

## CONDUÇÃO DE AUTOMÓVEL E ENVELHECIMENTO: IMPLICAÇÕES À ERGONOMIA COGNITIVA NO ÂMBITO DA PERCEPÇÃO VISUAL

### *AUTOMOBILE DRIVING AND AGING: IMPLICATIONS TO COGNITIVE ERGONOMY IN THE FIELD OF VISUAL PERCEPTION*

Bethânia Graick Carizio<sup>1</sup>

Tânia Silvia Tadini Esteves<sup>2</sup>

Sérgio Tosi Rodrigues<sup>3</sup>

#### RESUMO

Condução veicular é uma tarefa complexa que exige do condutor uma capacidade psicomotora ágil, funções cognitivas intactas, capacidade visuomotora hábil, percepção, atenção e função executiva acurada. Tal como o crescimento da população idosa é um fenômeno mundial, o número de motoristas idosos também é crescente. A senescência compromete de forma distinta o funcionamento de diversos sistemas do organismo, dentre eles, o sistema visual, cognitivo e motor, acometendo mais frequentemente o sistema nervoso central. Déficits cognitivos e fisiológicos são associados ao crescimento do risco de acidente de trânsito entre os idosos. Um motorista com declínio cognitivo enfrentará problemas maiores em adotar estratégias visuais flexíveis. A capacidade dos motoristas em perceber recursos visuoespaciais, coordená-los e controlar o veículo, são decisões críticas de nível operacional. A coordenação entre a busca visual e o controle motor pode ser interpretada como a extensão para o qual a percepção visual e as habilidades motoras finas estão bem sincronizadas. O desempenho da coordenação

---

<sup>1</sup> Doutoranda pelo Programa de Pós Graduação em Design- UNESP, Campus de Bauru- SP/ Professora no Centro Universitário UNIFAFIBE - Bebedouro, SP. E-mail: bethanya.carizio@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Mestranda pelo Programa de Pós Graduação em Design- UNESP, Campus de Bauru- SP/ Professora no Centro Universitário UNIFAI - Adamantina, SP. E-mail: ttadiniesteves@gmail.com

<sup>3</sup> Professor Doutor no Programa de Pós Graduação em Design- UNESP, Campus de Bauru- SP. E-mail: srodrigu@fc.unesp.br

visuoespacial pode ser um indicador sensível para a avaliação da competência do condutor, uma vez que revela a capacidade de condução fundamental. Estudos indicam que a percepção visuoespacial e a cognição são habilidades frequentemente requisitadas para garantir uma condução veicular segura e eficaz.

Este artigo objetiva, através de uma revisão integrativa, investigar implicações da senescência no âmbito cognitivo, sensorial, visuoespacial e motor, em motoristas idosos, a fim de compreender os fatores agravantes na condução veicular deste público e abrir caminhos para futuros estudos experimentais.

Palavras Chave: condução de automóveis, envelhecimento, ergonomia cognitiva, percepção visuoespacial.

### **ABSTRACT**

*Vehicular driving is a complex task that required the driver to have agile psychomotor ability, intact cognitive functions, skilled visuomotor ability, perception, attention and accurate executive function. As the growth of the elderly population is a worldwide phenomenon, the number of elderly drivers is also increasing. Senescence compromises in a different way the functioning of several systems of the organism, among them, the visual, cognitive and motor system, affecting more often the central nervous system. Cognitive and physiological deficits are associated with the increased risk of traffic accidents among the elderly. A driver with cognitive decline will face greater problems in adopting flexible visual strategies. The ability of drivers to perceive visuospatial resources, coordinate them, and control the vehicle are critical operational-level decisions. The coordination between visual search and motor control can be interpreted as the extent to which visual perception and fine motor skills are well synchronized. The performance of visuospatial coordination can be a sensitive indicator for assessing driver competence as it reveals the fundamental driving ability. Studies indicate that visuospatial perception and cognition are frequently required skills to ensure safe and effective vehicle driving.*

*This article aims, through an integrative review, to investigate cognitive, sensory, visuospatial and motor implications in elderly drivers, in order to understand the*

*aggravating factors in the vehicular driving of this public and to open the way for future experimental studies.*

*Keywords: car driving, aging, cognitive ergonomics, visuospatial perception*

## 1 INTRODUÇÃO

A condução de automóvel é, provavelmente, uma das atividades de vida diária (AVDs) mais complicada e arriscada, implicando em possíveis riscos de mortalidade e morbidade, porém trata-se de uma tarefa essencial para muitos indivíduos (FERREIRA, 2012). Particularmente em pessoas idosas, a condução de automóveis está vinculada aos princípios de mobilidade e independência (MEZUK; REBOK, 2008) e também associada a conceitos de qualidade de vida (GARDEZI et al., 2006). A diminuição ou a interrupção desta atividade pode corroborar com o isolamento social do Idoso (FREUND; COLGROVE, 2008), bem como potencializar sintomas de depressão (FONDA, WALLACE, HERZOG, 2001; RAGLAND, SATARIANO, MACLEOD, 2005). Estes indicadores são sugestivos sobre a importância do ato de condução para a independência e o bem-estar psicofísico de pessoas idosas, o que justifica o imperativo de preservar e promover esta atividade em condições de saúde e segurança, ao longo da vida (FERREIRA, 2012).

Na União Europeia (EU-27), estima-se que a população idosa (com 65 ou mais anos) quase duplique de 87,5 milhões de habitantes em 2010 para 152,6 milhões em 2060, e que a população muito idosa (com 80 ou mais anos) quase triplique de 23,7 milhões em 2010 para 62,4 milhões em 2060 (DIRECTORATE-GENERAL FOR ECONOMIC AND FINANCIAL AFFAIRS, 2011). No início de janeiro de 2016, a população da União Europeia (UE-28) foi estimada em 510,3 milhões de pessoas, os idosos (com 65 anos ou mais) representavam uma percentagem de 19,2 %, um aumento de 0,3 % relativamente ao ano de 2015 e de 2,4 % em comparação com 10 anos antes (EUROSTAT STATISTICS EXPLAINED, 2017). No Brasil, entre os anos de 1998 e 2008, houve um crescimento de 8,8% para 11,1% de idosos. No Censo mais recente realizado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística IBGE (2010), a população de idosos alcançou o número de 20,5 milhões, representando 10,8% do povo brasileiro, a estimativa da população idosa no Brasil, poderá triplicar em 20 anos.

O crescimento da população idosa é um fenômeno mundial e o número de motoristas idosos é crescente. De acordo com a DVLA no Reino Unido (2012) existem mais de 15 milhões de condutores com idade superior a 60 anos (DVLA, 2010). Nos Estados Unidos, 17% da população e 46 milhões têm idade igual ou superior a 65 anos e aproximadamente 79% dos idosos com 70 anos de idade ou mais, possuem habilitação para dirigir automóveis (DATTOMA, 2017). Em 2050 as estimativas para motoristas acima de 65 anos nos Estados Unidos serão de 25% do total (DATTOMA, 2017).

A senescência vem deteriorar sistemas humanos importantes como o sistema visual cognitivo e motor. Déficits cognitivos e fisiológicos são associados ao crescimento do risco de acidente entre os idosos (MUSSELWHITE, 2016). Este artigo objetiva, através de uma revisão integrativa, investigar implicações da senescência no âmbito cognitivo, sensorial, visuoespacial e funcional em motoristas idosos, analisando seu comportamento em direção veicular. Para fundamentar esta investigação será necessário revisar aspectos da Ergonomia Cognitiva, mas precisamente no âmbito da captação e processamento da informação sensorial culminando em ações distintas, tendo no escopo deste estudo a direção veicular.

## **2 ERGONOMIA COGNITIVA**

A Ergonomia Cognitiva é uma vertente da ergonomia que investiga a implicação dos processos cognitivos de indivíduos frente às circunstâncias de resolução de problemas, em seus múltiplos níveis de complexidade (ABRAHAO; SILVINO; SARMET, 2005). Este tipo de investigação serve de balizadora para a criação de soluções tecnológicas adequadas às características e às necessidades dos usuários (MARMARAS; KONTOGIANNIS, 2001). A Ergonomia Cognitiva é amplamente baseada na Psicologia Cognitiva; ciência que investiga o modo como o indivíduo percebe, aprende, recorda e processa a informação (STERNBERG, 2000). Nessa abordagem, a Ergonomia Cognitiva tece um referencial teórico e metodológico que permite investigar como e quanto a cognição humana interfere no desempenho do trabalho, bem como quanto o trabalho afeta a cognição do indivíduo (HOLLNAGEL, 1997). É necessário ressaltar que o conceito de trabalho pode ser

generalizado para qualquer atividade independentemente de seus fins laborais, como é o caso da atividade investigada no presente estudo: a condução de automóveis em pessoas idosas.

A Ergonomia Cognitiva tem por finalidade analisar os processos cognitivos envolvidos na realização de tarefas. Tais processos dizem respeito à percepção, à memória (de curto e longo prazo), às estratégias operatórias e à atenção, que são necessários para perceber, armazenar e evocar informações, a fim de compreender as demandas cognitivas necessárias para a realização de uma determinada tarefa (CAÑAS; WAERNS, 2001). A percepção é um conjunto de processos pelos quais os estímulos ambientais são reconhecidos, organizados e entendidos através dos sentidos (STERNBERG, 2000). As sensações servem como instrumento para a apreensão de um dado objeto ou ambiente (NOBREGA, 2008), pois se trata de como o indivíduo acessa seu entorno. Um motorista ao avistar uma árvore caída na pista logo desvia o automóvel para um lugar seguro; isto se dá pela reação aos estímulos externos, gerando uma ação. Na execução de uma tarefa ou ação, são necessárias captação de informações provenientes do ambiente (percepção), evocação de experiências passadas (memória) e elaboração de um modo operatório eficiente.

Neste artigo será investigado um pouco mais sobre a percepção visual, em detrimento dos outros sentidos, bem como a captação dos estímulos visuomotores pelos motoristas idosos e para tal, serão necessários conhecimentos teóricos sobre anatomia e comportamento dos olhos.

### **3 ANATOMIA E MOVIMENTO DOS OLHOS**

O olho humano é o órgão receptor de raios luminosos do meio externo, e o mecanismo capaz de permitir essa captação acontece graças às estruturas da córnea – película transparente que protege o olho, à camada mais externa do olho, à íris– que regula a quantidade de luz recebida por meio de uma abertura chamada pupila, ao cristalino, uma espécie de lente interna que é responsável pelo foco da imagem sobre a retina. Na retina, existem mais de cem milhões de células fotorreceptoras que transformam as ondas luminosas em impulsos eletroquímicos,

que são levados até o lobo occipital do cérebro para serem decodificados. A fóvea é a região da retina onde está concentrada a maior parte das células fotorreceptoras que decodificam as cores, chamadas de cones. A alta densidade de cones possibilita maior resolução espacial da imagem (HELENE; HELENE, 2011).

A distância mínima necessária para a obtenção da visão nítida denomina-se ponto proximal. Dioptria (D) é a medida da acomodação – a distância do foco ocular até o objeto de análise. O ponto proximal é alterado de acordo com a idade, pessoas acima de 40 anos tendem a ter um ponto proximal aumentado em distância devido ao envelhecimento dos mecanismos de acomodação; disfunção denominada de presbiopia (SÁ; PLUTT, 2001).

Os músculos do sistema ocular são responsáveis pela iniciação, coordenação e conclusão dos movimentos oculares. Os comportamentos dos olhos mais estudados são fixação, perseguição, sacádico e o reflexo vestibulo-ocular. As fixações permitem um processamento de informações detalhadas retiradas do ambiente; por serem comportamentos nos quais o olho permanece estacionário em algum aspecto do ambiente. A imagem gerada permanece situada na região foveal. O comportamento de perseguição trata do conjunto de movimentos, lentos e contínuos dos olhos, no qual a velocidade ocular é análoga à velocidade do objeto que se acompanha (RODRIGUES, 2001). A sacada é um movimento ocular rápido, empregado para dimensionar uma porção nova da cena à fóvea. Esses movimentos estabilizam o olhar, favorecendo a manutenção do objeto de interesse na região foveal durante os movimentos da cabeça (RODRIGUES, 2001).

#### **4 COMPORTAMENTO DO IDOSO NA CONDUÇÃO VEICULAR**

A condução veicular é uma tarefa complexa exigindo do condutor uma capacidade psicomotora ágil, funções cognitivas intactas, capacidade visuomotora hábil, percepção, atenção e função executiva acurada (DUKIC; BROBERG, 2012). Estudos identificaram que desatenção, déficits visuoespaciais e baixa conscientização cognitiva foram associados a uma condução de fraco desempenho, especialmente em motoristas idosos (ANSTEY et al., 2005; CHARMAN, 1997; MATAS et al., 2014; OWSLEY E MCGWIN JR, 2010; WILSON et al., 2008; FALKMER ET AL., 2008). Esses estudos também indicaram que a percepção

visuoespacial e a cognição foram habilidades frequentemente requisitadas para garantir uma condução veicular segura e eficaz.

Em geral, os motoristas assumem três níveis de decisões hierárquicas em ações de condução (MICHON, 1985): decisão estratégica (planos de grande escala, como escolher a rota), decisão tática (julgamentos momento a momento como ultrapassagem de um carro) e decisão operacional (comportamentos imediatos como frear o carro ou seguir em frente). A decisão de nível operacional envolve comportamentos executivos no controle de veículos que completam as ações de decisão no nível tático. Este nível de ações deve ser realizado com poucos pensamentos conscientes devido às restrições de tempo (GLASER et al., 2007). Assim, os comportamentos de níveis operacionais são mais desafiadores para motoristas, em particular, motoristas idosos ou motoristas com déficits cognitivos (SUN et al., 2018).

Os comportamentos de nível operacional requerem evocação de memória de trabalho, esta é definida, como controle dinâmico e coordenação de processamento e armazenamento que ocorre durante o desempenho de atividades cognitivas complexas, como o ato de dirigir um automóvel, implicando o pensamento visuoespacial (MIYAKE; SHAH, 1999). Uma importante teoria contemporânea sobre memória de trabalho trata como um sistema para controlar o foco atencional aos conteúdos ativados de episódios e memória semântica, e não como um conjunto de sistemas distintos para cognição imediata e armazenamento temporário (LOGIE, 2011). Nessa perspectiva a atenção executiva na memória de trabalho é pensada para ativar e manter representações de memória, alternar a atenção entre tarefas, inibir informações irrelevantes, e suprimir tendências de resposta desnecessárias (COWAN, 2005).

As habilidades visuoespaciais estão inerentes em praticamente todas as atividades de vida diária (AVDs). Ocorrendo desde a percepção visual de objetos simples de uma cena cotidiana à capacidade de imaginar como esta cena seria alterada pela manipulação ou pela adição de novos objetos. Da percepção espacial à orientação no espaço, e ao planejamento de rotas viárias, por exemplo.

As habilidades visuoespaciais implicam a ativação, retenção e/ou manipulação de representações mentais e, portanto, estão intimamente relacionadas

à memória operacional, sendo este o sistema cognitivo encarregado pela captação temporária e processamento da informação concomitante à realização de atividades cognitivas complexas (BADDELEY, 2012). De acordo com o modelo proposto por Logie (2011), as funções visuoespaciais são processadas por dois subsistemas distintos, o visual *cache* e o *innerscribe*.

O visual *cache* é um armazenador passivo responsável por armazenar o conteúdo visual de uma cena, como a aparência visual de objetos e sua distribuição no ambiente. O *innerscribe* é responsável pelo armazenamento de sequências de movimentos dirigidas a posições específicas no espaço e pela recitação da informação contida no visual *cache*. Estes dois subsistemas dependem do executivo central, que é responsável por controlar recursos da atenção necessários à manipulação das informações visuoespaciais e pela geração das imagens mentais. Nesse modelo, o visual *cache* é uma espécie de espaço mental de trabalho, o qual pode conter informações visuais provenientes tanto do ambiente quanto da memória de longo prazo, por exemplo, quando são ativadas por via tátil ou descrições verbais (LOGIE, 2011 apud GARCIA ; GALERA, 2015, p7-8).

A capacidade dos motoristas em perceber recursos visuoespaciais, coordená-los e controlar o veículo são decisões críticas de nível operacional. A coordenação entre a busca visual e o controle motor pode ser interpretada como a extensão para o qual a percepção visual e as habilidades motoras finas estão bem sincronizadas (BEERY, 2004). O desempenho da coordenação visuoespacial pode ser um indicador sensível para a avaliação da competência do condutor, uma vez que revela a capacidade de condução fundamental. No entanto, é difícil de observá-lo e medi-lo.

É fato que a senescência compromete de forma distinta o funcionamento de diversos sistemas do organismo, dentre eles, o sistema visual, cognitivo e motor, acometendo mais frequentemente o sistema nervoso central (MORAES; MORAES, 2010). Disfunções fisiológicas associadas ao envelhecimento, e às doenças que comumente afetam os idosos, podem comprometer sua capacidade de dirigir com segurança (REUBEN, 2002).

Além das disfunções mais corriqueiras no motorista idoso, alguns déficits funcionais também foram identificados como preditores de acidentes com este público. Sendo eles: história recente de queda no período de um a dois anos, histórico prévio de acidente de veículo, déficit visuoespacial, cognitivo, e uso atual de medicamentos, incluindo antidepressivos e anti-histamínicos (LADDEN, 2015).

No reino Unido, durante os anos 1994 a 2007, foram investigados mais de

2000 relatórios policiais de acidentes envolvendo motoristas com idade igual ou superior a 60 anos. Este estudo revelou alguns preditores de acidentes ocasionados por motoristas idosos, sendo eles, déficit de rastreamento visuoespacial (53,5%), erro de julgamento de velocidade para aproximação (20,5%), déficits no processamento da atenção dividida (9,4%), e deterioração da sensibilidade ao contraste visual para detecção de elementos da pista (7%). Neste estudo a ação de rastreamento visuoespacial foi a mais comprometida nos idosos ingleses, podendo ser devido a grande demanda em que este sistema é submetido na atividade de dirigir um automóvel.

## **6 REQUISITOS VISUAIS NA CONDUÇÃO VEICULAR**

Durante as atividades diárias o comportamento e atitudes do ser humano são moldados pelas habilidades visuoespaciais, capacidade visual sobressalente, sendo a tendência involuntária para se fixar detalhes com alto conteúdo de informações (HUGHES, 1989). Na situação de condução o processo pode ser explicado pelo modelo de Lansdown (1996), o motorista primeiramente analisa a estrada em sua periferia a fim de localizar uma zona de interesse, processamentos de informações podem ocorrer neste momento para priorizar elementos da cena, este sistema pode ser ponderado de acordo com a configuração da estrada e seus arredores, situação, posição do olho, experiência, condição cognitiva, e carga de trabalho situacional.

Os padrões de pesquisa visual refletem estratégias de processamento de informações humanas. Um motorista com declínio cognitivo enfrentará problemas maiores em adotar estratégias visuais flexíveis (FALKMER E GREGERSEN, 2001). A amostragem visual por um motorista é baseada em processos cognitivos sendo dependentes dos movimentos e comportamentos oculares. Os movimentos dos olhos são direcionados sob o esquema individual do motorista, e atualizado com informações coletadas por amostragem, tanto periférica, como central da cena, de modo a orientar o motorista para identificar certos recursos no ambiente do tráfego, auxiliando-o na condução veicular.

As propriedades visuais, como a frequência e duração das fixações, são determinantes na distribuição de atenção e na varredura visual. Hughes (1989)

sugeriu que as variações das durações das fixações dos olhos são dependentes de: tipo de tarefa, importância da tarefa, a natureza da informação, processamento e a carga de trabalho. Para o motorista a carga de trabalho visual imposta pela necessidade de manter o veículo com segurança dentro da pista em linha reta é baixa, ao se aproximar de uma rotatória o motorista deve se preocupar com o segmento da curva e os devidos ajustes de posição do automóvel na pista, aumentando assim sua carga de trabalho visual (DEWAR; OLSON, 2007). Da mesma forma em interseções, este aumento da complexidade da cena exige dos motoristas, maior verificação ativa nas fontes de informação, incluindo outros veículos e pedestres para manobrar as interseções com sucesso. As informações relevantes da cena muitas vezes devem ser fixadas várias vezes, a fim de reduzir a incerteza, permitindo uma manobra veicular mais eficiente (CAIRD et al., 2005).

Estudos sistemáticos sobre riscos de acidentes em motoristas idosos indicam, maior incidência de acidentes em situações de trânsito complexas, que abrangem uma diversidade de estímulos e múltiplas tarefas, como o ato de atravessar cruzamentos, executar mudanças de direção ou de via, ou que exigem resposta a sinalização rodoviária (FERREIRA, 2012).

Em situações de trânsito, das corriqueiras as mais complexas, o motorista precisa extrair informações relevantes do campo visual, dividir a atenção entre estímulos concorrentes, antecipar, planejar, tomar decisões, e executar múltiplas tarefas, em intervalos de tempo muito reduzidos (HAKAMIES-BLOMQUIST, SIREN, DAVIDSE, 2004; RIZZO, KELLISON, 2010; FERREIRA, 2012), tornando-se sempre uma situação de risco, tanto para idosos, mas também para qualquer motorista, porém devido aos déficits orgânicos próprios da senescência, os idosos têm mais risco de se envolverem em acidentes de trânsito (CLARKE et al., 2010).

## **7 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo objetivou investigar implicações da senescência no âmbito cognitivo, sensorial, visuoespacial e funcional de motoristas idosos focando no comportamento em direção veicular, porém foi descoberto que a habilidade

visuoespacial é determinante no êxito da direção veicular, porém sabe-se que a população idosos é bastante acometida por doenças da visão, como a presbiopia (SÁ; PLUTT, 2001). Estudos apontam que um número significativo de idosos sobrevalorizam suas capacidades de condução (FREUND, COLGROVE, BURKE, MCLEOD, 2005; WINDSOR, ANSTEY, WALKER, 2008), porém outros estudos indicam que os condutores tendem a exibir maior cautela, auto-restrição ou esquiva com o aumento da idade (BRAITMAN E WILLIAMS, 2011; CHARLTON et al., 2006; DEVLIN E MCGILLIVRAY, 2014; MOLNAR E EBY, 2008; MOLNAR et al., 2013; ROSS et al. , 2009).

O ser humano foi projetado para se movimentar e quando a mobilidade física vai se restringindo, na senescência, a necessidade de dirigir veículos motorizados aumenta, porém os sistemas físico-fisiológico já não respondem tão bem como deveriam, como sanar este paradoxo?

Profissionais da área de design e engenharias devem se empenhar na projeção de mecanismos de bordo para facilitar a acessibilidade de idosos na condução veicular, mas estas tecnologias devem ser bem projetadas e testadas cientificamente, a fim de não causar mais sobrecarga no sistema cognitivo do idoso, podendo potencializar riscos de acidentes. Atualmente percebe-se a criação de muitos dispositivos tecnológicos de bordo, porém ainda têm-se poucas pesquisas sérias para respaldá-los.

## REFERÊNCIAS

ABRAHÃO, J. I.; SILVINO, A. M. D.; SARMET, M. M. Ergonomia, cognição e trabalho informatizado. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 163-171, maio/ago. 2005.

ANSTEY, K et al. Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. **Clinical Psychology Review**, [s.l.], v. 25, n. 1, p.45-65, jan. 2005. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cpr.2004.07.008>.

BADDELEY, A. D. Working Memory: Theories, Models, and Controversies. **Annual Review of Psychology**, 63, 1-29.2012.

BEERY, K.,. Beery VMI-Administration, Scoring and Teaching Manual. NCS Pearson inc., Minneapolis. 2004.

BRAITMAN, K.A., WILLIAMS, A.F. Changes in self-regulatory driving among older drivers over time. **Traffic Inj. Prev.** 12 (6), 568–575, 2011. <http://dx.doi.org/10.1080/15389588.2011.616249>.

CLARKE, David D. et al. Older drivers' road traffic crashes in the UK. **Accident Analysis & Prevention**, [s.l.], v. 42, n. 4, p.1018-1024, jul. 2010. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2009.12.005>.

CANÃS, J. J.; WAERNS, Y. **Ergonomía cognitiva**: aspectos psicológicos de la interacción de las personas con la tecnología de la información. Madrid: Editorial Medica Panamericana, 2001.

CAIRD, J.K., EDWARDS, C.J., CREASER, J.I., HORREY, W.J., Older driver failures of attention at intersections: using change blindness methods to assess turn decision accuracy. **Hum. Factors** 47 (2), 235–249.2005.

CHARMAN, W.N.,. Vision and driving – a literature review and commentary. **Ophthalmic Physiol. Opt.** 17 (5), 371–391. [http://dx.doi.org/10.1016/S0275-5408\(97\)00014-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0275-5408(97)00014-8). 1997.

CHARLTON, J.L., OXLEY, J., FILDES, B., OXLEY, P., NEWSTEAD, S., KOPPEL, S., O'Hare, M. Characteristics of older drivers who adopt self-regulatory driving behaviours. Transportation Research Part F: **Traffic Psychology and Behaviour** 9(5), 363–373, 2006. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trf.2006.06.006>.

COWAN, N. **Working memory capacity**. Hove, England: Psychology Press. 2005.

DATTOMA, Lucia Loredana. Evaluation of the Older Driver. **Primary Care: Clinics in Office Practice**, [s.l.], v. 44, n. 3, p.457-467, set. 2017. Elsevier BV. Disponível em <<http://dx.doi.org/10.1016/j.pop.2017.05.003>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

DEVLIN, A., MCGILLIVRAY, J.A. Self-regulation of older drivers with cognitive impairment: a systematic review. **Australas. J. Ageing** 33 (2), 74–80, 2014. <http://dx.doi.org/10.1111/ajag.12061>.

DEWAR, R.E., OLSON, P.L. **Human Factors in Traffic Safety**, 2 ed. Tucson, Lawyers & Judges Publishing Company, Incorporated. 2007.

DIRECTORATE-GENERAL FOR ECONOMIC AND FINANCIAL AFFAIRS. European Commission. **European Commission**: More information on the European Union is available on the Internet. Londres: European Economy Series, 2011. 248 p. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/economy\\_finance/publications/european\\_economy/2011/pdf/ee-2011-6\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/economy_finance/publications/european_economy/2011/pdf/ee-2011-6_en.pdf)>. Acesso em: 11 jan. 2018.

DUKIC, T., BROBERG, T. Older drivers' visual search behaviour at intersections. **Transp. Res. Part F: Traff. Psychol. Behav.** 15 (4), 462–470. 2012. <http://dx.doi.org/10.1016/j.trf.2011.10.001>.

DVLA,. **Driving License Holding and Vehicle Availability**. Driver and Vehicle

Licensing Agency, Swansea [viewed 23/05/2016]. Available from. Disponível em <[https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/8933/nts2010-02](https://www.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/8933/nts2010-02)>. Acesso em: 12 jan. 2018.

gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\_data/file/8933/nts2010-02>. Acesso em: 12 jan. 2018.

EUROSTAT STATISTICS EXPLAINED (Europa). Eurostat Statistics Explained (Org.). **Estrutura populacional e envelhecimento**. 2017. Disponível em: <[http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population\\_structure\\_and\\_ageing/pt](http://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php/Population_structure_and_ageing/pt)>. Acesso em: 22 jan. 2018.

FALKMER, T., GREGERSEN, N.P. Fixation patterns of learner drivers with and without cerebral palsy (CP) when driving in real traffic environments. **Transp. Res. Part. F: Traff. Psychol. Behav.** 4 (3), 171–185. 2001.

FALKMER, T., DAHLMAN, J., DUKIC, T., BJÄLLMARK, A., Larsson, M. Fixation identification in centroid versus start-point modes using eye-tracking data. **Percept. Mot. Skills** 106 (3), 710–724. 2008.

FERREIRA, Inês Isabel Rodrigues Saraiva. **AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA DE CONDUTORES IDOSOS: VALIDADE DE TESTES NEUROCOGNITIVOS NO DESEMPENHO DE CONDUÇÃO AUTOMÓVEL**. 2012. 375 f. Tese (Doutorado) - Curso de Psicologia, Psicologia, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação Universidade de Coimbra, Coimbra, 2012. Disponível em: <<https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/47533/1/TESE.pdf>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

FREUND, B.; COLGROVE, L. A.; PETRAKOS, D.; MCLEOD, R. In my car the brake is on the right: Pedal errors among older drivers. **Accident Analysis & Prevention**, 40(1), 403-409.2008. doi: 10.1016/j.aap.2007.07.012

FONDA, S.; WALLACE, R.; HERZOG, A. Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. **The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, 56(6), S343–S351. doi: 10.1093/geronb/56.6.S343, 2001.

GARDEZI, F., WILSON, K., MAN-SON-HING, M., MARSHALL, S., MOLNAR, F., DOBBS, B.;

MEIRELES AE, PEREIRA LVMS, OLIVEIRA TG, CHRISTOFOLETTI G, FONSECA AL. Alterações neurológicas fisiológicas ao envelhecimento afetam o sistema mantenedor do equilíbrio. **Rev Neuroc**. 2010; 8(1):103-8.

GARCIA, Ricardo Basso; GALERA, Cesar. Habilidades visuoespaciais: Conceitos e Instrumentos de avaliação. **Domínios Cognitivos**, São Paulo, p.7-11, 2015. Disponível em: <[http://www.sbnpbrasil.com.br/boletins\\_39\\_145\\_2015\\_0](http://www.sbnpbrasil.com.br/boletins_39_145_2015_0)>. Acesso em: 12 fev. 2018.

GLASER, S., RAKOTONIRAINY, A., GRUYER, D., NOUVELIERE, L. **An Integrated Driver- Vehicle-Environment (I-DVE) model to assess crash risks.** 2007.

HAKAMIES-BLOMQUIST, L., SIREN, A., DAVIDSE, R. Older Drivers: A Review (VTI Rapport 497A). Linköping: Swedish National Road and Transport Research Institute. (2004).

HELENE, O.; HELENE, A. F. Alguns aspectos da óptica do olho humano. **Rev. Bras. Ensino Fís.**, São Paulo , v. 33, n. 3, set. 2011 . Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1806-11172011000300012&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172011000300012&lng=pt&nrm=iso)>. Acesso em: 26 ago. 2014.

HOLLNAGEL, E. Cognitive ergonomics: it's all in the mind. **Ergonomics**, v. 40, n. 10, p. 1170-1182, 1997. Disponível em: <<http://doi.org/10.1080/001401397187685>>. Acesso em: 1 jan. 2016.

HUGHES, P. **Operator eye movement behaviour and visual workload in aircraft and vehicles.** Paper Presented at the Proceeding 25th Annual Conference of the Ergonomics Society of Australia: Ergonomics, Technology and Productivity. 1989.

IBGE (Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), 2010. Censo Demográfico: Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=downloads>>. Acesso em: 22 jan. 2018.

LADDEN MD. **Approach to the evaluation of the older drivers.** UpToDate, 2015.

LANSDOWN, T.C. **Visual Demand and the Introduction of Advanced Driver Information Systems into Road Vehicles.** © TC Lansdown. 1996.

LOGIE, R. H. The Functional Organization and Capacity Limits of Working Memory. Current Directions in *Psychological Science*, 20(4), 240- 245. 2011.

MATAS, N.A., NETTELBECK, T., BURNS, N.R., Cognitive and visual predictors of UFOV performance in older adults. **Accid. Anal. Prev.** 70, 74–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2014.03.011>.

MEZUK, B.; REBOK, G. Social integration and social support among older adults following driving cessation. **Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, 63(5), S298–S303.2008.

MICHON, J. A critical view of driver behavior models: what do we know, what should we do? In: Evans, L., Schwing, R. (Eds.), **Human Behavior and Traffic Safety.** Springer US, pp. 485–524. 1985.

MIYAKE, A., SHAH, P. Emerging general consensus, unresolved theoretical issues and future directions of research. In A. Miyake & P. Shah (Eds.), Working memory

models: Mechanisms of active maintenance and executive control (pp. 1 ± 27). **New York: Cambridge University Journal**.1999.

MORAES EN, MORAES FL, Lima SPP. Características biológicas e psicológicas do envelhecimento. **Rev Med Minas Gerais**. 2010;20(1):67-73.

MOLNAR, L.J., EBY, D.W., The relationship between self-regulation and driving-related abilities in older drivers: an exploratory study. **Traffic Inj. Prev**.9 (4), 314–319, 2008. <http://dx.doi.org/10.1080/15389580801895319>.

MOLNAR, L.J., EBY, D.W., CHARLTON, J.L., LANGFORD, J., KOPPEL, S., MARSHALL, S., MAN-SON-HING, M., Driving avoidance by older adults: is it always self-regulation? **Accid. Anal. Prev**. 57 (0), 96–104. 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2013.04.010>.

MUSSELWHITE, C.B.A. Assessment of Computer-Based Training Packages That May Improve The Safety Older People's Driver Behaviour. In: **Proceedings Of Universities' Transport Studies** Group, Bristol, Uk, January, 2016.

NOBREGA, T. P. da. Corpo, percepção e conhecimento em Merleau-Ponty. **Estud. psicol.**, Natal, v. 13, n. 2, p. 141-148, ago. 2008. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-294X2008000200006&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2008000200006&lng=en&nrm=iso)>. Acesso em: 3 jan. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-294X2008000200006>.

RODRIGUES, S. T. O movimento dos olhos e a relação percepção-ação. In: TEIXEIRA, L. A. (Org.). **Avanços em comportamento motor**. Rio Claro, SP: Movimento, 2001. p. 122-146.

OWSLEY, C., MCGWIN JR, G. Vision and driving. **Vision Res**. 50 (23), 2348–2361. <http://dx.doi.org/10.1016/j.visres.2010.05.021>.

RAGLAND, D.; SATARIANO, W.; MACLEOD, K. Driving cessation and increased depressive symptoms. **Journal of Gerontology: Medical Science**, 60A, 399–403. 2005. doi: 10.1093/gerona/60.3.399

REUBEN, D. B. O médico e o motorista idoso. In: DUTHIE, E. H.; KATZ, P. R. **Geriatría prática**. Rio de Janeiro: Revinter, 2002.

RIZZO, M. (2011). Impaired Driving From Medical Conditions. **The Journal of the American Medical Association**, 305(10), 1018-1026. doi: 10.1001/jama.2011.252.

RODRIGUES, S. T. O movimento dos olhos e a relação percepção-ação. In: TEIXEIRA, L. A. (Org.). **Avanços em comportamento motor**. Rio Claro, SP: Movimento, 2001. p. 122-146.

ROSS, L.A., ANSTEY, K.J., KIELY, K.M., WINDSOR, T.D., BYLES, J.E., LUSZCZ,

M.A., MITCHELL, P., Older drivers in Australia: trends in driving status and cognitive and visual impairment. **J. Am. Geriatr. Soc.** 57 (10), 1868–1873, 2009.  
<http://dx.doi.org/10.1111/j.1532-5415.2009.02439.x>.

TUOKKO, H. Qualitative Research on Older Drivers. **Clinical Gerontologist**, 30(1), 5–22. 2006. doi: 10.1300/J018v30n01\_02

SA, L. C. F. de; PLUTT, Mauro. Acomodação. **Arq. Bras. Oftalmol.**, São Paulo, v. 64, n. 5, out. 2001. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-27492001000500021](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492001000500021) &lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 16 ago. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27492001000500021>.

STERNBERG, R. J. **Psicologia cognitiva**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

SUN, Qian Chayn et al. Towards unpacking older drivers' visual-motor coordination: A gaze-based integrated driving assessment. **Accident Analysis & Prevention**, [s.l.], v. 113, p.85-96, abr. 2018. Elsevier BV.  
<http://dx.doi.org/10.1016/j.aap.2018.01.019>.

WILSON, M., CHATTINGTON, M., MARPLE-HORVAT, D.E. Eye movements drive steering: reduced eye movement distribution impairs steering and driving performance. **J. Motor Behav.** 40 (3), 190–202. 2008.

*Recebido em 29/06/2018*

*Aprovado em 14/11/201*