Adriana Medeiros Sales de Azevedo

**MAPEAMENTO ESPACIAL DA ATENÇÃO VISUAL
MOBILIZADA PELA VIA VISUAL VENTRAL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós- Graduação em Fisiologia Humana do Instituto de Ciências Biomédicas da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Fisiologia

Área de Concentração: Fisiologia Humana

Orientador: Prof. Dr. Ronald Dennis P. K. C. Ranvaud

**São Paulo
2009**

RESUMO

Azevedo AMS. Mapeamento da atenção visual mobilizada pela via visual ventral [Dissertação (Mestrado em Fisiologia Humana)]. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo; 2009.

A distribuição da atenção no campo visual foi descrita em termos de diversas metáforas, todas tendo em comum a anisotropia desta distribuição. O processamento da informação visual se dá por duas vias diferentes, a via Dorsal e a via Ventral. A primeira seleciona informações sobre localização e movimento de objetos, e é mobilizada, por exemplo, por tarefas de tempo de reação simples. A segunda seleciona, informações sobre o reconhecimento de forma e de cor de objetos, e é mobilizada, por exemplo, por tarefas de tempo de reação escolha. O presente estudo apresenta uma abordagem inovadora para a investigação da distribuição dos recursos atencionais em grandes áreas do campo visual. Em contraposição aos protocolos psicofísicos vigentes que amostram, repetidas vezes, poucos pontos no espaço, opta-se por amostrar muitos pontos na tela do computador cada um poucas vezes, obtendo-se uma amostragem de uma grande área do campo visual. A consequência disso é um detalhamento da distribuição dos recursos atencionais, gerando um mapa da distribuição da atenção em todo o campo visual amostrado. Foram realizados três experimentos que mobilizam a atenção voluntária: I. Experimento um: tarefa de TRS, mobilizando a via visual Dorsal. Os participantes foram instruídos a não atender nenhuma região particular da tela do computador, caracterizando uma situação de atenção difusa. II. Experimento dois: tarefa de TRE, mobilizando a via visual Ventral. Os participantes foram instruídos a escolher uma de duas respostas possíveis dependendo de qual estímulo for apresentado em dada tentativa. Os dois estímulos possíveis diferiam na cor (verde/vermelho), cada cor deveria ser respondida ao se pressionar um botão com o dedo apropriado (novamente em situação de atenção difusa). III. Foi proposta uma tarefa de TRE, sendo o participante instruído a focar sua atenção em duas molduras à 10° de excentricidade à direita e à esquerda da tela, caracterizando uma situação de atenção dividida. Os resultados demonstraram uma anisotropia da distribuição da atenção difusa, favorecendo-se o hemisfério inferior para a tarefa de TRS, o hemisfério superior para TRE, corroborando suposições evolutivas do desenvolvimento das vias visuais. Na situação de atenção dividida, houve clara evidência da presença de dois focos atencionais, fortalecendo a hipótese que é possível dividir atenção quando a via Ventral for mobilizada.

Palavras-chave: Psicofísica. Atenção Visual. Atenção Voluntária. Mapeamento Atencional. Vias Visuais. Via Visual Ventral. Tempo de Reação.

ABSTRACT

Azevedo AMS. Mapping the spatial visual attention mobilized by the ventral visual pathway [Master Thesis (Human Physiology)]. São Paulo: Instituto de Ciências Biomédicas, Universidade de São Paulo; 2009.

The distribution of the attention in the visual field has been described in terms of diverse metaphors which have in common the anisotropy of such distribution. The visual information processing is taken in two different ways, the Dorsal pathway and the Ventral pathway. The first one selects information about object localization and movement (a.k.a. "Where?" pathway). It is mobilized, for example, by Simple Reaction Time tasks (SRT). The second one selects information about the object shape and/or color recognition (a.k.a. "What?" pathway) and is mobilized, for example, by Choice Reaction Time tasks (CRT). The present study presents an innovative approach to investigate the attentional resources distribution in large visual field areas. Opposing to the current psychophysical protocol with which few points are sampled many times in the visual field, it is opted to a more points and few time presented sampling protocol (80 to 150 points), in which a larger mapping of the visual field is obtained. Such consequence is a better detailment of the attentional visual resources generating a map of the attention distribution in the whole sampled visual field. Three experiments of voluntary attention mobilization were made: I. Task 1: SRT, mobilizing the Dorsal pathway. The experimental subjects were instructed to do not attend any particular region of the computer screen, characterizing a diffuse attention paradigm. II. Task 2: CRT, mobilizing the Ventral pathway. The experimental subjects were instructed to choose one in two possible answers depending on the presented stimuli in a trial. The possible stimuli were green or red and each color should be answered by triggering a button with a predetermined instruction (index and medium finger) once again in a diffuse paradigm. III. Task 3: CRT, with the experimental subject being instructed to focus attention in two frames with 10° eccentricity right and left of the screen, characterizing a splitted attention paradigm. The results showed anisotropy in the diffuse attention distribution, in favor of the lower hemifield for SRT and superior hemifield for CRT, in accordance to the evolutive concerns on the development of the visual pathways. In the splitted attention paradigm clear evidence of the presence of two attentional focuses were obtained, contributing to the hypothesis of the possibility of attention splitting when the Ventral pathway is mobilized.

Key Words: Psychophysics. Visual Attention. Voluntary Attention Attentional Mapping. Visual Pathways. Ventral Visual Pathway. Reaction Time.

INTRODUÇÃO

Atenção Visual no espaço

A atenção visual é considerada um mecanismo neural pelo qual recursos de processamento visual são direcionados, de forma voluntária ou espontânea, privilegiando um determinado local ou objeto em detrimento de outros, vividos simultaneamente. O local ou objeto focados pela atenção têm um processamento nas áreas corticais visuais mais eficaz do que os não focados. Esse aumento no processamento é conhecido como modulação (Müller et al., 2003, Serences et al., 2004).

Alguns estudos consideraram que a modulação realizada pela atenção facilitava o processamento das informações de um objeto que se encontrava na região do campo visual para onde estava voltada a atenção. Isso se daria por meio do aumento da atividade nas áreas visuais correspondentes ao processamento da região no espaço onde se encontrava o objeto em foco (Müller et al., 2003). Para Serences et al. (2004), os outros objetos em regiões de não interesse tinham o processamento de suas informações diminuído nas áreas visuais correspondente. Portanto, a modulação da atenção ao mesmo tempo em que privilegiaria o processamento nas áreas visuais que se pretende atender, inibiria também o processamento daquelas não atendidas (Silver, Ress e Hegeer, 2007).

A atenção voluntária geralmente é mobilizada de maneira consciente e é utilizada em tarefas que exigem maior concentração e de maior complexidade para o indivíduo (Steinman e Steinman, 1998). Em contrapartida, a atenção automática pode ser desencadeada por um evento sensorial abrupto, sem que haja necessidade de um controle prévio e consciente (Ruz e Lupiañez, 2002), acontecendo um acionamento automático dos mecanismos atencionais. Acredita-se que o processo de modulação da atenção é diferente dependendo da tarefa a ser realizada, ou seja, é empregada mais atenção em tarefas mais complexas e menos atenção em tarefas menos complexas (Lupiañez et al., 2001).

Assim, visando descrever os modelos de atenção visual, ao longo dos anos a atenção visual tem sido descrita em termos de metáforas variadas, que serão descritas a seguir:

a) Holofote atencional (*spotlight*) (Posner, 1980), sugere que a atenção é espacialmente delimitada com um único foco e de tamanho fixo, sendo que apenas os objetos na região de cobertura deste holofote sejam eficientemente processados, por meio da facilitação deste processamento na área visual correspondente a área focada;

b) lentes zoom (*zoom lens*) (Eriksen e St. James, 1986), modelo com a proposta de que o foco atencional também é único, porém variável, se adaptando a demanda exigida pela tarefa realizada; e que teria uma distribuição uniforme dos recursos atencionais, ou seja, quanto maior a área atendida, menor seria a densidade de tal recurso;

c) gradiente atencional (LaBerge, 1995; Downing e Pinker, 1985), era sugerido que tanto o tamanho como a forma e densidade do foco atencional eram variáveis, sendo mais concentrados no seu centro e diminuídos na periferia;

d) modelo modificado de atenção visuoespacial (Kraft et al., 2005), sugere a possibilidade da divisão da atenção, sendo que cada hemisfério cerebral atua no controle de ambos os focos atencionais divididos;

e) chapéu mexicano (Kraft, 2005; Müller et al., 2003), sugere a divisão da densidade dos recursos atencionais em dois anéis, um mais central e de menor densidade e outro atendendo mais ao hemicampo inferior e periférico, com maior densidade;

f) multifocal (Cavanagh e Alvarez, 2005), que propõe a formação de vários focos atencionais independentes.

Todos os modelos citados buscaram definir uma forma básica de representação da atenção no campo visual, além disso, outras questões surgiram subsequente como a investigação da distribuição da densidade dos recursos atencionais recrutados (Gobell, Tseng e Sperling, 2004).

Estudos psicofísicos têm demonstrado anisotropia da atenção, ou seja, diferença na distribuição do foco da atenção visual nas direções horizontal e vertical (Rovamo e Virsu, 1979; Regan e Beverley, 1983; Kröse e Julesz, 1989). Estudos anatômicos e fisiológicos em macacos demonstraram um possível correlato neural desta anisotropia com a baixa densidade de células ganglionares na região foveal (Curcio e Allen, 1990) e o declínio rápido da densidade dos cones afastando-se da fóvea ao longo das direções vertical e horizontal (Curcio et al., 1987).

Outros estudos demonstram uma assimetria meridional vertical, com uma vantagem do campo visual inferior (Edgard e Smith, 1990; Previc, 1990). Um possível correlato neural para esta assimetria é a grande densidade de cones e de células ganglionares na retina superior, correspondendo ao campo visual inferior, maior do que no superior (Perry e Cowey, 1985). Além disso, uma área maior é dedicada ao campo visual inferior no Núcleo Geniculado Lateral do que ao campo visual superior (Connolly e Van Essen, 1984) e correspondentemente na área do Córtex Visual Primário (Van Essen et al., 1984; Tootell et al., 1988).

A respeito da capacidade de se dividir a atenção voluntária, alguns autores obtiveram resultados compatíveis com a idéia da incapacidade de se dividir a atenção. McCormick e Kleis (1990), realizaram experimentos onde o estímulo alvo poderia aparecer em diferentes excentricidades (6 ou 10 graus) à direita e a esquerda do ponto de fixação. Antes do aparecimento do estímulo alvo, aparecia uma pista que poderia ser única ou dupla (nas duas posições extremas ao mesmo tempo). Os resultados obtidos sugeriam que a distribuição da atenção se dava de forma única com maior compatibilidade com o modelo de lente zoom, ou seja, aumentava para atender as regiões quando apareciam as duas pistas e diminuía para atender a região da pista única. Portanto, a atenção não se dividia.

Em testes de mensuração eletrofisiológica e de comportamento, Heinze et al. (1994) encontraram uma expansão do foco atencional para atender a dois locais no espaço onde eram apresentados estímulos, cobrindo a região entre estes locais, compatível ainda com o modelo de lente zoom. Assim como McCormick, Klein e Johnston (1998), que propuseram testes que ofereciam pistas antes do aparecimento dos estímulos em duas regiões distante do ponto de fixação, e que também encontraram cobertura da região intermediária entre estas regiões, mais uma vez compatível com o mesmo modelo.

Por outro lado, outros autores encontraram correlatos para a capacidade de se dividir o foco atencional voluntariamente. Awh e Pashler (2000) realizaram testes em que o observador tinha que identificar dois alvos separados, podendo surgir uma pista precedente válida ou inválida para se mensurar a acurácia das respostas ao final do experimento. Foi encontrado um resultado de maior acurácia nas áreas dos estímulos alvos do que nas áreas entre eles.

Kraft et al. (2005) pretendiam avaliar a capacidade de dividir a atenção entre os hemisférios ou em um mesmo hemisfério. Os estímulos poderiam surgir de

forma adjacente ou separadamente quanto à presença de estímulo distrator. Os resultados foram a favor da possibilidade da divisão da atenção entre os hemisférios, mas não no mesmo hemisfério.

No testes de Müller et al. (2003), eram apresentados dois símbolos em cada lado do ponto de fixação em uma linha horizontal. A tarefa era de apertar o botão quando aparecessem simultaneamente dois estímulos alvo representado por um “8”, de maneira adjacente (no mesmo lado) ou separada (lados opostos) do campo visual. Os tempos de reação diminuía muito para a condição separada, mas não para a condição do mesmo lado, o que sugeria uma divisão da atenção para os locais separados pela cruz de fixação.

Em uma tarefa semelhante, proposta por Malinowski, Fuchs e Müller (2007), foram apresentados estímulos apenas no hemisfério visual esquerdo, em posições alinhadas na vertical, portanto, dois locais no quadrante superior esquerdo e dois no quadrante inferior. As condições para aparecimento do estímulo que se deveria atender também eram adjacentes ou opostas. Os dados sugeriram uma divisão da atenção no quadrante superior e não no quadrante inferior.

Como ainda existe controvérsia a respeito da capacidade ou não de se dividir a atenção nos resultados obtidos por diversos pesquisadores, propusemos neste projeto de pesquisa contribuir com uma nova metodologia em estudos psicofísicos. Esta metodologia poderia verificar uma região do espaço visual mais ampla que trabalhos anteriores, avaliando não só a capacidade de se dividir atenção, como também a distribuição do foco atencional entre os hemisférios ou nos dois hemisférios (direito e esquerdo). Assim, é possível investigar como se daria essa divisão nos quatro quadrantes de uma região ampla do espaço visual.

Vias neuronais visuais

Outro aspecto sobre a influência da atenção no processamento visual é de como se dá a modulação atencional nas vias visuais que se distinguem no sistema nervoso central.

A especialização do processamento da informação visual, já se inicia na retina, que possui fotorreceptores diferentes (cones e bastonetes).

O caminho do processamento que se inicia com a estimulação dos cones, é conhecido como via P que irá dar origem à via visual Ventral. Esse caminho se inicia

com a sinapse dos cones com células bipolares anãs, que por sua vez realizam sinapses com as células ganglionares do tipo parvo. Axônios destas células realizam sua primeira sinapse na região do Núcleo Geniculado Lateral, neste caso em específico, nas camadas ventrais (parvocelulares). A via Ventral se inicia com a projeção dos neurônios destas camadas para camadas específicas do córtex estriado (V1) que, por sua vez, projetam seus neurônios para o córtex extra-estriado (V2) que seguem com outra projeção pra o córtex ínfero-temporal (V4). Esta via visual é conhecida por ser a principal responsável pelo processamento de informações de forma e cor dos objetos (via “o quê?”) (Ungerleider, Raxby, 1994; Schwartz, 2004; McMains, 2005; Connor et al., 2007; Milner, Goodale; 2008) (Figura 1).

A partir da estimulação dos bastonetes, que realizam sinapses com células bipolares difusas que, por sua vez, são ativadoras das células ganglionares do tipo magno, dão origem a via M. Os axônios das células ganglionares magno se projetam para o Núcleo Geniculado Lateral, em específico para as camadas dorsais (magnocelulares). Os neurônios que saem destas camadas e se projetam para regiões específicas do córtex estriado (V1) originam a via visual Dorsal. Conseqüentemente, ativa-se o córtex extra-estriado (V2), com projeções para o córtex têmporomedial e então para o córtex parietal posterior. Esta via visual é conhecida por processar principalmente as informações a respeito de movimento, posição espacial e orientação dos objetos no ambiente (via “Onde?”) (Ungerleider and Raxby, 1994; Schwartz, 2004; McMains, 2005; Valyear et al., 2006 Milner, Goodale; 2008) (Figura 1).

Figura 1: Ilustração mostrando as vias visuais Dorsal e Ventral. Onde V1 é córtex estriado (área visual primária) e V2 é o córtex extra-estriado (área visual secundária). (Kandel, 2003).

Trabalhos recentes têm demonstrado interesse na segregação das vias magno e parvocelulares. Yeshurun (2004) realizou estudo desta segregação apresentando estímulos visuais sobre um fundo vermelho, que inibe a via magnocelular (Dorsal).

No mapeamento da atenção difusa, medida por TRSimples (mobilização da via visual Dorsal), foram apresentados estímulos visuais (pequenos pontos brancos em fundo escuro) com igual probabilidade de surgimento em qualquer local do campo visual, dentro de um retângulo de 16 por 24 graus. Nestas condições a atenção não está direcionada para qualquer direção em especial, sendo, portanto uma condição de atenção difusa. Nestas circunstâncias, verificou-se uma tendência de favorecimento do hemisfério visual inferior e nasal (Canto-Pereira, Rocha, Ranvaud, 2005).

Este favorecimento do hemisfério visual inferior é compatível com estudos que demonstraram assimetria da distribuição da atenção quando é envolvida a via Dorsal (Edgard e Smith, 1990; Previc, 1990).

Há expectativa de que com o recrutamento da via Ventral haverá favorecimento atencional do campo visual superior. Para se confirmar esta expectativa experimentalmente, propôs-se um protocolo baseado na estimulação das vias visuais Dorsal (com experimentos de TRSimples) e Ventral (com experimentos de TREscolha), possibilitando a comparação de suas distribuições no

campo visual e a determinação da forma em que se dá a mobilização da atenção nas duas circunstâncias.

Tendo como ponto de partida outros trabalhos do grupo (Canto-Pereira e Ranvaud, 2005) e aplicando este método experimental desenvolvido em nosso laboratório, acrescentamos outro experimento no protocolo deste estudo. O intuito é efetuar a mobilização da via Ventral por meio de uma tarefa de TREscolha, mas de maneira dividida. Para isso, propusemos uma grade de experimentos com maior densidade de estímulos, em uma região delimitada, do lado direito e do lado esquerdo da tela do monitor. Essas regiões possuem a encontram-se a 10 graus de excentricidade em relação à cruz de fixação, e são delimitadas por duas molduras escuras. Essas molduras são utilizadas para melhorar o foco da atenção dos voluntários nestas regiões, simulando uma situação de divisão da atenção no caso de mobilização da via visual Ventral.

Adicionando-se ao objetivo explanado, inclui-se o intuito de contribuir para a investigação dos modelos de atenção visual, bem como para com os modelos de distribuição da atenção (densidade) no campo visual. Para tanto, tornou-se necessário distribuir os estímulos de forma a estender a cobertura da região a ser estimulada visualmente. Esta cobertura foi considerada limitada em experimentos clássicos relatados pela literatura (Posner, 1980), devido à descontinuidade espacial da amostragem dos pontos a enviarem estímulos. A proposta de aumento desta amostragem foi sugerida em trabalhos anteriores de nosso grupo (Canto-Pereira e Ranvaud, 2004). Propôs-se amostrar muitos pontos poucas vezes, ao invés de amostrar poucos pontos muitas vezes, obtendo-se uma cobertura maior do campo visual por meio do mesmo esforço experimental. Como consequência disso, um mapeamento mais pormenorizada da distribuição da atenção no campo visual seria obtida dos dados coletados no presente trabalho.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados encontrados, podemos concluir que a aplicação de métodos geoestatísticos é eficaz para estudos psicofísicos da atenção no campo visual, em reforço a dados já encontrados no nosso laboratório (Canto-Pereira e Ranvaud, 2004).

Apesar de sutis, diferenças claras são evidentes nos mapas de pixels encontrados, para as situações de atenção difusa, mobilizada pelas vias visual Dorsal e Ventral. A distribuição da atenção difusa para tarefas de TREscolha, mobilizadoras da via visual Ventral, tem um favorecimento do hemisfério superior, como esperávamos após resultado prévio do piloto que utilizava a discriminação de formas e baseado na literatura.

Apresentamos também evidências de que exista a possibilidade de uma divisão da atenção voluntária, na condição de mobilização da via visual Ventral por meio de tarefas de TREscolha. Isso é significativo, pois nessas condições há uma grande mobilização atencional, sendo indispensável se chegar a um julgamento consciente da natureza do estímulo, categorizando-o e associando-o a uma de duas respostas possíveis. Há debates quanto à possibilidade de se dividir atenção em condições mais favoráveis (Awh e Pashler, 2000; Kraft et al., 2005; Malinowski, Fuchs e Müller, 2007; Müller et al., 2003), algumas mobilizadoras da via visual Dorsal, e, portanto, a evidência que apresentamos, de atenção dividida, mesmo sendo mobilizada pela via Ventral, tem repercussão no debate mais amplo e mais fundamental quanto à divisão do foco atencional.

Acreditamos que este protocolo experimental possa ser utilizado para se avaliar a interferência de outras entradas sensoriais no desempenho atencional visual. A importância disto pode ser exemplificada em situações como as vividas por controladores de voo, que de forma simultânea dividem a atenção visual em uma ampla região no campo visual e também dividem a atenção auditiva em um dois ou mais focos de saída de sons com comandos de ação e pedidos de informação.

Outro exemplo seria de que maneira situações confortáveis (como um ambiente perfumado) poderiam contribuir para um bom desempenho em atividades que exigem concentração. Temos um trabalho de avaliação do desempenho atencional visual (tarefas de TREscolha), onde os estímulos apareciam juntamente a imagens de conteúdo emocional em condições de ambiente com odor agradável e

ambiente com odor desagradável. Os participantes apresentaram TR maiores nas situações em que se apresentavam imagens de conteúdo emocional negativo e apresentaram um desempenho bem mais rápido na situação de odor agradável. Estes resultados sugeriram que existe uma modulação da atenção por meio da mobilização emocional e por estimulação olfativa (Canto-Pereira, Azevedo e Ranvaud, 2008—Anexo H).

Além de influências sensoriais na atenção visual, podemos também realizar os experimentos propostos por este trabalho para se avaliar o desempenho atencional em indivíduos que apresentem algum distúrbio neuropsicológico, como nos estudos realizados por Schulte et al. (2001), Facoetti et al. (2003) e Farran, Jarrold e Gathercole (2003). Além de, poder ainda associa-los a uso de outras metodologias de pesquisa (fMRI, eletrofisiologia etc), tendo, portanto, um maior número de dados que sejam os mais diversos e, dessa maneira, aumenta-se o leque de informações sobre a complexidade do processamento das vias visuais e dos mecanismos atencionais.

REFERÊNCIAS*

Awh E, Pashler H. Evidence for split attentional foci. *Journal of Experimental Psychology Human Perception Performance*. 2006;26(2):834-846.

[Bach M](#). The Freiburg Visual Acuity test: automatic measurement of visual acuity. [Optometry and Vision Science](#). 1996;73(1):49-53.

Canto-Pereira LHM, Azevedo AMS, Ranvaud RD. The influence of odor on perception of emotional stimuli. In: Vision Sciences Society Meeting, 2008, Naples, FL. *Journal of Vision*. 2008;8:762-762.

Canto-Pereira LHM, Dias HS, Ranvaud RD. A Geostatistical Approach to Assess the Spatial Distribution of Visual Attention. In: Association for Research in Vision and Ophthalmology. ARVO Annual Meeting; 2005; Fort Lauderdale, USA. *Investigation in Ophthalmology and Vision Science*. 2005;46:E-Abstract 5653.

Canto-Pereira LHM, Paramei GV, Morya E, Ranvaud R. Inhibition or facilitation of return: Does chromatic component count? *Visual Neuroscience*. 2006;23:489-493.

Canto-Pereira LHM, Ranvaud RD. Mapping the spatial distribution of attention through reaction times. In: XXth Annual Meeting of the International Society for Psychophysics - Fechner's Day; 2004; Coimbra, Portugal. *Proceedings of the XXth Annual Meeting of the International Society for Psychophysics; Coimbra; 2004*. p. 332-337.

Canto-Pereira LHM, Ranvaud RD. Splitting the beam? Evidence of divided visual attention assessed through a geostatistical method. In: European Conference on Visual Perception XXVIII Annual Meeting; 2005; La Coruña, Spain. *Perception*. 2005;34:178-179.

Canto-Pereira LHM, Rocha MM, Ranvaud RD. Is Stochastic Simulation a Suitable Geostatistical Method for the Study of Visual Attention? In: Vision Sciences Society; 2005; Annual Meeting, Sarasota, USA. *Journal of Vision*. 2005;5:687.

Carter RC. Visual search with color. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*. 1982;8:127-136.

Carter EC, Carter RC. Color and conspicuousness. *Journal of Optical Society of American*. 1982;7:723-729.

Cavanagh MC, Alvarez GA. Tracking multiple targets with multifocal attention. *TRENDS in cognitive sciences*. 2005;9(7):349-354.

Connolly M, Van Essen D. The representation of the visual field in parvocellular and magnocellular layers of the lateral geniculate nucleus in the macaque monkey. *Journal of Comparative Neurology*. 1984;266:544-564.

* De acordo com:

International Committee of Medical Journal Editors. Uniform requirements for manuscripts submitted to Biomedical Journal: sample references. Available from: <http://www.icmje.org> [2007 May 22].

Connor CE, Brincat SL, Pasupathy A. Transformation of shape information in the ventral pathways. *Current Opinion in Neurobiology*. 2007;17:140-147.

Curcio CA, Allen KA. Topography of ganglion cells in human retina. *J. Comparative Neurology*. 1990;300(1):5-25.

Curcio CA, Sloan KR, Packer O, Hendrickson AE, Kalina RE. Distribution of cones in human and monkey retina: Individual variability and radial asymmetry. *Science*. 1987;236,579-582.

Downing CJ, Pinker S. The spatial structure of visual attention. In: Posner MI, Marin OSM, editors. *Attention and performance XI: Mechanisms of attention*. Hillsdale (NJ): Erlbaum; 1985.

Edgard GK, Smith AT. Hemifield differences of perceived spatial frequency. *Perception*. 1990;19:759-766.

Ericksen CW, St. James J.D. Visual attention within and around the field of focal attention: A zoom lens model. *Perception & Psychophysics*. 1986;40:225-240.

Facoetti A, Lorusso ML, Paganoni P, Umiltà C, Mascetti GG. The hole of visuospatial attention in developmental dyslexia: evidence from a rehabilitation study. *Brain Res Cong Brain Res*. 2003;15(2):154-164.

Farran EK, Jarrold C, Gathercole SE. Divided attention, selective attention and drawing: processing preferences in Williams syndrome are dependent on the task administered. *Neuropsychologia*. 2003;41(6):676-687.

Gobell JL, Tseng C, Sperling G. The spatial distribution of visual attention. *Vision Research*. 2004;44:1273-1296.

Heinze HJ, Luck HJ, Münte TF, Göss A, Mangun GR, Hillyard SA. Attention to adjacent and separate positions in space: an electrophysiological analysis. *Perception & Psychophysics*. 1994;56(1):42-52.

Huang L, Pashler H. Attention capacity and task difficulty in visual search. *Cognition*. 2005;94(3):B101 - 111.

Journel AG. Geoestistics: models and tools for the earth science. *Mathematical Geology*. 1979;18:119-140.

Kandel ER, Schwartz JH, Jessel TM, editores. *Princípios da Neurociência*. Pereira ACG, tradutos. 4th ed. São Paulo: Manole; 2003.1412 p.

Kraft A, Müller NG, Hagendorf, H, Schira MM, Dick S, Fendrich RM, Brandt SA. Interactions between task difficulty and hemispheric distribution of attended locations: implications for the splitting attention debate. *Cognitive Brain Research*. 2005;24:19-32.

Kröse BJA, Julesz B. The control and speed of shifts of attention, *Vision Research*. 1989;29:1607-1619.

LaBerge D. *Attentional processing: the brain's art of mindfulness*. Perspectives in Cognitive Neuroscience. Cambridge, MA: Harvard University Press; 1995.

Lambert A, Wells I, Kean M. Do isoluminant color changes capture attention? *Perception & Psychophysics*. 2003;65: 495-507.

- Lupiañez J, Weaver B, Tipper SP, Madrid E. On the strategic modulation of the time course of facilitation and inhibition of return. *Quarterly Journal of Experimental Psychological*. 2001;54A:753-773.
- Malinowski P, Fuchs S, Müller MM. Sustained division of spatial attention to multiple locations within one hemifield. *Neuroscience Letters*. 2007;414(1):65-70.
- Marrone MC, Denti V, Spinelli D. Color and luminance contrasts attract independent attention. *Current Biology*. 2002;12:1134-1137.
- Marrone MC, Denti V, Spinelli D. Different attentional resources modulate the gain mechanisms for color and luminance contrast. *Vision Research*. 2004;44:1389-1401.
- McCormick PA, Klein R. The spatial distribution during covert visual orienting. *Acta Psychologica*. 1990;75:225-242.
- McCormick PA, Klein R, Johnston S. Splitting versus sharing focal attention: comment on Castiello and Umiltà. *Journal of Experimental Psychology Human Perception Performance*. 1998;24(1):350-357.
- McMains SA, Somers DC. Processing efficiency of divided spatial attention mechanisms in human visual cortex. *Journal of Neuroscience*. 2005;25(41):9444-9448.
- Milner AD, Goodale MA. Two visual systems re-viewd. *Neuropsychologia*. 2008;46:774-785.
- Müller NG, Bartelt OA, Donner TH, Villringer A, Brandt SA. A physiological correlate of the "lens zoom" of visual attention. *The Journal of Neuroscience*. 2003;23(Pt 9):3561-3565.
- Nebel K, Weise H, Stude P, de Greif A, Dienen HC, Keidel M. On the neural basis of focused and divided attention. *Cognitive Brain*. 2005;25(3):760-776.
- Perry VH, Cowey A. The ganglion cell and cone distribution in the monkey's retina: Implications for central magnification factors. *Vision Research*. 1985;25:1795-1810.
- Posner MI, Snyder CR, Davidson BJ. Attention and the detection of signals. *Journal of Experimental Psychology*. 1980;109(2):160-74.
- Posner MI. Orienting of attention. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*. 1980;32:3-25.
- Previc FH. Functional specialization in the lower and upper visual fields in humans: Its ecological origins and neurophysiological implications. *Behavioral and Brain Sciences*. 1990;13:519-575.
- Regan D, Beverley KI. Visual fields described by contrast sensitivity, by acuity, and by relative sensitivity to different orientations. *Investigation Ophthalmology Visual Science*. 1983;24:754-759.
- Rovamo J, Virsu V. An estimation and application of the human cortical magnification factor. *Experimental Brain Research*. 1979;37:495-510.
- Ruz M, Lupiañez J. A review of atencional capture: on its automaticity and sensitivity to endogenous control. *Psicológica*. 2002;23:283-309.

Schulte T, Müller-Oehring EM, Strasburger H, Warzel H, Sabel BA. Acute effects of alcohol on divided and covert attention in men. *Psychopharmacology*. 2001;154(1):61-69.

Schneider W, Eschman A, Zuccolotto A. E-Prime user's guide. Pittsburgh: Psychology Software Tools Inc; 2002.

Schwartz SH. Striate cortex. In: Schwartz, SH. *Visual Perception: a clinical orientation*. New York: McGraw Hill; 2004. p. 297–313.

Segalowitz SJ, Graves R. Suitability of the IBM XT, AT and PS/2 keyboard, mouse, and game port as response devices in reaction time paradigms. *Behavior Research Methods, Instruments, and Computers*. 1990;22:283-289.

Serences JT, Yantis S, Culberson A, Awh E. Preparatory activity in visual cortex indexes distractor suppression during covert spatial orienting. *Journal of Neurophysiology*. 2004;92: 3538-3545.

Silver MA, Ress D, Heeger DJ. Neural correlates of sustained spatial attention in human early visual cortex. *Journal of Neurophysiology*. 2007;97:229–237.

Standage DI, Trappenberg TP, Klein RM. Modelling divided visual attention with a winner-take-all network. *Neural Network*. 2005;18(5-6):620–627.

Steinman SB, Steinman BA. *Vision and Attention. I: Current Modls of visual attention*. Optometry and Vision Science. 1998;75:146-155.

Tootell RBH, Switkes E, Silverman MS, Hamilton S L. Functional anatomy of macaque striate cortex. II. Retinotopic organization. *Journal of Neuroscience*. 1988;8(5):1531–1568.

Ungerleider LG, Haxby JV. “What” and “where” in the human brain. *Current Opinion in Neurobiology*. 1994;4:157–165.

Valyear KF, Culham JC, Sharif N, Westwood D, Goodale MA. A double dissociation between sensitivity to changes in object identity and object orientation in the ventral and dorsal streams: a human fMRI study. *Neuropsychologia*. 2006;44(2):218–228.

Van Essen DC, Newsome WT, Maunsell JHR. The visual field representation in striate cortex of the macaque monkey: Asymmetries, anisotropies, and individual variability. *Vision Research*. 1984;24(5),429–448.

Yamamoto JK. An Alternative measure of the reliability of ordinary kriging estimates. *Mathematical Geology*. 2000;32:489-509.

Yeshurun Y. Isoluminant stimuli and red background attenuate the effects of transient spatial attention on temporal resolution. *Vision Research*. 2004;44(5):1375-1387.