a fatores genéticos e ambientais (como a influência da luz).

2. SISTEMA VISUAL

2.1 Sensibilidade ao contraste acromático

O sistema visual humano é considerado o sistema mais complexo dentro dos sistemas sensoriais, já que muitas das suas funções ainda não são bem estabelecidas do ponto de vista científico. Dentre suas funções, pode-se considerar a modalidade da visão espacial (Costa, Oliveira, Bergamasso, & Ventura, 2006). A visão espacial é definida fisiologicamente como uma complexa camada de rede neural que recebe luz e processa informação de imagem ou cenas visuais. Sua função se resume a capacidade de distribuição espacial da luz e localização no ambiente, e pode ser verificada através da acuidade visual e do contraste de luminância e cor (Barten, 1999). Contudo, esse estudo não tem a finalidade de determinar parâmetros da acuidade visual, mas de contraste visual de luminância e percepção de cor.

Para Owsley (2003), a sensibilidade ao contraste espacial de luminância é definida como uma variação adjacente de brilho em uma determinada área (Campbell & Maffei, 1974). Ou seja, é considerada uma dimensão psicofísica em função da luz disposta em transição de luminância capaz de delinear a existência de um padrão de imagem. De forma prática, ela refere-se a medida de contraste que uma pessoa precisa para detectar um objeto (Cornsweet, 1970; De Valois & De Valois, 1988). Michelson (1981) define o contraste como a diferença de luminância máxima pela luminância mínima dividido pela sua soma.

De acordo com Sousa, Gomes e Silveira (2011), frequentemente são utilizadas duas medidas de contraste na visão espacial: o limiar de contraste (considerada uma dimensão probabilística de quantidade de contraste necessário para identificar um objeto) e a sensibilidade ao contraste (considerada o inverso do limiar de contraste). A sensibilidade ao

contraste (SC) proporciona uma imagem geral da visão espacial mediante a avaliação da detecção de estímulos periódicos e não periódicos sobre uma ampla gama de frequências espaciais, em diferentes níveis de contraste. Uma das ferramentas mais utilizada para verificar a extensão destas frequências espaciais é a função de sensibilidade ao contraste (FSC) (De Valois & De Valois, 1988; Sekuler, 1974).

Shade (1956) mostrou que a informação visual espacial podia ser baseada pela teoria do processamento visual paralelo. O avanço dessa teoria mostra que canais neurofisiológicos são responsáveis pela detecção de estreitas faixas de frequências espaciais e, juntos, representam a FSC (Campbell & Green, 1965; Campbell & Robson, 1968). Como supracitado, a FSC é uma dimensão psicofísica e clínica que compreende estimativas do sistema visual em níveis ópticos e neurais. Ela é frequentemente utilizada sobre o domínio de padrões de grades com fase e orientação distintas para determinar o limiar de contraste (Campbell & Green, 1965; Campbell & Robson, 1968; Schade, 1956). A fase corresponde a origem da posição espacial que uma grade pode iniciar, sendo distribuída senoidalmente ou cossenoidalmente. Já a orientação espacial descreve o ângulo realizado por um padrão de grade relacionado ao seu ponto de referência (por exemplo, horizontal, vertical ou diagonal).

Tendo enfatizado que a capacidade de perceber detalhes visuais depende do contraste espacial, Shiffman (2005) discute que se um sujeito passar a perceber minuciosamente uma imagem é possível, em certo nível de análise, perceber padrões alternados entre regiões claras e escuras. Em termos físicos, o número de ciclos ou alternância de barras claras e escuras dentro do campo visual é chamado de frequências espaciais (Goldstein, 2009). O modelo de canais múltiplos de Campbell e Robson (1968) assume a ideia que o sistema visual humano responde de forma seletiva e independente a diferentes frequências espaciais. A abordagem de canais múltiplos admite que a FSC representa a percepção de um estímulo visual qualquer

em forma de análise ou decomposição do seu padrão em componentes mais elementares (frequências espaciais múltiplas), ou seja, diferentes frequências espaciais são somadas na mesma imagem em uma espécie de síntese de Fourier (Figura 2).

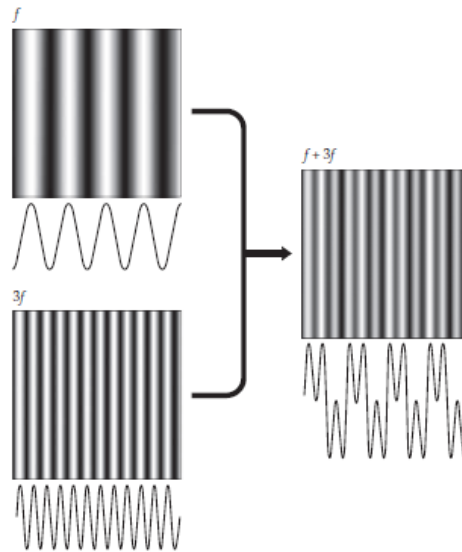


Figura 2. Padrão de grade senoidal vertical (f) combinada a outro padrão ($3f$) assumindo uma ideia de canais seletivos e independentes (Retirado de Goldstein, 2009).

Do ponto de vista teórico, a FSC é o envelope de sensibilidade para a série total de canais, cada um sensível a uma faixa restrita e discreta do espectro de frequência espacial (Graham & Nachmias, 1971; Sachs, Nachmias, & Robson 1971; Sekuler, 1974). Fisiologicamente, estes canais referem-se a populações neuronais envolvidas no processamento seletivo de bandas de frequências espaciais. O sistema visual normal de humanos mostra que a FSC tem seu pico de sensibilidade em frequências espaciais intermediárias (3-6 ciclos por grau de ângulo visual) com atenuações em uma gama de frequências espaciais baixas e altas (Owsley, 2003).

Goldstein (2009) mostra que a razão para distribuir as frequências em ciclos é ressaltada por demonstrar diferentes tipos de informação da cena visual. A Figura 3 mostra um rosto de um sujeito filtrado por diferentes frequências espaciais. Estas imagens evidenciam que frequências baixas representam uma aparência geral do rosto, já frequências espaciais altas mostram informações mais detalhadas da imagem (igualmente a acuidade visual).

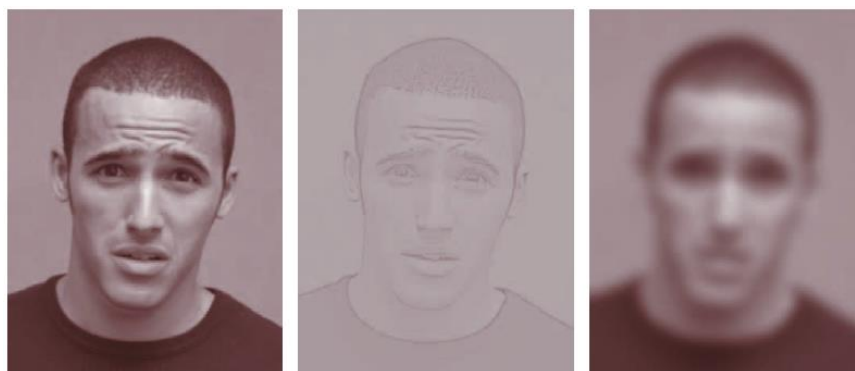


Figura 3. Representação prática da função de sensibilidade ao contraste a partir de frequências espaciais altas (ao meio), baixas (à direita) e uma imagem visual normal (à esquerda). Adaptado de Goldstein, 2009.

A teoria dos canais múltiplos tornou-se o modelo mais requisitados para estudar e caracterizar às respostas do sistema visual humano (Santos & Simas, 2001). Existe uma extensão de estudos que verifica como a medida da FSC se comporta, por exemplo: em parâmetros de visão normal (Atkinson, Braddick, & Braddick, 1974; Atkinson, Braddick, & Moar, 1977; Bradley & Freeman, 1982; Campbell & Robson, 1965; Courage, Adams, & Hall, 1997; Ellemberg, Lewis, Liu, & Maurer, 1999; Shefrim, Tregear, Harvey, & Werner, 1999; Owsley, Sekuler, & Siemsen, 1983; Owsley, 2011), em diferentes tipos de transtornos e disfunções neurológicas (Akutsu & Legge, 1995; Bour & Apkarian, 1996; Elliott &

Situ, 1998; McKendrick, Sampson, Walland, & Badcock, 2007; Nogueira & Santos, 2012) e em diferentes espécies de animais (Haug, Biehlmaier, Mueller, & Neuhauss, 2010; Ghim & Hodos, 2006; Jacobs, 1977; Kulikowski, 1978; Merigan, 1976; Pasternak & Merigan, 1981; Yamamoto, Furuya, & Watanabe, 2001). Estes achados incluem parâmetros de medidas eletrofisiológicas, psicofísicas e comportamentais (Sousa et al., 2011).

2.2 Visão cromática

Além do contraste espacial de luminância, a percepção de cores facilita a percepção de cenas visuais e padrões de imagens. É possível perceber facilmente uma fruta ou uma folha de árvore em uma superfície plana devido a diferença de contraste entre as cores do ambiente (Lent, 2002). Estudos discutem que a percepção de cor depende principalmente do comprimento de onda de luz que estimula o sistema visual (Hernández-Lloreda, 2001; Lakowski, 1969; MacLeod, 2003; Neitz & Neitz, 2011). Porém, interpretar os mecanismos subjacentes a percepção de cor ainda são complexos. A junção de pesquisas psicofísicas e fisiológicas mostram comparativos da funcionalidade de pigmentos na retina de humanos e primatas com visão normal (Solomon & Lennie, 2007; Stockman & Brainard, 2010).

Segundo MacLeod (2003), as cores são apresentadas em três dimensões psicofísicas: comprimento de onda (tonalidade); intensidade (brilho) e pureza espectral (saturação). Esse modelo padrão exerce efeitos sensoriais específicos, com isso a cor ou tonalidade é definida principalmente pelo comprimento de onda, como já citado anteriormente.

Os principais fenômenos estabelecidos pela percepção de cores podem ser explicados por meio das teorias tricromática e do processo de oponência. A teoria tricromática do receptor mostra, a nível retiniano, a existência de três tipos de cones que absorvem distintos níveis de sensibilidade do espectro cromático. Os fotopigmentos possuem absorção máxima

para certos comprimentos de onda, por exemplo, comprimentos de ondas curtos (S), médios (M) e longos (L). Em consequência sua curva de absorção está dentro de uma ampla faixa do espectro visível que permite a sobreposição, uma da outra, permitindo estimular mais de um tipo de cone, provocando uma mistura perceptível de cores (Schiffman, 2009).

A teoria dos processos oponentes adota a ideia original de Yong-Helmholtz sobre a retina tricromática e acrescenta que os receptores individuais estão interligados a três pares de processos neurais oponentes: amarelo-azul; verde-vermelho e branco-preto (Schiffman, 2009). Assim, cada processo é capaz de fornecer informação em níveis antagônicos onde uma resposta fisiológica inibe ou excita informação para o amarelo ou o azul e nunca o amarelo e o azul juntos. Dessa forma, é possível medir a sensação de cor para qualquer comprimento de onda, como já discutia Wiesel e Hubel (1966).

A visão de cores normal para humanos é tricromática. Células fotorreceptoras com formato de cones são sensíveis para um parâmetro físico dando forma tridimensional a cor em qualquer ponto do campo de visão (MacLeod, 2003). A medida de intensidade luminosa mostra que as opsinas encontradas nos cones são fotossensíveis a comprimento de onda com pico de 559nm que absorvem uma faixa de cor vermelha; comprimento de onda com pico de 531nm que absorvem uma faixa de cor verde; e comprimento de onda com pico de 419nm que absorvem uma faixa para pigmentos de absorção de cor azul (Lent, 2002). Como visto, além da absorção de luz para percepção de brilho e cor, células ganglionares absorvem intensidade de luz com pico de sensibilidade de 480nm e possuem regulação para as atividades de sincronização dos ritmos circadianos (Hankins & Lucas, 2002; Sexton et al., 2012).

Psicofisicamente a variação de cores do nosso sistema visual pode ser representada por meio de um espaço de cores (Lima, Gomes, Ventura, & Silveira, 2011). Um dos espaços

de cores perceptuais mais utilizados para modulação de estímulos foi proposto pela Comissão Internationale de l'Eclairage (CIE) em 1931. Uma vez que a retina contém três classes de cone, e cada classe obedece ao princípio da univariância, todos os comprimentos de ondas podem ser representados em um espaço tridimensional RGB (red; green e blue) (Lima et. al., 2011).

O diagrama do espaço de cores da CIE representa um modelo padrão XYZ onde as cores primárias são percebidas através dos seus componentes positivos e reproduz todos os comprimentos de onda de luz visível (Lakowski, 1969; Lima et. al., 2011; Wyszecki & Stiles, 1982). A área de exibição do espaço de cores é representada em plano cartesiano em que sua área escura sombreada é o espaço especificado como fora de alcance da capacidade gama do monitor (as cores não podem ser obtidas no monitor, mesmo em tubo catódico), a área sombreada cinza claro são cores inatingíveis e a área em branco pode ser utilizada para medir a discriminação de cores (Figura 4).

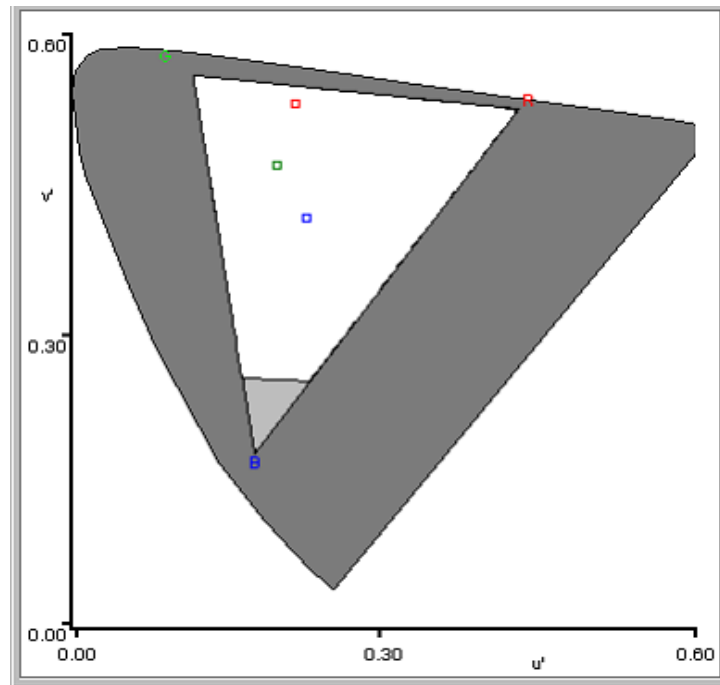


Figura 4. Espaço de cores da Comissão Internationale de l'Eclairage produzido pela Cambridge Colour Test.

Entre os tipos de avaliação da visão de cores, existem duas grandes funções a serem observadas: a capacidade de igualdade e o limiar de discriminação (Lima et al., 2011). O limiar de discriminação pode ser verificado pelos testes Lanthony Dessaturado D15d e Cambridge Colour Test (CCT) (Goulart, Bandeira, Tsubota, Oiwa, Costa, & Ventura, 2008; Lanthony, 1978; Mancuso, Neitz & Neitz, 2006; Paramei, 2012; Smith & Pokorny, 1996). As medidas geralmente são realizadas para estudar o comportamento de contraste de cor em pessoas ou animais com visão normal ou com deficiência para percepção de cor (Goulart et al., 2008; Goulart, et al., 2013; Paramei, 2012; Mollon & Reffin, 1989; Mancuso, Neitz, & Neitz, 2006; Paramei & Oakley, 2014; Souza et al., 2014). O CCT emprega o princípio de placas pseudoisocromáticas onde utiliza um estímulo em forma de “C” constituído por um mosaico com variações de círculos cromáticos em diferentes tamanhos em relação a cromaticidade do fundo. Deste modo, as medidas dos eixos de confusão permitem avaliar a

percepção de cor a partir das matizes percebidas por indivíduos tricromatas anômalos, dicromáticos pronatópicos (deficiência para o comprimento de onda longo); deutanatópicos (deficiência para o comprimento de onda médio); e tritanatópicos (deficiência para o comprimento de onda curto) (Goldstein, 2009; Ventura et al., 2005; Ventura et al., 2003). O CCT vem sendo utilizado em várias pesquisas como uma ferramenta diagnóstica e exploratória de deficiências genéticas ou adquiridas da percepção de cor.

2.3 Sistema visual circadiano acromático e cromático

Aspectos fisiológicos da retina mostram que o sistema visual apresenta uma variação circadiana para sensibilidade visual (Figueiro, Bullough, Parsons, & Rea, 2005). A detecção de luminosidade varia sistematicamente com a hora do dia (Bassi & Powers, 1985). Estudos demonstraram que a sensibilidade visual, definida por meios de limiares visuais de contraste acromático e cromático possui um comportamento circadiano em diversas espécies: zebras (Li & Dowling, 1998; Li, Temple, Gao, Haimberger, Hawryshyn & Li, 2005), larval *Xenopus* (Solessio, Scheraga, Engbretson, Knox, & Barlow, 2004), ratos (Balkema et al., 2001; Hwang, Chaurasia, Jackson, Chan, Storm, & Iuvone, 2013), e humanos (Buguet et al., 1994; Bassi & Powers, 1986; Danilenko, Plisov, Cooper, Justice, & Hébert, 2011; Roenneberg et al., 1992; Tassi, Pillerin, & Muzet, 2000; Tassi & Pins, 1997; Tassi, Pullerin, & Muzet, 1999; Struck, Rodnitzky, & Dobson, 1990). É possível que esta variação também estar interconectada com a atividade dos fotorreceptores clássicos, os cones e os bastonetes (Barrionuevo et al., 2015; Buguet et al., 1994; Park et al., 2011).

Em peixes-zebra, a sensibilidade visual absoluta possui pico no final da tarde e diminui no início da manhã, este padrão de sensibilidade persiste no escuro ou em luz constante (Li & Dowling, 1998). Li et al. (2005), mostra que esse ciclo também acontece

para comprimento de onda vermelho, com um declínio da sensibilidade às 4 horas da manhã e aumento posterior a partir do meio-dia até as 19 horas.

Roenneberg, Lotze e Steinbuchel (1992) relatam dois picos diários de sensibilidade visual em humanos, um perto do meio-dia e o outro no final da tarde. Já Knoerchen e Hildbrandt (1976) discutem que as curvas de adaptação ao escuro possuem sensibilidade máxima durante a noite, principalmente entre os períodos de 21h e 03h da manhã. As dúvidas sobre o pico de sensibilidade visual levaram Bassi e Powers (1986) a medir o limiar absoluto de sete sujeitos (20 a 30 anos de idade) em condição diurna tanto em níveis constantes de luz (CC) quanto sem luz (CL). Eles verificaram que o limiar dos indivíduos varia ao longo do tempo, com maior sensibilidade no período da noite (2h/4h) do que no período da tarde (12h/14h). Ainda, mostram que esta variação está correlacionada com índices de temperatura corporal, ciclo menstrual (quando medido em mulheres), estações do ano, tamanho da pupila, condição de luminância e possíveis alterações neurais no sistema visual.

Roenneberg et al. (1992) também encontraram resultados semelhantes, eles mostraram que em condição de luminância fotópica o limiar altera ao longo do dia, já em condição escotópica o limiar possui um pico no período da noite até às 02:30 da manhã. Além disso, estes resultados podem estar correlacionados com a ritmicidade da temperatura corporal, conforme visto por Bassi e Powers (1986). Mesmo os estudos mostrando que a variação da sensibilidade visual pode alterar durante um ritmo circadiano, conforme a condição de luminância, não fica claro como ocorre o controle dos níveis de luminância nos procedimentos metodológicos.

Tassi e Pins (1997) também avaliaram psicofisicamente a sensibilidade visual em duas condições de luminância (mesópica e escotópica) e verificaram uma variabilidade no limiar com valores máximos no período da manhã e um declínio ao longo do dia. Esse estudo

discutiu a importância da exclusão de sujeitos da amostra que possuem algum transtorno do sono, como por exemplo, a equivalência de inércia do sono.

As perturbações ou hábitos anormais de sono, como a privação de sono, geralmente promove uma desaceleração de um conjunto de regiões anatômicas responsáveis por respostas neurocognitivas e pelo processamento de funções visuais. Chee (2015) aponta que circuitos do córtex pré-frontal, parietal e occipital normalmente resistem a curtos efeitos de privação de sono e comportamentos exaustivos, como a fadiga, porém a longo prazo existe uma redução no número de circuitos funcionais disponíveis para processar informações visuais, como a seletividade visual espacial. Essa redução provavelmente ocorre pelo gasto de energia inicialmente favorecido ao estímulo apresentado, reduzindo com a constância sensorial. Quando sujeitos ficam expostos a mais de 40 horas em vigília, o desempenho de precisão e velocidade de sacadas oculomotoras sofrem reduções significativas (De Genaro, Ferrara, Cucio, & Bertini, 2001). Assim, é possível que a privação do sono também exerce influência na visão de contraste acromático e cromático (Koefoed, Gould, & Morgan, 2014). Dito isso, dar-se a importância de estudos que mantenham controle na qualidade e quantidade do sono sobre efeitos sensoriais e perceptivos.

Recentemente foi visto que a sensibilidade visual acromática (frequências espaciais de 2,0; 5,9 e 11,9 cpg) e cromática para os eixos amarelo-azul e vermelho-verde (frequências espaciais de 0,6; 2,0 e 4,7 cpg) também sofrem redução devido a privação de sono, principalmente no eixo vermelho-verde (frequências espaciais de 2,0 e 4,7 cpg) e no contraste acromático (frequências espaciais de 11,9 cpg) durante as últimas 24 horas de um período de 60 horas de privação de sono. Essa perturbação circadiana pode estar relacionada a um nível central (Rea et al., 2010) ou possivelmente a um nível retiniano (Tosini et al., 2008) envolvidos a mecanismos de neurotransmissores específicos do eixo retino-hipotalâmico.

Ainda, Tassi et al. (2000) verificaram a flutuação do limiar visual em 12 sujeitos adultos (seis homens e seis mulheres) sem inércia e privação de sono através de um delineamento experimental de medidas repetidas durante um período de 24h. Os resultados apontaram que o limiar de discriminação é baixo pela manhã e melhora gradativamente durante o dia, mantendo valores máximos a noite. Especificamente no período da noite, o limiar é atenuado no início e alto às 22 horas. Essas pesquisas, como outras já citadas, mostraram que variáveis comportamentais de fadiga, alerta e sonolência influenciam no ritmo de medida de sensibilidade visual.

Hwang et al. (2013) avaliaram a acuidade visual e a sensibilidade ao contraste de luminância para estímulos de grades senoidais com frequências espaciais baixas (0,031; 0,064; 0,092; 0,103; 0,192; 0,272 cpg) por meio do método da escada e verificou que a sensibilidade ao contraste atinge seu pico máximo durante o dia em todas as frequências, e que sua regulação envolve interações com receptores de dopamina na retina. Esse estudo discutiu que a dopamina é controlada pela luz e possui um ritmo circadiano. A falta de dopamina na retina pode causar deterioração na sensibilidade ao contraste (Jackson et al., 2012).

Do modo semelhante, Struck, Rodnizhy e Dobson (1990) avaliaram o contraste de luminância de 66 olhos (23 olhos considerados saudáveis e 43 com doença de Parkinson) durante o período de 24 horas com medidas em intervalo de 2 em 2 horas, iniciando às 08:30 da manhã. Os autores utilizaram estímulos padrões de grades senoidais verticais (frequências espaciais de 1,5; 3; 6; 12 e 18 cpg) e aplicaram o método psicofísico da escolha forçada. Os autores mostraram que a sensibilidade ao contraste não difere durante os horários para sujeitos saudáveis. No entanto, quando comparado os sujeitos com doença de Parkinson, houve uma diminuição significativa da sensibilidade durante as 02:30h da manhã nas

frequências espaciais de 3 e 6 cpg. Os resultados sugerem, novamente, a importância da função dopaminérgica na variação circadiana do contraste visual, mesmo não ocorrendo variação da sensibilidade em sujeitos saudáveis, como visto por Jackson et al. (2012) e Hwang et al. (2013).

O estudo recente de Andrade et al. (2015) procurou medir a curva de sensibilidade ao contraste de adultos saudáveis para estímulos de grades senoidais verticais com frequências espaciais de 0,2; 0,6; 1; 3,1; 6,1; 8,8; 13,2 e 15,6 cpg também em um ritmo de 24h. Os resultados apontaram alterações nas dimensões relacionadas ao processamento da sensibilidade visual entre sujeitos com cronotipos Matutino, Indiferente e Moderadamente vespertino. Essa variação também estava relacionada com horas do dia (manhã, tarde e noite). Houve um aumento no limiar durante o turno da manhã com informação prolongada para o turno da tarde e diminuição no período da noite, esse processo ocorreu para frequências espaciais de 0,6; 6,1 e 8,8 cpg. Assim, sujeitos que possuem preferência para acordar e dormir cedo indicam picos de sensibilidade ao contraste no período da manhã e tarde. Já indivíduos moderadamente vespertinos, apontaram para maior sensibilidade no período da noite.

Ainda são escassos estudos que demonstrem alterações na percepção cromática durante um ritmo circadiano. Sistemas sensoriais envolvidos no arrastamento de ritmos de atividades diárias incluem componentes espectrais adversos que poderiam detectar informações cromáticas em diferentes horas do dia (Neitz & Neitz 2011). Paurs, Kuchenbecker, Neitz e Neitz (2012) sugerem que o mecanismo de oposição de cores está evolutivamente adaptado a mudanças espectrais de luz solar durante a rotação da terra. Além disso, o posicionamento espectral do cone S pode ter sido particularmente importante na determinação desses padrões de atividade. Danilenko et al. (2011) demonstraram, por meio de medidas eletroretinogramas durante um seguimento de 24h sob luz branca, maior

capacidade de registro de cones no início da noite e diminuição de resposta no início da manhã. Esses estudos evidenciam a hipótese que fotopigmentos dos cones estão influenciando padrões de atividade circadiana, e compartilha as ideias de Ebihara e Tsuji (1980), e Mrosovsky (2003) que a melanopsina não contribui apenas para sincronização da atividade do ritmo circadiano e o reflexo pupilar.

Os dados mostram que existe uma variação nas medidas de contraste e percepção de cor durante um ritmo circadiano, porém ainda não está claro quanto a fase que isso acontece. Perceber-se que existe uma gama de variáveis que podem estar relacionadas a essa variação: por exemplo, a temperatura, a exposição a iluminação e o cronotipo. Para Hovis e Ramaswamy (2007) o nível de fadiga também é uma razão para variação da percepção de cor. O padrão de cronotipo pode determinar possíveis variações do comportamento da sensibilidade visual acromática e cromática. A preferência para acordar ou dormir em distintos horários sincroniza a exposição a luz dos sujeitos durante o ritmo circadiano.

3. JUSTIFICATIVA

A percepção da luz é caracterizada como um dos principais fatores responsáveis por fornecer respostas visuais cognitivas e comportamentais. A interação mútua das projeções visuais estruturais e fisiológicas com outras áreas cerebrais cruzam uma alta complexidade de sinais comportamentais. A formação de cenas e imagens projetadas da retina e enviadas para áreas visuais primárias e extra estriadas são compostas por células que respondem a intensidade de luz de forma distinta das células circadianas localizadas no NSQ.

Conforme apresentado por Hannibal et al. (2004), a regulação circadiana da intensidade de luz inicia-se com a absorção de comprimentos de ondas que se projetam para

populações de células especializadas (ipRGCs) na retina e posteriormente enviadas para o NSQ através trato retino hipotalâmico. Essa estrutura neural responde a impulsos de luz a um alcance fotópico de 480nm (Berson, 2013; Provencio et al., 2013). Contudo, o sistema visual circadiano não é tão simples como imaginado, pois uma alta complexidade regula a interação entre estes mecanismos visuais.

Embora o sistema circadiano funcione de forma independente do processo de formação de imagens, esse estudo parte do pressuposto de que ocorre a interface na modulação de imagens formada por cones e bastonetes em conjunto com a fototransdução circadiana, provendo uma compensação diária na sensibilidade de luz para percepção de contraste e cromaticidade visual (Augustin, 2008; Panda et al., 2002). Assim sendo, a variação da sensibilidade visual pode estar relacionada com o padrão de cronotipo, mostrando que o comportamento visual pode estar de acordo com as necessidades de exposição a luz. Por exemplo, sujeitos matutinos podem apresentar maior sensibilidade visual em turnos da manhã, assim a exposição de luminância e cor antecipam a informação luminosa em função das atividades diárias, como em modelos cognitivos de aprendizagem.

Os estudos realizados até o momento vêm mostrando a variação da sensibilidade visual em termos de capacidade da absorção do comprimento de onda ao longo de 24h. Hwang et al. (2013), Struck et al. (1990) e Andrade et al. (2015) procuraram verificar como a curva de sensibilidade ao contraste visual se comporta diariamente, entretanto estes estudos não informam claramente como o padrão de comportamento do sono, especificamente o cronotipo, foi comparado com a flutuação da sensibilidade ao contraste em níveis de frequências espaciais e condições de luminância fotópicas. Assim, além de verificar como o contraste acromático varia durante um período de 24h em condição de luminância fotópica,

esse estudo também propõe analisar a variação circadiana da percepção de cores nos eixos de confusão deutan, protan e tritan nas mesmas condições metodológicas.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo geral

Medir a sensibilidade ao contraste visual acromático e cromático de adultos jovens do sexo masculino com padrões de cronotipo diferentes ao longo de 24 horas.

4.2 Objetivos específicos

- Definir o padrão do cronotipo de homens adultos jovens;
- Mensurar os dados comportamentais do sono (qualidade de sono e sonolência);
- Medir a curva de sensibilidade ao contraste visual acromático dos sujeitos de acordo com o padrão de cronotipo durante um ritmo de 24h;
- Medir a percepção de cores para os eixos protan, deutan e tritan dos sujeitos de acordo com o padrão de cronotipo durante um ritmo de 24h;
- Correlacionar os dados comportamentais do sono com a curva de sensibilidade ao contraste visual acromático com o padrão de cronotipo durante um ritmo de 24h;
- Correlacionar os dados comportamentais do sono com a percepção de cores para os eixos protan, deutan e tritan com o padrão de cronotipo durante um ritmo de 24h.

5. MÉTODO

5.1 Local de estudo

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC), Departamento de Pós-graduação em Psicologia, Centro de

Ciências Humanas e Letras, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campus I, Brasil. O laboratório experimental fica situado na cidade de João Pessoa (Paraíba, Brasil), localizado 07° 07' 10.19" S de latitude e longitude 34° 50' 42.04" com uma amplitude de 43.02 m. A temperatura do ambiente foi controlada em 24°C a uma iluminação de 520lux. As paredes do laboratório eram cinza para melhor controle da luminância durante os experimentos.

5.2 Participantes

Participaram do estudo 28 jovens adultos do sexo masculino com idades entre 20-28 anos, todos com visão normal ou corrigida (20/20). Os participantes foram divididos em três grupos de acordo com o padrão de comportamento do sono caracterizado pelo questionário de matutividade e vespertinidade de Horne e Osterg (1976): Moderadamente Matutino ($n = 8$; $M = 23,25$; $DP = 2,6$); Indiferente ($n = 10$; $M = 23,30$; $DP = 2,7$) e Moderadamente Vespertino ($n = 10$; $M = 23,70$; $DP = 2,5$).

Os resultados normais dos teste de acuidade visual com a cartela de optotipos “E de Rasquim” e o teste de cor de Ishihara foram utilizados como critérios de inclusão. Além disso, foram excluídos os sujeitos com: (1) doenças visuais ou transtornos neurológicos que afetassem as funções visuais; (2) uso de álcool ou outras drogas de forma dependente; (3) faziam uso de substâncias psicotrópicas; (4) doença do tipo autoimune; (5) doenças ou transtornos que estivesse relacionado ao sono ou ao ciclo sono-vigília (American Academy of Sleep Medicine, 2005).

A participação foi voluntária mediante a assinatura do termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndice A). O estudo foi aprovado pelo comitê de ética do Centro de Saúde da Universidade Federal da Paraíba sob protocolo nº 31506214.6.0000.5188 (Anexo 1). O presente estudo está de acordo com a resolução (466/12) do Conselho Nacional de Saúde que

trata de diretrizes e normas de pesquisas envolvendo seres humanos e que garante a confidencialidade e anonimato dos dados obtidos do participante durante e depois da pesquisa realizada.

5.3 Materiais e Instrumentos

A avaliação dos padrões comportamentais do sono foi realizada com os seguintes instrumentos: (1) Índice de qualidade do sono de Pittsburgh; (2) Questionário de Saúde e Sono; (3) diário do sono; (4) Escala de Sonolência de Karolinska; e o (5) questionário de Matutuidade de Horne e Osterg (1976).

As medidas psicofísicas de contraste visual acromático foram avaliadas utilizando o software *Metropsis* (Cambridge Research Systems). E para discriminação de cores foi realizado o teste de ordenamento de matizes de cores de Lanthony Dessaturado (D15d) e o software da *Cambridge Colour Test* (CCT) através dos protocolos de mensuração trivector e elipse.

Índices de qualidade do sono de Pittsburgh (PSQI): utilizado para avaliar a qualidade subjetiva do sono em ambientes clínicos e não clínicos. Sua validação em português foi realizada com alto índice de sensibilidade (65%). O instrumento é dividido em sete componentes sobre a subjetividade do sono de acordo com o presente mês que é respondido: 1) qualidade do sono; 2) latência do sono; 3) duração do sono; 4) eficiência habitual do sono; 5) distúrbios do sono; 6) uso de medicamentos para dormir; 7) sonolência diurna e distúrbios durante todo o dia. Cada componente possui alternativas com pontuações valendo de 0 a 3 pontos, onde 0 indica nenhum, 3 problema grave, os valores maiores indicam qualidade de sono pobre. A soma total dos pontos varia de 0 a 21 pontos, (Anexo 3) (Furlani & Ceolim, 2005).

Questionário de Saúde e Sono: composto por 39 questões (fechadas e abertas) sobre os aspectos atuais de hábitos de sono e condições de saúde. De forma geral, aborda os seguintes critérios: condições de moradia, socioeconômico e saúde, horários habituais de dormir e acordar à noite e durante o dia, dependência do despertador para acordar, grau de conhecimento sobre tópicos relacionados ao sono, uso de estimulantes ou depressores do sistema nervoso antes de dormir, ocorrência de distúrbios de sono, desejo de alteração do padrão do sono, entre outros (Anexo 4) (LeBourgeois, Giannotti, Cortesi, Wolfson, & Harsh, 2005; Mathias, Sanchez, & Andrade, 2006).

Diário do Sono: descreve características do padrão de sono dos participantes, como por exemplo, tempo na cama, tempo total de sono (tempo decorrido desde o início do sono para o final do sono final menos tempo acordado), eficiência do sono (definido como a relação percentual entre o tempo total do sono e o tempo na cama), latência para o início do sono (hora que se apagam as luzes até o primeiro início do ciclo sono), latência de tempo acordado após o sono (definido como o tempo permanecido deitado na cama após acordar), Anexo 5 (Sousa, Sousa, Belísio, & Azevedo, 2012).

Escala de Sonolência de Karolinska: considerada uma medida subjetiva do sono ao longo de um período diário, essa escala possui uma variação de nove pontos que parte de 1 (muito alerta) até 9 (muito sonolento, brigando com o sono, muito esforço para ficar acordado). O participante foi orientado a marcar o valor que entende ser a melhor representação do seu estado comportamental no momento de aplicação. A escala é precedida pela pergunta “Como você se sente nesse momento?” (Anexo 6), (Akersted & Gillberg, 1990).

Questionário de Matutuidade e Vespertinidade de Horne e Osterg: Questionário elaborado por Horne e Osterg (1976) e validado/adaptado para a língua portuguesa por

Benedito-Silva, Menna-Barreto, Marques e Tenreiro (1990). Tem por finalidade avaliar a preferência do sujeito a realizar suas atividades durante o tempo de 24 horas. O questionário é composto por 19 perguntas sobre situações habituais da vida diária do sujeito. Os resultados classificam os indivíduos em cinco categorias de cronotipo: vespertino (16 a 30 pontos); moderadamente vespertino (31 a 41 pontos); indiferente ou intermediário (42 a 58 pontos); moderadamente matutino (59 a 69 pontos); e matutino (70 a 86 pontos), (Anexo 7).

Medida da Sensibilidade ao contraste acromática: a medida de sensibilidade ao contraste acromática foi realizada com o software *Metropsis* versão 11.0 da *Cambridge Research Systems*. Esse programa fornece uma avaliação clínica da FSC a partir de uma gama de frequências espaciais. Os estímulos foram apresentados em um monitor de vídeo colorido CRT (*Cathodic Ray Tube*), com tela plana de 19 polegadas com resolução de 1.024 x 786 pixels e taxa de atualização de 100 Hz. O monitor foi controlado por um microcomputador por meio de uma placa de vídeo com entrada VGA e DVI, conectado ao ViSaGe, um hardware gerador de estímulos com linguagem computacional Matlab capaz de controlar precisamente a voltagem da tela do monitor em 14 bits, possibilitando a geração de estímulos com melhor definição e gradação de luminância e contraste. A luminância e a correção gama do monitor foram ajustadas com o programa LightScan e o fotômetro OptiCAL (*Cambridge Research Systems*). Os estímulos visuais acromáticos utilizados foram do tipo grade senoidal vertical com frequências espaciais de 0,2; 0,6; 1; 3,1; 6,1; 8,8; 13,2 e 15,6 com fase inicial em 180°. Os estímulos possuíam formatos quadriculares com dimensões de 5° de ângulo visual, apresentados no monitor com 2,5° do centro da tela para a periferia.

Medida Discriminativa de Cor:

Lanthony Desaturated D-15 Test: conhecido por D15d, esse teste avalia a sensibilidade para percepção de visão de cor congênita e adquirida por meio de peças

pseudoisocromáticas (Good, Faa, & Nichols, 2005). É um teste de ordenamento de matizes composto por uma pastilha 15 discos plásticos cobertos por papéis de Munsell (Lanthony & Dubois-Poulsen, 1973). Apresenta um nível de pureza (2) e de luminosidade (8) diferente do teste saturado de Lanthony (Lanthony, 1978). Os matizes das fichas formam um círculo no espaço de cores Munsell, seu ordenamento correto é indicado por uma numeração na parte posterior de cada disco. A aplicação foi realizada em uma sala com iluminação incandescente de 60w com angulação de 45° e distância de 21cm de uma mesa coberta com tecido preto. Além disso, foi utilizado o *C-daylightGlasses* para corrigir a luz incandescente em uma proporção normal a luz do dia, essa grandeza permite resultados mais precisos da avaliação de cor com o teste D15d.

CCT: esse teste é capaz de descrever e avaliar deficiências de visão de cores. É um teste computadorizado que utiliza o espaço de cores diagramado em transformação linear u' , v' da CIE (1976). O diagrama de cromaticidade corresponde em distância às diferenças perceptuais. É nessa métrica que os tamanhos de passo das escadas são calculados e os limiares medidos são expressos. O CCT apresenta dois protocolos de execução de medidas de cor: o teste de trivector (utilizado para avaliar os limiares dos eixos cromaticidade) e o teste elipse (versão mais longa que foi utilizada para avaliar a sensibilidade de uma gama de direções de cromaticidade). Nesse estudo, foi utilizada a versão 2.0 do software da *Cambridge Research Systems* para gerar estímulos por meio do *Visual Stimulus Generator* (VSG 2/5). Além disso, foi utilizado um microcomputador Dell conectado a um monitor LG para seguir os passos procedimentais. De forma geral, foi utilizado, como estímulo alvo, a letra “C” composto por círculos ou discos de diversos tamanhos (variação de 5,7 e 2,8mm de diâmetro) diferindo em cromaticidade do fundo em quatro orientações distintas (Figura 5). Como parâmetros gerais, verificou-se: luminância máxima de 18cd² e luminância mínima

de 8cd²; 3 segundos de tempo de fixação do estímulo alvo na tela do monitor; 196cm de distância do sujeito para tela do monitor; trivector (comprimento máximo do eixo de 0.11 e comprimento mínimo do eixo de 0.02); elipse (conjunto de campo normal; 8 vetores radiais; comprimento dos vetores: elipse 1 ($u'0.20$; $v'0.47$) elipse 2 ($u'0.22$; $v'0.53$) elipse 3 ($u'0.23$; $v'0.41$); foi utilizado o critério de pausa entre a apresentação das elipses).

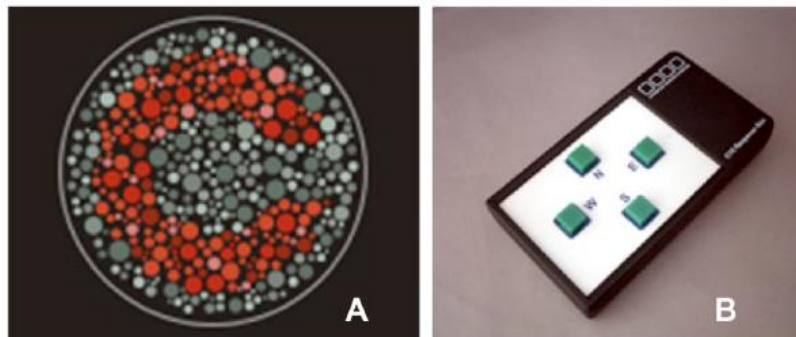


Figura 5. A) Exemplo de estímulo do *Cambridge Colour Test*; B) Controle remoto modelo CT6 utilizado para o registro de respostas.

5.4 Procedimento

O estudo foi realizado em duas etapas. Primeiro foi realizado um levantamento por meio da amostragem de conveniência para verificar os padrões de comportamento do sono e variáveis que abordassem os critérios de inclusão dos participantes. Para tanto, utilizou-se os instrumentos de identificação de cronotipo (Questionário de identificação de matutuidade e vespertinidade de Horne & Ostberg) e qualidade do sono (Índice de Qualidade do Sono de Pittsburgh; Questionário de Saúde e Sono). Após essa avaliação inicial foram selecionados 76 sujeitos. No entanto, por motivos de desistência dos participantes, foi estratificado uma amostra de 28 sujeitos experimentais. Acordado e garantido os termos de confidencialidade

dos dados amostrais deu-se início a segunda etapa da pesquisa. Os participantes foram orientados a manterem seus comportamentos habituais diários de atividade em constâncias, ou seja, que não exercessem atividades de esforços e recompensas de repouso fora de seu comportamento habitual durante os dias de realização da pesquisa.

A segunda etapa caracterizou-se pela realização prática dos testes psicofísicos e da avaliação comportamental do sono através de escalas e questionários. Realizou-se os testes de acuidade visual e Ishihara, além de expor e instruir os participantes sobre os protocolos de diário do sono e escala de sonolência de Karolinska. Estes dois últimos instrumentos foram preenchidos pelos sujeitos durante o período de sete dias consecutivos (dias úteis e não úteis da semana: iniciando no domingo com o término no sábado). A aplicação dos testes psicofísicos foi realizada nos três dias que intercalam o meio da semana (terça, quarta e quinta-feira) de cada sessão experimental. Para cada dia da sessão, as medidas foram realizadas em quatro horários distintos (9h; 13h; 17h e 21h). Dessa forma, foi realizado um delineamento com 12 medidas repetidas (para cada tipo de tarefa) durante uma variação de 72h consecutivas. Cada medida teve duração média de 40 minutos. Além disso, houve contrabalanceamento das medidas psicofísicas de acordo com o cronotipo para evitar efeitos de ordem. Por exemplo, dos 10 sujeitos de cronotipo Moderadamente Matutino, cinco seguiram o protocolo A (iniciar com a medida de contraste acromático e terminar com a medida de discriminação de cores) e os outros cinco o protocolo B (inverso ao protocolo anterior).

Quanto ao procedimento para realizar as medidas de contraste acromático utilizou-se o método psicofísico da escolha forçada com duas alternativas espaciais (2AFC). Nesse método é apresentado aleatoriamente a frequência espacial (grade senoidal vertical) no lado esquerdo ou direito da tela do monitor, com isso o participante tinha que responder apertando

no botão da chave de controle (modelo CT6, *Cambridge Research Systems*) o lado espacial que o estímulo aparecia. Todas as medidas foram realizadas com visão binocular a uma distância de 150 cm da tela do monitor. Esse procedimento admite a variação descendente e ascendente encontrada no método da escada como critério para medir o limiar visual. Inicialmente os valores de contraste apareceram em nível supralimiar (no qual se esperava que o participante realizasse uma série de respostas corretas) com o critério de reversão da escada de três acertos a um erro. Assim, na série de três acertos consecutivos o contraste diminuía em 0,7 decibéis (dB); e a cada resposta errada os valores de contraste aumentava em 1,0 dB. Após o registro de 10 reversões (valores máximos e mínimos de limiares) para cada frequência espacial o experimento finalizava. Os estímulos tinham o tempo de exposição de 200ms, com intervalo entre eles de 100ms. As medidas foram realizadas em condições de luminância fotópica com média de 39,6cd/m².

Também foi utilizado o método psicofísico das escadas para mensurar as medidas discriminativas de cores. Como mencionado, o software da CCT oferece dois protocolos para averiguar esse tipo de medida: *Trivector* e *Ellipse*. Para tanto, ambos utilizam o mesmo padrão de estímulo para estimar limiares e áreas relativas aos eixos de confusão protan, deutan e tritan com comprimentos máximo (0,1100) e mínimo (0,0010) em condições de luminância média (11cd/m²). No modelo *Trivector* foi realizado um teste rápido para medir os limiares de discriminação relativos aos três eixos de confusão. Para formar a área de cada elipse foram protocoladas oito medidas vetoriais (campos no espaço de cores da CIE 1976: protan 0.1977, 0.4689 u' v; deutan 0.2150, 0.5305 u' v; tritan 0.2254, 0.4147 u' v). Em ambos protocolos assumiu-se o seguinte procedimento: os participantes tinham a tarefa de identificar uma das quatro possíveis orientações (cima, baixo, esquerda ou direita) da abertura do estímulo teste ("C" de Landolt) quando aparecia na tela do monitor. Foi utilizado o método psicofísico da

escolha forçada com quatro alternativas espaciais (4AFC). Cada estímulo tinha duração 300 milissegundos. A cromaticidade do estímulo variava de acordo com a resposta do participante, aproximando-se à do fundo para cada resposta correta. As medidas também foram realizadas binocularmente. De forma geral, cada sessão da segunda etapa teve duração de aproximadamente 40 minutos.

5.5 Análise dos dados

Após cada medida realizada, os *softwares* emitiram folhas de registros com os dados requeridos. Desse modo, as medidas comportamentais de sono e os dados de contraste acromático e de discriminação de cores foram tomados como variáveis dependentes. Já o padrão de cronotipo foi utilizado como variável independente.

Foi tomada a média global dos dados comportamentais de sono, dividindo os dados em dias úteis e não úteis para cada grupo cronotipo. Da mesma maneira, tomou-se os três dias de medida dos dados psicofísicos e retirou-se a média global de acordo com o horário de medida. As análises descritivas dos dados foram verificadas através de frequências e medidas de tendência central dos dados. As condições de normalidade multivariada (Komogorov-Sminorv) e a homogeneidade de variância (*M* Box) dos dados também foram verificadas antes da aplicação dos testes estatísticos inferenciais. Para tanto foi utilizado um intervalo de confiança de 95%.

Foram utilizadas estatísticas descritivas e inferenciais. Os valores de contraste acromático e discriminação de cores foram agrupados em planilhas e a média geral em cada condição foi utilizada para comparar a diferença de variância (MANOVA *one way*), foi utilizado a estatística Lambda de Wilks para avaliar a hipótese do estudo. Consequentemente foi verificado a comparação múltipla dos fatores através da ANOVA para verificar qual das

variáveis foram significativas. Após identificado a significância entre as ANOVAs foi utilizado o teste *post-hoc* HSD Tukey e Bonferroni para verificar a comparação múltiplas das médias.

6. RESULTADOS

6.1 Padrões comportamentais do sono

Os escores obtidos do questionário de Matutividade e Vespertividade de Horne e Osterg mostraram que os cronotipos se distribuem normalmente ($p > 0,05$). A análise de variância (ANOVA) de grupos independentes mostrou que os sujeitos apresentaram padrão de comportamento diferente, sendo improvável que as condições tenham se originado somente em virtude do erro amostral [$F_{(2,20)} = 71,88$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,85$]. A análise *post hoc* HSD Tukey mostrou que os grupos diferem significativamente ($p < 0,05$): Moderadamente Matutino ($n = 8$; $M = 61,25$; $DP = 3,0$); Indiferente ($n = 10$; $M = 49,50$; $DP = 5,9$) e Moderadamente Vespertino ($n = 10$; $M = 34,40$; $DP = 4,5$).

Todos os participantes da pesquisa eram do sexo masculino com idade entre 20 e 28 anos. As idades foram pareadas de forma que não houvesse diferença significativa entre os grupos ($p = 0,917$). O consumo de substâncias, como café e nicotina, não apresentou associação entre os cronotipos, isso também foi visto perante a ingestão de bebida alcoólica e o nível de escolaridade (Tabela 1).

Tabela 1
Características descritivas da amostra

	Respostas	
	Sim	Não
Escolaridade		
Graduação	17	-
Pós-graduação	11	-
Café	10	18
Fumante	3	25
Bebida alcóolica	22	6

Considerando as compreensões sobre a prática comportamental encontrada no questionário de saúde e sono, os resultados na tabela 2 mostraram o percentual de respostas verdadeiras e falsas dos sujeitos que avaliaram o conhecimento atribuído a fatores do sono: consequências da privação (fator I), fisiologia (fator II), necessidades diárias de sono devido à prática de hábitos para ir dormir (fator III), importância dos horários (fator IV), duração (fator V), importância do cochilo (fator VI) influência de substâncias psicoativas e de atividades (fator VII) e a influência da luz no horário de dormir (fator VIII). O teste de aderência mostrou os seguintes resultados: os dados mostram que os sujeitos mantêm crenças que dormir cerca de oito horas por noite aumenta a capacidade de concentração e diminui a sonolência diária ($p < 0,001$). Além disso, o consumo de substâncias e atividade física estão associados a mudanças do ciclo sono-vigília ($p < 0,001$). O conhecimento sobre duração do sono e seus processos fisiológicos ainda não está claro para os sujeitos, principalmente quando se discute o efeito da luz nos aspectos comportamentais do sono, como visto por 85,7% sujeitos que responderam de forma negativa a seguinte questão “Expor-se à luz a noite não interfere no horário de dormir” ($p < 0,001$). Contudo, o estudo mostra que os sujeitos realizaram atividades físicas diárias (66,1%) e consideraram o seu local de dormir saudável para ter um sono regular (72,0%).

Tabela 2

Percentuais de concepção sobre questões de saúde e sono

Fatores	Respostas (%)		χ^2
	Verdadeiro	Falso	
Fator I	74,6	25,4	25,00
Fator II	45,5	55,5	*
Fator III	83,6	16,4	42,24
Fator IV	53,9	46,1	*
Fator V	50,0	50,0	*
Fator VI	71,4	28,6	17,64
Fator VII	36,9	72,1	11,24
Fator VIII	14,3	85,7	51,84

Nota: significância do teste de aderência ($p < 0,001$); *não apresentou associação entre as respostas.

As considerações relativas à necessidade diária do sono e suas preferências pelos horários de dormir e acordar foram descritos por meio do diário do sono durante o período de sete dias consecutivos, classificados em categorias de dias úteis e não úteis da semana semana. A Tabela 3 apresenta os dados conforme o eixo do cronotipo (Tabela 3).

Tabela 3

Características do sono dos sujeitos de acordo com o eixo do cronotipo e o período de dias úteis e não úteis (Média $\pm$ desvio padrão)

Período	Cronotipo		
	Moderadamente Matutino	Indiferente	Moderadamente Vespertino
Dias de Semana			
Início do Sono	00:18 $\pm$ 56	00:23 $\pm$ 63	02:00 $\pm$ 41
Final do sono	06:48 $\pm$ 35	07:44 $\pm$ 67	08:38 $\pm$ 69
Final de Semana			
Início do Sono	00:42 $\pm$ 86	01:22 $\pm$ 81	02:15 $\pm$ 74
Final do sono	07:53 $\pm$ 88	08:17 $\pm$ 82	09:44 $\pm$ 73

As variações dos dados apresentaram distribuição normal ($p > 0,05$). Verificou-se que os sujeitos apresentam diferentes comportamentos para hora de levantar da cama tanto em dias úteis [$F_{(2,20)} = 5,46$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,35$] quanto em não úteis ($F_{(2,20)} = 3,96$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,27$). O *post hoc* HSD Tukey mostrou que sujeitos do grupo Moderadamente Vespertino acordaram em média 2h mais tarde que os sujeitos Moderadamente Matutinos tanto nos dias

de semana ($p < 0,05$) como para o final de semana ($p < 0,05$). Quanto a hora para deitar na cama, os dados mostraram que sujeitos Moderadamente Vespertinos também vão dormir mais tarde, a análise de variância mostrou diferença significativa apenas para dias úteis da semana [$F_{(2,20)} = 8,54$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,46$], assim sujeitos Moderadamente Vespertinos possuem preferência para deitar mais tarde que sujeitos Indiferentes ($p < 0,05$) e Moderadamente Matutinos ($p < 0,05$). Além disso, é possível perceber que todos os sujeitos procuram dormir um pouco mais tarde no final de semana, independentemente do tipo de cronotipo.

Mesmo com média global de 6h de sono por noite durante a semana e de 7h no final de semana, a qualidade subjetiva de sono (*PSQI*) foi considerada boa ($M = 5,07$; $DP = 1,6$), a análise de variância ANOVA *one way* mostrou diferença entre os cronotipos [$F_{(2,20)} = 15,77$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,62$]. O teste *post hoc* HSD Tukey mostrou que os sujeitos Moderadamente Vespertino apresentavam uma qualidade de sono mais prejudicada ($M = 8,0$; $DP = 1,9$) do que os sujeitos com cronotipos Indiferente ($M = 4,22$; $DP = 1,7$; $p < 0,05$) e Moderadamente Matutino ($M = 4,22$; $DP = 1,7$; $p < 0,05$).

A qualidade do sono também foi verificada pelo fator de sonolência diária. Os dados mostraram normalidade ($p > 0,05$) e homogeneidade das matrizes de variância com o teste *M* de Box ($M = 23,15$; $F(10;309,51) = 1,30$; $p = 0,234$), assim foi validada a relação multivariada entre a sonolência e os fatores dos horários de medidas, tanto para os dias úteis da semana ($\lambda = 0,05$; $F(8,40) = 9,65$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,76$) quanto do final de semana ($\lambda = 0,196$; $F(8,26) = 4,10$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,56$). Os dados de sonolência podem ser observados na tabela 4.

Tabela 4

Características da sonolência diária dos sujeitos de acordo com o eixo do cronotipo e o período de dias úteis e não úteis (Média $\pm$ desvio padrão)

Período	Cronotipo		
	Moderadamente Matutino	Indiferente	Moderadamente Vespertino
Dias de Semana			
09h	1,90 (0,6)	2,76 (0,3)	6,15 (1,3)
13h	3,10 (1,4)	4,68 (0,9)	4,70 (1,0)
17h	4,64 (1,9)	3,33 (1,1)	4,10 (1,2)
21h	5,53 (0,4)	3,64 (1,5)	3,70 (1,4)
Final de Semana			
09h	3,75 (0,2)	3,15 (1,8)	6,30 (0,3)
13h	3,83 (1,6)	3,50 (1,8)	5,40 (0,6)
17h	4,75 (2,0)	3,13 (1,2)	4,60 (2,3)
21h	5,66 (2,5)	2,81 (1,5)	3,28 (0,5)

Os dados mostraram que houve interação durante os dias úteis tanto às 9h [$F(2,20) = 44,81$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,85$] quanto às 21h [$F(2,20) = 6,32$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,34$]. No período da manhã os sujeitos Moderadamente Vespertino apresentaram maior índice de sonolência do que os sujeitos Indiferente ($p < 0,05$) e Moderadamente Matutino ($p < 0,05$), já no período da noite a interação acontece de maneira inversa, mostrando que os sujeitos Moderadamente Matutino apresentaram um maior índice de sonolência do que sujeitos do grupo Indiferente ($p < 0,05$). Uma relação idêntica entre os fatores também ocorreu no final de semana tanto às 9h [$F(2,20) = 15,67$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,66$] quanto às 21h [$F(2,20) = 5,09$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,39$]. O teste *post hoc* também mostrou que os sujeitos Moderadamente Vespertino continuaram mantendo um padrão de sonolência no período das 9h quando comparado com o grupo Indiferente ($p < 0,05$) e Moderadamente Matutino ($p < 0,05$). O comportamento de sonolência também existiu no período da noite para sujeitos Moderadamente Matutino quando comparado aos sujeitos do grupo Indiferente ($p < 0,05$).

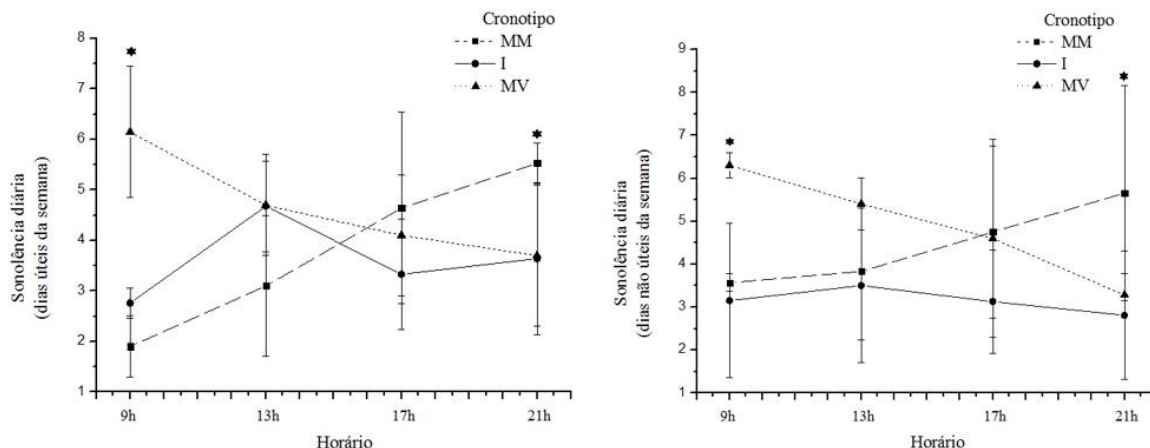


Figura 6. Níveis de sonolência diária (9h; 13h; 17h e 21h) durante os dias úteis de final de semana de acordo com o cronotipo.

Contudo, o padrão de sonolência mostrou-se comum em dias úteis e não úteis de acordo com os eixos do cronotipo: sujeitos Moderadamente Matutinos apresentaram pico de sonolência no período da noite e menor nível pela manhã; os sujeitos Moderadamente Vespertino apresentaram comportamento inverso; já os Indiferentes possuíam maior nível de sonolência no período da tarde, exatamente às 13h, com atenuação no período da manhã e noite (Figura 6).

6.2 Medidas de sensibilidade ao contraste acromático

A curva de sensibilidade ao contraste acromático apresentou comportamento semelhante em todos os grupos, independentemente dos horários das medidas (Apêndice B). Os sujeitos tiveram maior sensibilidade nas frequências de 1,0; 3,1 e 6,1 cpq, principalmente na frequência média de 3,1 cpq com atenuações em frequências espaciais baixas (0,2 cpq) e altas (15,6 cpq). É possível perceber que em todas as medidas realizadas, independentemente

dos horários de verificação, o grupo de sujeitos Moderadamente Vespertino possuíram maiores valores de sensibilidade ao contraste visual, especialmente às 9h e 21h (Figura 7).

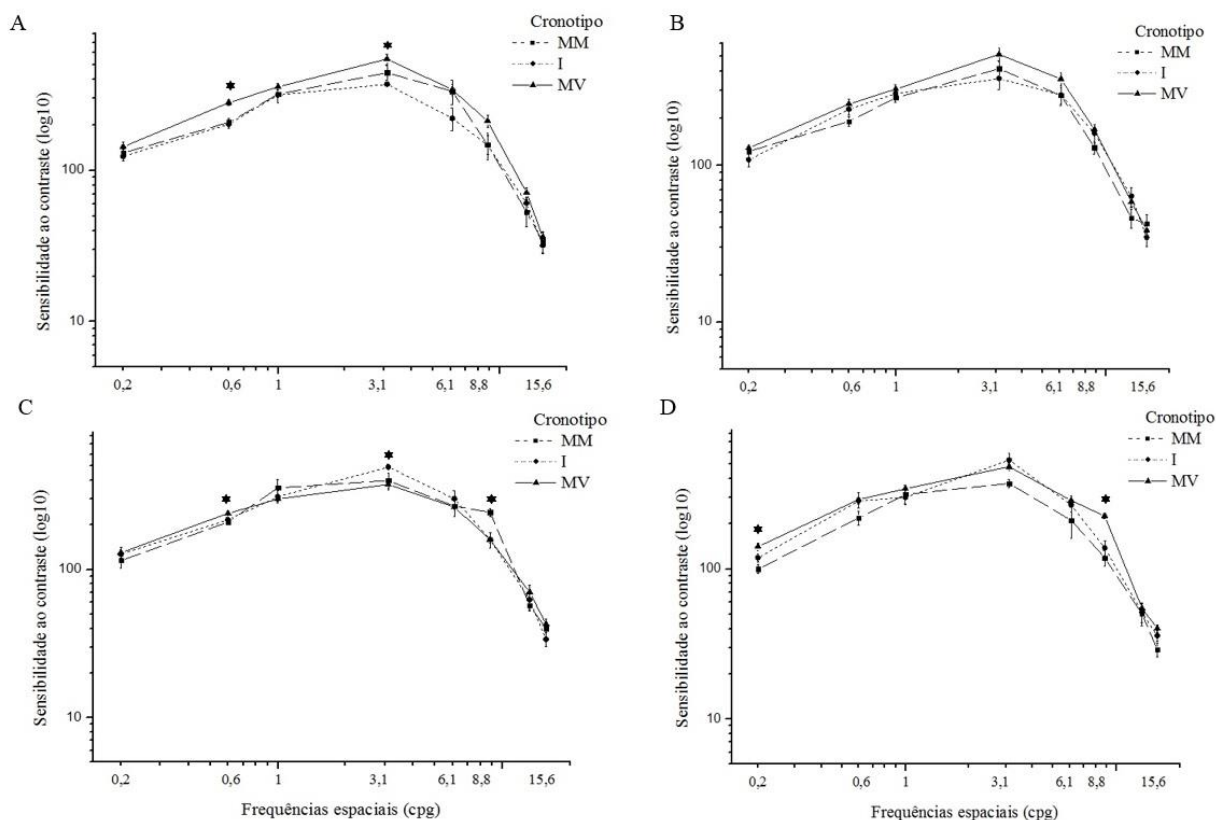


Figura 7. Curvas de sensibilidade ao contraste visual acromático para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferentes) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h (A); 13h (B); 17h (C) e 21h (D); (* $p < 0,05$).

Os dados apresentaram distribuição normal para todas as frequências espaciais testadas ($K-S > 0,05$), além de apresentarem homogeneidade de variância ($M = 33,39$; $F(20;2004,99) = 1,26$; $p = 0,193$). Assim, foi possível verificar diferença multivariada entre os horários e os grupos nas frequências espaciais de 0,2 ($\lambda = 0,49$; $F(8,40) = 2,37$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,76$); 0,6 ($\lambda = 0,14$; $F(8,40) = 9,42$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,63$); 3,1 ($\lambda = 0,31$; $F(8,40) = 4,37$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,44$) e 8,8 ($\lambda = 0,12$; $F(8,40) = 10,31$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,65$). A MANOVA não

mostrou diferença nas frequências de 1,0 ($p = 0,499$); 6,1 ($p = 0,108$); 13,2 ($p = 0,477$) e 15,6 ($p = 0,087$). Como visto, a MANOVA mostrou diferença em todas as frequências espaciais baixas em frequências espaciais médias e altas. A ANOVA *one way* mostrou diferença significativa entre cada horário de acordo com a frequência testada: frequência espacial de 0,2 na medida das 21h [$F(2,25) = 8,90$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,42$], o teste *post hoc* Bonferroni mostrou que os sujeitos do grupo Moderadamente Vespertino foram mais sensíveis cerca de 1,24 e 1,41 vezes que os sujeitos Indiferentes ($p < 0,05$) e Moderadamente Matutino ($p < 0,05$), respectivamente.

Os sujeitos do grupo Moderadamente Vespertino também mostraram maior sensibilidade na frequência de 0,6 cpg. A análise de variância apresentou diferença significativa nos horários das 9h [$F(2,25) = 33,85$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,73$] e 17h [$F(2,25) = 22,39$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,64$]. Dessa forma, percebe-se uma magnitude forte entre os fatores medidos. Às 9h o grupo Moderadamente Vespertino foi cerca de 1,33 mais sensível que o grupo Indiferente ($p < 0,05$) e 1,34 mais sensível que o grupo Moderadamente Matutino ($p < 0,05$). Igualmente, às 17h o grupo Moderadamente Vespertino foi cerca de 1,10 mais sensível que o grupo Indiferente ($p < 0,05$) e 1,15 mais sensível que o grupo Moderadamente Matutino ($p < 0,05$).

Quanto a frequência média (3,1 cpg) e alta (8,8 cpg) a análise mostrou os seguintes resultados: para frequência de 3,1 cpg a ANOVA mostrou diferença significativa para os horários das 9h [$F(2,25) = 6,0$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,32$] e 17h [$F(2,25) = 4,96$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,28$]. O teste *post hoc* Bonferroni mostrou diferença entre os grupos de maneira que às 9h o grupo Moderadamente Vespertino foi cerca de 1,47 mais sensível que o grupo Indiferente ($p < 0,05$). Já às 17h o padrão de sensibilidade foi inverso onde o grupo Indiferente foi cerca de 1,22 mais sensível que o grupo Moderadamente Vespertino ($p < 0,05$). Com relação a

frequência de 8,8 cpg a ANOVA mostrou diferença significativa para às medidas das 17h [$F(2,25) = 10,04$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,45$] e 21h [$F(2,25) = 19,76$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,61$].

Diferente dos resultados apresentados até o momento, a análise das 17h entre os grupos mostrou que os sujeitos Moderadamente Matutinos foram mais sensíveis cerca de 1,53 vezes que os sujeitos com cronotipo Indiferente ($p < 0,05$) e Moderadamente Vespertino ($p < 0,05$). Quanto as medidas das 21h, os dados exibiram resultados semelhantes a encontrados anteriormente, mostrando que sujeitos Moderadamente Vespertinos apresentaram maior sensibilidade do que sujeitos com cronotipo Indiferente ($p < 0,05$) e Moderadamente Matutino ($p < 0,05$) com níveis de 1,90 e 1,63; respectivamente.

De forma geral, os resultados apontam maior sensibilidade visual para sujeitos com cronotipo Moderadamente Vespertino tanto às 9h, 13h e 21h para frequências espaciais baixas, médias e altas, mesmo encontrando maior sensibilidade para sujeitos com cronotipo indiferente às 17h na frequência de 3,1 cpg e com cronotipo moderadamente matutino também às 17h para frequência de 8,8 cpg. Além disso, notou-se que não houve diferença significativa entre os grupos às 13h ($p > 0,05$).

Os resultados mostraram que as diferenças encontradas na frequência espacial de 0,2 cpg às 21h está correlacionado com a hora de acordar nos dias úteis da semana dos sujeitos Moderadamente Matutino e Indiferente ($r = 0,46$; $p < 0,05$). Os resultados também apontaram correlação para frequência espacial de 0,6 cpg às 9h entre o índice de qualidade de sono ($r = 0,67$; $p < 0,05$), o padrão de sonolência ($r = 0,79$; $p < 0,05$) e o horário de deitar nos dias úteis da semana ($r = 0,56$; $p < 0,05$) e para as medidas das 17h tanto para o índice de qualidade de sono ($r = 0,55$; $p < 0,05$) quanto para horário de deitar ($r = 0,64$; $p < 0,05$) e acordar nos dias úteis da semana ($r = 0,54$; $p < 0,05$). O fator de qualidade de sono também apresentou correlação significativa para seguintes frequências espaciais: 3,1 cpg às 9h ($r = 0,64$; $p <$

0,05) e 8,8 cpg às 17h ($r = 0,48$; $p < 0,05$) e 21h ($r = 0,54$; $p < 0,05$). Além disso, a frequência de 8,8 cpg correlacionou-se com os horários de deitar ($r = 0,51$; $p < 0,05$) e acordar ($r = 0,46$; $p < 0,05$) dos dias úteis da semana.

Com base nos resultados sobre a relação entre os grupos e a variabilidade dos escores de sensibilidade, o presente estudo mostrou que também existe uma alteração da sensibilidade visual intragrupo ao longo do dia. As medidas mostraram que o padrão moderadamente matutino teve uma flutuação da sensibilidade para frequência 8,8 cpg [$F(3,18) = 13,14$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,58$] de forma que os sujeitos possuíram maior sensibilidade no período das 17h do que no período das 9h, 13h e 21h ($p < 0,05$). Com relação as outras frequências espaciais os dados mostraram uma flutuação de pico de sensibilidade entre as medidas, porém não significativo ($p > 0,05$). Quanto ao padrão de cronotipo Indiferente, a análise mostrou diferença significativa nas frequências de 0,6 [$F(3,35) = 7,57$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,39$] e 3,1 cpg [$F(3,35) = 4,13$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,26$]. Independentemente da frequência espacial, o teste *post hoc* Bonferroni mostrou que os sujeitos foram mais sensíveis no período das 21h do que no período das 9h, 13h e 17h ($p < 0,05$). Além disso, os dados mostraram maiores níveis de sensibilidade para todas as frequências espaciais durante os períodos entre 17h e 21h.

Os sujeitos do grupo Moderadamente Vespertino também apresentaram uma variabilidade da sensibilidade ao longo do dia, porém a análise de variância mostrou diferença significativa apenas para frequências espaciais altas de 8,8 [$F(3,36) = 6,23$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,34$] e 13,2 cpg [$F(3,36) = 78,40$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,41$]. Na frequência de 8,8 cpg os resultados mostraram maior sensibilidade no período das 21h do que às 13h e 17h ($p < 0,05$), além disso os sujeitos apresentaram níveis de sensibilidade maior no período das 9h quando comparado ao período das 17h. Já para frequência de 13,2 cpg os resultados

mostraram que os sujeitos Moderadamente Vespertino possuem alteração da sensibilidade, com diminuição na percepção de contraste no período da noite quando comparado com o período da manhã e tarde, exatamente às 9h, 13h e 17h.

6.3 Medidas discriminativas de cor

No teste de ordenação Lanthony D15d, os valores do CCI apresentaram diferença significativa entre os grupos [$F(2,18) = 8,24$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,48$]. O teste *post hoc* HSD Tukey mostrou que os sujeitos do grupo Indiferente tiveram um maior número de erros que o grupo de sujeito com cronotipo Moderadamente Vespertino (Apêndice C).

Quanto aos limiares de discriminação nos eixos de confusão de cores, só foi encontrada diferença significativa para o eixo protan ($\lambda = 0,50$; $F(8,38) = 1,99$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,29$) apenas no período das 21h [$F(2,22) = 5,03$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,31$]. Os dados mostram que houve uma variação de limiar entre sujeitos Moderadamente Matutino (maior discriminação no período da manhã) e Moderadamente Vespertino (maior discriminação no período da noite), porém a análise entre os grupos mostrou que sujeitos com cronotipo Moderadamente Vespertino e Indiferente possuíram maior capacidade de discriminação que sujeitos Moderadamente Matutino ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças entre as medidas e o cronotipo para os eixos deutan ($p = 0,520$) e tritan ($p = 0,567$). As diferenças encontradas até o momento não estão correlacionadas com a qualidade de sono ($p = 0,499$) e o nível de sonolência ($p = 0,985$).

Contudo, os dados mostram que tanto nos eixos deutan e tritan, os sujeitos com cronotipo Indiferente e Moderadamente Vespertino apresentam maior capacidade de

discriminação de cores, independentemente dos horários de medida (Apêndice C e Figura 8, 9, 10).

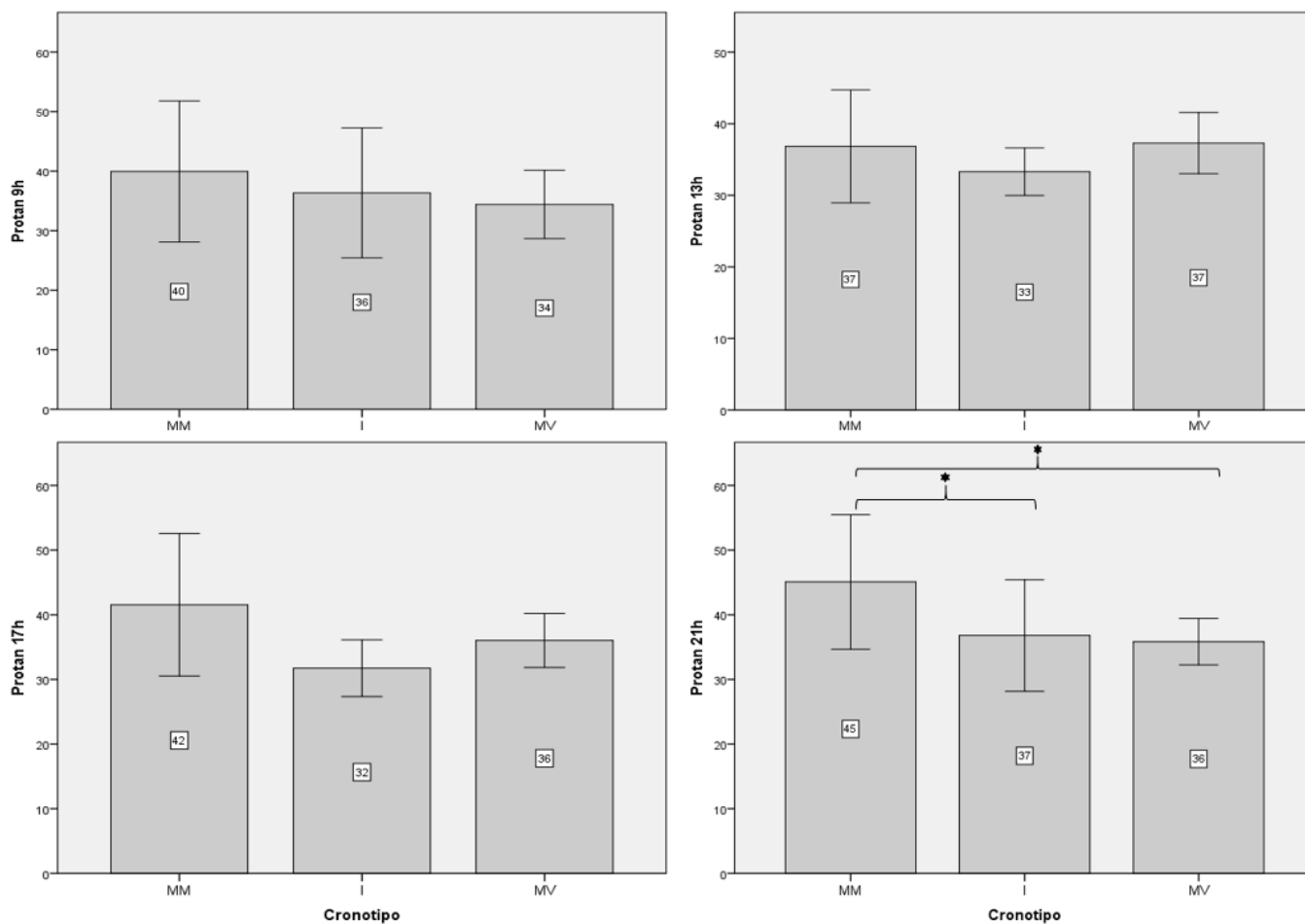


Figura 8. Limiar de Discriminação para o eixo Protan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h;; (* $p < 0,05$).

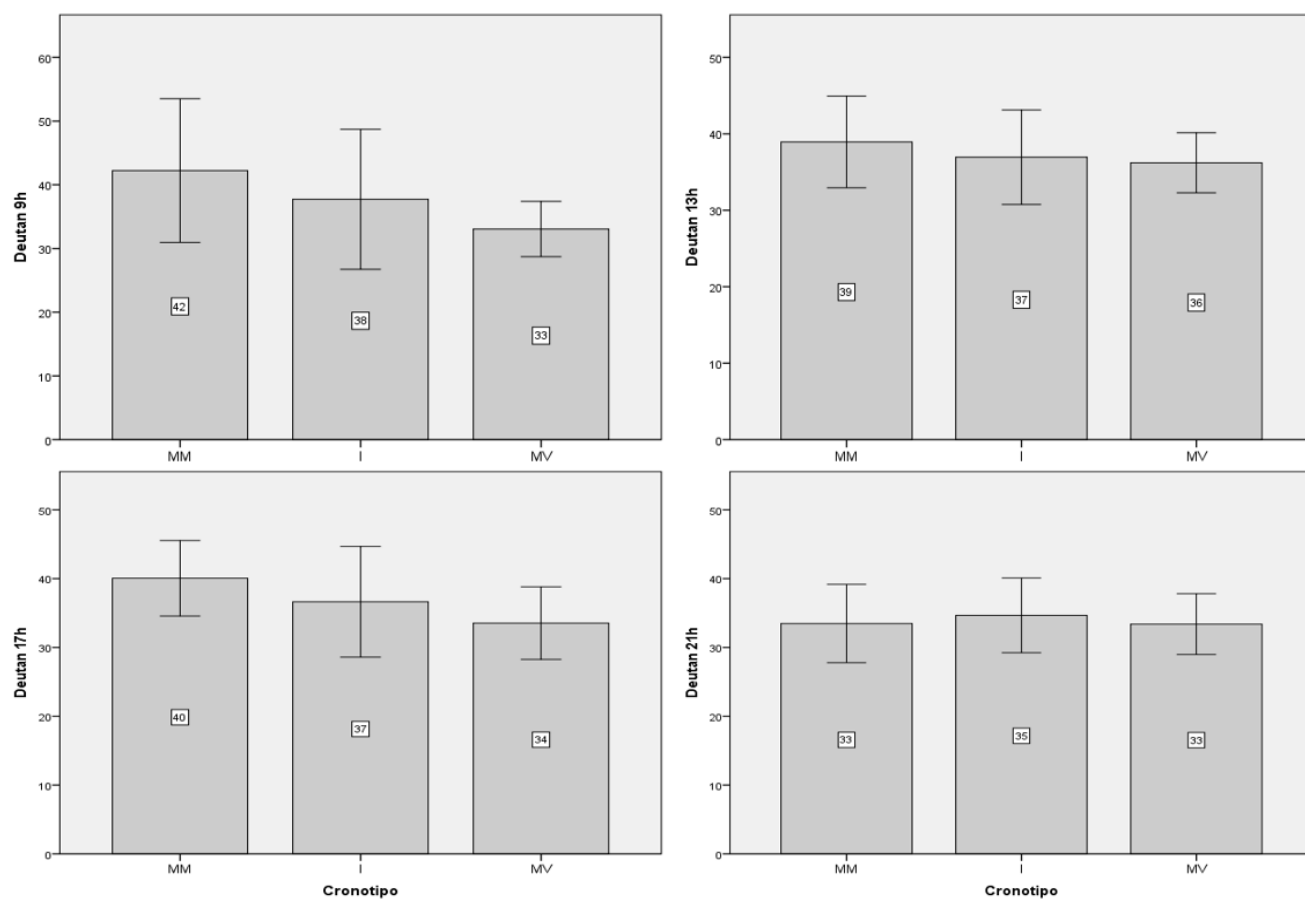


Figura 9. Limiar de Discriminação para o eixo Deutan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h.

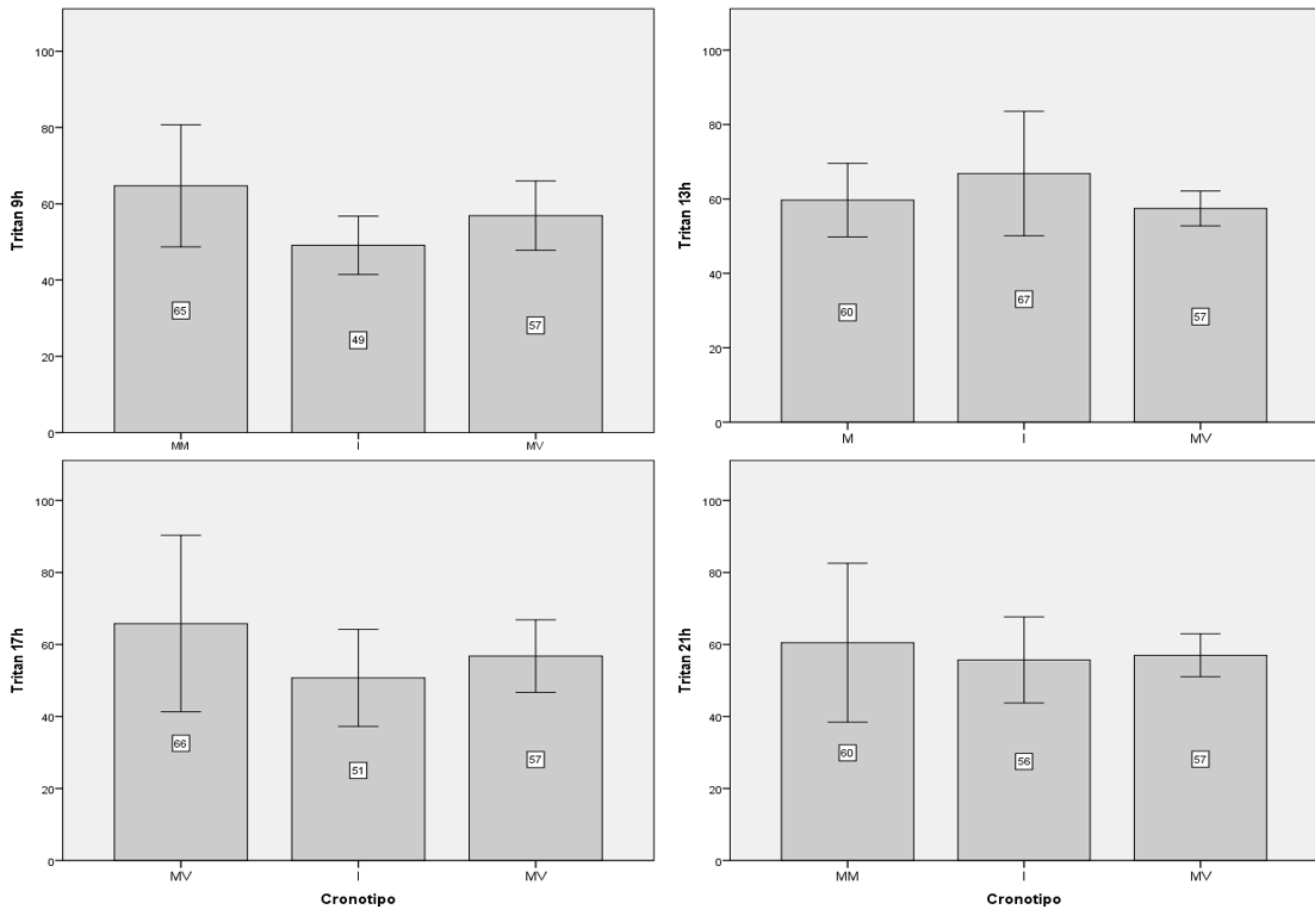


Figura 10. Limiar de Discriminação para o eixo Tritan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h.

O indicador de sensibilidade para o grupo de sujeitos com cronotipo Indiferente e Moderadamente Vespertino foi representado pela sensibilidade do tamanho das áreas das elipses deutan ($\lambda = 0,36$; $F(8,34) = 1,99$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,40$) e tritan ($\lambda = 0,44$; $F(8,40) = 2,55$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,34$). A sensibilidade para área deutan aconteceu no período das 21 h [$F(2,20) = 11,58$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,53$] onde os sujeitos com cronotipo Moderadamente Matutino tiveram um tamanho da área da elipse maior que dos sujeitos Moderadamente vespertino e Indiferentes, em um intervalo de confiança de 95%. Já a sensibilidade para a área tritan aconteceu nos períodos das 17h [$F(2,20) = 3,86$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,25$] onde o grupo Indiferente teve maior área de elipse que sujeitos Moderadamente Vespertino ($p < 0,05$). As

variações da sensibilidade nas áreas apresentadas também não apresentaram correlação com o índice de qualidade de sono ($p = 0,388$) e o fator sonolência ($p = 0,551$), (Figura 11, 12, 13).

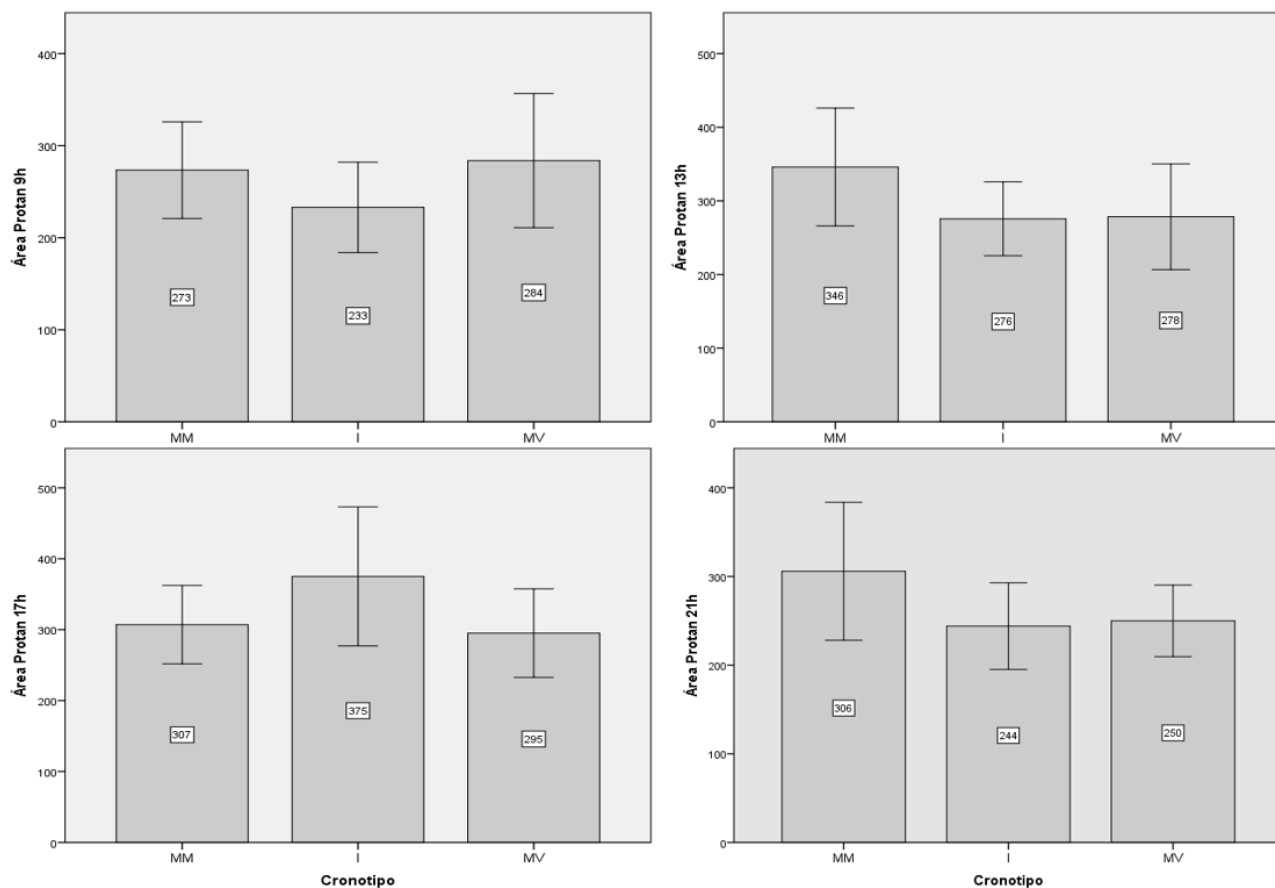


Figura 11. Área da Elipse Protan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h.

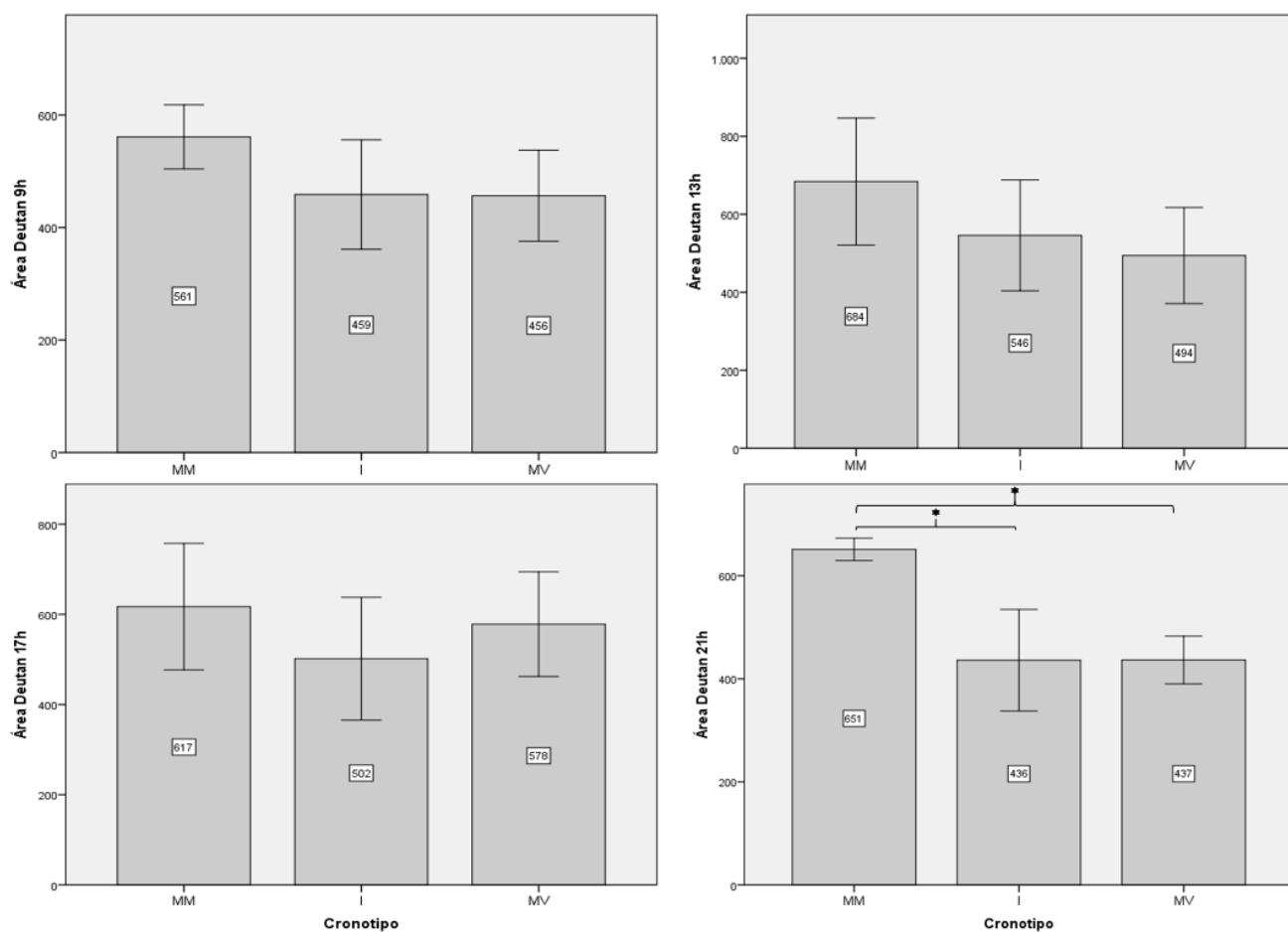


Figura 12. Área da Elipse Deutan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h; (* $p < 0,05$).

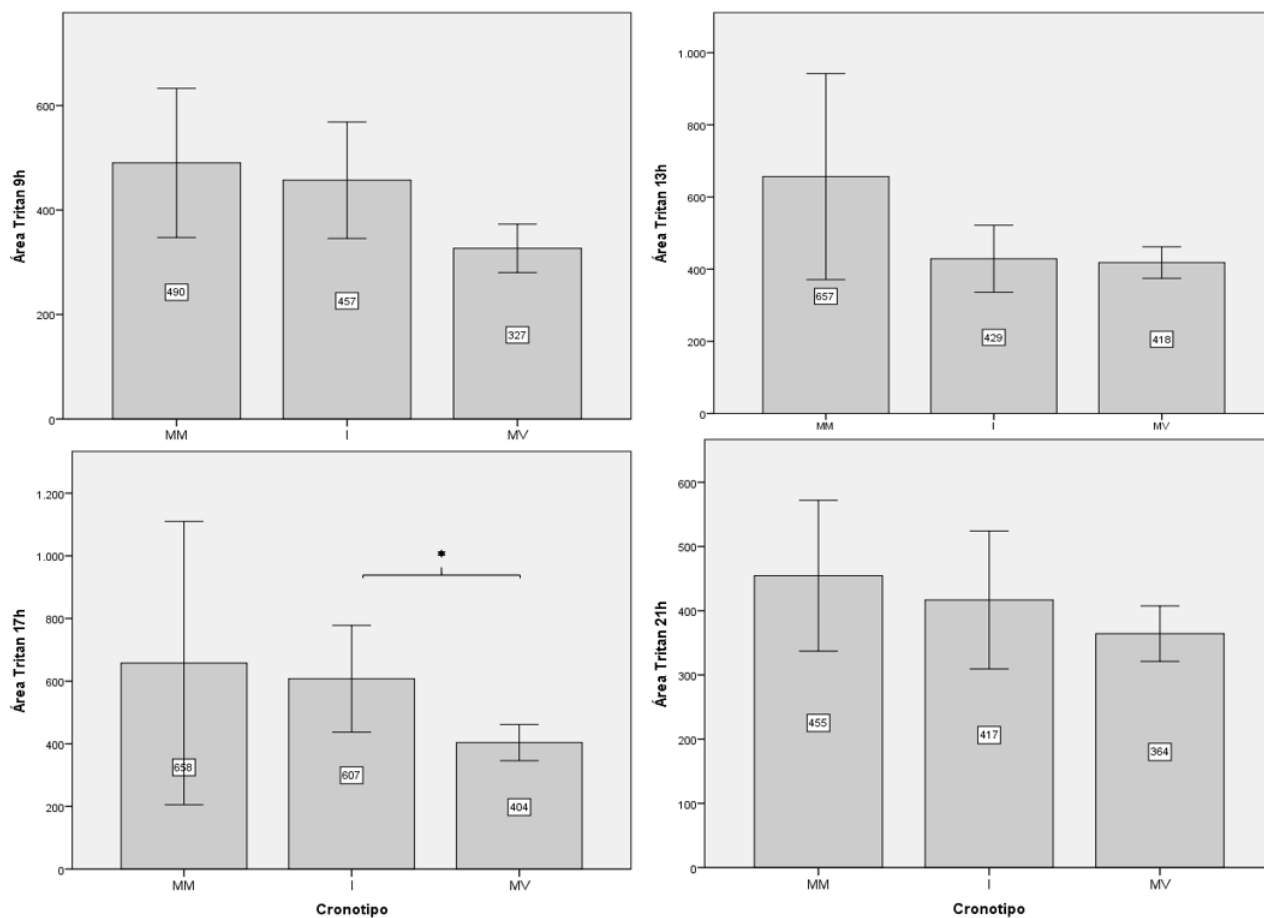


Figura 13. Área da Elipse Tritan para os grupos MM (Moderadamente Matutino); I (Indiferente) e MV (Moderadamente Vespertino) no período das 9h; 13h; 17h e 21h; (* $p < 0,05$).

Além de apresentar a relação entre os grupos e a variabilidade dos escores de sensibilidade, o presente estudo também procurou mostrar a existência de flutuação do limiar e da sensibilidade para discriminação de cores intragrupo ao longo do dia. Os dados mostraram que não houve diferença entre os limiares de discriminação, independentemente do cronotipo ($p < 0,05$). Porém, notou-se que indivíduos com cronotipo Moderadamente Vespertino possuíam maiores limiares no período da tarde (13h) para todos os eixos de confusão. Não foi observada um período fixo do limiar para os cronotipos Moderadamente Matutino e Indiferente. Os resultados apresentaram diferença significativa para a área protan entre os sujeitos com cronotipo Indiferente ($F(8,35) = 5,25$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,31$) e tritan para

o grupo Moderadamente Vespertino ($F(8,35) = 3,77$; $p < 0,05$; $\eta^2 = 0,24$). A diferença encontrada para área protan mostra que os sujeitos foram mais sensíveis na medida das 9h quando comparada com as medidas das 13h e 17h. A sensibilidade também ocorreu no período da tarde 9h quando comparado a medida das 13h para a área tritan. De forma geral, os dados mostram que a sensibilidade cromática é maior nos períodos entre 9h e 21h para todos os grupos.

7. DISCUSSÃO

O processamento da informação visual produz um desempenho distinto ao longo do tempo e os mecanismos sensoriais envolvidos no controle da sensibilidade visual estão intrinsicamente relacionada a hora e ao ciclo de vigília-sono. Como citado por Sand et al. (2012) as células ganglionares fotossensíveis se conectam diretamente aos fotorreceptores cones e bastonetes e, supostamente, recebem informações fóticas que são encaminhadas para regiões do núcleo geniculado lateral, mostrando que existe interação entre mecanismos do sistema visual a nível central e retiniano (Rea et al., 2010). Diante disso, o objetivo desse estudo foi verificar se existe uma variação circadiana na sensibilidade ao contraste visual acromática e cromática de adultos jovens com diferentes padrões de cronotipo. Além disso, procurou-se mensurar padrões comportamentais do sono como medidas de controle.

Conforme os critérios de análise cronobiológica, verificou-se características temporais do ciclo vigília-sono envolvidos na estrutura do tempo biológico dos sujeitos, como por exemplo, qualidade de sono, transtornos neurológicos, uso de psicotrópicos e características ambientais e sociais (Blatter & Cajochen, 2007; Portaluppi, Smolensky, & Touitou, 2010). Os sujeitos apresentaram um padrão de cronotipo bem definido conforme o

questionário de matutividade e vespertividade de Horne e Osterb, sendo classificados em Moderadamente Matutino ($M = 61,25$; $DP = 3,0$), Indiferente ($M = 49,5$; $DP = 5,9$) e Moderadamente Vespertino ($M = 34,4$; $DP = 4,5$).

A seleção dos 28 sujeitos dentre o n amostral inicial foi com base na conveniência de participação dos voluntários. Apesar de consumirem substâncias compostas por cafeína, nicotina e etanol de forma casual, não foi encontrado associação entre os cronotipos. Além disso, a idade entre grupo foi pareada para evitar mudanças temporais ontogenéticas da ritmicidade circadiana e nas medidas psicofísicas realizadas (Bueno & Way, 2012; Miguel, 2012; Owsley et al., 1983).

Os participantes estavam expostos a um alcance comum de intensidade de luz, já que vivem a mais de três anos em zona geográfica com projeção territorial delimitada entre os Trópicos de Câncer e Capricórnio (região tropical) cuja latitude fica a $07^{\circ} 07' 10.19''$ S e longitude $34^{\circ} 50' 42.04''$ W limitada a linha do equador, e elevação de 43.02m em relação a superfície marítima. Além disso, foi controlado a temperatura do ambiente laboratorial a 24°C e iluminação em 520lux. O controle do ambiente experimental manteve constante medidas sincronizadas em ritmo circadiano, como por exemplo a intensidade de luz que provoca mudanças em medidas fisiológicas (Besílio et al., 2012; Blatter & Cajochen, 2007; Marques & Menna-Barreto, 1997; Pereira et al., 2012). Dessa forma, os dados encontrados no presente estudo podem ser replicados mantendo a estrutura laboratorial, no entanto é necessário caracterizar geograficamente a localização dos sujeitos da pesquisa, bem como suas características individuais.

Os sujeitos apresentaram um padrão de sono regular durante os dias úteis e não úteis da semana com uma média estável de duração de sono de 6h por noite durante os dias de semana, e 7h no final de semana. A qualidade subjetiva do sono foi mantida e os sujeitos não

apresentaram hábitos anormais de sono, sustentando a seletividade visual espacial (Chee, 2015). A variação do sono durante os dias úteis e não úteis pode ter sido provocada pelos dias de aulas ou de trabalho, como sugere Valdez, Ramírez e Garcia (1996). Kirmil-Gray, Eagleston, Gibson e Thoresen (1984) discutem que é comum jovens adultos terem atrasos para dormir e acordar mais tarde, principalmente nos fins de semana. Contudo, é possível que o nível de sonolência torça-se maior, como visto no presente estudo. Ainda, Almondes e Araújo (2003) ressaltam que o atraso na hora de deitar nos finais de semana parece estar associado à tendência do sistema de temporização circadiano provocar atrasos na fase do início do sono, principalmente em sujeitos com cronotipos vespertinos ou moderadamente vespertinos que possuem maior dificuldade de manter constante o padrão de sono, diferentemente de sujeitos matutinos que são estáveis e independentes em relação a hora de acordar e dormir (Pereira et al., 2012). Neste estudo, os sujeitos moderadamente vespertino tiveram cerca de 2h de diferença no padrão de dormir e acordar em relação aos sujeitos com cronotipo moderadamente matutino, essa diferença poderia ser causada pelo atraso de fase do processo circadiano. Contudo, Viola et al. (2007) ressaltam que é comum encontrar um menor desempenho em tarefas comportamentais em sujeitos matutinos baseado em valores genéticos e evolutivos.

A sonolência nesse estudo foi caracterizada pela incapacidade dos sujeitos se manterem acordados ou em alerta durante os principais períodos de vigília do dia (Bittencourt, Silva, Santos, Pires, & Mello, 2005), entretanto não foi observado uma redução preocupante no padrão de sonolência diária entre os grupos. Porém, identificou-se um padrão de curva de sonolência nos dias úteis e não úteis da semana com pico de sonolência às 13h para sujeitos com cronotipo Indiferente, conforme visto por Nagai (2009) e Carskadon e Dement (1982). Segundo estes autores a diminuição na alerta é causada pela redução na

temperatura após o período de almoço. Para sujeitos Moderadamente Matutino e Vespertino foi observado, respectivamente, uma retade aumento crescente e outra decrescente da sonolência. Ou seja, sujeitos Moderadamente Matutinos possuem um pico de sonolência no período da noite (21h) e diminuição no turno da manhã (9h). Este padrão foi inverso para sujeitos Moderadamente Vespertinos. Carskadon e Dement (1982) discutem que a sonolência pela manhã, como visto em sujeitos Moderadamente Vespertinos, é causada pela inércia de sono que é esvanecida ao longo do dia anterior, já os sujeitos Moderadamente matutinos apresentam maior sonolência no período noturno devido o tempo acordado ao longo do dia. Além disso, tanto a hora de acordar como a qualidade de sono nos dias uteis e não úteis podem ter contribuído para alteração nos padrões de sonolência.

O modelo de interação entre o processo homeostático e circadiano pode ser simulado por meio da relação entre os períodos de latência e duração do sono, estado de alerta e sonolência com as intenções de matutividade e vespertinidade dos participantes. Embora este estudo não apresente marcadores fisiológicos das fases do sono, principalmente das últimas fases do sono não REM, é possível verificar que não houve acúmulo de sono entre dias antecipatórios e dias da aplicação dos testes. Esses dados experimentais exemplificam uma normalidade no padrão de comportamentos para hora de dormir e acordar com relação à presença e ausência da luz. Subsequentemente, a modulação da sensibilidade visual pode ocorrer conforme o modelo circadiano, esse pressuposto básico revela que as necessidades homeostáticas não interferiram substancialmente nas condições antecipatórias da sensibilidade visual acromática e cromática.

A visão espacial engloba tanto a percepção da distribuição espacial da luz como a percepção da localização do objeto no ambiente (De Valois & De Valois, 1980; Souza,

Lacerda, Silveira, Araújo, Silveira, 2013). A relação encontrada nesse estudo para verificar a localização do objeto foi verificada pelos atributos do contraste acromático e cromático.

7.1 Sensibilidade ao contraste acromática

O contraste espacial acromático ou de luminância é uma dimensão física que refere-se a razão entre a luminância de duas áreas adjacentes. Como visto, a quantidade de contraste necessário que a pessoa precisa para detectar um padrão ou estímulo é chamado de limiar, ou inversamente de sensibilidade ao contraste. Assim, as pessoas podem apresentar altos ou baixos níveis de sensibilidade. O processamento da informação do contraste de luminância foi tomado em domínio de frequências espaciais, especificamente através da FSC. Mesmo com a variação existente entre os padrões de cronotipos e as horas de medidas, foi possível verificar que algumas características da FSC acromática mantiveram-se conservadas, tais como: a forma da função em formato de sino, com declínio da sensibilidade para frequências espaciais baixas e altas (Hess & Hayes, 1994); e pico de sensibilidade de contraste em frequências espaciais médias (Santos & Simas, 2002; Souza et al., 2011; Owsley, 2003). Contudo, verificou-se que a FSC produz um desempenho distinto entre os cronotipos durante o ritmo circadiano (Andrade et al., 2015; Bassi & Powers, 1986; Hannibal, 2002; Roenneberg et al., 1992; Tassi & Pins, 1997; Tassi et al., 2000). O estudo não corroborou, inicialmente, com os achados de Struck et al. (1990). Estes últimos não encontraram variação na sensibilidade ao contraste espacial para sujeitos adultos saudáveis.

De forma geral, as curvas de sensibilidade ao contraste apresentaram pico máximo na frequência espacial de 3,1 cpg. Era esperado que os sujeitos fossem mais sensíveis a frequências intermediárias (Owsley, 2003). Os sujeitos com cronotipo Moderadamente Vespertino obtiveram maior sensibilidade que os outros grupos no período das 9h (543,93) e 13h (510,58); e dentro de período circadiano mostrou sensibilidade máxima do período da

manhã e noite com atenuações no período das 17h (401,71). Sujeitos Moderadamente Matutinos também apresentaram sensibilidade máxima no período da manhã (442,77) com redução significativa durante o período da noite (372,05). É possível que sujeitos Moderadamente Matutino sofram mais com os níveis de sonolência noturno, prejudicando seu contraste visual. Mesmo que sujeitos Intermediários tenham suas preferências entre os horários dos matutino e dos vespertinos, notou-se que eles apresentaram um pico máximo de sensibilidade no período da tarde, exatamente às 17h (491,71), seguido pelo período da noite (532,43) e atenuações no período das 9h e 13h, respectivamente. Bassi e Powers (1986) também encontraram maior sensibilidade visual no período da noite, conforme visto nos grupos Moderadamente Vespertino e Indiferente, porém os autores não discriminaram os sujeitos quanto ao seu tipo de cronotipo. Já Roenneberg et al. (1992), mostrou que esse pico de sensibilidade noturno acontece apenas em condições de luminância escotópica. O presente estudo foi realizado em condição de luminância fotópica, assim os sujeitos mostram uma sensibilidade visual acromática com pico máximo de sensibilidade conforme seu cronotipo. A condição de luminância é um critério de razão para variação da sensibilidade (em níveis de claridade/escuridão), no entanto essa variação não ocorre em relação aos cronotipos.

A variação da sensibilidade ocorreu em todas as frequências espaciais baixas e na frequência média de 3,1 cpg e alta de 8,8 cpg. Os sujeitos Moderadamente Vespertinos possuem maior sensibilidade ao contraste do que sujeitos Indiferentes e Moderadamente Matutinos nas frequências espaciais baixas (0,2 e 0,6 cpg). Esse achado corrobora os dados de Andrade et al. (2015) realizado nas mesmas condições de luminância e estímulos espaciais, principalmente relacionado a frequência espacial de 0,6 cpg. Essa relação favorece a ideia que existe um comportamento de interconexão de resposta entre células ganglionares e bastonetes, principalmente em camadas visuais de sujeitos Moderadamente Vespertino.

Além disso, por possuírem fase de sono atrasado, ficando varias horas da noite acordado, possivelmente a visão noturna está mais adaptada, e a produção de melatonina causará um efeito significativa na resolução espacial para frequências espaciais baixas (Carrasco, Mclean, Katz, & Frieder, 1998). Além disso, a atenuação em baixas frequências espaciais é atribuível ao processamento neural de soma espacial e organização de inibição nos campos receptivos dos neurônios que enviam respostas para células ganglionares fotossensíveis (Enroth-Cugell & Robson, 1966).

Este estudo também mostra que é possível que ocorra uma modulação nas bandas de passagem de frequências espaciais altas (Koefoed, 2014) de acordo com o cronotipo. Sujeitos Moderadamente Vespertinos possuem maior sensibilidade às 9h e 21h (frequências espaciais 3,1 e 8,8 cp/g) já sujeitos Intermediários possui pico às 17h (frequência espacial de 3,1 cp/g). Quanto a frequência de 8,8 cp/g os sujeitos Moderadamente Matutino são mais sensíveis que Moderadamente Vespertinos e Indiferentes. Essa variação apresenta que os mecanismos visuais retinianos e centrais processam o contraste visual de forma diferente de acordo com o cronotipo, sugerindo que células ipRGCs retransmitem sinais capazes de moldar a discriminação de contraste espacial de luminância em tempo circadiano (Provencio et al., 2000; Rea et al., 2005; Sand et al., 2012).

Os altos e baixos níveis de sensibilidade ao contraste podem estar diretamente relacionada aos padrões de comportamento do sono como discutido por Bassi e Powers (1986), Tassi et al. (2000) e Andrade et al. (2015). Os dados destes estudos apresentaram correlação com os níveis de sonolência, qualidade de sono e hora de dormir e acordar durante os dias de semana. Contudo, mesmo que sujeitos Moderadamente Vespertinos tenham tido níveis de sonolência e qualidade de sono piores que os outros cronotipos, eles apresentaram maiores valores de sensibilidade ao contraste.

7.1 Discriminação de cores

Os dados mostraram que existem uma variação relacionada ao tempo no processo neural de oponência em células ganglionares fotossensíveis para percepção de brilho. Neitz e Neitz (2011) também sugeriu que existem mudanças espectrais para absorção de respostas circadianas para os pares de oponência neural amarelo-azul e verde-vermelho (Paurs et al., 2012). No presente estudo, o limiar de discriminação para os eixos de confusão mostrou, superficialmente, alterações próximas ao citado por Neitz e Neitz (2011) nos eixos de confusão de cores. O eixo protan teve sensibilidade máxima no período da tarde com atenuação no período da noite, exceto para o grupo Moderadamente Matutino. Já os eixos deutan e tritan tiveram pico de sensibilidade no período da noite com atenuação a tarde e declínio no período da manhã. Caracteristicamente, os sujeitos Moderadamente Vespertino e Indiferente tiveram maior pico de sensibilidade que os sujeitos Moderadamente Matutino. Segundo Walmsley et al. (2015) a variação dessas mudanças espectrais são necessárias para o alinhamento circadiano apropriado sob condições naturais. A adaptação no período da noite também favorece ao aumento da sensibilidade cromática em sujeitos Moderadamente Vespertino. Mesmo que a fadiga tenha sido controlada nesse estudo, ela pode ser significativa no comportamento da sensibilidade de sujeitos Moderadamente Matutinos, uma vez que os mecanismos de temporização não estão adaptados ao escuro constante (Hovis & Kamaswamy, 2007).

A sensibilidade dos sujeitos Moderadamente Vespertino foi representada pelo tamanho das áreas vetoriais das elipses nos eixos protan, deutan e tritan. Nos eixos deutan e tritan mostrou que sujeitos Moderadamente Vespertino respondem de maneira diferente às 21 e 17h em relação a sujeitos Moderadamente Matutino e Indiferentes. Esse padrão de resposta mostra que sujeitos que tem a preferência de realizar suas atividades a noite têm

maior sensibilidade em células parvocelulares que respondem aos eixos azul-amarelo e verde-vermelho (Walmsley et al., 2015). Conforme previsto por Danilenko et al. (2011), os dados mostram que a posição espectral dos comprimentos de ondas curto (tritan) e médio (deutan) sofre influência da atividade da melanopsina, facilitando no processo circadiano da sensibilidade visual cromática.

Em relação ao padrão de resposta do tamanho das áreas das elipses de indivíduos Moderadamente Matutino e Indiferentes, pode-se verificar que elas possuem uma semelhança com as curvas de sensibilidade ao contraste de sujeitos Moderadamente Vespertino, com maior sensibilidade nos períodos da manhã e no período da noite e uma atenuação de resposta no período da tarde. Os resultados são próximos aos citados por Danilenko et al. (2011), onde discute que os cones apontam maior capacidade resposta a luz no início da noite. E as mudanças para adaptação de comprimentos de ondas diferentes estão relacionadas ao tempo e ambiente que são expostas (Hankins & Lucas, 2002). Além disso, os resultados encontrados não mostraram relação direta com a qualidade de sono e o padrão de sonolência. A excitação máxima da melanopsina, acoplada a produção da melatonina, acontece no período da noite, estes mecanismos podem facilitar para adaptação e regulação circadiana, principalmente para sujeitos com cronotipo Moderadamente Vespertino (Borriónuevo et al., 2015; Ivone et al., 2005; Tosini et al., 2008).

Esses dados fornecem evidências experimentais convincentes que existe um controle circadiano do processamento visual, embora não cogite uma demonstração definitiva de que as mudanças rítmicas foram conduzidas por um relógio circadiano da retina ou em uma organização circadiana central. Inicialmente, os resultados mostram que os mecanismos relacionados ao arrastamento da informação circadiana que processam cor possuem funções intrinsicamente iguais aos mecanismos que processam brilho. Os sujeitos Moderadamente

Vespertino apresentam maior sensibilidade visual acromático e cromática, independentemente da hora da medida. Assim, é possível caracterizar fisiologicamente o sistema visual circadiano por múltiplos caminhos neurais responsáveis por filtrar informações espaciais de acordo com variações ligadas ao comprimento, ao padrão de cronotipo e a hora de exposição a luz. Essas diferenças estão relacionadas com o processamento neural de células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis a conexões estruturais e funcionais de células fotorreceptoras, mostrando que a luz pode acelerar ou desacelerar funções visuais em temporização circadiana. Em suma, as sugestões levantadas sobre o papel das influências cromáticas e acromáticas no sistema circadiano humano ainda são consideradas desconhecidas e complexas (Dacey et al., 2005; Lall et al., 2010; Lucas, Lall, Allen, & Brown, 2012; Revell, Barrett, Schlangen, & Skene, 2010).

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados mostram uma flutuação circadiana nas respostas visuais relacionadas a função de sensibilidade ao contraste acromática e a discriminação de cores nos eixos protan, deutan e tritan. Estes tipos de resposta psicofísicas apresentam picos de limiares de acordo com o horário do dia e o padrão de cronotipo. Por sua vez, o processamento neural para percepção de brilho e cor é diferente em sujeitos Moderadamente Matutino, Indiferente e Moderadamente Vespertino. Os sujeitos Moderadamente Vespertino apresentam maior sensibilidade visual acromático e cromática, principalmente nos horários das 9h e 21h. Embora os fotorreceptores, cones e bastonetes, e as células ganglionares intrinsecamente fotossensíveis funcionem à princípio de forma independente, é possível que ocorra uma interface na modulação de passagens de frequências espaciais e de pigmentos

que respondem a cor em ritmicidade circadiana, provendo uma compensação diária na sensibilidade da luz para percepção de contraste e para cromaticidade visual.

De forma geral, os resultados encontrados respondem as seguintes questões: 1) adultos jovens possuem diferentes padrões de atividade e repouso ao longo do dia; 2) existe uma presença de flutuação na sensibilidade ao contraste visual entre sujeitos Moderadamente Matutino, Indiferente e Moderadamente Vespertino; 3) há presença de flutuação na percepção de cor nos eixos protan, deutan e tritan entre sujeitos Moderadamente Matutino, Indiferente e Moderadamente Vespertino; 4) há presença de uma boa qualidade de sono e níveis de sonolência podem influenciar em respostas visuais circadianas, principalmente relacionadas ao contraste acromático para visão difusa.

Dentro das limitações encontradas no estudo, pode-se citar a grande dificuldade em conseguir voluntários que aceitassem ir ao laboratório para realizar uma quantidade admissível de medidas visuais em um tempo dispendioso de 72h contínuas. Além do pequeno número de sujeitos que aceitaram a participar, houve algumas desistências que prejudicaram o andamento da pesquisa. Porém, mesmo com as limitações levantadas este estudo procurou seguir as normas e diretrizes de protocolos cronobiológicos em termos éticos com seres humanos.

9. ESTUDOS FUTUROS

Os resultados encontrados e discutidos nessa pesquisa abrem espaço para o estudo das funções visuais circadianas em domínio do contraste visual acromático e cromático. Também apontam para a necessidade de relacionar outras aplicações metodológicas e ferramentas alternativas auxiliem na pesquisa básica sobre ritmos biológicos.

É nessa perspectiva que prosseguiremos nos estudos futuros: 1) avaliar a sensibilidade ao contraste e cromática temporal em grupos com cronotipos bem definidos nas mesmas condições metodológicas do presente estudo; 2) avaliar as mesmas medidas espaciais e temporais em sujeitos do sexo feminino para investigar os efeitos circadianos na sensibilidade causado pela variação hormonal; 3) avaliar as mesmas medidas espaciais e temporais em crianças, adultos e idosos nas mesmas condições metodológicas para investigar a variação circadiana ontogenética das funções visuais; 4) avaliar outras condições de grupo de estudo com características experimentais, tais como Alzheimer, esquizofrenia e depressão para descrever como mecanismos dopaminérgicos e gabaérgicos influenciam na medida circadiana de funções visuais; 5) avaliar tarefas cognitivas de atenção, memória, função executiva e tempo de reação visual para investigar possíveis alterações cognitivas de acordo com a variação circadiana; 6) utilizar outros parâmetros metodológicos em cronobiologia, tais como os protocolos de rotina constante e dessincronização forçada, para verificar como estes padrões visuais se comportam em ambiente constante; e 7) investigar os mecanismos sensoriais envolvidos no processamento neural circadiano de medidas de acuidade visual, sensibilidade acromáticas e cromáticas em modelos animais, somando instrumentos eletrofisiológicos e imunostiquímicos após a estimulação de diferentes picos de comprimentos de ondas.

10. REFERÊNCIAS

- Akersted, T. & Gillberg, M. (1990). Subjective and Objective sleepness in the active individual. *International Journal Neuroscience*, 52, 29-37. doi: 10.3109/00207459008994241
- Akutsu, H., & Legge, G. E. (1995). Discrimination of compound gratings: Spatial-frequency channels or local features? *Vision Research*, 35, 2685-2695. doi:10.1016/0042-6989(95)00030-4
- Almondes, K. M., & Araújo, J. F. (2003). Padrão do ciclo sono-vigília e sua relação com a ansiedade em estudantes universitários. *Estudos de Psicologia (Natal)*, 8(1), 37-43. doi:10.1590/S1413-294X2003000100005
- American Academy of Sleep Medicine. (2005). *The international classification of sleep disorders: diagnostic & coding manual* (Ed. 2).
- Andrade, M. J. O., Silva, J. A., & Santos, N. A. (2015). Influence of Chronotype and Measure Time on Visual Contrast Sensitivity. *Psychology/Psicologia Reflexão e Crítica*, 28(3), 522-531. doi: 10.1590/1678-7153.201528311
- Araújo, J. F., & Marques, N. (2002) Cronobiologia: uma multidisciplinaridade Necessária. *Margem*, 15, 95-112.
- Archer, S. N., Robilliard, D. L., Skene, D. J., Smits, M., Williams, A., Arendt, J., & Von Schantz, M. (2003). A length polymorphism in the circadian clock gene *Per3* is linked to delayed sleep phase syndrome and extreme diurnal preference. *Sleep*, 26(4): 413-415.
- Argamaso, S. M., Allan, C., Froehlich, A. C., McCall, A. M., Provencio, E. N. I., & Foster, R. G. (1995). Photopigments and circadian systems of vertebrates. *Biophysical Chemistry*, 56(1-2), 3-11. doi:10.1016/0301-4622(95)00009-M

- Aschoff, J. (1965). Circadian rhythms in man. *Science*, 148, 1427-32. doi: 10.1126/science.148.3676.1427
- Atkinson, J., Braddick, O., & Braddick, F. (1974). Acuity and contrast sensitivity of infant vision. *Nature*, 247, 403-404. doi: 10.1038/247403a0
- Atkinson, J., Braddick, O., & Moar, K. (1977). Contrast sensitivity of the human infant for moving and static patterns. *Vision Research*, 17, 1045. doi: 10.1016/j.bbr.2011.03.031
- Audoin, C., & Guinot, B. (2001). *The Measurement of Time* (Trans. by S. Lyle). Cambridge, UK: Cambridge University Press.
- Augustin, A. J. (2008). The physiology of scotopic vision, contrast vision, color vision, and circadian rhythmicity: Can These Parameters be Influenced by Blue-Light-Filter Lenses? *The journal of retinal and vitreous diseases of retina*, 28(9), 1179-1187. doi: 10.1097/IAE.0b013e3181835885
- Balkema, G. W., Cusick, K., & Nguyen, T. H. (2001). Diurnal variation in synaptic ribbon length and visual threshold. *Visual Neuroscience*, 18, 789 – 797. doi: 10.1017/S095252380118512
- Barnes, J. W., Tischkau, S. A., Barnes, J. A., Mitchell, J. W., Burgoon, P. W., Hickok, J. R., & Gillette, M. U. (2003). Requirement of Mammalian Timeless for Circadian Rhythmicity. *Science*, 302, 439 – 442.
- Barrionuevo, P. B., Nicandro, N., McAnany, J. J., Zele, A. J., Gamlin, P., & Cao, D. (2015). Assessing Rod, Cone, and Melanopsin Contributions to Human Pupil Flicker Responses, *Visual Neuroscience*, 55(2), 719-726.
- Barten, P. G. J. (1999). *Contrast Sensitivity of the human eye and Its Effects on Image Quality*. Knegsel: HV Press, United States of America.

- Bassi, C. J., & Powers, M. K. (1986). Daily fluctuations in the detectability of dim lights by humans. *Physiology and Behavior*, 38, 871-877. doi:10.1016/00319384(86)90056-9
- Bassi, C. J., & Powers, M. K. (1987). Circadian rhythm in goldfish visual sensitivity. *Investigation Ophthalmology Visual Science*, 28, 1811-1815.
- Bear, M. F., Connors, B. W., & Paradiso, M. A. (2002). *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. (2ª ed). Porto Alegre: Artmed.
- Benedito-Silva, A. A., Menna-Barreto, L. S., Marques, N., & Tenreiro, S. (1990). A self-assessment questionnaire for determination of morningness-eveningness types in Brazil. In: *Chronobiology: its role in clinical medicine, general biology and agriculture*. Hayes, D. K., Pauly, J. E., & Reiter, R. J. (Ogs.), New York, 1990.
- Berson, D. M. (2003). Strange vision: ganglion cells as circadian photoreceptors. *TRENDS in Neurosciences*, 26(6), 314 – 320. doi: 10.1016/S0166-2236(03)00130-9
- Besílio, A. S., Carneiro, B. T., Silva, C. A., Fortes, F. S., & Araújo, J. F. (2012). Métodos Cronobiológicos aplicados à neurociência clínica e experimental. In. *Métodos em Neurociências*. Landeira-Fernandez, J. & Fukusima, (eds). São Paulo: Manole.
- Bittencourt, L. R. A., Silva, R. S., Santos, R. F., Pires, M. L. N., & Mello, M. T. (2005). Excessive daytime Sleepiness. *Revista Brasileira de Psiquiatria*, 27, 16-21. doi: 10.1590/S1516-44462005000500004
- Blatter, K., & Cajochen, C. (2007). Circadian rhythms in cognitive performance: methodological constraints, protocols, theoretical underpinnings. *Physiology & Behavior*, 90(2-3), 196 – 208. doi:10.1016/j.physbeh.2006.09.009
- Boivin, D. B. (2000). Influence of sleep-wake and circadian rhythm disturbances in psychiatric disorders. *Journal Psychiatry Neuroscience*, 25, 446–458.

- Borbély, A. A., & Achermann, P. (1999). Sleep Homeostasis and Models of Sleep Regulation. *Journal Biology Rhythms*, 14, 559-568. Doi: 0.1177/074873099129000894
- Bour, L. J., & Apkarian, P. (1996). Selective broad-band spatial frequency loss in contrast sensitivity functions. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 37(12), 2475-2484.
- Bradley, A., & Freeman, R. D. (1982). Contrast sensitivity in children. *Vision Research*, 22, 953-959. doi: 10.1016/j.bbr.2011.03.031
- Brainard, G. C., Hanifin, J. P., Greeson, J. M., Byrne, B., Glickman, G., Edward, G., & Rollag, M. D. (2001). Action spectrum for melatonin regulation in humans: Evidence for a novel circadian photoreceptor. *The Journal of Neuroscience*, 21(16), 6405-6412.
- Brennan, R., Jan, J. E., & Lyons, C. J. (2011). Light, dark, and melatonin: emerging evidence for the importance of melatonin in ocular physiology, *Eye*, 21, 901-908.
- Bueno, C., & Way, D. (2012). Gênese e ontogênese do ritmo de sono/vigília em humanos. *Revista da Biologia*, 9(3), 62–67. doi: 10.7594/revbio.09.03.12
- Bunney, W. E., & Bunney, B. G. (2000). Molecular clock genes in man and lower animals: possible implications for circadian abnormalities in depression. *Neuropsychopharmacology*, 22(4), 335 – 345. doi: 10.1016/S0893-133X(99)00145-1
- Busáki, G. (2006). *Rhythms of the brain*. New York: Oxford University Press.
- Campbell, F. W., & Robson, F. G. (1968). Application of the Fourier analysis to the visibility of gratings. *Journal of Physiology*, 197, 551-566. doi: 10.1113/jphysiol.1968.sp008574
- Campbell, F. W., & Green, D. G. (1965). Optical and retinal factors affecting visual resolution. *Journal of Physiology (London)*, 181, 576-593.

- Campbell, F.W., & Maffei, L. (1974). Contrast and spatial frequency. *Scientific American*, 231, 106-114.
- Carrasco, M., McLean, T.L., Katz, S.M., & Frieder, K.S. (1998). Feature asymmetries in visual search: Effects of display duration, target eccentricity, orientation & spatial frequency. *Vision Research*, 38(3) 347-374. doi:10.1016/S0042-6989(97)00152-1
- Carskadon, M. A., & Dement, W. C. (1982). The Multiple sleep Latency Test: What does it measure? *Sleep*, 5, 67-72.
- Chee, M. W. (2015). Limitations on visual information processing in the sleep-deprived brain and their underlying mechanisms, *Current Opinion in Behavioral Science*, 1, 56-63. Doi: 10.1016/j.cobeha.2014.10.003
- Cornsweet, T. N. *Visual perception*. New York: Academic Press, 1970.
- Costa, M. F., Oliveira, A. G. F., Bergamasco, N. H. P., & Ventura, D. F. (2006). Medidas psicofísicas e eletrofisiológicas da Função visual do recém-nascido: uma revisão, *Psicologia (USP)*, 17, 15-33. doi: 10.1590/S0103-65642006000400002
- Courage, M. L., Adams, R. J., & Hall, E. J. (1997). Contrast sensitivity in infants and children with Down syndrome. *Vision Research*, 37, 1545-1555. doi: 10.1016/S0042-6989(96)00304-5
- Dacey, M., Liao, H. W., Peterson, B. B., Robinson, F. R., Smith, V. C., Pokorny, J., Yau, K. W., & Gamlin, P. D. (2005). Melanopsin-expressing ganglion cells in primate retina signal colour and irradiance and project to the LGN. *Nature*, 433, 749-754. doi:10.1038/nature03387
- Danilenko, K. V., Plisov, I. L., Cooper, H. M., Wirz-Justice, A., & Hébert, M. (2011). Human cone light sensitivity and melatonin rhythms following 24-hour continuous illumination. *Chronobiology International*, 28(5), 407-414. doi:10.3109/07420528.2011.567425

- De Genaro, L. D., Ferrara, M., Cucio, G., & Bertini, M. (2001). Visual search performance across 40 h of continuous wakefulness: Measures of speed and accuracy and relation with oculomotor performance, *Physiology & Behavior*, 74,197– 204.
- De Martino, M. M. F., Pasetti, K. F. D. M., Bataglione, C., Ceolim, M. F. (2010). Morningness/eveningness chronobiological assessment of Dental students: chronotype. *Sleep Science*, 3(1):7-10.
- De Valois, R. L., & De Valois, K. K. (1988). *Spatial Vision*. New York: Oxford University Press.
- Duffy, J. F., & Wright, K. P. (2005). Entrainment of human circadian rhythms by light. *Journal Biology Rhythms*, 20(4), 326-338. doi: 10.1177/0748730405277983
- Ebihara S, Tsuji K (1980) Entrainment of the circadian activity rhythm to the light cycle: Effective light intensity for Zeitgeber in the retinal degenerate C3H mouse and the normal C57BL mouse. *Physiology Behavior*, 24, 523–527. doi: 10.1016/0031-9384(80)90246-2
- Ebisawa, T., Uchiyama, M., Kajimura, N., Mishima, K., Kamei, Y., Katoh, M., Watanabe, T., &.... Yamauchi T (2001). Association of structural polymorphisms in the human period3 gene with delayed sleep phase syndrome. *EMBO Report*. 2(4): 342-346. doi: 10.1093/embo-reports/kve070
- Ecker, J. L., Dumitrescu, O. N., Wong, K. Y., Alam, N. M., Chen, S. K., LeGates, T., ... & Hattar, S. (2010). Melanopsin-expressing retinal ganglion-cell photoreceptors: cellular diversity and role in pattern vision. *Neuron*, 67(1), 49 – 60. doi: 10.1016/j.neuron.2010.05.023

- Ellemberg, D., Lewis, T. L., Liu, C. H., & Maurer, D. (1999). Development of spatial and temporal vision during childhood. *Vision Research*, 39, 2325-2333. doi: doi:10.1016/S0042-6989(98)00280-6
- Enroth-Cugell, C., & Robson, J. G. (1966). The contrast sensitivity of retinal ganglion cells of the cat. *Journal Physiology*, 187(3), 514 – 552.
- Evans, J. A., Elliott, J. A., & Gorman, M. R. (2007). Circadian effects of light no brighter than moonlight. *Journal Biology Rhythms*, 22(4), 356-67. doi: 10.1177/0748730407301988
- Figueiro, M. G., Bullough, J. D., Parsons, R. H., & Rea, M. S. (2005). Preliminary evidence for a change in spectral sensitivity of the circadian system at night. *Journal Circadian Rhythms*, 11, 3 – 14. doi: 10.1186/1740-3391-3-14
- Furlani, R., & Ceolim, M. F., (2005). Padrões de sono de estudantes ingressantes na Graduação em Enfermagem. *Revista Brasileirade Enfermagem*, 58(3), 320-324. doi: 10.1590/S0034-71672005000300013
- Ghim, M.M., & Hodos, W. (2006). Spatial contrast sensitivity of birds. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, 192, 523-534.
- Glickman, G., Webb, I. C., Elliott, J. A., Baltazar, R. M., Reale, M. E., Lehman, M. N., & Gorman, M. R. (2012). Photic sensitivity for circadian response to light varies with photoperiod. *Journal of Biological Rhythms*, 27(4), 308 - 318. doi:10.1177/0748730412450826
- Goldstein, E. B. (2009). *Sensation and Perception*. Belmont, C. A., Wadsworth.

- Good, G. W., Faao, F. A., & Nichols, J. J. (2005). The Reliability of the Lanthony Desaturated D-15 Test. *Optometry and vision science*, 82(12), 1054 – 1059. doi: 040-5488/05/8212-1054
- Gooley, J. J., Mien, I. H., Hilaire, M. A. S., Yeo, S., Chua, E. C. P., Reen, E. V., Hanley, J. C., ...& Lockley, S. W. (2012). Melanopsin and rod-cone photoreceptors play different roles in mediating pupillary light responses during exposure to continuous light in humans, *Journal Neuroscience*, 32(41), 14242-14253. Doi: 10.1523/JNEUROSCI.1321-12.2012.
- Goulart, P. R. K., Bandeira, M. L., Tsubota, D., Oiwa, N. N., Costa, M. F., & Ventura, D. F. (2008). A computer-controlled color vision test for children based on the Cambridge Colour Test. *Visual Neuroscience*, 25, 445–450. doi:10.1017/S0952523808080589
- Goulart, P. R., Bonci, D. M., Galvão, O. F., Silveira, L. C. L., & Ventura, D. F. (2013). Color discrimination in the tufted capuchin monkey, *Sapajus* spp. *Public Library of Science*, 8(4), 1 – 9. doi:10.1371/journal.pone.0062255
- Graham, N., & Nachmias, J. (1971). Detection of grating patterns containing two spatial frequencies: a comparison of single channel and multiple-channels models. *Vision Research*, 11, 251 – 259.
- Granada, A. E., Bordyugov, G., Kramer, A., & Herzog, H. (2013). Human Chronotypes from a Theoretical Perspective. *PLoS ONE*, 8(3), 1 – 10. doi: 10.1371/journal.pone.0059464
- Güler, A. D., Altimus, C. M., Ecker, J. L., & Hattar, S. (2007). Multiple Photoreceptors Contribute to Nonimage-forming Visual Functions Predominantly through Melanopsin-containing Retinal Ganglion Cells. *Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology*, 72, 509 – 515. doi: 10.1101/sqb.2007.72.074

- Halberg, F. (1969). Chronobiology. *Annual Review of Physiology*, 31, 675-725. doi: 31.030169.003331
- Hankins, M. W., & Lucas, R. J. (2002). The primary visual pathway in humans is regulated according to long-term light exposure through the action of a nonclassical photopigment. *Current Biology*, 12(3), 191 – 198. doi:10.1016/S0960-9822(02)00659-0
- Hankins, M. W., Peirson, S. N., & Foster, R. G. (2007) Melanopsin: an exciting photopigment. *Trends Neuroscience*, 31, 27–36. doi: 10.1016/j.tins.2007.11.002
- Hannibal, J. (2002). Neurotransmitters of the retino-hypothalamic tract. *Cell Tissue Research*, 309(1), 73-88. doi:10.1007/s00441-002-0574-3
- Hatori, M., & Panda, S. (2010). The emerging roles of melanopsin in behavioral adaptation to light. *Trends Molecular Medicine*, 16(10), 435-446. doi: 10.1016/j.molmed.2010.07.005
- Hattar, S., Liao, W., Takao M., Berson, D. M., & Yau, K. (2002). Melanopsin-containing retinal ganglion cells: architecture, projections, and intrinsic photosensitivity. *Science*, 295, 1065-1070. doi: 10.1126/science.1069609
- Haug, M.F., Biehlmaier, O., Mueller, K.P., & Neuhauss, C.F. (2010). Visual acuity in larval zebrafish: behavior and histology. *Frontiers in Zoology*, 7, 1-8. doi:10.1186/1742-9994-7-8
- Hernández-Lloreda, M. J. (2001). Mecanismos de detección del contraste cromático y de luminancia nel sistema visual humano. *Anales de psicología*, 17 (2), 219-233.
- Hess, R. F., & Hayes, A. (1994). The coding of spatial position by the human visual system: effects of spatial scale and retinal eccentricity. *Vision Research*, 34, 625–643. doi:10.1016/0042-6989(94)90018-3

- Horne, J. A., & Ostberg, O. (1976). A self-assessment questionnaire to determine morningness – eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, 4, 97-110.
- Hovis, J. K., & Ramaswamy, S. (2007). Color Vision and Fatigue: An Incidental *Finding*, *Aviation, Space, and Environmental Medicine*, 78(11), 1068-1071.
- Hwang, C. K., Chaurasia, S. S., Jackson, C. R., Chan, G. C. K., Storm, D. R., & Iuvone, P. M. (2013). Circadian Rhythm of Contrast Sensitivity Is Regulated by a Dopamine–Neuronal PAS-Domain Protein 2–Adenylyl Cyclase 1 Signaling Pathway in Retinal Ganglion Cells. *Journal Neuroscience*, 33(38), 14989 – 14997. doi: 10.1523/jneurosci.2039-13.2013
- Iuvone, P. M., Brown, A. D., Haque, R., Weller, J., Zawilska, J. B., Chaurasia, S. S., Ma, M., & Klein, D. C. (2002). Retinal Melatonin Production: Role of Proteasomal Proteolysis in Circadian and Photic Control of Arylalkylamine N-Acetyltransferase, *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 43(2), 564-572.
- Jacobs, G.H. (1977). Visual capacities of the owl monkey (*Aotus trivirgatus*): II. Spatial contrast sensitivity. *Vision Research*, 17, 821-825.
- Jean-Louis, G., Zizi, F., Lazzaro, D. R., & Wolintz, A. Z. (2008). Circadian rhythm dysfunction in glaucoma: A hypothesis. *Journal Circadian Rhythms*, 6, 1 – 8, doi: 10.1186/1740-3391-6-1
- Joyce, D. S., Feig, B., Cao, D., & Zele, A. J. (2015). Temporal characteristics of melanopsin inputs to the human pupil light reflex, *Vision Research*, 107, 58-66. Doi:10.1016/j.visres.2014.12.001
- Jones, H. H., Ellis, J., Von Schantz, M., Skene, D. J., Dijk, D. J., & Archer, S. N. (2007) Age-related change in the association between a polymorphism in the PER3 gene and

- preferred timing of sleep and waking activities. *Journal Sleep Research*, 16(1). 12-16.
doi: 10.1111/j.1365-2869.2007.00561.x
- Katzenberg, D., Young, T., Finn, L., Lin, L., King, D. P., Takahashi, J. S., & Mignot, E. A. (1998). Clock polymorphism associated with human diurnal preference. *Sleep*, 21, 569–576.
- Kirmil-Gray, K., Eagleston, J. R., Gibson, E., & Thoresen, C. E. (1984). Sleep disturbance in adolescents: Sleep quality, sleep habits, beliefs about sleep, and daytime functioning. *Journal Youth Adolescent*, 13(5), 375 – 384. doi: 10.1007/BF02088636.
- Klerman, E. B., Duffy, J. F., Dijk, D. J., & Czeisler, C. A. (2001). Circadian phase resetting in older people by ocular bright light exposure. *Journal Investigative Medicine*, 49, 30–40. doi: 10.2310/6650.2001.34088
- Knoerchen, R. & Hildbrandt, G. (1976). Tagesrhythmische Schwankungen der visuellen Lichtempfindlichkeit beim Menschen. *Journal of Interdisciplinary Cycle Research*, 7, 51 – 59. doi: 10.1080/09291017609359505
- Koukkari, W. L., & Sothorn, R. B. (2006). *Introducing Biological Rhythms*. Springer Science, University of Minnesota, United States of America.
- Kumar, V. (2002). *Biological Rhythms*. India, Springer-Verlag Berlin Heidelberg/New York.
doi: 10.1007/978-3-662-06085-8
- Lakowski, R. (1969). Theory and practice of colour vision testing: A review Part 1. *British Journal of Industrial Medicine*, 26(3), 173-189.
- Lall, G. S., Revell, V. L., Momiji, H., Al Enezi, J., Altimus, C. M., Guller, A. D., ...& Lucas, R. J. (2010). Distinct contributions of rod, cone, and melanopsin photoreceptors to encoding irradiance. *Neuron* 66, 417–428. doi: 10.1016/j.neuron.2010.04.037
- Lanthony P. (1978). The desaturated panel D-15. *Documenta Ophthalmology*, 46, 185 – 189.

- Lanthony P., &Dubois-Poulsen, A. (1973). Desaturated Farnsworth 15. *Bulletin Society of Ophthalmology*, 73, 861– 866.
- LeBourgeois, M. K., Giannotti, F., Cortesi, F., Wolfson, A. R., &Harsh, J.(2005).The relationship between reported sleep quality and sleep hygiene in Italian and American adolescents, *Pediatrics*,115, 257-265. doi:10.1542/peds.2004-0815H
- Lent, R. (2010). *Cem bilhões de neurônios? Conceitos fundamentais em neurociência*. São Paulo: Atheneu.
- Li, L., & Dowling, J. L.(1998). Zebrafish visual sensitivity is regulated by a circadian clock. *Visual Neuroscience*, 15(5), 851 – 857. doi:10.1017/S0952523898155050
- Li, P., Temple, S., Gao, Y., Haimberger, T. J., Hawryshyn, C. J., & Li, L.(2005). Circadian rhythms of behavioral cone sensitivity and long wavelength opsin mRNA expression: a correlation study in zebrafish.*Journal Experimental of Biology*, 208(3), 497 – 504. doi: 10.1242/jeb.01424
- Lima, E. F. A., Borges, J. V., Oliveira, E. R. A., Velten, A. P. C., Primo, C., C., & Leite, F. M. C. (2013). Qualidade de vida no trabalho de enfermeiros de um hospital universitário. *Revista eletrônica de enfermagem*, 15(4), 1000 – 1006. doi: 10.5216/ree.v15i4.19546.
- Lima, L. H. R. G. (2012). Fotopigmentos e arrastamento fótico. *Revista da Biologia*, 9(3), 32–40. doi: 10.7594/revbio.09.03.06
- Lima, M. G., Gomes, B. D., Ventura, D. F., & Silveira, L. C. L. (2011). Métodos utilizados na avaliação psicofísica da visão de cores humana. *Psicologia USP*, 22(1), 197–222. doi:10.1590/S0103-65642011005000002
- Lucas, R. J., Lall, G. S., Allen, A. E., & Brown, T. M.(2012). How rod, cone, and melanopsin photoreceptors come together to enlighten the mammalian circadian clock.*Progress in Brain Research*, 199, 1 – 18. doi:10.1016/B978-0-444-59427-3.00001-0

- MacLeod, D. I. A. (2003). New dimensions in color perception. *TRENDS in Cognitive Science*, 7(3), 97 – 99. doi:10.1016/S1364-6613(03)00022-6
- Mancuso, K., Neitz, M., & Neitz, J. (2006). An adaptation of the Cambridge Colour Test for use with animals. *Visual Neuroscience*, 23, 695–701. doi:10.1017/S0952523806233364
- Marques, N., & Menna-Barreto, L., (1997). *Cronobiologia: Princípios e Aplicações*. São Paulo: Edusp/Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.
- Mathias, A., Sanchez, R. P., Andrade, M.M.M. (2006). *Incentivar hábitos de sono adequados: um desafio para os educadores*. In: Pinho, S. Z., Saglietti, J. R. C. (Org.). *Cadernos dos Núcleos de Ensino da Unesp*, São Paulo: Ed. Unesp.
- Martynhak, B. J., Louzada, F. M., Pedrazzoli, M., & Araújo, J. F. (2010). Does the chronotype classification need to be updated? Preliminary findings. *Chronobiology International*, 27(6), 1329–1334. Doi: 10.3109/07420528.2010.490314
- McClung, C. (2007). Circadian Genes, Rhythms and the Biology of Mood Disorders. *Pharmacology & Therapeutics*, 114(2), 222 – 232, doi: 10.1016/j.pharmthera.2007.02.003
- McKendrick, A. M., Sampson, G. P., Walland, M. J., Badcock, D. R. (2007). Contrast sensitivity changes due to glaucoma and normal aging: low-spatial-frequency losses in both magnocellular and parvocellular pathways. *Investigative Ophthalmologic & Visual Science*, 48(5), 2115-2122. doi:10.1167/iovs.06-1208
- Menna-Barreto, L., & Díez-Noguera, A. (2012). External temporal organization in biological rhythms. *Biological Rhythm Research*, 43, 3-14. doi: 10.1080/09291016.2011.638111
- Merigan, W.H., Pasternak, T., & Zehl, D. (1981). Spatial and temporal vision of macaques after central retinal lesions. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 21, 17-26.

- Miguel, M. A. L. (2012). Estimativa de tempo em humanos: bases, ontogênese e variação diária. *Revista da Biologia*, 9(3), 74 – 79. doi:10.7594/revbio.09.03.14
- Mollon, J. D., & Reffin, J. P. (1989). A computer-controlled colour vision test that combines the principles of Chibret and Stilling. *Journal Physiology*, 414, 10 – 11. doi:10.1017/S0952523808080589
- Morin, L. P., & Allen, C. N. (2005). The circadian visual system. *Brain Research Reviews*, 52, 1-60. doi: 10.1016/0165-0173(94)90005-1
- Mrosovsky N. (2003). Contribution of classic photoreceptors to entrainment. *Journal of comparative physiology. A, Neuroethology, sensory, neural, and behavioral physiology*, 189, 69–73. doi:10.1007/s00359-002-0378-7
- Nadkarni, N. A., Weale, M. E., Von Schantz, M., & Thomas, M. G. (2005). Evolution of a length polymorphism in the human Per3 gene, a component of the circadian system. *Journal Biology Rhythms*, 20(6), 490-499. doi: 10.1177/0748730405281332
- Nagai, R. (2009). O trabalho de jovens universitários e repercussões no sono e na sonolência: Trabalhar e estudar afeta diretamente homens e estudar? (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, SP, Brasil).
- Neitz, J., & Neitz, M. (2011). The genetics of normal and defective color vision. *Vision Research*, 51(7), 633–651. doi: 10.1016/j.visres.2010.12.002
- Nogueira, R. M. T. B. L., & Santos, N. A. (2012). Pacientes com depressão maior têm menor sensibilidade a contraste visual que indivíduos saudáveis. *Estudos de Psicologia*, 17, 115-120. doi:10.1590/S1413-294X2012000100014
- Owsley, C. (2003). Contrast sensitivity. *Ophthalmology Clinics of North America*, 16, 171-177, doi: 10.1016/S0896-1549(03)00003-8

- Owsley, C. (2011). Aging and vision. *Vision Research*, 51(13), 1610 – 1622. doi: 10.1016/j.visres.2010.10.020
- Panda, S., Sato, T. K., Castrucci, A. M., Rollag, M. D., DeGrip, W. J., Hogenesch, J. B., ... & Kay, S. A. (2002). Melanopsin (Opn4) requirement for normal light-induced circadian phase shifting. *Science*, 298(5601), 2213 – 2216. doi:10.1126/science.1076848
- Paramei, G. V. (2012). Color discrimination across four life decades assessed by the Cambridge Colour Test. *Journal of the Optical Society of America*, 29(2), 290 – 297. doi: 10.1364/JOSAA.29.00A290
- Paramei, G. V., & Oakley, B. (2014). Variation of color discrimination across the life span. *Journal of the Optical Society of America*, 31, 375-384. doi:10.1364/JOSAA.31.00A375
- Park, J. C., Moura, A. L., Raza, A. S., Rhee, D. W., Kardon, R. W., & Hood, D. C. (2011). Toward a Clinical Protocol for Assessing Rod, Cone, and Melanopsin Contributions to the Human Pupil Response, *Visual Neurophysiology*, 52(9), 6624-6635.
- Pedrazzoli, M., Louzada, F. M., Pereira, D. S., Benedito-Silva, A. A., Lopeza, A. R., Martynhak, B. J., ... & Tufik, S. (2007). Clock Polymorphisms and Circadian Rhythms Phenotypes in a Sample of the Brazilian Population. *Chronobiology International*, 24, 1 – 8. doi:10.1080/07420520601139789
- Pereira DS, Tufik S, Pedrazzoli M (2009). Timekeeping molecules: implications for circadian phenotypes. *Revista Brasileira Psiquiatria*, 31(1):63-71. doi: 10.1590/S1516-44462009000100015
- Pereira, D. S., Sabino, F. C., & Umemura, G. S. (2012). *Period3*: um gene relacionado com a sincronização de ritmos circadianos pela luz. *Revista de Biologia*, 9(3), 26 – 31. doi: 10.7594/revbio.09.03.05

- Pereira, D. S., Tufik, S., Louzada, F. M., Benedito-Silva, A. A., Lopez, A. R., Lemos, N. A., ... & Pedrazzoli, M. (2005). Association of the length polymorphism in the human Per3 gene with the delayed sleep-phase syndrome: does latitude have an influence upon it? *Sleep*, 28(1), 29-32.
- Portaluppi, F., Smolensky, M. H., & Touitou, Y. (2010). Ethics and methods for biological rhythm research on animals and human beings. *Chronobiology International*, 9(10), 1911 – 1929. doi: 10.3109/07420528.2010.516381.
- Provencio, I., Rodriguez, I. R., Jiang, G., Hayes, W. P., Moreira, E. F., & Rollag, M. D. (2000). A Novel Human Opsin in the Inner Retina. *The Journal of Neuroscience*, 20(2), 600 – 605.
- Provencio, I., Jiang, G., De Grip, W. J., Hayes, W. P., & Rollag, M. D. (1998). Melanopsin: An opsin in melanophores, brain, and eye, *Proceedings of the natural Academy of Science of United States of America*, 95(1), 340-345
- Ralph, M. R., & Menaker, M. (1988). A mutation of the circadian system in golden hamsters. *Science*, 241(4870), 1225-1227. doi: 10.1126/science.3413487
- Rea, M. S., Figueiro, M., G., Bierman, A., & Bullough, J. D. (2010). Circadian light. *Journal of Circadian Rhythms*, 8(2), 2-10. doi:10.1186/1740-3391-8-2
- Refinetti, R. (2006). *Circadian physiology*. New York: Taylor & Francis Group.
- Reppert, S. M., & Weaver, D. R. (2001). Molecular analysis of mammalian circadian rhythms. *Annual Review of Physiology*, 63, 647- 676. doi: 10.1146/annurev.physiol.63.1.647
- Revell, V. L., Barrett, D. C., Schlangen, L. J., & Skene, D. J. (2010) Predicting human nocturnal nonvisual responses to monochromatic and polychromatic light with a

- melanopsin photosensitivity function. *Chronobiology International*, 27, 1762–1777. doi: 10.3109/07420528.2010.516048.
- Roenneberg, T., & Merrow M. (2003). The network of time: understanding the molecular circadian system. *Current Biology*, 13(5), 198-207. doi: 10.1016/S0960-9822(03)00124-6
- Roenneberg, T., Kuehnlea, T., Juda, M., Kantermanna, T., Allebrandta, K., Gordijnb, M., & Merrow, M. (2007). Epidemiology of the human circadian clock. *Sleep Medicine Reviews*, 11(6), 429-438. doi: 10.1016/j.smr.2007.07.005
- Roenneberg, T., Lotze, M., & Steinbuchel, N. (1992). Diurnal variation in human visual sensitivity determined by incremental thresholds. *Clinic Visual Science*, 7, 83 – 91.
- Sachs, M. B., Nachmias, J., & Robson, J. G. (1971). Spatial-frequency channels in human vision. *Journal of the Optical Society of America*, 61, 1176– 86.
- Sand, A., Schmidt, T. M., & Kofuji, P. (2012). Diverse types of ganglion cell photoreceptors in the mammalian retina. *Progress in Retinal and Eye Research*, 31(4), 287 – 302. doi: 10.1016/j.preteyeres.2012.03.003
- Santos, N. A., & Simas, M. L. B. (2001). Função de sensibilidade ao contraste: Indicador da percepção visual da forma e da resolução espacial. *Psicologia: Reflexão & Crítica*, 14(3), 589 - 597. doi:10.1590/S0102-79722001000300014
- Sengupta, A., Baba, K., Mazzoni, F., Pozdeyev, N. V., Strettoi, E., Luvone, P. M., & Tosini, G. (2011). Localization of Melatonin Receptor 1 in Mouse Retina and Its Role in the Circadian Regulation of the Electroretinogram and Dopamine Levels, *PLOSone*, 6(9), 1-6.

- Schade, O.H. (1956). Optical and photoelectric analog of the eye. *Journal of Optical Society of America*, 46, 721-738.
- Schefrin, B. E., Tregear, S. J., Harvey Jr, L. O., & Werner, J. S. (1999). Senescent changes in scotopic contrast sensitivity. *Vision Research*, 22, 3728-3736. doi: 10.1999.11153.006
- Schibler, U. (2005). The daily rhythms of genes, cells and organs. *EMBO reports*, 6, 9 – 13. doi: 10.1038/sj.embor.7400424
- Schiffman, H. R. (2005). *Sensação e Percepção*. (5ª Ed.). Rio de Janeiro: LTC
- Schmidt, T. M., Chen, S-K., & Hattar, S. (2011). Intrinsically photosensitive retinal ganglion cells: many subtypes, diverse functions. *Trends in Neurosciences*, 34(11), 572 – 580. doi: 10.1016/j.tins.2011.07.001
- Sekuler, R. (1974). Spatial vision. *Annual Review of Psychology*, 25, 195-232.
- Sexton, T., Buhr, E., & Van Gelder, R. N. (2012). Melanopsin and mechanisms of non-visual ocular photoreception. *Journal Biology Chemical*, 287(3), 1649-1656. doi: 10.1074/jbc.R111.301226
- Silver, R., & LeSauter, J. (2008). Circadian and Homeostatic Factors in Arousal. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129, 263-274.
- Smith, V. C., & Pokorny, J. (1996). The Design and Use of a Cone Chromaticity Space: A Tutorial. *Visual Science*, 21, 375 – 383. doi: 10.1002/(SICI)1520-6378(199610)21
- Solessio, E., Scheraga, D., Engbretson, G. A., Knox, B. E., & Barlow, R. B. (2004). Circadian modulation of temporal properties of the rod pathway in larval *Xenopus*. *Journal Neurophysiology*, 92(5), 2672 – 2684. doi: 10.1152/jn.00344.2004

- Solomon, S. G., & Lennie, P. (2007). The machinery of colour vision. *Nature*, 8, 276 – 286.
doi:10.1038/nrn2094
- Sousa, G. S., Gomes, B. D., & Silveira, L. C. L. (2011). Comparative neurophysiology of spatial luminance contrast sensitivity. *Psychology & Neuroscience*, 4, 1, 29 – 48. doi: 10.3922/j.psns.2011.1.005
- Souza, G. S., Lacerda, E. M. C. B., Silveira, V. A., Araújo, C. S., & Silveira, L. C. L. (2013). A visão através dos contrastes. *Estudos Avançados*, 27(77), 45 – 59. 10.1590/S0103-40142013000100005
- Souza, G. S., Malone, F. L., Crawford, T. L., Miquilini, L., Salomão, R. C., Guimarães, D. L., ...&Silveira, L. C. (2014). Low number of luminance levels in the luminance noise increases color discrimination threshold estimated with pseudoisochromatic stimuli. *Frontiers in Psychology*, 5(1291), 1 – 7. doi: 10.3389/fpsyg.2014.01291
- Souza, J. C., I. C., Sousa, A. S., Besílio, & C. V. M. Azevedo (2012). Sleep habits, daytime sleepiness and sleep quality of high school teachers, *Psychology & Neuroscience*, 5, 2, 257 – 263. doi:10.3922/j.psns.2012.2.17
- Stockman, A., & Brainard, D. H. (2010). *Color vision mechanisms*. In: Bass M, editor. the OSA Handbook of Optics. 3rd edition. New York: McGraw-Hill.
- Struck, L. K., Rodnitzky, R. L., & Dobson, J. K. (1990). Circadian fluctuations of contrast sensitivity in Parkinson's disease. *Neurology*, 40(3), 467-470.
- Taillard, J., Philip, P., Costa, O., Sagaspe, P., & Bioulac, B. (2003). The circadian and homeostatic modulation of sleep pressure during wakefulness differs between morning and evening chronotypes. *Journal Sleep Research*, 12, 275-282.

- Tassi, P., & Pins, D. (1997). Diurnal rhythmicity for visual sensitivity in humans? *Chronobiology International*, 14, 35-48. doi: 10.3109/07420529709040540
- Tassi, P., Pellerin, N., Moessinger, M., Hoeft, A., & Muzet, A. (2000). Visual resolution in humans fluctuates over the 24h period. *Chronobiology international*, 17(2), 187-195. doi:10.1081/CBI-100101042
- Thut, G., Miniussi C., & Gross J. (2012). The functional importance of rhythmic activity in the brain. *Current Biology*, 22, 658 – 663. doi: 10.1016/j.cub.2012.06.061
- Tomatoni, B. M., & Oda, G. A. (2012). Diurnos ou Noturnos? Discutindo padrões temporais de atividade. *Revista da Biologia*, 9(3): 1 – 6. doi: 10.7594/revbio.09.03.01
- Tosini, G. (2000). Melatonin circadian rhythm in the retina of mammals, *Chronobiology International*, 17(5), 599–612.
- Tosini, G., Pozdeyev, N., Sakamoto, K., & Luvone, P. M. (2008). The Circadian Clock System in the Mammalian Retina. *Bioessays*, 30(7), 624-633.
- Valdez, P., Ramírez, C., & Garcia, A. (1996). Delaying and extending sleep during weekends: sleep recovery or circadian effect? *Chronobiology International*, 13, 191-198.
- Van Der Veen DR, Archer SN (2010). Light-dependent behavioral phenotypes in *PER3*-deficient mice. *Journal Biology Rhythms*, 25(1), 3-8. doi: 10.1177/0748730409356680
- Van Dongen, H. P. A., & Dinges, D. F. (2003). Investigating the interaction between the homeostatic and circadian processes of sleep–wake regulation for the prediction of waking neurobehavioural performance. *Journal Sleep Research*, 12, 181-187.
- Ventura, D. F., Simões, A. L., Tomaz, S., Costa, M. F., Lago, M., Costa, M. T. V., ...& Silveira, L.C.L. (2005). Colour vision and contrast sensitivity losses of mercury

- intoxicated industry workers in Brazil. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 19, 523–529.
- Viola, A. U., Archer, S. N., James, L. M., Groeger, J. A., Lo, J. C., Skene, D. J., von Schantz, M., & Dijk, D. J. (2007). Per3 polymorphism predicts sleep structure and waking performance. *Current Biology*, 17(7), 613-618. doi:10.1016/j.cub.2007.01.073
- Vitaterna, M. H., Takahashi, J. S., & Turek, F. W. (2001). Overview of circadian rhythms. *Alcohol Research Health*, 25(2), 85 – 93.
- Walmsley, L., Hanna, L., Mouland, J., Martial, F., West, A., Smedley, A. R.,... & Brown, T. M. (2015). Colour As a Signal for Entraining the Mammalian Circadian Clock. *PLOS Biology*, 1 – 20. doi:10.1371/journal.pbio.1002127
- Wassle, H. (2004). Parallel processing in the mammalian retina. *Nature Review Neuroscience*, 5(10), 747-757. doi:10.1038/nrn1497
- Waterhouse, J., Minors, D., Atkinson, G., & Benton, D. (1997). Chronobiology and meal times: internal and external factors. *British Journal of Nutrition*, 1, 29 – 38. doi:10.1079/BJN19970102
- Wever, R. A. (1989). Light effects on human circadian rhythms: A review of recent Andechs experiments. *Journal of Biological Rhythms*, 4(2), 161-185. doi:10.1177/074873048900400206
- Wyzecki, G. & Stiles, W. S. (1982). Color science (2^o edição). New York: Wiley.
- Yamamoto, K., Furuya, I., & Watanabe, S. (2001). Near-field acuity in Japanese jungle crows (*Corvus macrorhynchos*). *Physiology and Behavior*, 72, 283-286.
- Zylka, M. J., Shearman, L. P., Weaver, D. R., & Reppert, S. M. (1998). Three period homologs in mammals: differential light responses in the suprachiasmatic circadian

clock and oscillating transcripts outside of brain. *Neuron*, 20(6), 1103-1110. doi: 10.1016/S0896-6273(00)80492-4

ANEXOS

ANEXO 1. Certidão do comitê de ética

ANEXO 2. Índices de qualidade do sono de Pittsburgh (PSQI);

ANEXO 3. Questionários de Saúde e Sono;

ANEXO 4. Diário do Sono;

ANEXO 5. Escala de Sonolência de Karolinska.

ANEXO 6. Questionário de Matutividade e Vespertinidade de Horne e Osterg.

ANEXO 1. Certidão do comitê de ética

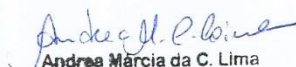


UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

CERTIDÃO

Certifico que o Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal da Paraíba – CEP/CCS aprovou por unanimidade na 6ª Reunião realizada no dia 30/06/2014, o Projeto de pesquisa intitulado: **“CRONOBIOLOGIA E PERCEPÇÃO VISUAL: AVALIAÇÃO DE FUNÇÕES SENSORIAIS E COGNITIVAS EM UM RITMO DIÁRIO”** do Pesquisador Michael Jackson Oliveira de Andrade. Protocolo 0284/14. CAAE: 31506214.6.0000.5188.

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


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

ANEXO 3. Índices de qualidade do sono de Pittsburgh (PSQI)



Universidade Federal da Paraíba
 Centro de Ciências Humanas e Artes
 Programa de Pós-graduação em Psicologia Social
 Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC)

Nome: Sexo: M F Idade _____
 Curso: _____ Período: _____
 Local de entrevista: Data da entrevista ____/____/____

Instruções:

As questões a seguir são referentes aos hábitos de sono **apenas durante o mês passado**. Suas respostas devem indicar o mais corretamente possível o que aconteceu na maioria dos dias e noites do mês passado. Por favor, responda a todas as questões.

1. Durante o mês passado, à que horas você foi deitar à noite na maioria das vezes?

HORÁRIO DE DEITAR: _____

- () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana
 () três vezes por semana ou mais

2. Durante o mês passado, quanto tempo (em minuto) você demorou para pegar no sono, na maioria das vezes?

QUANTOS MINUTOS DEMOROU PARA PEGAR NO SONO:

- d) Ter dificuldade para respirar
 () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana
 () três vezes por semana ou mais

3. Durante o mês passado, a que horas você acordou de manhã, na maioria das vezes?

HORÁRIO DE ACORDAR: _____

- e) Tossir ou roncar muito alto
 () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana
 () três vezes por semana ou mais

4. Durante o mês passado, quantas horas de sono por noite você dormiu? (pode ser diferente do número de horas que você ficou na cama)

HORAS DE SONO POR NOITE: _____

- f) Sentir muito frio
 () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana
 () três vezes por semana ou mais

Para cada uma das questões seguinte escolha uma única resposta, que você ache mais correta. Por favor, responda a todas as questões.

5. Durante o mês passado, quantas vezes você teve problemas para dormir por causa de:

a) Demorar mais de 30 minutos para pegar no sono

- () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana
 () três vezes por semana ou mais

- g) Sentir muito calor
 () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana
 () três vezes por semana ou mais

b) Acordar no meio da noite ou de manhã muito cedo

- () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana
 () três vezes por semana ou mais

- h) Ter sonhos ruins ou pesadelos
 () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana
 () três vezes por semana ou mais

c) Levantar-se para ir ao banheiro

- i) Sentir dores
 () nenhuma vez
 () menos de uma vez por semana
 () uma ou duas vezes por semana

- () três vezes por semana ou mais

k) Outra razão, por favor, descreva: _____

Quantas vezes você teve problemas para dormir por esta razão durante o mês passado?

- ☐)nenhuma vez
- ☐)menos de uma vez por semana
- ☐)uma ou duas vezes por semana
- ☐)três vezes por semana ou mais

6.Durante o mês passado, como você classificaria a qualidade do seu sono?

- ☐)Muito boa
- ☐)ruim
- ☐)Boa
- ☐)muito ruim

7.Durante o mês passado, você tomou algum remédio para dormir, receitado pelo médico, ou indicado por outra pessoa (farmacêutico, amigo, familiar) ou mesmo por sua conta?

- ☐)nenhuma vez
 - ☐)menos de uma vez por semana
 - ☐)uma ou duas vezes por semana
 - ☐)três vezes por semana ou mais
- Qual(is)?

8.Durante o mês passado, se você teve problemas para ficar acordado enquanto estava dirigindo, fazendo suas refeições ou participando de qualquer outra atividade social, quantas vezes isso aconteceu?

- ☐)nenhuma vez
- ☐)menos de uma vez por semana
- ☐)uma ou duas vezes por semana
- ☐)três vezes por semana ou mais

9.Durante o mês passado, você sentiu indisposição ou falta de entusiasmo para realizar suas atividades diárias?

- ☐)Nenhuma indisposição nem falta de entusiasmo
- ☐)indisposição e falta de entusiasmo pequenas
- ☐)Indisposição e falta de entusiasmo moderadas
- ☐) muita indisposição e falta de entusiasmo

Comentários do entrevistado (se houver)

10.Você cochila?

- ☐) Não
- ☐) Sim

Comentário do entrevistado (se houver)

Caso Sim –Você cochila intencionalmente, ou seja, pôr que quer?

- ☐) Não
- ☐) Sim

Comentários do entrevistado (se houver)

Para você, cochilar é

- ☐)Um prazer
- ☐)Uma necessidade
- ☐)Outro – qual?

Comentários do entrevistado (se houver).

d	5ª feira		Das		horas		minutos	às		horas		minutos
e	6ª feira		Das		horas		minutos	às		horas		minutos
f	Sábado		Das		horas		minutos	às		horas		minutos
g	Domingo		Das		horas		minutos	às		horas		minutos

11. Marque um "x" no grau de escolaridade do chefe de família (considere o chefe de família aquele(a) que mais contribui com a renda familiar):

a	Não alfabetizado	☐
b	Estudou até	☐
c	Estudou até	☐
d	Estudou até	☐
e	Completo o Ensino Superior	☐

série do Ensino Fundamental (1ª a 8ª série do ginásio)

série do Ensino Médio (1ª a 3ª série do colegial)

ano do Ensino Superior (Universidade/Faculdade)

12. Na sua opinião essas frases estão corretas? Marque "V" (verdadeira) ou "F" (falsa).

a	Tomar um copo de leite com chocolate antes de dormir ajuda a pegar no sono.	☐
b	Todos os adultos devem dormir cerca de 8 horas por noite.	☐
c	Comer muito antes de dormir nos faz acordar por muitas vezes durante a noite.	☐
d	Nosso coração bate mais devagar quando dormimos.	☐
e	Somos mais produtivos quando acordamos cedo.	☐
f	Atividade física intensa antes de dormir nos faz adormecer mais facilmente.	☐
g	Crianças dormem mais que adolescentes.	☐
h	Dormir quinze minutos depois do almoço, nos deixa mais alerta durante a tarde.	☐
i	A qualidade do sono é a mesma, independente do horário que vamos dormir.	☐
j	Ingerir bebida alcoólica à noite nos deixa com o sono mais leve.	☐
k	Dormir pouco nos torna mais irritadiços e agressivos.	☐
l	Temos a capacidade de dormir a qualquer horário do dia e da noite.	☐
m	Dormir pouco diminui a nossa capacidade de manter a concentração.	☐
n	"Desligamos" o nosso cérebro quando dormimos.	☐
o	Ficar sem dormir por muitos dias nos faz adoecer.	☐
p	Dormir e acordar em horários diferentes a cada dia nos torna sonolentos.	☐
q	Podemos guardar mais informações quando passamos a noite estudando.	☐
r	Podemos compensar o sono perdido dormindo mais na noite seguinte.	☐
s	Expor-se à luz a noite não interfere no horário de dormir	☐

13. Como é sua frequência na escola/faculdade (marque apenas **uma** alternativa)

a	Nunca ou raramente falto às aulas.	☐
b	Falto às aulas cerca de uma vez por mês.	☐
c	Falto às aulas cerca de uma vez por semana.	☐
d	Falto às aulas mais de uma vez por semana.	☐

14. Avalie o seu desempenho escolar: (Faça um risco vertical na reta abaixo)

Muito ruim _____ Muito bom

15. Na hora de dormir ou até duas horas antes de dormir, você costuma:

a	Fumar.	☐
b	Tomar café.	☐
c	Tomar chá (preto ou mate).	☐
d	Tomar refrigerante do tipo cola (ex : coca-cola) e guaraná.	☐
e	Tomar bebidas alcólicas.	☐
f	Tomar mais de 2 copos de água ou outro tipo de líquido	☐
g	Nenhuma das alternativas anteriores.	☐

16. Quando você está com fome antes de dormir, você costuma:

- | | | |
|---|---------------------------|--|
| a | Tomar um copo de leite | |
| b | Fazer uma refeição leve | |
| c | Fazer uma refeição pesada | |
| d | Dormir com fome | |

17. Considerando o último mês você:

17.1 Apresentou algum problema de saúde?

- | | | | |
|---|-----|--|--|
| a | Não | | |
| b | Sim | Qual? <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | |
| | | | |

17.2 Quantas vezes esse problema ocorreu ?

- | | | |
|---|------------------------------|--|
| a | Menos de uma vez por semana. | |
| b | De 2 a 3 vezes por semana. | |
| c | De 4 a 5 vezes por semana. | |
| d | Todos os dias. | |

18. Você pratica atividade física (ex: caminhadas, musculação, basquete, etc.)?

- | | | | |
|---|--------------------------|---|--|
| a | Não | | |
| b | Sim | Qual? <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> Com que frequência? <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table> | |
| | | | |
| | | | |
| a | Diariamente. | | |
| b | Várias vezes por semana. | | |
| c | Uma vez por semana. | | |
| d | Ocasionalmente. | | |

19. Qual o horário mais freqüente em que você realiza esta atividade física?

Das

--	--

 horas

--	--

 minutos às

--	--

 horas

--	--

 minutos

20. Se você faz algum curso fora da escola/faculdade, marque os dias e os horários das aulas.

- | | | | | | | |
|---|---------------|--|--|--|--|--|
| a | Segunda-feira | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> às <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| b | Terça-feira | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> às <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| c | Quarta-feira | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> às <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| d | Quinta-feira | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> às <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| e | Sexta-feira | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> às <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| f | sábado | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> às <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| g | Domingo | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> às <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

21. Considerando o último mês, qual foi o seu horário habitual de dormir? (considere o horário que você adormece)

- | | | | | | | |
|---|--------------------------------|---|--|--|--|--|
| a | De segunda a quinta feira. | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> : <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| b | De sexta feira para sábado. | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> : <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| c | De sábado para domingo. | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> : <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| d | De domingo para segunda feira. | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> : <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

22. Por que você foi dormir nesses horários?

- | | Durante a semana | Finais de semana | | |
|---|------------------------------------|--|--|--|
| a | Porque fiquei assistindo TV. | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | |
| | | | | |
| b | Porque fiquei usando o computador. | <table border="1" style="display: inline-table; vertical-align: middle;"><tr><td></td><td></td></tr></table> | | |
| | | | | |

c	Porque fiquei estudando.	☐	☐
d	Por causa do trabalho.	☐	☐
e	Por causa dos afazeres domésticos.	☐	☐
f	Porque senti sono.	☐	☐
g	Porque meus pais determinaram o horário.	☐	☐
h	Por causa das "baladas".	☐	☐
i	Nenhuma das alternativas anteriores.	☐	☐
	Qual?	☐	☐

23. Considerando o seu hábito no último mês, em que horário você acordou?

a	De segunda a sexta feira.	☐	:	☐
b	Aos sábados.	☐	:	☐
c	Aos domingos.	☐	:	☐

24. Por que você acordou nesses horários?

		Durante a semana	Finais de semana
a	Por causa do horário da escola/faculdade.	☐	☐
b	Por causa de atividades físicas/esportivas.	☐	☐
c	Para estudar.	☐	☐
d	Por causa do trabalho.	☐	☐
e	Por causa dos afazeres domésticos.	☐	☐
f	Porque não senti mais sono.	☐	☐
g	Para viajar.	☐	☐
h	Para participar de atividades religiosas.	☐	☐
i	Para passear ou ir ao clube/parque.	☐	☐
j	Nenhuma das alternativas anteriores.	☐	☐
	Qual?	☐	☐

25. De que forma você acorda pela manhã? (marque apenas **uma** alternativa para os dias de semana e uma alternativa para os finais de semana)

		Durante a semana	Finais de semana
a	Com despertador	☐	☐
b	Alguém de chama	☐	☐
c	Eu acordo sozinho	☐	☐

26. É difícil para você acordar pela manhã? (marque apenas **uma** alternativa para os dias de semana e uma alternativa para os finais de semana)

		Durante a semana	Finais de semana
a	Muito difícil	☐	☐
b	Um pouco difícil	☐	☐
c	fácil	☐	☐

27. Como é a qualidade do seu sono durante a noite? (Faça um risco vertical na reta abaixo):

27.1 A qualidade do meu sono nos **dias de semana** é:

31. Você gostaria de mudar algum aspecto do seu hábito de sono?

	Durante a semana	Finais de semana
a Dormir mais cedo.	☐	☐
b Dormir mais tarde.	☐	☐
c Acordar mais cedo.	☐	☐
d Acordar mais tarde.	☐	☐
e Dormir por mais tempo.	☐	☐
f Dormir por menos tempo.	☐	☐
g Não mudaria nada.	☐	☐

32. Você dorme por: (Faça um risco vertical na reta abaixo)

Prazer _____ Necessidade

33. É comum acontecer com você :

	Durante a semana	Finais de semana
a Ir para cama e ficar fazendo coisas que lhe mantêm acordado (assistir TV, ler, jogar vídeo game, falar ao telefone)	☐	☐
b Ao deitar, não conseguir dormir pensando nas coisas a fazer	☐	☐
c Ao deitar, ficar lembrando os eventos do dia	☐	☐
d Olhar as horas no relógio várias vezes por noite	☐	☐
e Usar a cama para outras coisas (falar ao telefone, fazer as tarefas da escola, ver TV, jogar vídeo game)	☐	☐
f Não conseguir dormir e ficar na cama por mais de 1h	☐	☐
g Fazer uso de medicamentos para conseguir dormir	☐	☐
h Acordar e ficar na cama por mais de 30 minutos	☐	☐

34. Você costuma se sentir sonolento durante o dia? (marque apenas **uma** alternativa para os dias de semana e uma alternativa para os finais de semana)

	Durante a semana	Finais de semana
a Não.	☐	☐
b Sim, das 08 às 10 horas.	☐	☐
c Sim, das 10 às 12 horas.	☐	☐
d Sim, das 12 às 14 horas.	☐	☐
e Sim, das 14 às 16 horas.	☐	☐
f Sim, das 16 às 18 horas.	☐	☐
g Sim, das 18 às 20 horas.	☐	☐

35. Você costuma dormir ou cochilar durante o dia? (marque apenas **uma** alternativa)

a Nunca ou raramente.	☐
b Mais de uma vez por mês.	☐
c Mais de uma vez por semana.	☐
d Todos os dias.	☐

36. Se você cochila, marque o horário que costuma cochilar?

	Durante a semana	Finais de semana
a Não	☐	☐
b Sim	☐ De _____ às _____	☐ De _____ às _____

37. Que meio de transporte você usa para ir para a escola todos os dias ?

Carro ☐ ônibus ☐ a pé ☐ outros ☐ Quais? _____

38. Quanto tempo você leva para ir da sua casa até a escola ?

Eu levo aproximadamente _____.

39. Você gostaria de saber alguma informação a respeito do sono? Qual?

ANEXO 5. Diário do Sono;

Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Artes
Departamento de Psicologia
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC)

Dia: 1º

Data: ____/____/201__ Hora: _____

1. A que horas você foi deitar ontem? _____
 2. Você lembra de ter acordado e dormido de novo?
 - a) Sim () Quantas vezes ? _____
 - b) Não ()
 - c) Não me lembro ()
 3. A que horas você acordou hoje? _____
 4. Como você foi acordado?
 - a) Pelo despertador () b) Alguém me chamou () c) Sozinho ()
 5. Você cochilou durante o dia de hoje?
 - a) Não ()
 - b) Sim () Quantas vezes ? _____
- Hora que cochilou Hora que acordou

ANEXO 6. Escala de Sonolência de Karolinska.

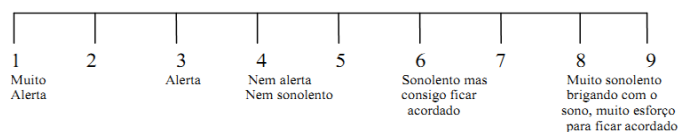
Universidade Federal da Paraíba
 Centro de Ciências Humanas e Artes
 Departamento de Psicologia
 Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC)

Para a pergunta seguinte **indique como se sente neste exato momento**, colocando um “x” onde lhe parecer mais adequado:

Dia: 1º

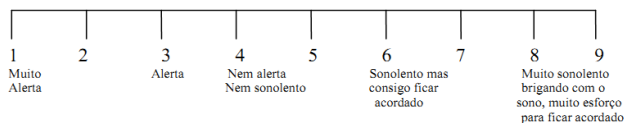
Horário de preenchimento: 09h00min

Como você está se sentindo agora?



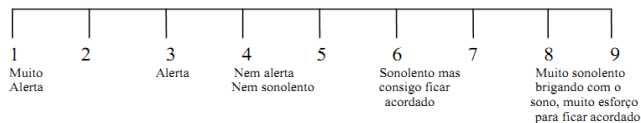
Horário de preenchimento: 13h00min

Como você está se sentindo agora?



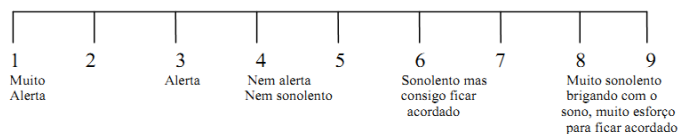
Horário de preenchimento: 17h00min

Como você está se sentindo agora?



Horário de preenchimento: 21h00min

Como você está se sentindo agora?



ANEXO 7. Questionário de Matutividade e Vespertividade de Horne e Osterg.



Universidade Federal da Paraíba
 Centro de Ciências Humanas e Artes
 Programa de Pós-graduação em Psicologia Social
 Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC)

INSTRUÇÕES:

1. Leia com atenção cada questão antes de responder.
2. Responda a todas as questões.
3. Para cada questão coloque apenas uma resposta.
4. Responda a cada questão com toda a honestidade possível. Suas respostas e os resultados são confidenciais.

Traduzido e adaptado de HORNE, J.A.; OSTBERG, O. A self-assessment questionnaire to determine morningness-eveningness in human circadian rhythms. *International Journal of Chronobiology*, v.4, p. 97-110, 1976).

- | | |
|---|--|
| <p>1. Considerando apenas o seu bem-estar pessoal e com liberdade total de planejar seu dia, a que horas você se levantaria?</p> <p>a) 05h00 – 06h30
 b) 06h30 – 07h45
 c) 07h45 – 09h45
 d) 09h45 – 11h00
 e) 11h00 – 12h00</p> <p>2. Considerando apenas seu bem-estar pessoal e com liberdade total de planejar sua noite, a que horas você se deitaria?</p> <p>a) 20h00 – 21h00
 b) 21h00 – 22h15
 c) 22h15 – 24h30
 d) 24h30 – 01h45
 e) 01h45 – 03h00</p> <p>3. Até que ponto você depende do despertador para acordar de manhã?</p> <p>a) nada dependente
 b) não muito dependente
 c) razoavelmente dependente
 d) muito dependente</p> <p>4. Você acha fácil acordar de manhã?</p> <p>a) nada fácil
 b) não muito fácil
 c) razoavelmente fácil
 d) muito fácil</p> <p>5. Você se sente alerta durante a primeira meia hora depois de acordar?</p> | <p>a) nada alerta
 b) não muito alerta
 c) razoavelmente alerta
 d) muito alerta</p> <p>6. Como é o seu apetite durante a primeira meia hora depois de acordar?</p> <p>a) muito ruim
 b) não muito ruim
 c) razoavelmente bom
 d) muito bom</p> <p>7. Durante a primeira meia hora depois de acordar você se sente cansado?</p> <p>a) muito cansado
 b) não muito cansado
 c) razoavelmente em forma
 d) em plena forma</p> <p>8. Se você não tem compromisso no dia seguinte e comparando com sua hora habitual, a que horas você gostaria de ir deitar?</p> <p>a) nunca mais tarde
 b) menos que uma hora mais tarde
 c) entre uma e duas horas mais tarde
 d) mais do que duas horas mais tarde</p> <p>9. Você decidiu fazer exercícios físicos. Um amigo sugeriu o horário das 07h00 às 08h00 da manhã, duas vezes por semana. Considerando apenas seu bem-estar pessoal, o que você acha de fazer exercícios nesse horário?</p> |
|---|--|

- a) estaria em boa forma
- b) estaria razoavelmente em forma
- c) acharia isso difícil
- d) acharia isso muito difícil

10. A que horas da noite você se sente cansado e com vontade de dormir?

- a) 20h00 – 21h00
- b) 21h00 – 22h15
- c) 22h15 – 00h45
- d) 00h45 – 02h00
- e) 02h00 – 03h00

11. Você quer estar no máximo de sua forma para fazer um teste que dura duas horas e que você sabe que é mentalmente cansativo. Considerando apenas o seu bem-estar pessoal, qual desses horários você escolheria para fazer esse teste?

- a) das 08:00 às 10:00
- b) das 11:00 às 13:00
- c) das 15:00 às 17:00
- d) das 19:00 às 21:00

12. Se você fosse deitar às 23:00 horas em que nível de cansaço você se sentiria?

- a) nada cansado
- b) um pouco cansado
- c) razoavelmente cansado
- d) muito cansado

13. Por alguma razão você foi dormir várias horas mais tarde do que é seu costume. Se no dia seguinte você não tiver hora certa para acordar, o que aconteceria com você?

- a) acordaria na hora normal sem sono
- b) acordaria na hora normal, com sono
- c) acordaria na hora normal e dormiria novamente
- d) acordaria mais tarde do que seu costume

14. Se você tiver que ficar acordado das 04:00 às 06:00 horas para realizar uma tarefa e não tiver compromissos no dia seguinte, o que você faria?

- a) Só dormiria depois de fazer a tarefa
- b) Tiraria uma soneca antes da tarefa e dormiria depois
- c) Dormiria bastante antes e tiraria uma soneca depois
- d) Só dormiria antes de fazer a tarefa

15. Se você tiver que fazer duas horas de exercício físico pesado e considerando apenas o seu bem-estar pessoal, qual destes horários você escolheria?

- a) das 08:00 às 10:00
- b) das 11:00 às 13:00
- c) das 15:00 às 17:00
- d) das 19:00 às 21:00

16. Você decidiu fazer exercícios físicos. Um amigo sugeriu o horário das 22:00 às 23:00 horas, duas vezes por semana. Considerando apenas o seu bem-estar pessoal o que você acha de fazer exercícios nesse horário?

- a) estaria em boa forma
- b) estaria razoavelmente em forma
- c) acharia isso difícil
- d) acharia isso muito difícil

17. Suponha que você possa escolher o seu próprio horário de trabalho e que você deva trabalhar cinco horas seguidas por dia. Imagine que seja um serviço interessante e que você ganhe por produção. Qual o horário que você escolheria? (Marque a hora do início)

00:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	9:00	10:00	11:00
12:00	13:00	14:00	15:00	16:00	17:00	18:00	19:00	20:00	21:00	22:00	23:00

18. A que hora do dia você atinge seu melhor momento de bem-estar?

- a) 24h00 – 05h00
- b) 05h00 – 08h00
- c) 08h00 – 10h00
- d) 10h00 – 17h00
- e) 17h00 – 22h00
- f) 22h00 – 24h00

19. Fala-se em pessoas matutinas e vespertinas (as primeiras gostam de acordar cedo e dormir cedo, as segundas de acordar tarde e dormir tarde). Com qual desses tipos você se identifica?

- a) tipo matutino
- b) mais matutino que vespertino
- c) mais vespertino que matutino
- d) tipo vespertino

APÊNDICES

Apêndice A. Termo de consentimento livre e esclarecido.

Apêndice B. Escores de sensibilidade visual acromática de acordo com as frequências espaciais e os grupos de cronotipo.

Apêndice C. Escores de Sensibilidade visual cromática para os protocolos trivector e elipse e Índice de confusão de cores de acordo com o grupo de cronotipo.

APÊNDICE A. Termo de consentimento livre e esclarecido.



Universidade Federal da Paraíba
Centro de Ciências Humanas e Artes
Programa de Pós-graduação em Psicologia Social
Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (LPNeC)

Título: *Cronobiologia e Percepção Visual: Avaliação de funções sensoriais e cognitivas em um ritmo diário*

Pesquisador: Michael Jackson Oliveira de Andrade

Email: m.jackson_20@yahoo.com.br

Telefones: (83) 3216 7006 (Departamento de Psicologia) / (83) 99429157 (Celular)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Nosso laboratório estuda sobre a percepção visual da forma em humanos. O estudo da percepção visual está relacionado à como o sistema visual detecta e reconhece objetos ou imagens. Este estudo não lhe trará nenhum risco, pois se trata apenas de uma avaliação comportamental e poderá: (1) ajudar pessoas com problemas na visão, permitindo entender as alterações comportamentais ocorridas no sistema visual; e (2) ajudar no diagnóstico, tratamento e criação de novos testes para identificar novas doenças visuais.

A pesquisa será realizada em laboratório experimental e constitui-se em três etapas: inicialmente você será submetido a uma entrevista que tem como finalidade detectar possíveis alterações na relação entre saúde e sono. Na segunda parte, serão realizados teste de monitoramento do ciclo sono/vigília e acuidade visual. A terceira etapa é caracterizada pela avaliação da percepção visual de estímulos quadriculares e circulares em padrões de brilho e cor. Com base nos resultados da primeira etapa, possivelmente você participará de toda a pesquisa. Dessa forma, solicitamos sua colaboração, pois será de extrema importância para que possamos apresentar os resultados dos testes visuais em eventos da área da saúde e publicar em revista científica, colaborando diretamente com o desenvolvimento desta e de outras pesquisas.

Esclarecemos que sua participação no estudo é voluntária, isto implica que não receberá nenhum tipo de pagamento, portanto, o senhor (a) não é obrigado (a) a fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelo pesquisador. Caso decida não participar do estudo, ou resolver a qualquer momento desistir, a qualquer

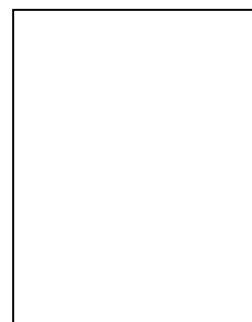
momento poderá fazê-lo. Os pesquisadores estarão a sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário em qualquer etapa da pesquisa.

Diante do exposto, declaro que fui devidamente esclarecido sobre a pesquisa em questão e concordo participar de todos os testes que serão realizados no Laboratório de Percepção, Neurociências e Comportamento (UFPB). Estou ciente que receberei uma cópia desse documento.

(Participante da Pesquisa)

(Testemunha)

(Responsável pela pesquisa)



João Pessoa, ____ de _____ de 2014

Apêndice B. Escores de sensibilidade visual acromática de acordo com as frequências espaciais e os grupos de cronotipo.

Período/ Cronotipo	Frequências espaciais (cpg)							
	0.2	0.6	1.0	3.1	6.1	8.8	13.2	15.6
9h								
MM	130,39 (19,1)	207,94 (36,4)	318,40 (108,0)	442,77 (137,1)	332,62 (172,0)	147,81 (59,2)	52,86 (19,5)	33,75 (15,1)
I	123,66 (26,5)	209,79 (4,53)	315,15 (30,8)	370,93 (26,1)	242,39 (102,5)	146,81 (93,7)	60,73 (18,0)	31,09 (5,9)
MV	143,16 (35,7)	278,86 (15,4)	356,62 (53,9)	543,93 (140,1)	341,68 (97,2)	211,46 (59,1)	70,88 (19,4)	36,25 (8,7)
13h								
MM	122,99 (14,2)	203,05 (17,6)	269,36 (45,1)	414,57 (135,3)	278,66 (87,4)	130,30 (34,8)	40,00 (18,1)	42,46 (17,1)
I	108,54 (32,8)	227,97 (60,2)	287,11 (80,5)	358,01 (172,3)	285,84 (135,0)	160,36 (65,6)	63,61 (27,3)	34,74 (13,4)
MV	128,91 (14,8)	246,78 (59,9)	306,28 (61,5)	510,58 (159,9)	355,55 (99,7)	169,55 (42,2)	58,58 (14,7)	38,54 (2,4)
17h								
MM	114,73 (35,7)	208,29 (4,45)	355,90 (135,3)	431,63 (82,6)	267,55 (110,9)	243,25 (39,9)	57,08 (14,1)	39,94 (17,9)
I	126,65 (25,1)	216,83 (9,74)	309,79 (89,9)	491,98 (70,3)	300,20 (120,6)	159,12 (60,9)	62,31 (27,2)	33,65 (10,7)
MV	130,13 (32,9)	238,67 (12,8)	299,12 (34,4)	401,71 (30,1)	263,52 (33,7)	158,50 (26,0)	70,20 (24,0)	42,70 (5,6)
21h								
MM	99,93 (19,0)	218,94 (66,9)	314,17 (134,9)	372,05 (67,8)	211,10 (141,6)	118,68 (39,1)	50,28 (24,5)	28,94 (8,6)
I	113,68 (16,7)	284,18 (45,2)	300,21 (94,7)	532,43 (189,6)	266,78 (95,15)	138,14 (48,6)	51,41 (24,1)	35,91 (9,1)
MV	141,10 (26,4)	289,71 (105,6)	342,96 (64,6)	480,09 (91,6)	286,06 (62,7)	225,41 (26,8)	54,80 (13,8)	40,20 (7,1)

Nota: Cronotipo: Moderadamente Matutino (MM); Indiferente (I); Moderadamente Vespertino (MV). Ciclo por grau de ângulo visual (cpg).

Apêndice C. Escores de Sensibilidade visual cromática para os protocolos trivector e elipse e Índice de confusão de cores de acordo com o grupo de cronotipo.

Período/ Cronotipo		Cromaticidade					
		Trivector			Elipse		
		Protan	Deutan	Tritan	Protan	Deutan	Tritan
9h							
	MM	39,95 (12,8)	42,23 (12,1)	67,71 (17,3)	273,41 (56,7)	561,15 (45,8)	452,52 (128,8)
	I	36,35 (15,3)	37,72 (14,3)	49,10 (9,9)	232,93 (68,6)	458,73 (126,6)	457,07 (155,8)
	MV	34,40 (8,0)	33,05 (6,1)	56,95 (12,6)	283,72 (101,8)	456,42 (15,3)	326,67 (64,8)
13h							
	MM	36,83 (8,1)	36,30 (8,5)	59,67 (10,7)	346,00 (86,5)	683,92 (155,1)	597,80 (292,3)
	I	33,29 (4,3)	33,29 (4,3)	66,32 (23,4)	275,61 (70,1)	545,90 (184,9)	428,83 (129,9)
	MV	37,30 (5,9)	37,30 (5,9)	57,47 (6,5)	278,46 (100,3)	494,25 (172,2)	418,30 (60,9)
17h							
	MM	41,54 (11,9)	40,05 (5,9)	65,80 (26,5)	307,07 (59,7)	617,06 (113,0)	476,53 (107,7)
	I	31,73 (5,7)	36,03 (11,2)	50,18 (18,8)	375,05 (127,5)	501,45 (177,3)	607,40 (238,9)
	MV	36,01 (5,8)	33,53 (7,37)	56,78 (14,1)	295,10 (87,2)	578,27 (150,7)	403,84 (80,6)
21h							
	MM	45,08 (9,9)	33,59 (5,5)	60,48 (23,9)	305,85 (84,1)	651,05 (17,6)	454,58 (111,9)
	I	36,78 (12,0)	34,66 (7,1)	55,69 (16,7)	244,07 (68,3)	436,04 (128,0)	416,71 (150,1)
	MV	35,93 (5,0)	33,46 (6,1)	57,00 (8,3)	249,93 (56,5)	436,52 (60,2)	364,30 (60,4)
Índice de Confusão de Cores							
		Moderadamente Matutino		Indiferente		Moderadamente Vespertino	
		1,06 (0,11)		1,20 (0,12)		1,02 (0,31)	
Escore							

Nota: Cronotipo: Moderadamente Matutino (MM); Indiferente (I); Moderadamente Vespertino (MV).

