



Inês Isabel Rodrigues Saraiva Ferreira

# **AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA DE CONDUTORES IDOSOS** **Validade de Testes Neurocognitivos** **no Desempenho de Condução Automóvel**

Dissertação de Doutoramento na área científica de Psicologia, especialidade de Avaliação Psicológica,  
orientada pelo Senhor Professor Doutor Mário Manuel Rodrigues Simões  
e apresentada à Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.

Outubro de 2012



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

FACULDADE DE PSICOLOGIA E DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA DE CONDUTORES IDOSOS:  
VALIDADE DE TESTES NEUROCOGNITIVOS  
NO DESEMPENHO DE CONDUÇÃO AUTOMÓVEL**

Inês Isabel Rodrigues Saraiva Ferreira



UNIVERSIDADE DE COIMBRA

## **Dissertação de Doutoramento**

**Título:** Avaliação Psicológica de Condutores Idosos: Validade de Testes Neurocognitivos no Desempenho de Condução Automóvel

**Autor:** Inês Isabel Rodrigues Saraiva Ferreira

**Orientação Científica:** Professor Doutor Mário Manuel Rodrigues Simões

**Domínio Científico:** Psicologia

**Especialidade:** Avaliação Psicológica

**Instituição:** Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação  
Universidade de Coimbra

**Ano:** 2012



Este trabalho foi apoiado por uma Bolsa de Doutoramento concedida pela Fundação para a Ciência e Tecnologia do Ministério da Ciência, Tecnologia e Ensino Superior [SFRH/BD/27255/2006].



Parte dos trabalhos de investigação foram realizados ao abrigo de um *Protocolo de Cooperação* entre a Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra e o Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P., e com a colaboração do Automóvel Club de Portugal.

*Dedico este trabalho ao José Maria,  
e aos meus filhos, o José Maria e o Miguel.*



## AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a diversas pessoas e instituições que contribuíram para a concretização da presente dissertação.

Ao Professor Doutor Mário Simões, um sincero agradecimento pela orientação científica da presente dissertação. Por todos os incentivos, comentários e sugestões pedagógicas que contribuíram de um modo decisivo para a minha formação como profissional e para a evolução dos trabalhos de investigação.

Ao Professor Doutor Mário Godinho, que inicialmente orientou a presente dissertação, por toda a motivação e estímulo que sempre soube transmitir. Que este trabalho possa ser, de algum modo, uma homenagem à sua memória.

À Professora Doutora Nadina Lincoln (School of Psychology, University of Nottingham), pelo acolhimento e supervisão durante um estágio no domínio da avaliação neuropsicológica de condutores, e pela colaboração na adaptação da versão experimental Portuguesa do *Stroke Drivers Screening Assessment*. Agradeço igualmente aos Professores David Clarke e David Crundall (Accident Research Unit, University of Nottingham) pelos esclarecimentos sobre as suas investigações no âmbito do padrão de acidentes de viação em adultos jovens e idosos.

À Professora Doutora Patricia McKenna, pelos ensinamentos sobre os fundamentos teóricos do *Rookwood Driving Battery*, e também pela partilha da sua experiência prática em avaliação neuropsicológica de condutores. Agradeço também à Dra. Janice Rees (Gwent Healthcare National Health Service Trust), pela sensibilização para a importância do aconselhamento de pessoas idosas com medidas restritivas de condução.

Aos Centros de Avaliação de Condutores no Reino Unido, o Driving Assessment Service (Rookwood Hospital, Cardiff), e o Derby Regional Mobility Centre (Kingsway Hospital, Derby), por terem permitido a observação da interface entre testes neuropsicológicos e condução automóvel em contexto real de trânsito.

Ao Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P. (IMTT, I.P.), por ter possibilitado o acesso à amostra dos estudos, e pela colaboração nos trâmites legais necessários para a realização (excecional) de uma tarefa prática de condução num processo de avaliação psicológica de condutores. De modo



particular, agradeço a todos os colegas do Laboratório de Psicologia (LAPSI) do IMTT, I.P., com um reconhecimento especial para a Dra. Fausta Figueiredo, por todo o interesse e empenho necessários para a concretização dos estudos empíricos programados no âmbito da presente tese, e para o Dr. Alberto Maurício, diretor do Laboratório de Psicologia, por acolher este projeto de investigação, e pela partilha da sua experiência prática em avaliação psicológica de condutores.

Ao Automóvel Club de Portugal (ACP), por proporcionar todas as condições técnicas necessárias para a realização das provas de condução em contexto real de trânsito. Um agradecimento particular ao Engenheiro Sérgio Marques, diretor do Centro de Exames do ACP, pelo profissionalismo demonstrado enquanto examinador de condução, que constituiu um alicerce determinante no desenvolvimento metodológico (e interdisciplinar) dos estudos.

À Fundação para a Ciência e a Tecnologia, pelo financiamento facultado para a concretização do projeto de investigação e período de formação no estrangeiro, através da concessão de uma bolsa de doutoramento. À Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra, pelo acolhimento necessário à persecução dos trabalhos. Pelo mesmo motivo, ao Centro de Psicopedagogia da Universidade de Coimbra e, posteriormente, ao Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo-Comportamental.

Aos co-autores dos estudos publicados, nomeadamente o José Marmeleira, colega de doutoramento da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, e o Professor Doutor João Marôco, do Instituto Superior de Psicologia Aplicada – Instituto Universitário, pela disponibilidade e colaboração preciosa.

À colega Sandra Freitas, pelo apoio no final deste percurso. Agradeço igualmente aos colegas Salomé Caldeira, Pedro Almiro e Lara Alves, pelos momentos e pelas palavras que partilhámos.

E a todos os condutores que participaram voluntariamente nos estudos.

Por fim, um agradecimento aos meus familiares. Aos meus pais, Odete e Manuel, irmãos, Carla e Sérgio, e sogros, Maria e Manuel, pelo apoio exemplar e pela compreensão que sempre manifestaram.

A uma pessoa muito especial, o José Maria, pela paciência e dedicação incansável, como marido e pai.

E de algum modo, ao José Maria e o Miguel, que também acompanharam de perto este trabalho.

## RESUMO

A avaliação psicológica de condutores idosos constitui um tema atual e de relevância crescente em Saúde Pública. O envelhecimento da população mundial e o aumento previsível do número de condutores idosos com alterações neuropsicológicas associadas à idade ou a condições médicas específicas (como doenças cerebrovasculares e neurodegenerativas) determinam a necessidade de instrumentos e protocolos de avaliação psicológica válidos, que permitam a identificação de condutores com diminuição da capacidade de condução e maior risco de acidente de viação. No âmbito da investigação científica atual, não existe um consenso sobre testes de cariz neuropsicológico indicados para a população de condutores idosos. Em Portugal, não são igualmente conhecidas publicações com dados de investigação teórica ou empírica sobre a validade de protocolos de avaliação e testes psicológicos para condutores. A presente dissertação apresenta investigações orientadas para o exame da validade de protocolos de avaliação e testes neurocognitivos em relação a medidas de desempenho de condução em adultos idosos. Para compreender esta finalidade, foram organizados diversos *Estudos* quer de âmbito teórico (*Estudos I, II e III*), quer de natureza empírica (*Estudos IV, V, VI e VII*).

O **Estudo I** documenta a utilidade de testes neurocognitivos no exame clínico de condutores com doença neurológica e psiquiátrica, e fundamenta a necessidade de articulação de resultados da avaliação médica e da avaliação psicológica para a condução. O **Estudo II** identifica um conjunto de testes neuropsicológicos com valor preditivo em relação a medidas de desempenho de condução automóvel em adultos idosos, e sinaliza a necessidade de investigações portuguesas neste domínio específico de *Avaliação Psicológica*. O **Estudo III** elabora uma recensão crítica sobre a legislação portuguesa mais recente no âmbito da avaliação psicológica de condutores, e procura desenvolver linhas de orientação prática para processos de exame em adultos idosos.

No âmbito dos estudos empíricos, o **Estudo IV** analisa preditores cognitivos de um maior risco de dificuldades de condução auto-reportadas numa amostra de adultos idosos. Os resultados indicam o poder preditivo de testes cognitivos específicos que examinam a atenção visual dividida e o funcionamento executivo, e da variável género, e impulsionam uma análise crítica do valor do auto-relato no âmbito da avaliação de condutores. O **Estudo V** identifica testes e domínios cognitivos com maior significância na discriminação de dois grupos de resultados numa grelha de observação de comportamentos de condução em contexto real de trânsito. Os condutores idosos com pior desempenho na condução obtiveram resultados significativamente inferiores em testes que examinam, de modo

particular, as capacidades visuo-espaciais, a atenção visual dividida, as funções executivas e os tempos de reação complexa, corroborando domínios neurofuncionais que determinam a proficiência de condução automóvel. O **Estudo VI** investiga a validade preditiva da versão portuguesa do ACE-R e, secundariamente, indicadores de fiabilidade da grelha de observação de comportamentos de condução. A cotação ACE-R evidenciou uma eficiência classificatória superior à cotação MMSE, em particular na deteção de condutores inaptos, sugerindo o valor potencial de um instrumento breve de avaliação cognitiva em processos de exame de aptidão para a condução em idosos. Adicionalmente, o estudo relativo ao acordo entre-observadores da grelha de condução indicou valores de fiabilidade elevada e sugere a utilidade de inclusão deste instrumento nos protocolos de avaliação que incorporem um exame de condução real. O **Estudo VII** analisa a validade preditiva de um conjunto de testes cognitivos e psicomotores em relação ao desempenho de condução real. Os testes de tempos de reação de escolha e complexa constituíram os preditores significativos numa bateria informatizada de uso corrente em Portugal em avaliação psicológica de condutores idosos. Adicionalmente, provas específicas que examinam a atenção visual dividida, as capacidades visuo-espaciais e o funcionamento executivo demonstraram valor específico e incremental em relação aos testes de tempos de reação.

Os resultados permitiram identificar a utilidade de testes neurocognitivos na previsão do desempenho de condução em adultos idosos, e a necessidade de aperfeiçoar a metodologia de avaliação psicológica de condutores em Portugal.

**Palavras-chave:** avaliação psicológica  
testes neurocognitivos  
adultos idosos  
condução automóvel  
aptidão psicológica  
modelos de previsão  
linhas de orientação prática

## ABSTRACT

The psychological assessment of older drivers is a current area of growing relevance in Public Health. The aging of the world population and the expected increase of the number of older drivers with neuropsychological deficits related with aging or specific medical conditions (such as cerebrovascular and neurodegenerative diseases) determine the need for instruments and valid psychological assessment protocols which allow the identification of drivers with impairment of driving capacity and greater risk of road accident. In the context of the current scientific research, there is no consensus of which neuropsychological tests are indicated for the older driver population. In Portugal, there are no known papers with empirical data about the validity of assessment protocols and psychological tests for drivers. The present dissertation presents investigations oriented to the analysis of the validity of assessment protocols and neurocognitive tests in relation to measures of driving performance in older adults. To comprise this purpose have been organized several *Studies* either at a theoretical level (*Studies I, II and III*), either of an empirical nature (*Studies IV, V, VI and VII*).

The *Study I* documents the utility of neurocognitive tests in the clinical examination of drivers with neurological and psychiatric disease, and supports the need for an articulation of results of the medical assessment and psychological assessment for driving. The *Study II* identifies a set of neuropsychological tests with predictive value in relation to measures of driving performance in older adults, and highlights the need for Portuguese investigations in this specific field of *Psychological Assessment*. The *Study III* prepares a critical review about the more recent Portuguese legislation within the psychological assessment of drivers, and seeks to develop guidelines for the examination of older adults.

In the context of the empirical studies, the *Study IV* analyzes the cognitive predictors of a higher risk of self-reported driving difficulties in a sample of older adults. The results showed the predictive power of specific cognitive tests examining the divided attention and executive functioning, and the variable gender, and promoted a critical analysis of the value of self-report in the assessment of drivers. The *Study V* identifies tests and cognitive domains with a greater significance in the discrimination of results in a driving behaviours observation grid in a real-world context. The older drivers with worse performance in driving obtained significant lower results in tests examining, particularly, the visuospatial abilities, divided attention, executive functions and complex reaction time, supporting the neurocognitive domains that are determinant to the driving performance. The *Study VI* investigates the predictive validity of the Portuguese version of the ACE-R and, secondarily, the indicators of reliability of the driving

behaviours observation grid. The ACE-R score showed higher classification accuracy compared to the MMSE score, particularly for detecting unsafe drivers, suggesting the potential value of a brief cognitive test in the fitness to drive assessment of older drivers. In addition, the interrater reliability study of the observation grid highlighted the utility of this instrument in the assessment protocols comprising an on-road driving assessment. The *Study VII* analyzes the predictive validity of a set of cognitive and psychomotor test in relation to on-road driving performance. The choice and complex reaction time tests were the significant predictors of a computerized battery that is currently administered in Portugal for the psychological assessment of older drivers. In addition, specific measures of divided attention, visuospatial abilities and executive functions showed a specific and incremental value in relation to the reaction time tests.

The results highlight the utility of neurocognitive tests to predict driving performance in older adults, and the need to improve the methodology of psychological assessment of drivers in Portugal.

**Keywords:** psychological assessment  
neurocognitive tests  
older adults  
automobile driving  
fitness-to-drive  
predictive models  
guidelines

# ÍNDICE

Índice de Quadros, Tabelas e Figuras	XV
Lista de Abreviaturas	XVII
INTRODUÇÃO	1
ESTUDOS TEÓRICOS	37
Introdução aos Estudos Teóricos	39
Estudo I	41
<i>Contributos da avaliação psicológica no exame clínico de condutores com doença neurológica e psiquiátrica</i>	
Estudo II	67
<i>Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes</i>	
Estudo III	103
<i>Avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal: Legislação e linhas de orientação prática</i>	
ESTUDOS EMPÍRICOS	135
Introdução aos Estudos Empíricos	137
Estudo IV	141
<i>Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers</i>	

Estudo V	157
<i>Neuropsychological assessment of older drivers: Review and synthesis</i>	
Estudo VI	197
<i>The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers</i>	
Estudo VII	231
<i>Cognitive and psychomotor tests as predictors of on-road driving ability in older primary care patients</i>	
DISCUSSÃO E CONCLUSÕES	269
1. Fiabilidade e Validade de Resultados	272
2. Principais Contributos	277
3. Linhas de Orientação Prática em Avaliação Psicológica de Condutores	284
4. Trabalhos Futuros	286
5. Conclusões	290
ANEXOS	299
ANEXO A	301
<i>Questionário sobre Hábitos e Dificuldades de Condução</i>	
ANEXO B	311
<i>Mapa de Circuito de Prova de Condução</i>	
ANEXO C	315
<i>Grelha de Observação de Comportamentos de Condução para Idosos</i>	
ANEXO D	321
<i>Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA): Manual da Versão Experimental Portuguesa</i>	
ANEXO E	343
<i>Estudos de Validade Preditiva de Testes Neurocognitivos na Avaliação de Condutores Idosos (Quadro-síntese)</i>	

# ÍNDICE DE QUADROS, TABELAS E FIGURAS

## ESTUDO III

- Quadro 1 Classificação de condutores e períodos de revalidação de títulos de condução em adultos com 65 ou mais anos de idade.
- Figura 1 Condições de indicação para exame psicológico do condutor idoso.
- Quadro 2 Áreas, aptidões e competências a avaliar em candidatos e condutores (grupo 1 e grupo 2), constantes no RHLC.
- Quadro 3 Guião de entrevista semiestruturada para condutores.
- Quadro 4 Exemplos de restrições de condução passíveis de serem incluídos num relatório de avaliação psicológica.

## ESTUDO IV

- Table I Descriptive statistics for the variables associated with reported difficulties in driving;  $p$ -values for those variables in the multivariate model (logistic regression).

## ESTUDO V

- Table I Studies included in the literature review.
- Table II Synthesis of the neuropsychological tests associated with crash involvement or on-road driving performance in older adults.
- Table III Significant correlations (Spearman's  $\rho$ ) between results on cognitive tests and on-road driving outcomes ( $N=13$ ).
- Table IV Neuropsychological variables with significant differences between groups with distinct level of driving total score.



## ESTUDO VI

Table I	Demographic, medical, and driving characteristics of the study groups.
Table II	Mean, standard deviation and range values of DBOG scores between study groups.
Table III	Mean, standard deviation and range values of ACE-R outcomes between study groups.
Table IV	Percentage of subjects correctly classified by the classification function with leave-one-out cross-validation.
Table V	Sensitivity, specificity and accuracy on cross-validation results of ACE-R discriminating tasks between safe and unsafe drivers.
Figure I	ROC curves of the ACE-R and MMSE scores as classification models.
Table VI	Partial correlations between on-road driving and ACE-R outcomes (after controlling for visual acuity).

## ESTUDO VII

Table I	Demographic, medical, and driving characteristics of the study groups.
Table II	Cognitive and psychomotor performance between safe and unsafe drivers.
Table III	Regression coefficients and model fit summary from developed predictive equations.
Table IV	Development of the final parsimonious models.
Table V	Accuracy parameters of the final parsimonious models in leave-one-out cross-validation.

## LISTA DE ABREVIATURAS

<b>ACE-R</b>	Avaliação Cognitiva de Addenbrooke – versão revista
<b>AVD</b>	Atividades de Vida Diária
<b>BADS</b>	Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome
<b>COG</b>	Cognitrone
<b>DA</b>	Doença de Alzheimer
<b>DC</b>	Dot Cancellation
<b>D-KEFS</b>	Delis-Kaplan Executive Function System
<b>DT</b>	Determination Test
<b>EM</b>	Esclerose Múltipla
<b>FWW</b>	Continuous Visual Recognition Task
<b>GOCCI</b>	Grelha de Observação dos Comportamentos de Condução para Idosos
<b>IMTT, I.P.</b>	Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, Instituição Pública
<b>MMSE</b>	Mini-Mental State Examination
<b>MoCA</b>	Montreal Cognitive Assessment
<b>RHLC</b>	Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir
<b>ROC</b>	Receiver Operating Characteristic
<b>RSR</b>	Road Sign Recognition
<b>RT</b>	Reaction Time
<b>SDSA</b>	Stroke Drivers Screening Assessment
<b>SMC</b>	Square Matrices Compass
<b>SMD</b>	Square Matrices Directions
<b>TCE</b>	Traumatismo Crânio-Encefálico
<b>UFOV</b>	Useful Field of View
<b>WAIS</b>	Escala de Inteligência de Wechsler para Adultos



# **INTRODUÇÃO**



## INTRODUÇÃO

A previsão do desempenho de condução real em adultos idosos, com recurso a testes neuropsicológicos, constitui uma área de investigação muito atual no cenário do envelhecimento demográfico e do acentuado crescimento do número de condutores idosos nas estradas.

O aumento expressivo de investigações e publicações neste domínio e segmento específico da população atesta uma realidade para a qual os vários estudos incluídos na presente dissertação pretende igualmente contribuir.

O funcionamento neuropsicológico determina o comportamento de condução automóvel e a segurança, nomeadamente a perceção visual, a atenção, o funcionamento executivo e a metacognição. Os défices nestes domínios são frequentes em pessoas com doença neurológica, psiquiátrica, ou mesmo apenas com idade avançada.

A avaliação de processos neurocognitivos intrínsecos ao desempenho da tarefa de condução constitui, na atualidade, um dos objetivos centrais em avaliação (neuro)psicológica, cujos resultados evidenciam utilidade na previsão desta importante e complexa atividade de vida diária.

Nesta introdução procuramos documentar questões relativas a comportamentos e problemas de condução específicos neste grupo da população condutora, e caracterizar a tarefa de condução como uma atividade simultaneamente essencial, exigente e difícil para pessoas idosas. De forma breve são analisados os seguintes tópicos: condução automóvel, envelhecimento e condições médicas; funções neurocognitivas, testes e protocolos de avaliação. Estes temas servem de enquadramento à apresentação dos Estudos Teóricos e Empíricos realizados no âmbito da presente dissertação.

## CONDUÇÃO AUTOMÓVEL, ENVELHECIMENTO E CONDIÇÕES MÉDICAS

A **previsão do desempenho de atividades de vida diária**, com recurso a testes neuropsicológicos, constitui um campo de investigação e aplicação de relevância crescente em *neuropsicologia clínica*. O objeto de estudo genérico, centrado na deteção e diagnóstico de patologias neurocognitivas como o Declínio Cognitivo Ligeiro ou a Doença de Alzheimer, e na compreensão das relações entre o cérebro e o comportamento humano, tem sido ampliado, ao longo das últimas décadas, por um **enfoque nas relações entre os desempenhos em testes neuropsicológicos ou de laboratório e o funcionamento na vida diária ou no mundo real** (Morgan & Heaton, 2009). Um dos principais motivos de encaminhamento para avaliação neuropsicológica corresponde, na atualidade, aos pedidos de parecer sobre os efeitos de doenças neurológicas e psiquiátricas na capacidade para realizar atividades escolares/académicas, profissionais e de vida diária específicas (Marcotte, Scott, Kamat, & Heaton, 2010).

A **condução automóvel** é, provavelmente, a atividade instrumental de vida diária mais complexa e perigosa, associada ao risco de mortalidade e morbilidade, e, simultaneamente, uma tarefa essencial para muitos indivíduos. Em **pessoas idosas**, em particular, a condução tem sido relacionada com os conceitos de *mobilidade* e *independência* (Mezuk & Rebok, 2008), mas também com um sentido individual de *identidade* e de *qualidade de vida* (Gardezi et al., 2006). A redução ou restrição deste atividade potencia o isolamento social (Freund & Colgrove, 2008) e a

manifestação de sintomas de depressão (Fonda, Wallace, & Herzog, 2001; Ragland, Satariano, & MacLeod, 2005), de um modo mais acentuado em adultos idosos com incapacidades físicas ou sem outros meios de transporte alternativos e acessíveis (Edwards, Perkins, Ross, & Reynolds, 2009). Estes indicadores, documentados em vários estudos, são sugestivos da importância da condução na independência e no bem-estar psicológico de pessoas idosas, o que valoriza a necessidade de **preservar e promover esta atividade em condições de saúde e segurança**, ao longo da vida. Poderão também corresponder, de algum modo, a linhas de justificação para o facto do **automóvel particular constituir hoje o meio de transporte preferencial e dominante na população idosa emergente** (European Road Safety Observatory, 2009).

O atual cenário do envelhecimento demográfico ocasiona um contínuo e acentuado crescimento do número de **condutores idosos** nas estradas (European Road Safety Observatory, 2009). Nas últimas décadas, o aumento da proporção do número de pessoas idosas constitui um facto a nível mundial. Na **União Europeia** (UE-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 (European Commission, 2011). Em **Portugal** esta transição demográfica é igualmente significativa. O índice de envelhecimento no ano de 2010 situou-se nos 120 idosos por cada 100 jovens, estimando-se que o número de idosos duplicará em 2050 para 243 por cada 100 jovens (Instituto Nacional de Estatística, 2011). Na população idosa, a percentagem de condutores foi de aproximadamente 40% no ano de 2007 (Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2008), sendo



expectável um aumento nas próximas décadas em consonância com o envelhecimento demográfico.

Em Portugal, o número de **condutores vítimas mortais com 65 ou mais anos de idade** é também um dos mais elevados, segundo o grupo etário (Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária, 2011). O envolvimento em acidentes, a fragilidade física (e.g., diminuição da densidade óssea, elevado risco de falência multi-orgânica) e gravidade dos ferimentos associados, são as principais razões apontadas para justificar um maior risco de mortalidade associado aos condutores idosos (European Road Safety Observatory, 2009).

Os estudos sistemáticos no âmbito do **padrão de acidentes de viação** indicam, **nos condutores idosos**, uma maior incidência em situações de trânsito complexas, que abrangem uma diversidade de estímulos e múltiplas tarefas (nomeadamente atravessar cruzamentos e entroncamentos, executar mudanças de direção ou de via), ou que exigem resposta à sinalização rodoviária (como sinais de cedência de passagem) (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, 2010b; European Road Safety Observatory, 2009; Langford & Koppel, 2006). Por outras palavras, nestas situações de trânsito é necessário extrair informação relevante do campo visual, dividir a atenção entre estímulos concorrentes, antecipar, planear, tomar decisões, e executar múltiplas tarefas, em intervalos de tempo muito reduzidos (Hakamies-Blomqvist, Sirén, & Davidse, 2004; Rizzo & Kellison, 2010).

Nos **condutores jovens e adultos** (nomeadamente entre os 25 e os 64 anos), os acidentes de viação decorrem, de modo proeminente, da prática de comportamentos de risco como o excesso de velocidade, a condução sob o efeito de substâncias (e.g., álcool e drogas), o uso de aparelhos eletrónicos durante o tarefa da condução (e.g., telemóveis,

leitores de música), ou manobras perigosas que podem colocar em risco a segurança dos utentes da via (Organization for Economic Co-operation and Development, 2006). Estas causas de acidente, não são representativas no padrão de acidentes de viação em adultos idosos (Clarke, Ward, Bartle, & Truman, 2010a), o que ilustra a existência de fatores causais distintos em função do grupo etário a que pertence o condutor: em adultos jovens, as atitudes e comportamentos de risco constituem fatores significativos; em idosos, o declínio funcional (motor, percetivo e/ou cognitivo) associado ao avanço da idade e/ou a doenças médicas que acompanham o envelhecimento, pode ter um efeito potencialmente negativo na proficiência de condução e aumentar o risco de acidente (European Road Safety Observatory, 2009; Wolf & Clark, 2012).

Importa sublinhar, neste contexto, que a **idade cronológica**, *per se*, não é um preditor significativo da capacidade de condução, mas sim a presença de alterações funcionais específicas no decurso do envelhecimento normal ou patológico (Anstey, Wood, Lord, & Walker, 2005). Um largo número de condutores idosos não é vítima de acidentes de viação, seja por relativa preservação das capacidades físicas e psicológicas necessárias para a atividade de condução, ou por uma prática (eficiente) de **estratégias ou comportamentos de compensação face ao declínio funcional** (físico/motor, sensorial, e/ou cognitivo). Os défices motores podem ser compensados, de modo efetivo, por adaptações ergonómicas no veículo (Lawton, Cook, May, Clemo, & Brown, 2008). Os défices percetivos e cognitivos podem ser, até certa medida, compensados por alterações nos hábitos de condução, que correspondem a estratégias para diminuir o potencial risco de acidente, a título exemplificativo: redução da velocidade habitual de circulação; raio de ação circunscrito; conduzir

apenas em percursos familiares ou estritamente necessários (para acesso a bens e serviços); circular nas horas do dia com menor fluxo de trânsito; evitar situações de trânsito potencialmente complexas (viz., intersecções); circular com boas condições de visibilidade (e.g., com luz do dia, sem chuva ou nevoeiro); conduzir apenas com copiloto (Baldock, Mathias, McLean, & Berndt, 2006; Ball, Owsley, Stalvey, Roenker, Sloane, & Graves, 1998; Charlton et al., 2006; Rosa, 2011; Ross et al., 2009).

A mobilização de estratégias de compensação depende da **consciência dos défices funcionais** (nosognosia) e do **conhecimento dos próprios processos cognitivos** (metacognição, como abordaremos posteriormente). Vários estudos indicam que um número significativo de adultos idosos sobrevaloriza as suas capacidades de condução (Freund, Colgrove, Burke, & McLeod, 2005; Windsor, Anstey, & Walker, 2008), e que a falta de consciência de problemas na condução é proeminente em casos de deterioração cognitiva (Cosentino & Stern, 2005; Wild & Cotrell, 2003). Por conseguinte, nem todos os adultos idosos auto-restringem os seus hábitos de condução, e podem ser, inclusivamente, confiantes nas suas capacidades, mesmo em situação de declínio cognitivo (Marottoli & Richardson, 1998; Stutts, 1998). Por exemplo, um estudo prospetivo com 53 condutores com demência, revela que cerca de metade dos casos mantém uma condução ativa (em 5 dias por semana), e vários anos após o início da síndrome (Adler & Kuskowski, 2003). Importa referir, no entanto, que não existe evidência empírica de quais são as estratégias compensatórias efetivas na redução do risco de envolvimento em acidentes futuros. Uma mera regulação do comportamento de condução não traduz, necessariamente, uma diminuição do risco de acidente em pessoas idosas (Ross et al., 2009). No entanto, é sugestivo que essa premissa seja mais efetiva em pessoas com lesão ou deterioração

cerebral, em situações de trânsito não-rotineiras, imprevistas ou que abrangem uma maior complexidade de estímulos e respostas (Brouwer, Withaar, Tant, & van Zomeren, 2002).

Os comportamentos de compensação podem ser analisados na perspectiva do **modelo hierárquico da tarefa de condução** proposto por Michon (1985). Este modelo de comportamento de condução é um dos mais referenciados na literatura, entre outros propostos nas últimas décadas (e.g., Fuller, 1984; Shiffrin & Schneider, 1977; Summala, 1988, 1997; Rasmussen, 1986; Reason, 1990). De acordo com este modelo, a tarefa de condução envolve três níveis de controlo: (a) **estratégico**, correspondente ao planeamento e decisão do trajeto, de acordo com os objetivos e condições rodoviárias (e.g., paragens, duração, trânsito); (b) **tático**, correspondente às ações realizadas durante a condução, incluindo manobras e tarefas secundárias (e.g., mudança de via, ultrapassagem, uso do telemóvel); e (c) **operacional**, correspondente ao controlo dos comandos do veículo (e.g., volante, pedais, caixa de velocidades). Estes níveis de controlo apresentam uma pressão temporal (*time pressure*) diferenciada — minutos (estratégico), segundos (tático) e milissegundos (operacional) — e interdependente, a título exemplificativo: quanto maior a distância de segurança (nível tático), maior o tempo disponível para decidir e executar uma travagem (nível operacional); ou, a lentidão nos tempos de reação (nível operacional), pode influenciar a decisão de reduzir a velocidade habitual de condução (nível tático).

Os comportamentos de compensação têm a finalidade, em regra, de reduzir a pressão temporal inerente à atividade de condução. A possibilidade de compensar eventuais défices cognitivos ocorre, sobretudo, nos níveis em que existe uma maior quantidade de tempo disponível para o processamento de informação e tomada de decisão.

Deste modo, é compreensível que o nível tático e, sobretudo, o nível operacional, possam ser afetados por lentidão na velocidade de processamento de informação, défices de atenção e na memória de trabalho, frequentes (e por norma persistentes) em quadros de lesão ou deterioração cerebral (Brouwer et al., 2002).

De modo simplificado, a condução automóvel pode ser conceptualizada como uma **atividade de vida diária que exige diferentes recursos cognitivos** para satisfazer os níveis de controlo estratégico, tático e operacional. É presumível que um número (considerável) de processos neuropsicológicos esteja envolvido nestes distintos níveis, e que os testes neurocognitivos tenham a potencialidade de examinar vários componentes cognitivos e psicomotores que integram a tarefa de condução.

A par dos diversos contrastes entre desempenhos em testes neuropsicológicos e atividade de condução, existe, ainda, um largo número de **condições médicas** que podem comprometer o desempenho de condução. Em função dos objetivos dos estudos de previsão, essas condições podem ser ou não controladas, a título exemplificativo: (a) **condições visuais**, como diminuição da acuidade visual estática e dinâmica, dos campos visuais (Owsley & McGwin, 1999), bem como cataratas (Owsley, Stalvey, Wells, Sloane, & McGwin, 2001), glaucoma, degenerescência macular, doenças da retina (Owsley & McGwin, 1999), hemianopsia homónima e quadrantanopsia (Rizzo & Kellison, 2004); (b) **condições físicas**, como osteoartrite, hemiparesia (Ponsford, Viitanen, Lundberg, & Johansson, 2008) e espasticidade (Marcotte et al., 2008); (c) **condições psiquiátricas**, como depressão (Wingen, Ramaekers, & Schmitt, 2006), personalidade antissocial e esquizofrenia (Edlund, Conrad,

& Morris, 1989; Palmer et al., 2002); e (d) **condições neurológicas**, como traumatismo crânio-encefálico (Schanke, Rike, Mølmen, & Østen, 2008), acidente vascular cerebral (Lundqvist, Gerdle, & Rönnerberg, 2000), esclerose múltipla (Schultheis et al., 2010), doença de Alzheimer (Ott et al., 2008) e doença de Parkinson (Uc et al., 2011).

Concomitantemente, e embora os **psicofármacos** possam melhorar o funcionamento diário em pessoas com doença psiquiátrica, importa também referir a ocorrência de potenciais efeitos secundários na condução de veículos a motor (em regra, difíceis de operacionalizar). Por exemplo, é o caso das benzodiazepinas, antidepressivos (viz., os tricíclicos) e antipsicóticos (viz., os atípicos) (Brunnauer, Laux, & Zwick, 2009; Dassanayake, Michie, Carter, & Jones, 2011). **Outras substâncias psicoativas** podem diminuir a capacidade de condução, como o álcool, ou as drogas ilícitas como a cannabis e seus derivados (Sewell, Poling, & Sofuoglu, 2009; Asbridge, Hayden, & Cartwright, in press), referenciado apenas as mais representativas.

## **CONDUÇÃO AUTOMÓVEL, FUNÇÕES NEUROCOGNITIVAS, TESTES E PROTOCOLOS DE AVALIAÇÃO**

As investigações que constam da presente dissertação procuraram encontrar respostas para a **definição de um protocolo de avaliação válido para o exame neurocognitivo de condutores idosos**.

A atividade de condução mobiliza diferentes funções neurocognitivas que podem ser examinadas com recurso a testes e protocolos de avaliação. De acordo com Rizzo e Kellison (2010), o **funcionamento neuropsicológico** determina o comportamento de condução e a

segurança, constituindo, deste modo, um preditor de acidentes de viação. Em consonância com esta formulação, a tarefa de condução exige a integridade, coordenação e rapidez de várias capacidades cognitivas e psicomotoras: perceber e atender os múltiplos estímulos do ambiente rodoviário (nomeadamente através da visão), interpretar (corretamente) as situações de trânsito, decidir sobre as ações necessárias, planejar e executar ações, e processar o *feedback* de modo a determinar a necessidade de novas ações (Marcotte & Scott, 2009). O risco de falha nestas etapas é superior na presença de défices perceptivos, de atenção, no funcionamento executivo ou na consciência do próprio desempenho cognitivo e da condução (Rizzo & Kellison, 2010).

Os domínios da **linguagem** ou da **memória**, *per se*, não evidenciam um efeito significativo na proficiência de condução e na segurança (Golper, Rau, & Marshall, 1980; Reger, Welsh, Watson, Cholerton, Baker, & Craft, 2004), embora a ocorrência de défices específicos como alexia pura ou amnésia anterógrada grave possam comprometer, respetivamente, a leitura de informações de trânsito e o cumprimento de orientações direcionais (Anderson et al., 2007).

A atividade de condução requer, deste modo, um processamento seletivo e contínuo de uma vasta quantidade de informação sensorial e perceptiva. Embora a percepção auditiva e somatossensorial sejam relevantes (e em regra compensáveis), a **percepção visual** faculta a informação sobre a localização e estrutura dos diferentes elementos visuais no espaço (e.g., carros, peões, obstáculos, sinais de trânsito) (Sivak, 1996), a profundidade, a distância, o movimento, mas também sobre o automovimento (*egomotion*) e o tempo que o condutor demora até ao contato ou colisão com outros objetos (Rizzo & Kellison, 2010). Estes processos são necessários, por exemplo, no controlo lateral e longitudinal

do veículo, em diversas manobras que envolvem raciocínio espacial, avaliação de distâncias ou na detecção de perigos. Para uma adequada eficiência destas capacidades, é importante a integridade da acuidade visual, dos campos visuais, bem como a ausência de síndromes neurológicas específicas como inatenção hemi-espacial selectiva, síndrome de Balint ou agnosias visuais (Wolf & Clark, 2012).

A **atenção**, uma das funções básicas da atividade cognitiva, é igualmente crucial na tarefa de condução, permitindo selecionar os estímulos relevantes do ambiente rodoviário e inibir os distratores (atenção seletiva), dar atenção a mais de um estímulo em simultâneo (atenção dividida), e manter a atenção durante um determinado período de tempo (atenção sustentada) (Wolf & Clark, 2012). Estes processos de atenção são necessários, por exemplo, para atender aos utentes da via (carros e peões) e sinais de trânsito, e dividir a atenção entre diferentes localizações espaciais, estímulos e tarefas. Os processos de atenção podem ser automáticos, rápidos e involuntários (e.g., correções no controlo da direção), ou mais controlados e lentos, operando em situações exigentes e que implicam decisões conscientes (e.g., exploração perceptiva entre a estrada e os espelhos retrovisores no momento de entrada ou saída numa fila de trânsito) (Rizzo & Kellison, 2010). As dificuldades de atenção podem diminuir a capacidade para selecionar e responder imediatamente a estímulos críticos (centrais e periféricos), aumentar a vulnerabilidade à interferência e distratibilidade, assim como o tempo necessário para executar tarefas que exigem controlo e flexibilidade da atenção (e.g., num cruzamento, verificar os espelhos, perceber o movimento de veículos que se aproximam, realizar uma mudança de direção à esquerda). Os défices de atenção dividida, e na capacidade para dividir a atenção de uma parte para outra no ambiente, são particularmente decisivos na proficiência de



condução em pessoas com lesão cerebral ou declínio cognitivo (Brouwer et al., 2002; Parasuraman & Nestor, 1993).

O **funcionamento executivo** corresponde a um conjunto de processos cognitivos intimamente relacionados com o controlo dos mecanismos atencionais e da informação na memória de trabalho (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). Estes processos são considerados cruciais na tarefa de condução e incluem, nomeadamente: (i) antecipação (de situações de trânsito), (ii) planeamento estratégico da ação (em função dos fatores situacionais e da experiência anterior), (iii) tomada de decisão (integração de informação e escolha deliberada), (iv) execução da ação (através da coordenação de movimentos), (v) monitorização do ambiente (de modo a possibilitar a adaptação da ação às alterações ou exigências externas, a partir do mecanismo de retroalimentação), (vi) flexibilidade mental (considerar diferentes possibilidades de atuação), (vii) juízo crítico (acerca dos perigos e riscos inerentes à condução, e sobre as próprias capacidades), e (viii) controlo de impulsos (inibição de processos automáticos ou dominantes) (Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel, 2012). Os processos executivos envolvem circuitos entre diferentes regiões do cérebro (partes do córtex pré-frontal, dos núcleos da base, do tálamo e do cerebelo, bem como de áreas corticais fora do lobo frontal), sendo particularmente vulneráveis nas lesões cerebrais traumáticas, vasculares, doenças neurodegenerativas e no próprio processo de envelhecimento cognitivo normal (Fuster, 2008). A ineficiência do funcionamento executivo é considerada um fator determinante nos acidentes de viação (Daigneault et al., 2002), sobretudo em situações de trânsito complexas ou em que falha a rotina (Brouwer et al., 2002; van Zomeren, Brouwer, & Minderhoud, 1987). Planear um trajeto, decidir se e quando ultrapassar outro veículo, antecipar uma mudança de via antes de um obstáculo, ou utilizar

estratégias de compensação de modo a evitar situações de risco, são apenas alguns exemplos que pressupõem a integridade do funcionamento executivo durante a condução.

A **metacognição** ou conhecimento dos próprios processos cognitivos e de sua influência no comportamento (de condução), tem sido conceptualizada no âmbito do funcionamento executivo (Mazzoni & Nelson, 1998). Este conhecimento é particularmente relevante na condução, no que concerne à consciência das capacidades cognitivas, do comportamento de condução, e das estratégias de compensação. Os condutores com doença neurológica ou psiquiátrica (e.g., lesões pré-frontais, síndrome de Korsakoff, esquizofrenia, inatenção hemi-espacial selectiva), e anosognosia ou falta de consciência crítica dos défices (Shimamura, 1994) são mais suscetíveis de criar situações de risco durante a condução, uma vez que não adaptam o seu comportamento de modo a atenuar ou compensar os défices funcionais.

Um fator que pode **limitar a previsão do desempenho de condução com base no recurso a testes neuropsicológicos** corresponde ao facto dos condutores poderem apresentar, na realidade, um comportamento de condução distinto do que seria esperado com base nos desempenhos nos testes (Reger et al., 2004). Por exemplo, um condutor pode mobilizar estratégias de compensação que lhe permite funcionar de modo eficiente em contexto real de trânsito, ainda que possa obter resultados menos favoráveis em testes de laboratório (ou o inverso).

Podemos acrescentar outros **fatores que podem dificultar o estudo da relação entre desempenhos em testes neuropsicológicos ou de laboratório e o funcionamento em atividades de vida diária**. Em

primeiro lugar, os testes neuropsicológicos podem ser limitados para prever o funcionamento no mundo real. Os **testes neuropsicológicos examinam a capacidade**, ou o que o indivíduo é capaz de fazer, **e não o funcionamento** ou o exercício (efetivo) da capacidade no contexto real (Goldstein, 1996). Por outras palavras, existe uma diferença entre avaliação de défice funcional (e.g., de atenção) e incapacidade (e.g., de condução).

Segundo, a maioria das atividades de vida diária envolve vários processos cognitivos. A previsão do desempenho de condução automóvel depende dos **constructos cognitivos medidos pelos testes**, nem sempre congruentes entre autores, o que poderá dificultar a identificação (e consenso) dos domínios cognitivos específicos e determinantes na tarefa de condução (Marcotte et al., 2010). Uma outra questão em aberto é saber se os resultados em testes neuropsicológicos podem ter suficiente representatividade funcional para prever uma atividade tão complexa e dinâmica como a condução automóvel.

Terceiro, os testes neuropsicológicos não examinam as estratégias de compensação (como previamente referido), nem a **experiência de condução**. A experiência contribui para o progresso de automatismos (perceptivos, cognitivos, motores) e maior disponibilidade de recursos atencionais e executivos para responder a situações novas, imprevistas ou complexas (Underwood, 2007). Por outro lado, a referida experiência aumenta o conhecimento sobre as diferentes situações de trânsito e os repertórios comportamentais mais eficientes.

Em quarto lugar, os testes neuropsicológicos fornecem uma medida de capacidade em tarefas realizadas num **período de tempo** delimitado, enquanto as atividades de vida diária podem ter lugar ao longo de um período de tempo (Chaytor & Schmitter-Edgecombe, 2003). O examinando

pode ser capaz de mobilizar recursos cognitivos suficientes para realizar com sucesso uma tarefa breve (e controlada), mas ter dificuldade na mesma tarefa com um período de tempo alargado (e.g., devido a défices de atenção, fadiga fácil), premissa que pode ser mais efetiva em pessoas com doença neurológica (e.g., Brouwer et al., 2002).

Quinto, uma **diferença substancial entre os (resultados nos) testes neuropsicológicos e a (performance na) condução é a experiência** que cada pessoa tem nestas tarefas que, proporcionalmente, deverá ser nula ou inferior nos testes neuropsicológicos e elevada na condução. Este aspeto poderá ser relevante em consideração dos casos com problemas de capacidade de aprendizagem ou de adaptação a situações novas (e.g., com défices de atenção, memória, funcionamento executivo), em particular, em pessoas com doenças neurológicas, psiquiátricas, ou apenas com idade avançada.

Sexto, em comparação com a atividade de condução, é sugestivo que uma situação de *testing* possa potenciar sintomas de **ansiedade**, mas também **motivação** para obter os melhores desempenhos, o que não acontece necessariamente na condução em contexto real de trânsito.

Por último, um **contexto laboratorial pode ser francamente distinto do contexto real** em que são realizadas as atividades de vida diária. Por exemplo, em contraste com as situações de *testing*, as tarefas no mundo real não são estandardizadas e controladas no que concerne a uma série de variáveis (Tupper & Cicerone, 1990). Na realidade, a condução automóvel é realizada *naturalmente*, em diferentes contextos e num ambiente mutável (e.g., fluxo de trânsito, infraestruturas rodoviárias, fatores atmosféricos), com estímulos distratores (dentro e fora do veículo), e habitualmente sem instruções ou qualquer incentivo para continuar a tarefa. Os estudos naturalísticos representam, neste contexto, uma

orientação da maior relevância para a ampliação de conhecimento sobre a utilidade de testes neurocognitivos na previsão da atividade de condução (Crizzle & Myers, in press; Guo & Fang, in press; Ott, Papandonatos, Davis, & Barco, 2012).

Prever e determinar a capacidade de condução poderá corresponder a uma das questões mais complexas e difíceis que enfrentam os investigadores e clínicos (Marcotte & Scott, 2009). Em consideração dos inúmeros fatores que podem interferir na relação entre desempenhos em testes de laboratório (neuropsicológicos) e o funcionamento nas atividades de vida diária, não é surpreendente que **os resultados em testes neuropsicológicos nem sempre traduzam os desempenhos na vida real** (cf., Sadek & van Gorp, 2010).

Embora não exista, na atualidade, um consenso formal alargado sobre quais os testes neuropsicológicos mais indicados para identificar condutores com potencial risco de acidente de viação, um número considerável de estudos empíricos corrobora que **os testes têm a potencialidade de examinar funções neuropsicológicas determinantes na condução automóvel**. Uma evidência adicional corresponde à existência de um **maior risco de acidente de viação em pessoas idosas com défices cognitivos** (Ferreira & Simões, 2009; Ferreira & Simões, 2012).

Estudos recentes assinalam a utilidade de testes neurocognitivos na avaliação de condutores pertencentes a **grupos clínicos** muito representados na população idosa, como a doença de Alzheimer (e.g., Dawson, Anderson, Uc, Dastrup, & Rizzo, 2009; Lincoln, Taylor, Vella, Bouman, & Radford, 2010), doença de Parkinson (e.g., Amick, Grace, &

Ott, 2007; Uc et al., 2011), ou acidente vascular cerebral (e.g., Akinwuntan et al., 2007; Lundberg, Caneman, Samuelsson, Hakamies-Blomqvist, & Almkvist, 2003). Não obstante a necessidade de desenvolver linhas de orientação para a avaliação de condutores com diagnóstico clínico documentado, uma **questão decisiva e que permanece parcialmente em aberto é se os desempenhos nos testes permitem examinar a capacidade de condução e/ou apenas os défices neuropsicológicos** que caracterizam um determinado quadro neuropatológico (Reger, Welsh, Watson, Cholerton, Baker, & Craft, 2004).

No **declínio cognitivo**, seguindo este um processo normal ou patológico do envelhecimento, é expectável a presença de alterações neuropsicológicas (e.g., na velocidade de processamento, atenção visual) com **potencial efeito negativo na proficiência de condução automóvel** (Carr & Ott, 2010). Contudo, nos processos de avaliação clínica da aptidão para a condução, as diversas **patologias neurológicas associadas ao envelhecimento nem sempre se encontram convenientemente diagnosticadas ou documentadas** (McKenna & Bell, 2007). Por conseguinte, o recurso a protocolos de avaliação diferenciados, definidos em função do eventual grupo clínico a que o condutor possa pertencer, corresponde a um modelo de avaliação potencialmente ineficiente (e complexo) do ponto de vista da implementação prática.

A condução automóvel pode ser conceptualizada como uma atividade de vida diária que envolve requisitos universais em termos cognitivos (Barrash, Stillman, Anderson, Uc, Dawson, & Rizzo, 2010; McKenna, 1998; Morgan & Heaton, 2009). Esta formulação reforça a necessidade de um **consenso sobre os domínios funcionais**,

**componentes específicos e testes neurocognitivos mais apropriados para examinar esta atividade.** Por outras palavras, assinala também a relevância de constituir um modelo de avaliação específico que permita assegurar um nível básico de exigência e de comparabilidade de resultados. Salvaguardar esta preocupação de especificidade na escolha do protocolo de avaliação implica reconhecer o impacto de variáveis como a idade e a escolaridade.

Os estudos analisados indicam a existência de uma diversidade de protocolos de avaliação, testes neuropsicológicos e de medidas de condução automóvel, com resultados variáveis no que diz respeito à validade preditiva. No contexto da literatura atual, **não existe um consenso sólido sobre instrumentos e protocolos de avaliação neuropsicológica para a condução em adultos idosos** (cf., Wolf & Clark, 2012). A título exemplificativo, os dados de investigação indicam resultados inconsistentes sobre a validade preditiva do MMSE (um teste de rastreio cognitivo de uso generalizado em contexto clínico) em relação a diferentes medidas de condução (cf., Iverson, Gronseth, Reger, Classen, Dubinsky, & Rizzo, 2010), assim como um fraco poder discriminante deste instrumento em comparação com o desempenho de condução real em adultos idosos (e.g., Crizzle, Classen, Bédard, Lanford, & Winter, in press). Uma linha de justificação para este facto poderá corresponder à natureza do teste ser predominantemente verbal (Bak & Mioshi, 2007), e limitada na avaliação de domínios cognitivos que determinam realmente o exercício da condução em segurança, como as capacidades visuo-espaciais e as funções executivas (Marcotte & Scott, 2009). No contexto da investigação atual, **não existe um consenso sobre um instrumento breve de avaliação cognitiva global que permita identificar condutores com**

**maior risco de inaptidão em prova de condução real** (decorrente da presença de défices cognitivos), **e suportar a necessidade de referenciação para uma avaliação psicológica especializada**. Como iremos ver adiante, no âmbito de estudos realizados para a presente dissertação, os resultados da investigação realizada com o ACE-R com condutores idosos são a este nível bastante (mais) promissores. Mantendo a natureza de teste de rastreio, o *Addenbrooke's Cognitive Examination Revised* (ACE-R) é um instrumento mais completo que o MMSE. O ACE-R inclui os itens do MMSE, incorpora um maior número de domínios cognitivos (abarcando tarefas de avaliação das funções executivas e visuo-espaciais) que são examinados com maior profundidade e consistência. Contudo, e apesar das limitações conhecidas, o MMSE é ainda o teste de rastreio cognitivo mais usado com aquele objetivo.

No âmbito da **legislação portuguesa** mais recente sobre o **Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir**, aprovado pelo Decreto-Lei nº 138/2012, indicamos ainda dois tópicos concretos que assinalam a necessidade de aperfeiçoar o processo de avaliação psicológica de condutores em Portugal, e desenvolver investigações neste domínio. Na regulamentação aprovada, **não existe referência explícita a instrumentos específicos e validados** para o exame das denominadas *áreas perceptivo-cognitiva e psicomotora*. Do ponto de vista prático, é expectável que este facto continue a limitar a desejável uniformização de um protocolo básico comum que possa ser usado por psicólogos na avaliação psicológica de condutores, assim como o grau de exigência das avaliações e de comparabilidade de resultados. Adicionalmente, e relativamente às áreas perceptivo-cognitiva e psicomotora, os critérios operacionais de *aptidão/inaptidão* psicológica para a condução são



baseados em percentis. No âmbito da literatura científica atual, **desconhecemos a existência de publicações com estudos sistemáticos de natureza empírica que permitam suportar a validade de um modelo de avaliação psicológica para a condução baseado numa medida de tendência central.** Por outro lado, esta metodologia traduz, de algum modo, uma conceptualização da atividade de condução como um somatório de tarefas e resultados, sem integrar os contributos funcionais específicos dos vários testes e domínios que devem incorporar um protocolo de avaliação. A investigação atual preconiza estudos empíricos de validade de testes psicológicos em relação a medidas de condução. Os estudos realizados no âmbito da presente dissertação têm a finalidade de otimizar a classificação correta de casos e operacionalizar a interpretação de resultados com diferentes testes, com recurso a modelos de previsão e pontos de corte indicativos do parecer de aptidão/inaptidão psicológica para a condução.

Deste modo, e considerando os vários argumentos referenciados e que assinalam a necessidade premente de investigações sistemáticas no domínio da avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal, propusemo-nos **concretizar estudos empíricos de validade, envolvendo a interface entre *testes neurocognitivos e medidas de desempenho de condução.***

\* \* \*

A presente dissertação inclui **estudos de natureza teórica e empírica**.

Os **ESTUDOS TEÓRICOS** (Estudos I, II e III) estão orientados para o **exame do estado da arte e identificação de problemas atuais de investigação** no domínio da avaliação (neuro)psicológica de condutores idosos.

O **Estudo I** e o **Estudo II** documentam uma revisão de estudos empíricos sobre a validade de testes neurocognitivos em relação a medidas de desempenho de condução automóvel. Especificamente, o **Estudo I**, *Contributos da avaliação psicológica no exame clínico de condutores com doença neurológica e psiquiátrica*, analisa a utilidade de testes neurocognitivos na avaliação de condutores com doença neurológica como traumatismo crânio-encefálico, acidente vascular cerebral, esclerose múltipla, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, e doença psiquiátrica como depressão e esquizofrenia.

O **Estudo II**, *Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes*, identifica um conjunto de instrumentos de avaliação e domínios cognitivos examinados no âmbito de investigações com condutores idosos.

O **Estudo III**, *Avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal: Legislação e linhas de orientação prática*, elabora uma recensão crítica sobre a legislação portuguesa recentemente publicada (Decreto-Lei nº 138/2012) no âmbito do exame psicológico de condutores, e procura, neste contexto, constituir um **ponto de partida para o desenvolvimento**

## **de linhas de orientação prática em avaliação psicológica de condutores idosos.**

Em Portugal, a avaliação psicológica de condutores constitui uma atividade com legislação própria, em forte expansão entre os psicólogos profissionais. É por isso, e cada vez mais, uma área de diferenciação profissional que exige investigação científica. Em consonância com o envelhecimento da população mundial e aumento previsível do número de condutores idosos com alterações neuropsicológicas associadas à idade ou a condições médicas específicas (e.g., doenças neurodegenerativas), é necessária a implementação de estudos empíricos de validade com **instrumentos e protocolos de avaliação psicológica, que permitam a identificação (e aconselhamento) de pessoas idosas com diminuição da capacidade de condução e maior risco de acidente de viação.**

Neste contexto, a presente dissertação integra vários **ESTUDOS EMPÍRICOS (Estudos IV, V, VI e VII)** que pretendem constituir resposta simultaneamente a problemas identificados nos Estudos Teóricos e a necessidades de natureza prática. O seu **objetivo geral** é a análise da validade preditiva de testes neurocognitivos em relação a medidas de desempenho da condução automóvel em adultos idosos.

O **Estudo IV**, *Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers* (Ferreira, Marmeleira, Godinho, & Simões, 2007) teve o objetivo de determinar a associação entre dificuldades de condução auto-reportadas em adultos idosos e resultados em testes neurocognitivos específicos. De modo particular, pretendemos estimar preditores significativos de um maior número de dificuldades de condução reportadas por adultos idosos. O estudo incluiu uma amostra de 38 condutores (média

de idade =  $70.20 \pm 5.00$ ), provenientes de programas universitários para pessoas idosas. O protocolo de investigação foi constituído por um questionário sobre hábitos e dificuldades de condução (Anexo A) e um conjunto diversificado de instrumentos: teste de acuidade visual, teste psicomotor com validade documentada em relação a envolvimento em acidentes rodoviários (cf., Marottoli, Cooney, Wagner, Doucetter, & Tinetti, 1994), e testes neurocognitivos referenciados em estudos empíricos (e.g., Ball et al., 2006; Daigneault, Joly, & Frigon, 2002; Kantor, Mauger, Richardson, & Unroe, 2004; Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist, & Johansson, 1998; Whelihan, DiCarlo, & Paul, 2005) com poder preditivo significativo do desempenho de condução e/ou envolvimento em acidentes rodoviários (testes de atenção visual, visuo-perceptivos, visuo-espaciais, memória visual e funções executivas).

Os **Estudos V a VII** englobam condutores referenciados por autoridade de saúde (Delegado de Saúde ou Junta Médica) para *Exame Psicológico* no Laboratório de Psicologia do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P. (IMTT, I.P.). Os condutores foram encaminhados por existência de dúvidas sobre as aptidões psicológicas para a condução de veículos automóveis da categoria B no decurso de um processo de revalidação da carta de condução. Os participantes realizaram uma sessão de avaliação em laboratório e, consecutivamente, uma prova de condução em contexto real de trânsito, em circuito standardizado (Anexo B) e com recurso a uma grelha de observação de comportamentos de condução (Anexo C). Assim, o **Estudo V**, *Neuropsychological assessment of older drivers: Review and synthesis* (Ferreira, Simões, Marques, Figueiredo, & Marmeleira, 2010) teve como objetivo a análise de associações entre desempenhos em testes neurocognitivos e pontuações numa grelha de observação de comportamentos de condução em contexto

real de trânsito. Mais especificamente, houve a preocupação de identificar os testes e domínios cognitivos com maior significância na discriminação de dois grupos de resultados na grelha de observação. O estudo incorpora, em particular, dados de investigação de uma amostra preliminar de 13 condutores (média de idade =  $77.08 \pm 7.26$ ).

O **Estudo VI**, *The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers* (Ferreira, Simões, & Marôco, 2012b) e o **Estudo VII**, *Cognitive and psychomotor tests as predictors of on-road driving ability in older primary care patients* (Ferreira, Simões, & Marôco, 2012a) incluem uma amostra subsequente de 50 condutores (média de idade =  $73.14 \pm 7.00$ ). O **Estudo VI** teve a finalidade de investigar a validade preditiva da versão portuguesa do *Addenbrooke's Cognitive Examination Revised* (ACE-R) relativamente ao desempenho de condução real em adultos idosos. De modo particular, procurámos estimar funções discriminantes de condutores classificados com aptidão/inaptidão na condução, a partir das diferentes pontuações no ACE-R. Adicionalmente, pretendemos ainda analisar os indicadores de fiabilidade (homogeneidade e acordo entre-observadores) da grelha de observação de comportamentos de condução, bem como as associações entre as cotações da grelha e os resultados do ACE-R.

O **Estudo VII** teve como objetivo a análise da validade preditiva de testes neurocognitivos e protocolos de avaliação em relação ao desempenho de condução real em adultos idosos. Mais especificamente, houve a intenção de investigar a validade de um protocolo de testes psicológicos informatizados de uso corrente em Portugal no âmbito da avaliação de condutores idosos, bem como instrumentos de referência na literatura científica estrangeira neste domínio específico de avaliação (testes de atenção e concentração, memória visual, tempos de reação

óculo-manual e óculo-manual-pedal), e de uma bateria de testes neuropsicológicos documentados em estudos empíricos (e.g., Dawson, Uc, Anderson, Johnson, & Rizzo, 2010; Lincoln et al., 2010; McKenna & Bell, 2007; Whelihan, DiCarlo, & Paul, 2005; Zook, Bennett, & Lane, 2009) com poder preditivo significativo do desempenho de condução (testes de rastreio cognitivo, atenção visual, visuo-perceptivos, visuo-espaciais, funções executivas e inteligência). Para responder a estas finalidades, foram consideradas diversas etapas: estimação de modelos de previsão de condutores classificados com aptidão/inaptação na condução, a partir de resultados em diferentes conjuntos de testes; comparação dos índices de eficiência classificatória nos modelos de previsão, de modo a identificar os preditores cognitivos e psicomotores mais significativos; por fim, estimação dos índices de eficiência classificatória dos modelos de previsão se testados numa amostra independente, com recurso a um método de validação cruzada.

Resta acrescentar que com exceção dos testes psicológicos informatizados, da versão portuguesa do ACE-R (Simões, Firmino, Pinho, Cerejeira, & Martins, 2010) e dos subtestes da WAIS-III (Wechsler, 2008), as instruções das restantes provas foram traduzidas com recurso ao método tradução-retroversão e discussão da versão final obtida com especialistas, procurando respeitar os manuais originais, e o uso de português correto e compreensível para pessoas idosas menos escolarizadas. O *Stroke Drivers Screening Assessment* (Nouri & Lincoln, 1994; Lincoln, Ferreira & Simões, 2009a) foi ainda objeto de uma adaptação transcultural para a população portuguesa, em estreita colaboração com um dos autores do teste (Lincoln, Ferreira & Simões, 2009b; Anexo D).

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adler, G., & Kuskowski, M. (2003). Driving cessation in older men with dementia. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*, 17(2), 68–71.
- Akinwuntan, A., Devos, H., Feys, H., Verheyden, G., Baten, G., Kiekens, C., & Weerdt, W. (2007). Confirmation of the accuracy of a short battery to predict fitness-to-drive of stroke survivors without severe deficits. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39, 698–702. doi: 10.2340/16501977-0113
- Amick, M., Grace, J., & Ott, B. (2007). Visual and cognitive predictors of driving safety in Parkinson's disease patients. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(8), 957–967. doi: 10.1016/j.acn.2007.07.004
- Anderson, S. W., Rizzo, M., Skaar, N., Stierman, L., Cavaco, S., Dawson, J., & Damásio, H. (2007). Amnesia and driving. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(1), 1–12. doi: 10.1080/13803390590954182
- Anstey, K., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25(1), 45–65. doi: 10.1016/j.cpr.2004.07.008
- Asbridge, M., Hayden, J. A., & Cartwright, J. L. (in press). Acute cannabis consumption and motor vehicle collision risk: Systematic review of observational studies and meta-analysis. *British Medical Journal*, 344. doi: 10.1136/bmj.e536
- Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (2008). *Sinistralidade rodoviária: Ano de 2007*. Lisboa: Observatório de Segurança Rodoviária.
- Autoridade Nacional de Segurança Rodoviária (2011). *Sinistralidade rodoviária: Ano de 2010*. Lisboa: Observatório de Segurança Rodoviária.
- Bak, T. H., & Mioshi, E. (2007). A cognitive bedside assessment beyond the MMSE: the Addenbrooke's Cognitive Examination. *Practical Neurology*, 7(4), 245–249.
- Baldock, M., Mathias, J., McLean, A., & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 1038–1045. doi: 10.1016/j.aap.2006.04.016
- Ball, K. K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D. L., Sloane, M. E., & Graves, M. (1998). Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 313–322. doi: 10.1016/s0001-4575(97)00102-4
- Ball, K. K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D., Roth, D. L., McGwin, G., . . . Dube, T. (2006). Can high-risk older drivers be identified through performance-based measures in a Department of Motor Vehicles setting? *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(1), 77–84. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.00568.x
- Barrash, J., Stillman, A., Anderson, S., Uc, E., Dawson, J., & Rizzo, M. (2010). Prediction of driving ability with neuropsychological tests: Demographic adjustments diminish accuracy. *Journal of the International*

- Neuropsychological Society*, 16(4), 679–686. doi: 10.1017/S1355617710000470
- Brouwer, W. H., Withaar, F. K., Tant, M. L. M., & van Zomeren, A. H. (2002). Attention and driving in traumatic brain injury: A question of coping with time-pressure. *The Journal of Head Trauma Rehabilitation*, 17(1), 1–15.
- Brunnauer, A., Laux, G., & Zwick, S. (2009). Driving simulator performance and psychomotor functions of schizophrenic patients treated with antipsychotics. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 259(8), 483–489. doi: 10.1007/s00406-009-0014-4
- Carr, D., & Ott, B. (2010). The older adult driver with cognitive impairment: "It's a very frustrating life". *Journal of the American Medical Association*, 303(16), 1632–1641. doi: 10.1001/jama.2010.481
- Charlton, J. L., Oxley, J., Fildes, B., Oxley, P., Newstead, S., Koppel, S., & O'Hare, M. (2006). Characteristics of older drivers who adopt self-regulatory driving behaviours. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(5), 363–373. doi: 10.1016/j.trf.2006.06.006
- Chaytor, N., & Schmitter-Edgecombe, M. (2003). The ecological validity of neuropsychological tests: A review of the literature on everyday cognitive skills. *Neuropsychology Review*, 13(4), 181–197.
- Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C., & Truman, W. (2010a). Killer crashes: Fatal road traffic accidents in the UK. *Accident Analysis & Prevention*, 42(2), 764–770. doi: 10.1016/j.aap.2009.11.008
- Clarke, D. D., Ward, P., Bartle, C., & Truman, W. (2010b). Older drivers' road traffic crashes in the UK. *Accident Analysis & Prevention*, 42(4), 1018–1024. doi: 10.1016/j.aap.2009.12.005
- Cosentino, S., & Stern, Y. (2005). Metacognitive theory and assessment in dementia: Do we recognize our areas of weakness? *Journal of the International Neuropsychological Society*, 11(07), 910–919. doi: 10.1017/S1355617705050964
- Crizzle, A. M., & Myers, A. M. (in press). Examination of naturalistic driving practices in drivers with Parkinson's disease compared to age and gender-matched controls. *Accident Analysis & Prevention*. doi: 10.1016/j.aap.2012.06.025
- Crizzle, A. M., Classen, S., Bédard, M., Lanford, D., & Winter, S. (in press). MMSE as a predictor of on-road driving performance in community dwelling older drivers. *Accident Analysis & Prevention*. doi: 10.1016/j.aap.2012.02.003
- Daigneault, G., Joly, P., & Frigon, J-Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(2), 221–238. doi: 10.1076/jcen.24.2.221.993
- Dassanayake, T., Michie, P., Carter, G., & Jones, A. (2011). Effects of benzodiazepines, antidepressants and opioids on driving: A systematic review and meta-analysis of epidemiological and experimental evidence. *Drug Safety*, 34(2), 125–156. doi: 10.2165/11539050-000000000-000000000
- Dawson, J. D., Anderson, S., Uc, E., Dastrup, E., & Rizzo, M. (2009). Predictors of driving safety in early Alzheimer disease. *Neurology*, 72(6), 521–527. doi: 10.1212/01.wnl.0000341931.35870.49



- Dawson, J. D., Uc, E. Y., Anderson, S. W., Johnson, A. M., & Rizzo, M. (2010). Neuropsychological predictors of driving errors in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(6), 1090–1096. doi: 10.1111/j.1532-5415.2010.02872.x
- Decreto-Lei n.º 138/2012. D.R. n.º 129, Série I (2012)
- Edlund, M. J., Conrad, C., & Morris, P. (1989). Accidents among schizophrenic outpatients. *Comprehensive Psychiatry*, 30(6), 522–526. doi: 10.1016/0010-440x(89)90082-5
- European Commission (2011). *Population and population change statistics*. Retrieved from [http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics\\_explained/index.php/Population\\_and\\_population\\_change\\_statistics](http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Population_and_population_change_statistics)
- European Road Safety Observatory (2009). *Older Drivers*. Retrieved from <http://www.erso.eu>
- Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009). Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes. *Psychologica*, 51, 225–247.
- Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2012). Contributos da avaliação psicológica no exame clínico de condutores com doença neurológica e psiquiátrica. *Manuscrito submetido para publicação*.
- Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2007). Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the Forth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 511–518). Iowa City: University of Iowa. ISBN 978-989-96986-1-1
- Ferreira, I. S., Maurício, A., P., & Simões, M. R. (in press). Avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal: Legislação e linhas de orientação prática. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*.
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012a). Cognitive and psychomotor tests as predictors of on-road driving ability in older primary care patients. *Manuscript submitted for publication*.
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012b). The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 278–286. doi: 10.1016/j.aap.2012.03.036
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., Marques, S. G., Figueiredo, M. N., & Marmeleira, J. F. (2010). Neuropsychological assessment of older drivers: Review and synthesis (ID 02531). In José Viegas & Rosário Macário (Eds.), *Selected Proceedings of the 12<sup>th</sup> World Conference on Transport Research* (pp. 1–24). Lisbon: Technical University of Lisbon. ISBN 978-989-96986-1-1.
- Fonda, S., Wallace, R., & Herzog, A. (2001). 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

- Freund, B., & Colgrove, L. (2008). Error specific restrictions for older drivers: Promoting continued independence and public safety. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 97–103. doi: 10.1016/j.aap.2007.04.010
- Freund, B., Colgrove, L. A., Burke, B. L., & McLeod, R. (2005). Self-rated driving performance among elderly drivers referred for driving evaluation. *Accident Analysis & Prevention*, 37(4), 613–618. doi: 10.1016/j.aap.2005.03.002
- Fuller, R. A. (1984). Conceptualizations of driver behavior as threat avoidance. *Ergonomics*, 27, 1139–1155.
- Fuster, J. (2008). *The prefrontal cortex*. (4<sup>th</sup> ed.). London: Academic Press.
- Gardezi, F., Wilson, K., Man-Son-Hing, M., Marshall, S., Molnar, F., Dobbs, B., & Tuokko, H. A. (2006). Qualitative research on older drivers. *Clinical Gerontologist*, 30(1), 5–22. doi: 10.1300/J018v30n01\_02
- Goldstein, G. (1996). Functional considerations in neuropsychology. In R. J. Sbordone & C. J. Long (Eds.), *Ecological validity of neuropsychological testing* (pp. 75–89). Delray Beach, FL: GR Press/St. Lucie Press.
- Golper, L. A., Rau, M. T., & Marshall, R. C. (1980). *Aphasic adults and their decisions on driving: An evaluation*. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 61(1), 34–40.
- Guo, F., & Fang, Y. (in press). Individual driver risk assessment using naturalistic driving data. *Accident Analysis & Prevention*. doi: 10.1016/j.aap.2012.06.014
- Hakamies-Blomqvist, L., Sirén, A., & Davidse, R. (2004). *Older Drivers: A Review (VTI Rapport 497A)*. Linköping: Swedish National Road and Transport Research Institute.
- Instituto Nacional de Estatística (2011). *Anuário Estatístico de Portugal 2010*. Lisboa: INE.
- Iverson, D. J., Gronseth, G. S., Reger, M. A., Classen, S., Dubinsky, R. M., & Rizzo, M. (2010). Practice Parameter update: Evaluation and management of driving risk in dementia. *Neurology*, 74(16), 1316–1324. doi: 10.1212/WNL.0b013e3181da3b0f
- Kantor, B., Mauger, L., Richardson, V., & Unroe, K. (2004). An analysis of an older driver evaluation program. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(8), 1326–1330. doi: 10.1111/j.1532-5415.2004.52363.x
- Langford, J., & Koppel, S. (2006). Epidemiology of older driver crashes – Identifying older driver risk factors and exposure patterns. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(5), 309–321. doi: 10.1016/j.trf.2006.03.005
- Lawton, C., Cook, S., May, A., Clemo, K., & Brown, S. (2008). Postural support strategies of disabled drivers and the effectiveness of postural support aids. *Applied Ergonomics*, 39(1), 47–55. doi: 10.1016/j.apergo.2007.03.005
- Lezak, M., Howieson, D., Bigler, E., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment* (5<sup>th</sup> ed). New York: Oxford University Press.
- Lincoln, N. B., Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009a). *Stroke Drivers Screening Assessment. European Portuguese Experimental version* (SDSA; F. Nouri, N. Lincoln, 1994<sup>®</sup>). University of Nottingham & Psychological Assessment Department, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra.

- Lincoln, N. B., Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009b). *Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA): Manual da versão experimental Portuguesa* [Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA): Manual of the European Portuguese Experimental version]. Coimbra, Portugal: University of Nottingham & Serviço de Avaliação Psicológica da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra [Psychological Assessment Department, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra].
- Lincoln, N. B., Taylor, J., Vella, K., Bouman, W., Radford, K. (2010). A prospective study of cognitive tests to predict performance on a standardised road test in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25(5), 489–496. doi: 10.1002/gps.2367
- Lundberg, C., Caneman, G., Samuelsson, S. M., Hakamies-Blomqvist, L., & Almkvist, O. (2003). The assessment of fitness to drive after a stroke: The Nordic Stroke Driver Screening Assessment. *Scandinavian Journal of Psychology*, 44(1), 23–30. doi: 10.1111/1467-9450.00317
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (1998). Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 371–377. doi: 10.1016/s0001-4575(97)00111-5
- Lundqvist, A., Gerdle, B., & Rönnerberg, J. (2000). Neuropsychological aspects of driving after a stroke — in the simulator and on the road. *Applied Cognitive Psychology*, 14(2), 135–150. doi: 10.1002/(sici)1099-0720(200003/04)14:2<135::aid-acp628>3.0.co;2-s
- Marcotte, T. D., Rosenthal, T. J., Roberts, E., Lampinen, S., Scott, J. C., Allen, R. W., & Corey-Bloom, J. (2008). The contribution of cognition and spasticity to driving performance in multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 89(9), 1753–1758.
- Marcotte, T. D., & Scott, J. C. (2009). Neuropsychological performance and the assessment of driving behaviour. In I. Grant & K. Adams (Eds.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders* (pp. 652–687). New York: Oxford University Press.
- Marcotte, T. D., Scott, J. C., Kamat, R., & Heaton, R. K. (2010). Neuropsychology and the prediction of everyday functioning. In T. D. Marcotte, & I. Grant (Eds.), *Neuropsychology of everyday functioning* (pp. 5–38). New York: Guilford Press.
- Marottoli, R. A., Cooney, L. M., Wagner, D. R., Doucette, J., & Tinetti, M. E. (1994). Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers. *Annals of Internal Medicine*, 121(11), 842–846. doi: 10.1059/0003-4819-121-11-199412010-00003
- Marottoli, R. A. & Richardson, E. (1998). Confidence in, and self-rating of, driving ability among older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 331–336. doi: 10.1016/s0001-4575(97)00100-0
- Mazzoni, G., & Nelson, T. O. (1998). *Metacognition and cognitive neuropsychology: Monitoring and control processes*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- McKenna, P. (2008). *Rookwood Driving Battery*. UK: Pearson Assessment.

- McKenna, P., & Bell, V. (2007). Fitness to drive following cerebral pathology: The Rookwood Driving Battery as a toll for predicting on-road driving performance. *Journal of Neuropsychology*, 1(1), 85–100. doi: 10.1348/174866407x180837
- Mezuk, B. & Rebok, G. (2008). 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.
- Michon, J. A. (1985). A critical view of driver behavior models. What do we know, what should we do? In L. Evans & R. Schwing (Eds.), *Human behavior and traffic safety* (pp. 485–520). New York: Plenum Press.
- Morgan, E., & Heaton, R. (2009). Neuropsychology in relation to everyday functioning. In I. Grant & K. Adams (Ed.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders* (3<sup>rd</sup> ed., pp. 632–651). New York: Oxford University Press.
- Nouri, F. M., & Lincoln, N. B. (1994). *The Stroke Drivers Screening Assessment*. Nottingham, UK: Nottingham Rehab Supplies.
- Organization for Economic Co-operation and Development (2001). *Ageing and transport: Mobility needs and safety issues*. Paris: OECD Publications.
- Organization for Economic Co-operation and Development (2006). *Young drivers: The road to safety*. Paris: OECD Publications.
- Ott, B. R., Heindel, W. C., Papandonatos, G. D., Festa, E. K., Davis, J. D., Daiello, L. A., & Morris, J. C. (2008). A longitudinal study of drivers with Alzheimer disease. *Neurology*, 70(14), 1171–1178. doi: 10.1212/01.wnl.0000294469.27156.30
- Ott, B. R., Papandonatos, G. D., Davis, J. D., & Barco, P. P. (2012). Naturalistic validation of an on-road driving test of older drivers. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. doi: 10.1177/0018720811435235
- Owsley, C., & McGwin, G. (1999). Vision impairment and driving. *Survey of ophthalmology*, 43(6), 535–550.
- Owsley, C., Stalvey, B., Wells, J., Sloane, M., & McGwin, G. (2001). Visual risk factors for crash involvement in older drivers with cataract. *Archives of Ophthalmology*, 119(6), 881–887. doi: 10-1001/pubs.Ophthalmol.-ISSN-0003-9950-119-6-eeb90036
- Palmer, B. W., Heaton, R. K., Gladsjo, J. A., Evans, J. D., Patterson, T. L., Golshan, S., & Jeste, D. V. (2002). Heterogeneity in functional status among older outpatients with schizophrenia: Employment history, living situation, and driving. *Schizophrenia Research*, 55(3), 205–215. doi: 10.1016/s0920-9964(01)00218-3
- Parasuraman, R., & Nestor, P. (1993). Attention and driving: Assessment in elderly individuals with dementia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 9, 377–378.
- Ponsford, A. S., Viitanen, M., Lundberg, C., & Johansson, K. (2008). Assessment of driving after stroke – a pluridisciplinary task. *Accident Analysis & Prevention*, 40(2), 452–460. doi: 10.1016/j.aap.2007.07.015

- Ragland, D., Satariano, W., & MacLeod, K. (2005). Driving cessation and increased depressive symptoms. *Journal of Gerontology: Medical Science*, *60A*, 399–403. doi: 10.1093/gerona/60.3.399
- Rasmussen, J. (1986). *Information processing and human-machine interaction*. Amsterdam: North-Holland.
- Reason, J.T. (1990). *Human error*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Reger, M., Welsh, R., Watson, G., Cholerton, B., Baker, L., & Craft, S. (2004). The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: A meta-analysis. *Neuropsychology*, *18*(1), 85–93. doi: 10.1037/0894-4105.18.1.85
- Rizzo, M., & Kellison, I. L. (2010). The brain on the road. In T. D. Marcotte, & I. Grant (Eds.), *Neuropsychology of everyday functioning* (pp. 168–207). New York: Guilford Press.
- Rosa, A. (2011). *Condutores seniores em Portugal* (Tese de mestrado não publicada). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Ross, L. A., Clay, O. J., Edwards, J. D., Ball, K. K., Wadley, V. G., Vance, D. E., . . . Joyce, J. J. (2009). Do older drivers at-risk for crashes modify their driving over time? *Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *64*(2), 163–170.
- Sadek, J. R., & van Gorp, W. G. (2010). Prediction of vocational functioning from neuropsychological performance. In T. D. Marcotte & I. Grant (Eds.), *Neuropsychology of everyday functioning* (pp. 113–135). New York: Guilford Press.
- Schanke, A.-K., Rike, P.-O., Mølmen, A., & Østen, P. E. (2008). Driving behaviour after brain injury: A follow-up of accident rate and driving patterns 6-9 years post-injury. *Journal of Rehabilitation Medicine*, *40*(9), 733–736. doi: 10.2340/16501977-0256
- Schultheis, M. T., Weisser, V., Ang, J., Elovic, E., Nead, R., Sestito, N., . . . Millis, S. R. (2010). Examining the relationship between cognition and driving performance in multiple sclerosis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *91*(3), 465–473. doi: 10.1016/j.apmr.2009.09.026
- Sewell, R. A., Poling, J., & Sofuoglu, M. (2009). The effect of cannabis compared with alcohol on driving. *The American Journal on Addictions*, *18*(3), 185–193. doi: 10.1080/10550490902786934
- Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and automatic human information processing: II. Perceptual learning, automatic attending and a general theory. *Psychological Review*, *84*, 90–127.
- Shimamura, A. P. (1994). The neuropsychology of metacognition. In J. Metcalfe & A. P. Shimamura (Eds.), *Metacognition* (pp. 253–276). Cambridge, MA: MIT Press.
- Simões, M., Firmino, H., Pinho, S., Cerejeira, J., & Martins, C. (2010). *Avaliação Cognitiva de Addenbrooke – Revista (ACE-R): Versão final portuguesa*. Serviço de Avaliação Psicológica, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra. Coimbra.
- Sivak, M. (1996). The information that drivers use: It is indeed 90 percent visual? *Perception*, *25*, 1081–1089.

- Strauss, A., Sherman, E., & Spreen, O. (2006). *Compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Stutts, J., Stewart, J., & Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 337–346. doi: 10.1016/s0001-4575(97)00108-5
- Summala, H. (1988). Risk control is not risk adjustment: The zero-risk theory of driver behaviour and its implications. *Ergonomics*, 31, 491–506.
- Summala, H. (1997). Hierarchical models of behavioural adaptation and traffic accidents. In T. Rothengatter & E. C. Vaya (Eds.), *Traffic and transport psychology, theory and application* (pp. 41–52). Oxford: Elsevier Science Ltd.
- Tupper, D. E., & Cicerone, K. D. (1990). Introduction to the neuropsychology of everyday life. In D. E. Tupper & K. D. Cicerone (Eds.), *The neuropsychology of everyday life* (pp. 3–17). Boston: Kluwer.
- Uc, E. Y., Rizzo, M., Johnson, A. M., Emerson, J. L., Liu, D., Mills, E. D., . . . Dawson, J. D. (2011). Real-life driving outcomes in Parkinson disease. *Neurology*, 76(22), 1894–1902. doi: 10.1212/WNL.0b013e31821d74fa
- Underwood, G. (2007). Visual attention and the transition from novice to advanced driver. *Ergonomics*, 50(8), 1235–1249. doi: 10.1080/00140130701318707
- Van Zomeren, A. H., Brouwer, W. H., & Minderhoud, J. M. (1987). Acquired brain damage and driving: A review. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 68, 697–705.
- Wechsler, D. (2008). *Escala de Inteligência de Wechsler para Adultos – 3ª Edição*. Lisboa: Cegoc-Tea.
- Whelihan, W., DiCarlo, M., & Paul, R. (2005). The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(2), 217–228. doi: 10.1016/j.acn.2004.07.002
- Wild, K., & Cottrell, V. (2003). Identifying driving impairment in Alzheimer disease: A comparison of self and observer reports versus driving evaluation. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 17(1), 27–34.
- Windsor, T. D., Anstey, K. J., & Walker, J. G. (2008). Ability perceptions, perceived control, and risk avoidance among male and female older drivers. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 63(2), P75–P83.
- Wingen, M., Ramaekers, J., & Schmitt, J. (2006). Driving impairment in depressed patients receiving long-term antidepressant treatment. *Psychopharmacology*, 188(1), 84–91. doi: 10.1007/s00213-006-0471-7
- Wolfe, P. L., & Clark, J. A. (2012). Driving capacity. In G. D. Demakis (Ed.), *Civil capacities in clinical neuropsychology: Research findings and practical applications* (pp. 121–138). New York: Oxford University Press.
- Zook, N., Bennett, T., & Lane, M. (2009). Identifying at-risk older adult community-dwelling drivers through neuropsychological evaluation. *Applied Neuropsychology*, 16(4), 281–287. doi: 10.1080/09084280903297826



# **ESTUDOS TEÓRICOS**





## INTRODUÇÃO AOS ESTUDOS TEÓRICOS

Na presente dissertação foram organizados três estudos de âmbito teórico orientados para um **exame do estado da arte e identificação de problemas atuais de investigação** no domínio da avaliação neuropsicológica de condutores idosos.

O **Estudo I** e o **Estudo II** documentam uma revisão de investigações de natureza empírica sobre a validade de testes neurocognitivos em relação a medidas de desempenho de condução automóvel:

O **Estudo I**, *Contributos da avaliação psicológica no exame clínico de condutores com doença neurológica e psiquiátrica*, analisa a utilidade de testes neurocognitivos na avaliação de condutores pertencentes com doença neurológica como traumatismo crânio-encefálico, acidente vascular cerebral, esclerose múltipla, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, e doença psiquiátrica como depressão, personalidade antissocial e esquizofrenia [Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2012). Contributos da avaliação psicológica no exame clínico de condutores com doença neurológica e psiquiátrica. *Manuscrito submetido para publicação*].

O **Estudo II**, *Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes*, identifica um conjunto de instrumentos de avaliação e domínios cognitivos examinados no âmbito de investigações

com condutores idosos [Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009). Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes. *Psychologica*, 51, 225-247].

O **Estudo III**, *Avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal: Legislação e linhas de orientação prática*, elabora uma recensão crítica sobre a legislação portuguesa mais recente no âmbito do exame psicológico de condutores, e procura, neste contexto, constituir um **ponto de partida para o desenvolvimento de linhas de orientação prática em avaliação psicológica de condutores idosos** [Ferreira, I. S., Maurício, A., P., & Simões, M. R. (in press). Avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal: Legislação e linhas de orientação prática. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*].

## **ESTUDO I**



# **Contributos da avaliação psicológica no exame clínico de condutores com doença neurológica e psiquiátrica**

Inês S. Ferreira<sup>1</sup>, Mário R. Simões<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo Comportamental (CINEICC), Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra.

<sup>2</sup> Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo Comportamental (CINEICC), Laboratório de Avaliação Psicológica, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra.

## **Estudo submetido para publicação:**

Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2012). Contributos da avaliação psicológica no exame clínico de condutores com doença neurológica e psiquiátrica. *Manuscrito submetido para publicação*.

## **RESUMO**

O presente texto documenta a utilidade da avaliação psicológica especializada no exame de condutores com doença neurológica e psiquiátrica. Mais especificamente, é apresentada uma síntese de resultados em testes neurocognitivos e medidas de condução obtidos em grupos com doença neurológica como epilepsia, traumatismo crânio-encefálico, acidente vascular cerebral, esclerose múltipla, doença de Alzheimer, doença de Parkinson, e doença psiquiátrica como depressão, esquizofrenia e perturbação de hiperatividade com défice de atenção. Os estudos recenseados suportam o valor potencial dos testes neurocognitivos para prever a capacidade de condução. Com a finalidade de aumentar o rigor dos exames clínicos e o grau de certeza dos pareceres emitidos pelos técnicos, é recomendada a articulação de resultados da avaliação médica e avaliação psicológica para a condução.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação psicológica, aptidão para conduzir, doença neurológica, doença psiquiátrica.

## INTRODUÇÃO

Os condutores com diversos tipos de doença, incluindo a doença neurológica ou psiquiátrica, podem apresentar alterações cognitivas e comportamentais, suscetíveis de comprometer, de modo temporário ou permanente, o desempenho da atividade de condução automóvel. Em comparação com casos-controlo ou com a população condutora em geral, vários estudos corroboram um maior **risco de acidente de viação** em condutores com **doença neurológica**, em particular: **epilepsia**<sup>1-2</sup>, **traumatismo crânio-encefálico**<sup>3-5</sup> (TCE), **acidente vascular cerebral**<sup>6-7</sup> (AVC), **esclerose múltipla** (EM)<sup>8-10</sup>; **demências**, incluindo a **doença de Alzheimer**<sup>11-13</sup> (DA) e **doença de Parkinson**<sup>14-15</sup> (DP). Embora os dados de investigação sobre o risco de acidente de viação em condutores com **doença psiquiátrica** sejam relativamente escassos, a **depressão**, a **esquizofrenia** e a **perturbação de hiperatividade com défice de atenção** (PHDA) são também consideradas potenciais fatores de risco<sup>16</sup>.

Importa também referir a existência de um largo número de **condições médicas**, não aprofundadas no domínio do presente texto, e que podem ter um efeito negativo na atividade de condução automóvel. A título exemplificativo: as **doenças cardiovasculares**, quando associadas a alterações na irrigação sanguínea do cérebro e de outros órgãos e sistemas, sob prejuízo de afetar o funcionamento motor, visual e cognitivo; a **diabetes mellitus**, sem controlo metabólico adequado, e com episódios de hipoglicémia grave ou recorrente; ou as **perturbações graves do sono**, com conseqüente compromisso do estado de vigília e da eficiência dos processos cognitivos<sup>17-18</sup>.

No âmbito da avaliação clínica de condutores, um **diagnóstico** de doença neurológica ou psiquiátrica não representa, em regra, um indicador conclusivo da aptidão para a condução<sup>19</sup>. Em pessoas com um mesmo diagnóstico e, inclusivamente, com sintomas com o mesmo nível de gravidade, podem coexistir quadros clínicos heterogêneos, associados a situações de comorbilidade, com distinta influência no funcionamento cognitivo e psicomotor, e no comportamento de condução. Por esse motivo, é **necessário o recurso a instrumentos de avaliação psicológica que permitam a identificação de casos com alterações neuropsicológicas específicas e relevantes para o exercício da condução em segurança.**

No âmbito do exame clínico da aptidão para a condução, existem evidências de que a **avaliação médica é pouco sensível e específica na avaliação de funções neuropsicológicas que determinam a capacidade de condução**<sup>20-25</sup>. O *Mini-Mental State Examination*<sup>26-27</sup> (MMSE), um instrumento breve de avaliação cognitiva global de uso tradicional e generalizado em contexto clínico<sup>28</sup>, não permite obter, de igual modo, uma medida válida da aptidão cognitiva ou psicológica para a condução. Embora a prova seja relativamente útil no rastreio de declínio cognitivo com nível de gravidade moderado a severo, conforme estudos recentes no nosso país<sup>29-30</sup>, a natureza do teste é essencialmente verbal e limitada na avaliação de domínios cognitivos essenciais para o comportamento de condução automóvel, nomeadamente a perceção visual, a atenção e o funcionamento executivo<sup>31-33</sup>. Para uma avaliação rigorosa e objetiva destes domínios funcionais é **necessário o recurso a técnicas e instrumentos de avaliação psicológica especializada.** Neste sentido, e com maior interesse e atualidade para uma avaliação médica da aptidão para a condução, o *Addenbrooke's Cognitive Examination*



**Revised**<sup>34-35</sup> (ACE-R), igualmente um teste de rastreio cognitivo mais completo do que o MMSE (incorporando o próprio MMSE e tarefas de avaliação das funções executivas e visuo-espaciais), poderá corresponder a um método de avaliação alternativo para identificação de condutores de risco. Os dados de investigação comprovam que o ACE-R apresenta uma eficiência classificatória superior na deteção de condutores inaptos na condução, e sugerem a utilidade deste indicador para fundamentar um pedido de referenciação para uma avaliação psicológica especializada<sup>36</sup>.

Os pedidos de parecer psicológico por parte de médicos responsáveis pela avaliação da aptidão para a condução são, no entanto, relativamente escassos em comparação com a proporção de pessoas vítimas de doença neurológica ou psiquiátrica, e que continuam a conduzir<sup>37-38</sup>. Uma explicação para este facto poderá corresponder à carência de formação formal no domínio da avaliação clínica de condutores, com potencial impacto nos processos de avaliação e tomada de decisão<sup>39</sup>. Neste contexto, é expectável que um largo número de utentes não sejam referenciados e examinados de um modo rigoroso na sua aptidão cognitiva e psicológica para a condução. O presente texto tem a finalidade de ilustrar alguns contributos de uma avaliação psicológica especializada no exame de condutores com doença neurológica e psiquiátrica.

## **Epilepsia**

Os condutores com crises de epilepsia devem ser submetidos a reavaliações da aptidão física e mental para a condução, até que seja atestado um período de tempo sem crises, variável em função do grupo (1

ou 2) a averbar na carta de condução<sup>40</sup>. Embora existam dados de investigação que suportem um maior risco de acidentes de viação em pessoas com epilepsia em comparação com a população condutora em geral, esse risco é inferior aos acidentes devidos ao efeito de substâncias como o álcool e as drogas<sup>1-2</sup>. No mesmo sentido, outros autores apontam, ainda, uma percentagem ínfima de acidentes de viação por ocorrência de uma crise epilética<sup>41</sup>. Embora os medicamentos antiepilépticos e anticonvulsivantes possam ser eficazes no controlo das diferentes formas de epilepsia, convém reconhecer que esta condição médica, associada a um consumo prolongado de psicofármacos, pode comprometer o funcionamento neuropsicológico e o comportamento de condução<sup>16</sup>. Importa acrescentar que tanto a adesão à terapêutica, como a veracidade da informação sobre a ocorrência de crises dependerá do doente (e condutor). Um estudo recente indica, também, que cerca de 10% de condutores com crises de epilepsia recorrentes mantém uma prática de condução regular, mesmo com restrição legal para o efeito<sup>42</sup>.

As investigações no âmbito da epilepsia e condução automóvel, com recurso a testes neuropsicológicos, são praticamente inexistentes. Um estudo recente baseado numa amostra de 16 condutores com epilepsia documenta uma correlação significativa entre os resultados no UFOV *Test* e o desempenho de condução num simulador<sup>43</sup>. Ainda que estes dados sejam sugestivos da potencial utilidade de um teste de **atenção visual** na avaliação de condutores com epilepsia, é necessário continuar investigações sistemáticas neste domínio.

## Traumatismo Crânio-encefálico

Em condutores vítimas de TCE, a atividade de condução é considerada um fator determinante na manutenção da independência e no processo de reintegração social<sup>44</sup>, assim como na qualidade de vida<sup>45</sup>. Contudo, mais de metade dos casos retoma essa atividade sem qualquer avaliação clínica especializada e aconselhamento<sup>46-47</sup>. As pessoas com TCE grave, em particular, tendem a sobrevalorizar o processo de reabilitação física e a negligenciar os eventuais problemas cognitivos e emocionais persistentes, suscetíveis de diminuir a aptidão para conduzir um automóvel em segurança<sup>48</sup>.

A previsão do desempenho de condução em pessoas com TCE é, na maioria dos casos, complexa e difícil considerando a heterogeneidade de sequelas físicas, cognitivas e comportamentais que podem comprometer a proficiência de condução<sup>49</sup>. A natureza das lesões cerebrais (focais, multifocais, difusas), a gravidade do traumatismo (ligeiro, moderado, grave), o tempo decorrido e a evolução dos défices desde a lesão cerebral, são exemplos de fatores que podem contribuir para a diversidade de sintomas clínicos e subjetivos<sup>50</sup>.

A lentidão no processamento de informação corresponde a uma das sequelas neuropsicológicas mais evidentes nos casos de TCE, com impacto negativo na eficiência dos processos perceptivos (e.g., perceber e atender a estímulos do ambiente), atencionais (e.g., selecionar os estímulos relevantes ou dar atenção a mais de um estímulo em simultâneo) e executivos (e.g., antecipar, planejar, tomar decisões e monitorizar o comportamento), considerados como cruciais na tarefa de condução<sup>31-33,51</sup>. Os défices nestes domínios podem ser frequentes e

persistentes mesmo após a implementação de um programa de reabilitação neuropsicológica<sup>52</sup>.

Um número significativo de testes neurocognitivos revela utilidade para prever o desempenho de condução em contexto real de trânsito em condutores com TCE. A título ilustrativo, é possível indicar provas que examinam: a **velocidade de processamento de informação** como o *Digit Symbol Substitution test*<sup>53</sup> e o *Perceptual Speed task*<sup>54</sup>; a **atenção visual**, no *Test of Everyday Attention*<sup>46</sup> e *UFOV test*<sup>55-56</sup>; e o **funcionamento executivo** como o *Trail Making Test B*<sup>56-57</sup> e provas da *Behavioural Assessment and Dysexecutive Syndrome*<sup>46</sup>. Por exemplo, numa amostra de 52 condutores vítimas de TCE, um modelo de previsão incluindo testes que examinam a velocidade de processamento de informação (*Adult and Information Processing Battery*), a atenção visual e as funções executivas (*Stroke Drivers Screening Assessment* e *Stroop Test*) permitiu obter uma classificação correta de condutores (critério apto ou inapto numa prova de condução real) em 87% dos casos<sup>58</sup>.

Os testes que examinam a **velocidade de processamento de informação, a atenção visual e o funcionamento executivo** revelam ser particularmente úteis para prever a capacidade de condução em pessoas com TCE. Uma avaliação psicológica especializada permite obter indicadores de desempenho nestes domínios funcionais específicos, o que poderá contribuir para a justificação de formulações e conclusões incluídas nos pareceres sobre a aptidão para a condução. Importa também indicar que as **alterações no controlo emocional e comportamental**, frequentes em pessoas com lesão cerebral (especialmente envolvendo os lobos frontais), são igualmente valorizadas no contexto de uma avaliação psicológica para a condução, conforme o mais recente *Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir*<sup>40</sup>. De modo particular, o padrão

comportamental do indivíduo é analisado com recurso a várias técnicas e metodologias como a entrevista semiestruturada e observação clínica<sup>59</sup>, o que possibilita obter indicadores sobre uma eventual diminuição do controlo de impulsos e identificação de comportamento social inapropriado (e.g., desinibição, euforia, irritabilidade fácil, agressividade, perseveração e rigidez manifestas). Essas alterações no comportamento podem ser potenciadas e identificadas em contexto real de trânsito, uma vez que a tarefa de condução também exige um controlo emocional e comportamental adequados. Por outro lado, os condutores com TCE podem sobrevalorizar as suas capacidades de condução, por carência de juízo crítico sobre os défices funcionais<sup>48</sup>, o que também é suscetível de afetar a consciência dos perigos e riscos inerentes à condução. Estas questões concretas são consideradas numa avaliação psicológica especializada, e contribuem para assegurar maior rigor ao exame clínico da aptidão para a condução.

## **Acidente Vascular Cerebral**

Em pessoas vítimas de AVC, retomar a atividade de condução pode representar um dos principais objetivos do processo de reabilitação, tendo em consideração a frequência de sequelas motoras, nomeadamente hemiparesias e hemiplegias, que limitam a mobilidade e independência<sup>60</sup>. Os défices motores são, na maioria dos casos, compensados com recurso a adaptações ergonómicas no veículo, ou simplesmente com o uso de um automóvel com caixa de velocidades automática<sup>61</sup>. Contudo, a presença de défices neuropsicológicos pode diminuir de modo significativo a

capacidade de condução, razão pela qual os doentes devem ser referenciados para uma avaliação psicológica especializada<sup>62</sup>.

A manifestação de alterações cognitivas e do comportamento é determinada, em grande parte, pela localização e extensão da lesão vascular. No que concerne à proficiência da condução automóvel, os défices na perceção visual, na atenção e no funcionamento executivo são particularmente relevantes, contrariamente a eventuais défices nos domínios da linguagem ou memória<sup>63</sup>. Por exemplo, a inatenção hemiespacial selectiva constitui o defeito cognitivo mais frequente nas lesões vasculares do hemisfério cerebral direito, podendo persistir de modo subtil mesmo após um período formal de reabilitação neuropsicológica<sup>64</sup>. Durante a tarefa de condução, este défice limita a capacidade de perceber, atender e responder a estímulos no hemiespaço esquerdo do campo visual, sendo referenciado como um preditor significativo de envolvimento em acidente de viação<sup>65</sup>.

Vários estudos documentam a utilidade de testes neurocognitivos específicos para prever o desempenho de condução em contexto real de trânsito em condutores com AVC. Os desempenhos na cópia da Figura Complexa de Rey<sup>66-67</sup>, no *Motor Visual Perception Test*<sup>68-69</sup> e no *UFOV Test*<sup>70-71</sup> são exemplo de preditores significativos em mais do que um estudo. Adicionalmente, um estudo de meta-análise corrobora que os melhores preditores da classificação em prova de condução real correspondem ao *Road Sign Recognition* (teste de sinais de trânsito) e *Square Matrices Compass* (teste de raciocínio visuo-espacial) do *Stroke Drivers Screening Assessment* (SDSA), e o *Trail Making Test B*<sup>72</sup>. O SDSA<sup>73-74</sup> é uma bateria de testes concebida para o rastreio cognitivo de condutores com AVC, e atualmente adaptada para a população portuguesa<sup>75</sup>.

## Esclerose Múltipla

A EM é uma doença inflamatória e neurodegenerativa, com sintomas diversificados em função da localização da inflamação e da desmielinização das células do sistema nervoso central. As alterações visuais (e.g., neurite ótica), motoras (e.g., espasticidade) e cognitivas (viz., na velocidade de processamento, atenção, memória e funcionamento executivo, com frequente preservação da linguagem e do funcionamento intelectual) podem ter influência negativa na proficiência de condução automóvel<sup>76</sup>. Por exemplo, em comparação com casos-controlo, um grupo de pacientes com EM evidenciou um número significativo de erros no controlo lateral e na velocidade do veículo durante uma tarefa de condução simulada<sup>77</sup>.

Um estudo de Lincoln e Radford (2008)<sup>78</sup> é ilustrativo da utilidade de testes neurocognitivos específicos para prever a classificação de condutores (apto/inapto) numa prova de condução em contexto real de trânsito. Numa amostra de 34 condutores com EM, os desempenhos no *Dot Cancellation* (atenção e concentração), *Design Learning* (memória visual), *Adult Memory and Information-Processing Task* (velocidade de processamento) e *Road Sign Recognition* (capacidades visuo-espaciais) permitiram obter uma função discriminante com eficiência classificatória de 88%.

A investigação de Akinwuntan e colaboradores (2012)<sup>79</sup>, com uma amostra de 44 pessoas com EM, comprova igualmente a utilidade das provas do SDSA para prever o resultado na condução, com uma eficiência classificatória de 86%. Adicionalmente, um modelo de previsão incluindo três provas do SDSA (*Square Matrices Directions*, *Square Matrices*

*Compass* e *Road Sign Recognition*), o *Stroop Test* e o *UFOV Test*, permitiu aumentar a eficiência classificatória para 91%<sup>80</sup>.

Testes que compreendem **velocidade de processamento de informação e atenção visual**, como o *Symbol Digit Modality Test*, **memória de trabalho e capacidades visuo-espaciais**, como o *7/24 Spatial Recall Test*, constituíram ainda os melhores preditores do desempenho de condução real numa amostra de 66 pessoas com EM<sup>81</sup>, corroborando o valor específico destes domínios funcionais na avaliação de condutores com EM.

## **Doença de Alzheimer**

As pessoas com DA podem manter uma condução ativa e sem qualquer restrição, caso não sejam submetidas a um exame clínico da aptidão para conduzir<sup>82</sup>. A par do processo de deterioração cognitiva que compromete o desempenho de condução, a carência de juízo crítico sobre o declínio funcional representa um problema crucial nestes doentes, pelo que a cessação da atividade de condução pode ocorrer, somente, após um ou vários acidentes de viação<sup>83</sup>.

Os condutores com demência de severidade ligeira (CDR = 1) identificada a partir da *Clinical Dementia Rating* (adaptação portuguesa: Garrett, Santos, Tracana, Barreto, Sobral, & Fonseca, 2008)<sup>84</sup> evidenciam um aumento significativo de erros que colocam em risco a segurança dos utentes da via, por exemplo: menor deteção dos sinais de trânsito, falhas no controlo lateral e longitudinal do veículo, e condução temerária em cruzamentos, entroncamentos e rotundas<sup>85-86</sup>. Mesmo os condutores com demência provável (CDR = 0.5) tendem a apresentar uma discreta



diminuição do desempenho de condução quando comparados com casos-controlo<sup>87</sup>.

Os testes neurocognitivos que examinam a **atenção visual** (*UFOV Test*), as **funções executivas** (*Trail Making Test B, Maze Navigation*) e **capacidades visuo-espaciais** (cópia da Figura Complexa de Rey), têm comprovado eficácia na previsão do desempenho de condução real em casos de demência<sup>87-92</sup>. Um estudo de meta-análise destaca que os testes sensíveis às capacidades visuo-espaciais, de modo particular, são os melhores preditores do desempenho de condução real nesta população clínica<sup>93</sup>.

As pessoas com DA, mesmo nas fases iniciais de progressão da doença, tendem a apresentar uma diminuição na proficiência de condução e um maior risco de acidente<sup>13</sup>, mesmo comparativamente a pessoas com diagnóstico de depressão<sup>94</sup>, pelo que haverá um momento em que a capacidade para conduzir pode estar seriamente comprometida, colocando em risco a segurança rodoviária. A aptidão psicológica para a condução deve ser avaliada desde o início de suposição do diagnóstico. O psicólogo deve igualmente assumir tarefas específicas no âmbito do aconselhamento (e.g., alternativas de transporte), com a finalidade de minimizar as potenciais consequências psicológicas decorrentes das medidas restritivas de condução<sup>59</sup>.

## **Doença de Parkinson**

A DP é uma doença neurodegenerativa que afeta o sistema motor, sendo também associada a sintomas cognitivos como diminuição da velocidade do processamento, da atenção, memória, funcionamento

executivo, assim como alterações da personalidade. Vários estudos documentam o declínio da proficiência de condução real em pessoas com DP<sup>12</sup>. Por exemplo, em comparação com grupos de controlo, foi assinalado um aumento significativo do número de erros de condução que colocam em risco a segurança rodoviária<sup>21</sup>, como condução errática e desvios do veículo para fora da via<sup>95-96</sup>, ausência de pesquisa visual durante as manobras (e.g., de mudança de direção ou de via, marcha-atrás, estacionamento)<sup>88,97</sup>, períodos de tempo elevados para iniciação e execução de manobras, assim como dificuldades na regulação da velocidade<sup>98</sup>.

Os dados de investigação evidenciam que os resultados nas escalas que examinam o grau de severidade da doença, como a *Unified Parkinson's Disease Rating Scale* e a *Hoehn & Yahr*, não são indicadores consistentes da capacidade de condução<sup>97-99</sup>. Em contraste, o *Trail Making Test A e B*<sup>88,100-101</sup>, e a cópia da Figura Complexa de Rey<sup>88,95-96,100</sup>, têm sido apontados de modo sistemático como preditores cognitivos do desempenho de condução real, sugerindo o valor incremental de testes neuropsicológicos específicos na avaliação clínica de condutores com DP.

## **Doenças Psiquiátricas**

Na literatura atual existe uma escassez de dados empíricos sobre a relação entre doenças psiquiátricas e a capacidade de condução, em grande parte justificado pela dificuldade no controlo de variáveis confundentes, de modo particular, em diferenciar o impacto dos sintomas da doença e os efeitos dos psicofármacos (e.g., antidepressivos, antipsicóticos, benzodiazepinas, anti-histamínicos) nessa atividade<sup>16,31</sup>.

Défices de atenção e concentração, lentidão ou agitação psicomotora, fadiga fácil, ansiedade, consumo abusivo de substâncias e outros comportamentos de risco são sintomas comuns em doentes psiquiátricos e com potencial efeito negativo na tarefa de condução<sup>102</sup>.

Em pessoas com diagnóstico de **depressão**, o consumo de antidepressivos com efeitos sedativos foi associado a um maior risco de acidente de viação<sup>103</sup>. O consumo de fármacos com inibidores seletivos da recaptção da serotonina e da noradrenalina, também contribuem para desempenhos inferiores em provas de condução real, em comparação com casos-controlo. As dificuldades no controlo lateral do veículo e na regulação da velocidade constituem os erros mais representativos durante a tarefa condução real em pessoas com depressão<sup>104</sup>, mas também no desempenho de condução simulada em pessoas com **esquizofrenia**<sup>105</sup>. Alguns estudos sugerem um maior número de infrações às regras de trânsito e de acidentes de viação em pacientes esquizofrénicos comparativamente à população não psiquiátrica<sup>106</sup>, embora esta diferença não tenha sido observada por outros autores<sup>107</sup>.

No domínio das doenças psiquiátricas também têm sido referenciados os efeitos negativos da **perturbação de hiperatividade com défice de atenção (PHDA)** na capacidade de condução<sup>108</sup>. Os comportamentos de desatenção, impulsividade e agitação motora, bem como outros fatores de risco associados a este grupo clínico como o consumo abusivo de substâncias e comportamento antissocial, foram documentados como preditores de um maior risco de acidente de viação<sup>109</sup>.

Em termos globais, é sugestivo que estas condições psiquiátricas, associadas a um consumo prolongado de psicofármacos, possam comprometer o funcionamento neuropsicológico e o comportamento de

condução. São necessários estudos sistemáticos sobre a relação entre testes neuropsicológicos e a capacidade de condução em pessoas com doença psiquiátrica. Natureza da doença, anos de duração da doença, gravidade dos sintomas, comorbilidades, psicofármacos e testes do protocolo de avaliação são algumas das variáveis a considerar nestas investigações.

## **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES**

A avaliação da aptidão física, mental e psicológica para a condução é uma preocupação muito atual em saúde pública, igualmente expressa num número crescente de investigações e publicações na literatura médica e psicológica<sup>19,59,110-111</sup>.

A capacidade de condução pode ser comprometida por uma diversidade de alterações neurocognitivas, frequentes em pessoas com doença neurológica ou psiquiátrica. O impacto dos défices ou do declínio cognitivo na atividade de condução é um dos dados mais consistentes identificados nos grupos clínicos considerados neste trabalho.

Os estudos recenseados suportam a utilidade dos testes neuropsicológicos para prever a capacidade de condução, no qual se destacam sobretudo os domínios perceptivo, visuo-espacial, atenção visual, funções executivas mas, também, a velocidade de processamento de informação e a memória de trabalho. Uma avaliação psicológica especializada que examine de modo estruturado estes domínios, poderá constituir um contributo determinante em casos de doença neurológica ou psiquiátrica, permitindo obter elementos clínicos relevantes para o processo de tomada de decisão e fundamentação do parecer de aptidão

ou inaptidão para a condução. Ou seja, é aconselhável uma avaliação sistemática (formal, estandardizada e quantificada) de domínios funcionais considerados determinantes na tarefa de condução, assim como o recurso a instrumentos relevantes para examinar traços ou sintomas que caracterizam os quadros clínicos em questão (testes neuropsicológicos, escalas e inventários de avaliação da personalidade, inventários de sintomas psicopatológicos, provas de avaliação funcional), adaptados e validados para a população portuguesa. Neste plano, e para além dos testes neuropsicológicos atrás sinalizados, e em função da idade, são de considerar em Portugal outros instrumentos que permitam constituir um protocolo de avaliação mais completo e rigoroso: Inventário de Avaliação Funcional de Adultos e Idosos (IAFAI), Inventário de Personalidade (NEO-FFI), Inventário de Sintomas Breves (BSI), Inventário de Depressão de Beck (BDI-II), Inventário de Ansiedade Traço-Estado de Spielberger (STAI), Escala de Depressão Geriátrica (GDS-30) e Escala de Ansiedade Geriátrica (GAI). Num protocolo de avaliação neuropsicológica, a entrevista semiestruturada tem ainda um papel insubstituível (motivo da avaliação, história clínica, comorbilidades, comportamentos de risco, hábitos e estilos de condução, opções de transporte alternativas, etc.)<sup>59</sup>. Em termos globais, o processo de avaliação psicológica para a condução deve ser abrangente e compreensivo, englobando várias técnicas e instrumentos, mas exige simultaneamente uma sensibilidade e ponderação de questões específicas neste *setting*, como os comportamentos de desejabilidade social associados ao receio de perda do título de condução, ou os défices relativos ao juízo crítico por parte de alguns condutores, e que podem enviesar a veracidade das respostas em inventários ou questionários de auto-resposta.

No exame clínico de condutores, importa ainda reconhecer a necessidade de reavaliações periódicas. Estas são justificadas considerando a obrigatoriedade de monitorizar a natureza progressiva de algumas doenças (declínio cognitivo ligeiro, demências, EM) ou o possível impacto da medicação e o agravamento nos comportamentos de condução decorrentes dos processos evolutivos de envelhecimento inerentes a todos os quadros clínicos.

É igualmente reconhecida a necessidade de investigação empírica sobre o impacto das doenças na atividade de condução e, num outro sentido, as potenciais consequências dos acidentes de viação no desenvolvimento ou agravamento dos quadros clínicos referidos (e.g., TCE, epilepsia, AVC, depressão).

No prática clínica, o exame da aptidão para conduzir em pessoas com doença neurológica ou psiquiátrica carece, tradicionalmente, de uma avaliação das funções cognitivas necessárias para o desempenho da atividade de condução em segurança<sup>16</sup>. Com a finalidade de aumentar o rigor dos exames clínicos e o grau de certeza dos pareceres emitidos pelos técnicos, é recomendável uma articulação das informações e resultados provenientes da avaliação médica e da avaliação psicológica para a condução num contexto mais alargado de colaboração transdisciplinar<sup>112</sup>.

## **BIBLIOGRAFIA**

1. Lings S. Increased driving accident frequency in Danish patients with epilepsy. *Neurology*. 2001;57(3):435-9.
2. Taylor J, Chadwick D, Johnson T. Risk of accidents in drivers with epilepsy. *J Neurol Neurosurg Ps*. 1996;60(6):621-7.

3. Bivona U, D'Ippolito M, Giustini M, Vignally P, Longo E, Taggi F, et al. Return to driving after severe traumatic brain injury: Increased risk of traffic accidents and personal responsibility. *J Head Trauma Rehab.* 2012;27(3):210-5
4. Hopewell CA. Driving and traumatic brain injury. In: Schultheis MT, DeLuca J, Chute DL, editors. *Handbook for the assessment of driving capacity.* San Diego: Academic Press; 2009. p. 71-94.
5. Schanke A-K, Rike P-O, Mølmen A, Østen PE. Driving behaviour after Brain Injury: A follow-up of accident rate and driving patterns 6-9 years post-injury. *J Rehabil Med.* 2008;40(9):733-6.
6. Lundqvist A, Alinder J, Rönnerberg J. Factors influencing driving 10 years after brain injury. *Brain Injury.* 2008;22(4):295-304.
7. Sagberg F. Driver health and crash involvement: A case-control study. *Accident Anal Prev.* 2006;38(1):28-34.
8. Lings S. Driving accident frequency increased in patients with multiple sclerosis. *Acta Neurol Scand.* 2002;105(3):169-73.
9. Schultheis MT, Weisser V, Ang J, Elovic E, Nead R, Sestito N, et al. Examining the relationship between cognition and driving performance in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehab.* 2010;91(3):465-73.
10. Schultheis MT, Garay E, Millis SR, DeLuca J. Motor vehicle crashes and violations among drivers with multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehab.* 2002;83(8):1175-8.
11. Burlaud A, Dufour N, Harboun M, Fétéanu D, Trivalle C. Conduite automobile et démence: Une étude en hôpital de jour gériatrique. *NPG Neurologie - Psychiatrie - Gériatrie.* 2012;12(67):24-30.
12. Fox GK, Hopewell A, Rosenman E, Schultheis MT. Driving and the dementias. In: Schultheis MT, DeLuca J, Chute DL, editors. *Handbook for the assessment of driving capacity.* San Diego: Academic Press; 2009. p. 95-116.
13. Ott BR, Heindel WC, Papandonatos GD, Festa EK, Davis JD, Daiello LA, et al. A longitudinal study of drivers with Alzheimer disease. *Neurology.* 2008;70(14):1171-8.
14. Borromei A, Caramelli R, Chiergatti G, d'Orsi U, Guerra L, Lozito A, et al. Ability and fitness to drive of Parkinson's disease patients. *Funct Neurol.* 1999;14(4):227-34.
15. Meindorfner C, Körner Y, Möller JC, Stiasny-Kolster K, Oertel WH, Krüger H-P. Driving in Parkinson's disease: Mobility, accidents, and sudden onset of sleep at the wheel. *Movement Disord.* 2005;20(7):832-42.
16. Kalmar JH, DeLuca J. Driving and other neurological and psychiatric disorders. In: Schultheis MT, DeLuca J, Chute DL, editors. *Handbook for the assessment of driving capacity.* San Diego: Academic Press; 2009. p. 131-157.
17. Charlton J, Koppel S, Odell M, Devlin A, Langford J, O'Hare M, et al. Influence of chronic illness on crash involvement of motor vehicle drivers: Second edition. Victoria: Monash University Accident Research Centre; 2010, Nov. Report No.: 300. ISBN No.: 0732623707.

18. Marshall SC, Man-Son-Hing M. Multiple chronic medical conditions and associated driving risk: A systematic review. *Traffic Inj Prev.* 2011;12(2):142-8.
19. Carr D, Schwartzberg J, Manning L, Sempek J. Physician's guide to assessing and counseling older drivers. 2<sup>nd</sup> ed. Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration; 2010.
20. Fox G, Bowden S, Bashford G, Smith D. Alzheimer's disease and driving: Prediction and assessment of driving performance. *J Am Geriatr Soc.* 1997;45(8):949-53.
21. Heikkilä V-M, Turkka J, Korpelainen J, Kallanranta T, Summala H. Decreased driving ability in people with Parkinson's disease. *J Neurol Neurosurg Ps.* 1998;64(3):325-30.
22. Johansson K, Bronge L, Lundberg C, Persson A, Seideman M, Viitanen M. Can a physician recognize an older driver with increased crash risk potential? *J Am Geriatr Soc.* 1996;44:1198-204.
23. Lundqvist A. Neuropsychological aspects of driving characteristics. *Brain Injury.* 2001;15(11):981-94.
24. Ott BR, Anthony D, Papandonatos GD, D'Abreu A, Burock J, Curtin A, et al. Clinician assessment of the driving competence of patients with dementia. *J Am Geriatr Soc.* 2005;53(5):829-33.
25. Valcour VG, Masaki KH, Blanchette PL. Self-reported driving, cognitive status, and physician awareness of cognitive impairment. *J Am Geriatr Soc.* 2002;50(7):1265-7.
26. Folstein MF, Folstein SE, McHugh PR. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiatr Res.* 1975;12(1202204):189-98.
27. Guerreiro M, Silva AP, Botelho MA. Adaptação à população portuguesa da tradução do "Mini Mental State Examination" (MMSE). *Revista Portuguesa de Neurologia.* 1994;1:9-10.
28. Ismail Z, Rajji TK, Shulman KI. Brief cognitive screening instruments: an update. *Int J Geriatr Psych.* 2010;25(2):111-20.
29. Freitas S, Simões MR, Alves L, Santana I. Resultados preliminares de um novo estudo. *Simpósio Escalas e Testes na Demência/26.ª Reunião do Grupo de Estudos de Envelhecimento Cerebral e Demência; 2012; Tomar.*
30. Morgado J, Rocha CS, Maruta C, Guerreiro M, Martins IP. Novos valores normativos do Mini-Mental State Examination. *Sinapse.* 2009;2(9):10-16.
31. Marcotte TD, Scott JC. Neuropsychological performance and the assessment of driving behaviour. In: Grant I, Adams K., editors. *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders.* New York: Oxford University Press; 2009. p. 652-687.
32. Rizzo M, Kellison IL. The brain on the road. In: Marcotte TD, Grant I., editors. *Neuropsychology of everyday functioning.* New York: Guilford Press; 2010. p. 168-207.
33. Wolfe PL, Clark JA. Driving capacity. In: Demakis GD., editor. *Civil capacities in clinical neuropsychology: Research findings and practical applications.* New York: Oxford University Press; 2012. p. 121-138.



34. Mioshi E, Dawson K, Mitchell J, Arnold R, Hodges JR. The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R): A brief cognitive test battery for dementia screening. *Int J Geriatr Psych.* 2006;21(11):1078-85.
35. Simões M, Firmino H, Pinho S, Cerejeira J, Martins C. Avaliação Cognitiva de Addenbrooke – Revista (ACE-R): Versão final portuguesa. Coimbra: Serviço de Avaliação Psicológica, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra; 2010.
36. Ferreira IS, Simões MR, Marôco J. The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers. *Accident Anal Prev.* 2012;49:278-86.
37. Hawley CA, Galbraith N. National survey of health professionals' knowledge and attitudes to fitness to drive. London: Department for Transport; 2010, Jan. Report No. 91. ISBN No.: 9781906581039
38. Jang R, Man-Son-Hing M, Molnar F, Hogan D, Marshall S, Auger J, et al. Family physicians' attitudes and practices regarding assessments of medical fitness to drive in older persons. *J Gen Intern Med.* 2007;22(4):531-43.
39. Hawley CA, Galbraith ND, deSouza VA. Medical education on fitness to drive: A survey of all UK medical schools. *Postgrad Med J.* 2008;84(998):635-8.
40. Diário da República n.º 129, 1ª Série, Decreto-Lei nº 138 (Jul 5, 2012)
41. Sheth SG, Krauss G, Krumholz A, Li G. Mortality in epilepsy: Driving fatalities vs other causes of death in patients with epilepsy. *Neurology.* 2004;63(6):1002-7.
42. Dratzkowski JF, Neiman ES, Sirven JI, McAbee GN, Noe KH. Frequency of physician counseling and attitudes toward driving motor vehicles in people with epilepsy: Comparing a mandatory-reporting with a voluntary-reporting state. *Epilepsy Behav.* 2010;19(1):52-4.
43. Crizzle AM, Classen S, Winter SM, Silver W, LaFranca C, Eisenschenk S. Associations between clinical tests and simulated driving performance in persons with epilepsy. *Epilepsy Behav.* 2012;23(3):241-6.
44. Liddle J, Fleming J, Mckenna K, Turpin M, Whitelaw P, Allen S. Driving and driving cessation after traumatic brain injury: Processes and key times of need. *Disabil Rehabil.* 2011;33(25-26):2574-86.
45. Novack TA, Labbe D, Grote M, Carlson N, Sherer M, Carlos Arango-Lasprilla J, et al. Return to driving within 5 years of moderate–severe traumatic brain injury. *Brain Injury.* 2010;24(3):464-71.
46. Christie N, Savill T, Buttress S, Newby G, Tyerman A. Assessing fitness to drive after head injury: A survey of clinical psychologists. *Neuropsychol Rehabil.* 2001;11(1):45-55.
47. Hawley CA. Return to driving after head injury. *J Neurol Neurosur Ps.* 2001;70(6):761-6.
48. Rapport LJ, Bryer RC, Hanks RA. Driving and community integration after traumatic brain injury. *Arch Phys Med Rehab.* 2008;89(5):922-30.
49. Tamietto M, Torrini G, Adenzato M, Pietrapiana P, Rago R, Perino C. To drive or not to drive (after TBI)? A review of the literature and its implications for rehabilitation and future research. *NeuroRehabilitation.* 2006;21(1):81-92.

50. Lillie RA, Kowalski K, Patry BN, Sira C, Tuokko H, Mateer C. Everyday impact of traumatic brain injury. In: Marcotte TD, Grant I., editors. *Neuropsychology of everyday functioning*. New York: Guilford Press; 2010. p. 302-30.
51. Ortoleva C, Brugger C, Van der Linden M, Walder B. Prediction of driving capacity after traumatic brain injury: A systematic review. *J Head Trauma Rehab*. 2012;27(4):302-13.
52. Ponsford J, Draper R K, Schönberger M. Functional outcome 10 years after traumatic brain injury: Its relationship with demographic, injury severity, and cognitive and emotional status. *J Int Neuropsych Soc*. 2008;14(02):233-42.
53. Gouvier WD, Maxfield MW, Schweitzer JR, Horton CR, Shipp M, Neilson K, et al. Psychometric prediction of driving performance among the disabled. *Arch Phys Med Rehabil*. 1989;70(10):745-50.
54. Korteling JE, Kaptein NA. Neuropsychological driving fitness tests for brain-damaged subjects. *Arch Phys Med Rehabil*. 1996;77(2):138-46.
55. Fisk GD, Novack T, Mennemeier M, Roenker D. Useful Field of View after traumatic brain injury. *J Head Trauma Rehab*. 2002;17(1):16-25.
56. Novack TA, Baños JH, Alderson AL, Schneider JJ, Weed W, Blankenship J, et al. UFOV performance and driving ability following traumatic brain injury. *Brain Injury*. 2006;20(5):455-61.
57. Lundqvist A, Alinder J, Rönnerberg J. Factors influencing driving 10 years after brain injury. *Brain Injury*. 2008;22(4):295-304.
58. Radford KA, Lincoln NB, Murray-Leslie C. Validation of the Stroke Drivers Screening Assessment for people with traumatic brain injury. *Brain Injury*. 2004;18(8):775-86.
59. Ferreira IS, Maurício AP, Simões, MR. Avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal: Legislação e linhas de orientação prática. *Rev Iberoam Diagn Ev*. 2012
60. White JH, Miller B, Magin P, Attia J, Sturm J, Pollack M. Access and participation in the community: A prospective qualitative study of driving post-stroke. *Disabil Rehabil*. 2012;34(10):831-8.
61. Lawton C, Cook S, May A, Clemo K, Brown S. Postural support strategies of disabled drivers and the effectiveness of postural support aids. *Appl Ergon*. 2008;39(1):47-55.
62. Ponsford AS, Viitanen M, Lundberg C, Johansson K. Assessment of driving after stroke – A pluridisciplinary task. *Accid Anal Prev*. 2008;40(2):452-60.
63. Marshall SC, Molnar F, Man-Son-Hing M, Blair R, Brosseau L, Finestone HM, et al. Predictors of driving ability following stroke: A systematic review. *Top Stroke Rehabil*. 2007;14(1):98-114.
64. Lezak M, Howieson D, Bigler E, Tranel D. *Neuropsychological assessment*. 5<sup>th</sup> ed. New York: Oxford University Press; 2012.
65. Coeckelbergh TRM, Brouwer WH, Cornelissen FW, Kooijman AC. Training compensatory viewing strategies: Feasibility and effect on practical fitness to drive in subjects with visual field defects. *Visual Impairment Research*. 2001;3(2):67-83.

66. Akinwuntan AE, Devos H, Feys H, Verheyden G, Baten G, Kiekens C, et al. Confirmation of the accuracy of a short battery to predict fitness-to-drive of stroke survivors without severe deficits. *J Rehabil Med.* 2007;39(9):698-702.
67. Akinwuntan AE, Feys H, De Weerd W, Baten G, Arno P, Kiekens C. Prediction of driving after stroke: A prospective study. *Neurorehab Neural Re.* 2006;20(3):417-23.
68. Korner-Bitensky NA, Mazer BL, Sofer S, Gelina I, Meyer MB, Morrison C, et al. Visual testing for readiness to drive after stroke: A multicenter study. *Am J Phys Med Rehab.* 2000;79(3):253-9.
69. Mazer BL, Korner-Bitensky NA, Sofer S. Predicting ability to drive after stroke. *Arch Phys Med Rehab.* 1998;79(7):743-50.
70. Fisk GD, Owsley C, Mennemeier M. Vision, attention, and self-reported driving behaviors in community-dwelling stroke survivors. *Arch Phys Med Rehab.* 2002;83(4):469-77.
71. Mazer BL, Sofer S, Korner-Bitensky N, Gelinas I, Hanley J, Wood-Dauphinee S. Effectiveness of a visual attention retraining program on the driving performance of clients with stroke. *Arch Phys Med Rehab.* 2003;84(4):541-50.
72. Devos H, Akinwuntan AE, Nieuwboer A, Truijen S, Tant M, De Weerd W. Screening for fitness to drive after stroke. *Neurology.* 2011;76(8):747-56.
73. Nouri FM, Lincoln NB. *The Stroke Drivers Screening Assessment.* Nottingham: Nottingham Rehab Supplies; 1994.
74. Lincoln NB, Ferreira IS, Simões MR. *Stroke Drivers Screening Assessment. European Portuguese Experimental version.* University of Nottingham/Serviço de Avaliação Psicológica da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra; 2009.
75. Lincoln NB, Ferreira IS, Simões MR. *Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA). Manual da versão experimental Portuguesa.* University of Nottingham/Serviço de Avaliação Psicológica da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra; 2009.
76. Schultheis MT, Garay E, DeLuca J. The influence of cognitive impairment on driving performance in multiple sclerosis. *Neurology.* 2001;56(8):1089-94.
77. Marcotte TD, Rosenthal TJ, Roberts E, Lampinen S, Scott JC, Allen RW, et al. The contribution of cognition and spasticity to driving performance in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehab.* 2008;89(9):1753-8.
78. Lincoln NB, Radford KA. Cognitive abilities as predictors of safety to drive in people with multiple sclerosis. *Mult Scler.* 2008;14(1):123-8.
79. Akinwuntan AE, O'Connor C, McGonegal E, Turchi K, Smith S, Williams M, et al. Prediction of driving ability in people with relapsing-remitting multiple sclerosis using the Stroke Driver Screening Assessment. *International Journal of MS Care.* 2012;14(2):65-70.
80. Akinwuntan AE, Devos H, Stepleman L, Casillas R, Rahn R, Smith S, et al. Predictors of driving in individuals with relapsing-remitting multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis Journal.* 2012.
81. Schultheis MT, Weisser V, Ang J, Elovic E, Nead R, Sestito N, et al. Examining the relationship between cognition and driving performance in multiple sclerosis. *Arch Phys Med Rehab.* 2010;91(3):465-73.

82. Adler G, Kuskowski M. Driving cessation in older men with Dementia. *Alz Dis Assoc Dis.* 2003;17(2):68-71.
83. Man-Son-Hing M, Marshall SC, Molnar FJ, Wilson KG. Systematic review of driving risk and the efficacy of compensatory strategies in persons with Dementia. *J Am Geriatr Soc.* 2007;55(6):878-84.
84. Garret C, Santos F, Tracana I, Barreto J, Sobral M, Fonseca R. Avaliação clínica da demência. In: Mendonça A, Guerreiro M, editores. *Escala e testes na demência.* Lisboa: Grupo de Estudos de Envelhecimento Cerebral e Demências; 2008; p. 17-32.
85. Dawson JD, Anderson SW, Uc EY, Dastrup E, Rizzo M. Predictors of driving safety in early Alzheimer disease. *Neurology.* 2009;72(6):521-7.
86. Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Shi Q, Dawson JD. Driver landmark and traffic sign identification in early Alzheimer's disease. *J Neurol Neurosur Ps.* 2005;76(6):764-8.
87. Whelihan WM, DiCarlo MA, Paula RH. The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Arch Clin Neuropsych.* 2005;20(2):217-28.
88. Grace J, Amick MM, D'Abreu A, Festa EK, Heindel WC, Ott BR. Neuropsychological deficits associated with driving performance in Parkinson's and Alzheimer's disease. *J Int Neuropsych Soc.* 2005;11(06):766-75.
89. Ott BR, Heindel WC, Whelihan WM, Caron MD, Piatt AL, DiCarlo MA. Maze test performance and reported driving ability in early Dementia. *J Geriatr Psych Neur.* 2003;16(3):151-5.
90. Ott BR, Festa EK, Amick MM, Grace J, Davis JD, Heindel WC. Computerized maze navigation and on-road performance by drivers with Dementia. *J Geriatr Psych Neur.* 2008;21(1):18-25.
91. Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Shi Q, Dawson JD. Driver route-following and safety errors in early Alzheimer disease. *Neurology.* 2004;63(5):832-7.
92. Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Shi Q, Dawson JD. Unsafe rear-end collision avoidance in Alzheimer's disease. *J Neurol Sci.* 2006;251(1):35-43.
93. Reger MA, Welsh RK, Watson GS, Cholerton B, Baker LD, Craft S. The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in Dementia: A meta-analysis. *Neuropsychology.* 2004;18(1):85-93.
94. Kaszniak AW, Keyl PM, Albert MS. Dementia and the older driver. *Hum Factors.* 1991;33(5):527-37.
95. Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Sparks JD, Rodnitzky RL, Dawson JD. Impaired navigation in drivers with Parkinson's disease. *Brain.* 2007;130(9):2433-40.
96. Uc EY, Rizzo M, Johnson AM, Dastrup E, Anderson SW, Dawson JD. Road safety in drivers with Parkinson disease. *Neurology.* 2009;73(24):2112-9.
97. Wood JM, Worringham C, Kerr G, Mallon K, Silburn P. Quantitative assessment of driving performance in Parkinson's disease. *J Neurol Neurosur Ps.* 2005;76(2):176-80.

98. Cordell R, Lee HC, Granger A, Vieira B, Lee AH. Driving assessment in Parkinson's disease — A novel predictor of performance? *Movement Disord.* 2008;23(9):1217-22.
99. Stolwyk RJ, Charlton JL, Triggs TJ, Iansek R, Bradshaw JL. Neuropsychological function and driving ability in people with Parkinson's disease. *J Clin Exp Neuropsych.* 2006;28(6):898-913.
100. Amick MM, Grace J, Ott BR. Visual and cognitive predictors of driving safety in Parkinson's disease patients. *Arch Clin Neuropsych.* 2007;22(8):957-67.
101. Uc EY, Rizzo M, Anderson SW, Sparks J, Rodnitzky RL, Dawson JD. Impaired visual search in drivers with Parkinson's disease. *Ann Neurol.* 2006;60(4):407-13.
102. Galski T, Vocaturo L, Galski, TM. Driving, medical illness, and medications. In: Schultheis MT, DeLuca J, Chute DL, editors. *Handbook for the assessment of driving capacity.* San Diego: Academic Press; 2009. p. 159-185.
103. Leveille SG, Buchner DM, Koepsell TO, McCloskey LW, Wolf ME, Wagner EH. Psychoactive medications and injurious motor vehicle collisions involving older drivers. *Epidemiology.* 1994;5:591-8.
104. Wingen M, Ramaekers J, Schmitt J. Driving impairment in depressed patients receiving long-term antidepressant treatment. *Psychopharmacology.* 2006;188(1):84-91.
105. St. Germain SA, Kurtz MM, Pearlson GD, Astur RS. Driving simulator performance in Schizophrenia. *Schizophr Res.* 2005;74(1):121-2.
106. Edlund MJ, Conrad C, Morris P. Accidents among schizophrenic outpatients. *Compr Psychiat.* 1989;30(6):522-6.
107. Niveau G, Kelley-Puskas M. Psychiatric disorders and fitness to drive. *J Med Ethics.* 2001;27(1):36-9.
108. Fried R, Petty CR, Surman CB, Reimer B, Aleardi M, Martin JM, et al. Characterizing impaired driving in adults with attention deficit/hyperactivity disorder: A controlled study. *J Clin Psychiat.* 2006;67(4):567-74.
109. Barkley RA, Cox D. A review of driving risks and impairments associated with attention-deficit/hyperactivity disorder and the effects of stimulant medication on driving performance. *J Safety Res.* 2007;38(1):113-28.
110. Fisher DL, Rizzo M, Caird J, Lee JD. *Handbook of driving simulation for Engineering, Medicine, and Psychology.* Boca Raton: Chemical Rubber Company Press; 2010.
111. Lincoln NB, Radford KA. Driving in neurological patients. In: Goldstein LH, McNeil JE, editors. *Clinical neuropsychology: A practical guide to assessment and management for clinicians.* Oxford: Wiley-Blackwell; 2012. p. 567-588.
112. Schultheis MT. Final thoughts and future directions. In: Schultheis MT, DeLuca J, Chute DL, editors. *Handbook for the assessment of driving capacity.* San Diego: Academic Press; 2009. p. 201-215.

## **ESTUDO II**



# **Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes**

Inês S. Ferreira<sup>1</sup>, Mário R. Simões<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra

<sup>2</sup> Serviço de Avaliação Psicológica, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra

## **Estudo publicado:**

Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009). Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes. *Psychologica*, 51, 225-247.

## **RESUMO**

O exame de condutores idosos com recurso a testes neuropsicológicos representa uma área de investigação actual no cenário do envelhecimento demográfico. O objectivo do presente texto é identificar um conjunto de testes com valor preditivo em relação a medidas de condução automóvel, que permitam a sinalização de condutores idosos com maior risco de acidente ou de reprovação em provas de condução. Desconhecida a existência de investigações em Portugal, apresentamos uma revisão de estudos empíricos realizados noutros países. Os trabalhos recenseados evidenciam a utilidade dos testes neuropsicológicos para avaliar funções cognitivas necessárias para conduzir em segurança, nomeadamente funções executivas, visuo-espaciais, visuo-perceptivas e a atenção visual. São necessárias novas investigações orientadas para o desenvolvimento de uma bateria de avaliação neuropsicológica para condutores idosos, que contribuam para uma maior precisão e validade preditiva dos métodos de exame psicológico de condutores neste grupo etário.

**PALAVRAS-CHAVE:** Avaliação neuropsicológica, adultos idosos, condutores de automóvel, segurança e prevenção rodoviária.



## 1. Introdução

O exame de condutores idosos através do recurso a testes de avaliação neuropsicológica corresponde a uma área de investigação de relevância crescente. O actual envelhecimento demográfico e o acréscimo de anos à expectativa de vida ocasionam um aumento do número de condutores idosos, constituindo o automóvel particular, o meio de transporte dominante nos grupos de idosos emergentes (OECD, 2001). Considerando a condução como uma actividade complexa que requer a integridade de diversas funções neuropsicológicas que podem sofrer declínio associado à idade ou a condições médicas que acompanham o envelhecimento (Anstey, Wood, Lord, & Walker, 2005), justifica-se um conhecimento mais sistemático e aprofundado sobre o impacto dessas perdas funcionais na capacidade de conduzir e na incidência de acidentes rodoviários. Neste contexto, a caracterização cognitiva de condutores idosos tem assumido particular relevância. Do envelhecimento normal à demência, passando pelo declínio cognitivo ligeiro, diversos estudos procuraram analisar a associação entre resultados em testes cognitivos e *medidas de condução*, como o desempenho de condução real ou o envolvimento em acidentes (Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist, & Johansson, 1998; Whelihan, DiCarlo, & Paul, 2005). A análise do valor preditivo dos resultados nos testes de avaliação neuropsicológica em relação a medidas de condução, tem permitido identificar condutores idosos com maior risco de acidente ou de inaptidão em provas de condução real (Ball et al., 2006; Lincoln, Radford, Lee, & Reay, 2006). Os testes neuropsicológicos ocupam assim um papel essencial no exame de

condutores idosos, contribuindo para uma maior precisão e validade dos métodos de exame e para melhorar a prevenção e segurança rodoviária neste grupo etário.

Desconhecida a existência de estudos em Portugal, o presente texto analisa investigações realizadas noutros países no âmbito da avaliação de condutores idosos, incluindo os dados provenientes do uso de testes neuropsicológicos. Num primeiro momento, são expostos os objectivos e as principais linhas de investigação. Em seguida, apresentamos uma revisão dos resultados de estudos empíricos, que incluem elementos relativos a relações entre pontuações em testes de avaliação neuropsicológica e desempenhos em medidas de condução automóvel. Por fim, são identificadas novas linhas de investigação neste domínio.

## **2. Objectivos e linhas de investigação**

O principal **objectivo dos estudos sobre avaliação neuropsicológica de condutores idosos** consiste em identificar, através de análises estatísticas, quais os testes neuropsicológicos cujos resultados se encontram associados significativamente a medidas de condução, nomeadamente, desempenho de condução real, desempenho de condução simulada e/ou incidência de acidentes rodoviários (Bieliauskas, 2005). Em particular, pretende-se determinar qual o valor preditivo ou o poder discriminativo de um conjunto de testes em relação a grupos identificados de condutores sem/com acidentes (Ball et al., 2006) ou aprovados/reprovados em provas de condução real (McKenna, Jefferies, Dobson, & Frude, 2004). Concomitantemente, com base nos resultados de análises discriminantes, também têm sido desenvolvidas funções ou

equações preditivas com o objectivo de distinguir condutores aprovados/reprovados em contextos de exame de condução, permitindo prever a pertença de um condutor a uma dessas categorias (Lincoln et al., 2006).

No âmbito destas finalidades específicas têm sido implementadas várias **linhas de investigação**: (a) em adultos idosos saudáveis ou sem deterioração cognitiva, através do recurso a métodos correlacionais com testes neuropsicológicos e medidas da condução (e.g., De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001); (b) em adultos idosos com declínio cognitivo (viz., declínio cognitivo ligeiro, demência tipo Alzheimer), a partir de estudos de natureza correlacional (e.g., Fox, Bowden, Bashford, & Smith, 1997) ou estudos caso-controlo (e.g., Ott et al., 2008); (c) em idosos com acidentes, envolvendo métodos correlacionais (e.g., Owsley, Ball, Soane, Roenker, & Bruni, 1991) ou estudos caso-controlo (e.g., Daigneault, Joly, & Frigon, 2002). No presente trabalho analisamos resultados e contributos destas diferentes linhas de pesquisa.

### **3. Testes neuropsicológicos na avaliação de condutores idosos**

No contexto da diversidade de instrumentos e de domínios cognitivos identificados na literatura, importa analisar o **valor preditivo** ou o **poder discriminativo de testes específicos** em relação a medidas de condução automóvel. Apresentamos, seguidamente, os resultados mais representativos considerando funções cognitivas e respectivos instrumentos de avaliação.

### 3.1. *Estado mental*

Os instrumentos de avaliação cognitiva global são comuns em diferentes contextos de exame neuropsicológico, incluindo na avaliação de condutores. Resultados em provas para **detecção de déficit cognitivo** como o *Mini-Mental State Examination* (MMSE; Folstein, Folstein, & McHugh, 1975) e o *Short Blessed* (SB; Katzman, Brown, Fuld, Peck, Schechter, & Schimmel, 1983), evidenciaram a presença de associações com medidas de condução. Por exemplo, condutores com suspeita de demência ligeira e resultados inferiores no SB, foram associados a pior desempenho em situações de condução real (Hunt, Morris, Edwards, & Wilson, 1993). Também no MMSE, resultados inferiores ou indicativos de maior déficit cognitivo foram observados, sucessivamente, em grupos de idosos com acidentes registados num estudo prospectivo de 3 anos (Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist, & Johansson, 2003), reprovados em exame de condução real (Kantor, Mauger, Richardson, & Unroe, 2004), ou inaptos na avaliação da condução simulada (Freund & Colgrove, 2008). Em condutores diagnosticados com demência foram encontradas correlações moderadas (Fitten et al., 1995; Fox et al., 1997) a fortes (Odenheimer, Beaudet, Jette, Albert, Grande, & Minaker, 1994) entre pontuações no MMSE e o desempenho de condução em estrada. Apesar do valor potencial do MMSE, outros estudos fracassam em demonstrar a utilidade preditiva do teste na discriminação de condutores com/sem acidentes (Gabaude & Paire-Ficout, 2005; Lesikar, Gallo, Rebok, & Keyl, 2002), bem como condutores aptos/inaptos num exame de condução real (Bieliauskas, Roper, Trobe, Green, & Lacy, 1998; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001). Como veremos mais adiante, a ausência de

associação entre pontuações no MMSE e medidas de condução poderá dever-se ao facto da própria natureza do teste ser limitada no exame de funções essenciais para a tarefa de condução, como a atenção visual, a percepção visuo-espacial ou as funções executivas. Estes resultados inconsistentes sugerem, à partida, que a solução “fácil” de considerar o MMSE como indicador da capacidade para conduzir, não é adequada sem recurso a provas complementares.

Pontuações em testes específicos para **detecção de demência** como o *Clinical Dementia Rating* (CDR; Morris, 1993) e a *Mattis Dementia Rating Scale* (MDRS; Mattis, 1976) também apresentaram associações com medidas de condução. Por exemplo, duas pesquisas apontam para uma associação positiva entre declínio de funções cognitivas avaliadas através do MDRS e envolvimento em acidentes com culpa num período retrospectivo de 5 anos (Ball, Owsley, Sloane, Roenker, Sloane, & Bruni, 1993; Owsley et al., 1991). A avaliação do grau de severidade da demência através do CDR aparece como um importante indicador da aptidão para conduzir em casos de demência. Os estudos de Hunt, Murphy, Carr, Duchek, Buckles e Morris (1997) e Duchek et al. (2003) revelam que os sujeitos com CDR 0.5 ou 1 apresentam um desempenho de condução real significativamente inferior quando comparados com sujeitos controlo (CDR 0). Em particular, doentes com doença de Alzheimer em estágio ligeiro (CDR 1), parecem colocar um problema de segurança rodoviária significativo. Segundo um relatório da *American Academy of Neurology* (Dubinsky, Stein, & Lyons, 2000) sobre o risco de condução na doença de Alzheimer, os condutores numa fase inicial de progressão da doença (CDR 0.5) revelam uma diminuição ligeira do desempenho de condução quando comparados com controlos (Whelihan et al., 2005); contudo, em condutores com demência de severidade ligeira

(CDR 1) ou moderada (CDR 2) e que continuam a conduzir, a evidência empírica sugere um aumento substancial do número de acidentes e dos erros na proficiência de condução (Ott et al., 2008). Nesta linha, a *American Academy of Neurology* recomenda que os condutores com demência provável (CDR 0.5) devem realizar um exame de condução real e efectuar reavaliações periódicas (semestrais, se necessário), dado o aumento da probabilidade de evolução para critérios de demência; nos condutores com demência ligeira (CDR 1) ou de maior severidade, considera que a condução deve ser totalmente restringida.

### **3.2. Atenção visual**

A maioria dos estudos considera a atenção visual como um aspecto essencial na tarefa de condução, necessária para atender a estímulos relevantes em detrimento dos irrelevantes, ou para prestar atenção a mais de um estímulo em alternância (Anstey et al., 2005). Resultados inferiores em diversas provas de atenção visual selectiva e dividida foram associados a uma maior incidência de acidentes e pior proficiência de condução.

Os resultados no *Useful Field of View* (UFOV; Ball & Roenker, 1998), teste computadorizado que avalia a atenção visual incluindo velocidade de processamento de informação (parte I), atenção dividida (parte II) e atenção selectiva (parte III), têm sido relacionados, de modo consistente, com o risco de acidente em idosos, tanto em estudos retrospectivos (Ball et al., 1993; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Goode et al., 1998; Owsley et al., 1991; Sims, Owsley, Allman, Ball, & Smoot, 1998) como prospectivos (Ball et al., 2006; Owsley, Ball, McGwin, Sloane, Roenker, & White, 1998; Sims, McGwin, Allman, Ball, & Owsley,

2000). Por exemplo, nos idosos com redução igual ou superior a 40% do campo útil de visão, duplica a probabilidade de ocorrência de acidente nos 3 anos seguintes (Owsley et al., 1998), demonstrando igualmente elevado poder discriminativo (89% de sensibilidade e 81% de especificidade) de condutores com/sem acidentes (Ball et al., 1993). Os resultados no UFOV apresentam também correlações moderadas com o desempenho de condução real quer em idosos saudáveis (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000), quer em doentes com demência (Duchek, Hunt, Ball, Buckles, & Morris, 1998). A congruência de resultados ao longo de numerosos estudos e com diferentes metodologias, parece ser um forte indicador da utilidade do UFOV enquanto índice válido e fidedigno da proficiência de condução e risco de acidente. Por exemplo, condutores idosos que reportam maior número de dificuldades de condução evidenciam desempenhos inferiores no UFOV (Ferreira, Marmeleira, Godinho, & Simões, 2007, 2008; Marmeleira, Ferreira, Godinho, & Fernandes, 2007). Contudo, apesar dos resultados promissores, alguns autores sinalizam que o UFOV apresenta um grau de dificuldade excessivo em casos de demência (apenas um número limitado de sujeitos completa o teste), sugerindo a necessidade de uma versão simplificada utilizando apenas a parte I relativa à atenção visual e velocidade de processamento de informação (Duchek et al., 1998; Whelihan et al., 2005). Por esta razão, o valor discriminativo e utilidade preditiva do teste na avaliação de condutores com demência deve ser analisado com prudência, reforçando a necessidade de recurso a provas complementares.

No **Trail Making Test-A** (TMT-A; Reitan & Wolfson, 1993; cf. Cavaco et al., 2008b), uma medida de atenção visual selectiva e de pesquisa visual com componente visuo-motor (Strauss, Sherman, & Spreen, 2006), existem resultados inconsistentes. Por exemplo, enquanto a prova revelou

associação com acidentes em estudos retrospectivos (Stutts et al., 1998) e prospectivos (Lesikar et al., 2002), o mesmo não acontece na análise retrospectiva e prospectiva das investigações realizadas por Lundberg e colaboradores (2003). Em casos de demência, foram encontradas correlações baixas (Anderson et al., 2005) a moderadas (Odenheimer et al., 1994) com o desempenho de condução real, mas outros estudos não apresentam correlações significativas (Fox et al., 1997; Whelihan et al., 2005). Apesar dos resultados incongruentes, o teste revelou poder discriminativo com diferentes medidas da condução em mais de metade dos estudos recenseados nos quais se procedeu à administração da prova.

Os **testes de cancelamento**, como o *Teste de Cancelamento de 2 Sinais de Zazzo* (Zazzo, 1949; cf., Gabaude & Paire-Ficout, 2005) ou uma *Tarefa de Cancelamento de Números* (Richardson & Marottoli, 2003), usados essencialmente para medir a atenção selectiva (Lezak, Howieson, & Loring, 2004), têm revelado correlações moderadas com o desempenho de condução real. Contudo, nos casos de demência, este tipo de prova não evidencia poder discriminativo (Whelihan et al., 2005).

Pontuações noutras **medidas de atenção visual selectiva** – *Attention-switching Task* (Hunt et al., 1993), *Visual Search Task* (Duchek et al., 1998), *Dot Counting Task* (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000), *Color Trail Test* (Daigneault et al., 2002), *Driving Scenes Test* (Brown, Ott, Papandonatos, Sui, Ready, & Morris, 2005) – demonstraram associação com o desempenho de condução real. Neste contexto, tem sido menor o recurso a **provas de atenção visual dividida** como o *Divided Attention* (Fitten et al., 1995) ou o *Tracking Task* (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000), apesar de evidenciarem correlações moderadas com o desempenho de condução em estrada. Estes resultados suportam o



envolvimento da atenção visual selectiva e dividida na tarefa de condução e são congruentes com os dados revistos no UFOV.

Contrariamente a estes resultados, as investigações não comprovam a utilidade preditiva dos **testes de atenção visual sustentada**. Por exemplo, na avaliação de condutores com demência, as medidas de atenção sustentada revelam resultados inconsistentes quando comparadas com o desempenho de condução simulada (Rizzo, Reinach, McGehee, & Dawson, 1997; Rizzo, McGehee, Dawson, & Anderson, 2001), e resultados não discriminativos relativamente ao desempenho de condução real (Fitten et al., 1995). Uma razão possível para estes resultados deve-se ao facto da atenção sustentada não constituir um défice *major* em estádios iniciais de demência, ao contrário do que sucede com a atenção selectiva e dividida. Em particular, a capacidade de alternar a atenção de um foco para outro, bem como de seleccionar e responder imediatamente a diferentes estímulos ambientais, tornam-se pontos críticos mesmo nos estádios iniciais de progressão da doença (Parasuraman & Nestor, 1993).

### **3.3. Percepção visual**

A percepção visual, através da qual se recebe mais de 90% da informação durante a tarefa de condução (Sivak, 1996), é uma função cognitiva que declina com a idade e na progressão de estados demenciais, merecendo particular destaque na avaliação de condutores idosos. As capacidades visuo-espaciais, que permitem interpretar e integrar a informação, parecem ser dos preditores mais robustos de resultados em medidas de condução (Reger, Welsh, Watson, Cholerton, Baker, & Craft, 2004).

Desempenhos em diversas tarefas visuo-perceptivas mostraram associações positivas. Por exemplo, resultados inferiores em provas que incluem **capacidades visuo-construtivas** como a cópia da Figura Complexa de Rey (Rey, 1941; cf., Goode et al., 1998), Cubos (Escala de Inteligência de Wechsler para Adultos - Terceira edição; WAIS-III; cf., Wechsler, 2008, versão portuguesa; Lundberg et al., 1998), e Cópia de um Cubo (Johansson, Bronge, Lundberg, Persson, Seideman, & Viitanen, 1996), revelaram poder discriminativo sugestivo do envolvimento em acidentes. Em casos de demência, as pontuações no Desenho do Relógio demonstraram igualmente valor preditivo relativamente aos resultados em condução real (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001) e simulada (Freund & Colgrove, 2008).

Em testes que avaliam funções visuo-perceptivas e visuo-espaciais, **sem envolvimento de resposta motora**, são observadas numerosas associações com medidas de condução, nomeadamente: *Motor Visual Perception Test*, com ocorrência de acidentes (Lundberg et al., 2003); *Judgment of Line Orientation*, com condução real (Uc, Rizzo, Anderson, Shi, & Dawson, 2004) e simulada (Anderson et al., 2005); *Facial Recognition Test*, com condução simulada (Rizzo et al., 1997); *Paperfolding Task*, com condução real e acidentes (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001); *Visual Form Discrimination Test*, com condução simulada (Szlyk, Myers, Zhang, Wetzel, & Shapiro, 2002); *Cube Analysis (Visual Object and Space Perception; VOSP; Warrington & James, 1991)*, com condução simulada (Harvey, Fraser, Bonner, Warnes, Warrington, & Rossor, 1995); *Movement Perception Test*, com condução real (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Gabaude & Paire-Ficout, 2005). Provas que examinam a percepção da forma, como *Incomplete Letters* (VOSP) (Lincoln et al., 2006) e *Figure-Ground Perception Test* (Bieliauskas et al.,

1998), foram discriminativas do desempenho de condução real em casos de demência. O *Visual Closure subtest (Motor Visual Perception Test)* revelou correlação significativa com acidentes, tanto num estudo retrospectivo (Lesikar et al., 2002) como prospectivo (Ball et al., 2006).

Contudo, contrariamente a esta tendência de resultados, encontramos também investigações que identificam, mais pontualmente, alguns dos testes atrás citados como não discriminativos do desempenho de condução real, sobretudo em casos de demência: Cubos da WAIS (Duchek et al., 1998; Fox et al., 1997), Desenho do Relógio (Fitten et al., 1995), *Judgment of Line Orientation, Visual Form Discrimination Test* (Fox et al., 1997; Whelihan et al., 2005) e *Cube Analysis* da VOSP (Lincoln et al., 2006). Esta incongruência de resultados poderá reflectir eventuais diferenças nas amostras em estudo (e.g., estágio de evolução da doença) e nos métodos usados na avaliação da condução. Por isso, e para corroborar resultados e fundamentar a validade e utilidade destas provas na avaliação de condutores idosos saudáveis e com demência, são necessárias investigações que controlem de modo mais sistemático estas variáveis.

### **3.4. Memória**

A memória é o processo mental que permite reter informação a curto ou longo termo, bem como manipular informação durante o processo de funcionamento cognitivo. No contexto do tráfego, a memória a curto prazo permite por exemplo, reter durante alguns segundos a informação visuo-espacial e/ou verbal de um sinal de trânsito, pelo que mensagens complexas, com muitas unidades informativas ou com interferência de outros estímulos, dificultam a retenção de informação, sobretudo em

condutores idosos. Além de exigir um processamento contínuo de dados, a actividade de conduzir requer informação da memória a longo prazo para recordar, por exemplo, um percurso familiar (memória episódica), as regras de trânsito (memória semântica) ou destrezas operacionais para conduzir (memória procedimental) (Pastor & Tejero, 2001). Ao analisar o impacto da amnésia na condução, Anderson, Rizzo, Skaar, Stierman, Cavaco e Dawson (2007) verificaram que os défices associados a esta perturbação da memória não prejudicam a maior parte dos aspectos da condução, como o conhecimento de regras (memória semântica) ou as destrezas operacionais (memória procedimental), mas poderão afectar a capacidade de seguir direcções para um destino (memória episódica), bem como aumentar os riscos em situações de condução mais exigentes (Uc et al., 2004).

No exame de condutores idosos têm sido incluídas diversas provas de avaliação da memória, tanto visual como verbal. Na **memória visual**, resultados inferiores na Figura Complexa de Rey (Lundberg et al., 1998, 2003), Memória Visual (Escala de Memória de Wechsler - Terceira edição; WMS-III; cf., Wechsler, 2008, versão portuguesa; Goode et al., 1998) e *5-Item Recall* (Johansson et al., 1996) foram associados ao envolvimento em acidentes rodoviários. Em casos de demência, o Teste de Retenção Visual de Benton (Hunt et al., 1993), a Figura Complexa de Rey (Uc et al., 2004), a Memória Visual da WMS (Odenheimer et al., 1994) e o *Stenberg Test* (Fitten et al., 1995), demonstraram associações com o desempenho de condução real. Por sua vez, os testes de reconhecimento de faces não revelaram valor preditivo de medidas de condução real (Lincoln et al., 2006), nem simulada (Harvey et al., 1995). De modo geral, não se encontram resultados inconsistentes nos testes de memória visual, com excepção do Teste de Retenção Visual de Benton, cujos resultados não

são por vezes discriminativos do desempenho de condução real em condutores com demência (Duchek et al., 1998; Fox et al., 1997).

Na avaliação da **memória verbal**, tarefas de listas de palavras como o *Rey Auditory Verbal Learning Test* (RAVLT; Rey, 1964; cf., Anderson et al., 2005; Cavaco et al., 2008a) e o *12-Word List* (cf., Lundberg et al., 1998, 2003), revelaram utilidade na identificação de condutores idosos com acidentes rodoviários. Em casos de demência, os testes de Memória Lógica da WMS (Odenheimer et al., 1994) e o RAVLT (Uc et al., 2004) foram discriminativas da proficiência de condução real. A Memória de Dígitos da WMS, apenas foi associada com o desempenho de condução simulada (Rizzo et al., 1997; Szyk et al., 2002). No entanto, comparativamente aos testes de memória visual, encontramos maior inconsistência de resultados nas provas verbais: por exemplo, Memória Lógica da WMS (Richardson & Marottoli, 2003), Pares de Palavras da WMS (Duchek et al., 1998), RAVLT (Lundberg et al., 1998) e Memória de Dígitos da WMS (Rizzo et al., 2001) não demonstraram associações com medidas de condução.

Nos estudos recenseados existe evidência de que os défices graves de memória, um dos indicadores mais sensíveis de declínio do estado mental, podem contribuir para uma condução menos eficiente e de maior risco para a segurança rodoviária. No envelhecimento normal a associação entre desempenho mnésico e condução tem sido menos manifesta, em comparação com outros domínios cognitivos, como a atenção (Anstey et al., 2005). Durante a actividade de conduzir, a memória de trabalho encontra-se envolvida não apenas no processamento contínuo de estímulos (nomeadamente em situações complexas e dinâmicas), como na eficiência de todo o funcionamento cognitivo. Poucos estudos têm examinado o contributo desta função nos resultados da condução, ainda

que possamos analisar o valor preditivo de testes que avaliam a memória de trabalho entre outras funções (e.g., TMT-B; Chan, Shum, Touloupoulou, & Chen, 2008). Comparando a interface memória visual *versus* memória verbal, seria relevante compreender porque razão os testes de memória verbal têm revelado maior inconsistência de resultados, e se os testes de memória visual devem ter um peso mais significativo na avaliação de condutores idosos. Por outro lado, se défices isolados na memória episódica, nomeadamente topográfica, parecem influenciar negativamente a condução em determinadas circunstâncias (Anderson *et al.*, 2007), seria importante determinar até que ponto essas dificuldades (e qual a sua intensidade ou gravidade) são uma condição suficiente para considerar um idoso como inapto para conduzir.

### **3.5. Linguagem**

Na avaliação de condutores idosos o recurso a provas de linguagem é menos comum e com resultados inconsistentes, pelo que a sua utilização tem sido também menos fundamentada. Testes de nomeação como o *Boston Naming Test* (Duchek *et al.*, 1998; Hunt *et al.*, 1993) e a *Aphasia Battery* (Hunt *et al.*, 1993) revelaram associações positivas com o desempenho de condução real em casos de demência. Contudo, encontramos uma vez mais resultados incongruentes com o *Graded Naming Test* (Harvey *et al.*, 1995) e com uma Prova de Leitura (Kantor *et al.*, 2004).

Os défices graves de linguagem podem ser reflexo de um declínio cognitivo geral que compromete a tarefa de condução. Menos evidente é a relação entre os vários aspectos da comunicação (viz., fluência, compreensão, repetição) e a aptidão para conduzir, sugerindo a utilidade

de uma nova linha de investigação de condutores afásicos (e.g., seqüela frequente de acidente vascular cerebral) para acrescentar conhecimento sobre o eventual impacto do tipo de afasia no desempenho de condução.

### **3.6. Orientação**

A avaliação da orientação é geralmente incluída em baterias gerais de avaliação neuropsicológica (e.g., WMS-III) e instrumentos de rastreio cognitivo global (e.g., MMSE), não sendo uma área funcional referenciada a testes específicos (Strauss *et al.*, 2006). No exame de condutores idosos, a orientação não é uma função muito valorizada e apenas encontramos referência a dois testes de orientação: um teste de orientação direccional direita-esquerda, o *Standardized Road Map Test of Directional Sense* (Money, 1976; cf., Lesikar *et al.*, 2002), correlacionado com acidentes auto-reportados num período retrospectivo de 2 anos, e o teste de Orientação Temporal (Benton, Hamsher, Varney, & Spreen, 1983; cf., Rizzo *et al.*, 1997, 2001), apenas com valor preditivo pouco significativo no primeiro estudo de Rizzo.

A orientação não é das funções mais discriminativas da aptidão para conduzir, dado que o seu declínio aparece associado a outros défices cognitivos mais proeminentes na condução (e.g., na atenção), ou a um processo de deterioração mental progressiva. Se a maioria das investigações recorre a testes como o MMSE ou o CDR, a orientação (viz., no tempo e no espaço) acaba por ter uma importância significativa nesses resultados. Contudo, esta função poderá ter eventualmente um valor relativo e a sua avaliação deverá ser contextualizada em conjunto com os desempenhos noutras funções.

### **3.7. Funções Executivas**

As *funções executivas* representam um conjunto de capacidades cognitivas (Lezak et al., 2004) que se pressupõem serem cruciais na condução automóvel e que incluem nomeadamente os seguintes aspectos: antecipação (das situações de tráfego), planeamento (da acção), tomada de decisão (integração de informação e escolha deliberada), execução (da acção), monitorização e flexibilidade mental (supervisão e adequação das acções ao ambiente), e juízo crítico (das capacidades e limitações). Adequar o comportamento a uma circunstância nova, complexa ou imprevista, realizar uma manobra pouco habitual, ou efectuar um comportamento de compensação para minimizar os riscos, são exemplos de situações de condução que pressupõem igualmente a integridade do funcionamento executivo.

Os testes que avaliam as funções executivas demonstraram associações com medidas de condução. Neste contexto, o *Trail Making Test-B* (TMT-B; Reitan & Wolfson, 1993) é a prova estudada de modo mais sistemático, incluindo as suas associações com a condução real (e.g., Whelihan et al., 2005) e acidentes (e.g., Ball et al., 2006).

Num estudo de referência neste contexto, Daigneault et al. (2002) compararam condutores idosos com e sem acidentes num período retrospectivo de 5 anos, verificando que os condutores com acidentes manifestavam pior desempenho (maior número de erros e/ou maior tempo de realização) em testes que avaliam as funções executivas como o *Stroop* (Lincoln et al., 2006), a Torre de Londres ou o *Wisconsin Card Sorting Test*.



Nos testes de fluência verbal, administrados apenas em condutores com demência, o *Controlled Oral Word Association Test*, constituído por tarefas de fluência verbal semântica e fonémica (Benton & Hamsher, 1978) foi discriminativo do desempenho de condução real (Uc et al., 2004), mas sem resultados semelhantes com o *Word Fluency Test* (fluência fonémica) (Duchek et al., 1998; Hunt et al., 1993) ou o *Generative Naming* (fluência semântica) (Whelihan et al., 2005). Por sua vez, as pontuações em testes de fluência não-verbal, como o *Action Fluency* e *Ruff Figural Fluency*, não foram discriminativas do desempenho na condução real em casos de demência (Whelihan et al., 2005).

Outros testes evidenciaram correlações moderadas com o resultado de condução real como o *Maze Navigation Test* (Whelihan et al., 2005) e o *Incompatibility Test* (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000). Provas da *Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome* (BADS; Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, & Evans, 1996) como o *Rule Shift* e o *Key Search*, revelaram valor preditivo do desempenho de condução real em casos de demência (Lincoln et al., 2006).

De modo global, os resultados revistos sugerem que défices no funcionamento executivo poderão comprometer a aptidão para conduzir. Provas que envolvem flexibilidade mental e conduta de alternância (Strauss et al., 2006) como o TMT-B, o *Stroop*, ou o *Rule Shift*, bem como testes de planeamento e de resolução de problemas como a Torre de Londres, o *Maze Navigation Test* ou o *Key Search*, parecem demonstrar utilidade preditiva na avaliação de condutores idosos.

### **3.8. Velocidade de processamento e tempos de reacção**

A velocidade de processamento de informação (componente cognitiva) e os tempos de reacção (componente motor) são processos consecutivos da maior importância para a tarefa de condução. Por exemplo, a diminuição na velocidade de processamento visual foi associada ao aumento do risco de acidente (Ball et al., 1993), possivelmente porque as situações de perigo não são processadas de modo suficientemente rápido para que sejam evitadas. A velocidade de processamento de informação determina também a eficiência de outras funções cognitivas referidas anteriormente, como é o caso da atenção visual, memória de trabalho e funções executivas.

O teste Código da WAIS-III, que faz parte do índice factorial de Velocidade de Processamento, revelou poder discriminativo do desempenho de condutores com acidentes (Gabaude & Paire-Ficout, 2005; Lundberg et al., 2003), bem como do desempenho de condução real (Hunt et al., 1993) e simulada (Szlyk et al., 2002) em condutores com demência. No entanto, noutros estudos, a mesma prova não evidenciou correlações positivas com medidas de condução real (Duchek et al., 1998; Fox et al., 1997; Richardson & Marottoli, 2003), nem com a ocorrência de acidentes (Lundberg *et al.*, 1998).

Na avaliação dos tempos de reacção (que dependem da velocidade de processamento) têm sido examinados tempos de reacção simples (uma resposta a um único estímulo) e tempos de reacção de escolha (uma ou mais respostas a dois ou mais estímulos) (Hultsch, MacDonald, & Dixon, 2002). Apenas um estudo evidencia correlação entre resultados em tempos de reacção simples e a condução real (Kantor et al., 2004), pelo que outras pesquisas não suportam essa associação (e.g., Bieliauskas et

al., 1998; Richardson & Marottoli, 2003). Os resultados são também discrepantes no exame dos tempos de reacção de escolha: desde ausência de associação com a condução real (Richardson & Marottoli, 2003) ou com o envolvimento retrospectivo em acidentes (Lundberg et al., 1998; Stutts et al., 1998), a correlações moderadas com a condução real (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000) e acidentes (Lundberg et al., 2003).

Em geral, os testes de tempo de reacção simples revelam menor utilidade preditiva que os tempos de reacção de escolha. Apesar dos tempos de reacção aumentarem com a idade, sobretudo os tempos de reacção de escolha (uma vez que envolvem outras funções como atenção dividida e funções executivas) (Hultsch et al., 2002), é importante assinalar que esse aumento não parece ser de natureza motora (o tempo do movimento), mas derivar de uma maior lentidão no processamento de informação (Hartley, 2005). No entanto, são necessárias mais investigações para clarificar o tipo de prova com maior valor preditivo da condução real: testes sensíveis à velocidade de processamento (e.g., Código e Pesquisa de Símbolos da WAIS-III; Wechsler, 2008) ou testes de tempos de reacção de escolha (e.g., *Automated Psychological Test Battery*; Levander, 1988).

### **3.9. Inteligência**

Apesar da administração frequente de provas fundamentais da WAIS-III (Cubos, Vocabulário, Informação, Semelhanças), os testes de inteligência não têm merecido particular destaque na avaliação de condutores idosos. Considerando o índice factorial de Compreensão Verbal (Wechsler, 2008), encontramos resultados incongruentes nas

provas de Informação (Rizzo et al., 1997, 2001) e Semelhanças (Lundberg et al., 1998, 2003), enquanto a prova Vocabulário não foi preditiva do resultado em condução simulada (Harvey et al., 1995).

Em condutores com demência, algumas provas de inteligência foram utilizadas com o objectivo de estimar o nível de deterioração global, como o *Shipley Institute of Living Scale* (SILS; Zachary, 1986; cf., Bieliauskas et al., 1998), a WAIS-R (Harvey et al., 1995) e o *National Adult Reading Test* (Nelson, 1991; cf., Harvey et al., 1995; Whelihan et al., 2005). Com excepção dos resultados no SILS e no QI de realização da WAIS-R, o NART e o QI verbal da WAIS-R não evidenciaram correlações positivas com o desempenho de condução. Estes dados parecem indicar que a capacidade de condução não é uma simples função da inteligência pré-mórbida ou do QI verbal, ainda que a evidência empírica suporte a utilidade de provas que avaliam aspectos essenciais da inteligência não-verbal como é o caso dos Cubos da WAIS.

### **3.10. Outros instrumentos de avaliação**

No exame de condutores idosos encontramos outras provas sem o objectivo de avaliar domínios cognitivos específicos. Os **Testes de Sinais de Trânsito**, que parecem englobar funções visuo-espaciais e executivas (Radford & Lincoln, 2004), acrescentam validade ecológica à situação de *testing*, e revelaram poder discriminativo do resultado de condução real em condutores com demência (Hunt et al., 1993; Lincoln et al., 2006; Odenheimer et al., 1994). MacGregor, Freeman e Zhang (2001) também comprovaram que os resultados num teste de sinais permite distinguir condutores idosos com e sem acidentes no último ano, ainda que com baixa sensibilidade (60%) e especificidade (63%). Inversamente, os

estudos de Stutts et al. (1998) e Kantor et al. (2004) não suportam a associação entre testes de sinais e medidas de condução.

Nos estudos revistos encontramos também referência a **instrumentos de avaliação de sintomas psicopatológicos**. Em Sims et al. (2000), um resultado indicativo de depressão na *Escala de Depressão Geriátrica* (Yesavage et al., 1983), foi associado a um risco de acidente 2.5 vezes superior nos 5 anos seguintes. Ao invés, Freund e Colgrove (2008) não encontraram qualquer relação entre os resultados nesta escala e o desempenho de condução num simulador. O *Brief Symptom Inventory* (BSI; cf. versão portuguesa, Canavarro, 2007), englobando informação sobre 9 escalas específicas de sintomatologia clínica, também não demonstrou valor preditivo do desempenho de condução real em casos de demência (Whelihan et al., 2005).

Finalmente, **escalas de avaliação funcional** como o *Índice de Katz de Atividades de Vida Diária* e a *Escala de Lawton de Atividades Instrumentais de Vida Diária*, apenas foram incluídas no estudo de Shua-Haim e Gross (1996), sem evidência de associações com o desempenho de condução simulada.

#### **4. Baterias de avaliação neuropsicológica para condutores**

Na investigação de protocolos de avaliação neuropsicológica para condutores importa analisar duas perspectivas que remetem para o recurso: (a) a uma Bateria geral para condutores com patologia ou lesão cerebral, independentemente da etiologia e grau de severidade (McKenna, 1998; McKenna et al., 2004; McKenna & Bell, 2007); ou, (b) a uma Bateria específica para condutores com diagnóstico ou quadro clínico específico,

como demência, esclerose múltipla, acidente vascular cerebral (AVC), doença de Parkinson ou traumatismo crânio-encefálico (TCE) (Lincoln et al., 2006; Lincoln & Radford, 2007; Nouri & Lincoln, 1992; Radford, Lincoln, & Lennox, 2004a; Radford, Lincoln, & Murray-Leslie, 2004b). Ambas as perspectivas têm como objectivo desenvolver uma bateria preditiva do desempenho de condução real, a primeira considerando a perspectiva individual, a segunda examinando um grupo de diagnóstico. Ilustramos estas abordagens comentando, de forma breve, duas baterias de referência: o *Rookwood Driving Battery* e o *Stroke Driving Screening Assessment*.

#### **4.1. Rookwood Driving Battery** (McKenna et al., 2004; McKenna & Bell, 2007)

Esta bateria é composta por 12 testes divididos em 4 áreas: funcionamento executivo, percepção visual, praxias e linguagem. Num estudo de validação de McKenna e Bell (2007), com 391 condutores dos 19 aos 89 anos e portadores de diversas condições neurológicas (e.g., AVC, TCE, demência), a bateria demonstrou boa capacidade para predizer o desempenho de condução (aprovado/reprovado), com valores preditivos positivo (0.88) e negativo (0.74) elevados. O valor preditivo foi distinto em função da idade (independentemente da patologia), revelando um efeito significativo tanto no resultado final da bateria como no teste de condução, com os sujeitos mais idosos a manifestar um desempenho significativamente inferior. Neste grupo etário a bateria foi menos eficiente, predizendo mais sucessos na condução do que aqueles que realmente foram observados. Segundo os autores, a informação sobre o diagnóstico ou quadro clínico acrescenta menos valor preditivo do que a combinação

da *performance* neuropsicológica e idade. No entanto, apesar de valores preditivos globais promissores, importa assinalar que esta bateria demonstrou menor utilidade preditiva no grupo de condutores com mais de 70 anos, grupo no qual incide maior probabilidade de diagnóstico de demência.

#### **4.2. *Stroke Driving Screening Assessment* (SDSA; Nouri, Tinson, & Lincoln, 1987)**

Numa outra perspectiva, a SDSA, foi desenvolvida especificamente para condutores com diagnóstico de AVC. É composta por três provas: o *Dot Cancellation* (teste de cancelamento), o *Square Matrix* (teste de raciocínio visuo-espacial) e o *Road Sign Recognition* (teste de sinais de trânsito). No estudo da validade concorrente, todos os testes revelaram correlações significativas com o *Stroop* e o *Trail Making Test* sugerindo que avaliam as funções executivas e a atenção; o *Square Matrix* e o *Road Sign Recognition* também foram correlacionados significativamente com o *Cube Analysis* da VOSP, sugerindo que estas provas examinam igualmente capacidades visuo-espaciais.

As investigações de Nouri, Tinson e Lincoln (1987) e de Nouri e Lincoln (1992) com o SDSA permitiram constituir equações preditivas do desempenho de condução classificando correctamente 82% dos casos nas categorias de aprovado e reprovado. Um estudo de validação posterior permitiu demonstrar uma classificação correcta em 81% dos casos (Nouri & Lincoln, 1993). Apesar da evidência empírica demonstrar boa capacidade para prever o desempenho de condução em condutores com AVC, o SDSA revelou menor utilidade noutras condições neurológicas (e.g., demência, doença de Parkinson, traumatismo crânio-encefálico,

esclerose múltipla) com valores preditivos variáveis e menos aceitáveis (Radford, 2000). Contudo, os resultados da bateria revelaram eficácia em conjunto com provas complementares (Lincoln et al., 2006; Lincoln & Radford, 2007; Radford et al., 2004a,b). Por exemplo, no estudo de condutores com demência (Lincoln et al., 2006), incluindo 37 casos de demência e 33 sujeitos saudáveis, a análise discriminante permitiu identificar uma equação preditiva composta por um conjunto de testes (SDSA, *Rule Shift* e *Key Search* da BADS, *Stroop*, *Incomplete Letters* da VOSP, *Dot Cancellation*, *Information Processing A & B*, *Recognition Memory for Words*, MMSE), que classificaram correctamente 92% dos casos nas categorias de aprovado/reprovado no exame de condução real. A validação da equação preditiva numa amostra independente com 17 casos de demência, permitiu classificar correctamente 88% dos sujeitos.

## **5. Conclusão**

As investigações recenseadas evidenciam as potencialidades dos testes neuropsicológicos para avaliar funções necessárias para conduzir em segurança, nomeadamente funções executivas, visuo-espaciais, visuo-perceptivas e a atenção visual. Ao longo de quase duas décadas de investigação, as associações entre testes neuropsicológicos e medidas de condução têm produzido correlações variáveis, reflectindo em parte as diferenças metodológicas entre estudos. Não existindo um consenso sólido sobre os testes a utilizar na avaliação de condutores idosos, nem tão pouco um ponto de corte preditivo de reprovação num exame de condução resultante da presença de défices cognitivos, devem continuar os esforços de investigação para determinar e fundamentar o recurso a testes



neuropsicológicos válidos e eficientes para o exame clínico de condutores idosos. O *Rookwood Driving Battery* e o *Stroke Driving Screening Assessment* são exemplos convincentes da utilidade preditiva de testes de cariz neuropsicológico em relação ao desempenho de condução real. O facto de o primeiro instrumento demonstrar valores preditivos distintos em função da idade, e o segundo revelar elevado poder discriminativo apenas em condutores com AVC e não em outras condições neurológicas, parece sugerir que a faixa etária e a categoria diagnóstica podem ter um efeito significativo nos resultados e na sua validade preditiva. Nesta linha, uma bateria específica para condutores idosos tendo em consideração as especificidades do declínio cognitivo no envelhecimento normal e na demência, bem como os impactos significativos desse declínio no desempenho de condução real, poderá acrescentar validade preditiva aos resultados, contribuindo para um exame mais rigoroso dos condutores idosos e para melhorar a prevenção e segurança rodoviária neste grupo etário. Resta acrescentar que desconhecemos a existência de publicações com estudos sistemáticos de natureza empírica realizados no nosso país, no domínio da avaliação neuropsicológica de condutores idosos.

## **Agradecimentos**

Este texto beneficiou dos estágios realizados pela primeira autora no Reino Unido com a Prof.<sup>a</sup> Nadina Lincoln (School of Psychology, University of Nottingham) e Dr.<sup>a</sup> Pat McKenna (Rookwood Hospital, Cardiff), em Setembro/Dezembro de 2008. Agradecemos ainda a autorização da Professora Nadina Lincoln na adaptação da versão experimental Portuguesa<sup>©</sup> do *Stroke Drivers Screening Assessment*, bem como os comentários externos de Catarina Lundberg (Karolinska Institute, Suécia) e Emmanuel Akinwuntan (Medical College of Georgia, Estados Unidos) nesse processo. Agradecemos também a formação em exame psicológico de condutores no *Driving Assessment Service* (Rookwood Hospital,

Cardiff) e no *Derby Regional Mobility Centre* (Kingsway Hospital, Derby, Reino Unido). Uma palavra de apreço ao Professor David Clarke da *Accident Research Unit* (School of Psychology, University of Nottingham, Reino Unido) pela partilha de informação sobre análise da tipologia de acidentes através de modelos gráficos computadorizados.

Um reconhecimento particular à Dra. Fausta Figueiredo do Laboratório de Psicologia do IMTT, I.P., pelo interesse e empenho necessários à concretização dos estudos empíricos programados no âmbito da presente tese.

Este texto é dedicado à memória do Professor Doutor Mário Godinho, da Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa, que orientou igualmente o presente projecto, com um sincero agradecimento por toda a motivação e estímulo que sempre soube transmitir.

## BIBLIOGRAFIA

- AARP, American Association of Retired Persons (1992). *Older driver skill assessment and resource guide: Creating mobility choices*. Washington, DC: American Association of Retired Persons.
- Anderson, S., Rizzo, M., Shi, Q., Uc, E., & Dawson, J. (2005). Cognitive abilities related to driving performance in a simulator and crashing on the road. *Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 286-292). Iowa City: University of Iowa Public Policy Center.
- Anderson, S., Rizzo, M., Skaar, N., Stierman, L., Cavaco, S., Dawson, J. *et al.* (2007). Amnesia and driving. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(1), 1-12.
- Anstey, K., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25, 45-65.
- Akinwuntan, A., Devos, H., Feys, H., Verheyden, G., Baten, G., Kiekens, C. *et al.* (2007). Confirmation of the accuracy of a short battery to predict fitness-to-drive of stroke survivors without severe deficits. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39, 698–702.
- Ball, K., Owsley, C., Sloane, M., Roenker, D., Sloane, M., & Bruni, J. (1993). Visual attention problems as predictor of vehicle crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 34, 3110-3123.
- Ball, K., & Roenker, D. (1998). *Useful Field of View*. San Antonio: The Psychological Corporation.

- Ball, K., Roenker, D., Wadley, V., Edwards, J., Roth, D., McGwin, G. *et al.* (2006). Can high-risk older drivers be identified through performance-based measures in a Department of Motor Vehicles setting? *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(1), 77-84.
- Benedict, R. (1997). *Brief-Visual Memory Test — Revised*. Odessa: Psychological Assessment Resources.
- Benton, A., & Hamsher, K. (1978). *Multilingual Aphasia Examination*. Iowa City: University of Iowa.
- Benton, A., Hamsher, D., Varney, N., & Spreen, O. (1983). *Contributions to neuropsychological assessment: A clinical manual*. New York: Oxford University Press.
- Bieliauskas, L. (2005). Neuropsychological assessment of geriatric driving competence. *Brain Injury*, 19(3), 221-226.
- Bieliauskas, L., Roper, B., Trobe, J., Green, P., & Lacy, M. (1998). Cognitive measures, driving safety, and Alzheimer disease. *The Clinical Neuropsychologist*, 12, 206-212.
- Brown, L., Ott, B., Papandonatos, G., Sui, Y., Ready, R., & Morris, J. (2005). Prediction of on-road driving performance in patients with early Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(1), 94-98.
- Canavarro, M.C. (2007). Inventário de Sintomas Psicopatológicos (B.S.I): Uma revisão crítica dos estudos realizados em Portugal. In M.R. Simões, C. Machado, M.M. Gonçalves, & L.S. Almeida (Eds.), *Avaliação psicológica: Instrumentos validados para a população portuguesa* (vol. III; pp. 305-331). Coimbra: Quarteto.
- Cavaco, S., Pinto, C., Gonçalves, A., Gomes, F., Pereira, A., & Malaquias, C. (2008a). Auditory Verbal Learning Test: Dados normativos dos 21 aos 65 anos. *Psychologica*, 49, 208-221.
- Cavaco, S., Pinto, C., Gonçalves, A., Gomes, F., Pereira, A., & Malaquias, C. (2008b). Trail Making Test: Dados normativos dos 21 aos 65 anos. *Psychologica*, 49, 222-238.
- Chan, R., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. (2008) Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 201-216.
- Coughlan, A., & Hollows, S. (1985). *The Adult Memory and Information Processing Battery*. Leeds: St James University Hospital.
- Daigheault, G., Joly, P., & Frigon, J-Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(2), 221-238.
- De Raedt, R. & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). The relationship between cognitive/ neuropsychological factors and car driving performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(12), 1664-1668.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001). Short cognitive/ neuropsychological test battery for first-tier fitness-to-drive assessment of older adults. *The Clinical Neuropsychologist*, 15(3), 329-336.
- Dubinsky, R., Stein, A., & Lyons, K. (2000). Practice parameter: Risk of driving and Alzheimer's disease (an evidence-based review): Report of the quality

- standards subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 54(12), 2205-2211.
- Duchek, J., Carr, D., Hunt, L., Roe, C., Xiong, C., Shah, K. *et al.* (2003). Longitudinal driving performance in early-stage dementia of the Alzheimer type. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(10), 1342-1347.
- Duchek, J., Hunt, L., Ball, K., Buckles, V., & Morris, J. (1998). Attention and driving performance in Alzheimer's disease. *Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 53(2), P130-P141.
- Ferreira, I. S. (2007, Novembro). *Avaliação Neuropsicológica de Condutores Idosos*. Comunicação oral no "I Seminário de Psicogerontologia". Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009, Junho). *Avaliação (neuro)psicológica de condutores idosos*. Comunicação oral na "23ª Reunião do Grupo de Estudos de Envelhecimento Cerebral e Demência". Luso, Portugal.
- Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2007). Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 511-518). Iowa City: University of Iowa.
- Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2008). Factores cognitivos e género associados a dificuldades de condução auto-reportadas em adultos idosos. In Isabel Leal, J.L. Pais Ribeiro, Isabel Silva & Susana Marques (Eds.), *7º Congresso Nacional de Psicologia da Saúde: Actas* (pp. 255-258). Lisboa: ISPA Edições.
- Fitten, L., Perryman, K., Wilkinson, C., Little, R., Burns, M., Pachana, N. *et al.* (1995). Alzheimer and vascular dementias and driving. A prospective road and laboratory study. *Journal of the American Medical Association*, 273(17), 1360-1365.
- Folstein, M., Folstein, S., & McHugh, P. (1975). Mini-Mental State: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Fox, G., Bowden, S., Bashford, G., & Smith, D. (1997). Alzheimer's disease and driving: Prediction and assessment of driving performance. *Journal of the American Geriatrics Society*, 45(8), 949-953.
- Freund, B., & Colgrove, L. (2008). Error specific restrictions for older drivers: Promoting continued independence and public safety. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 97-103.
- Freund, B., Gravenstein, S., Ferris, R., Burke, B., & Shaheen, E. (2005). Drawing clocks and driving cars. Use of brief tests of cognition to screen driving competency in older adults. *Journal of General Internal Medicine*, 20, 240-244.
- Gabaude, C., & Paire-Ficout, L. (2005). Toward a driving competency assessment encouraging elderly's automobility: A French point of view. *Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver*

- Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 325-334). Iowa City: University of Iowa Public Policy Center.
- Goode, K., Ball, K., Sloane, M., Roenker, D., Roth, D., Myers, R. *et al.* (1998). Useful field of view and other neurocognitive indicators of crash risk in older adults. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, 5, 425-440.
- Hartley, A. (2005). Changing role of the speed of processing construct on the Cognitive Psychology of human aging. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging* (6<sup>th</sup> ed.) (pp. 183-208). San Diego, CA: Academic Press.
- Harvey, R., Fraser, D., Bonner, D., Warnes, A., Warrington, E., & Rossor, M. (1995). Dementia and driving: Results of a semi-realistic simulator study. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 10, 859-864.
- Hu, P., Trumble, D., Foley, D., Eberhard, J., & Wallace, R. (1998). Crash risks of older drivers: A panel data analysis. *Accident Analysis and Prevention*, 30(5), 569-581.
- Hultsch, D., MacDonald, S., & Dixon, R. (2002). Variability in reaction time performance of younger and older adults. *Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 57B(2), P101-P115.
- Hunt, L., Morris, J., Edwards, D., & Wilson, B. (1993). Driving performance in persons with mild senile dementia of the Alzheimer type. *Journal of the American Geriatrics Society*, 41, 747-753.
- Hunt, L., Murphy, C., Carr, D., Duchek, J., Buckles, V., & Morris, J. (1997). Reliability of the Washington University Road Test. A performance-based assessment for drivers with dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*, 54(6), 707-712.
- Johansson, K., Bronge, L., Lundberg, C., Persson, A., Seideman, M., & Viitanen M. (1996). Can a physician recognize an older driver with increased crash risk potential? *Journal of the American Geriatrics Society*, 44(10), 1198-1204.
- Kantor, B., Mauger, L., Richardson, V., & Unroe, K. (2004). An analysis of an older driver evaluation program. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(8), 1326-1330.
- Kaplan, E., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1983). *The Boston Naming Test*. Boston: Veterans Administration Medical Center.
- Katzman, R., Brown, T., Fuld, P., Peck, A., Schechter, R., & Schimmel, H. (1983). Validation of a short orientation-memory concentration test of cognitive impairment. *American Journal of Psychiatry*, 140, 734-739.
- Lezak, M., Howieson, D., & Loring, D. (2004). *Neuropsychological assessment* (4<sup>th</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Lesikar, S., Gallo, J., Rebok, G., & Keyl, P. (2002). Prospective study of brief neuropsychological measures to assess crash risk in older primary care patients. *Journal of the American Board of Family Practice*, 15(1), 11-19.
- Levander, S. (1988). *An Automated Psychological Test Battery, IBM-PC version (APT-PC)*. (Research Reports from the Department of Psychiatry and Behavioural Medicine, University of Trondheim, Vol. 11, No 65). Trondheim, Norway: University of Trondheim.

- Lincoln, N., Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009). Avaliação Breve de Condutores com Acidente Vascular Cerebral. Versão experimental Portuguesa<sup>®</sup> do Stroke Drivers Screening Assessment (Nouri & Lincoln, 1994). Traduzido e adaptado com autorização.
- Lincoln, N., & Radford, K. (2007). Cognitive abilities as predictors of safety to drive in people with multiple sclerosis. *Multiple Sclerosis*, 14(1), 123-128.
- Lincoln, N., Radford, K., Lee, E., & Reay, A. (2006). The assessment of fitness to drive in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 21, 1044-1051.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (1998). Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 371-377.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (2003). License suspension revisited: A 3-year follow-up study of older drivers. *The Journal of Applied Gerontology*, 22(4), 427-444.
- MacGregor, J., Freeman, D., & Zhang, D. (2001). A traffic sign recognition test can discriminate between older drivers who have and have not had a motor vehicle crash. *Journal of American Geriatric Society*, 49(4), 466-469.
- Marmeleira, J. F., Ferreira, I. S., Godinho, M. B., & Fernandes, O. M. (2007). Time-to-arrival and Useful Field of View: Associations with reported driving difficulties among older adults. In Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 91-97). Iowa City: University of Iowa.
- Mattis, S. (1976). Mental status examination for organic mental syndrome in the elderly patient. In R. Bellak, & B. Karasu (Eds.), *Geriatric psychiatry* (pp. 77-121). New York: Grune & Stratton.
- McKenna, P. (1998). Fitness to drive: A neuropsychological perspective. *Journal of Mental Health*, 7(1), 9-18.
- McKenna, P., Jefferies, L., Dobson, A., & Frude, N. (2004). The use of a cognitive battery to predict who will fail an on-road driving test. *British Journal of Clinical Psychology*, 43, 325-336.
- McKenna, P., & Bell, V. (2007). Fitness to drive following cerebral pathology: The Rookwood Driving Battery as a toll for predicting on-road driving performance. *Journal of Neuropsychology*, 1, 85-100.
- Money, J. (1976). *A Standardized Road Map of Directional Sense*. San Rafael, CA: Academic Therapy Publications.
- Morris, J. (1993). The Clinical Dementia Rating (CDR): Current version and scoring rules. *Neurology*, 43, 2412-2414.
- Nelson, H. (1991). *The National Adult Reading Test*. Windsor: NFER-Nelson.
- Nouri, F., & Lincoln, N. (1992). Validation of a cognitive assessment: Predicting driving performance after stroke. *Clinical Rehabilitation*, 6, 275-281.
- Nouri, F., & Lincoln, N. (1993). Predicting driving performance after stroke. *British Medical Journal*, 307, 482-483.
- Nouri, F., Tinson, D., & Lincoln, N. (1987). Cognitive ability and driving after stroke. *International Disability Studies*, 9, 110-115.

- Odenheimer, G., Beaudet, M., Jette, A., Albert, M., Grande, L., & Minaker, K. (1994). Performance-based driving evaluation of the elderly driver: safety, reliability, and validity. *Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences*, 49(4), M153-M159.
- OECD, Organization for Economic Co-operation and Development (2001). *Ageing and transport: Mobility needs and safety issues*. Paris: OECD Publications.
- Ott, B., Heindel, W., Papandonatos, G., Festa, E., Davis, J., Daiello, L. *et al.* (2008). A longitudinal study of drivers with Alzheimer disease. *Neurology*, 70, 1171-1178.
- Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Sloane, M., Roenker, D., White, M. *et al.* (1998). Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *Journal of the American Medical Association*, 279(14), 1083-1088.
- Owsley, C., Ball, K., Soane, M., Roenker, D., & Bruni, J. (1991). Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychology and Aging*, 6, 403-415.
- Parasuraman, R., & Nestor, P. (1993). Attention and driving: Assessment in elderly individuals with dementia. *Clinics in Geriatric Medicine*, 9, 377-378.
- Pastor, G., & Tejero, P. (2001). La memoria en la conducción de vehículos. In A. S. Cabaco & M. S. Gutiérrez (eds.), *Psicología de la memoria* (pp. 191-204). Madrid: Alianza Editorial.
- Radford, K., & Lincoln, N. (2004). Concurrent validity of the Stroke Drivers Screening Assessment. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 85, 324-328
- Radford, K., Lincoln, N., & Lennox, G. (2004a). The effects of cognitive abilities on driving in people with Parkinson's disease. *Disability and Rehabilitation*, 26(2), 65-70.
- Radford, K., Lincoln, N., & Murray-Leslie, C. (2004b). Validation of the stroke drivers screening assessment for people with traumatic brain injury. *Brain Injury*, 18(8), 775-786.
- Reitan, R., & Wolfson D. (1993). *The Halstead-Reitan Neuropsychological Test Battery: Theory and clinical interpretations*. Tucson, AZ: Neuropsychology Press.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. *Archives de Psychologie*, 28, 215-285.
- Rey, A. (1964). *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Richardson, E., & Marottoli, R. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences*, 58(9), M832-M836.
- Reger, M., Welsh, R., Watson, G., Cholerton, B., Baker, L., & Craft, S. (2004). The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: A meta-analysis. *Neuropsychology*, 18(1), 85-93.
- Rizzo, M., McGehee, D., Dawson, J., & Anderson, S. (2001). Simulated car crashes at intersections in drivers with Alzheimer disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 15(1), 10-20.

- Rizzo, M., Reinach, S., Mc Gehee, D., & Dawson, J. (1997). Simulated car crashes and crash predictors in drivers with Alzheimer disease. *Archives of Neurology*, 54(5), 545-551.
- Shua-Haim, J., & Gross, J. (1996). A simulated driving evaluation for patients with Alzheimer's disease. *American Journal of Alzheimer's Disease*, 11, 2-7.
- Sims, R., McGwin, J., Allman, R., Ball, K., & Owsley, C. (2000). Exploratory study of incident vehicle crashes among older drivers. *Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences*, 55A(1), M22-M27.
- Sims, R., Owsley, C., Allman, R., Ball, K., & Smoot, T. (1998). A preliminary assessment of the medical and functional factors associated with vehicle crashes by older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 46, 556-561.
- Sivak, M. (1996). The information that drivers use: It is indeed 90 percent visual? *Perception*, 25, 1081-1089.
- Strauss, A., Sherman, E., & Spreen, O. (2006). *Compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Stutts, J., Stewart, J., & Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 337-346.
- Szlyk, J., Myers, L., Zhang, Y., Wetzel, L., & Shapiro, R. (2002). Development and assessment of a neuropsychological battery to aid in predicting driving performance. *Journal of Rehabilitation Research and Development*, 39(4), 1-13.
- Uc, E., Rizzo, M., Anderson, S., Shi, Q., & Dawson, J. (2004). Driver route-following and safety errors in early Alzheimer disease. *Neurology*, 63, 832-837.
- Warrington, E., & James, M. (1991). *The Visual Object and Space Perception Battery*. Titchfield: Thames Valley Test Company.
- Wechsler, D. (2008). *Escala de Inteligência de Wechsler para Adultos – 3ª Edição*. Lisboa: Cegoc-Tea.
- Wechsler, D. (2008). *Escala de Memória de Wechsler – 3ª Edição*. Lisboa: Cegoc-Tea.
- Wilson, B., Alderman, N., Burgess, P., Emslie, H., & Evans, J. (1996). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company.
- Whelihan, W., DiCarlo, M., & Paul, R. (2005). The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 217-228.
- Yesavage, J., Brink, T., Rose, T., Lum, O., Huang, V., Adey, M., et al. (1983). Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, 17, 37-49.
- Zachary, R. (1986). *Shipley Institute of Living Scale: Revised manual*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Zazzo, R. (1949). *Test des deux barrages*. Issy-les-Moulineaux: Editions Scientifiques et Psychotechniques.





## **ESTUDO III**



# **Avaliação Psicológica de Condutores Idosos em Portugal: Legislação e Linhas de Orientação Prática**

Inês S. Ferreira<sup>1</sup>, Alberto P. Maurício<sup>2</sup>, Mário R. Simões<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo Comportamental (CINEICC), Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra

<sup>2</sup> Laboratório de Psicologia. Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P.

<sup>3</sup> Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo Comportamental (CINEICC), Laboratório de Avaliação Psicológica, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra

## **Estudo aceite para publicação:**

Ferreira, I. S., Maurício, A., P., & Simões, M. R. (in press). Avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal: Legislação e linhas de orientação prática. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*.

## **RESUMO**

A avaliação psicológica de candidatos a condutores e condutores constitui atualmente uma exigência legislativa alargada a diferentes grupos e uma solicitação prática crescente que é formulada aos psicólogos portugueses numa área que carece de investigação, formação e profissionalização especializadas. Este texto apresenta uma recensão normativa e procura desenvolver linhas de orientação técnica relativas ao exame psicológico do condutor idoso. Especificamente, são referidos o guião de entrevista semiestruturada para recolha de dados clínicos e de elementos relativos à condução (antecedentes, hábitos recentes e perspetivas futuras como condutor), a comunicação de resultados e o aconselhamento em casos de averbamento de medidas restritivas da condução, e os elementos caracterizadores de um relatório psicológico centrado nos resultados do exame da aptidão para conduzir. Finalizamos o presente trabalho sinalizando a necessidade de otimizar o processo de avaliação psicológica de condutores e desenvolver investigações portuguesas neste domínio.

**Palavras-chave:** Avaliação psicológica, adultos idosos, aptidão para conduzir, legislação portuguesa.

## INTRODUÇÃO

A avaliação psicológica de candidatos a condutores e condutores constitui uma atividade profissional em forte expansão entre os psicólogos portugueses. As recentes normativas (*Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir* e Decreto-Lei nº 138/2012, publicado em Diário da Republica, 1.<sup>a</sup> série — N.º 129 — 5 de julho de 2012 e que substitui o anterior *Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir* e Decreto-Lei nº 313/2009) constituem uma referência fundamental neste contexto. Estas normativas preceituam a realização de exame psicológico num elevado número de casos (e.g., candidatos ou condutores das categorias C1, D1, C e D, bem como os da categoria B que pretendam exercer ou exerçam a condução de ambulâncias, veículos de bombeiros, de transporte escolar, de transporte de doentes e de passageiros de aluguer), e clarificam os pedidos de parecer psicológico por parte de autoridades de saúde (delegado de saúde ou junta médica) e médicos no exercício da profissão, responsáveis pela tomada de decisão sobre a aptidão física e mental para a condução. Estas são condições que impulsionam a necessidade e a procura crescente destes atos específicos de avaliação.

Neste âmbito, a população de condutores idosos, com 65 ou mais anos de idade, representa um grupo decisivo, em particular as pessoas com suspeita ou presença de alterações neuropsicológicas associadas à idade ou a doenças que acompanham o envelhecimento (e.g., doença cerebrovascular, doença de Alzheimer, doença de Parkinson), suscetíveis

de diminuir a aptidão para conduzir um automóvel em segurança (cf., Iverson, Gronseth, Reger, Classen, Dubinsky & Rizzo, 2010; Klimkeit, Bradshaw, Charlton, Stolwyk & Georgiou-Karistianis, 2009; Devos, Akinwuntan, Nieuwboer, Truijen, Tant & De Weerd, 2011).

O contínuo e acentuado crescimento do índice de envelhecimento e de longevidade (cf., INE, 2011) e o uso do automóvel particular como meio de transporte dominante nos grupos de idosos emergentes (Mollenkopf, Marcellini, Ruoppila, Széman, Tacken, Kaspar, et al., 2002) sugerem que, nas próximas décadas, haverá um aumento significativo do número de condutores idosos nas estradas e de avaliações psicológicas para a condução, neste grupo etário.

Neste trabalho ilustramos um conjunto de elementos legais e de procedimentos técnicos relativos ao exame psicológico de condutores idosos, procurando impulsionar o desenvolvimento de linhas de orientação, específicas e consonantes com as práticas recomendadas para o exercício profissional dos psicólogos neste domínio. Neste texto, usamos indistintamente os termos *avaliação psicológica* e *exame psicológico*, referidos na legislação. Ambos os conceitos remetem para um processo complexo de aquisição de informações e tomada de decisão (relativos a diferentes dimensões da inteligência e da personalidade com expressão nas áreas emocional, social e comportamental) que implica, sobretudo, o recurso a técnicas como a entrevista ou a observação e a instrumentos de avaliação psicológica (nomeadamente, testes cognitivos, questionários de personalidade, inventários de sintomas).

## **Enquadramento da Legislação Portuguesa**

O Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir (RHLC), aprovado pelo Decreto-Lei nº 138/2012, indica que “o exame psicológico destina-se a avaliar as áreas perceptivo-cognitiva, psicomotora e psicossocial, relevantes para o exercício da condução ou suscetíveis de influenciar o seu desempenho” (art. 29.º do RHLC). Ilustramos em seguida, mais especificamente, as condições de encaminhamento para exame psicológico de condutores com 65 ou mais anos de idade.

### *Obrigatoriedade de Avaliações Psicológicas*

- I. Nos períodos previstos de revalidação da carta de condução (Quadro 1), o condutor idoso do grupo 1 é submetido apenas a avaliação médica obrigatória. No entanto, e complementarmente, pode ser determinada ainda a realização de avaliação psicológica por médico no exercício da sua profissão. Fora dos períodos de revalidação, a avaliação psicológica pode ser determinada por autoridade de saúde (Figura 1) a fim de fundamentar o parecer final da avaliação da aptidão física e mental para conduzir (cf., n.º 1 do artigo 24º, alínea d) do n.º 3 do art. 25º, e n.º 3 do art. 27º do RHLC), por exemplo, em caso de suspeita ou presença de declínio cognitivo e/ou de alterações do comportamento suscetíveis de prejudicar o desempenho de condução em segurança, reportada por médico no decorrer da sua atividade clínica (cf., n.º 1 do art. 28.º do RHLC).

Quadro 1 – Classificação de condutores e períodos de revalidação de títulos de condução em adultos com 65 ou mais anos de idade.

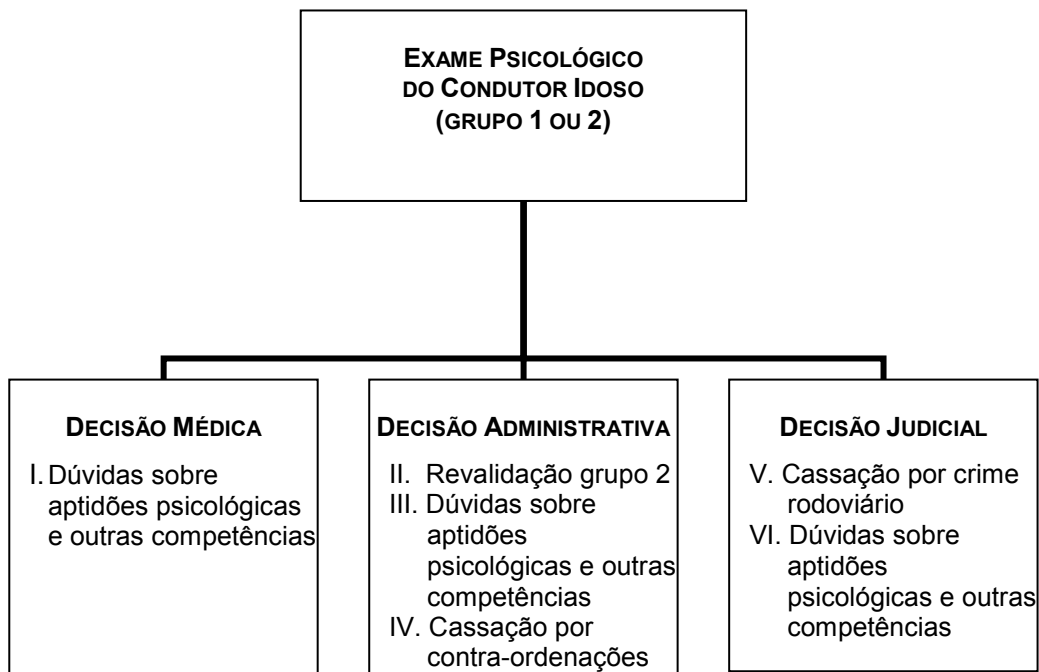
<b>Condutores</b>	<b>Categorias de veículos</b>	<b>Períodos de revalidação</b>
<b>Grupo 1</b>	AM, A1, A2, A B1, B, BE	65, 70 anos e de 2 em 2 anos
<b>Grupo 2</b>	B e BE de veículos de bombeiros, ambulâncias, transporte de doentes, transporte escolar e táxi C1, C1E, C, CE (peso ≤ 20000 kg)	

- II. O condutor idoso do grupo 2 é submetido obrigatoriamente a avaliação médica e psicológica (cf., n.º 2 do art. 24.º do RHLC) quando da revalidação das respetivas categorias (cf., n.º 2 do art. 3.º do RHLC) a que esteja habilitado<sup>1</sup>, pelo que os termos de validade ocorrem nas datas em que o condutor perfaça a idade estabelecida. Fora do prazo de revalidação, pode igualmente ser determinada avaliação psicológica por dúvidas da mesma natureza como acontece para os condutores do grupo 1.
- III. Em situação de fundadas dúvidas sobre a aptidão psicológica ou sobre a capacidade de um condutor para conduzir em segurança, a autoridade competente (Direcção-Geral da Saúde ou Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I. P.) pode também determinar a realização de exame psicológico (cf., n.º 1 do art. 129.º do Código da Estrada, alterado pelo Decreto-Lei n.º 138/2012).

<sup>1</sup> Os condutores com 65 ou mais anos de idade podem conduzir todos os tipos de automóveis, exceto das categorias D1, D1E, D e DE (cf., n.º 7 do art. 16.º do RHLC), e da categoria CE cujo peso do conjunto exceda os 20000 kg (cf., n.º 5 do art. 20.º do RHLC).



Figura 1 - Condições de indicação para exame psicológico do condutor idoso.



- IV. A cassação da carta de condução, determinada por acumulação de contraordenações graves e muito graves num período de 5 anos, impede o titular de obter carta para qualquer categoria de veículo pelo período de 2 anos, tendo de realizar exame psicológico ao iniciar o processo para obtenção de novo título de condução (cf., art. 148.º do Código da Estrada; art. 30.º do RHLC).
- V. A cassação da carta de condução pode, igualmente, ser decretada por tribunal na sequência de crime rodoviário a que corresponda proibição de conduzir, impedindo o titular de obter carta para qualquer categoria de veículo por período determinado

judicialmente, tendo de realizar exame psicológico ao iniciar o processo para obtenção de novo título de condução (cf., n.º 7 do art. 101.º do Código Penal; art. 30.º do RHLC).

- VI. Os tribunais podem também determinar que um condutor realize um exame psicológico em caso de infração a que corresponda proibição (pena acessória de natureza criminal) ou inibição de conduzir (sanção acessória de natureza administrativa) e existam fundadas dúvidas sobre a aptidão psicológica para exercer a condução em segurança (cf., n.º 5 do art. 129.º do Código da Estrada, alterado pelo Decreto-Lei n.º 138/2012).

### *Realização de Avaliações Psicológicas*

As situações mais frequentes de avaliação psicológica de condutores, nomeadamente as necessárias para obtenção e revalidação de títulos de condução do grupo 2, são realizadas por psicólogos no exercício da sua profissão (cf., n.º 2 do art. 25.º do RHLC). Os restantes casos de determinação médica, administrativa e judicial, são especificamente da competência do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P. ou de entidade por este designada e reconhecida pela Ordem dos Psicólogos Portugueses (cf., n.º 3 do art. 25.º do RHLC), assegurando assim um maior rigor e controlo ao processo de avaliação de casos de maior complexidade.

## *Metodologia e critérios de avaliação*

O anexo VI do RHLC apresenta as *áreas, aptidões e competências* a abranger nos processos de exame psicológico de candidatos a condutores e condutores, a metodologia de aplicação e os critérios de *inaptidão*, em função do grupo a averbar (grupo 1 ou grupo 2).

As aptidões e competências a examinar (Quadro 2) incluem, obrigatoriamente, a *atenção e concentração, estimação do movimento, coordenação bimanual, as reações de escolha, as reações múltiplas e discriminativas* e os *fatores de personalidade*. A avaliação da *inteligência* é ainda obrigatória nos candidatos do grupo 1 e grupo 2. O protocolo de avaliação deve ser complementado com o exame de aptidões e competências adicionais sempre que surjam dúvidas prévias ou durante o exame de funções específicas (e.g., resultados inconsistentes ou contraditórios), ou por motivo imputável ao examinando (cf., n.º 2 e n.º 3 da Metodologia de Aplicação constante na Secção II do Anexo VI).

Os critérios de inaptidão indicados são os seguintes: (a) em candidatos do grupo 2, um resultado inferior ao percentil 16 em qualquer dos fatores e variáveis das áreas percetivo-cognitiva e psicomotora e, na sua maioria, resultado inferior ao percentil 25; (b) em condutores do grupo 2 (em revalidação do título de condução ou fora desse período), um resultado inferior ao percentil 20 na maioria dos fatores e variáveis em cada uma das áreas percetivo-cognitiva e psicomotora; (c) em candidatos e condutores do grupo 1 (indicados para exame psicológico), um resultado inferior ao percentil 16 na maioria dos fatores e variáveis em cada uma das áreas percetivo-cognitiva e psicomotora.

Quadro 2 – Áreas, aptidões e competências a avaliar em candidatos e condutores (grupo 1 e grupo 2), constantes no RHLC.

Áreas	Aptidões e Competências	Avaliação
Perceptivo-cognitiva	Inteligência	✓ <sup>a</sup>
	Atenção e concentração	✓
	Estimação de movimento	✓
	Memória	A
	Integração perceptiva	A
Psicomotora	Coordenação bimanual	✓
	Reações de escolha	✓
	Reações múltiplas e discriminativas	✓
	Resistência vigilante à monotonia	A
	Segurança gestual	A
	Destreza manual	A
	Capacidade multitarefa	A
Psicossocial	Fatores de personalidade	✓

Notas. <sup>a</sup> = Apenas em candidatos; ✓ = Obrigatória; A = Adicional.

Na *área psicossocial* são ainda especificadas as seguintes causas de reprovação: (a) perturbação grave da personalidade ou manifestações psicopatológicas; (b) instabilidade emocional; (c) agressividade, impulsividade ou irritabilidade de tipo explosivo; (d) comportamento antissocial; (e) comportamentos que traduzam atitudes inadaptadas e ou de risco face à segurança do tráfego; (f) comportamentos que revelem a tendência para abusar de bebidas alcoólicas ou evidenciem dificuldade em dissociar o seu consumo da condução automóvel; (g) comportamentos que revelem a tendência para abusar de substâncias psicotrópicas ou evidenciem dificuldade em dissociar o seu consumo da condução automóvel.

A metodologia de avaliação na área psicossocial inclui obrigatoriamente a *entrevista psicológica*, e *questionário* ou *prova projetiva* (obrigatório nos candidatos do grupo 2, e opcional nos restantes casos). O recurso a inventários de sintomas psicopatológicos e a testes de avaliação da personalidade, apropriado em pessoas com indicação diagnóstica prévia ou manifestação de sinais e/ou sintomas psicopatológicos durante o exame, permite fundamentar a presença de uma condição clínica, a sua gravidade e possível impacto na tarefa de condução. Não existindo atualmente uma linha de orientação sobre instrumentos específicos estandardizados para avaliação da "área psicossocial", os psicólogos devem utilizar testes aferidos e validados para a população portuguesa, e adequados à problemática em estudo no caso em particular ("aptidões e competências" referidas na legislação). Na nossa opinião, deveria existir na regulamentação aprovada uma melhor explicitação dos testes específicos a incluir no exame das várias áreas de avaliação (perceptivo-cognitiva, psicomotora, personalidade, psicopatologia), bem como uma fundamentação dos critérios relativos à definição e variabilidade dos percentis ou ao recurso a provas de natureza projetiva.

No âmbito do exame de adultos idosos, importa sublinhar a necessidade de utilização de um protocolo de avaliação que inclua instrumentos adequados a este grupo populacional, tendo em consideração as especificidades do declínio cognitivo no envelhecimento normal e na demência, a eventual presença de problemas psicopatológicos (como a depressão), bem como os impactos significativos desse declínio ou das dificuldades emocionais no desempenho de condução real (cf., Ferreira & Simões, 2010; Ferreira, Simões, Marques, Figueiredo & Marmeleira, 2010). A integração de uma avaliação funcional, especificamente de atividades de vida diária instrumentais familiares e

avancadas, podera constituir um contributo adicional importante no exame deste grupo etario (O'Neill, Neubauer, Boyle, Gerrard, Surmon, & Wilcock, 1992). A presenca de deterioracao funcional em diversas atividades, e em especial, quando combinada com outros defices (e.g., cognitivos, visuais, motores), sugere a necessidade de uma avaliacao mais minuciosa e aprofundada das aptidoes psicologicas para a conducao (Johansson & Lundberg, 1997).

## **Linhas de Orientação Prática**

O exame psicológico de candidatos e condutores é um processo individual e compreensivo, de duração variável (em média entre 90 a 150 minutos) em função do tipo de protocolo selecionado e das características específicas da pessoa.

A primeira fase do protocolo de avaliação inclui a entrevista, testes e outros instrumentos de avaliação psicológica que são utilizados para justificar formulações e conclusões incluídas no parecer do exame psicológico.

A segunda fase envolve, preferencialmente, uma entrevista breve de esclarecimento sobre os resultados da avaliação, prévia à emissão do certificado de avaliação psicológica (cf., n.º 3 do art. 29.º do RHLC), com os objetivos de explicitar informação básica e global de carácter qualitativo (e não resultados quantitativos) e clarificar eventuais dúvidas colocadas pelo examinando (cf., Regulamento n.º 258/2011, p. 17934, relativo ao Código Deontológico da Ordem dos Psicólogos Portugueses).

## *Guião de entrevista de recolha de dados*

A entrevista tem como objetivo preliminar a clarificação do motivo do pedido ou da determinação do exame psicológico, seguindo-se uma recolha de informações em três áreas principais: (a) dados clínicos, nomeadamente condições médicas e psicológicas que podem interferir no exercício da condução e/ou nos desempenhos dos testes psicológicos; (b) dados relativos à condução, incluindo antecedentes, hábitos atuais (cf., Ferreira, Marmeleira, Godinho & Simões, 2007) e perspetivas futuras sobre eventuais medidas restritivas da condução; e (c) dados sobre o funcionamento cognitivo, a psicopatologia e as competências sociais. De seguida, propomos um exemplo de guião de entrevista semiestruturada para o exame psicológico de condutores (Quadro 3).

No âmbito da entrevista importa ter em consideração o valor relativo dos dados auto-reportados pelo condutor, e as situações que podem limitar a veracidade ou validade da informação recolhida, por exemplo: (a) défices ou declínio do funcionamento cognitivo (Brown, Ott, Papandonatos, Sui, Ready, & Morris, 2005) ou presença de perturbação psicopatológica ou psiquiátrica (Zingg, Puelschen, & Soyk, 2009), incluindo alteração da capacidade de raciocínio, memória e juízo crítico (variáveis que afetam o pensamento lógico, a rememoração de factos e a capacidade de autocritica sobre as próprias limitações); (b) presença de comportamentos de deseabilidade social com o objetivo de proporcionar uma imagem positiva como condutor ou mesmo com a intenção deliberada de omitir, denegar ou minimizar as dificuldades na condução (af Wåhlberg, 2010; Sullman & Taylor, 2010) e traduzindo provável receio de perda do título de condução. Concomitantemente, é importante sublinhar que os condutores portugueses tendem a sobrestimar as suas capacidades de condução

(Reto & Sá, 2003), e que os adultos idosos demonstram uma auto-percepção como condutores mais positiva do que a realidade dos seus desempenhos (Freund, Colgrove, Burke, & McLeod, 2005; Marottoli & Richardson, 1998; Windsor, Anstey, & Walker, 2008).

Quadro 3 – Guião de entrevista semiestruturada para condutores.

<b>Dados relativos à história clínica</b>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Informações clínicas/ relatórios médicos/ avaliação psicológica anterior</li> <li>▪ Problemas de visão e da audição / uso de lentes corretoras e de aparelhos de audição</li> <li>▪ Limitações nos membros/aparelho de locomoção</li> <li>▪ Antecedentes neurológicos, psiquiátricos ou de ordem emocional</li> <li>▪ Consumo de álcool e drogas</li> <li>▪ Consumo de medicamentos com ação no sistema nervoso central</li> </ul>
<b>Dados relativos à condução</b>	
Antecedentes	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Experiência (número de anos, categorias de veículos, como condutor profissional ou motorista...)</li> <li>▪ Acidentes por fator humano (últimos 5 anos)</li> <li>▪ Contraordenações e crimes rodoviários (últimos 5 anos)</li> </ul>
Hábitos atuais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Exposição (frequência semanal, tipo de vias, raio de ação)</li> <li>▪ Finalidades (acesso a bens, serviços, profissão, lazer)</li> <li>▪ Dificuldades na condução</li> <li>▪ Auto-restrições/ comportamentos de compensação</li> <li>▪ Atitudes e comportamentos de risco na condução</li> </ul>
Perspetivas futuras	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Planos para continuar ou cessar a condução</li> <li>▪ Consequências de eventuais medidas restritivas</li> <li>▪ Alternativas de transporte</li> </ul>
<b>Funcionamento cognitivo, psicopatologia e competências sociais</b>	
Funcionamento cognitivo	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Orientação, atenção, linguagem, memória, raciocínio, juízo crítico, capacidade de decisão</li> </ul>
Psicopatologia	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Sinais e sintomas psicopatológicos</li> </ul>
Competências sociais	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Cooperação, cumprimento de normas, relacionamento interpessoal, autocontrolo</li> </ul>



Os dados auto-reportados parecem ter, neste âmbito, um valor contextual sobre o modo como o condutor representa os seus hábitos e comportamentos de condução, não devendo ser assumidos, *per se*, como correspondendo objetivamente a modos de funcionamento reais nem como remetendo para informações conclusivas sobre a sua aptidão para conduzir (cf., Blanchard, Myers, & Porter, 2010; Ferreira, Simões, & Godinho, 2008). O conteúdo e a forma do auto-relato durante a entrevista não devem ser desvalorizados, revelando importantes indicadores do funcionamento cognitivo, psicológico e comportamental do condutor. Por exemplo, os défices relativos ao juízo crítico e capacidade de *insight* manifestam-se de modo expressivo numa autoavaliação da capacidade de condução, premissa que poderá justificar a incongruência entre informação auto-reportada e desempenho de condução real em casos de demência tipo Alzheimer em estádios inicial e ligeiro de progressão da doença (Brown et al., 2005; Cotrell & Wild, 1999; Wild & Cotrell, 2003).

O recurso a familiares ou informadores colaterais do condutor, após o seu consentimento, tem sido controverso na literatura (cf., O'Neill, 1997; Wild & Cotrell, 2003). Importa salientar, também neste contexto, que os dados recolhidos podem não ser fidedignos por omissão ou distorção de informações, por exemplo, em situações de carência de informação, presença de perceções erróneas sobre a condução do visado, desejo de proteger a independência do condutor, dependência do mesmo para transporte (associado ao receio de perda de benefícios secundários) (Adler, Rottunda, Rasmussen, & Kuskowski, 2000), ou até por relutância em falar no assunto com receio de represálias. Nas situações de exame psicológico do condutor com demência, o cuidador é muitas vezes considerado uma fonte de informação necessária (Carr, Schwartzberg, Manning, & Sempek, 2010; O'Neill et al., 1992), contudo a perceção dos

hábitos e das capacidades de condução fornecida por informadores colaterais nem sempre corresponde também ao desempenho de condução real do visado (cf., Hebert, Martin-Cook, Svetlik, & Weiner, 2002; Wild & Cotrell, 2003). Em suma, os dados reportados por condutor ou informador colateral são sensíveis a diferentes situações que podem limitar a validade dos elementos recolhidos em entrevista ou questionário, justificando uma necessidade de controlo e prudência acrescidas na sua análise e interpretação.

### *Comunicação de resultados e aconselhamento*

O processo de exame psicológico de condutores culmina com uma entrevista breve orientada para a análise e discussão de resultados, prévia à entrega ou envio do relatório, com o objetivo de proporcionar informação global e qualitativa sobre a tomada de decisão. De modo complementar, a entrevista pode representar uma oportunidade de aconselhamento, procurando minimizar potenciais consequências psicológicas de medidas restritivas da condução, como o isolamento social (Mezuk & Rebok, 2008), a perda de independência e autonomia (Whitehead, Howie, Lovell, 2006), a diminuição da autoestima e a depressão (Fonda, Wallace, & Herzog, 2001; Ragland, Satariano, & MacLeod, 2005). Dito de outro modo, o papel do psicólogo não se resume apenas ao processo de avaliação psicológica, podendo assumir igualmente tarefas específicas na promoção da autonomia e do bem-estar psicológico da pessoa (Ferreira, Simões, & Godinho, 2007).

Neste plano, propomos de seguida alguns elementos de orientação, resumidos em seis pontos, sobre a comunicação de resultados e aconselhamento em casos com medidas restritivas da condução:

1. proporcionar informação simples e objetiva acerca dos resultados e o esclarecimento de dúvidas colocadas pelo examinando;
2. demonstrar empatia e compreensão com a eventual manifestação de respostas emocionais comuns como zanga, revolta, angústia e desespero (Byszewski, Molnar, & Aminzadeh, 2010);
3. explicar o modo como o processo de declínio de capacidades mentais específicas pode prejudicar o desempenho de condução em segurança, aumentar o potencial risco de acidente e a situação de vulnerabilidade pessoal;
4. explicitar que uma medida restritiva da condução (parcial ou total) é uma estratégia (prioritária) de proteção da saúde e da segurança pessoal e pública, e que essa é a única razão que condiciona a revalidação do seu título de condução;
5. envolver ativamente a pessoa num processo de reflexão e tomada de decisão sobre alternativas de transporte adaptadas à sua situação particular (Carr et al., 2010; Stephens, McCarthy, Marsiske, Shechtman, Classen, Justiss, et al., 2005), por exemplo, a assistência da rede familiar, amigos, vizinhos, serviços de transporte comunitários (e.g., bombeiros) ou voluntários (e.g., centros de dia), serviços de transporte público (e.g., autocarro, táxi, comboio) e a caminhada; nos casos de deterioração cognitiva, com perda de juízo crítico e de

consciência sobre os próprios défices (anosognosia), dificultando a possibilidade de compreender as razões que fundamentam a restrição da condução (Cotrell & Wild, 1999; Pachana, 2006), é essencial a colaboração de um familiar ou cuidador na elaboração de um novo plano de mobilidade (lista de alternativas à condução), sem ignorar o visado do processo (Byszewski et al., 2010; O'Neill, 2010);

6. analisar conjuntamente e valorizar os aspetos positivos ou benefícios de deixar de conduzir. Neste plano podem ser aduzidos alguns argumentos: prevenir a saúde e segurança do condutor, e daqueles que circulam na estrada, assegurando assim que nunca virá a ser responsável por acidentes ou feridos; deixar de ser um alvo fácil e vulnerável para os condutores mais agressivos; sentir que também é bom ser conduzido, aliviando deste modo o *stress* de ter de defender-se dos perigos que existem na estrada, com a vantagem de poder realizar outras atividades durante os percursos (descansar, ler, etc.); poupar, podendo ser mais económico pagar um serviço de transporte do que manter todas as despesas associadas ao uso de um automóvel próprio (combustível, seguro, manutenção, etc.).

### *Relatório psicológico sobre a aptidão para conduzir*

Tomando como base o novo *Código Deontológico dos Psicólogos Portugueses*, “os relatórios psicológicos devem ser documentos escritos objectivos, rigorosos e inteligíveis para o(s) destinatário(s), procurando introduzir apenas informação relevante que permita dar resposta às

questões e pedidos de avaliação considerados pertinentes” (Regulamento n.º 258/2011, p. 17934). Num relatório psicológico sobre a aptidão para conduzir não devem constar, deste modo, conteúdos irrelevantes para o propósito da avaliação ou fora dessa competência. Indicamos, em seguida, elementos caracterizadores de um relatório psicológico neste domínio:

- a. elementos de identificação pessoal – nome, idade, escolaridade, profissão, residência, n.º da carta (se condutor), categorias, validades, restrições e adaptações averbadas;
- b. dados relativos ao exame – requerido ou determinado, motivo, objetivo;
- c. análise integrada de resultados – informações processuais, dados da entrevista (clínicos, da condução, da observação), resultados nos instrumentos de avaliação nas áreas e respetivas aptidões e competências, variáveis internas que possam ter influenciado os resultados da avaliação (falta de motivação ou esforço reduzido, fadiga, etc.);
- d. conclusão – fundamentação sustentada do parecer psicológico ("aptidão"; "aptidão, com restrições e/ou adaptações"; "inaptidão") para as categorias abrangidas pelo pedido de exame, com indicação e justificação de recomendações, restrições e/ou adaptações (cf., *Códigos harmonizados da União Europeia e códigos nacionais de restrições e adaptações*, aprovado pelo Anexo I do RHLC), ou causas de inaptidão, se aplicáveis. O averbamento de restrições (Quadro 4) poderá ser legitimado na presença de défice cognitivo ou psicomotor, com um nível de gravidade (ligeiro-moderado) suscetível de permitir a eficiência ou segurança na condução em condições restritas. Em

certo sentido, as restrições de circulação procuram traduzir um equivalente formal das estratégias adaptativas ou auto-restrições que muitos idosos realizam nos seus hábitos de condução, por exemplo, conduzir com menor velocidade do que os restantes condutores, num raio mais circunscrito à sua residência ou apenas em percursos familiares (Langford & Koppel, 2011; Ross, Clay, Edwards, Ball, Wadley, Vance et al., 2009; Sommer, Falkmer, Bekiaris, & Panou, 2004). A restrição 138 (Avaliação psicológica antecipada) determina um novo exame psicológico ao condutor num termo de validade anterior ao estabelecido para a idade, imposto em certificado de avaliação psicológica. A restrição 140 (Avaliação psicológica) determina a realização de exame psicológico ao condutor sem obrigatoriedade de a realizar em razão do título que detém, no prazo imposto em certificado de avaliação psicológica. Estas restrições podem ser justificáveis, por exemplo, em condutores com doença neurodegenerativa. Em casos de défice visual ou motor que impossibilite ou invalide os resultados da avaliação de aptidões psicológicas, o psicólogo não deve emitir um parecer vinculativo, colocando o parecer e decisão à *consideração médica*. É importante sublinhar, e contrariamente à presença de défices ou declínio cognitivo, que um largo número de deficiências motoras podem ser medicamente corrigidas ou compensadas por adaptações ergonómicas num veículo, e, nesse caso, sem repercussão negativa no exercício da tarefa de condução.

Quadro 4 - Exemplos de restrições de condução passíveis de serem incluídos num relatório de avaliação psicológica.

<b>Códigos comunitários e nacionais</b>	<b>Restrições</b>
05.02	Limitada a deslocações num raio de... km da residência do titular ou apenas na cidade/região...
05.04	Limitada a deslocações a velocidade inferior a... km/h
05.07	Condução não autorizada em autoestradas
138	Avaliação psicológica antecipada
140	Avaliação psicológica

## **DISCUSSÃO**

O Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir, aprovado pelo Decreto-Lei nº 138/2012, indica as metodologias e os critérios de avaliação psicológica de candidatos a condutores e de condutores do grupo 1 e grupo 2. Procurámos neste trabalho identificar aspetos que necessitam de aperfeiçoamento ou clarificação e introduzir elementos técnicos adicionais sobre a entrevista de recolha de dados, a comunicação de resultados, o aconselhamento, e o relatório psicológico, que são também parte integrante de qualquer processo de exame psicológico de condutores.

Tendo como objetivo técnico e princípio ético a otimização das práticas de avaliação psicológica neste domínio, consideramos imperativo sublinhar as seguintes necessidades atuais de investigação: (a) implementação de estudos sistemáticos, de natureza empírica, sobre a fiabilidade e validade preditiva de testes psicológicos com condutores pertencentes a populações específicas (e.g., grupos etários e/ou grupos

clínicos especiais e representativos); (b) otimizar a interpretação de resultados com diferentes testes psicológicos, por exemplo, com recurso a modelos preditivos e a pontos de corte (identificados no âmbito da análise estatística inferencial de estudos empíricos com medidas de condução) indicativos do parecer de avaliação psicológica para a condução ("aptidão"; "aptidão, com restrições e/ou adaptações"; "inaptidão"); (c) definir critérios operacionais relativos a aptidões (e.g., funções executivas, visuo-espaciais, visuo-perceptivos, atenção visual) e sua ponderação nos resultados de uma bateria de avaliação específica, que permitam fundamentar o averbamento de medidas restritivas na condução.

É igualmente urgente a necessidade de um consenso complementar sobre os instrumentos específicos a incluir no exame psicológico considerando as áreas, aptidões e competências referenciadas (cf., Quadro 2), que integre o conhecimento da investigação científica atualizada, proporcionando assim uma maior uniformização dos protocolos de avaliação usados por psicólogos nesta área (cf., Alchieri & Stroehrer, 2003) e assegurando, ao mesmo tempo, rigor e comparabilidade de resultados.

Neste contexto, estamos a desenvolver estudos em Portugal sobre a validade preditiva de protocolos de avaliação neuropsicológica em relação a medidas de desempenho de condução automóvel em adultos idosos (cf. Ferreira et al., 2007; Ferreira et al., 2010; Ferreira, Simões & Marôco, 2012; Ferreira, Simões & Marôco, in press). O protocolo de avaliação (e investigação) inclui testes informatizados de uso corrente no Exame Psicológico de adultos idosos no IMTT, I.P. (testes de atenção e concentração, memória visual, tempos de reação óculo-manual e óculo-manual-pedal), e uma bateria de testes neuropsicológicos identificados em estudos empíricos (e.g., Dawson, Uc, Anderson, Johnson, & Rizzo, 2010;



Lincoln, Taylor, Vella, Vouman, & Radford, 2010; McKenna & Bell, 2007; Whelihan, DiCarlo, & Paul, 2005; Zook, Bennett, & Lane, 2009) como tendo poder preditivo significativo do desempenho de condução (testes de rastreio cognitivo, funções executivas, visuo-espaciais, visuo-perceptivos, atenção visual e inteligência): *Cognitrone* (Wagner & Karner, 2001), *Continuous Visual Recognition Task* (Kessler & Pietrzyk, 2003), *Reaction Time* (Schuhfried & Prieler, 2003) e *Determination Test* (Schuhfried, 2003); e Avaliação Cognitiva de Addenbrooke – Versão Revista (Firmino, Simões, Pinho, Cerejeira, & Martins, 2008), *Trail Making Test* (Delis, Kaplan & Kramer, 2001), *Key Search* (Wilson, Alderman, Burgess, Emslie & Evans, 1996), Stroke Drivers' Screening Assessment (Lincoln, Ferreira, & Simões, 2009), UFOV Test (Ball & Roenker, 1998), Vocabulário e Cubos (WAIS-III; Wechsler, 2008). Outros instrumentos, e com estudos na população portuguesa, poderão ainda ser considerados com utilidade no contexto do recurso a um protocolo de investigação mais exigente (e demorado). A título exemplificativo: *Geriatric Anxiety Scale* (GAI; versão portuguesa, Ribeiro, Paúl, Simões, & Firmino, 2011), *Geriatric Depression Scale* (GDS-30; versão portuguesa, Simões, Firmino, & Sousa, 2010), e o Inventário de Avaliação Funcional de Adultos e Idosos (IAFAI; Sousa, Simões, Pires, Vilar, & Freitas, 2010).

Os estudos empíricos desenvolvidos neste domínio específico de *avaliação psicológica* compreendem a finalidade de contribuir para um exame clínico mais rigoroso dos condutores idosos, procurando preservar e promover a autonomia com saúde e segurança neste grupo etário. Cabe acrescentar que a legislação deve reconhecer a necessidade de investigação para ser regularmente monitorizada, estar harmonizada a linhas orientadoras (*guidelines*) atuais e, ao mesmo tempo, poder

acomodar referência explícita a instrumentos de avaliação validados em população portuguesa.

Em termos prospetivos e considerando a legislação e práticas atuais abrangidas nos processos de exame psicológico de candidatos a condutores e de condutores, parece razoável ponderar que as "áreas, aptidões e competências" requerem a integração de vários aspetos: (i) uma análise crítica dos modelos teóricos de comportamento de condução; (ii) o recurso a evidências empíricas atualizadas que suportem os domínios a valorizar na avaliação; (iii) o conhecimento científico disponível relativo a instrumentos específicos na área do envelhecimento, nomeadamente, instrumentos relevantes, adaptados e validados para a população portuguesa, com dados normativos regularmente atualizados a partir dos quais possam ser definidos pontos de corte representativos; (iv) ou questões específicas neste *setting* de avaliação como, por exemplo, a conhecida sobrestimação das competências de condução, os comportamentos de deseabilidade social, e os défices relativos ao juízo crítico por parte de alguns condutores idosos.

Por outro lado, existem tópicos concretos que justificam um acrescido trabalho de operacionalização. É o caso relativo aos critérios inerentes ao processo de tomada de decisão de "aptidão" e "inaptidão" no exame psicológico, incluindo uma melhor definição dos graus de gravidade (com base em resultados padronizados) dos défices cognitivos ou psicomotores que postulam uma condução em segurança em condições restritas. No mesmo sentido, a "área psicossocial" poderá ser igualmente melhor definida do ponto de vista da sua tradução nos comportamentos de condução, através da indicação de variáveis a examinar e respetiva ponderação, instrumentos a administrar, e conteúdos a considerar na entrevista psicológica. Neste contexto, a avaliação de sintomas e

perturbações de natureza emocional (e.g., ansiedade, depressão) poderá incluir o recurso a instrumentos específicos e a introdução de questões autónomas na referida entrevista psicológica. A mesma ideia deve ser ponderada para o exame das atividades instrumentais de vida diária relacionadas com a condução, assegurando assim uma maior validade ecológica da avaliação psicológica.

De implementação mais discutível ou difícil a perspetivar em termos de concretização futura é a possibilidade de regulamentar protocolos de avaliação psicológica com níveis de complexidade distintos, adequados ao funcionamento cognitivo e aos hábitos de condução dos examinandos, ou o eventual recurso complementar a provas de condução simulada (candidatos a condutores) ou em contexto real de trânsito (condutores) nos casos limite de parecer psicológico não conclusivo.

## **AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem a colaboração do Laboratório de Psicologia do Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P. e do Eng. Sérgio Marques do Automóvel Club de Portugal nos estudos empíricos da dissertação de doutoramento em Psicologia, da primeira autora, no domínio da avaliação psicológica de condutores idosos (SFRH/BD/27255/2006; Fundação para a Ciência e a Tecnologia), e que impulsionou a análise crítica no presente trabalho.

Os autores agradecem igualmente os comentários críticos de um/a revisor/a anónimo/a.

## REFERÊNCIAS

- Adler, G., Rottunda, S., Rasmussen, K., & Kuskowski, M. (2000). Caregivers dependent upon drivers with dementia. *Journal of Clinical Geropsychology*, 6(1), 83-90.
- af Wåhlberg, A. (2010). Social desirability effects in driver behavior inventories. *Journal of Safety Research*, 41(2), 99-106.
- Alchieri, J. C. & Stroehrer, F. (2003). Características do processo de avaliação psicológica para condutores de veículos: Um estudo sobre a tomada de decisão dos psicólogos na utilização de testes psicológicos no Brasil. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*, 15(1), 107-119.
- Ball, K., & Roenker, D. (1998). *Useful Field of View*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Blanchard, R., Myers, A., & Porter, M. (2010). Correspondence between self-reported and objective measures of driving exposure and patterns in older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 42(2), 523-529.
- Brown, L., Ott, B., Papandonatos, G., Sui, Y., Ready, R., & Morris, J. (2005). Prediction of on-road driving performance in patients with early Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(1), 94-98.
- Byszewski, A., Molnar, F., & Aminzadeh, F. (2010). The impact of disclosure of unfitness to drive in persons with newly diagnosed dementia: Patient and caregiver perspectives. *Clinical Gerontologist*, 33(2), 152-163.
- Carr, D., Schwartzberg, J., Manning, L., & Sempek, J. (2010). *Physician's Guide to Assessing and Counseling Older Drivers* (2<sup>nd</sup> ed.). Washington: NHTSA.
- Cotrell, V. & Wild, K. (1999). Longitudinal study of self-imposed driving restrictions and deficits awareness in patients with Alzheimer disease. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 13(3), 151-156.
- Dawson, J., Uc, E., Anderson, S., Johnson, A., & Rizzo, M. (2010). Neuropsychological predictors of driving errors in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 58(6), 1090-1096.
- Decreto-Lei n.º 138/2012. D.R. n.º 129, Série I (2012)
- Decreto-Lei n.º 313/2009. D.R. n.º 208, Série I (2009)
- Decreto-Lei n.º 44/2005. D.R. n.º 38, Série I (2005)
- Decreto-Lei n.º 48/95. D.R. n.º 63, Série I (1994)
- Delis, D., Kaplan, E., & Kramer, J. (2001). *The Delis-Kaplan Executive Function System*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Devos, H., Akinwuntan, A., Nieuwboer, A., Truijen, S., Tant, M., & De Weerd, W. (2011). Screening for fitness to drive after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Neurology*, 76(8), 747-756.
- Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2010). Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes. *Psicologica*, 51, 225-247.
- Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2007). Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In

- Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 511-518). Iowa City: University of Iowa.
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Godinho, M. B. (2007, October). *Neuropsychological assessment and counselling of older drivers*. Poster presented in "Conference on Counselling Psychology at the Crossroads – Current Research and Future Directions". Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Godinho, M. B. (2008, Julho). Auto-relato no exame de condutores idosos: Valor relativo e limites. Poster apresentado no "XIII Congresso do Centro de Psicopedagogia da Universidade de Coimbra". Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012a). Cognitive and psychomotor tests as predictors of on-road driving ability in older primary care patients. *Submitted*.
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012b). The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers. *Accident Analysis and Prevention*. doi: 10.1016/j.aap.2012.03.036
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., Marques, S. G., Figueiredo, M. N., & Marmeleira, J. F. (2010). Neuropsychological assessment of older drivers: Review and synthesis. In José Viegas & Rosário Macário (Eds.), *Selected Proceedings of the 12<sup>th</sup> World Conference on Transport Research* (ID 02531). Lyon: World Conference on Transport Research Society. ISBN 978-989-96986-1-1.
- Firmino, H., Simões, M., Pinho, S., Cerejeira, J., & Martins, C. (2008). *Avaliação Cognitiva de Addenbrooke*. Versão experimental portuguesa do Addenbrooke's Cognitive Examination – Revised (ACE-R; J. Hodges, E. Mioshi, 2005<sup>®</sup>). Manual. Serviço de Avaliação Psicológica. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.
- Fonda, S., Wallace, R., & Herzog, A. (2001). Changes in driving patterns and worsening depressive symptoms among older adults. *Journals of Gerontology*, 56(6), 343-351.
- Freund, B., Colgrove, L., Burke, B., & McLeod, R. (2005). Self-rated driving performance among elderly drivers referred for driving evaluation. *Accident Analysis and Prevention*, 37(4), 613–618.
- Hebert, K., Martin-Cook, K., Svetlik, D. A., & Weiner, M. F. (2002). Caregiver decision-making and driving: What we say versus what we do. *Clinical Gerontologist*, 26(1-2), 17-29.
- Instituto Nacional de Estatística (2011). *Anuário Estatístico de Portugal 2010*. Lisboa: INE.
- Iverson, D., Gronseth, G., Reger, M., Classen, S., Dubinsky, R., & Rizzo, M. (2010). Practice parameter update: evaluation and management of driving risk in dementia: report of the Quality Standards Subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 74(16), 1316-1324.

- Johansson, K., & Lundberg, C. (1997). The 1994 International Consensus Conference on Dementia and Driving: A brief report. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 11(1), 62-69.
- Kessler, J. & Pietrzyk, U. (2003). Manual Continuous Visual Recognition Task (FVW). Mödling: Schuhfried GmbH.
- Klimkeit, E., Bradshaw, J., Charlton, J., Stolwyk, R., & Georgiou-Karistianis, N. (2009). Driving ability in Parkinson's disease: Current status of research. *Neuroscience Biobehavior Research*, 33(3), 223-231.
- Langford, J., & Koppel, S. (2011). Licence restrictions as an under-used strategy in managing older driver safety. *Accident Analysis and Prevention*, 43(1), 487-493.
- Lincoln, N. B., Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009). *Stroke Drivers' Screening Assessment. Experimental Portuguese version of the Stroke Drivers' Screening Assessment (SDSA; F. Nouri, N. Lincoln, 1994<sup>®</sup>)*. University of Nottingham & Psychological Assessment Department, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra.
- Lincoln, N. B., Taylor, J., Vella, K., Bouman, W., Radford, K. (2010). A prospective study of cognitive tests to predict performance on a standardised road test in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25(5), 489-496.
- Marottoli, R., & Richardson, E. (1998). Confidence in, and self-rating of, driving ability among older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 331-336.
- McKenna, P., & Bell, V. (2007). Fitness to drive following cerebral pathology: The Rookwood Driving Battery as a toll for predicting on-road driving performance. *Journal of Neuropsychology*, 1, 85-100.
- Mezuk, B. & Rebok, G. (2008). 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.
- Mollenkopf, H., Marcellini, F., Ruoppila, I., Széman, Z., Tacken, M., Kaspar, R., & Wahl, H-W. (2002). The role of driving in maintaining mobility in later life: A European view. *Gerontechnology*, 1(4), 231-250.
- O'Neill, D. (1997). Predicting and coping with the consequences of stopping driving. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 11(1), 70-72.
- O'Neill, D. (2010). Deciding on driving cessation and transport planning in older drivers with dementia. *European Geriatric Medicine*, 1(1), 22-25.
- O'Neill, D., Neubauer, K., Boyle, M., Gerrard, J., Surmon, D., & Wilcock, G. (1992). Dementia and driving. *Journal of Royal Society Medicine*, 85, 199-202.
- Marmé, P., Ferreira, I., S., & Ferreira, A. (2011, Maio). Os efeitos da idade na condução: "Pai, já não podes guiar". *Autohoje*, 1122, 66-69.
- Pachana, N. (2006). Assessment of insight and self-awareness in older drivers. *Clinical Gerontologist*, 30(1), 23-38.
- Ragland, D., Satariano, W., & MacLeod, K. (2005). Driving cessation and increased depressive symptoms. *Journal of Gerontology: Medical Science*, 60(3), 399-403.
- Regulamento n.º 258/2011. D.R. n.º 78, Série II (2011)

- Reto, L. & Sá, J. (2003). *Porque nos matamos na estrada... e como o evitar*. Lisboa: Editorial Notícias.
- Ribeiro, O., Paúl, C., Simões, M. R., & Firmino, H. (2011). Portuguese version of the Geriatric Anxiety Inventory: Transcultural adaptation and psychometric validation. *Aging & Mental Health, 15*(6), 742-748.
- Ross, L., Clay, O., Edwards, J., Ball, K., Wadley, V., Vance, D., Cissell, G., Roenker, D., & Joyce, J. (2009). Do older drivers at-risk for crashes modify their driving over time? *Journal of Gerontology: Psychological Sciences, 64*(2), 163–170.
- Schuhfried, G. (2003). *Manual Determination Test (DT)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Schuhfried, G., & Prieler, J. (2003). *Manual Reaction Test (RT)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Simões, M. R., Sousa, L. B., Firmino, H., Andrade, S., Ramalho, E., Martins, J., Martins, M., Araújo, J., Noronha, J., Pinho, M. S., & Vilar, M. (2010, Fevereiro). *Geriatric Depression Scale (GDS-30): Estudos de validação em grupos de adultos idosos com Declínio Cognitivo Ligeiro e Demência*. Poster apresentado no VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia, Universidade do Minho, Braga.
- Sommer, S., Falkmer, T., Bekiaris, E., & Panou, M. (2004). Toward a client-centred approach to fitness-to-drive assessment of elderly drivers. *Scandinavian Journal of Occupational Therapy, 11*(2), 62-69.
- Sousa, L. B., Simões, M. R., Pires, L., Vilar, M., & Freitas, S. (2010). *Inventário de Avaliação Funcional de Adultos e Idosos (IAFAI): Manual. Segunda versão experimental*. Serviço de Avaliação Psicológica. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.
- Stephens, B., McCarthy, D., Marsiske, M., Shechtman, O., Classen, S., Justiss, M., & Mann, W. (2005). International Older Driver Consensus Conference on Assessment, Remediation and Counseling for Transportation Alternatives: Summary and Recommendations. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics, 23*(2-3), 103-121.
- Sullman, M. J. M., & Taylor, J. E. (2010). Social desirability and self-reported driving behaviours: Should we be worried? *Transportation Research Part F, 13*(3), 215–221.
- Wagner, M., & Karner, T. (2001). *Manual Cognitrone (COG)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Wechsler, D. (2008). *Escala de Inteligência de Wechsler para Adultos (3ª ed.)*. Lisboa: Cegoc-Tea.
- Whelihan, W., DiCarlo, M., & Paul, R. (2005). The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Archives of Clinical Neuropsychology, 20*(2), 217-228.
- Whitehead, B., Howie, L., & Lovell, R. (2006). Older people's experience of driver license cancellation: A phenomenological study. *Australian Occupational Therapy Journal, 53*(3), 173-180.

- Wild, K., & Cottrell, V. (2003). Identifying driving impairment in Alzheimer disease: A comparison of self and observer reports versus driving evaluation. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 17(1), 27– 34.
- Wilson, B., Alderman, N., Burgess, P., Emslie, H., & Evans, J. (1996). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company.
- Windsor, T., Anstey, K., & Walker, J. (2008). Ability perceptions, perceived control, and risk avoidance among male and female older drivers. *Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 63(2), P75-P83.
- Zingg, C., Puelschen, D., & Soyka, M. (2009). Neuropsychological assessment of driving ability and self-evaluation: A comparison between driving offenders and a control group. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 259(8), 491-498.
- Zook, N., Bennett, T., & Lane, M. (2009). Identifying at-risk older adult community-dwelling drivers through neuropsychological evaluation. *Applied Neuropsychology*, 16(4), 281-287.





# **ESTUDOS EMPÍRICOS**



## INTRODUÇÃO AOS ESTUDOS EMPÍRICOS

Os estudos empíricos tiveram como **objetivo geral** a análise da validade preditiva de testes neurocognitivos em relação a medidas de desempenho da condução automóvel em adultos idosos.

O **Estudo IV** teve o objetivo de determinar a associação entre dificuldades de condução auto-reportadas em adultos idosos e resultados em testes neurocognitivos específicos. De modo particular, pretendemos estimar preditores significativos de um maior número de dificuldades de condução reportadas por adultos idosos [Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2007). Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the Forth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 511-518). Iowa City: University of Iowa. ISBN 0874141583 9780874141580].

O **Estudo V** teve como objetivo identificar os testes e domínios cognitivos com maior significância na discriminação de dois grupos de resultados na grelha de observação [Ferreira, I. S., Simões, M. R., Marques, S. G., Figueiredo, M. N., & Marmeleira, J. F. (2010). Neuropsychological assessment of older drivers: Review and synthesis (ID 02531). In José Viegas & Rosário Macário (Eds.), *Selected Proceedings of*

*the 12<sup>th</sup> World Conference on Transport Research* (pp. 1-24). Lisbon: Technical University of Lisbon. ISBN 978-989-96986-1-1].

O **Estudo VI** teve a finalidade de investigar a validade preditiva da versão portuguesa do *Addenbrooke's Cognitive Examination Revised* (ACE-R) em relação ao desempenho de condução real em adultos idosos. De modo particular, procurámos estimar funções discriminantes de condutores classificados com aptidão/inaptidão na condução, a partir das diferentes pontuações no ACE-R. Adicionalmente, pretendemos ainda analisar os indicadores de fiabilidade (homogeneidade e acordo entre-observadores) da grelha de observação de comportamentos de condução, bem como as associações entre as cotações da grelha e os resultados do ACE-R [Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012). The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 278–286. doi: 10.1016/j.aap.2012.03.036].

O **Estudo VII** teve como objetivo investigar a validade de um protocolo de testes psicológicos informatizados de uso corrente em Portugal no âmbito da avaliação de condutores, bem como instrumentos de referência presentes na literatura científica internacional relativa a este domínio específico de avaliação. Para compreender estas finalidades, foram consideradas diversas etapas: estimação de modelos de previsão de condutores classificados com aptidão/inaptidão na condução, a partir de resultados em diferentes conjuntos de testes; comparação dos índices de eficiência classificatória nos modelos de previsão, de modo a identificar os preditores cognitivos e psicomotores mais significativos; por fim, estimação dos índices de eficiência classificatória dos modelos de previsão se

testados numa amostra independente, com recurso a um método de validação cruzada [Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012). Cognitive and psychomotor tests as predictors of on-road driving ability in older primary care patients. *Manuscript submitted for publication*].



## **ESTUDO IV**





## **Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers**

Inês S. Ferreira<sup>1</sup>, José F. Marmeleira<sup>2</sup>, Mário B. Godinho<sup>3</sup>, Mário R. Simões<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, University of Coimbra, Portugal.

<sup>2</sup> Departamento de Desporto e Saúde, University of Évora, Portugal.

<sup>3</sup> Faculdade de Motricidade Humana, Technical University of Lisbon, Portugal.

### **Estudo publicado:**

Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2007). Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 511-518). Iowa City: University of Iowa. ISBN 0874141583 9780874141580.

### **SUMMARY**

The purpose of this study is to determine the association between self-reported driving difficulties among older drivers and scores on specific cognitive tests. A cross-sectional study of 38 car drivers (22 men and 16 women), aged 61-81 was carried out. The participants were volunteers recruited from two senior universities and a university health program for older drivers, in the area of Lisbon, Portugal. A battery of visual, psychomotor and cognitive measures was undertaken with a questionnaire about driving difficulties in a sample of healthy older adults. Difficulties in driving were the dependent variable in this study, defined as any reported difficulty in  $\geq 4$  driving situations. After a multivariate analysis, the independent factors significantly associated with driving difficulties were divided attention subtest of UFOV<sup>®</sup> ( $p=0.013$ ), number of trials with success in the Tower of London ( $p=0.015$ ) and gender ( $p=0.021$ ). The drivers that

reported difficulties in  $\geq 4$  driving situations made significantly less trials with success in the Tower of London test, had lower performances in divided attention between central and peripheral targets, and were more frequently females. Results suggest that planning ability, divided visual attention and gender are three important factors to be considered in the analysis of driving difficulties. However, further investigation with additional cognitive tests and driving measures (state-recorded crashes, driving simulator and on-road driving performance) could be developed in order to understand the factors related to driving difficulties in healthy older drivers.

## **INTRODUCTION**

The proportion of elderly people in the population is increasing in the whole industrialized world, as well as the number of older drivers on the road. The development of methods to identify older driver problems has thus become an important research issue. One of the major challenges has been to understand the cognitive changes in the elderly that lead to impaired driving performance and high crash risk. Some progress has been made in identifying cognitive tests with predictive value in relation to driving performance or crash involvement in older drivers. These include: tests of visual attention including Useful Field of View (UFOV<sup>®</sup>) (Ball et al., 2006; Owsley et al., 1998; Whelihan et al., 2005) and Trail Making Test, part A (Kantor et al., 2004; Lundberg et al., 1998; 2003); tests of visual-constructional abilities including Block Design subtest from the WAIS (Lundberg et al., 1998; 2003) and Motor-free Visual Perception Test (Ball et al., 2006; Lundberg et al., 2003); tests of visual and verbal memory including Rey-Osterrieth Complex Figure Test and Auditory Learning Verbal Test (Lundberg et al., 1998; 2003), respectively; tests of executive functioning including Tower of London (Daigneault et al., 2002) and Trail

Making Test, part B (Ball et al., 2006; Kantor et al., 2004; Lundberg et al., 2003; Richardson & Marottoli, 2003; Whelihan et al., 2005), among others.

Another major subject in current research is the *driving difficulties* of older drivers, mostly analysed by two questions: (1) which driving circumstances do they commonly avoid? (2) in which crash situations are they overrepresented? The first question is usually studied using questionnaires, relying on subjects' self-report; the second one looks to crash-recorded data. Research has shown that older drivers with poorer cognitive and/or visual function tend to limit their exposure to driving situations that are generally believed to be more difficult (e.g., rain, night, heavy traffic, rush hour) (Ball et al., 1998; Owsley et al., 1999). On the other hand, Maycock (1997) reviewed the available research on older drivers and the circumstances and features of accident involvement, concluding that older drivers find the following situations difficult: those that take place at junctions and intersecting traffic streams, those that involve right of way decisions, and those that require response to signs and signals.

Even in normal aging there is a decline in many cognitive abilities that can bring some driving difficulties. Usually, a decline in information processing speed, loss of efficiency in acquiring new information, cognitive inflexibility, and reduction in working memory function is indicated (Ball et al., 2004). However, the literature doesn't seem to clearly show whether cognitive factors are associated with the report of driving difficulties in older adults. The purpose of this study was to determine the association between self-reported driving difficulties rates in older people and scores on specific cognitive tests. In an attempt to achieve this goal, a battery of functional measures was undertaken using a questionnaire about driving difficulties in a sample of healthy older adults. This sample was chosen because poor

mental status has been associated with lack of insight and, consequently, under-reporting of driving difficulties (Wild & Cottrell, 2003). It was hypothesized that older drivers reporting more driving difficulties would be more likely to have lower scores on cognitive tests.

## **METHOD**

### **Participants**

A cross-sectional study of 38 drivers (22 men and 16 women) from 61 to 81 years old ( $M = 70.2$ ,  $SD = 5.0$ ) was carried out. The participants were volunteers recruited from two senior universities and a university health program for older drivers, in that area of Lisbon, Portugal. All participants were still living independently in the community and did not constitute a specific clinical group. The exclusion criteria were: aged 60 years or younger; crash involvement in the last 2 years; cognitive impairment in Mini-Mental State Examination (MMSE) (Folstein et al., 1975) score; severe chronic illness; alcohol and drug dependence; or sensorial, motor or language deficit that could interfere on cognitive test results. All participants were currently driving ( $\geq 2$  days a week) and had had a driver's license for over 10 years. As to educational level, 26% had completed elementary school, 32% middle and high school and 42% were university graduates.

## Procedure and Measures

This study was conducted simultaneously with another investigation concerning time-to-arrival and useful field of view in older drivers. The evaluations were performed individually in the universities where the participants were recruited. All testing took place in a single session lasting 2 hours. Prior to participation, the study was explained and written informed consent was obtained from each participant. Participants were assured that the study results were confidential and had no bearing on their driving licence. To check inclusion criteria, a questionnaire was designed to gather information on demographic variables (age, gender, place of residence, education level, etc.), functional impairments and medical conditions (e.g., chronic conditions, alcohol and drug dependence, medications). Cognitive status was evaluated using the MMSE, a screening measure of global cognitive impairment. The study protocol included a battery of visual, physical and cognitive tests, and a survey on driving habits and difficulties. This questionnaire was adapted from previous research on older drivers (Owsley et al., 1999) and translated into Portuguese (translate - translate back method), adding 22 items concerning difficulties in driving situations in the last year. To explore the link between battery factors and reporting of driving difficulties, *difficulty with driving* was the dependent variable in this study, defined as any reported difficulty in  $\geq 4$  driving situations. For data analysis, a bivariate analysis was made; subsequently, the variables associated with the difficulties in driving were submitted to multivariate analysis through a logistic regression, controlling the effects of age, education level and visual acuity. For all statistical analysis significance level was set at  $p < 0.05$ .

## **Protocol**

### ***Visual acuity***

*Snellen Chart.* With respect to visual function, distant visual acuity was measured monocular and binocularly with habitual correction at 6 meters.

### ***Physical Measure***

*Foot Tap.* While remaining seated, the participant was required to touch the floor on alternating sides of a 2-inch tall barrier 5 times with their right foot. Time (seconds) to complete is measured. This task assesses lower limb mobility, which was associated with the occurrence of adverse driving events (Marottoli et al., 1994).

### ***Cognitive Measures***

A cognitive assessment procedure was carried out, including UFOV® (Ball & Owsley, 1993) and a battery of neuropsychological tests that cover several cognitive domains (Lezak et al., 2004; Strauss et al., 2006), such as: Trail Making Test (TMT-A & TMT-B; Reitan, 1958); Tower of London (TOL; Shallice, 1982); Rey-Osterrieth Complex Figure Test (CFT-copy & CFT-recall; Rey, 1941); Block Design subtest from the WAIS-III (BD; Wechsler, 1997). All tests were selected from previous research showing a relationship with driving measures (viz. crash involvement or on-road driving performance).

1. *UFOV<sup>®</sup> Test*. This computer-administered and -scored test measures the visual field area over which one can use rapidly presented information, and is composed of three subtests: speed (in ms) of visual processing, divided attention and selective attention. Several studies on older drivers support that impairment in the useful field of view is associated with crash involvement (e.g., Ball et al., 2006; Owsley et al., 1998) or on-road driving performance (e.g., Whelihan et al., 2005).

2. *Trail Making Test*. The participant uses a pencil to sequentially connect integers in ascending order (part A), or a mix of integers and letters in alternating and ascending order (part B). They are instructed to do the task as quickly as possible and without lifting the pencil from the paper. The time in seconds to finish each part is recorded. This test is used to assess speed of visual search, divided attention, sequencing with a motor component, and mental flexibility (Strauss et al., 2006). In particular, TMT-B is more sensitive to executive functions (Lezak et al., 2004). Several studies on older drivers have demonstrated a correlation between TMT and crash involvement (e.g., Lundberg et al., 2003) or on-road driving performance (e.g., Kantor et al., 2004).

3. *Tower of London*. Participants are asked to preplan mentally a sequence of moves to match a start set of 3 coloured balls to a goal, and then to execute the moves one by one. The principal measures employed were: the preplanning time (time between the beginning of the task and the first movement), the execution time (total time minus planning time), the number of trials solved in the minimum movements possible and the number of instruction failures (the number of times the subject does not respect test



instructions). This test is used to assess executive functions, in particular, planning ability (Lezak et al., 2004). In Daigneault et al. (2002) study, Tower of London test performance was associated with elderly drivers having a history of accidents.

4. *Rey-Osterrieth Complex Figure Test*. Participants are required to copy a complex geometric figure (copy task) before recalling it from memory some three minutes later (recall task). The quantitative correction is based on time (seconds), number and localization of the elements. Copy task provides a reliable index of visuoconstructional ability, while recall task measures visual memory (Lezak et al., 2004). In older drivers, both tasks were associated with crash involvement (Lundberg et al., 2003).

5. *Block Design*. The participant is asked to replicate a maximum set of 14 printed two-dimensional geometric patterns using two-colour cubes. Four designs must be completed within 30 seconds, five within 60 seconds, and five within 120 seconds. A design can be failed because of faulty construction or exceeding the time limit. This task is a measure of visuoconstructional ability that correlates with performance IQ (Lezak et al., 2004) and was associated with crash involvement in older drivers (Lundberg et al., 1998, 2003).

### ***Self-reported Driving Habits and Difficulties***

*Driving Habits Questionnaire* (DHQ). This questionnaire was interviewer-administered to obtain driving information for the past year (for details see Owsley et al., 1999). The DHQ addresses six domains; the domain of interest in this study is driving difficulty. Additionally, 22 items were

included about difficulties in driving situations (e.g., busy intersections, seeing signs in time to respond, passing other cars, judging speed and distance of oncoming cars, perceiving that front car has slowed down or stopped), in which participants had to respond “yes” or “no” if the statement applied to them. Information was also collected on driving exposure (days/week; km/week).

## **RESULTS**

Several variables were associated with driving difficulties in the bivariate analysis. After the multivariate analysis, controlling the effects of age, education level and visual acuity, the independent factors significantly associated with driving difficulties were divided attention subtest of UFOV<sup>®</sup> ( $p=0.013$ ), number of trials with success in the Tower of London ( $p=0.015$ ) and gender ( $p=0.021$ ) (Table 1). The drivers that reported difficulties in  $\geq 4$  driving situations made significantly less trials with success in the Tower of London test, had lower performances in divided attention between central and peripheral targets, and were more frequently females.

## **DISCUSSION**

The results of this study support the hypothesis that older adults with driving difficulties have worse results on cognitive tests. Moreover, they are more likely to have lower scores on the Tower of London, a well-known test of executive functioning (in particularly planning ability), and worse results

on divided attention UFOV<sup>®</sup> subtest, reviewed as a valid and reliable index of driving performance and safety (Clay et al., 2005). Considering prospective studies, where this divided-attention task was the best predictor of future crash involvement (Ball et al., 2006; Owsley et al., 1998), we could suppose that this group seems to represent a red flag for crash risk.

Table I. Descriptive statistics for the variables associated with reported difficulties in driving; *p*-values for those variables in the multivariate model (logistic regression)

	Descriptive Statistics				<i>p</i> <sup>a</sup>
	%	Mean	±	SD	
Gender					0.021*
Male	57.9				
Female	42.1				
Age		70.18	±	4.96	0.965
FootTap (sec)		5.55	±	1.20	0.962
Subtest 2 of UFOV <sup>®</sup> (msec)		171.00	±	134.10	0.013*
TMT-A (sec)		49.80	±	17.82	0.504
TMT-B (sec)		106.42	±	53.43	0.475
TMT-B (errors)		0.76	±	1.00	0.410
TOL (trials solved in minimum moves)		11.34	±	1.02	0.015*
TOL (instruction failures)		7.74	±	4.10	0.301
TOL (mean of execution time in trials solved)		6.88	±	2.11	0.805

<sup>a</sup> Adjusted for age, education level and visual acuity; \* *p*<0.05

The group of drivers with less ability to plan and solve problems, were probably slightly impaired in supervisory attentional system (SAS) (Norman & Shallice, 1986), a unitary system related to functioning of the prefrontal cortex and known to decline with age (Salthouse et al., 2003). Some research on older drivers used neuropsychology tests involving the SAS,

for instance, TMT-B (Kantor et al., 2004) or a Maze Test (Whelihan et al., 2005), and also indicated a significant relationship between the performance of these tasks and on-road driving performance. In addition, Daigneault et al. (2002) and Ball et al. (2006) found that elderly drivers with a crash history performed more poorly on executive measures compared to participants without an accident history. Thus, these higher-order cognitive functions appear to have an important role in driving ability, and our results indicated them as a factor related to difficulties in driving. As a result, we expected to find a significant difference between groups in TMT-B scores; however, the difference was slight. It is, therefore, important to clarify which executive function tests face more validity as an indicator of driving difficulties, how the deterioration of executive functions increases or intensifies difficulties in driving, and what level of such decline has a predictive value in future crash involvement of older drivers.

There was also an increased risk of driving difficulties associated with female gender. In fact, we cannot be certain if results correspond to actual driving practices or other reasons (e.g., perhaps men tend to overestimate their driving abilities, or women have great facility in expressing their driving difficulties). However, previous research has shown that compared to men, older women drivers report more difficulties (Rimmö & Hakamies-Blomqvist, 2002), experience more stress in difficult traffic situations (Hakamies-Blomqvist & Wahlström, 1998) and have higher overall stress levels while driving (Simon & Corbett, 1996). Thus, there are issues that are specific to the safe mobility of older female drivers and that represent potential for future investigation.

A possible limitation of this study has to do with using self-report as a measure of driving difficulties. As questionnaires are vulnerable to socially desirable response tendencies, it may be that some subjects report fewer

driving difficulties than they actually experience. Nevertheless, a study by Lajunen & Summala (2003) using the Driver Behaviour Questionnaire indicated that the bias caused by socially desirable responding is relatively small, which can help to prove that questionnaires based on self-reports could give a reliable measure relating to driving.

In short, planning ability, divided visual attention and gender seem to be three important factors to consider in the analysis of driving difficulties. However, further investigation with a larger sample of drivers and other additional cognitive tests and driving measures (state-recorded crashes, driving simulator and on-road driving performance) could be developed in order to understand the factors related to driving difficulties in healthy older adults.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

This research is included in a financed project by Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/27255/2006).

## **REFERENCES**

- Ball, K., & Owsley, C. (1993). The Useful Field of View Test: A new technique for evaluating age-related declines in visual function. *Journal of the American Optometric Association*, *64*, 71–79.
- Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D., Sloane, M., & Graves, M. (1998). Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, *30*(3), 313-322.
- Ball, K., Roenker, D., Wadley, V., Edwards, J., Roth, D., McGwin, G., Raleigh, R., Joyce, J., Cissell, G., & Dube, T. (2006). Can high-risk older drivers be identified through performance-based measures in a Department of Motor Vehicles setting? *Journal of the American Geriatrics Society*, *54*(1), 77-84.

- Ball, K., Vance, D., Edwards, J., & Wadley, V. (2004). Aging and the brain. In M. Rizzo & P. Eslinger (Eds.). *Principles and practices of behavioral neurology and neuropsychology*. Pennsylvania: Elsevier, 795-809.
- Clay, O.J., Wadley, V.G., Edwards, J.D., Roth, D.L., Roenker, D.L., Ball., K.K. (2005). Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: Current and future implications. *Optometry and Visual Science*, 82, 724-731.
- Daigineault, G., Joly, P., & Frigon, J-Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(2), 221-238.
- Folstein, M., Folstein, S., & McHugh, P. (1975). "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, 12, 189-198.
- Hakamies-Blomquist, L., & Wahlström, B. (1998). Why do older drivers give up driving? *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 305-312.
- Kantor, B., Mauger, L., Richardson, V., & Unroe, K. (2004). An analysis of an older driver evaluation program. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(8), 1326-1330.
- Lajunen, T., & Summala, H. (2003). Can we trust self-reports of driving? Effects of impression management on driver behaviour questionnaire responses. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 6(2), 97-107.
- Lezak, M., Howieson, D., & Loring, D. (2004). *Neuropsychological assessment* (4<sup>th</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (1998). Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 371-377.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (2003). License suspension revisited: A 3-year follow-up study of older drivers. *The Journal of Applied Gerontology*, 22(4), 427-444.
- Marottoli, R.A., Cooney, L.M., Wagner, D.R., Doucetter, J., & Tinetti, M.E. (1994). Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers. *Annals of Internal Medicine*, 121, 842-846.
- Maycock, G. (1997). *The safety of older car-drivers in the European Union*. Report produced for the European Road Safety Federation and the AA Foundation for Road Safety Research.
- Norman, D., & Shallice, T. (1986). Attention to action: willed and automatic control of behavior. In R. Davidson, G. Schwartz, & D. Shapiro (Eds), *Consciousness and self-regulation*. New York: Plenum Press, 1-18.
- Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Sloane, M., Roenker, D., White, M., & Overley, E. (1998). Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *Journal of the American Medical Association*, 279(14), 1083-1088.
- Owsley, C., Stalvey, B., Wells, J., & Sloane, M. (1999). Older drivers and cataract: Driving habits and crash risk. *Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 54A(4), M203-M211.

- Reitan, R. (1958). Validity of the Trail Making test as an indicator of brain damage. *Perceptual and Motor Skills*, 8, 271-276.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encéphalopathie traumatique. *Archives de Psychologie*, 28, 286-340.
- Richardson, E., & Marottoli, R. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences*, 58(9), M832-M836.
- Rimmö, P.-A., & Hakamies-Blomqvist, L. (2002). Older drivers' aberrant driving behaviour, impaired activity, and health as reasons for self-imposed driving limitations. *Transportation Research. Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 5(1), 47-62.
- Salthouse, T.A., Atkinson, T.M., & Berish, D.E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology & Genetics*, 132, 566-594.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical transcripts of the Royal Society of London*, 298, 199-290.
- Simon, F., & Corbett, C. (1996). Road traffic offending, stress, age, and accident history among male and female drivers. *Ergonomics*, 39, 757-780.
- Strauss, A., Sherman, E., & Spreen, O. (2006). *Compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Spreen, O. & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (2<sup>nd</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Wechsler (1997). *Wechsler Adult Intelligence Scale – Third Edition*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Whelihan, W., DiCarlo, M., & Paul, R. (2005). The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 217-228.
- Wild, K., & Cottrell, V. (2003). Identifying driving impairment in Alzheimer disease: A comparison of self and observer reports versus driving evaluation. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 17, 27-34.

## **ESTUDO V**





# **Neuropsychological assessment of older drivers: Review and synthesis**

Inês S. Ferreira<sup>1</sup>, Mário R. Simões<sup>1</sup>, Sérgio G. Marques<sup>2</sup>,  
Maria N. Figueiredo<sup>3</sup>, José F. Marmeleira<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, University of Coimbra, Portugal.

<sup>2</sup> Centro de Exames. Automóvel Club de Portugal, Portugal.

<sup>3</sup> Laboratório de Psicologia. Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P., Portugal.

<sup>4</sup> Departamento de Desporto e Saúde, University of Évora, Portugal.

## **Estudo publicado:**

Ferreira, I. S., Simões, M. R., Marques, S. G., Figueiredo, M. N., & Marmeleira, J. F. (2010). Neuropsychological assessment of older drivers: Review and synthesis (ID 02531). In José Viegas & Rosário Macário (Eds.), *Selected Proceedings of the 12<sup>th</sup> World Conference on Transport Research* (pp. 1-24). Lisbon: Technical University of Lisbon. ISBN 978-989-96986-1-1.

## **ABSTRACT**

The examination of older drivers with neuropsychological tests represents a current area of investigation regarding demographic aging. The major research challenges have been to understand the cognitive changes that lead to impaired driving performance and high crash risk on the elderly, as well as to develop reliability and validity assessment methods to identify these older driver's problems. This paper focuses the psychological assessment of older drivers including data from the use of neuropsychological tests. We conducted a literature review with forty empirical studies reporting associations between cognitive tests and crash records and/or on-road driving measures. Despite impairments on specific cognitive functions may increase the probability of risky driving in the

elderly, is still lacking a solid consensus on which tests psychologists should use to predict driving safety. Since there are no known papers with systematic empirical studies held in Portugal in the field of neuropsychological assessment of older drivers, we present preliminary findings from an ongoing investigation. Results highlight several significant correlations between specific neuropsychological tests and on-road driving measures. More specifically, older drivers with diminished driving performance were significantly disadvantaged on integrated aspects like divided attention, visuospatial abilities, executive functioning and eye-hand-pedal coordination speed. The continuity of this research project is needed to open new perspective findings and to clarify a valid and practical battery of neuropsychological tests to assess fitness to drive in elderly people.

**Keywords:** Neuropsychological assessment, older adults, automobile drivers, safety and road prevention.

## INTRODUCTION

The assessment of older drivers is an important research element. The current demographic aging and life expectancy give rise to an increasing number of older drivers on the road, since the personal automobile constitutes the primary transport mode for the groups of emerging elderly (OECD, 2001). Older drivers are often characterized as a group that has a high fatality rate in traffic, that be caused both by increased crash involvement and by increased injury severity (ESRO, 2006). Some authors estimated that without active intervention, the fatality rate in this age group could triplicate in the next three decades (Hu et al., 2000). A major research challenges have been to understand the cognitive changes that lead to impaired driving performance and high crash risk on the elderly, as well as to develop reliability and validity assessment methods to identify these older driver's problems.

Considering that driving is one of the most complex activities of daily life, on which is potentially dangerous, and requiring to the utmost the variety of neuropsychological functions (such as attention, perception and executive functions), it could suffer a decline associated with age or medical disorders accompanying the aging (Anstey, Wood, Lord & Walker, 2005), hence justifying a systematic and in-depth knowledge of the influence of these functional losses on driving capacity and accidents incidence. In this research context, the cognitive status of older drivers has taken a particular relevance. From the normal aging to dementia, through mild cognitive decline, several studies have analyzed the association between the results on cognitive tests and driving measures, as on-road driving performance or accident involvement (Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist & Johansson, 1998; Whelihan, DiCarlo & Paul, 2005). The main research purpose is to identify a set of tests with predictive value regarding driving measures, in order to determine which older drivers represent an increased accident risk or are unsafe on a road test (Ball, Roenker, Wadley, Edwards, Roth, McGwin et al., 2006; Lincoln, Radford, Lee & Reay, 2006). The neuropsychological tests have thus assumed an essential role in the examination of older drivers, contributing to develop better assessment methods and to improve prevention and road safety on this age group.

This paper focuses on literature regarding the assessment of older drivers including data from the use of neuropsychological tests. The first section will present the main purpose and research lines. The following section will review clinical-based performance measures, including details on the relationships between neuropsychological tests and driving outcomes. Finally, we will indicate some preliminary findings of an ongoing study in Portugal.

## **Empirical studies on cognitive factors associated with driving outcomes in older adults**

We conducted a literature review of forty empirical studies (Table I) on the relationship between neuropsychological tests and driving in older adults, in order to clarify measures that require further research and validation. The studies selected met the following criteria: (a) included older drivers from normal aging to dementia; (b) used well-known neuropsychological instruments with standardized administration procedures (cf., Lezak, Howieson & Loring, 2004; Strauss, Sherman & Spreen, 2006); (c) measured driving ability through crash records (provided by state, police or insurance company) or on-road tests.

### **Purpose and major research lines**

The main purpose of the studies on neuropsychological assessment of older drivers is to identify, through statistical analysis, which neuropsychological tests whose results are significantly associated with driving measures, as on-road driving performance, simulated driving performance and/or accidents involvement. In particular, investigators have attempted to determine the predictive value or the discriminative power of a set of tests for identified groups of drivers without/ with accidents (Ball et al., 2006) or that pass/ fail on driving tests (McKenna & Bell, 2007; McKenna, Jefferies, Dobson & Frude, 2004). Based on discriminant analysis, there have also been developed functions or predictive equations in order to foreseen where a driver will be placed among these categories (Lincoln et al., 2006; Lincoln, Taylor, Vella, Bouman, Radford, 2010).

Table I – Studies included in the literature review.

Study	N	Mean age (years)	Driving measure
Anderson et al. (2005)	202	71	Crash records
Ball et al. (1993)	294	71	Crash records
Ball et al. (2006)	1910	69	Crash records
Bieliauskas et al. (1998)	18	71	On-road test
Brown et al. (2005)	54	75	On-road test
Cushman (1996)	123	-	On-road test
Daigneault et al. (2002)	180	-	Crash records
De Raedt and Ponjaert-Kristoffersen (2000)	84	79	On-road test
De Raedt and Ponjaert-Kristoffersen (2001)	84	79	On-road test
Duchek et al. (1998)	136	-	On-road test
Duchek et al. (2003)	108	75	On-road test
Elkin-Frankston et al. (2007)	29	77	On-road test
Fitten et al. (1995)	83	71	On-road test
Fox et al. (1997)	19	74	On-road test
Gabaude & Paire-Ficout (2005)	40	66	Crash records, On-road test
Goode et al. (1998)	239	70	Crash records
Hunt et al. (1993)	38	73	On-road test
Hunt et al. (1997)	123	75	On-road test
Johansson et al. (1996)	60	74	Crash records
Kantor et al. (2004)	664	-	On-road test
Lincoln et al. (2006)	85	70	On-road test
Lincoln et al. (2010)	65	75	On-road test
Lundberg et al. (1998)	54	75	Crash records
Lundberg et al. (2003)	42	-	Crash records
MacGregor et al. (2001)	120	75	Crash records
Myers et al. (2000)	43	-	On-road test
Odenheimer et al. (1994)	30	72	On-road test
Ott et al. (2008a)	133	76	On-road test
Ott et al. (2008b)	134	76	On-road test
Owsley et al. (1991)	53	70	Crash records
Owsley et al. (1998)	294	-	Crash records
Richardson and Marottoli (2003)	35	80	On-road test
Sims et al. (1998)	174	71	Crash records
Sims et al. (2000)	144	-	Crash records
Snellgrove (2005)	115	77	On-road test
Stutts et al. (1998)	3238	73	Crash records
Trobe et al. (1996)	858	71	Crash records
Uc et al. (2004)	168	70	On-road test
Whelihan et al. (2005)	48	76	On-road test
Wood et al. (2008)	270	76	On-road test

Within these specific purposes several research lines have been implemented: (a) correlational studies with neuropsychological tests and driving measures in healthy elderly adults or without cognitive impairment (e.g., De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001); (b) correlational studies (e.g., Fox, Bowden, Bashford & Smith, 1997) or case control studies (e.g., Ott, Heindel, Papandonatos, Festa, Davis, Daiello et al., 2008b) in older adults with cognitive decline (viz., mild cognitive decline, dementia of Alzheimer type); (c) correlational studies (e.g., Owsley, Ball, Soane, Roenker & Bruni, 1991) or case control studies (e.g., Daigneault, Joly & Frigon, 2002) in older adults with driving accidents. In this paper we will analyze the results and contributions of these different research lines.

## **Neuropsychological tests on examination of older drivers**

There's been some progress in identifying cognitive tests with a significant association (correlation, relative risk, odds ratio) or a p-value for an association between tests (predictors) and crash involvement or on-road driving performance in older adults (Table II). We present here a revision and synthesis of the most representative results regarding cognitive functions and their assessment instruments.

### ***Mental status***

The use of mental status measures in the examination of older drivers has been common. However, the empirical studies are inconsistent as to whether cognitive screening test results predict on-road driving or crash risk. Lower results on the Mini-Mental State Examination (MMSE; Folstein,

Folstein & McHugh, 1975) were associated with driving outcomes, as registered crashes (Johansson, Bronge, Lundberg, Persson, Seideman & Viitanen, 1996; Lundberg, Hakamies-Blomqvist, Almkvist & Johansson, 2003) and poor on-road driving performance (Fitten, Perryman, Wilkinson, Little, Burns, Pachana et al., 1995; Fox et al., 1997; Kantor, Mauger, Richardson & Unroe, 2004; Lincoln et al., 2006, 2010; Odenheimer, Beudet, Jette, Albert, Grande & Minaker, 1994). The association of MMSE and road test scores was more significant when dementia and control participants were included (e.g., Fitten et al., 1995; Odenheimer et al., 1994). This reflects a limitation of this test as poor sensitivity at the milder ranges of impairment. In some studies with normal samples of older adults, the MMSE has strong ceiling effects and low discriminative power in detecting drivers that failed a driving test (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001) or with recorded crashes (Gabaude & Paire-Ficout, 2005). In addition to this limitation, MMSE fails to assess abilities that are believed to be important for driving (e.g., visual attention, visuospatial perception, executive functioning).

Other mental status measures were studied and associated with driving outcomes: Mattis Organic Mental Syndrome Examination (MOMMSE; Mattis, 1976), a more comprehensive measure of cognition than the MMSE, showed moderate association with crash risk (Ball, Owsley, Sloane, Roenker, Sloane & Bruni, 1993; Goode, Ball, Sloane, Roenker, Roth, Myers et al., 1998; Owsley et al., 1991); Blessed Dementia Scale (SB; Blessed, Tomlinson & Roth, 1968) was also associated with on-road driving performance (Hunt, Morris, Edwards & Wilson, 1993) and accident involvement (Stutts, Stewart & Martell, 1998; Trobe, Waller, Cook-Flannagan, Teshima & Bieliauskas, 1996); Clinical Dementia Rating (CDR; Morris, 1993) appears in the literature as an important indicator of fitness to



drive in cases of dementia (Duchek, Carr, Hunt, Roe, Xiong, Shah et al., 2003; Hunt, Murphy, Carr, Duchek, Buckles & Morris, 1997; Ott et al., 2008b; Whelihan et al., 2005).

Table II – Synthesis of the neuropsychological tests associated with crash involvement or on-road driving performance in older adults.

<p><b>Mental Status</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Blessed Dementia Scale</li> <li>• Clinical Dementia Rating</li> <li>• Mattis Dementia Rating Scale</li> <li>• Mini-Mental State Examination</li> </ul>	<p><b>Language</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aphasia Battery</li> <li>• Boston Naming Test</li> </ul>
<p><b>Attention</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Attention-switching task</li> <li>• Color Trail Test</li> <li>• Divided Attention</li> <li>• Dot Cancellation</li> <li>• Dot Counting task</li> <li>• Driving Scenes Test</li> <li>• Number Cancellation task</li> <li>• Tracking Task</li> <li>• Trail Making Test - A</li> <li>• Useful Field of View test</li> <li>• Visual Monitoring Task</li> <li>• Visual Search Task</li> <li>• Zazzo Crossing-out</li> </ul>	<p><b>Visuospatial abilities</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Clock Drawing test</li> <li>• Copy of a cube</li> <li>• Incomplete Letters</li> <li>• Judgment of Line Orientation</li> <li>• Motor Visual Perception Test-Revised</li> <li>• Movement Perception Test</li> <li>• Rey Complex Figure Test-Copy task</li> <li>• Road Sign Tests</li> <li>• Square Matrices Directions</li> <li>• WAIS-R Block Design</li> </ul>
<p><b>Memory</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 12-Word List</li> <li>• 5-Item recall</li> <li>• Benton Visual Retention Test</li> <li>• Rey Auditory Verbal Learning Test</li> <li>• Rey Osterrieth Complex Figure Test - Memory task</li> <li>• Sternberg Test</li> <li>• WMS-R Logical Memory</li> <li>• WMS-R Visual Memory</li> </ul>	<p><b>Executive functioning</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlled Oral Word Association</li> <li>• Incompatibility Test</li> <li>• Key Search</li> <li>• Maze Navigation Test</li> <li>• Rule Shift</li> <li>• Stroop Color Word Test</li> <li>• Tower of London</li> <li>• Trail Making Test –B</li> <li>• Wisconsin Card Sorting Test</li> <li>• WAIS-R Similarities</li> </ul>
<p><b>Orientation</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Standardized Road Map Test of Directional Sense</li> </ul> <p><b>Intelligence</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Shipley Institute of Living Scale</li> </ul>	<p><b>Processing speed and reaction time</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Reaction Times Test</li> <li>• WAIS-R Digit-Symbol</li> </ul>

Regarding CDR, the American Academy of Neurology (Dubinsky, Stein & Lyons, 2000) recommends that drivers with mild dementia (CDR 0.5) should take a driving test and make regular reevaluations due to the increased likelihood of progression to dementia criteria, and in drivers with mild or more severe dementia (CDR 1), driving should be completely restricted. In short, some inconsistent results indicate that cognitive screening tests should be used with caution, particularly in older drivers without dementia criteria. In many cases, the “easier” solution of considering these measurements as indicators of driving ability should not be applied without resorting to additional cognitive tests.

### ***Visual attention***

In most studies visual attention evaluation measurements have been proposed in order to predict driving safety. Poor performance on the Useful Field of View (UFOV; Ball & Roenker, 1998), a computerized test that assesses both divided and selective attention, was associated with increased crash risk on older drivers, both in retrospective (Ball et al., 1993; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Goode et al., 1998; Owsley et al., 1991; Sims, Owsley, Allman, Ball & Smoot, 1998) and prospective studies (Ball et al., 2006; Owsley, Ball, McGwin, Sloane, Roenker & White, 1998; Owsley, McGwin et al., 1998; Sims, McGwin, Allman, Ball & Owsley, 2000). It has also shown moderate correlations with on-road driving evaluations in healthy elderly (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000, 2001), in elderly with different medical diagnosis (Myers, Ball, Kalina, Roth & Goode, 2000; Wood, Anstey, Kerr, Lacherez & Lord, 2008) including dementia (Cushman, 1996; Duchek, Hunt, Ball, Buckles & Morris, 1998). Converging evidence across numerous studies using different methodologies (e.g., Marmeleira,

Ferreira, Godinho & Fernandes, 2007) seem to be a strong indicator of the utility of UFOV assessment as a valid and reliable index of driving performance and safety. However, despite the promising results, some authors indicate that the UFOV has an excessive difficulty degree for dementia cases (only a limited number of subjects completing the test), suggesting the need for a simplified version using only part I, focusing on the speed of information processing (Duchek et al., 1998; Whelihan et al., 2005). Thus, the discriminative value and predictive utility of this test in assessing drivers with dementia should be treated with caution, and we emphasize the need to resort to additional cognitive tests.

In the Trail Making Test – part A (TMT-A; Reitan, 1992), used mainly to measure selective attention (Strauss et al., 2006), the associations with driving outcomes are more inconsistent. This task was associated with accident involvement in a retrospective (Stutts et al., 1998) study, but no significant associations were found in other retrospective and prospective studies carried out by Lundberg et al. (2003). In dementia cases they found moderate correlations (Odenheimer et al., 1994) with real driving performance, but other studies showed no significant correlations (Fox et al., 1997; Whelihan et al., 2005). Despite inconsistent results, this test showed a discriminative power in more than a half of the studies reviewed in which this test was applied.

A variety of cancellation tasks, also used to measure selective attention (Lezak, Howieson & Loring, 2004), have shown moderate correlations with on-road driving performance (Gabaude & Paire-Ficout, 2005; Richardson & Marottoli, 2003). However, in dementia cases, this kind of task showed no discriminative power (Whelihan et al., 2005). Scores on other measures of selective visual attention – Attention-switching Task (Hunt et al., 1993), Visual Search Task (Duchek et al., 1998), Dot Counting

Task (Brouwer et al., 1989; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000, 2001), Color Trail Test (D'Elia et al., 1996; Daigneault et al., 2002; Elkin-Frankston, Lebowitz, Kapust, Hollis & O'Connor, 2007), Driving Scenes Test (Stern & White, 2003; Brown, Ott, Papandonatos, Sui, Ready & Morris, 2005) – and divided attention - Divided Attention (Fitten et al., 1995), Tracking Task (Brouwer et al., 1989; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000) -, were associated with on-road driving performance. These findings support the potential value of the selective and divided attention tasks in assessment older drivers, and are consistent with the data revised on the UFOV.

### ***Visuospatial abilities***

Most of the neuropsychological research on older drivers shows visuospatial tests as one of the most robust predictors of driving outcomes. Visuoconstructional tasks such as WAIS-III Block Design (Wechsler, 1981; Lundberg et al., 1998; Uc, Rizzo, Anderson, Shi & Dawson, 2004), copy version of Rey-Osterrieth Complex Figure Test (Rey, 1941; Goode et al., 1998; Lundberg et al., 2003; Uc et al., 2004), copy of a cube (Strub & Black, 1985; Johansson et al., 1996) and Clock Drawing test (Spreen & Strauss, 1998; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001), were associated with driving measures including crash risk and real driving performance. Other visuospatial tests without motor response were also associated with driving outcomes: Motor Visual Perception Test-Revised (Colarusso & Hammill, 1996), with accident involvement (Lundberg et al., 2003); Judgment of Line Orientation (Benton, Hamsher, Varney & Spreen, 1983) with on-road driving (Uc et al., 2004); Paperfolding Task (Salthouse, Mitchell, Skovronek, Babcock, 1989) with crash risk and driving

performance (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000, 2001); Movement Perception Test (Essilor Ergovision, n.d.), with on-road driving (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Gabaude & Paire-Ficout, 2005). Tests that examine shape perception as Incomplete Letters from Visual Object and Space Perception (VOSP; Warrington & James, 1991; McKenna & Bell, 2007) and Figure-Ground Perception Test (Ayres, 1966; Bieliauskas, Roper, Trobe, Green & Lacy, 1998), were discriminative of driving outcomes in dementia cases. The Visual Closure subtest from Motor Visual Perception Test, showed a significant correlation with accidents, both in a prospective study (Ball et al, 2006).

However, contrary to the trend of results, we also found research that identifies some of the tests cited above as not discriminative of driving outcomes, particularly in cases of dementia: WAIS-III Block Design (Duchek et al., 1998; Fox et al., 1997), Clock Drawing test (Fitten et al., 1995), Judgment of Line Orientation, Visual Form Discrimination Test (Fox et al., 1997; Whelihan et al., 2005) and Cube Analysis from VOSP (Lincoln et al., 2006). This result inconsistency may possibly reflect differences in the studied samples (e.g., stage of the disease) and in the methods used to assess driving. Therefore, and to corroborate results and establish the validity and usefulness of these tests in evaluating healthy older drivers and ones with dementia, there needs to be more investigations to systematically monitor these variables.

The road sign tests, which seem to cover visuospatial abilities (Radford & Lincoln, 2004) add ecological validity to the testing situation and were associated with on-road performance in drivers with dementia (Hunt et al., 1993; Lincoln et al., 2006, 2010; Odenheimer et al., 1994). Another study stated that a traffic sign test can identify older drivers with a recent motor vehicle accident, but with low sensitivity and specificity (MacGregor,

Freeman & Zhang, 2001). Stutts et al. (1998) and Kantor et al. (2004) studies didn't show any association between road sign tests and driving measures. Thus, further studies are needed to delineate the usefulness of road signs tests in predicting crash risk in older drivers.

## ***Memory***

Memory tests have been used to examine older drivers, and some studies reported significant associations with driving outcomes. Regarding visual memory, lower results on Rey-Osterrieth Complex Figure Test (Lundberg et al., 1998, 2003), WMS-R Visual Memory (Wechsler, 1997; Goode et al., 1998) and 5-Item Recall (Johansson et al., 1996) were associated with accident involvement. Higher associations were found in studies that included dementia patients and on-road driving performance, using the Benton Visual Retention Test (Benton, 1974; Hunt et al., 1993), Rey-Osterrieth Complex Figure Test (Uc et al., 2004), WMS-R Visual Memory (Odenheimer et al., 1994) and the Sternberg Test (Sternberg, 1975; Fitten et al., 1995). In general, results on visual memory tests are consistent, except on Benton Visual Retention Test whose results are sometimes not discriminative of on-road driving performance in drivers with dementia (Duchek et al., 1998; Fox et al., 1997). In this context, it is also important to note that a face recognition memory test didn't show predictive utility (Lincoln et al., 2006).

In learning and verbal memory, word lists as Rey Auditory Verbal Learning Test (RAVLT; Rey, 1964; Anderson, Rizzo, Skaar, Stierman, Cavaco, Dawson et al., 2005) and 12-Word List (Wahlin, Bäckman, & Winblad, 1995; Lundberg et al., 1998, 2003) were discriminative of older drivers with accidents. In individuals with more severe cognitive

impairment, RAVLT (Uc et al., 2004) and WMS-R Logical Memory (Odenheimer et al., 1994) also proved to be useful in identifying the on-road driving outcome. However, compared to visual memory tests, verbal tasks showed more inconsistent results, with RAVLT (Lundberg et al., 1998), WMS-R Logical Memory (Richardson & Marottoli, 2003) and WMS-R Verbal Paired Associates (Duchek et al., 1998) showing no associations with driving.

There is evidence that severe memory deficits, as one of the most sensitive measures to overall cognitive impairment, may lead to driving at a higher risk for road safety. Regarding normal aging the association between memory performances and driving has been less obvious, as compared to other cognitive domains such as attention (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001). During the driving activity, working memory is involved not only in the continuous processing of stimuli (in particular in complex and dynamic situations), but also in the effectiveness of the whole cognitive functioning. However, few investigations have examined the contributions of working memory on driving outcomes, even if we could analyze the predictive value of tests that assess working memory and other functions (e.g., TMT-B; Chan, Shum, Touloupoulou & Chen, 2008). By comparing interface visual memory versus verbal memory, it would be relevant to understand why the verbal memory tests have shown greater results inconsistency, and if the visual memory tests should have a stronger voice in the evaluation of older drivers. On the other hand, if isolated deficits on episodic memory, particularly topographical, seem to influence negatively the driving in certain circumstances (Anderson et al., 2007), it would be important to determine the degree in which difficulties are a reason enough to consider as an elderly unfit to drive.

## **Language**

In the assessment of older drivers, language and verbal functioning measures are less common. Naming tests as *Boston Naming Test* (Kaplan, Goodglass & Weintraub, 1983; Duchek et al., 1998; Hunt et al., 1993) and Aphasia Battery (Faber-Langendoen, Morris, Knesvich, LaBarge, Miller & Berg, 1988; Hunt et al., 1993) were correlated with driving performance on dementia cases, but a reading assessment was not associated with driving (Kantor et al., 2004). A severe language deficit may reflect a more global cognitive decline compromising the driving ability. Less evident is the relationship between the various aspects of communication (e.g., fluency, comprehension, repetition) and driving, suggesting the usefulness of a new research line about the eventual impact of different types of aphasia on driving performance.

## **Orientation**

Generally the assessment of orientation is included in cognitive screening tests (e.g., MMSE), and it's not a functional area referred to specific tests (Strauss et al., 2006). In the literature reviewed, only the *Standardized Road Map Test of Directional Sense* (Money, 1976; Lesikar et al., 2002) was correlated with self-reported accidents in a retrospective period of two years. However, such measure is not considered the most sensitive to driving performance across studies, as such decline appears linked to other cognitive deficits more prominent for driving (e.g., in attention), or to a progressive mental deterioration. If a lot of research uses mental status measures like the MMSE or the CDR, the orientation (viz., in time or space) turns out to be significant in these results. However, this



function may have a relative value and it should be contextualized in conjunction with the performance on other cognitive functions.

### ***Executive functioning***

Executive functions comprise a set of cognitive abilities (Lezak et al., 2004) that in theory are essential for driving, including anticipation, planning, organization, decision making, mental flexibility, problem solving and judgment. Tests sensitive to executive functions have been predictive of driving measures in healthy older people (Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001) and in drivers with cognitive decline (e.g., Whelihan et al., 2005).

In this domain, the Trail Making Test B (TMT-B, Reitan, 1992) is the most systematically studied task, including associations with on-road driving performance (e.g., Whelihan et al., 2005) and accident involvement (e.g., Ball et al., 2006). A study that compared older drivers with and without crash history found that the first group performed poorer (higher number of errors and/ or greater time of execution) on several measures of executive function (Daigneult et al., 2002), as Color Trail Test, Stroop Color Word Test (Stroop, 1935; Lincoln et al., 2006, 2010), Tower of London (Shallice, 1982; Ferreira et al., 2007) and Wisconsin Card Sorting Test (Heaton, 1981). In verbal fluency tests, administered only in drivers with dementia, the Controlled Oral Word Association Test (phonemic and semantic fluency) (Benton & Hamsher, 1978), was discriminative of driving performance (Uc et al. 2004), but without similar results with the Word Fluency Test (phonemic fluency) (Duchek et al., 1998, Hunt et al., 1993) or the Generative Naming (semantic fluency) (Whelihan et al., 2005). In turn, scores on non-verbal fluency tests, such as Action Fluency and Ruff Figural

Fluency, were not predictive of driving performance in dementia cases (Whelihan et al., 2005). Other tests have shown some promise in predicting fitness to drive as the Incompatibility Test (Zimmerman & Fimm, 1994; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000, 2001) and Maze Tasks (Ott et al., 2008a; Snellgrove, 2005; Whelihan et al., 2005). Tests from the Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome (BADS; Wilson, Alderman, Burgess, Emslie & Evans, 1996) as Rule Shift and Key Search were predictive of on-road driving performance in dementia cases (McKenna & Bell, 2007).

The overall results from this review suggest that impairment in executive function may reduce driving safety, although few studies have specifically investigated the contribution of this cognitive domain on driving ability. Tasks involving mental flexibility and attentional shifting as TMT-B, Stroop Test, or Rule Shift, as well as mental planning and solving problems tests as the Tower of London, a Maze Navigation Test or the Key Search (Strauss et al., 2006), appear to have predictive utility in the examination of older drivers.

### ***Processing speed and reaction times***

The speed of information processing (cognitive component) and reaction times (RT) (motor component) are consecutive processes critical for driving. For instance, a decrease in visual processing speed was associated to an increased crash-risk (Ball et al., 1993), also determining also the efficiency of the cognitive functions above mentioned.

The WAIS-R Digit-Symbol, as part of the Processing Speed Index (Wechsler, 2008), showed discriminative power for drivers with accidents (Gabaude & Paire-Ficout, 2005, Lundberg et al., 2003), and for the on-road

driving outcome in dementia cases (Hunt et al., 1993). However, in other studies, the same test didn't show positive correlations with driving performance (Duchek et al., 1998, Fox et al., 1997, Richardson & Marottoli, 2003), nor with the crash incidence (Lundberg et al., 1998).

In the assessment of reaction times (depending on processing speed) there's been an analysis of simple reaction times (one response to a single stimulus) and of choice reaction times (one or more responses to two or more stimuli) (Hultsch, MacDonald & Dixon, 2002). Only one study showed a correlation between results in simple reaction times and on-road driving (Kantor et al., 2004), but other researches didn't support this association (e.g., Bieliauskas et al., 1998, Richardson & Marottoli, 2003). The results are also discrepant in the examination of choice reaction times, since there is no association with driving (Richardson & Marottoli, 2003) or crash involvement (Lundberg et al. 1998; Stutts et al. 1998 ), to moderate correlations with driving (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Wood et al., 2008) and crashes (Lundberg et al., 2003).

In general, choice reaction time tasks showed larger associations with driving measures than simple reaction time tests. Although reaction times increase with age, especially the choice reaction times (since they involve other cognitive functions as divided attention and executive functions) (Hultsch et al., 2002), it is important to note that this increase doesn't seem to correspond to the motor movement time, but derive from a slowing information processing (Hartley, 2005). However, further research is needed to clarify the type of task with a major predictive value for driving: processing speed tests (e.g., WAIS-III Digit-Symbol or Symbol Search) or choice reaction times tasks (e.g., Automated Psychological Test Battery; Levander, 1988).

## ***Intelligence***

Despite the frequent administration of fundamental tests from WAIS (e.g., Block Design, Vocabulary, Similarities), intelligence tests have not been very prominent in older drivers examination. Considering the Verbal Comprehension Index (Wechsler, 2008), we found inconsistent results in Similarities subtest (Lundberg et al., 1998, 2003). In drivers with dementia, some intelligence measures were used in order to estimate the overall cognitive impairment level, such as Shipley Institute of Living Scale (SILS; Zachary, 1986; Bieliauskas et al., 1998) and National Adult Reading Test (Nelson, 1991; Whelihan et al., 2005). Unlike SILS, the NART didn't show positive correlations with driving performance. These data seem to indicate that driving ability is not a simple function of the premorbid intelligence, although the empirical evidence supports the usefulness of tests that examine essential aspects of non-verbal intelligence such as WAIS Block Design.

## **Preliminary findings from a Portuguese study**

Since there are no known papers with systematic empirical studies held in Portugal in the field of neuropsychological assessment of older drivers, we present an exploratory analysis from an ongoing investigation. The specific aims of this research project are as follows: (a) analyze the relationship between scores on specific neuropsychological tests and on-road driving measures in older individuals who are still actively driving; (b) determine which cognitive impairments contribute most importantly to specific driving errors or a failure in an on-road test; (c) develop a predictive

model of driving whereby specific neuropsychological tests can be used in clinical practice to predict an older driver's performance and safety errors.

## **METHODS**

### **Participants**

The sample consisted of thirteen car drivers (12 men and 1 woman) from 65 to 88 years old of age ( $M = 77.08$ ;  $SD = 7.26$ ) who were referred to the Institute for Mobility and Land Transport, in Lisbon, for a psychological examination related with fitness to drive. Based on a medical examination, these participants were referred from their physician or a health authority. The exclusion criteria for participation were: age under 65 years; visual acuity in the central field of view (far-sight, with regular correction) out of the legal Portuguese values for driving (binocular of at least 5/10, or in the "worse eye" of at least 2/10, or monocular of at least 8/10), and motor deficit that could interfere with driving a motor vehicle with manual transmission and without operational adjustments. All participants had a driver's license for over 40 years. As for their educational level, nine participants had completed elementary school, three had middle and high school and one was a university graduate.

### **Procedures**

The evaluations were performed individually and all testing took place in a single session that lasted 4 hours. Prior to their participation, the study was explained and a written informed consent was obtained from each

participant. The research protocol included a multimodal assessment composed of a clinical and driving history, a visual examination, a computerized and paper-pencil battery of neuropsychological tests, and a standardized on-road driving test.

### ***Neuropsychological tests***

The neuropsychological test battery covers several cognitive domains and consists of the following tests:

- i. Global cognitive status was evaluated through the Addenbrooke Cognitive Examination-Revised (Firmino, Simões, Pinho, Cerejeira & Martins, 2008), a brief test including the MMSE score and five subscores (attention and orientation, memory, fluency, language and visuospatial).
- ii. Visual attention was assessed by the following instruments: Useful Field of View test (Ball & Roenker, 1998), a computer-administered test and scored test (ms), including the subtests of speed of visual information processing (UFOV1) and divided attention (UFOV2) (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Uc et al., 2004; Whelihana et al., 2005); Trail Making Test from Delis-Kaplan Executive Function System Battery (DKB) (Delis, Kaplan & Kramer, 2001) including the subtest of number sequencing (Lincoln et al., 2010), Dot Cancellation from the Stroke Driving Screening Assessment (SDSA) (Lincoln, Ferreira & Simões, 2009; Lincoln et al., 2006, 2010), and the computer-administered Cognitrone Test (COG/S9) to assess selective attention (Wagner & Karner, 2001).
- iii. Visuospatial abilities were evaluated by Square Matrices Directions and Road Sign Recognition from SDSA (Lincoln et al., 2006, 2010), and the visuospatial ACE-R subscore.

- iv. Memory was assessed by the computerized Continuous Visual Recognition Task (FVW/S6) (Kessler & Pietrzyk, 2003) and memory ACE-R subscore (Firmino et al., 2008), for tasks of visual and verbal memory, respectively.
- v. Executive functions were examined by three tests: Trail Making Test from DKB (Delis et al., 2001), including the subtest of number-letter switching to assess mental flexibility (Lincoln et al., 2006, 2010); Rule Shift and Key Search from BADS (Wilson, Alderman, Burgess, Emslie & Evans, 1996), both incorporated in the Rookwood Driving Battery (McKenna, 2008; McKenna, 1998; McKenna et al. 2004, 2005; McKenna & Bell, 2007, Rees et al, 2008), to assess mental flexibility and non-verbal planning abilities, respectively.
- vi. Reaction Times were evaluated by three computerized tasks: Simple Reaction Time Task (RT/S1) and Choice Reaction Time Task (RT/S4) (Schuhfried & Prieler, 1997) both with eye-hand responses and Determination Test (DT/S12) (Schuhfried, 1998) with eye-hand-pedal responses.
- vii. Cognitive impairment was analysed by WAIS-III Vocabulary and Block Design subtests (Wechsler, 2008), assessing essential aspects of verbal and non-verbal intelligence, respectively.

### ***Road test***

To analyze the validity of the neuropsychological results, the participants made an on-road driving test using a car with a dual-brake control system, supervised by an experienced driver examiner blind to the cognitive test results. The driving performance was conducted along a fixed and in-traffic trajectory route with 10km in central Lisbon, including arterial and local roads. The route was outlined to enable relevant observations in

different kinds of representative traffic situations (e.g. changing lanes, direction changes, roundabouts, joining the traffic stream). Extremely bad weather conditions were avoided. After the road test, the examiner completed a detailed and standardized evaluation grid that comprises 50 driving items divided in 9 categories: (a) starting precautions (maximum score = 6); (b) vehicle control (maximum score = 16); (c) search of information (maximum score = 6); (d) communication with other users (maximum score = 4); (e) driving on urban roads (maximum score = 30); (f) direction changes (maximum score = 8); (g) roundabouts (maximum score = 8); (h) specific manoeuvres (maximum score = 6); (i) driving on freeway (maximum score = 16). Each topic was scored as correct (2 points), acceptable (1 point) or incorrect (0 points), with a maximum total score of 100 (driving total score). Finally, the judgment by the examiner was dichotomized in terms of likelihood of being unsafe (scores 0-1) or safe (scores 2-3) on the road without supervision.

## **Statistical analysis**

For statistical analysis Spearman's rank correlation coefficient was calculated to study the associations between performance on cognitive tests and on-road driving test. Using percentile 50 of the driving total score as a reference, two groups with different levels on driving performance were established. The Mann-Whitney test was used to study differences between both groups in the battery of cognitive tests. Results are presented as mean and standard deviation (SD). Significance was set at 0.05 ( $p < 0.05$ ). Statistical analysis was carried out using SPSS for Windows 16.0 (SPSS, Chicago, IL).



## RESULTS

Statistical results highlight no significant correlations between age and education level and the driving outcomes.

Several cognitive tests had moderate and high correlations with the driving measures, as show in Table III. Due to the lack of correlations with driving measures, some neuropsychological variables were not included in the table as from ACE-R (MMSE general score, attention/ orientation subscore, memory subscore, copy of pentagons and copy of a cube), UFOV1 (score), TMT (time on number sequencing and time on number-letter switching subtests), SDSA (Dot errors), Rule Shift, WAIS-III Vocabulary (score), Cog (total of reactions and percentage of incorrect reactions), FVW (number of hits, number of false positive) and DT (total incorrect responses).

The neuropsychological tests with significant relationship with the driving total score were: the ACE-R ( $p=0.026$ ); the DT, a choice RT task including variables as the RT total median ( $p=0.014$ ) and the total correct responses ( $p=0.008$ ); and the divided attention subtest of UFOV ( $p=0.003$ ). The cognitive screening ACE-R had also moderate correlations with the on-road driving total score through language, fluency and visuospatial subscores (including the clock drawing task). Curiously, the ACE-R fluency subscore had a slightly higher correlation with driving than the ACE-R general score. In the assessment of reaction times, it is important to note higher correlations in all driving outcomes between a choice RT task including eye-hand-pedal responses (DT), than a simple or choice RT task just with eye-hand responses.

Table III – Significant correlations (Spearman's *rho*) between results on cognitive tests and on-road driving outcomes ( $N=13$ ).

	Specific driving categories									Driving total score
	a	b	c	d	e	f	g	h	i	
ACE-R (score)	.43	<b>.78**</b>	<b>.59*</b>	.30	.33	<b>.68*</b>	<b>.63*</b>	<b>.75**</b>	.29	<b>.61*</b>
Fluency ACE-R (subscore)	<b>.67*</b>	<b>.75**</b>	<b>.76**</b>	.33	.45	.56	.50	<b>.67*</b>	.24	<b>.64*</b>
Language ACE-R (subscore)	<b>.57*</b>	<b>.75**</b>	.50	.17	.27	.54	.47	<b>.67*</b>	.17	<b>.59*</b>
Visuospatial ACE-R (subscore)	.30	<b>.70**</b>	.31	.33	.39	<b>.73**</b>	<b>.65*</b>	<b>.59*</b>	.45	<b>.59*</b>
Clock drawing ACE-R (subscore)	.23	<b>.72**</b>	.31	.30	.40	<b>.69*</b>	<b>.70**</b>	<b>.63*</b>	.43	<b>.58*</b>
UFOV 2 (score)	-.43	<b>-.87**</b>	<b>-.80**</b>	-.43	<b>-.60*</b>	<b>-.83**</b>	<b>-.69*</b>	<b>-.62*</b>	-.44	<b>-.75**</b>
SDSA Dot (time)	-.43	<b>-.60*</b>	<b>-.55*</b>	-.17	-.22	-.34	-.32	<b>-.60*</b>	-.13	-.46
SDSA SMD (score)	.42	<b>.69*</b>	<b>.75**</b>	.35	.25	<b>.59*</b>	.50	<b>.65*</b>	.13	.53
SDSA RST (score)	.41	<b>.59*</b>	.21	.12	.12	.31	.46	<b>.58*</b>	-.03	.40
Key search (score)	.30	.44	.14	<b>.74**</b>	.25	.37	.43	.24	.22	.43
WAIS-III Block Design (score)	.45	<b>.57*</b>	.19	.32	.28	.52	.43	.45	.27	.47
Simple RT (total mean)	-.21	-.38	-.32	-.41	-.47	-.46	-.31	-.09	<b>-.57*</b>	-.48
Choice RT (total mean)	<b>-.58*</b>	-.42	-.53	-.51	-.49	-.28	-.24	-.26	-.42	-.55
DT (RT total median)	-.46	<b>-.84**</b>	<b>-.73**</b>	-.34	-.46	<b>-.60*</b>	-.54	<b>-.65*</b>	-.30	<b>-.66*</b>
DT (total correct responses)	.40	<b>.81**</b>	<b>.75**</b>	.44	.49	<b>.65*</b>	<b>.57*</b>	<b>.57*</b>	.32	<b>.70**</b>

Notes. \* Correlation is significant at the 0.05 level; \*\* Correlation is significant at the 0.01 level; a = starting precautions; b = vehicle control; c = search of information; d = communication with other users; e = driving on urban roads; f = direction changes; g = roundabouts; h = specific manoeuvres; i = driving on freeway.

Finally, the divided attention subtest of UFOV showed the higher correlation with the driving total score, and this relationship was robust across multiple index of driving performance as vehicle control ( $p=0.000$ ), direction changes ( $p=0.000$ ) and search of information ( $p=0.001$ ).

Regarding the judgements of the driver examiner, only four of the thirteen participants were found safe to drive. At this stage, because of the small group that passed on-road, we split the sample by the 50<sup>th</sup> percentile on the total scores on-road rather than on a pass/fail result to differentiate their abilities. Analyzing more specifically the significant differences on neuropsychological tests between the two groups with distinct level of driving total score, Table IV highlights the following variables: ACE-R visuospatial subscore (particularly including the discriminative value of the copy of a cube task), UFOV2, Key Search from BADS, WAIS-III Block Design, and total correct responses from DT. All other tests and related variables failed to discriminate the two levels of driving performance. The distribution of age and education level was equivalent in both groups.

Table IV – Neuropsychological variables with significant differences between groups with distinct level of driving total score.

Measure	Group 1				Group 2				<i>p</i>
	Mean	(SD)	Min.	Max.	Mean	(SD)	Min.	Max.	
ACE-R Visuospatial (subscore)	10.3	(2.8)	7	13	13.7	(2.6)	9	16	0.033
ACE-R Copy of a cube (subscore)	2	(1.6)	0	2	3.6	(1.6)	0	2	0.026
UFOV2 (score)	500	(0)	500	500	283.3	(164.5)	43	500	0.015
Key Search (score)	4.2	(1.3)	2	6	7.3	(2.6)	4	10	0.028
WAIS-III Block Design (score)	11.5	(6.2)	4	19	19.7	(5.5)	15	30	0.010
DT (total correct responses)	220.7	(49.1)	170	305	350.1	(98.8)	177	499	0.004

*Note.* Correlation is significant at the 0.05 level; Group 1, driving total score percentile <50 ( $N=6$ ); Group 2, driving total score percentile >50 ( $N=7$ ).

## DISCUSSION

The literature review shows the usefulness of a large number of neuropsychological tests to assess the cognitive functions necessary for safe driving. Impairments in cognitive functioning such as visual attention, perceptual and visuospatial abilities and executive functions can drastically increase the probability of safety errors and risky decisions while driving. However, the relationships between scores on neuropsychological tests and driving outcomes have also produced inconsistent results, partly due to methodological differences between investigations as the particular population that have been studied (i.e., cognitively normal or neurological populations), the predictors (i.e., neuropsychological tests) and the selected criterion variables (i.e., driving measures). Regarding the elderly, there isn't actually a solid consensus on which tests psychologists should use to predict driving safety (Stephens, McCarthy, Marsiske, Shechtman, Classen, Justiss et al., 2005), and is still lacking a cut-off point with high predictive accuracy of a failure in an on-road test due to the presence of cognitive deficits (McKenna & Bell, 2007; McKenna et al., 2004; McKenna, Rees, Skucek, Nichols, Fisher, Bayer et al., 2005).

With the ultimate goal of developing a valid and practical battery of neuropsychological tests to assess fitness to drive, it is being undertaken in Portugal a study to add predictive validity to the current psychological assessment methods of older drivers. A preliminary study was conducted in order to analyse the potential value of the assessment protocol and the need to adjust procedures. Due to the small sample size, the results are not suitable to establish a neuropsychological assessment battery for older drivers. The exploratory analysis showed several significant correlations

between results on specific neuropsychological tests and on-road driving measures. Results highlight that a measure of a global cognitive screening as ACE-R general score may be useful to predict on-road driving performance. More specifically, language, fluency and visuospatial subscores presented moderate to high correlations with different driving measures, stressing that deficits on these factors represent impairment on driving ability. Possibly, lower performance on language tasks may be a sign of higher global cognitive decline, consequently affecting the driving performance. The correlation between verbal fluency tasks and the driving outcome also indicates that a specific measure of executive functioning (covering initiative and mental flexibility) could be more powerful than a general cognitive screening result. In this sample, no significant correlation was found between MMSE general score from ACE-R and driving total score, suggesting that ACE-R outcome adds much more information about driving performance than the MMSE. In the expected way showed by the literature, results support the relevance of visuospatial tasks in fitness to drive assessment: visuospatial measures from ACE-R including pentagons, cube (Johansson et al., 1996) and clock drawing (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001), as well as perceptual tasks as dot counting and incomplete letters (Warrington & James, 1991; McKenna, 1998; McKenna & Bell, 2007; McKenna et al., 2004, 2005; Rees et al., 2008), showed a substantial correlation with the on-road driving outcome.

In visual attention tasks, divided attention subtest of UFOV showed the higher correlation with the driving total score, supporting the use of this specific subtest as a potential screening measure for diminished on-road driving performance (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000). Possibly, if the sample study was representative of dementia patients, the discriminative power of UFOV2 would be much lower (Duchek et al., 1998),

as the ability to switch attention from one focus to another, and to select and respond instantly to different stimuli, becomes critical even in the early stages of the disease progression (Parasuraman & Nestor, 1993). Far from the expected way, neither the number sequencing of the Trail Making Test, nor the Cognitron Test, both used to assess selective attention, had significant correlation with driving outcomes, contrary to findings achieved with SDSA Dot cancellation task (Gabaude & Paire-Ficout, 2005; Lincoln et al., 2006, 2010; Richardson & Marottoli, 2003). All SDSA subtests, which seem to measure predominantly attention and executive abilities (Radford & Lincoln, 2004), were correlated with the final driving outcome, but so far with less promising results.

In the sample studied, memory tests were not associated with driving outcomes, and between all measures of executive functioning, the Key Search task (covering planning, organization, decision making, mental flexibility, problem solving and judgment) was the unique test indicating a potential link with driving performance. In fact, results on the subtest of number-letter switching from TMT and the Rule Shift from BADS were not discriminative because of the difficulty of the participants in performing the tasks, while Key Search was “accessible” for all. These results on Rule Shift are incongruous when compared with previous empirical studies (McKenna & Bell, 2007; McKenna et al., 2004; McKenna et al., 2005; Rees et al., 2008), suggesting the need to review the instructions of administration, particularly the translation into Portuguese (translate - translate back method).

In the assessment of reaction times, a choice RT task including eye-hand-pedal responses seems to be more predictive of driving performance than a simple or choice RT task just with eye-hand responses. In fact, the reported studies show larger associations between choice RT tests and

driving measures, than simple RT measures. However, some discrepant results on studies (Lundberg et al. 1998; Richardson & Marottoli, 2003; Stutts et al. 1998) support the need to improve the validity of these tasks, since the tests included mainly eye-hand responses.

From the analysis of the neuropsychological variables with significant differences between groups with distinct level of driving performance, results indicate that participants with diminished driving performance are significantly disadvantaged on integrated aspects like divided attention, visuospatial abilities, executive functioning and eye-hand-pedal coordination speed. Despite the fact that these abilities are theoretically and empirically essential for driving (Anstey et al., 2005), a larger sample size could open new perspective findings about which neuropsychological tests best predict on-road driving performance in a general sample of elderly people. The continuity of this research project is needed in order to conduct, in the future, to a more rigorous psychological examination of older drivers, as well as to contribute to prevention and road safety in this age group.

## **ACKNOWLEDGMENTS**

This research is included in a project financed by Fundação para a Ciência e Tecnologia (SFRH/BD/27255/2006). The authors thank the support of the Institute of Mobility and Land Transports, I.P. for accessing the sample, and the Portuguese Auto Club for conducting the on-road assessments.

The first author would like to thank Nadina Lincoln from the University of Nottingham for her teachings in neuropsychological assessment methods relevant to driving, and for her collaboration on the adaptation of the Stroke Drivers Screening Assessment to be used in Portugal. The first author also wishes to thank Patricia McKenna for sharing her research experience with the Rookwood Driving Battery, and for all her valuable suggestions to this paper. Finally, the first author wishes to acknowledge

Janice Rees' contribution in providing relevant material and discussion matters for this research project.

## REFERENCES

- Anderson, S., Rizzo, M., Shi, Q., Uc, E., & Dawson, J. (2005). Cognitive abilities related to driving performance in a simulator and crashing on the road. *Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 286-292). Iowa City: University of Iowa.
- Anderson, S., Rizzo, M., Skaar, N., Stierman, L., Cavaco, S., Dawson, J. *et al.* (2007). Amnesia and driving. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(1), 1-12.
- Anstey, K., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25, 45-65.
- Ayres, A. (1966). *Southern California Figure-Ground Visual Perception Test*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Ball, K., Owsley, C., Sloane, M., Roenker, D., Sloane, M., & Bruni, J. (1993). Visual attention problems as predictor of vehicle crashes in older drivers. *Investigative Ophthalmology & Visual Science*, 34, 3110-3123.
- Ball, K., & Roenker, D. (1998). *Useful Field of View*. San Antonio: The Psychological Corporation.
- Ball, K., Roenker, D., Wadley, V., Edwards, J., Roth, D., McGwin, G. *et al.* (2006). Can high-risk older drivers be identified through performance-based measures in a Department of Motor Vehicles setting? *Journal of the American Geriatrics Society*, 54(1), 77-84.
- Benton, A. (1974). *Revised Visual Retention Test* (4<sup>th</sup> ed.). New York: The Psychological Corporation.
- Benton, A., & Hamsher, K. (1978). *Multilingual Aphasia Examination*. Iowa City: University of Iowa.
- Benton, A., Hamsher, D., Varney, N., & Spreen, O. (1983). *Contributions to neuropsychological assessment: A clinical manual*. New York: Oxford University Press.
- Bieliauskas, L., Roper, B., Trobe, J., Green, P., & Lacy, M. (1998). Cognitive measures, driving safety, and Alzheimer disease. *The Clinical Neuropsychologist*, 12, 206-212.
- Blessed, G., Tomlinson, B., & Roth, M. (1968). The association between quantitative measures of dementia and of senile change in the cerebral grey matter of elderly subjects. *British Journal of Psychiatry*, 114, 797-811.
- Brouwer, W., Ponds, R., & Woffelaar, P. (1989). Divided attention 5 to 10 years after severe closed head injury. *Cortex*, 25, 219-230.



- Brown, L., Ott, B., Papandonatos, G., Sui, Y., Ready, R., & Morris, J. (2005). Prediction of on-road driving performance in patients with early Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(1), 94-98.
- Chan, R., Shum, D., Touloupoulou, T., & Chen, E. (2008) Assessment of executive functions: Review of instruments and identification of critical issues. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 23, 201-216.
- Cushman, L. (1996). Cognitive capacity and concurrent driving performance in older drivers. *International Association of Traffic and Safety Sciences Research*, 20(1), 38-45.
- Daigneault, G., Joly, P., & Frigon, J-Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(2), 221-238.
- D'Elia, L., Satz, P., Uchiyama, C., & White, C. (1996). *Color Trail Test*. Odessa, TX: Psychological Assessment Resources.
- Delis, D., Kaplan, E., & Kramer, J. (2001). *The Delis-Kaplan Executive Function System*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- De Raedt, R. & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). The relationship between cognitive/ neuropsychological factors and car driving performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(12), 1664-1668.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001). Short cognitive/neuropsychological test battery for first-tier fitness-to-drive assessment of older adults. *The Clinical Neuropsychologist*, 15(3), 329-336.
- Dubinsky, R., Stein, A., & Lyons, K. (2000). Practice parameter: Risk of driving and Alzheimer's disease (an evidence-based review): Report of the quality standards subcommittee of the American Academy of Neurology. *Neurology*, 54(12), 2205-2211.
- Duchek, J., Carr, D., Hunt, L., Roe, C., Xiong, C., Shah, K. *et al.* (2003). Longitudinal driving performance in early-stage dementia of the Alzheimer type. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(10), 1342-1347.
- Duchek, J., Hunt, L., Ball, K., Buckles, V., & Morris, J. (1998). Attention and driving performance in Alzheimer's disease. *Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 53(2), P130-P141.
- Elkin-Frankston, S., Lebowitz, B., Kapust, L., Hollis, A., & O'Connor, M. (2007). The use of the Color Trails Test in the assessment of driver competence: Preliminary report of a culture-fair instrument. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(5), 631-635.
- ERSO, European Road Safety Observatory (2006) Older Drivers, retrieved August 10, 2007 from [www.erso.eu](http://www.erso.eu)
- Essilor Ergovision (n.d.). Manuel de référence. Créteil: Essilor.
- Faber-Langendoen, K., Morris, J., Knesvich, J., LaBarge, E., Miller, J., & Berg, L. (1988). Aphasia in senile dementia of the Alzheimer type. *Annals of Neurology*, 23, 365-370.
- Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2007). Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the Forth International Driving Symposium on*

- Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 511-518). Iowa City: University of Iowa.
- Firmino, H., Simões, M., Pinho, S., Cerejeira, J., & Martins, C. (2008). *Avaliação Cognitiva de Addenbrooke*. Experimental Portuguese version of the Addenbrooke's Cognitive Examination–Revised (ACE-R).
- Fitten, L., Perryman, K., Wilkinson, C., Little, R., Burns, M., Pachana, N. *et al.* (1995). Alzheimer and vascular dementias and driving. A prospective road and laboratory study. *Journal of the American Medical Association*, *273*(17), 1360-1365.
- Folstein, M., Folstein, S., & McHugh, P. (1975). Mini-Mental State: A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *Journal of Psychiatric Research*, *12*, 189-198.
- Fox, G., Bowden, S., Bashford, G., & Smith, D. (1997). Alzheimer's disease and driving: Prediction and assessment of driving performance. *Journal of the American Geriatrics Society*, *45*(8), 949-953.
- Gabaude, C., & Paire-Ficout, L. (2005). Toward a driving competency assessment encouraging elderly's automobility: A French point of view. *Proceedings of the Third International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 325-334). Iowa City: University of Iowa Public Policy Center.
- Goode, K., Ball, K., Sloane, M., Roenker, D., Roth, D., Myers, R. *et al.* (1998). Useful field of view and other neurocognitive indicators of crash risk in older adults. *Journal of Clinical Psychology in Medical Settings*, *5*, 425-440.
- Hartley, A. (2005). Changing role of the speed of processing construct on the Cognitive Psychology of human aging. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *Handbook of the Psychology of Aging* (6<sup>th</sup> ed.) (pp. 183-208). San Diego, CA: Academic Press.
- Heaton, R. (1981). *Wisconsin Card Sorting Test manual*. Odessa, FL: Psychological Assessment Resources.
- Hu, P., Jones, D., Reuscher, T., Schmoyer, R., & Truett, T. (2000). Projecting fatalities in crashes involving older drivers. Report for the National Highway Traffic Safety Administration. Oak Ridge National Laboratory: Tennessee.
- Hultsch, D., MacDonald, S., & Dixon, R. (2002). Variability in reaction time performance of younger and older adults. *Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, *57B*(2), P101-P115.
- Hunt, L., Morris, J., Edwards, D., & Wilson, B. (1993). Driving performance in persons with mild senile dementia of the Alzheimer type. *Journal of the American Geriatrics Society*, *41*, 747-753.
- Hunt, L., Murphy, C., Carr, D., Duchek, J., Buckles, V., & Morris, J. (1997). Reliability of the Washington University Road Test. A performance-based assessment for drivers with dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*, *54*(6), 707-712.
- Johansson, K., Bronge, L., Lundberg, C., Persson, A., Seideman, M., & Viitanen M. (1996). Can a physician recognize an older driver with increased crash risk potential? *Journal of the American Geriatrics Society*, *44*(10), 1198-1204.

- Kantor, B., Mager, L., Richardson, V., & Unroe, K. (2004). An analysis of an older driver evaluation program. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(8), 1326-1330.
- Kaplan, E., Goodglass, H., & Weintraub, S. (1983). *The Boston Naming Test*. Boston: Veterans Administration Medical Center.
- Kessler, J. & Pietrzyk, U. (2003). *Manual Continuous Visual Recognition Task (FVW)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Lezak, M., Howieson, D., & Loring, D. (2004). *Neuropsychological assessment* (4<sup>th</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Lesikar, S., Gallo, J., Rebok, G., & Keyl, P. (2002). Prospective study of brief neuropsychological measures to assess crash risk in older primary care patients. *Journal of the American Board of Family Practice*, 15(1), 11-19.
- Levander, S. (1988). *An Automated Psychological Test Battery, IBM-PC version (APT-PC)*. (Research Reports from the Department of Psychiatry and Behavioural Medicine, University of Trondheim, Vol. 11, No 65). Trondheim, Norway: University of Trondheim.
- Lezak, M., Howieson, D., & Loring, D. (2004). *Neuropsychological assessment* (4<sup>th</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Lincoln, N., Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009). Avaliação Breve de Condutores com Acidente Vascular Cerebral. Portuguese Experimental Version<sup>®</sup> of Stroke Drivers Screening Assessment (Nouri & Lincoln, 1994).
- Lincoln, N., Radford, K., Lee, E., & Reay, A. (2006). The assessment of fitness to drive in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 21, 1044-1051.
- Lincoln, N. B., Taylor, J., Vella, K., Bouman, W., Radford, K. (2010). A prospective study of cognitive tests to predict performance on a standardised road test in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25(5), 489-496.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (1998). Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 371-377.
- Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., & Johansson, K. (2003). License suspension revisited: A 3-year follow-up study of older drivers. *The Journal of Applied Gerontology*, 22(4), 427-444.
- MacGregor, J., Freeman, D., & Zhang, D. (2001). A traffic sign recognition test can discriminate between older drivers who have and have not had a motor vehicle crash. *Journal of American Geriatric Society*, 49(4), 466-469.
- Marmeleira, J. F., Ferreira, I. S., Godinho, M. B., & Fernandes, O. M. (2007). Time-to-arrival and Useful Field of View: Associations with reported driving difficulties among older adults. In Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the Forth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 91-97). Iowa City: University of Iowa.
- McKenna, P. (1998). Fitness to drive: A neuropsychological perspective. *Journal of Mental Health*, 7(1), 9-18.
- McKenna, P. (2008). *Rookwood Driving Battery*. UK: Pearson Assessment.

- McKenna, P., & Bell, V. (2007). Fitness to drive following cerebral pathology: The Rookwood Driving Battery as a toll for predicting on-road driving performance. *Journal of Neuropsychology, 1*, 85-100.
- McKenna, P., Jefferies, L., Dobson, A., & Frude, N. (2004). The use of a cognitive battery to predict who will fail an on-road driving test. *British Journal of Clinical Psychology, 43*, 325-336.
- McKenna, P., Rees, J., Skucek, E., Nichols, E., Fisher, P., Bayer, T., et al. (2005). The Rookwood Driving Battery and the older adult. In G. Underwood (Ed.), *Traffic and transport psychology: Theory and application* (pp. 115-126). Oxford: Elsevier.
- Mattis, S. (1976). Mental status examination for organic mental syndrome in the elderly patient. In R. Bellak, & B. Karasu (Eds.), *Geriatric psychiatry* (pp. 77-121). New York: Grune & Stratton.
- Money, J. (1976). *A Standardized Road Map of Directional Sense*. San Rafael, CA: Academic Therapy Publications.
- Morris, J. (1993). The Clinical Dementia Rating (CDR): Current version and scoring rules. *Neurology, 43*, 2412-2414.
- Myers, E., Ball, K., Kalina, T., Roth, D., & Goode, K. (2000). Relation of useful field of view and other screening tests to on-road driving performance. *Perceptual and Motor Skills, 91*, 279-290.
- Nelson, H. (1991). *The National Adult Reading Test*. Windsor: NFER-Nelson.
- Odenheimer, G., Beaudet, M., Jette, A., Albert, M., Grande, L., & Minaker, K. (1994). Performance-based driving evaluation of the elderly driver: safety, reliability, and validity. *Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences, 49*(4), M153-M159.
- OECD, Organization for Economic Co-operation and Development (2001). *Ageing and transport: Mobility needs and safety issues*. Paris: OECD Publications.
- Ott, B., Festa, E., Amick, M., Grace, J., Davis, J., & Heindel, W. (2008a). Computerized maze navigation and on-road performance by drivers with dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology, 21*(1), 18-25.
- Ott, B., Heindel, W., Papandonatos, G., Festa, E., Davis, J., Daiello, L. et al. (2008b). A longitudinal study of drivers with Alzheimer disease. *Neurology, 70*, 1171-1178.
- Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Sloane, M., Roenker, D., White, M. et al. (1998). Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults. *Journal of the American Medical Association, 279*(14), 1083-1088.
- Owsley, C., Ball, K., Soane, M., Roenker, D., & Bruni, J. (1991). Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers. *Psychology and Aging, 6*, 403-415.
- Parasuraman, R., & Nestor, P. (1993). Attention and driving: Assessment in elderly individuals with dementia. *Clinics in Geriatric Medicine, 9*, 377-378.
- Radford, K., & Lincoln, N. (2004). Concurrent validity of the Stroke Drivers Screening Assessment. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 85*, 324-328

- Rees, J., McKenna, P., Bell, V., Skucek, E., Nichols, E., Fisher, P. (2008). The Rookwood Driving Battery: Normative older adult performance. *British Journal of Clinical Psychology, 47*(2), 139-151.
- Reitan, R. (1992). *Trail Making Test: Manual for administration and scoring*. Tucson, AZ: Reitan Neuropsychology Laboratory.
- Rey, A. (1941). L'examen psychologique dans les cas d'encephalopathie traumatique. *Archives de Psychologie, 28*, 215-285.
- Rey, A. (1964). *L'examen clinique en psychologie*. Paris: Presses Universitaires de France.
- Richardson, E., & Marottoli, R. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences, 58*(9), M832-M836.
- Salthouse, T., Mitchell, D., Skovronek, E., Babcock, R. (1989). Effects of adult age and working memory on reasoning and spatial abilities. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition, 15*, 507-516.
- Schuhfried, G. (1998). *Manual Determination Test (DT)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Schuhfried, G., & Prieler, J. (1997). *Manual Reaction Test (RT)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Shallice, T. (1982). Specific impairments of planning. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological Sciences, 298*(1089), 199-209.
- Sims, R., McGwin, J., Allman, R., Ball, K., & Owsley, C. (2000). Exploratory study of incident vehicle crashes among older drivers. *Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences, 55A*(1), M22-M27.
- Sims, R., Owsley, C., Allman, R., Ball, K., & Smoot, T. (1998). A preliminary assessment of the medical and functional factors associated with vehicle crashes by older adults. *Journal of the American Geriatrics Society, 46*, 556-561.
- Snellgrove, C. (2005). *Cognitive screening for the safe driving competence of older people with mild cognitive impairment or early dementia*. Canberra: Australian Transport Safety Bureau.
- Spreen, O., & Strauss, E. (1998). *A compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*. New York: Oxford University Press.
- Stephens, B., McCarthy, D., Marsiske, M., Shechtman, O., Classen, S., Justiss, M. et al. (2005). International Older Driver Consensus Conference on Assessment, Remediation and Counseling for Transportation Alternatives: Summary and Recommendations. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics, 23*(2-3), 103-121.
- Stern, R., & White, T. (2003). *Neuropsychological Assessment Battery*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources, Inc.
- Sternberg, S. (1975). Memory screening: New findings and current controversies. *Quarterly Journal of Experimental Psychology, 27*, 1-32.
- Strauss, A., Sherman, E., & Spreen, O. (2006). *Compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Oxford University Press.

- Stroop, J. R. (1935). Studies of interference in serial verbal reactions. *Journal of Experimental Psychology*, 12, 643-662.
- Strub, R., & Black, F. (1985). *Mental status examination in neurology* (2<sup>nd</sup> ed.). Philadelphia: F. A. Davis.
- Stutts, J., Stewart, J., & Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 337-346.
- Trobe, J., Waller, P., Cook-Flannagan, C., Teshima, S., & Bieliauskas, L. (1996). Crashes and violations among drivers with Alzheimer Disease. *Archives of Neurology*, 53(5), 411-416.
- Uc, E., Rizzo, M., Anderson, S., Shi, Q., & Dawson, J. (2004). Driver route-following and safety errors in early Alzheimer disease. *Neurology*, 63, 832-837.
- Wahlin, Å., Bäckman, L., & Winblad, B. (1995). Free recall and recognition of slowly and rapidly presented words in very old age: A community-based study. *Experimental Aging Research*, 21, 251-271.
- Wagner, M., & Karner, T. (2001). *Manual Cognitrone (COG)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Warrington, E., & James, M. (1991). *The Visual Object and Space Perception Battery*. Titchfield: Thames Valley Test Company.
- Wechsler, D. (1981). *Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (1987). *Wechsler Memory Scale-Revised*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Wechsler, D. (2008). *Escala de Inteligência de Wechsler para Adultos* (3<sup>a</sup> ed.). Lisboa: Cegoc-Tea.
- Wilson, B., Alderman, N., Burgess, P., Emslie, H., & Evans, J. (1996). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company.
- Whelihan, W., DiCarlo, M., & Paul, R. (2005). The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20, 217-228.
- Wood, J., Anstey, K., Kerr, G., Lacherez, P., Lord, S. (2008). A multidomain approach for predicting older driver safety under in-traffic road conditions. *Journal of American Geriatrics Society*, 56, 986-993.
- Zachary, R. (1986). *Shipley Institute of Living Scale: Revised manual*. Los Angeles, CA: Western Psychological Services.
- Zazzo, R. (1949). *Test des deux barrages*. Issy-les-Moulineaux: Editions Scientifiques et Psychotechniques.
- Zimmerman, P., & Fimm, B. (1994). *Testbatterie zur aufmerksamkeitsprüfung "TAP" 102.C*. Freiburg-Würselen, Germany: Psychologische Testsysteme.



## **ESTUDO VI**





## **The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers**

Inês S. Ferreira<sup>1</sup>, Mário R. Simões<sup>2</sup>, João Marôco<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo Comportamental (CINEICC), Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra, Coimbra, Portugal.

<sup>2</sup> Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo Comportamental (CINEICC), Psychological Assessment Lab., Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra, Coimbra, Portugal.

<sup>3</sup> Instituto Superior de Psicologia Aplicada - Instituto Universitário, Lisboa, Portugal.

### **Estudo publicado:**

Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012). The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 278–286. doi: 10.1016/j.aap.2012.03.036

### **ABSTRACT**

Considerable research has shown that neuropsychological tests are predictive of real-world driving ability. The Mini-Mental State Examination (MMSE) is a brief cognitive test that has been commonly used in the assessment of older drivers. However, this test has inherent problems that limit its validity to evaluate cognitive abilities related to driving and to screen for driving impairments in non-demented people. Therefore, it is useful to test new screening instruments that may predict potential unsafe drivers who require an in-depth neuropsychological assessment in a specialised centre. To date, the utility of the Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R) as an indicator of driving ability has not been established. In the current study, fifty older drivers (mean age = 73.1 years) who were referred for a psychological assessment, the protocol of which included the ACE-R, underwent an on-road driving test. Using linear discriminant analyses, the results highlighted the higher classification accuracy of the

ACE-R compared to the MMSE score, particularly for detecting unsafe drivers. Measures of visuospatial and executive functions, which are not incorporated in the MMSE score, had an incremental value in the prediction of driving ability. This emerging brief cognitive test may warrant additional study for use in the fitness to drive assessment of older adults.

**Keywords:** Addenbrooke's Cognitive Examination Revised, fitness to drive, prediction, on-road assessment, older driver.

## 1. Introduction

Traffic safety for older drivers is a growing public health issue. The demographics of aging and life expectancy give rise to an increasing number of older licensed drivers on the road, as the personal automobile constitutes the primary mode of transport for the emerging elderly drivers (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2001). Older drivers have a high rate of traffic fatality, caused both by crash involvement and injury severity (European Road Safety Observatory, 2006). Cognitive decline is more prevalent with aging and certain medical conditions (such as dementia), and the relation between cognitive decline and greater crash risk and unsafe driving performance is well documented (Carr and Ott, 2010).

Investigations have shown that neuropsychological tests measure abilities that are relevant for everyday/real-world functioning, including driving an automobile (Morgan and Heaton, 2009). For instance, two meta-analyses of the literature, one of persons with dementia (Reger et al., 2004) and one of older adults without a dementia diagnosis (Mathias and Lucas, 2009), provided support for the utility of tests of visuospatial abilities and visual attention, respectively, in predicting real-world driving ability. Tests of executive functions have also shown promise in predicting on-road (Ott et

al., 2008; Whelihan et al., 2005) and crash involvement (Daigneault et al., 2002), although executive functioning has not been examined as extensively as other neurocognitive domains. Nevertheless, neuropsychological test scores do not correlate entirely with functional outcomes (Sadek and van Gorp, 2010), and current investigations attempt to conclude the most effective assessment methods for detecting driving deficits (Morgan and Heaton, 2009).

The Mini-Mental State Examination (MMSE; Folstein et al., 1975) is a cognitive screening test that has been widely used as a potential predictor of driving ability (cf., Reger et al., 2004), although it was not designed for this purpose. The investigations have produced conflicting results. A report from the American Medical Association (Iverson et al., 2010) concluded that an MMSE score lower than 25 points could be useful in identifying patients at increased risk of unsafe driving; however, due to conflicting data, any correlation with driving performance remains unclear.

Several serious limitations have been identified in respect to the MMSE as a means of screening for driving impairments. These limitations include the poor sensitivity for those scoring at the mid-range (Marcotte and Scott, 2010) and the weaker association with driving measures at the higher end of the scale (score greater than 26) (Fitten et al., 1995). In addition, the MMSE is based almost entirely on verbal cognitive function at the expense of non-dominant hemisphere skills and executive functions (Bak and Mioshi, 2007), which are the most related to various driving measures (cf., Amick et al., 2007; Daigneault et al., 2002; Lincoln et al., 2010; Reger et al., 2004; Whelihan et al., 2005). Moreover, the assessment of attention (verbal modality) is quite superficial. In fact, when additional measures of attention, visuospatial and executive functions are considered along with MMSE scores, the prediction accuracy of driving ability

increases (Ott et al., 2005). Due to these limitations, a new brief cognitive instrument to screen for driving-related cognitive impairment in the elderly is warranted. Such an instrument would be particularly useful for primary care physicians who are responsible for decisions regarding their patients' fitness to drive. As driving fitness relies on a functional evaluation of multiple domains (cognitive, motor, perceptual, and psychiatric), no single test is sufficient to determine whether an individual is unsafe to drive (Rizzo, 2011). However, a cognitive screening test could be achieved to identify potential unsafe drivers (Wolfe and Clark, 2012) who require further neuropsychological (and, if available, on-road) assessment at a specialised centre.

Cognitive impairment is a recognised driving risk factor that could be related to deficits in attention, perception, memory and executive functions (Rizzo and Kellison, 2010), specific skills that are assessed by a recent cognitive screening test, the Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R; Mioshi et al., 2006). Driving impairments might be expected in various populations, as normal aging, clinical neurologic disease (namely, Alzheimer's Disease, Parkinson's Disease, Multiple Sclerosis, Stroke) and psychiatric conditions (namely, Major Depression, Schizophrenia) that affect a person's cognitive functioning and may impact driving ability (Marcotte and Scott, 2009). ACE-R research has examined these conditions (e.g., Alexopoulos et al., 2010; Dudas et al., 2005; Hamilton et al., 2009; Kwak et al., 2010; Mathew et al., 2011; Pendlebury et al., 2012; Reyes et al., 2009).

The goal of the current study is to examine the potential value of the ACE-R for predicting driving ability in older drivers. There are a number of reasons to analyse this brief cognitive test in relation to on-road driving performance. Firstly, it is a more accurate means of detecting early

cognitive dysfunction than the MMSE, with a number of added items to increase its sensitivity to specific dementing diseases (e.g., Alexopoulos et al., 2010; Mioshi et al., 2006; Simões et al., 2011; Torralva et al., 2011; Yoshida et al., 2012) that might adversely affect driving abilities and increase crash risk (Iverson et al, 2010). Secondly, it comprises an MMSE score and sub-scores in five cognitive domains, which could provide qualitative and discriminative data regarding the patient's driving-related cognitive profile. Thirdly, the ACE-R may provide some discriminating value for driving ability, as it includes tasks that are similar to those previously associated with driving measures (cf., De Raedt and Ponjaert-Kristoffersen, 2001; Johansson et al., 1996; Marotoli et al., 1994). Finally, the ACE-R is a brief, inexpensive, and easily administered tool. If it is validated to predict crash risk or driving ability, it would be appealing to primary care health settings. The current research examines whether this screening tool for cognitive impairment is useful in predicting driving impairment in older adults.

## **2. Methods**

### *2.1. Participants*

The current investigation was conducted at the Psychological Laboratory of Mobility and Land Transports Institute (MLTI), the unique state centre that performs psychological examinations of driving fitness in Portugal. The participants' primary care physician referred them due to doubts about their driving-related cognitive abilities during a fitness to drive assessment. The inclusion criteria of the present study were as follows:

aged 65 years or older; living independently in the community; without a requirement for specific adaptive equipment for driving; auditory and/or language functioning compatible with verbal comprehension and/or expression (pre-requisite for on-road and neuropsychological testing); visual acuity in the central field of view (far-sight, with regular correction) within licensing requirements in Portugal; and at least ten years of driving experience, including driving experience in the last month. During the data collection period (November 2009 to December 2010), the MLTI examined 83 drivers aged 65 years or more, of whom 23 did not take part in the research protocol: 16 persons did not meet the inclusion criteria (eight because of the presence of motor deficits and needs for specific adaptive equipment for driving, one did not fulfil the visual acuity licensing requirements, two persons were aphasic with severe deficits in verbal communication), six were not scheduled in the days of the investigation, four were not assessed due to the absence of the driving examiner and two refused to participate. Of a total of 60 drivers who completed the research protocol, 50 participants aged 65-88 years ( $M = 73.1$ ,  $SD = 7.0$ ) were selected to obtain a study sample with equally sized groups defined by the dependent variable (safe/unsafe) and equally distributed by the reason for referral (aging, physical, neurological or psychiatric). This sampling strategy was designed to minimise the potential negative influence of unequally sized groups on the statistical analysis (discriminant function and classification cases) and to balance the range of reasons physicians requested a further psychological assessment in a specialised centre. The participants were referred for the following reasons: aging ( $n = 24$ ); physical disorders ( $n = 4$ ), including rheumatoid arthritis ( $n = 2$ ), prosthesis on both feet ( $n = 1$ ), congenital myopathy ( $n = 1$ ); neurological disorders ( $n = 12$ ), including Parkinson disease ( $n = 6$ ), dementia of Alzheimer type ( $n = 2$ ),

stroke ( $n = 2$ ), cerebral angioma ( $n = 1$ ) and multiple sclerosis ( $n = 1$ ); and psychiatric disorders ( $n = 10$ ), including depression ( $n = 10$ ), remote history of alcohol abuse ( $n = 3$ ), residual schizophrenia ( $n = 1$ ) and bipolar disorder ( $n = 1$ ). Participants had a mean education of 6.18 years ( $SD = 4.3$ ; min = 4; max = 20). As to the educational level, 64% completed primary school (fourth grade), 22% middle school (ninth grade), 2% high school (twelfth grade) and 12% were university graduates. The number of school years completed by the overall Portuguese population over 64 years is as follows: 36.2% are illiterate, 46.4% complete primary education, 9.4% middle school, 3.0% high school, and 5.0% university graduation (INE, 2011). Because basic literacy (to know how to read and write) is a requisite to obtain a Portuguese driving licence, illiterate people are not represented in the study sample.

## *2.2. Procedure*

This study was approved by the Scientific Board of Faculty of Psychology and Educational Sciences of the University of Coimbra and the MLTI. All of the ethical principles of the Declaration of Helsinki were followed. Prior to participation, the subject received written information regarding the purpose of the study, and written informed consent was obtained. As the protocol assessment presented in this study is not found in a regular fitness to drive assessment in Portugal (particularly an on-road driving test), subjects were assured that results were confidential and had no bearing on their driving license. Because 22 (40%) of the participants had an expired driving license due to the waiting list and time (2-3 months on average) between the physician's referral and the date of assessment,



an application form was also signed by the participant and an official representative of the MLTI to permit the participants to drive on a public road. The evaluations were performed individually in a single session, and the order between the cognitive and driving testing was counterbalanced in the sample. The research protocol included a multimodal assessment that collected data on demographic, clinical and driving history (through the driving process and an interview), visual function (far visual acuity, chromatic vision, and stereoscopic vision), cognitive functioning (ACE-R) and driving ability. Although vision was previously screened by physicians, visual function was examined prior to the written informed consent to ensure the selection of participants without visual problems that would affect the cognitive and driving outcomes.

The on-road driving test was carried out by an accredited professional examiner who was blind to the participants' cognitive and personal data. The road test was conducted on a 10-km predetermined route in central Lisbon (Portugal) on the same day of the week and during an off-peak period (between 12 h and 14 h). The course began in a residential area as a familiarisation period with the experimental vehicle and driver examiner and proceeded to local and arterial roads. The route was outlined to ensure a consistently low to moderate level of traffic conditions and to enable the observation of driving behaviour in different driving situations (e.g., crossroads, roundabouts). The mean total time of the driving test was 50 min. The vehicle was fitted with manual transmission (the most familiar for all participants) and a dual-brake control system. The assessment was based on a driving measure, the Driving Behaviours Observation Grid (description in instruments section), that was completed after the road assessment. The examiner provided an initial standard instruction that omitted words such as "assessment" or "examination" to minimise potential

anxiety that might produce a negative effect on driving performance. Standard verbal directional instructions were also provided during the course, and the examiner intervened physically (using the dual-brake or steering wheel) or verbally when required for safety. An interrater reliability study between the driving examiner and a research psychologist (in the front and rear passenger seat, respectively), who was previously trained on driving observation, was conducted on 24% of the study sample. To ensure that both observers were blind to the cognitive results, the interrater assessments only included observations of participants who had driven before the cognitive test.

### *2.3. Instruments*

1. The ACE-R (Addenbrooke's Cognitive Examination Revised) is a brief cognitive test that was developed to detect mild cognitive impairment and dementia. For the ACE-R original reference, see Mioshi, Dawson, Mitchell, Arnold and Hodges (2006). It provides an MMSE score and five sub-scores that represent cognitive domains, namely attention and orientation (18 pts), memory (26 pts), letter and category verbal fluency (14 pts), language (26 pts) and visuospatial ability (16 pts). The total score is obtained by summing all of the sub-scores, ranging from 0 to 100, of which the MMSE score (30 pts) is part. Higher scores indicate better cognitive functioning. The Portuguese ACE-R version (Firmino et al., 2008) used in the present study was adapted with authorisation and advice from the authors of the original version.

2. The DBOG (Driving Behaviours Observation Grid) is a driving performance evaluation (unpublished) that was developed for a research project on the neuropsychological assessment of older drivers. Based on a literature review of studies with road tests for people with cognitive disabilities (Akinwuntan et al., 2003; De Raedt and Ponjaert-Kristoffersen, 2001; Fitten et al, 1995; Hunt et al, 1997; Janke and Eberhard, 1998; Radford, 2001), the present version was developed with the consensus of two independent experts on driving examinations. To develop a valid driving assessment for older people, the driving habits and difficulties that previous research found for this group (Ferreira et al., 2007) were also taken into account . The grid consists of 50 items or driving behaviours distributed across the following 10 categories or specific scores: (a) pre-driving checks (3 items), as mirrors, seat belt; (b) vehicle control (7 items), as accelerator, footbrake; (c) visual search (3 items), as for traffic signs, for potential hazards; (d) communication with other road users (2 items), as use of indicator, response to signals from road users; (e) driving on urban roads (15 items), as lateral position, awareness of pedestrians; (f) driving on the freeway (6 items), as speed choice, safety distance; (g) turning at junctions (4 items), as give right of way, trajectory; (h) driving on roundabouts (4 items), as position for lane choice, merging; (i) specific manoeuvres (3 items), as turn in the road, reverse parking; (j) other specific behaviours (3 items), as confidence, self-regulation according to deficits. Each driving item is scored on the following 3-point scale: 2 = correct driving behaviour, 1 = minor error (not affecting safety) and 0 = major error (severe enough to affect safety). A general score is obtained by summing all of the items, ranging from 0 to 100, in which a higher score indicates

better driving performance. Based on the frequency and severity of observed behaviours during the driving task, the examiner indicates the final qualitative outcome of the participant's driving ability as safe or unsafe. The unsafe classification is applied to drivers who commit several systematic errors with sufficient severity to affect safety (e.g., lane changes without looking, obstructs other cars at crossings, inappropriate brake/accelerator).

#### *2.4. Statistical analyses*

For demographic, medical, driving and cognitive data, a one-way analysis of variance or chi-squared ( $\chi^2$ ) test was applied to compare the study groups. Discriminant analyses were performed to assess whether the predictor variables (independent variables) distinguished between safe and unsafe drivers (dependent variable) on a road test. Receiver operating characteristic (ROC) curves were plotted to compare the area under the curve between the ACE-R and MMSE scores. For the reliability study of the DBOG, the Pearson's correlation coefficient was used to assess correlations between specific scores and the general score and the interrater concordance between all scores. Partial correlations were also computed between the driving measure scores and ACE-R outcomes. All analyses were conducted using SPSS Statistics (version 20.0, Chicago, IL) with the exception of the ROC analysis, which was performed in MedCalc (version 11.1, Mariakerke, Belgium).

### 3. Results

#### 3.1. Comparison of non-cognitive variables between safe and unsafe drivers

As shown in Table I, the safe and unsafe groups were similar on the demographic (age, gender and years of schooling), reason for referral, visual function (far visual acuity and stereoscopic vision) and driving variables (years of driving experience, professional driver experience and driving incidents in previous two years). The chromatic vision, not listed in the table, was found as normal in all participants.

**Table I**  
Demographic, medical, and driving characteristics of the study groups.

	Safe (n = 25)	Unsafe (n = 25)	$p^a$
Demographic			
Age (M, SD)	72.36, 7.65	73.92, 6.34	.436
Age groups (65-74/75-88)	16/9	12/13	.254
Gender (male/female)	23/2	21/4	.384
Years of schooling (M, SD)	7.24, 5.09	5.12, 3.17	.084
Medical			
Reason for referral (age/physical/neurological/psychiatric)	12/2/6/5	12/2/6/5	1.000
Far visual acuity (M, SD)	0.67, 0.15	0.60, 0.14	.100
Stereoscopic vision (absent-reduced/average-superior)	9/16	8/17	.771
Driving experience			
Years of driving experience (M, SD)	44.56, 11.85	39.60, 12.83	.162
Professional driver experience (yes/no)	6/19	4/21	.480
Driving incidents in previous two years <sup>d</sup> (yes/no)	7/18	5/20	.508

<sup>a</sup>Differences between groups were tested by ANOVA, with the exception of gender, reason for referral, professional driver experience and driving incidents in previous two years, which were evaluated by  $\chi^2$  with one degree of freedom.

<sup>b</sup>Self-report data of at-fault automobile crashes and/or state records of moving violations.

The results from the on-road assessment are presented in Table II. All scores from the DBOG were significantly different between the safe and unsafe groups, demonstrating great consistency between the objective observations registered by the examiner and the final qualitative assessment of the participant's driving ability. Comparing the range of values on the general score, a small overlap was observed between 59 and 66 points in which two drivers (both with 59 points) were effectively classified as safe.

**Table II**

Mean, standard deviation and range values of DBOG scores between study groups.

	Safe (N = 25)			Unsafe (N = 25)			p value <sup>a</sup>
	M	SD	Range	M	SD	Range	
General score	87.60	12.47	59-100	52.20	8.94	31-66	.000
Specific scores							
Pre-driving checks	5.60	0.87	3-6	4.28	1.51	1-6	.000
Vehicle control	12.00	2.14	7-14	7.72	2.41	2-13	.000
Visual search	5.32	1.15	3-6	2.92	0.70	1-5	.000
Communication with other road users	3.24	0.88	2-4	1.96	.35	1-3	.000
Driving on urban roads	26.80	3.64	17-30	16.28	2.84	10-21	.000
Driving on the freeway	10.16	2.15	6-12	5.96	1.17	4-9	.000
Turning at junctions	7.16	1.34	4-8	4.24	0.93	2-7	.000
Driving on roundabouts	6.68	1.49	4-8	4.04	0.84	1-6	.000
Specific manoeuvres	5.36	0.91	3-6	2.12	1.83	0-6	.000
Specific behaviours	5.16	1.21	3-6	2.84	0.69	1-4	.000

<sup>a</sup>Differences between groups were tested by ANOVA.

### 3.2. Comparison of ACE-R outcomes between safe and unsafe drivers

There were significant differences between groups on ACE-R outcomes (Table III), with the ACE-R total score presenting the greatest significance, despite the overlap of scores. The visuospatial, fluency and language sub-scores were the only discriminative sub-scores; however, the attention-orientation and memory domains were marginally close to significance.

**Table III**  
Mean, standard deviation and range values of ACE-R outcomes between study groups.

	Safe (N = 25)			Unsafe (N = 25)			p value <sup>a</sup>
	M	SD	Range	M	SD	Range	
<b>Scores</b>							
ACE-R	78.28	10.95	47-94	66.48	14.10	43-93	.002
MMSE	26.48	2.80	18-30	24.48	3.69	18-30	.036
<b>Sub-scores</b>							
Attention-orientation	16.96	1.67	12-18	15.88	2.15	11-18	.053
Memory	16.96	5.78	3-26	14.20	4.66	5-24	.069
Fluency	8.28	2.87	3-14	5.76	3.05	1-12	.004
Language	22.44	3.00	15-26	19.32	5.14	11-26	.012
Visuospatial	13.64	2.34	9-16	11.32	2.89	7-16	.003

Note. ACE-R = Addenbrooke's Cognitive Examination Revised; MMSE = Mini-Mental State Examination.  
<sup>a</sup>Differences between groups are tested by ANOVA.

### 3.3. Discriminant analyses with ACE-R variables to predict driving ability

Different predictor variables were analysed independently with an enter method to highlight their relative contribution in the discriminant

model including leave-one-out classification (Table IV). All Wilks' lambdas were significant at  $p < .05$ .

The first two models (1 and 2) analysed the contribution of an ACE-R score or MMSE score with selected non-cognitive variables (age, gender, years of schooling, far visual acuity and years of driving experience) in predicting on-road driving ability. The only discriminative variable in these models was the cognitive score, and the variable age had the lowest contribution to the classification functions. The next two analyses (models 3 and 4) without the non-cognitive variables demonstrated superior classification accuracy, with a lower percentage of classification errors. The accuracy of predictive models of driving ability with an ACE-R score or MMSE score decreased when non-cognitive variables were accounted for in the discriminant function analyses. Rather than contributing to the discrimination between groups, these variables seemed to produce random errors or noise.

**Table IV**

Percentage of subjects correctly classified by the classification function with leave-one-out cross-validation.

Predictor model	Sensitivity	Specificity	Accuracy
1. ACE-R total score and non-cognitive variables <sup>a</sup>	60	68	64
2. MMSE score and non-cognitive variables <sup>a</sup>	56	60	58
3. ACE-R total score	72	68	70
4. MMSE score	56	76	66
5. Five sub-scores <sup>b</sup>	60	64	62
6. Three discriminating sub-scores <sup>c</sup>	64	64	64
7. Eight discriminating tasks from ACE-R <sup>d</sup>	64	52	58

Note. Sensitivity = percentage of unsafe drivers correctly classified; Specificity = percentage of safe drivers correctly classified; Accuracy = percentage of drivers correctly classified by the model; ACE-R = Addenbrooke's Cognitive Examination Revised; MMSE = Mini-Mental State Examination

<sup>a</sup>ACE-R total score or MMSE score, years of schooling, far visual acuity, years of driving experience, gender and age (ordered by absolute size of correlation within function in both analyses)

<sup>b</sup>Visuospatial, fluency, language, attention-orientation, and memory (ordered by absolute size of correlation within function).

<sup>c</sup>Visuospatial, fluency and language (ordered by absolute size of correlation within function).

<sup>d</sup>Phonemic verbal fluency, retrograde memory, pentagons, naming 10 pictures, pictures comprehension, clock, delayed memory, and cube (ordered by absolute size of correlation within function).



The ACE-R score model demonstrated higher classification accuracy (70%; 35 out of 50 drivers correctly classified), with 72% sensitivity (18/25 unsafe correctly classified), 68% specificity (17/25 safe correctly classified), 69.2% positive predictive value and 70.8% negative predictive value. The MMSE score model exhibited minor sensitivity (56%; 14/25 unsafe correctly classified), high specificity (76%; 19/25 safe correctly classified), and a final accuracy of 66% (33/50 correctly classified), producing positive and negative predictive values of 70% and 63.3%, respectively.

Concerning the ACE-R cognitive domains (models 5 and 6), the visuospatial, fluency and language sub-scores were the only sub-scores that significantly discriminated the two groups, with a higher classification accuracy (64%) than the predictive model with five sub-scores (62%), including the attention-orientation and memory domains. The final model (model 7) that included eight discriminating tasks between the study groups (retrograde memory, phonemic verbal fluency, naming 10 pictures, pictures comprehension, pentagons, cube, clock and delayed memory) only correctly classified 58% of the drivers.

To understand the contribution of each ACE-R discriminating task in accurately predicting safe and unsafe drivers, discriminant analyses were made independently (Table V). The phonemic verbal fluency task represented the most efficient model, with an accuracy of 74% (37/50 drivers correctly classified). The language tasks (naming ten pictures and pictures comprehension) and a visuospatial task (pentagons) were the most efficient in detecting safe drivers (specificity ranging from 80 to 92) but were less robust in detecting unsafe drivers (sensitivity ranging from 48 to 56). Other visuospatial tasks (copying a cube and clock drawing) and memory tasks (retrograde and delayed memory) also efficiently predicted safe and unsafe drivers.

**Table IV**

Sensitivity, specificity and accuracy on cross-validation results of ACE-R discriminating tasks between safe and unsafe drivers.

Predictor model	Sensitivity	Specificity	Accuracy
Retrograde memory	56	76	66
Phonemic verbal fluency	80	68	74
Naming ten pictures	48	80	64
Pictures comprehension	48	92	70
Pentagons	56	80	68
Cube	64	64	64
Clock	64	64	64
Delayed memory	68	64	66

### *3.4. Comparison of ROC curves between the ACE-R score and MMSE score*

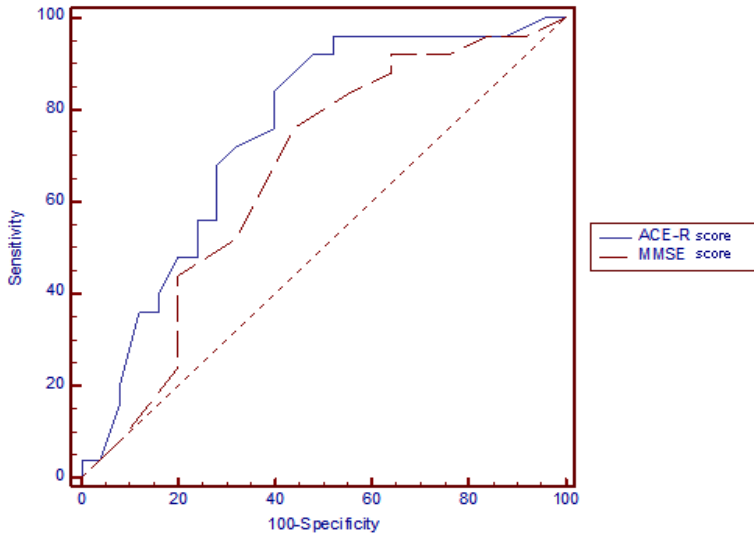
The area under the ROC curve of the ACE-R score was .75 (Figure 1). This score is significantly higher than an AUC of .05 for no discrimination ( $z = 3.46$ ;  $p < .001$ ) and represents acceptable discriminative power ( $0.7 \leq \text{ROC} < 0.8$ ). The area under the ROC curve of the MMSE score was .66, which is also higher than an AUC of .05 for no discrimination ( $z = 2.05$ ;  $p = .040$ ), but with low discrimination ( $0.5 < \text{ROC} < 0.7$ ). The AUC of the ACE-R score was considerably larger than the AUC of the MMSE score, although these differences did not reach significance ( $z = 1.68$ ;  $p = .093$ ).

### *3.5. Reliability of DBOG*

The homogeneity of the DBOG was calculated with correlations between the DBOG specific scores and the DBOG general score, which ranged between 0.516 ( $p < .086$ ) and 0.963 ( $p < .000$ ). With the exception

of “pre-driving checks”, all of the specific scores had a strong correlation ( $r > 0.7$ ) with the general score.

In regards to the results of the DBOG’s interrater reliability study, the dichotomous qualitative outcome (safe/unsafe) of the participants’ driving ability was 100% identical between observers. The correlations between quantitative scores were: pre-driving checks ( $r = 0.06$ ,  $p = .847$ ), vehicle control ( $r = 0.79$ ,  $p = .002$ ), visual search ( $r = 0.89$ ,  $p = .000$ ), communication with other road users ( $r = 0.87$ ,  $p = .000$ ), driving on urban roads ( $r = 0.94$ ,  $p = .000$ ), driving on the freeway ( $r = 0.83$ ,  $p = .001$ ), turning at junctions ( $r = 0.93$ ,  $p = .000$ ), driving on roundabouts ( $r = 0.90$ ,  $p = .000$ ), specific manoeuvres ( $r = 0.98$ ,  $p = .000$ ), specific behaviours ( $r = 0.91$ ,  $p = .000$ ), and general score ( $r = 0.97$ ,  $p = .000$ ).



**Figure I.** ROC curves of the ACE-R and MMSE scores as classification models.

### 3.6. Associations between DBOG and ACE-R outcomes

To determine which road test variables from the DBOG were related to the ACE-R outcomes, partial correlations were computed with visual acuity as a covariate, as this variable was correlated with a number of driving scores ( $r$  ranged from .15 to .35,  $p < .05$ ). The “pre-driving checks” was the only specific score without an association with cognitive outcomes. The ACE-R score and fluency and visuospatial sub-scores were associated with all other driving scores. Comparatively, the MMSE score and the attention-orientation sub-score were only related with three specific scores, vehicle control, visual search, and driving on urban roads, which were associated with all cognitive domains. The memory sub-score was related to “communication with other road users” and “driving on the freeway”, and language domain was associated with “driving on roundabouts”. All of the correlations were moderate.

**Table VI**  
Partial correlations between on-road driving and ACE-R outcomes (after controlling for visual acuity).

	Scores		Sub-scores				
	ACE-R	MMSE	Attention /orientation	Memory	Fluency	Language	Visuospatial
Specific scores							
Pre-driving checks							
Vehicle controls	.44**	.33*	.39**	.32*	.40**	.33*	.33*
Visual search	.51**	.36*	.34*	.40**	.46**	.40**	.37*
Communication with other road users	.39**			.39**	.32*		.30*
Driving on urban roads	.47**	.31*	.32*	.37*	.44**	.34*	.35*
Driving on the freeway	.40**			.34*	.35*		.35*
Turning at junctions	.35*				.35*		.35*
Driving on roundabouts	.38**				.37**	.30*	.36*
Specific manoeuvres	.38**				.37**		.29*
Specific behaviours	.34*				.37*		.33*
General score	.45**	.30*	.31*	.34*	.42**	.33*	.36*

Note. \* $p < .05$ ; \*\*  $p < .01$

## 4. Discussion

The present study aimed to analyse the potential value of a brief cognitive test, the ACE-R, in predicting driving ability in older drivers. The study groups, drivers classified as safe or unsafe on a real driving test, had similar demographic and specific clinical variables. This allowed an approach to the neuropsychological functions assessed by the ACE-R with the greatest influence on driving performance. The discriminative variables between groups were the cognitive and driving results, which may represent the first sign that this brief cognitive test is useful in predicting on-road driving ability.

A major finding was the higher classification accuracy of the ACE-R total score in relation to the MMSE score (included in the ACE-R), particularly in detecting unsafe drivers. The overall accuracy of the ACE-R was 70%, with balanced sensitivity (72%) and specificity (68%). Comparatively, the overall accuracy of the MMSE score was not only lower (66%), but also presented a major trade-off between sensibility (56%) and specificity (76%), producing a greater percentage of false negatives (unsafe incorrectly identified as safe drivers). Thus, the MMSE score was less useful for detecting unsafe drivers. These results suggest that MMSE scores may be inappropriate for the screening of driving impairments in a primary care sample of older people. The results from the ROC analyses demonstrated the following trend: the ACE-R had greater discriminant ability in the prediction of safe/unsafe drivers than the MMSE, although the differences did not reach statistical significance. The lack of statistical significance may be due to the lower power of the AUC comparison test given the limited sample size. The ACE-R score seems to predict driving

ability better than the MMSE score. However, of note, the ACE-R score does not present sufficiently high levels of sensibility and specificity (conventionally both greater than 80%) to be used as a screening test to predict unsafe drivers.

The visuospatial, fluency and language sub-scores were the only sub-scores that were predictive of driving ability, while attention-orientation and memory domains were marginally close to statistical significance. Considerable research has shown that visuospatial ability measures are strongly correlated with driving ability (Reger et al., 2004). Concerning the visuospatial tasks included on the ACE-R, a poor pentagon design (copying of overlapping pentagons, from the MMSE) was predictive of self-reported driving difficulties (Gallo et al., 1999) and automobile crashes and moving violations (Marotolli et al., 1994), copying a cube was a strong predictor of crashes (Johansson et al., 1996), and clock drawing was predictive of real (De Raedt and Ponjaert-Kristoffersen, 2001) and simulated driving tasks (Freund and Colgrove, 2008) in active older drivers.

Previous research on driving abilities was less conclusive with respect to the utility of verbal fluency tasks, mainly conceptualised as measures of executive functions and language (Lezak et al., 2004; Strauss et al., 2006). For instance, a category fluency task was predictive of simulated driving performance in patients with Alzheimer's disease (AD) (Rebok et al., 1994), and the Controlled Oral Word Association Test (COWA) was a predictor of on-road driving performance in patients with early AD (Uc et al., 2004). However, the Word Fluency Test (Duchek et al., 1998; Hunt et al., 1993) for phonemic association and Generative Naming (Whelihan et al., 2005) for semantic association were not related to on-road driving performance in patients with early cognitive decline or AD. Of note, the verbal fluency tasks were primarily studied in drivers with AD, and the

present study found that the fluency sub-score of the ACE-R was useful in predicting driving ability among a clinical sample of older adults referred from primary care settings, with an unspecific (“age”) or different diagnosis.

The language domain of the ACE-R was also predictive of driving ability. Although language functions have been shown to be irrelevant for driving behaviour (e.g., Golper et al., 1980) and have not been recommended as part of a neuropsychological battery for driving (McKenna et al., 1998), it is reasonable to expect that language deficits may be indicative of a global cognitive decline that compromises driving performance. For instance, the Boston Naming Test has shown positive associations with on-road driving performance in dementia cases (Duchek et al., 1998; Hunt et al., 1993). Similarly, the current study found that the language sub-score and other cognitive sub-scores of the ACE-R were associated with the same driving skills.

Far from expected, the attention-orientation domain, included in the MMSE score, did not sufficiently discriminate the study groups. The role of attentional skills in driving is well documented (Ball et al., 1993; Parasuraman and Nestor, 1991). However, this cognitive domain of the ACE-R does not specifically assess attention, as more than half of this score is related to orientation items. To better understand whether the ACE-R is sufficiently robust in the assessment of attention, a further study must distinguish sub-scores for orientation and attention items.

The memory domain showed the least significant differences between safe and unsafe drivers. Studies have shown a relationship between memory deficits and the increased risk of driving errors, especially in patients with a severe cognitive impairment (Hunt et al., 1993). Memory tests are quite sensitive to overall cognitive impairment, as the presence of memory deficits is a key criterion in the diagnosis of mild cognitive

impairment or dementia. For instance, more than one-quarter of the ACE-R score pertains to the memory domain. The present results demonstrated associations between the memory domain and driving performance; however, these associations were less striking than those for the fluency and visuospatial domains (associated with all driving scores). Thus, the ACE-R memory score was not the most face valid cognitive domain for on-road driving. Furthermore, the presence of memory impairments may interact with impairments in other cognitive domains relevant to driving. To isolate the effects of memory impairment in driving, Anderson et al. (2007) found that drivers with severe amnesia due to bilateral hippocampal lesions were not impaired in most aspects of driving performance (knowledge of driving rules, safety procedures, and road sign meaning were normal), but presented some difficulties in following route directions on the road. A study from Grace and colleagues (2005) that compared neuropsychological and driving performance in AD and Parkinson Disease patients found that severe memory impairment in the AD group (i.e., a cortical dementia with impaired learning, retrieval and recognition memory) did not relate to poor driving, but memory impairment in the unsafe Parkinson disease group (i.e., a subcortical dementia with impaired retrieval but relatively preserved recognition) reflected the influence of executive dysfunction on memory. These data corroborate the present findings that a neuropsychological test with a large executive component may be more robust for driving-related functions than memory tasks.

An abbreviated form of the ACE-R with eight discriminating tasks between safe and unsafe drivers was not successful (58% of accuracy) in predicting driving ability. The predictor model with the ACE-R score was more efficient, possibly because it covers more driving-related cognitive data or information and therefore prides a reasonable compromise between



the dynamics of cognitive functioning and driving performance. From the discriminating tasks between the safe and unsafe groups, only the pentagon task was part of the MMSE score. In contrast, several discriminating tasks informed the ACE-R score, which contributed not only to a greater accuracy, but also to a more balanced model in the correct classification of drivers.

We aimed to understand the ability of each discriminative task from the ACE-R to correctly classify drivers. Retrograde memory, naming ten pictures, pictures comprehension and pentagons were more tailored for detecting safe drivers (all with a specificity >75 but with low sensitivity). Phonemic verbal fluency was distinctive for detecting unsafe drivers, with high sensitivity and overall accuracy. Finally, cube, clock and delayed memory were balanced tasks for classifying safe and unsafe drivers (which could be fair for a predictor model), but alone were not sufficiently accurate (accuracy ranged between 64 and 66).

Of the eight discriminating items of the ACE-R, phonemic verbal fluency was the best classifier of driving ability, particularly for detecting unsafe older drivers. It was also associated with all driving-specific scores in the present study. This is a sensitive task for frontal lobe functions (Alvarez and Emory, 2006) and hence to frontotemporal dementia, whereas category fluency is a marker of semantic memory breakdown typical in AD (e.g., Mathuranath et al., 2000). Phonemic verbal fluency is considered valuable in detecting cognitive alterations in the aged given its stability throughout the ageing process (Brickman et al. 2005), which may offer diagnostic utility in the assessment of older drivers. However, it is important to note that one item from the ACE-R does not tell the whole “story” about driving ability, as visuospatial abilities and visual attention (modalities not examined in the ACE-R) are also crucial for safe driving (Reger et al., 2004;

Mathias and Lucas, 2009). Due to the cognitive complexity and dynamics intrinsic to driving, a single task is insufficient for determining whether an individual should drive (Rizzo, 2011).

Concerning the associations between the DBOG and ACE-R outcomes, the results suggested that global cognitive screening and specific cognitive domains of executive functions and visuospatial abilities were associated with all driving skills, stressing that deficits in these factors represent impaired driving ability. Comparatively, the remaining domains and the MMSE score did not appear (again) as the most face valid ACE-R outcomes for on-road driving performance.

To improve the accuracy of the ACE-R in predicting driving ability, a specific model or test ratio with a cut-off point could be studied in the future to differentiate safe and unsafe drivers. Such a study would be similar to the work developed by Mathuranath et al. (2000) to differentiate AD and frontotemporal dementia in the first ACE paper. However, the ACE-R must be studied with other complementary tests that have systematically predicted driving outcomes, such as measures of visual attention (e.g., Dot Counting, Trail Making Test - A and UFOV), executive functioning (e.g., Trail Making Test - B, Key Search and Rule Shift) and visuospatial abilities (e.g., Square Matrices Directions, Road Sign Recognition, WAIS-III Block Design) (cf., Ball et al., 1993; Ferreira et al., 2010; Lincoln et al., 2010; McKenna et al., 2007).

The study of predicting driving ability using neuropsychological tests implies a reliable and valid driving outcome. The consistent results between the observations registered by the examiner and the final qualitative outcome of the participants' driving ability is suggestive of the objectivity of the DBOG (when used by a driving specialist) to assess driving performance in older drivers. However, a slight overlap in the general score

of the study groups raises the question of whether scores should be summed to an overall score or classifications should be based on a final qualitative outcome. Both criteria were considered in the present study. The overall impression of the examiner was based on the DBOG as an operationalised measure of driving behaviour, without neglecting the examiner's experience and expertise to subjectively classify a driver as safe or unsafe. Of note, an overall score may be more affected by minor errors (not affecting safety) or "bad habits" (cf., Selander et al., 2011), which should be distinguished and not considered by a trained observer for an unsafe driving classification. The results from the reliability of the DBOG also showed that this driving measure was objective and stable when used by different trained observers. However, one specific score, "pre-driving checks" (adjustment of seat, mirrors and putting on the seat belt), was not sufficiently consistent during observations. We suggest that these preliminary driving behaviours may deserve careful attention in a further investigation with this instrument.

The results of the present study provide support for the potential utility of the ACE-R as a screening instrument for older drivers. We argue that it might be simple and less time consuming for primary care physicians to administrate a brief screening tool for cognitive impairment in the first stage of the fitness to drive assessment process for older people. This suggestion is particularly relevant considering the diversity of neuropathology associated with aging, which is not consistently diagnosed or well-documented in primary health care settings and referrals (cf., McKenna and Bell, 2007). A screening tool must aid clinicians in determining whether a person should be referred for a more detailed evaluation (Wolf and Clark, 2012). Thus, the prediction of unsafe drivers due to cognitive impairment should be a second stage of the assessment process that is conducted in

specialised centres. Such an evaluation must focus on in-depth analyses of neuropsychological functions with validated tests that relate to (desirably) various driving measures, such as driving performance and accident involvement. In the specialised centres of many countries, a road test is considered as an additional and complementary source of evidence of driving safety.

Some limitations of the current study should be noted. First, the sample size is small; therefore, the present findings require further independent validation with a larger sample. In Portugal, a road driving assessment is not provided in a fitness to drive assessment, which leads to constraints in developing a full evaluation that includes on-road driving. Notwithstanding the use of the “gold standard” and validity of the external criterion, it is possible that some bias may have occurred in the classification of drivers. The presence of undiagnosed physical disorders is common in older people, and some explicit motor dysfunctions may slightly harm driving performance. Despite these limitations, no previous studies analysed the relationship between the ACE-R and real-world driving performance. The current findings support the potential value of the ACE-R in predicting driving ability, as it is more effective than an MMSE score. Cognitive domains of executive functions and visuospatial abilities were particularly related to driving performance. This emerging cognitive test may warrant additional study in relation to driving measures, but it seems as though the ACE-R could be included in revised psychological assessment protocols for determining driving fitness in older adults.

## Acknowledgments

We would like to thank the partnership between the Faculty of Psychology and Educational Sciences from the University of Coimbra and the Mobility and Land Transports Institute for providing conditions to make this study possible. We also thank Sérgio Marques from the Automobile Club of Portugal for the time and expertise in carrying out the driving assessments.

The authors would also like to thank the anonymous referees for their comments and suggestions.

This work was supported by the *Fundação para a Ciência e Tecnologia* [Portuguese Foundation for Science and Technology] through of a PhD fellowship (SFRH/BD/27255/2006) awarded to the first author.

## REFERENCES

- Akinwuntan, A.E., Deweerdt, W., Feys, H., Baten, G., Arno, P., Kiekens, C., 2003. Reliability of a road test after stroke. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 84 (12), 1792-1796.
- Alexopoulos, P., Ebert, A., Richter-Schmidinger, T., Schöll, E., Natale, B., Aguilar, C.A., Gourzis, P., Weih, M., Perneczky, R., Diehl-Schmid, J., Kneib, T., Förstl, H., Kurz, A., Danek, A., Kornhuber, J., 2010. Validation of the German revised Addenbrooke's Cognitive Examination for detecting mild cognitive impairment, mild dementia in Alzheimer's disease and frontotemporal lobar degeneration. *Dement. Geriatr. Cogn. Disord.* 29 (5), 448-456.
- Alvarez, J., Emory, E., 2006. Executive function and the frontal lobes: A meta-analytic review. *Neuropsychol. Rev.* 16 (1), 17-42.
- Amick, M.M., Grace, J., Ott, B.R., 2007. Visual and cognitive predictors of driving safety in Parkinson's disease patients. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 22 (8), 957-967.
- Anderson, S.W., Rizzo, M., Skaar, N., Stierman, L., Cavaco, S., Dawson, J., Damásio, H., 2007. Amnesia and driving. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 29 (1), 1-12.
- Bak, T.H., Mioshi, E., 2007. A cognitive bedside assessment beyond the MMSE: The Addenbrooke's Cognitive Examination. *Pract. Neurol.* 7 (4), 245-249.
- Ball, K., Owsley, C., Sloane, M.E., Roenker, D.L., Bruni, J.R., 1993. Visual attention problems as a predictor of vehicle crashes in older drivers. *Invest. Ophthalmol. Vis. Sci.* 34 (11), 3110-3123.
- Brickman, A.M., Paul, R.H., Cohen, R.A., Williams, L.M., Macgregor, K.L., Jefferson, A.L., Tate, D.F., Gunstad, J., Gordon, E., 2005. Category and

- letter verbal fluency across the adult lifespan: Relationship to EEG theta power. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 20 (5), 561-573.
- Carr, D.B., Ott, B.R., 2010. The older adult driver with cognitive impairment: "It's a very frustrating life". *JAMA* 303 (16), 1632-1641.
- Carr, D.B., Schwartzberg, J.G., Manning, L., Sempek, J., 2010. Physician's guide to assessing and counseling older drivers, 2<sup>nd</sup> ed. NHTSA, Washington, D.C.
- Daigneault, G., Joly, P., Frigon, J.-Y., 2002. Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *J. Clin. Exp. Neuropsychol.* 24 (2), 221-238.
- De Raedt, R., Ponjaert-Kristoffersen, I., 2001. Short cognitive/neuropsychological test battery for first-tier fitness-to-drive assessment of older adults. *Clin. Neuropsychol.* 15 (3), 329-336.
- Duchek, J.M., Hunt, L., Ball, K., Buckles, V., Morris, J.C., 1998. Attention and driving performance in Alzheimer's disease. *J. Gerontol. B Psychol. Sci. Soc. Sci.* 53B (2), P130-P141.
- Dudas, R.B., Berrios, G.E., Hodges, J.R., 2005. The Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE) in the differential diagnosis of early dementias versus affective disorder. *Am. J. Geriatr. Psychiatry* 13 (3), 218-226.
- European Road Safety Observatory, 2006. Older Drivers. Retrieved from <http://www.erso.eu>
- Ferreira, I.S., Marmeleira, J.F., Godinho, M.B., Simões, M.R., 2007. Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In: *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design*, pp. 511-518.
- Ferreira, I.S., Simões, M.R., Marques, S.G., Figueiredo, M.N., Marmeleira, J.F., 2010. Neuropsychological assessment of older drivers: Review and synthesis. In: *Selected Proceedings of the 12<sup>th</sup> World Conference on Transport Research (ID 02531)*, pp. 1-24.
- Firmino, H., Simões, M., Pinho, S., Cerejeira, J., Martins, C., 2008. Avaliação Cognitiva de Addenbrooke. Experimental Portuguese version of the Addenbrooke's Cognitive Examination – Revised (ACE-R; J. Hodges, E. Mioshi, 2005<sup>®</sup>). Manual. Psychological Assessment Service. Faculty of Psychology and Educational Sciences of University of Coimbra.
- Fitten, L.J., Perryman, K.M., Wilkinson, C.J., Little, R.J., Burns, M.M., Pachana, N., Mervis, J.R., Malmgren, R., Siembieda, D.W., Ganzell, S., 1995. Alzheimer and vascular dementias and driving. *JAMA* 273 (17), 1360-1365.
- Folstein, M.F., Folstein, S.E., Mchugh, P.R., 1975. "Mini-mental state". A practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J. Psychiatr. Res.* 12 (3), 189-198.
- Freund, B., Colgrove, L.A., Petrakos, D., Mcleod, R., 2008. In my car the brake is on the right: Pedal errors among older drivers. *Accid. Anal. Prev.* 40 (1), 403-409.
- Freund, B., Gravenstein, S., Ferris, R., Burke, B., Shaheen, E., 2005. Drawing clocks and driving cars. Use of brief tests of cognition to screen driving competency in older adults. *J. Gen. Intern. Med.* 20 (3), 240-244.
- Gallo, J.J., Rebok, G.W., Lesikar, S.E., 1999. The driving habits of adults aged 60 years and older. *J. Am. Geriatr. Soc.* 47 (3), 335-341.

- Golper, L.A., Rau, M.T., Marshall, R.C., 1980. Aphasic adults and their decisions on driving: An evaluation. *Arch. Phys. Med. Rehabil.* 61 (1), 34-40.
- Grace, J., Amick, M.M., D'Abreu, A., Festa, E.K., Heindel, W.C., Ott, B.R., 2005. Neuropsychological deficits associated with driving performance in Parkinson's and Alzheimer's disease. *J. Int. Neuropsychol. Soc.* 11, 766-775.
- Hamilton, F., Rochester, L., Paul, L., Rafferty, D., O'Leary, C., Evans, J., 2009. Walking and talking: An investigation of cognitive-motor dual tasking in multiple sclerosis. *Mult. Scler.* 15 (10), 1215-1227.
- Hunt, L., Morris, J.C., Edwards, D., Wilson, B.S., 1993. Driving performance in persons with mild senile dementia of the Alzheimer type. *J. Am. Geriatr. Soc.* 41 (7), 747-752.
- Hunt, L.A., Murphy, C.F., Carr, D., Duchek, J.M., Buckles, V., Morris, J.C., 1997. Reliability of the Washington University Road Test: A performance-based assessment for drivers with dementia of the Alzheimer type. *Arch. Neurol.* 54 (6), 707-712.
- Instituto Nacional de Estatística, 2011. Portal de Estatísticas Oficiais [Portuguese Official Statistics]. Retrieved from <http://www.ine.pt>
- Iverson, D.J., Gronseth, G.S., Reger, M.A., Classen, S., Dubinsky, R.M., Rizzo, M., 2010. Practice parameter update: Evaluation and management of driving risk in dementia. *Neurology* 74 (16), 1316-1324.
- Janke, M.K., Eberhard, J.W., 1998. Assessing medically impaired older drivers in a licensing agency setting. *Accid. Anal. Prev.* 30 (3), 347-361.
- Johansson, K., Bronge, L., Lundberg, C., Persson, A., Seideman, M., Viitanen M., 1996. Can a physician recognize an older driver with increased crash risk potential? *J. Am. Geriatr. Soc.* 44 (10), 1198-1204.
- Kwak, Y.T., Yang, Y., Kim, G.W., 2010. Korean Addenbrooke's Cognitive Examination revised (K-ACER) for differential diagnosis of Alzheimer's disease and subcortical ischemic vascular dementia. *Geriatr. Gerontol. Int.* 10 (4), 295-301.
- Lezak, M., Howieson, D., Loring, D., 2004. *Neuropsychological assessment*, 4<sup>th</sup> ed. Oxford University Press, New York.
- Lincoln, N.B., Taylor, J.L., Vella, K., Bouman, W.P., Radford, K.A., 2010. A prospective study of cognitive tests to predict performance on a standardised road test in people with dementia. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 25 (5), 489-496.
- Marcotte, T., Scott, J., 2009. Neuropsychological performance and the assessment of driving behaviour. In: Grant, I., Adams, K. (Eds.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders*, 3<sup>rd</sup> ed. Oxford University Press, New York, pp. 652-687.
- Marottoli, R.A., Cooney, L.M., Wagner, D.R., Doucette, J., Tinetti, M.E., 1994. Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers. *Ann. Intern. Med.* 121 (11), 842-846.
- Mathew, R., Bak, T.H., Hodges, J.R., 2011. Screening for cognitive dysfunction in corticobasal syndrome: Utility of Addenbrooke's cognitive examination. *Dement. Geriatr. Cogn. Disord.* 31 (4), 254-258.

- Mathias, J.L., Lucas, L.K., 2009. Cognitive predictors of unsafe driving in older drivers: A meta-analysis. *Int. Psychogeriatr.* 21 (4), 637-653.
- Mathuranath, P.S., Nestor, P.J., Berrios, G.E., Rakowicz, W., Hodges, J.R., 2000. A brief cognitive test battery to differentiate Alzheimer's disease and frontotemporal dementia. *Neurology* 55 (11), 1613-1620.
- McKenna, P., 1998. Fitness to drive: A neuropsychological perspective. *J. Ment. Health* 7 (1), 9-18.
- McKenna, P., Bell, V., 2007. Fitness to drive following cerebral pathology: The Rookwood Driving Battery as a toll for predicting on-road driving performance. *J. Neuropsychol.* 1 (1), 85-100.
- Mioshi, E., Dawson, K., Mitchell, J., Arnold, R., Hodges, J.R., 2006. The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R): A brief cognitive test battery for dementia screening. *Int. J. Geriatr. Psychiatry* 21, 1078-1085.
- Morgan, E.E., Heaton, R.K., 2009. Neuropsychology in relation to everyday functioning. In: Grant, I., Adams, K. (Eds.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders*, 3<sup>rd</sup> ed. Oxford University Press, New York, pp. 632-651.
- Organisation for Economic Co-operation and Development, 2001. *Ageing and Transport: Mobility and Safety Issues*. OECD Publications, Paris.
- Ott, B.R., Anthony, D., Papandonatos, G.D., D'Abreu, A., Burock, J., Curtin, A., Wu, C.K., Morris, J.C., 2005. Clinician assessment of the driving competence of patients with dementia. *J. Am. Geriatr. Soc.* 53 (5), 829-833.
- Ott, B.R., Festa, E.K., Amick, M.M., Grace, J., Davis, J.D., Heindel, W.C., 2008. Computerized maze navigation and on-road performance by drivers with dementia. *J. Geriatr. Psychiatry Neurol.* 21 (1), 18-25.
- Parasuraman, R., Nestor, P.G., 1991. Attention and driving skills in aging and Alzheimer's disease. *Hum. Factors* 33 (5), 539-557.
- Pendlebury, S.T., Mariz, J., Bull, L., Mehta, Z., Rothwell, P.M., 2012. MoCA, ACE-R, and MMSE versus the National Institute of Neurological Disorders and Stroke-Canadian Stroke Network Vascular Cognitive Impairment Harmonization Standards Neuropsychological Battery after TIA and stroke. *Stroke* 43 (2), 464-469.
- Radford, K., 2001. *Validation of the Stroke Drivers Screening Assessment for patients with an acquired neurological disability*, PhD Thesis. University of Nottingham: Nottingham.
- Rebok, G.W., Keyl, P.M., Bylsma, F.W., Blaustein, M.J., Tune, L., 1994. The effects of Alzheimer disease on driving-related abilities. *Alzheimer Dis Assoc Disord.* 8 (4), 228-240.
- Reger, M., Welsh, R., Watson, G., Cholerton, B., Baker, L., Craft, S., 2004. The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: A meta-analysis. *Neuropsychology* 18 (1), 85-93.
- Reyes, M.A., Lloret, S.P., Gerscovich, E.R., Martin, M.E., Leiguarda, R., Merello, M., 2009. Addenbrooke's Cognitive Examination validation in Parkinson's disease. *Eur. J. Neurol.* 16 (1), 142-147.
- Rizzo, M., 2011. Impaired driving from medical conditions: A 70-year-old man trying to decide if he should continue driving. *JAMA* 305 (10), 1018-1026.



- Rizzo, M., Kellison, I.L., 2010. The brain on the road. In: Marcotte, T.D., Grant, I. (Eds.), *Neuropsychology of everyday functioning*. Guilford Press, New York, pp. 168-207.
- Sadek, J.R., van Gorp, W.G., 2010. Prediction of vocational functioning from neuropsychological performance. In: Marcotte, T.D., Grant, I. (Eds.), *Neuropsychology of everyday functioning*. Guilford Press, New York, pp. 113-135.
- Sarasola, D., de Luján-Calcano, M., Sabe, L., Crivelli, L., Torralva, T., Roca, M., García-Caballero, A., Manes, F., 2005. El Addenbrooke's Cognitive Examination en español para el diagnóstico de demencia y para la diferenciación entre enfermedad de Alzheimer y demencia frontotemporal. *Rev. Neurol.* 41 (12), 717-721.
- Selander, H., Lee, H.C., Johansson, K., Falkmer, T., 2011. Older drivers: On-road and off-road test results. *Accid. Anal. Prev.* 43 (4), 1348-1354.
- Simões, M.R., Firmino, H., Sousa, L.B., Pinho, M.S., 2011. Addenbrooke Cognitive Examination Revised (ACE-R): Portuguese adaptation, validation and norming. 39<sup>th</sup> Congress of European Association of Geriatric Psychiatry, Porto, Portugal.
- Strauss, A., Sherman, E., Spreen, O., 2006. *Compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary*, 3<sup>rd</sup> ed. Oxford University Press: New York.
- Torralva, T., Roca, M., Gleichgerrcht, E., Bonifacio, A., Raimondi, C., Manes, F., 2011. Validación de la versión en español del Addenbrooke's Cognitive Examination-Revisado (ACE-R). *Neurología* 26 (6), 351-356.
- Uc, E.Y., Rizzo, M., Anderson, S.W., Shi, Q., Dawson, J.D., 2004. Driver route-following and safety errors in early Alzheimer disease. *Neurology* 63 (5), 832-837.
- Whelihan, W.M., DiCarlo, M.A., Paul, R., 2005. The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Arch. Clin. Neuropsychol.* 20 (2), 217-228.
- Wolfe, P.L., Clark, J.A., 2012. Driving capacity. In: Demakis, G.D. (Ed.), *Civil capacities in clinical neuropsychology: Research findings and practical applications*. Oxford University Press, New York, pp. 121-138.
- Yoshida, H., Terada, S., Honda, H., Kishimoto, Y., Takeda, N., Oshima, E., Hirayama, K., Yokota, O., Uchitomi, Y., 2012. Validation of the revised Addenbrooke's Cognitive Examination (ACE-R) for detecting mild cognitive impairment and dementia in a Japanese population. *Int. Psychogeriatr.* 24 (1), 28-37.

## **ESTUDO VII**



# **Cognitive and psychomotor tests as predictors of on-road driving ability in older primary care patients**

Inês S. Ferreira, Mário R. Simões, João Marôco

<sup>1</sup> Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo Comportamental (CINEICC), Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra, Coimbra, Portugal.

<sup>2</sup> Centro de Investigação do Núcleo de Estudos e Intervenção Cognitivo Comportamental (CINEICC), Psychological Assessment Lab., Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra, Coimbra, Portugal.

<sup>3</sup> Instituto Superior de Psicologia Aplicada - Instituto Universitário, Lisboa, Portugal.

## **Estudo submetido para publicação:**

Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012). Cognitive and psychomotor tests as predictors of on-road driving ability in older primary care patients. *Manuscript submitted for publication.*

## **ABSTRACT**

This study examined the accuracy with which different cognitive and psychomotor assessment tools were able to predict driving ability among older primary care patients. A cross-sectional study of 50 older drivers (with an average age of  $73.1 \pm 7.0$  years) was conducted. Participants who had been referred by their physicians for psychological assessment following a fitness-to-drive examination underwent both an on-road driving test and a cognitive assessment protocol that included the Senior Drivers Battery (SDB) that is currently administered at the Mobility and Land Transports Institute (MLTI) in Portugal, the Useful Field of View (UFOV) test, the Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA), Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R), the Trail Making Test, the Key Search test, and the Wechsler Adult Intelligence Scale (WAIS-III) Vocabulary and Block Design tests. Logistic regression analysis revealed that the performances of the participants on the SDSA, ACE-R, UFOV and SDB were the best predictors of on-road driving. Specific measures of processing speed and

divided attention, visuospatial abilities, executive functions, psychomotor speed and global cognitive functioning may be useful for predicting unsafe driving. The practical implications of these findings are discussed with a view to developing new assessment models for determining driving fitness in older adults.

**Keywords:** Driving ability, prediction, cognitive tests, psychomotor tests, older drivers.

## 1. Introduction

With an aging population and the probable increase in the number of older adult drivers who have some cognitive impairment (Carr & Ott, 2010), it is expected that psychologists will have more frequent involvement in both the assessment of and decision-making regarding the degree to which older individuals are fit to drive (American Bar Association Commission on Law and Aging & American Psychological Association, 2008; ABA/APA). Cognitive decline is more prevalent with age and among individuals with certain medical conditions (such as neurodegenerative diseases), and these conditions often impair an individual's ability to drive safely (Marcotte & Scott, 2009). Thus, the selection of a cognitive screening method or psychological assessment protocol that is able to predict driving ability may be a critical issue for both researchers and clinicians.

Existing studies of elderly drivers have used a variety neurocognitive tests and driving measures, so the results of these studies have been variable in terms of the predictive abilities of the neurocognitive assessments. However, most of these studies restrict their samples to drivers who have a specific neurological condition, such as Alzheimer's disease (AD) (e.g., Dawson, Anderson, Uc, Dastrup, & Rizzo, 2009; Lincoln, Taylor, Vella, Bouman, & Radford, 2010), Parkinson's disease

(e.g., Amick, Grace, & Ott, 2007; Uc et al., 2011), mild cognitive impairment (e.g., Duchek et al., 2003; Whelihan, DiCarlo, & Paul, 2005), or stroke (e.g., Akinwuntan et al., 2007; Lundberg, Caneman, Samuelsson, Hakamies-Blomqvist, & Almkvist, 2003), so it is difficult to generalise the utility of any given test to the older adult population as a whole. If cognitive impairments are to be expected in later life and among various clinical populations, it may be useful to identify those cognitive tests that both reflect the functional abilities that are needed to drive safely (McKenna, 1998) and that are sensitive to either the subtle cognitive impairments that occur during normal aging (De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001) or to a subclinical decline in cognitive ability that may impact driving ability (Whelihan et al., 2005). This may be particularly relevant when considering the diversity of neuropathology associated with aging; age-related neuropathology is not consistently diagnosed, nor is it well documented during fitness-to-drive assessment procedures (Ferreira, Simões, & Marôco, 2012; cf., McKenna & Bell, 2007). When a neurological condition primarily affects sensory and motor functions, alternative tests may be required to predict driving ability. However, because driving is an everyday activity with universal requirements in terms of cognitive abilities, some consensus regarding which instruments are most appropriate for assessing the population of older drivers must be reached.

A meta-analysis of older adults without dementia that was conducted by Mathias and Lucas (2009) highlighted the potential utilities of a variety of tests in screening for unsafe older drivers. Their choice of predictors depended on which “gold standard” (e.g., crash records, road tests, driving simulation) and test format (computerised versus paper-and-pencil) was used. For instance, the best predictors of on-road driving were performance on the Ergovision Movement Perception Test and UFOV tests, a Complex

Reaction Time Task, Paper Folding task, Dot Counting task, the Wechsler Memory Scale (WMS) Visual Reproduction, and Computerized Visual Attention Task (cf., Baldock, Mathias, McLean, & Berndt, 2006; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2000; Richardson & Marottoli, 2003). These results suggest that specific measures of visual perception, visual attention, processing and psychomotor speed, visuospatial abilities, executive functions and visual memory may be useful for predicting the real-world driving abilities of older individuals. Interestingly, both the Mini-Mental State Examination (MMSE) and tests of driving knowledge (traffic sign recognition), which are often used to predict fitness for driving (e.g., Kantor, Mager, Richardson, & Unroe, 2004; Lincoln et al., 2010) appeared to be less effective at discriminating between safe and unsafe drivers. Another meta-analytic study of drivers with dementia emphasised the utility of tests of visuospatial skills in predicting real-world driving performance (Reger et al., 2004), followed by the utility of tests of attention and/or concentration. Tests of mental status, language and executive functions were only weakly related or unrelated. The results of cognitive screening tests, such as the MMSE and Mattis Organic Mental Status Syndrome Examination (MOMSSE), were only found to be related to on-road driving performance when control groups were included, which suggests that not only are validity problems inherent in such tests (Ferreira et al., 2012), but also that comparisons of the scores of patient and control groups may not appropriately reflect the abilities of cognitive tests to predict driving ability.

In addition to the variety of potential cognitive predictors of driving ability among elderly drivers, there is considerable heterogeneity between countries regarding the processes by which older drivers are screened and/or assessed (White & O'Neill, 2000). In Portugal, the current legislation concerning the psychological examination of drivers (Decreto-Lei nº 313,

2009) establishes three areas that may be included in an assessment protocol to identify potentially unsafe drivers. These areas include a perceptive-cognitive area (e.g., attention, perception, memory); a psychomotor area (e.g., coordination, reaction times); and a psychosocial area (e.g., psychopathology, attitudes and risk behaviours in relation to road safety). According to the current legislation and assessment methodology, inferences about driving ability among members of the Portuguese population must be determined relative to a cut-off point (one standard deviation), even without any explicit reference to specific tests or known normative studies. There are no guidelines concerning whether clinicians must use a specific screening instrument when determining whether an older driver should be referred to a specialised centre for a more detailed evaluation. Furthermore, fitness-to-drive assessment protocols may not require a road-driving assessment, so they may lack an important complementary source of evidence of driving safety in cases in which the psychological assessment of an individual is inconclusive. At the Mobility and Land Transports Institute (MLTI), the only state-sponsored specialised centre that performs psychological examinations of driving fitness, there is an established computer-based test battery, the Senior Drivers Battery (SDB), which is used in the assessment of drivers who are older than 65 years of age. This battery was developed to assess the “perceptive-cognitive” and “psychomotor” areas required by the legal regulation, and it includes test forms from several assessments: the Cognitrone (COG; Wagner & Karner, 2001), the Continuous Visual Recognition Task (FVW; Kessler & Pietrzyk, 2003), a Reaction Time test (RT; Schuhfried & Prieler, 1997) and a Determination Test (DT; Schuhfried, 1998). With the exception of the FVW, the validity of which in relation to driving ability is unknown, recent studies of drivers whose licenses have



been suspended (Risser et al., 2008; Sommer et al., 2008), and of traumatic brain injury and stroke patients (Sommer et al., 2010) have found significant correlations between performance on the COG, RT and DT test forms and on-road driving performance. Because the inferences in the aforementioned studies were based on test scores from participants whose ages ranged from 19 to 91 years, however, the accuracy of these tests in predicting driving ability among a sample of older drivers is unknown.

The purpose of the current study is to examine the accuracy with which different cognitive and psychomotor tests are able to predict driving safety in a clinical sample of older primary care patients. First, the performances of the participants on the SDB that is currently administered at a specialised centre were compared with their actual real-world driving abilities. Second, the predictive values of additional cognitive driving and neuropsychological tests with previously documented predictive validities were assessed in relation to the criterion measure. The following measures were examined: the UFOV Test (Clay et al., 2005; Mathias & Lucas, 2009); the Stroke Drivers Screening Assessment (Devos et al., 2011; George & Crotty, 2010); the Trails A and B tests (Stutts, Stewart, & Martell, 1998; Richardson & Marottoli, 2003); the Key Search test, which was incorporated in the Rookwood Driving Battery (McKenna, 2008) and found to be predictive of on-road performance (Lincoln et al., 2010; McKenna & Bell, 2007); Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R), which was previously proposed as a potential screening test for older drivers (Ferreira et al., 2012); and the WAIS-III Block Design and Vocabulary tests, which were administered to assess essential components of non-verbal and verbal intelligence, respectively. Finally, to identify the most significant cognitive and psychomotor predictors of unsafe driving when determining driving fitness among members of the elderly population, the incremental

values of the data from the proposed instruments were analysed in relation to the current SDB.

## **2. Methods**

Full descriptions of the participants, procedures, ACE-R and the Driving Behaviours Observation Grid (DBOG), which is included in the measures section, have been published elsewhere (Ferreira et al., 2012).

### *2.1. Participants*

The study was conducted at a specialised centre, the Psychological Laboratory of the MLTI, which is located in Lisbon (Portugal). Participants were referred to the centre by their primary care physicians due to uncertainty regarding their driving-related cognitive abilities that arose during official fitness-to-drive assessments. The inclusion criteria of the present study were as follows: aged 65 years or older; living independently in the community; without a requirement for specific adaptive equipment for driving; auditory and/or language functioning compatible with verbal comprehension and/or expression (pre-requisite for neuropsychological and on-road testing); visual acuity in the central field of view (far-sight, with regular correction) within licensing requirements in Portugal; and at least ten years of driving experience, including driving experience in the last month.

During the 13-month data collection period, 83 drivers who were 65 or more years of age were examined at the MLTI. Of these, 23 drivers did not

take part in the research protocol; 16 failed to meet the inclusion criteria (eight had motor deficits and required for specific adaptive equipment for driving, one did not fulfil the visual acuity licensing requirements, two were aphasic with severe deficits in verbal communication), six were not scheduled on days during which the investigation was conducted, four were not assessed due to the absence of the driving examiner, and two refused to participate. Of the 60 drivers who completed the research protocol, 50 were selected for participation. The ages of the selected participants ranged from 65 to 88 years ( $M = 73.1$ ,  $SD = 7.0$ ), and they were selected to obtain a study sample in which the groups defined by the dependent variable (safe/unsafe) were of equal size and among whom the reasons for referral (aging, physical, neurological or psychiatric) were equally distributed. This sampling strategy was designed to balance the range of reasons that physicians requested further psychological assessments at a specialised centre. The participants were referred for the following reasons: aging ( $n = 24$ ); physical disorders ( $n = 4$ ), including rheumatoid arthritis ( $n = 2$ ), prosthesis on both feet ( $n = 1$ ), congenital myopathy ( $n = 1$ ); neurological disorders ( $n = 12$ ), including Parkinson disease ( $n = 6$ ), dementia of Alzheimer type ( $n = 2$ ), stroke ( $n = 2$ ), cerebral angioma ( $n = 1$ ) and multiple sclerosis ( $n = 1$ ); and psychiatric disorders ( $n = 10$ ), including depression ( $n = 10$ ), remote history of alcohol abuse ( $n = 3$ ), residual schizophrenia ( $n = 1$ ) and bipolar disorder ( $n = 1$ ).

Participants had a mean education of 6.18 years ( $SD = 4.3$ ;  $min = 4$ ;  $max = 20$ ). As to the educational level, 64% completed primary school (fourth grade), 22% middle school (ninth grade), 2% high school (twelfth grade) and 12% were university graduates. The number of school years completed by the overall Portuguese population over 64 years is as follows: 36.2% are illiterate, 46.4% complete primary education, 9.4% middle

school, 3.0% high school, and 5.0% university graduation (INE, 2011). Because basic literacy (to know how to read and write) is a requisite to obtain a Portuguese driving licence, illiterate people are not represented in the study sample.

## *2.2. Procedure*

The current study was approved by the Scientific Board of the Faculty of Psychology and Educational Sciences at the University of Coimbra and the MLTI, and all of the procedures adhered to the ethical principles of the Declaration of Helsinki. Participants received written information regarding the purpose of the study, and written informed consent was obtained from each patient prior to participation. The research protocol included a multimodal assessment that collected demographic data along with data regarding each participant's clinical and driving histories (through the driving process and via an interview), visual function (far visual acuity, colour vision and stereoscopic vision), cognitive functioning and driving ability.

A standardised on-road driving test was conducted by an accredited professional examiner who was not informed regarding any participant's cognitive and personal data. The road test was conducted on a 10-km predetermined route in central Lisbon. To improve the likelihood that drivers would experience similar traffic conditions, tests were conducted on the same day of the week and during an off-peak period (between 12 h and 14 h). All of the assessments were conducted during favourable weather conditions without rain or fog. The course began in a residential area with a familiarisation period during which drivers were able to become familiar with

the experimental vehicle and the examiner, and it subsequently proceeded to local and arterial roads. The test route was designed to ensure that traffic conditions were consistently at a low-to-moderate level and to enable the examiner to observe the participant's driving behaviour in different driving situations (e.g., crossroads and roundabouts). The mean total duration of the driving test was 50 min. The test vehicle was fitted with manual transmission (the most familiar to all of the participants) and a dual-brake control system. The assessment was based on a driving measure, the DBOG (a description of the DBOG is provided in the instruments section), which was completed by the observer immediately following the road test. Standard verbal navigational instructions were provided during the course, and the examiner intervened physically (using the dual-brake or the steering wheel) or verbally as required for safety.

## *2.3. Measures*

### *2.3.1. Senior Drivers Battery (SDB)*

This computer-based battery comprises the set of cognitive and psychomotor measures that have been established for the assessment of drivers aged 65 years or older at a specialised centre (MLTI). It includes the following tests:

*Cognitrone* (COG; Wagner & Karner, 2001). This test is a measure of selective attention in which an observer must make a decision regarding whether abstract figures are or are not identical. The observer indicates his choice by pressing a green or red button, respectively. The S9 test form, which includes one reference figure and four comparison figures, is administered. The test has a seven-minute time limit, and the allowed

response time to each item is free. The main scored variables are the “total number of reactions”, which measures the response quantity, and the “percentage of incorrect reactions”, which measures the response quality.

*Continuous Visual Recognition Task* (FVW; Kessler & Pietrzyk, 2003). This test assesses the observer’s visual recognition memory on the basis of a decision regarding whether an item is new (indicated by pressing a red button) or has already been presented (indicated by pressing a green button). The S6 test form is administered and includes both abstract and concrete figures and sets of letters and/or numbers. The test concludes after 100 items have been presented; response time is free, and the total testing time is approximately 15 minutes. The main scored variables are the “number of hits” (the number of correctly recognised items) and the “number of false positives” (items that are recognised despite being presented for the first time).

*Reaction Time* (RT; Schuhfried & Prieler, 1997). This test measures decision time (the time between the onset of a stimulus and a motor response) and motor time (response speed), which are distinguished via the manual use of rest and reaction buttons. The S1 and S4 test forms are administered as simple and choice reaction time tasks, respectively. In the S1 test form, the critical stimulus is a yellow circle (28 items); in the S4 test form, the critical stimulus combines yellow and red circles (16 items), which are presented in alternation with distractor stimuli (32 items) including one yellow circle, one red circle or one acoustic sound. The testing time for each form is approximately 5-10 minutes. The main variables that are scored in both test forms are the “mean reaction time” and the “mean motor time”.

*Determination Test* (DT; Schuhfried, 1998). This complex reaction time task measures the responsiveness under conditions of sensory stress.

The S12 test form is administered, and it requires continuous, swift and varied responses (manual and pedal forms) to rapidly changing visual stimuli (five circles of different colours and two pedal signs). The test concludes following the presentation of 540 stimuli; the average testing time is approximately 15 minutes. The main scored variables are the “median reaction time”, the “number of correct reactions” and the “number of incorrect reactions”.

### 2.3.2. *Useful Field of View test (UFOV; Visual Awareness Inc., 2002)*

This computerised test utilises the speed at which an individual can rapidly process stimuli in the visual field to measure visual attention. The mouse PC version (6.0.8) used in the present study includes processing speed, divided attention and selective attention subtests. The last of these three subtests was not conducted because previous studies have shown that many patients with early cognitive impairment are unable to complete the task (cf., Duchek et al., 1998; Whelihan et al., 2005). *Subtest 1* (UFOV-1) measures processing speed and requires the identification of a central target (the silhouette of a car or a truck) presented within a fixation box. *Subtest 2* (UFOV-2) is a measure of divided attention. Like subtest 1, it requires that observers identify a central target, but it also requires observers to locate a peripheral target (the silhouette of a car). Targets are presented at a variety of brief display durations (ranging from 16.67–500 ms in duration), and the score for each subtest is expressed as the display duration at which the participant performed accurately on 75% of trials.

### 2.3.3. *Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA; Nouri & Lincoln, 1994)*

This screening battery comprises four cognitive tests that predominantly measure attention and executive abilities (Radford & Lincoln, 2004). The four tests that are included in the assessment are the *Dot Cancellation Test (DC)*, the *Square Matrices Directions test (SMD)*, the *Square Matrices Compass test (SMC)* and the *Road Sign Recognition test (RSR)*. A full description of the SDSA, including the instructions and scoring, can be found in the manual (Lincoln, Radford and Nouri, 2010). The SMC was not conducted in the present study because previous research had provided evidence of a high correlation between SMC and SMD performance (Lincoln, Radford, Lee, & Reay, 2006). In addition, the SMC was excluded to shorten the assessment protocol (cf., Lincoln et al., 2010). To make the SDSA suitable for use in Portugal, an experimental version (Lincoln, Ferreira, & Simões, 2009a) that included adaptations of the SMD and RSR test materials was developed in consultation with an author of the original version. The Portuguese manual for the SDSA (Lincoln, Ferreira, & Simões, 2009b) can be requested from the authors.

The DC requires crossing out every group of four dots on an A4-size paper containing groups of three, four and five dots. Unlike the original version, a shorter form that had 12 lines instead of 24 lines and a time limit of 10 minutes instead of 15 minutes was used in the present study (cf., Lincoln et al., 2010). The results are expressed in terms of the time to completion, the number of errors or misses (groups of four dots that were not crossed out) and the number of false positives (crossed-out groups of three or five dots).

The SMD requires the placement of 16 cards within a 4 x 4 matrix. Each card includes a drawing of a lorry and a car travelling in the direction



of arrows (pointing up, down, left and right) placed along the side and the top of the matrix. The task has a time limit of 5 minutes, and the maximum score is 32 points (one point for each correctly placed vehicle). In the experimental Portuguese version, the position of the driver of the vehicle on the card was changed from the right to the left.

The RSR requires observers to match the traffic signs on each of 12 cards (drawn from a set of 19 signs) with drawings of traffic situations (e.g., no overtaking, children crossing, gives way). The task has a time limit of 3 minutes, and the maximum score is 12 points (one point for each correct match). In the experimental Portuguese version, the traffic situations were reversed, and the road signs were altered to be in accordance with the signs produced by the Portuguese Regulation of Traffic Signs (Decreto Regulamentar nº 22A, 1998).

#### *2.3.4. Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R; Mioshi, Dawson, Mitchell, Arnold, & Hodges, 2006)*

This brief cognitive test was originally developed to detect mild cognitive impairment and dementia. It provides an MMSE score and five sub-scores that represent cognitive domains, namely attention and orientation (18 pts), memory (26 pts), letter and category verbal fluency (14 pts), language (26 pts) and visuospatial ability (16 pts). The total score is obtained by summing all of the sub-scores, ranging from 0 to 100, of which the MMSE score (30 pts) is part. Higher scores indicate better cognitive functioning. The Portuguese ACE-R version (Simões, Firmino, Pinho, Cerejeira, & Martins, 2010) used in the present study was adapted with authorisation and advice from the authors of the original version.

### 2.3.5. *Trail Making Test* (TMT; Delis, Kaplan, & Kramer, 2001)

This test is a measure of visual attention, sequencing, mental flexibility and motor speed (Lezak, Howieson, Bigler, & Tranel, 2012; Strauss, Sherman, & Spreen, 2006). The present version of the TMT comprises five conditions, but only the *number sequencing* (Trails A) and *number-letter switching* (Trails B) tasks were administered in the present study. The first task (number sequencing) has a time limit of 150 seconds, and it requires the participant to connect a series of encircled numbers that are distributed on a sheet of paper in ascending order. The second task (number-letter switching) has a time limit of 240 seconds, and it requires the participant to connect a series of encircled letters and numbers that are distributed on a sheet of paper in alternating and ascending order. Participants are instructed to complete each task as quickly and accurately as possible.

### 2.3.6. *Key Search* (Wilson, Alderman, Burgess, Emslie, & Evans, 1996)

This test is a measure of nonverbal planning ability. It requires drawing a plausible route for finding a lost key in a field represented by a square on a sheet of paper. The score is based on a number of criteria related to the efficiency of the participant's problem-solving strategy.

### 2.3.7. *Vocabulary* (WAIS-III; Wechsler, 2008)

This task is as measure of verbal comprehension; it examines essential components of verbal intelligence and requires that participants define words. The maximum score is 66 points and the administration time varies.

### 2.3.8. *Block Design* (WAIS-III; Wechsler, 2008)

This task is a measure of perceptual organisation; it examines essential components of nonverbal intelligence and requires that participants use bicoloured cubes to reproduce designs or models. The maximum score is 68 points and the administration time varies.

### 2.3.9. *Driving Behaviours Observation Grid* (DBOG; Marques & Ferreira, 2009)

This 50-item driving performance evaluation includes driving behaviours distributed across the following 10 categories or specific scores: (a) pre-driving checks (3 items), such as mirrors, seat belt; (b) vehicle control (7 items), such as the use of accelerator, footbrake; (c) visual search (3 items), such as looking for traffic signs, potential hazards; (d) communication with other road users (2 items), including the use of an indicator, response to signals from other road users; (e) driving on urban roads (15 items), with items such as maintaining the lateral position, being aware of pedestrians; (f) driving on the freeway (6 items), including items regarding speed choice, maintaining a safe distance from other vehicles; (g) turning at junctions (4 items), with items regarding giving the right of way, trajectory; (h) driving on roundabouts (4 items), including items such as the choice of lane position, merging behaviour; (i) specific manoeuvres (3 items), including items regarding turning in a road, reverse parking; and (j) other specific behaviours (3 items), such as confidence, self-regulation regarding deficits.

Each driving item is scored on the following 3-point scale: 2 = correct driving behaviour, 1 = minor error (error that does not affect safety) and 0 = major error (error that is severe enough to affect safety). A general score (0–100) can be obtained by taking the total number of points earned for all

of the items, but the total score was not considered to distinguish between the safe and unsafe driver groups because a poor overall score can result from the overrepresentation of minor errors (which do not affect safety). Therefore, the examiner indicates the final qualitative outcome of the participant's driving ability as being either safe or unsafe on the basis of both the frequencies and severities of the observed behaviours during the driving task. The unsafe classification is applied to drivers who systematically commit several errors that are severe enough to affect overall driving safety (e.g., changing lanes without looking, obstructing other cars at crossings, braking and/or accelerating inappropriately). An interrater reliability study of the qualitative outcome of the DBOG conducted by two trained observers on 24% of the study sample yielded 100% agreement (Ferreira et al., 2012).

#### *2.4. Statistical analysis*

Independent *t*-tests or chi-square ( $\chi^2$ ) tests were used to compare the demographic, medical and driving characteristics of safe and unsafe drivers. A subsequent series of logistic regression analyses using a backwards elimination procedure was then conducted to determine the most parsimonious set of tests that were capable of predicting on-road driving ability. The first analyses were conducted using variables from the SDB administered at the MLTI; the second set included additional variables from current cognitive tests of driving ability and neuropsychological tests; and the third group of analyses combined predictors from the SDB with predictors from the additional assessment tools. To avoid overfitting in the regression analyses, the input parameters were reduced to include only

those variables for which independent *t*-tests provided evidence of significant differences ( $p \leq .05$ ) between the study groups. The variables for which there was a multicollinear condition were tested separately. Parsimonious models including coefficients with a significant Wald test of 0.10 or less were retained for analysis. The predictive models were interpreted with the inclusion of all cases because neither the removal of outliers (cases with standardised residuals that were greater than 3.0 or less than -3.0) nor the removal of influential cases (those with Cook's distances of greater than 1.0) meaningfully improved (by at least 2%) the accuracy of the model. The accuracy parameters of the model were estimated via receiver operating characteristic (ROC) curves. Leave-one-out cross-validation was performed to investigate the probable efficiency of the model predictions if tested on an independent sample. All analyses were conducted using the SPSS software package (version 20.0, SPSS an IBM Company, Chicago, IL) with the exception of the ROC analysis, which was performed using MedCalc (version 11.1, Mariakerke, Belgium).

### **3. Results**

#### *3.1. Demographic, medical and driving characteristics*

As shown in Table I, the groups of safe and unsafe drivers were similar with respect to demographic (age, gender and years of schooling), reason for referral, visual function (far visual acuity and stereoscopic vision) and driving variables (years of driving experience, professional driver experience and driving incidents in previous two years). The colour vision, not listed in the table, was found as normal in all participants.

**Table I**

Demographic, medical, and driving characteristics of the study groups.

	Driving assessment		p value <sup>a</sup>
	Safe (n= 25)	Unsafe (n= 25)	
<b>Demographic</b>			
Age (M [SD])	72.36 (7.65)	73.92 (6.34)	.436
Age groups (65–74/75–88)	16/9	12/13	.254
Gender (male/female)	23/2	21/4	.384
Years of schooling (M [SD])	7.24 (5.09)	5.12 (3.17)	.084
Education level (1–4/5–9/10+)	15/5/5	19/4/2	.234
<b>Medical</b>			
Reason for referral (age/physical/neurological/psychiatric)	12/2/6/5	12/2/6/5	1.000
Far visual acuity (M [SD])	0.67 (0.15)	0.60 (0.14)	.100
Stereoscopic vision (absent–reduced/average–superior)	9/16	8/17	.771
<b>Driving experience</b>			
Years of driving experience (M [SD])	44.56 (11.85)	39.60 (12.83)	.162
Professional driver experience (yes/no)	6/19	4/21	.480
Driving incidents in previous two years <sup>b</sup> (yes/no)	7/18	5/20	.508

<sup>a</sup>Differences between groups were tested by independent *t*-tests, with the exception of gender, reason for referral, professional driver experience and driving incidents in previous two years, which were evaluated by  $\chi^2$  with one degree of freedom.

<sup>b</sup>Self-report data of at-fault automobile crashes and/or state records of moving violations.

### 3.2. Cognitive and psychomotor performances

Table II shows the means, standard deviations and ranges of all of the administered cognitive and psychomotor tests for each on-road driving classification. Relative to the safe drivers, the unsafe drivers had poorer performances on all of the tests, but significant differences between the two groups were only found for specific variables. Only half of the number of score variables from the SDB used at the MLTI were useful for discriminating between the study groups.

**Table II**

Cognitive and psychomotor performance between safe and unsafe drivers.

Test variables	Safe (n= 25)		Unsafe (n= 25)		p value <sup>a</sup>	Effect size <sup>b</sup>
	Mean	(SD, range)	Mean	(SD, range)		
<b>SDB</b>						
COG–reactions	252.92	(145.39, 16-569)	193.80	(137.96, 16-449)	.147	0.42
COG–incorrect reactions (%)	9.04	(14.38, 0.27-49.44)	18.93	(21.68, 0.25-68.02)	.064	0.54
FVW–correct reactions	37.96	(9.85, 17-50)	34.32	(9.89, 16-50)	.199	0.37
FVW–false positives	12.28	(6.50, 4-31)	14.76	(10.00, 0-48)	.304	0.29
SRT–decision time (ms)	370.60	(71.59, 259-569)	430.60	(109.63, 282-678)	.026	0.95
SRT–motor time (ms)	241.68	(69.76, 125-345)	301.00	(108.54, 106-541)	.026	0.65
CRT–decision time (ms)	562.20	(103.76, 434-821)	643.92	(178.01, 298-1114)	.053	0.56
CRT– motor time (ms)	240.44	(61.62, 110-324)	321.60	(132.73, 110-699)	.008	0.78
DT– median RT (ms)	1.12	(0.18, 0.81-1.50)	1.29	(0.20, 0.98-1.59)	.003	0.89
DT–correct reactions	349.56	(80.82, 177-501)	278.64	(93.46, 123-462)	.006	0.81
DT– incorrect reactions	42.20	(27.71, 5-121)	57.52	(46.19, 6-207)	.161	0.28
<b>SDSA</b>						
DC–time (s)	282.36	(78.39, 165-448)	351.04	(135.81, 190-600)	.033	0.77
DC–errors	10.76	(7.11, 0-25)	11.40	(9.07, 0-31)	.782	0.08
DC–false positives	0.16	(0.47, 0-2)	0.80	(1.26, 0-5)	.021	0.67
SMD	15.08	(11.33, 2-32)	4.00	(2.94, 2-11)	.000	1.34
RSR	3.08	(2.66, 0-10)	2.00	(1.89, 0-6)	.105	0.47
<b>UFOV</b>						
UFOV–1(ms)	136.76	(132.35, 17-357)	216.36	(169.63, 17-500)	.071	0.52
UFOV–2 (ms)	293.52	(161.60, 23-500)	415.56	(141.45, 23-500)	.007	0.80
<b>ACE-R</b>						
ACE-R total score	78.28	(10.95, 47-94)	66.48	(14.10, 43-93)	.002	0.93
MMSE sub-score	26.48	(2.80, 18-30)	24.48	(3.69, 18-30)	.036	0.61
Attention-orientation sub-score	16.96	(1.67, 12-18)	15.88	(2.15, 11-18)	.053	0.56
Memory sub-score	16.96	(5.78, 3-26)	14.20	(4.66, 5-24)	.069	0.53
Fluency sub-score	8.28	(2.87, 3-14)	5.76	(3.05, 1-12)	.004	0.85
Language sub-score	22.44	(3.00, 15-26)	19.32	(5.14, 11-26)	.012	0.74
Visuospatial sub-score	13.64	(2.34, 9-16)	11.32	(2.89, 7-16)	.003	0.88
<b>TMT</b>						
Trails A (s)	113.32	(35.51, 47-150)	129.36	(28.74, 58-150)	.086	0.50
Trails B (s)	213.84	(43.80, 108-240)	239.36	(3.20, 224-240)	.006	0.82
<b>BADS</b>						
Key Search	8.04	(3.27, 3-14)	5.76	(2.92, 2-12)	.012	0.74
<b>WAIS-III</b>						
Vocabulary	11.16	(3.24, 6-18)	9.44	(2.58, 5-15)	.088	0.59
Block Design	10.44	(3.74, 4-19)	8.88	(2.76, 4-13)	.100	0.47

Notes. ACE–R = Addenbrooke's Cognitive Examination Revised; BADS = Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome; COG = Cognitrone; CRT = Choice Reaction Time; DC = Dot Cancellation Test; DT = Determination Test; FVW = Continuous Visual Recognition Task; MMSE = Mini–Mental State Examination; RSR = Road Sign Recognition; SDB = Senior Drivers Battery; SDSA = Stroke Drivers Screening Assessment; SMD = Square Matrices Directions; SRT = Simple Reaction Time; TMT = Trail Making Test; UFOV = Useful Field of View; WAIS–III = Wechsler Adult Intelligence Scale.

<sup>a</sup>Differences between groups were tested by *t*-Student; <sup>b</sup>Cohen's *d* was used as an estimate of the effect size.

The most significant subtest among the SDSA was the SMD ( $p < .001$ ). Only subtest 2 of the UFOV was discriminative. With the exceptions of the Trails A, ACE-R Attention-orientation and Memory sub-scores, and the WAIS-III Vocabulary and Block Design scores, all of the standardised neuropsychological test variables had discriminative power.

### *3.3. Model with predictors from the SDB*

A series of logistic regression models that included the best cognitive and psychomotor predictors of on-road driving ability was developed. The logistic regression coefficients and model fit parameters of the predictive equations are summarised in Table III.

With the exceptions of the COG and FWV variables, the SRT-decision time variable and the DT-incorrect reactions variable, all of the SDB variables were sufficiently significant for inclusion in the model (cf., Table II). To avoid problems of multicollinearity the SRT-motor time variable was not included. This variable was excluded because it was highly correlated with the CRT-motor time variable ( $r(48) = .865, p < .001$ ); the latter of these variables presented a larger significant difference between groups. The DT-median RT and DT-correct reactions variables were also highly correlated ( $r(48) = -.753, p < .001$ ) so they were analysed separately. Lastly, the best-fitting model retained both the DT-correct reactions and CRT-motor time variables as predictors (Model DT/CRT).



### 3.4. Models with predictors from additional assessment tools

The following step was taken to determine the best cognitive predictors from current cognitive driving and neuropsychological tests other than those included in the SDB. A stepwise regression using the SDSA variables without the DC-errors and RSR variables (cf., Table II) retained the SMD variable (Model SMD). A consideration of the UFOV test variables revealed that only the UFOV subtest 2 scores were significantly able to account for the variance in driving performance (Model UFOV-2).

For the neuropsychological tests, the predictive validity of the ACE-R was analysed via three individual regressions in relation to the ACE-R score, the MMSE score and the ACE-R sub-scores. The best-fitting model combined the fluency and visuospatial sub-scores (Model ACE-R<sub>FM</sub>); the models based on the ACE-R total score ( $\chi^2[1] = 10.020$ ,  $p = .002$ ; Cox-Snell  $R^2 = 0.182$ ; Nagelkerke  $R^2 = 0.242$ ) and the MMSE score ( $\chi^2[1] = 4.615$ ,  $p = .032$ ; Cox-Snell  $R^2 = 0.088$ ; Nagelkerke  $R^2 = 0.118$ ) were less significant.

Among the executive function tests, the Trails B explained a significant amount of the variance in the driving performance ( $\chi^2 [1] = 10.255$ ,  $p = .001$ ), but this predictor failed to contribute to the logit at a significant level (Wald  $\chi^2 [1] = 1.752$ ,  $p = .186$ ). Contrarily, the Key Search variable was as a significant predictor of driving ability (Model Key).

**Table III**

Regression coefficients and model fit summary from developed predictive equations.

Model label and variables	Regression coefficients					Likelihood Ratio Test			Pseudo R <sup>2</sup> (%)	
	B	SE	OR	95% CI	p	χ <sup>2</sup>	df	p	Cox and Snell	Nagelkerke
<b>DT/CRT</b>										
DT–correct reactions	-0.008	0.004	0.99	0.98-1.00	.039	12.785	2	.002	22.6	30.1
CRT–motor time	0.008	0.004	1.01	1.00-1.02	.046					
Constant	0.375	1.681			.823					
<b>SMD</b>										
SMD	-0.256	0.087	0.77	0.65-0.92	.003	22.130	1	< .001	35.8	47.7
Constant	1.858	0.609			.002					
<b>UFOV–2</b>										
UFOV–2	0.005	0.002	1.01	1.00-1.01	.011	7.619	1	.006	14.1	18.8
Constant	-1.912	0.835			.022					
<b>ACE-R<sub>F/V</sub></b>										
ACE-R fluency sub-score	-0.221	0.126	0.80	0.63-1.03	.080	12.253	2	.002	21.7	29.0
ACE-R visuospatial sub-score	-0.219	0.132	0.80	0.62-1.04	.098					
Constant	4.281	1.593			.007					
<b>Key</b>										
Key Search	-0.236	0.099	0.79	0.65-0.96	.017	6.444	1	.011	14.7	19.6
Constant	1.621	0.738			.028					
<b>UFOV–2/CRT</b>										
UFOV–2	0.005	0.002	1.01	1.00-1.01	.024	13.757	2	.001	24.1	32.1
CRT–motor time	0.009	0.004	1.01	1.00-1.02	.030					
Constant	-4.055	1.352			.003					
<b>ACE-R</b>										
ACE–R score	-0.074	0.026	0.99	0.89-0.96	.005	10.020	1	.002	18.2	24.2
Constant	5.371	1.951			.006					
<b>ACE-R<sub>F</sub>/CRT</b>										
ACE-R fluency sub-score	-0.292	0.118	0.77	0.59-0.94	.014	14.289	2	< .001	24.9	33.1
CRT–motor time	0.009	0.004	1.01	1.00-1.02	.033					
Constant	-0.346	1.347			.797					
<b>SMD/ACE-R<sub>F</sub></b>										
SMD	-0.248	0.085	0.78	0.66-0.92	.004	25.308	2	< .001	39.7	53.0
ACE-R fluency sub-score	-0.252	0.152	0.77	0.58-1.05	.097					
Constant	3.529	1.295			.006					

Notes. ACE–R = Addenbrooke's Cognitive Examination Revised; ACE-R<sub>F</sub> = ACE-R fluency sub-score; ACE-R<sub>F/V</sub> = ACE-R fluency and Visuospatial sub-scores; CI = Confidence Interval; CRT = Choice Reaction Time; DT = Determination Test; OR = Odds Ratio; SE = standard deviation; SMD = Square Matrices Directions; UFOV = Useful Field of View.

### 3.5. Models developed with predictors from SDB and additional assessment tools

To determine whether predictors from different assessment tools are complementary to the strongest predictors from the SDB or should be

treated as alternatives to the SDB variables, a final series of logistic regressions was conducted (Table IV). When both the SDSA predictors and the selected SDB predictors were considered, the best-fitting model retained the SMD. Similarly, the ACE-R total score was the only variable retained in the final equation; compared with the contribution of the DT/CRT model, the contributions of the MMSE score and of specific executive task scores (Trails B or Key Search) were less significant in explaining the variance in the driving outcomes. Two new models, the UFOV-2/CRT and the ACE-R<sub>F</sub>/CRT, highlighted alternatives to the DT-correct reactions variable. Lastly, a stepwise regression including the variables that were selected in the aforementioned equations (the DT-correct reactions, CRT-motor time, SMD, UFOV-2, ACE-R score and ACE-R fluency sub-score variables) retained the SMD and ACE-R fluency sub-score variables as predictors (Model SMD/ACE-R<sub>F</sub>).

**Table IV**  
Development of the final parsimonious models.

SDB predictors	Predictors from additional assessment tools	Model label
DT-correct reactions	+ SDSA: DC-time, DC-false positives, SMD	= SMD
	+ UFOV: UFOV-2	= UFOV-2/CRT
CRT- motor time	+ ACE-R: ACE-R score	= ACE-R
	+ ACE-R: MMSE score	= DT/CRT
	+ ACE-R: Fluency, Language and Visuospatial sub-scores	= ACE-R <sub>F</sub> /CRT
	+ TMT: Trails B	= DT/CRT
	+ BADS: Key Search	= DT/CRT
	+ Retained in previous models: SMD, UFOV-2, ACE-R score, ACE-R fluency sub-score	= SMD/ACE-R <sub>F</sub>

Notes. ACE-R = Addenbrooke's Cognitive Examination Revised; ACE-R<sub>F</sub> = ACE-R fluency sub-score; BADS = Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome; CRT = Choice Reaction Time; DC = Dot Cancellation Test; DT = Determination Test; MMSE = Mini-Mental State Examination; SDB = Senior Drivers Battery; SDSA = Stroke Drivers Screening Assessment; SMD = Square Matrices Directions; TMT = Trail Making Test; UFOV = Useful Field of View.

### 3.6. Model abilities to predict safe and unsafe drivers

Table V summarises the accuracy parameters of the final parsimonious models in leave-one-out cross-validation. The areas under the ROC curves of all of these models were significantly higher than 0.5 (the cutoff for no discrimination). The largest areas were from the SMD/ACE-R<sub>F</sub> ( $z = 6.18$ ;  $p < .001$ ) and SMD ( $z = 4.84$ ;  $p < .001$ ) models; both of these models had good discrimination abilities ( $0.8 \leq \text{ROC} < 0.9$ ). The smallest area was from the DT/CRT model ( $z = 2.75$ ;  $p = .006$ ) and ACE-R ( $z = 2.67$ ;  $p = .008$ ), which had an acceptable discriminative power ( $0.7 \leq \text{ROC} < 0.8$ ). Only the SMD/ACE-R<sub>F</sub> model had an AUC that was significantly larger than the AUCs of the DT/CRT ( $z = 2.01$ ;  $p = .04$ ) and ACE-R ( $z = 2.48$ ;  $p = .01$ ) models.

**Table V**

Accuracy parameters of the final parsimonious models in leave-one-out cross-validation.

Model label	AUC (95% CI)	Sensitivity <sup>a</sup>	Specificity <sup>b</sup>	PPV <sup>c</sup>	NPV <sup>d</sup>	Criterion <sup>e</sup>
SMD/ACE-R <sub>F</sub>	0.84 (0.71-0.93)	88.0	72.0	75.9	85.7	-0.15
SMD	0.81 (0.68-0.91)	92.0	60.0	69.7	88.2	-0.86
UFOV-2/CRT	0.74 (0.59-0.85)	64.0	88.0	84.2	71.0	0.56
ACE-R <sub>F</sub> /CRT	0.73 (0.58-0.84)	56.0	92.0	87.5	67.6	0.35
DT/CRT	0.71 (0.57-0.83)	84.0	56.0	65.6	77.8	-0.63
ACE-R	0.71 (0.56-0.83)	72.0	60.0	64.3	68.2	-0.08

Notes. AUC = area under the ROC curve; CI = confidence interval; NPV = negative predictive value; PPV = positive predictive value.

<sup>a</sup> Percentage of cases correctly classified as unsafe on the road test.

<sup>b</sup> Percentage of cases correctly classified as safe on the road test.

<sup>c</sup> Percentage of cases correctly predicted as unsafe on the road test.

<sup>d</sup> Percentage of cases correctly predicted as safe on the road test.

<sup>e</sup> Criterion corresponding with highest Youden index.

## 4. Discussion

This study examined whether specific cognitive and psychomotor tests were able to predict the driving abilities of a sample of elderly primary care patients. The predictive values of both the SDB that is currently administered at a specialised centre in Portugal and those of other cognitive driving and neuropsychological tests were assessed in relation to real-world driving performance. The results of our assessment highlighted the observation that only approximately half of the variables that were tested in the SDB were potential predictors of driving performance. Two main problems with this established battery for the assessment older drivers were identified. First, the battery contains several variables that lack predictive value in relation to the criterion measure; in practice, the inclusion of these variables may harm the decision-making process concerning driving ability and may result in incorrect driver classification. Second, the presence of highly correlated variables may contribute to the acquisition of redundant information and the subsequent overvaluation of a given ability. Furthermore, predictive models that include these variables may suffer from issues of multicollinearity. These problems are likely to result from the absence of studies of the predictive validity of this specific battery; the present study was the first to assess the predictive validity of the SDB.

The best predictors from the SDB were derived from the reaction time tasks, namely the response accuracy on a complex reaction time task (DT) and the psychomotor speed in a choice reaction time task (CRT). These variables were complementary; together they resulted in a predictive model (DT/CRT) for driving ability with an acceptable discriminative power. It is worth noting that both of these tests are incorporated in a computerised

assessment of driving fitness (Schuhfried, 2005), but they are incorporated in different test forms. Both subtest 2 of the UFOV and the ACE-R fluency sub-score variable were found to be alternatives to the DT-response accuracy variable, when used in conjunction with the CRT variable, they resulted in the generation of two new models with similar discriminative powers, the UFOV-2/CRT and ACE-R<sub>F</sub>/CRT models. These findings support the utility of predictive models that include both an accuracy-based measure of divided attention or mental flexibility and a measure of psychomotor speed during a choice reaction time task. In contrast, neither a test of selective attention, such as the COG, nor a visual recognition task, such as the FVW, appeared to be useful for predicting driving ability in older adults.

A model that included the ACE-R total score, which represents a composite of five cognitive domains, was able to predict safe/unsafe drivers with a degree of accuracy that was similar to that of the DT/CRT model, which was based on the SDB predictors. The verbal fluency and visuospatial domains of the ACE-R discriminated between the two study groups more clearly than other domains. Notably, the verbal memory domain was not predictive of actual on-road driving, which is consistent with the results that were obtained with regard to the visual memory test of the SDB. This suggests that declarative memory is not a significant determinant of an individual's ability to drive safely (cf., Anderson et al., 2007).

The models that had higher predictive accuracies included the SMD (the SMD/ACE-R<sub>F</sub> and SMD models); the predictive values of these models outperformed those of the remaining subtests of the SDSA. Significant strong correlations between SMD scores and the results of tests that are sensitive to visuospatial perception (e.g., the Cube Analysis test

from the Visual Object and Space Perception Battery), attention and executive functions (Stroop Colour-Word Test, TMT), have previously been documented in a concurrent validity study of the SDSA (Radford & Lincoln, 2004). Meta-analytic studies have shown that these cognitive domains are important determinants of the ability to drive safely (Mathias & Lucas, 2009; Reger et al., 2004), which may account for the high predictive validity of the SMD. Notably, the inclusion of both the SMD score and the ACE-R fluency sub-score yielded a model with high degrees of sensitivity and specificity, suggesting that when additional measures of mental flexibility and inhibition control are considered along with SMD score, such as the Stroop Colour-Word Test (cf., Daigneault, Joly, & Frigon, 2002) or Rule Shift Cards test (cf., Lincoln et al., 2010; McKenna & Bell, 2007) the prediction accuracy of driving ability increases. Surprisingly, however, there was no strong evidence for an association between performance on the Trails B task and driving ability (cf., Anstey, Wood, Lord, & Walker, 2005; Molnar, Patel, Marshall, Man-Son-Hing, & Wilson, 2006), even though this task is recommended in the American Medical Association (AMA) guidelines for assessing older drivers (Carr, Schwartzberg, Manning, & Sempek, 2010). Interestingly, the Key Search test, which is a sensitive measure of frontal lobe functions that has been incorporated in the Rookwood Driving Battery (McKenna, 2008), was shown to be a more effective predictor of driving ability than the Trails B task. This finding suggests that specific tests of nonverbal planning and problem-solving such as the Action Programme Test (cf., McKenna & Bell, 2007), the Tower of London test (cf., Ferreira, Marmeleira, Godinho, & Simões, 2007) and Maze tests (cf., Ott et al., 2008) may also be robust tasks for the assessment of driving-related functions.

To improve the current practices in the psychological assessment of drivers, some implications of the present findings should be discussed.

First, the problems with the SDB that were identified in the present study support the need to revise the established test battery that is commonly used to draw inferences about driving ability among older drivers. This is both a technical issue and an ethical issue for psychologists working in this specific field of assessment. If the cessation of driving leads to mobility loss and related problems including the loss of social opportunities and increased mental health concerns (Gardezi et al., 2006; Ragland, Satariano, & MacLeod, 2005), removing drivers from the road unnecessarily should be avoided. However, allowing people to drive when their risk of collision is high may endanger the health and safety of all road users. Thus, predictive validity studies and independent validation studies are a pressing need (Lincoln & Radford, in press). These kinds of empirical studies will support the development of a new assessment model on the basis of statistical methods (e.g., logistic regression, discriminating analysis) in which the contributions of specific predictors can be optimised, the accuracy of a given assessment protocol can be determined, and variables that do not explain a significant amount of variance in the dependent measure can be excluded. In contrast to the assessment methodology that is currently in use, using normative data to distinguish between safe and unsafe drivers is not recommended. Although normative data are important for interpreting test performance in comparison with a reference group, and they are particularly important for making inferences regarding the presence of an acquired impairment, previous studies have shown that the use of demographically adjusted scores diminishes the accuracy of predictions regarding everyday/real-world functions (Heaton et al., 2004), including driving an automobile (Barrash et al., 2010). Examining an everyday activity that has universal requirements in terms of required cognitive abilities regardless of demographic characteristics (i.e., age and



years of education) appears to reflect absolute ability levels more accurately than the use of uncorrected scores (Barrash et al., 2010; Morgan & Heaton, 2009). Thus, cognitive tests should be as free of IQ constraints as possible to reflect the degree to which driving skills are accessible for most people (McKenna, 1998).

Second, to encourage more uniformity in the assessment protocols used by psychologists in this area and to simultaneously ensure both the accuracy and comparability of the results, new guidelines that define specific instruments for testing driving-related cognitive abilities should be developed; these guidelines should only recognise results from predictive validity studies. In the context of the present findings, the following tests could be included in revised psychological assessment protocols for determining driving fitness in older adults: the UFOV-2, which assesses visual processing speed and divided attention; the SMD from the SDSA, which is sensitive to visuospatial perception; the ACE-R fluency sub-score and the Key Search task, which examine verbal (mental flexibility and inhibition control) and nonverbal (planning ability and problem solving) executive skills, respectively; and the CRT and DT tasks, which are measures of psychomotor speed and response accuracy during choice and complex reaction time tasks, respectively.

Finally, because the ACE-R has proven to be a good screening tool for detecting cognitive impairment (Crawford, Whitnall, Robertson, & Evans, 2011), its potential as a screening test to identify elderly drivers who require an in-depth assessment at a specialised centre should be further studied (Ferreira et al., 2012). The findings and recommendations that result from the proposed research could be addressed in revised guidelines and legislation concerning fitness-to-drive assessments of the older adult population.

## **Conflicts of Interest**

All authors of this study declare that there are no conflicts of interest.

## **Acknowledgments**

This research was supported by the Fundação para a Ciência e Tecnologia (Foundation for Science and Technology) through of a PhD fellowship (SFRH/BD/27255/2006) awarded to the first author.

We would like to thank the partnership between the Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra (Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra) and the Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres (Mobility and Land Transports Institute) for providing conditions to make this study possible. We also thank Sérgio Marques from the Automóvel Club de Portugal (Automobile Club of Portugal) for the time and expertise in carrying out the driving assessments.

We would like to thank Professor Nadina Lincoln at the University of Nottingham for her insights regarding neuropsychological assessment methods that are relevant to driving and for her collaboration on the Portuguese adaptation of the Stroke Drivers Screening Assessment.

We also wish to acknowledge Dr. Patricia McKenna for sharing both her clinical and research experience with the Rookwood Driving Battery, and Dr. Janice Rees' for providing relevant material for this research project.

We also offer sincere acknowledgement of the work of Professor Mário Godinho† from the Faculdade de Motricidade Humana da Universidade Técnica de Lisboa (Faculty of Human Kinetics, Technical University of Lisbon), a supervisor of the present research, for his motivation and encouragement in this project, who passed away during this study.

## **REFERENCES**

Akinwuntan, A., Devos, H., Feys, H., Verheyden, G., Baten, G., Kiekens, C., & Weerdt, W. (2007). Confirmation of the accuracy of a short battery to predict

- fitness-to-drive of stroke survivors without severe deficits. *Journal of Rehabilitation Medicine*, 39, 698–702. doi: 10.2340/16501977-0113
- American Bar Association Commission on Law and Aging & American Psychological Association (2008). *Assessment of Older Adults with Diminished Capacity: A Handbook for Psychologists*. Washington: ABA/APA.
- Amick, M., Grace, J., & Ott, B. (2007). Visual and cognitive predictors of driving safety in Parkinson's disease patients. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 22(8), 957–967. doi: 10.1016/j.acn.2007.07.004
- Anderson, S., Rizzo, M., Skaar, N., Stierman, L., Cavaco, S., Dawson, J., & Damásio, H. (2007). Amnesia and driving. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(1), 1–12. doi: 10.1080/13803390590954182
- Anstey, K., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25(1), 45–65. doi: 10.1016/j.cpr.2004.07.008
- Baldock, M., Mathias, J., McLean, A., & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis and Prevention*, 38(5), 1038–1045. doi: 10.1016/j.aap.2006.04.016
- Barrash, J., Stillman, A., Anderson, S., Uc, E., Dawson, J., & Rizzo, M. (2010). Prediction of driving ability with neuropsychological tests: Demographic adjustments diminish accuracy. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 16(4), 679–686. doi: 10.1017/S1355617710000470
- Carr, D., & Ott, B. (2010). The older adult driver with cognitive impairment: "It's a very frustrating life". *Journal of the American Medical Association*, 303(16), 1632–1641. doi: 10.1001/jama.2010.481
- Carr, D., Schwartzberg, J., Manning, L., & Sempek, J. (2010). *Physician's Guide to Assessing and Counseling Older Drivers*. (2<sup>nd</sup> ed.). Washington, DC: NHTSA.
- Clay, O., Wadley, V., Edwards, J., Roth, D., Roenker, D., & Ball, K. (2005). Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: Current and future implications. *Optometry and Vision Science*, 82(8), 724–731.
- Crawford, S., Whitnall, L., Robertson, J., & Evans, J. (2011). A systematic review of the accuracy and clinical utility of the Addenbrooke's Cognitive Examination and the Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised in the diagnosis of dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*. doi: 10.1002/gps.2771
- Daigneault, G., Joly, P., & Frigon, J-Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 24(2), 221–238. doi: 10.1076/jcen.24.2.221.993
- Dawson, J., Anderson, S., Uc, E., Dastrup, E., & Rizzo, M. (2009). Predictors of driving safety in early Alzheimer disease. *Neurology*, 72(6), 521–527. doi: 10.1212/01.wnl.0000341931.35870.49

- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). The relationship between cognitive/neuropsychological factors and car driving performance in older adults. *Journal of the American Geriatrics Society*, 48(12), 1664–1668.
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001). Short cognitive/neuropsychological test battery for first-tier fitness-to-drive assessment of older adults. *The Clinical Neuropsychologist*, 15(3), 329–336. doi: 10.1076/clin.15.3.329.10277
- Decreto Regulamentar n° 22A (1998). D.R. n.º 227, Série I.
- Decreto-Lei n.º 313. (2009). D.R. n.º 208, Série I.
- Delis, D., Kaplan, E., & Kramer, J. (2001). *Delis-Kaplan Executive Function System (D-KEFS)*. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Devos, H., Akinwuntan, A., Nieuwboer, A., Truijen, S., Tant, M., & De Weerd, W. (2011). Screening for fitness to drive after stroke: A systematic review and meta-analysis. *Neurology*, 76(8), 747–756. doi: 10.1212/WNL.0b013e31820d6300
- Duchek, J., Hunt, L., Ball, K., Buckles, V., & Morris, J. (1998). Attention and driving performance in Alzheimer's disease. *Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 53B(2), P130–P141. doi: 10.1093/geronb/53B.2.P130
- Duchek, J., Carr, D., Hunt, L., Roe, C., Xiong, C., Shah, K., & Morris, J. (2003). Longitudinal driving performance in early-stage dementia of the Alzheimer type. *Journal of the American Geriatrics Society*, 51(10), 1342–1347. doi: 10.1046/j.1532-5415.2003.51481.x
- Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2007). Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In L. Boyle, J. Lee, D. McGehee, M. Raby & M. Rizzo (Eds.), *Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 511–518). Iowa City, USA: University of Iowa.
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Marôco, J. (2012). The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised as a potential screening test for elderly drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 49, 278–286. doi: 10.1016/j.aap.2012.03.036
- Gardezi, F., Wilson, K., Man-Son-Hing, M., Marshall, S., Molnar, F., Dobbs, B., & Tuokko, H. (2006). Qualitative Research on Older Drivers. *Clinical Gerontologist*, 30(1), 5–22. doi: 10.1300/J018v30n01\_02
- George, S., & Crotty, M. (2010). Establishing criterion validity of the Useful Field of View assessment and Stroke Drivers' Screening Assessment: Comparison to the results of on-road assessment. *American Journal of Occupational Therapy*, 64(1), 114–122. doi: 10.5014/ajot.64.1.114
- Heaton, R., Miller, S., Taylor, M., & Grant, I. (2004). *Revised comprehensive norms for an expanded Halstead-Reitan battery: Demographically adjusted neuropsychological norms for African-American and Caucasian adults*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Instituto Nacional de Estatística (2011). Portal de Estatísticas Oficiais [Portuguese Official Statistics]. Retrieved from <http://www.ine.pt>

- Kantor, B., Mauger, L., Richardson, V., & Unroe, K. (2004). An analysis of an older driver evaluation program. *Journal of the American Geriatrics Society*, 52(8), 1326–1330. doi: 10.1111/j.1532-5415.2004.52363.x
- Kessler, J. & Pietrzyk, U. (2003). *Manual Continuous Visual Recognition Task (FVW)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Lezak, M., Howieson, D., Bigler, E., & Tranel, D. (2012). *Neuropsychological assessment* (5<sup>th</sup> ed). New York: Oxford University Press.
- Lincoln, N. B., & Radford, K. A. (in press). Driving in neurological patients. In L. H. Goldstein & J. E. McNeil (Eds.), *Clinical neuropsychology: A practical guide to assessment and management for clinicians* (2<sup>nd</sup> ed.; pp. 567-588). UK: Wiley-Blackwell.
- Lincoln, N. B., Radford, K. A., Lee, E., & Reay, A. C. (2006). The assessment of fitness to drive in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 21, 1044–1051. doi: 10.1002/gps.1604
- Lincoln, N. B., Taylor, J., Vella, K., Bouman, W., Radford, K. (2010). A prospective study of cognitive tests to predict performance on a standardised road test in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25(5), 489-496. doi: 10.1002/gps.2367
- Lincoln, N. B., Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009a). *Stroke Drivers Screening Assessment. European Portuguese Experimental version (SDSA; F. Nouri, N. Lincoln, 1994<sup>®</sup>)*. University of Nottingham & Psychological Assessment Department, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra.
- Lincoln, N. B., Ferreira, I. S., & Simões, M. R. (2009b). *Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA): Manual da versão experimental Portuguesa* [Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA): Manual of the European Portuguese experimental version]. Coimbra, Portugal: University of Nottingham & Serviço de Avaliação Psicológica da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra [Psychological Assessment Department, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra].
- Lincoln, N. B., Radford, K. A., & Nouri, F. M. (2010). *Stroke Drivers' Screening Assessment. Revised Manual*. University of Nottingham.
- Lundberg, C., Caneman, G., Samuelsson, S. M., Hakamies-Blomqvist, L., & Almkvist, O. (2003). The assessment of fitness to drive after a stroke: The Nordic Stroke Driver Screening Assessment. *Scandinavian Journal of Psychology*, 44(1), 23–30. doi: 10.1111/1467-9450.00317
- Marcotte, T., & Scott, J. (2009). Neuropsychological performance and the assessment of driving behaviour. In I. Grant & K. Adams (Eds.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders* (pp. 652–687). New York: Oxford University Press.
- Marques, S., & Ferreira, I. S. (2009). *Grelha de Observação dos Comportamentos de Condução para Idosos* [Driving Behaviours Observation Grid]. Lisboa, Portugal: Automóvel Club de Portugal & Serviço de Avaliação Psicológica da Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra [Automobile Club of Portugal & Psychological Assessment

- Department, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra].
- Mathias, J., & Lucas, L. (2009). Cognitive predictors of unsafe driving in older drivers: A meta-analysis. *International Psychogeriatrics*, *21*(4), 637–653. doi:10.1017/S1041610209009119
- McKenna, P., & Bell, V. (2007). Fitness to drive following cerebral pathology: The Rookwood Driving Battery as a toll for predicting on-road driving performance. *Journal of Neuropsychology*, *1*(1), 85–100. doi: 10.1348/174866407x180837
- McKenna, P. (1998). Fitness to drive: A neuropsychological perspective. *Journal of Mental Health*, *7*(1), 9–18.
- McKenna, P. (2008). *Rookwood Driving Battery*. UK: Pearson Assessment.
- Mioshi, E., Dawson, K., Mitchell, J., Arnold, R., & Hodges, J. (2006). The Addenbrooke's Cognitive Examination Revised (ACE-R): A brief cognitive test battery for dementia screening. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, *21*, 1078–1085. doi: 10.1002/gps.1610
- Molnar, F., Patel, A., Marshall, S., Man-Son-Hing, M., & Wilson, K. (2006). Clinical utility of office-based cognitive predictors of fitness to drive in persons with dementia: A systematic review. *Journal of the American Geriatrics Society*, *54*, 1809–1824. doi: 10.1111/j.1532-5415.2006.00967.x
- Morgan, E., & Heaton, R. (2009). Neuropsychology in relation to everyday functioning. In I. Grant & K. Adams (Ed.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders* (pp. 632–651). New York: Oxford University Press.
- Nouri, F., & Lincoln, N. (1994). *The Stroke Drivers Screening Assessment*. Nottingham: Nottingham Rehab.
- Ott, B., Festa, E., Amick, M., Grace, J., Davis, J., & Heindel, W. (2008). Computerized maze navigation and on-road performance by drivers with dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, *21*(1), 18–25. doi: 10.1177/0891988707311031
- Radford, K., & Lincoln, N. (2004). Concurrent validity of the Stroke Drivers Screening Assessment. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, *85*(2), 324–328. doi: 10.1016/s0003-9993(03)00765-2
- Ragland, D., Satariano, W., & MacLeod, K. (2005). Driving cessation and increased depressive symptoms. *Journal of Gerontology: Medical Science*, *60A*, 399–403. doi: 10.1093/gerona/60.3.399
- Reger, M., Welsh, R., Watson, G., Cholerton, B., Baker, L., & Craft, S. (2004). The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: A meta-analysis. *Neuropsychology*, *18*(1), 85–93. doi: 10.1037/0894-4105.18.1.85
- Richardson, E., & Marottoli, R. (2003). Visual attention and driving behaviors among community-living older persons. *Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences*, *58*(9), M832–M836. doi: 10.1093/gerona/58.9.M832
- Risser, R., Chaloupka, C., Grundler, W., Sommer, M., Häusler, J., & Kaufmann, C. (2008). Using non-linear methods to investigate the criterion validity of traffic-

- psychological test batteries. *Accident Analysis and Prevention*, 40, 149–157. doi: 10.1016/j.aap.2006.12.018
- Schuhfried, G., & Prieler, J. (2003). *Manual Reaction Test (RT)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Schuhfried, G. (2003). *Manual Determination Test (DT)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Schuhfried, G. (2005). *Manual Expert System Traffic (XPSV)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Simões, M., Firmino, H., Pinho, S., Cerejeira, J., & Martins, C. (2010). *Avaliação Cognitiva de Addenbrooke – Revista (ACE-R): Versão final portuguesa*. Serviço de Avaliação Psicológica, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra. Coimbra. [Psychological Assessment Department, Faculty of Psychology and Educational Sciences, University of Coimbra. Coimbra].
- Sommer, M., Herle, M., Häusler, J., Risser, R., Schützhofer, B., & Chaloupka, C. (2008). Cognitive and personality determinants of fitness to drive. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 11(5), 362–375. doi: 10.1016/j.trf.2008.03.001
- Sommer, M., Heidinger, Ch., Arendasy, M., Schauer, S., Schmitz-Gielsdorf, J., & Häusler, J. (2010). Cognitive and personality determinants of post-injury driving fitness. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 25(2), 99–117. doi: 10.1093/arclin/acp109
- Strauss, A., Sherman, E., & Spreen, O. (2006). *Compendium of neuropsychological tests: Administration, norms, and commentary* (3<sup>rd</sup> ed.). New York: Oxford University Press.
- Stutts, J., Stewart, J., & Martell, C. (1998). Cognitive test performance and crash risk in an older driver population. *Accident Analysis and Prevention*, 30(3), 337–346. doi: 10.1016/s0001-4575(97)00108-5
- Uc, E., Rizzo, M., Johnson, A., Emerson, J., Liu, D., Mills, E., Anderson, S., & Dawson, J. (2011). Real-life driving outcomes in Parkinson disease. *Neurology*, 76(22), 1894–1902, doi: 10.1212/WNL.0b013e31821d74fa
- Visual Awareness, Inc. (2002). *UFOV user's guide*. Birmingham, AL: Author.
- Wagner, M., & Karner, T. (2001). *Manual Cognitrone (COG)*. Mödling: Schuhfried GmbH.
- Wechsler, D. (2008). *Escala de Inteligência de Wechsler para Adultos – 3ª Edição* [Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition]. Lisboa: Cegoc-Tea.
- Whelihan, W., DiCarlo, M., & Paul, R. (2005). The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(2), 217–228. doi: 10.1016/j.acn.2004.07.002
- White, S., & O'Neill, D. (2000). Health and relicensing policies for older drivers in the European Union. *Gerontology*, 46, 146–152.
- Wilson, B., Alderman, N., Burgess, P., Emslie, H., & Evans, J. (1996). *Behavioural Assessment of the Dysexecutive Syndrome*. Bury St Edmunds: Thames Valley Test Company.

## **DISCUSSÃO E CONCLUSÕES**





## DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

As investigações apresentadas na presente dissertação tiveram como objetivo geral o estudo da validade de testes neurocognitivos em relação a medidas de desempenho da condução automóvel em adultos idosos.

Este último capítulo (*Discussão e Conclusões*) analisa, primeiramente, questões relativas à **fiabilidade e validade dos resultados**.

Em segundo lugar, os **principais contributos** dos estudos realizados.

Em seguida, são propostas **linhas de orientação prática** consonantes com os dados empíricos obtidos e a revisão da literatura científica recente.

Em quarto lugar, são assinalados potenciais objetivos de investigação para **trabalhos futuros**, fazendo-se referência a instrumentos de avaliação relevantes que a economia compreensível do nosso protocolo de investigação não pode contemplar.

Por último, são enunciadas as principais **conclusões** dos estudos.

## 1. FIABILIDADE E VALIDADE DE RESULTADOS

A *validade preditiva* de testes psicológicos em relação a resultados funcionais em atividades de vida diária é, em sentido lato, determinada pelas características da amostra e do critério externo utilizado. Antes de uma apresentação integrada da discussão e das conclusões mais significativas dos estudos, importa formular algumas **considerações em torno da fiabilidade e validade dos resultados**.

O **Estudo IV** teve o objetivo de identificar **preditores cognitivos significativos de um maior número de dificuldades de condução auto-reportadas** em adultos idosos. A amostra foi constituída por condutores ativos, sem resultado indicativo de defeito cognitivo examinado com recurso ao MMSE. A **seleção da amostra** foi determinada por duas razões fundamentais: (a) participantes sem suspeita de defeito cognitivo, uma vez que as alterações do estado mental (e.g., da capacidade de raciocínio, memória e juízo crítico) são suscetíveis de limitar a validade de dados auto-reportados sobre a atividade de condução (Brown, Ott, Papandonatos, Sui, Ready, & Morris, 2005; Wild & Cottrell, 2003; Zingg, Puelschen, & Soyka, 2009); e (b) *setting* de avaliação não vinculado a um processo de exame da aptidão para a condução, de modo a minimizar uma eventual intenção deliberada de omitir ou denegar dificuldades de condução (af Wåhlberg, 2010; Sullman & Taylor, 2010), por eventual receio de perda do título de condução.

Um maior risco de dificuldades de condução auto-reportadas foi associado a desempenhos inferiores em testes neurocognitivos que examinam, de modo particular, o funcionamento executivo (Torre de

Londres) e a atenção visual dividida (UFOV-2), sugerindo a potencial utilidade de domínios e testes neurocognitivos específicos (cf., Ball et al., 2006; Daigneault, Joly, & Frigon, 2002) para identificar a presença de dificuldades na tarefa de condução. Um outro preditor significativo nos resultados correspondeu à variável género, não sendo conclusiva uma eventual influência deste fator no auto-relato de dificuldades de condução.

Os dados de investigação, neste estudo, contribuíram para uma **análise crítica do valor do auto-relato no âmbito da avaliação de condutores** (cf., Ferreira, Maurício & Simões, in press; Ferreira, Simões & Godinho, 2008, Julho). Os dados auto-reportados, obtidos por questionário ou entrevista, permitem obter indicadores das representações do condutor relativas aos seus hábitos e comportamentos de condução, não correspondendo objetivamente a modos de funcionamento reais, nem remetem para informações exatas e, por isso, decisivas sobre a aptidão para a condução. Estas conclusões constituíram um impulso para a escolha de um **outro critério externo de validade (prova de condução real)**, de modo a possibilitar justamente uma análise mais rigorosa e objetiva dos comportamentos de condução, em contexto real de trânsito.

Os **Estudos V a VII** tiveram como objetivo identificar **testes neurocognitivos com maior significância na discriminação ou previsão de resultados relativos ao desempenho de condução real em adultos idosos**. Os **participantes** foram referenciados por autoridades de saúde, no âmbito de um processo *verídico* de avaliação psicológica para a condução. A escolha do **setting de avaliação** foi motivada, em parte, pelos seguintes razões: (a) potencial participação de casos suspeitos ou com presença de alterações cognitivas e/ou do comportamento suscetíveis de prejudicar o desempenho de condução em segurança (processo de

amostragem distinto da auto-seleção, o que poderia favorecer uma participação voluntária de condutores saudáveis e/ou confiantes nas suas capacidades de condução); (b) contexto propício à cooperação e ao esforço dos participantes para obter bons desempenhos nas provas de avaliação, no interesse dos próprios (uma vez que os resultados podiam ter implicações na revalidação da carta de condução); e (c) avaliação consecutiva de desempenhos em laboratório e contexto real de trânsito, o que poderá contribuir para a validade de modelos de previsão. Estas especificidades relativas ao processo de amostragem e contexto de avaliação merecem referência, dado poderem constituir **fatores influentes na validade dos resultados**.

Para a implementação de um **critério de validade baseado numa prova de condução em contexto real de trânsito**, procurámos operacionalizar o controlo de um número considerável de **variáveis que podem influir no desempenho de condução e, conseqüentemente, na validade preditiva de testes psicológicos**, em particular:

- A. **critérios de inclusão dos participantes**, como a acuidade visual binocular e a ausência de défices motores que pudessem influenciar o desempenho nas provas de avaliação;
- B. **características do percurso de condução**, como a standardização de um circuito (cf., Anexo B) aberto ao trânsito (com um fluxo mutável e simultaneamente naturalístico), incluindo uma diversidade de situações de trânsito relevantes;
- C. **características das condições de circulação**, como os fatores atmosféricos (não condicionantes da visibilidade e das condições de segurança do piso) e um horário de circulação predefinido (de modo a propiciar a exposição dos participantes a uma intensidade

- de trânsito congénere, e consistente com os hábitos de condução mais representativos em adultos idosos) (e.g., Rosa, 2011);
- D. **características do examinador**, como a experiência profissional (no âmbito do exame de candidatos e condutores experientes), o desconhecimento de informação sobre os participantes (dados pessoais e resultados obtidos em laboratório), ou mesmo o conteúdo (instruções estandardizadas) do discurso;
  - E. **características da grelha de observação de comportamentos de condução** (cf., Anexo C), constituída a partir de um consenso entre peritos e de uma revisão bibliográfica exaustiva (Akinwuntan et al., 2003; De Raedt & Ponjaert-Kristoffersen, 2001; Fitten et al., 1995; Hunt, Murphy, Carr, Duchek, Buckles, & Morris, 1997; Janke & Eberhard, 1998; Radford, 2000), de modo a assegurar maior *validade de conteúdo*.

Os tópicos referenciados, nomeadamente os B, C e D, procuram contribuir para uma maior fiabilidade dos resultados. Importa ainda referir os cuidados tidos na implementação do estudo de acordo entre-observadores, no qual os resultados corroboraram uma fiabilidade elevada do instrumento quanto utilizado por observadores treinados (*vide* Estudo VI).

O **critério externo** escolhido para estudar a **validade preditiva de testes ou protocolos de avaliação psicológica** deve ser, na nossa opinião, **ajustado ao grupo etário a que pertence o condutor**. Uma prova de condução em contexto real de trânsito deve ter características consonantes com os **hábitos de condução**, e possibilitar uma observação sistemática de **dificuldades representativas** nos condutores idosos,

geralmente inferidas a partir do padrão de acidentes de viação (*vide* Introdução). Em comparação com os condutores jovens e adultos, os condutores idosos evidenciam, por exemplo: **pesquisa visual menos rápida e efetiva**, associada a movimentos oculares lentos e maiores períodos de fixação em pequenas áreas do campo visual (e.g., Bao & Boyle, 2009; Maltz & Shinar, 1999); **menor capacidade de avaliar corretamente a distância e a velocidade** dos outros veículos (e.g., Hancock & Manser, 1997; Spek, Wieringa, & Janssen, 2006); maior **dificuldade em dividir a atenção** entre estímulos e **inibir distractores** no campo de visão (e.g., Hakamies-Blomqvist, Sirén, & Davidse, 2004); maior **estreitamento do campo visual** e **menor sensibilidade ao contraste**, o que limita a detecção de estímulos visuais no ambiente rodoviário (e.g., Horswill et al., 2008); **períodos de tempo superiores para iniciar e executar manobras** (e.g., Yan, Radwan, & Guo, 2007); e maior frequência de **acelerações não intencionais** (e.g., Freund, Colgrove, Petrakos, & McLeod, 2008). Estes exemplos traduzem uma **influência determinante do declínio neurofuncional no comportamento de condução e na segurança dos condutores idosos**. É sugestivo que estas particularidades possam ter influência na atividade de condução e, por conseguinte, na validade preditiva dos testes neurocognitivos. Adicionalmente, a **experiência de condução** pode interferir nos resultados desta atividade, razão pela qual não sugere ser aceitável constituir modelos de previsão baseados em desempenhos de condutores com idades heterogêneas (e.g., dos 18 aos 80 anos). Esta formulação procura reforçar a **necessidade de implementar estudos empíricos com condutores pertencentes a grupos etários específicos e, potencialmente, com comportamentos e problemas de condução característicos**.

## 2. PRINCIPAIS CONTRIBUTOS

Apresentamos de seguida alguns dos principais resultados e conclusões das investigações realizadas, tendo como referência o **Estudo VII**. Este estudo teve o objetivo de investigar a **validade preditiva de um protocolo de testes informatizados de uso corrente em Portugal no domínio da avaliação psicológica de condutores**, bem como **instrumentos de referência na literatura científica internacional**, em comparação com o **desempenho numa prova de condução real**. Os resultados das restantes investigações serão integrados e organizados nas rubricas seguintes: *modelos de previsão*, *testes neurocognitivos na avaliação de condutores idosos*, e *potencialidade de um teste de rastreio cognitivo para condutores*.

### ***Modelos de previsão***

Um primeiro aspeto de destaque nos dados de investigação foram os problemas de validade preditiva identificados numa **bateria de testes informatizados, de uso institucional**, no âmbito de processos de avaliação psicológica de condutores idosos. Mais especificamente, os resultados sugerem o recurso a testes e variáveis sem poder preditivo em relação ao critério externo em estudo, o que poderá, em termos práticos, contribuir para a classificação incorreta de condutores (critério de classificação: apto/inapto) e enviesamento dos processos de tomada de decisão. Por outro lado, a evidência de correlações elevadas entre



variáveis numa mesma bateria de testes, poderá contribuir para informação redundante e sobrevalorização de resultados funcionais.

Os problemas referenciados justificam a **necessidade de redefinir formalmente, fundamentar e otimizar uma bateria de testes psicológicos, a partir da qual são elaboradas inferências sobre a capacidade de condução em pessoas idosas**. Uma resposta possível, consonante com os estudos empíricos documentados na literatura científica atual, é o desenvolvimento de **modelos de previsão**, estimados a partir de desempenhos em testes neurocognitivos em relação a um critério externo de validade. Estes modelos de avaliação apresentam duas **vantagens** principais: (a) otimizam o contributo de diferentes preditores cognitivos significativos e específicos, a favor de uma classificação correta de casos; e (b) operacionalizam a interpretação de resultados com recurso a um ponto de corte ou indicador, com um determinado intervalo de confiança, do parecer de aptidão/inaptidão psicológica para a condução. Estas possibilidades (ou vantagens) **não são conferidas na atual metodologia de avaliação psicológica de condutores em Portugal**, recentemente definida (cf., *Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir* e Decreto-Lei nº 138/2012), em parte (possivelmente) justificado pela carência de investigações empíricas portuguesas neste domínio específico de *avaliação psicológica*. Os critérios operacionais de aptidão/inaptidão psicológica para a condução, nas áreas perceptivo-cognitiva e psicomotora, são baseados em percentis, o que supõe, à partida, o recurso a amostras normativas nas diferentes provas de avaliação. Embora os valores normativos possam ser úteis no âmbito da inferência diagnóstica (elaborada a partir dos desvios em relação a um grupo de referência), não são indicadores de funcionamento na vida real

(Heaton, Miller, Taylor, & Grant, 2004). Para prever o desempenho numa atividade como a condução automóvel, que confere requisitos universais em termos cognitivos, independentemente das características sociodemográficas (viz., idade, escolaridade e género), os dados de investigação corroboram uma maior eficiência de modelos de avaliação definidos com base nos resultados brutos dos testes, de modo a refletir o nível absoluto de capacidade (cf., Barrash, Stillman, Anderson, Uc, Dawson, & Rizzo, 2010; Morgan & Heaton, 2009; Silverberg & Millis, 2009). A título exemplificativo, no contexto real de trânsito, o que importa é o exercício de condução do indivíduo. Por conseguinte, numa avaliação psicológica para a condução, interessa comparar desempenhos cognitivos com todos os outros condutores que possam estar na estrada, e não somente com os condutores com características sociodemográficas semelhantes. Por exemplo, um grupo com um nível de escolaridade superior, não tem, necessariamente, melhor proficiência de condução do que um grupo com o nível do ensino básico, ainda que seja expectável que os grupos possam obter resultados significativamente distintos em testes neuropsicológicos específicos e que são reconhecidamente sensíveis à escolaridade. Neste contexto, é desejável que os desempenhos nos testes possam refletir, o melhor possível, a acessibilidade da tarefa de condução para a maioria da população, e não os constrangimentos relacionados com variáveis sociodemográficas, como a idade e a escolaridade (McKenna, 1998).

## ***Testes neurocognitivos na avaliação de condutores idosos***

O Estudo VII permitiu identificar quais os **preditores cognitivos e psicomotores mais significativos dos resultados numa prova de condução em adultos idosos**. As variáveis de **velocidade psicomotora num teste de tempos de reação de escolha (RT-S4)**, e de **precisão num teste de tempos de reação complexa (DT-S12)**, constituíram os preditores significativos numa bateria informatizada de uso corrente em avaliação psicológica de condutores idosos. Por outras palavras, tarefas que envolvem estímulos diferenciados e consecutivos, e que exigem, igualmente, respostas diferenciadas, precisas, e num curto intervalo de tempo, comprovaram validade em relação ao desempenho de condução. Possivelmente, estes testes examinam vários recursos cognitivos que integram a proficiência de condução automóvel (e.g., velocidade de processamento, memória de trabalho, atenção visual dividida, capacidades visuo-espaciais, e vários componentes intrínsecos às funções executivas), e suscetíveis de declínio funcional no envelhecimento (Salthouse, 2011). Um teste de tempos de reação simples, por outro lado, não demonstrou valor incremental em relação a estas tarefas; possivelmente, a condução não exige apenas reações rápidas de estímulo-resposta, mas o envolvimento de componentes neurofuncionais mais complexos (cf., McKnight & McKnight, 1999). Estes resultados sobre a utilidade dos testes de tempos de reação complexa e de escolha, são corroborados por uma meta-análise recente (Mathias & Lucas, 2009) sobre preditores cognitivos da capacidade de condução em pessoas idosas. Importa, neste contexto, fazer referência às **potencialidades dos testes informatizados** na avaliação psicológica de condutores. Os testes informatizados possibilitam uma avaliação rigorosa de variáveis relativas à velocidade (em

milissegundos) e precisão (acertos/erros) de respostas, nomeadamente em tarefas que envolvem estímulos complexos, diferenciados e que implicam um desempenho rápido, fluido e dinâmico (Bauer et al., 2012; Crook, Kay, & Larrabee, 2009), aparentemente consonante com a tarefa de condução.

Foram igualmente identificados outros **indicadores neurocognitivos com validade preditiva em comparação com o desempenho numa prova de condução real**. Medidas específicas como o **subteste 2 do UFOV Test** (viz., velocidade de processamento, atenção visual dividida), a **sub-cotação Fluência do ACE-R** (viz., funções executivas) e o **Square Matrices Directions do SDSA** (viz., capacidades visuo-percetivas, visuo-espaciais, atenção e funções executivas) demonstram, inclusivamente, valor específico e incremental em relação aos testes de tempos de reação referidos. O poder preditivo destes domínios cognitivos é, igualmente, corroborado em estudos de meta-análise (Clay, Wadley, Edwards, Roth, Roenker, & Ball, 2005; Mathias & Lucas, 2009; Reger, Welsh, Watson, Cholerton, Baker, & Craft, 2004). O teste **Key Search**, incorporado no *Rookwood Driving Battery* (McKenna, 2008), apresentou também boas capacidades preditivas em relação ao desempenho de condução (cf., Lincoln, Taylor, Vella, Bouman, & Radford, 2010; McKenna & Bell, 2007), reafirmando a utilidade de testes que examinam o funcionamento executivo (planeamento, sequenciação, monitorização, autorregulação, resolução de problemas) (Daigneault et al, 2002; Ott, Festa, Amick, Grace, Davis, & Heindel, 2008; Whelihan, DiCarlo, & Paul, 2005), de algum modo consonante com os resultados obtidos no Estudo IV com o teste Torre de Londres. Desempenhos inferiores nestas provas são, igualmente, sugestivos de declínio neurofuncional (viz., córtex pré-frontal) associado ao

avanço da idade (Salthouse, Atkinson, & Berish, 2003), o que poderá proporcionar informação específica e explicativa em modelos de avaliação para condutores idosos.

Os preditores cognitivos significativos identificados ao longo dos estudos, foram consistentes, independentemente das técnicas estatísticas e amostras utilizadas. Testes informatizados como o **COG-S9** (atenção seletiva), **FVW-S1** (memória visual), **RT-S1** (tempos de reação simples) e **UFOV-1** (que examina, mais exclusivamente, a velocidade de processamento de informação), não revelaram utilidade para prever a capacidade de condução em adultos idosos. Os mesmos resultados foram obtidos em tarefas como o *Trail Making Test A* e *B* (cf., Anstey, Wood, Lord, & Walker, 2005; Molnar, Patel, Marshall, Man-Son-Hing, & Wilson, 2006), e no domínio de **Memória do ACE-R** (cf., Anderson et al., 2007). Na revisão de um protocolo de testes neurocognitivos para condutores idosos, e com base nos nossos resultados, poderá ser ponderada a exclusão destes testes ou tarefas.

### ***Potencialidade de um teste de rastreio cognitivo para condutores***

O **Estudo VI** teve como finalidade específica a análise da validade preditiva de um instrumento breve de avaliação cognitiva global, o *Addenbrooke's Cognitive Examination Revised* (ACE-R), em relação ao desempenho de condução real em adultos idosos. A cotação ACE-R revelou uma eficiência classificatória superior à cotação MMSE, em particular na deteção de condutores inaptos na condução. As sub-cotações

Visuo-espacial e Fluência (verbal), constituídas por tarefas não incorporadas no MMSE (com exceção da cópia de pentágonos sobrepostos), demonstraram um valor incremental na previsão do desempenho de condução.

No âmbito destes resultados, foi identificado o **valor potencial do ACE-R como teste de rastreio cognitivo** para condutores idosos, considerando as seguintes finalidades:

- A. **identificar condutores com maior risco** de inaptidão em prova de condução, decorrente da presença de défices cognitivos;
- B. **constituir um elemento clínico de suporte** nos pedidos de referência para uma avaliação psicológica especializada (abrangente e aprofundada);
- C. **utilização de um único método de avaliação** para obter, simultaneamente, um indicador diagnóstico (Crawford, Whitnall, Robertson, & Evans, 2011), e um indicador de risco para a condução, o que poderá contribuir para a otimização dos processos de avaliação clínica.

No contexto da literatura científica atual, e considerando a ausência de um consenso **sobre um instrumento breve de avaliação cognitiva que permita a identificação de condutores de risco**, os dados de investigação obtidos com o ACE-R constituem um contributo relevante e promissor neste domínio específico de avaliação psicológica.

### **3. LINHAS DE ORIENTAÇÃO PRÁTICA EM AVALIAÇÃO PSICOLÓGICA DE CONDUTORES**

No contexto da presente discussão, podem ser formuladas algumas recomendações práticas.

#### ***Linha 1. Modelo de avaliação psicológica para a condução***

- A. A escolha de um protocolo de testes neurocognitivos para condutores, deverá ser fundamentada em estudos empíricos de validade, com amostras representativas, e resultados suficientemente convergentes em estudos de validação independente, possibilitando o uso generalizado de um modelo de avaliação (Lincoln & Radford, in press).
- B. Um modelo de avaliação com boas capacidades preditivas deve apresentar sensibilidade e especificidade superiores a 80% (Marôco, 2010).
- C. Os modelos de avaliação em geral, e os testes neurocognitivos em particular, não preveem totalmente os resultados funcionais ou desempenhos na vida real (*vide* Introdução Geral). A interpretação de um resultado, a partir de um ponto de corte com um determinado intervalo de confiança, é um indicador do parecer de aptidão/inaptidão psicológica para a condução, pelo que não deve representar o único recurso no processo de avaliação e decisão (Rizzo, 2011).

- D. Para aumentar o grau de confiança num indicador, importa integrar um conjunto de elementos (clínicos, do funcionamento cognitivo, psicológico e comportamental) recolhidos durante o exame. O processo de avaliação psicológica para a condução deve ser abrangente e compreensivo, englobando várias técnicas como a entrevista e a observação, bem como outros instrumentos de avaliação psicológica (nomeadamente, escalas e inventários de sintomas psicopatológicos, testes de personalidade) (Ferreira et al., in press), o que supõe, à partida, uma larga experiência prática e um nível exigente de diferenciação profissional.

### ***Linha 2. Testes neurocognitivos em avaliação psicológica de condutores idosos***

- A. O racional de um protocolo de testes neurocognitivos deve ser baseado no conhecimento de **domínios funcionais** documentados sistematicamente como determinantes da capacidade de condução (McKenna, 1998).
- B. A revisão de um protocolo de testes neurocognitivos para condutores idosos, poderá ter em consideração os seguintes preditores significativos do desempenho de condução em contexto real de trânsito: *Square Matrices Directions* do SDSA, que examina o funcionamento **visuo-percetivo e visuo-espacial** (e também a atenção e funções executivas); Fluência (ACE-R) e *Key Search* (BADS), que examinam componentes do **funcionamento**



**executivo**, em modalidade verbal (iniciativa verbal, flexibilidade mental e controlo inibitório) e não-verbal (planeamento, sequenciação e resolução de problemas), respetivamente; UFOV-2, como medida de **velocidade de processamento de informação e atenção visual dividida**; RT-S4 e DT-S12, como medidas da velocidade psicomotora e precisão de resposta em tarefas de **tempos de reação de escolha e complexa**, respetivamente.

- C. Testes que examinam, *per se*, a **linguagem** (cf., McKenna, 1998; Reger et al., 2004), a **memória declarativa** (cf., Anderson et al., 2007; McKenna, 1998) ou os **tempos de reação simples** (cf., Mathias & Lucas, 2009), sugerem ter uma utilidade limitada na previsão do desempenho de condução.
  
- D. O ACE-R apresenta valor potencial como **teste de rastreio cognitivo para condutores idosos** e poderá integrar os respetivos protocolos de avaliação.

#### 4. TRABALHOS FUTUROS

De modo a perspetivar uma ampliação de conhecimento sobre a utilidade de testes neurocognitivos na avaliação de condutores idosos, bem como a monitorização regular das linhas de orientação prática propostas, é imperativo o desenvolvimento de novas investigações no nosso país.

Gostaríamos de reafirmar que a cooperação entre universidades e instituições com reconhecido interesse na prevenção e segurança

rodoviária, poderá constituir um alicerce determinante na implementação metodológica de novos estudos, com medidas de desempenho de condução automóvel.

### ***Estudos de validação independente***

Para estimar o poder de generalização dos preditores significativos identificados nos estudos empíricos da presente dissertação, é necessária a implementação de estudos de validação independente. Mais especificamente, analisar a validade de preditores em relação ao desempenho de condução automóvel, com recurso a amostras de maior dimensão, e incluindo condutores idosos pertencentes a grupos clínicos representativos, como doenças neurológicas (viz., acidente vascular cerebral; declínio cognitivo ligeiro; demências nas suas fases iniciais, doença de Alzheimer, demência vascular, demência fronto-temporal; doença de Parkinson) e psiquiátricas (viz., depressão major e esquizofrenia).

### ***Estudos com outros instrumentos de avaliação psicológica***

Para o desenvolvimento de novos projetos de investigação com condutores idosos, importa deixar expressa a necessidade de realizar estudos de validação com instrumentos específicos na área do envelhecimento, nomeadamente, instrumentos relevantes, adaptados e validados para a população portuguesa.

### *Avaliação cognitiva breve*

O *Montreal Cognitive Assessment* (MoCA; Nasreddine et al., 2005; Simões et al., 2008) é um instrumento breve de avaliação cognitiva global, que examina diferentes domínios, incluindo as funções executivas e capacidades visuo-espaciais, com credibilidade crescente na investigação científica internacional (Ismail, Rajji, & Shulman, 2010) e com estudos sistemáticos de validação no nosso país (Freitas, Simões, Alves, & Santana, 2011; Freitas, Simões, Alves, & Santana, 2012; Freitas, Simões, Alves, & Santana, in press; Freitas, Simões, Alves, Duro, & Santana, in press; Freitas, Simões, Alves, Vicente, & Santana, in press). O MoCA dispõe de duas formas paralelas, em fase de teste no nosso país, que podem ser de grande utilidade em situações de reavaliação (reteste). Em consonância com os resultados obtidos no Estudo VI, é sugestivo que o MoCA também possa constituir um teste com boas capacidades preditivas do desempenho de condução em adultos idosos. Desconhecemos, até ao momento, a existência de publicações com estudos de natureza empírica que permitam suportar esta formulação.

### *Avaliação da personalidade e de sintomas psicopatológicos*

No âmbito do atual RHLC, não existe uma linha de orientação sobre instrumentos específicos para avaliação da discutivelmente denominada *área psicossocial* (cf., Estudo III). Este tópico concreto justifica o desenvolvimento de novos trabalhos sobre a validade de testes de avaliação da personalidade e inventários de sintomas psicopatológicos no

desempenho de condução automóvel. Relativamente a estes domínios propomos a inclusão de instrumentos de referência, muito utilizados internacionalmente, e com estudos em Portugal na população idosa.

Para a **avaliação da personalidade**, e ainda que não sejam conhecidos estudos realizados no âmbito da investigação ou do exame psicológico de condutores idosos, será de considerar o recurso ao inventário NEO-FFI. Constituído por 60 itens, o NEO-FFI é uma medida abreviada das 5 grandes dimensões da personalidade (*Neuroticismo, Extroversão, Abertura à Experiência, Amabilidade e Conscienciosidade*) e atualmente objeto de estudo em Portugal. O NEO-FFI é a mais usada internacionalmente na investigação psicológica e neuropsiquiátrica com pessoas idosas e os resultados na dimensão Neuroticismo podem estar associados a uma maior probabilidade de deterioração cognitiva (cf., Archer, Brown, Boothby, Foy, Nicholas, & Lovestone, 2006; Simões, in press).

Relativamente à **avaliação de sintomas psicopatológicos**, será de considerar o recurso à *Geriatric Depression Scale* (GDS-30; Simões et al., 2010, Fevereiro; Yesavage et al., 1983) e à *Geriatric Anxiety Inventory* (GAI; Pachana, Byrne, Siddle, Koloski, Harley, & Arnold, 2007; Ribeiro, Paúl, Simões, & Firmino, 2011), dois instrumentos relevantes para investigação dos efeitos de perturbações de natureza emocional (viz, depressão, ansiedade) na proficiência de condução em adultos idosos.

### *Avaliação funcional*

Com a finalidade de contribuir para uma maior validade ecológica do processo de avaliação psicológica para a condução, um protocolo de

investigação com condutores idosos poderá também integrar instrumentos de avaliação funcional, um domínio de avaliação não contemplado na atual regulamentação. Um instrumento que permite examinar atividades de vida diária instrumentais familiares e avançadas, e com interesse no nosso país, é o Inventário de Avaliação Funcional de Adultos e Idosos (IAFAI; Sousa, Simões, Pires, Vilar, & Freitas, 2010). A sua utilização poderá considerar quer a versão de auto-resposta, quer uma versão adaptada a responder por outro informador relevante, nos casos em que exista suspeita de declínio cognitivo.

Os instrumentos aqui propostos poderão vir a integrar simultaneamente protocolos de avaliação psicológica e de investigação de condutores idosos.

## 5. CONCLUSÕES

No programa de investigações que consta da presente dissertação procurámos encontrar respostas para a definição de testes e de um protocolo de avaliação válido para o exame neurocognitivo de condutores idosos.

Os **estudos teóricos** (*Estudos I, II e III*) contribuíram para uma consolidação do estado da arte e identificação de problemas atuais de investigação no contexto da literatura científica internacional sobre avaliação neurocognitiva de condutores. No âmbito da legislação portuguesa mais recente sobre o *Regulamento da Habilitação Legal para Conduzir*, foram igualmente identificados aspetos que necessitam de

aperfeiçoamento, e propostas linhas de orientação específicas (entrevista, comunicação de resultados, aconselhamento, relatório psicológico) e consonantes com as práticas recomendadas para o exercício profissional dos psicólogos neste domínio.

Os estudos de âmbito teórico possibilitaram uma **orientação formal do conhecimento científico num domínio específico de avaliação psicológica que carece de investigações e de publicações em Portugal**. De igual modo, constituíram um referencial teórico para a implementação de estudos empíricos de validade, envolvendo a interface entre testes neurocognitivos e desempenho de condução automóvel.

Os **estudos de natureza empírica** (*Estudos IV, V, VI e VII*) permitiram identificar domínios funcionais e testes neurocognitivos com utilidade na previsão do desempenho da condução em adultos idosos. Provas específicas que examinam a atenção visual dividida, as capacidades visuo-espaciais e o funcionamento executivo, demonstraram valor específico e incremental em relação a testes de tempos de reação de uso corrente em Portugal em avaliação psicológica de condutores idosos.

Os dados de investigação permitiram concluir sobre a **necessidade de redefinir formalmente, fundamentar e aperfeiçoar a metodologia de avaliação psicológica de condutores no nosso país**. Neste contexto, foram igualmente propostas recomendações práticas, orientadas para a elaboração de modelos de previsão, que permitam obter um indicador do parecer de aptidão/inaptidão psicológica para a condução, a integrar num processo de avaliação psicológica conceptualizado como abrangente e compreensivo. Procurámos ainda diferenciar um teste de rastreio cognitivo com utilidade na identificação de condutores de risco, e que possa constituir um elemento clínico de suporte nos pedidos de referênciação

para uma avaliação psicológica especializada para a condução. No contexto da literatura científica atual, os resultados da investigação realizada com o ACE-R constituem um contributo relevante e promissor.

Pensamos que as evidências e recomendações decorrentes da presente dissertação contribuíram para a evolução do conhecimento científico no domínio da avaliação psicológica de condutores em Portugal, com relevância para novos investigadores e na formação de psicólogos profissionais. Igualmente conscientes de algumas limitações presentes nos estudos realizados, esperamos ter construído um alicerce para a continuidade de novos estudos de validade, de modo a possibilitar, num futuro próximo, o uso generalizado de um protocolo de exame neurocognitivo para condutores idosos. Julgamos que, desse modo, será possível uma avaliação psicológica mais rigorosa e justa dos condutores, com vista à prevenção da atividade de condução automóvel com saúde e segurança, ao longo da vida.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- af Wåhlberg, A. E. (2010). Social desirability effects in driver behavior inventories. *Journal of Safety Research*, 41(2), 99-106. doi: 10.1016/j.jsr.2010.02.005
- Akinwuntan, A. E., DeWeerd, W., Feys, H., Baten, G., Arno, P., & Kiekens, C. (2003). Reliability of a road test after stroke. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 84(12), 1792-1796.
- Anderson, S. W., Rizzo, M., Skaar, N., Stierman, L., Cavaco, S., Dawson, J., & Damásio, H. (2007). Amnesia and driving. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 29(1), 1-12. doi: 10.1080/13803390590954182
- Anstey, K., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25(1), 45-65. doi: 10.1016/j.cpr.2004.07.008

- Archer, N., Brown, R. G., Boothby, H., Foy, C., Nicholas, H., & Lovestone, S. (2006). The NEO-FFI is a reliable measure of premorbid personality in patients with probable Alzheimer's disease. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 21*(5), 477-484. doi: 10.1002/gps.1499
- Ball, K. K., Roenker, D. L., Wadley, V. G., Edwards, J. D., Roth, D. L., McGwin, G., . . . Dube, T. (2006). Can high-risk older drivers be identified through performance-based measures in a Department of Motor Vehicles setting? *Journal of the American Geriatrics Society, 54*(1), 77-84. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.00568.x
- Bao, S., & Boyle, L. N. (2009). Age-related differences in visual scanning at median-divided highway intersections in rural areas. *Accident Analysis & Prevention, 41*(1), 146-152. doi: 10.1016/j.aap.2008.10.007
- Barrash, J., Stillman, A., Anderson, S., Uc, E., Dawson, J., & Rizzo, M. (2010). Prediction of driving ability with neuropsychological tests: Demographic adjustments diminish accuracy. *Journal of the International Neuropsychological Society, 16*(4), 679-686. doi: 10.1017/S1355617710000470
- Bauer, R. M., Iverson, G. L., Cernich, A. N., Binder, L. M., Ruff, R. M., & Naugle, R. I. (2012). Computerized neuropsychological assessment devices: Joint position paper of the American Academy of Clinical Neuropsychology and the National Academy of Neuropsychology. *Archives of Clinical Neuropsychology, 27*, 362-373. doi: 10.1093/arclin/acs027
- Brown, L. B., Ott, B. R., Papandonatos, G. D., Sui, Y., Ready, R. E., & Morris, J. C. (2005). Prediction of on-road driving performance in patients with early Alzheimer's disease. *Journal of the American Geriatrics Society, 53*(1), 94-98. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53017.x
- Clay, O., Wadley, V., Edwards, J., Roth, D., Roenker, D., & Ball, K. (2005). Cumulative meta-analysis of the relationship between useful field of view and driving performance in older adults: Current and future implications. *Optometry and Vision Science, 82*(8), 724-731.
- Crawford, S., Whitnall, L., Robertson, J., & Evans, J. (2011). A systematic review of the accuracy and clinical utility of the Addenbrooke's Cognitive Examination and the Addenbrooke's Cognitive Examination-Revised in the diagnosis of dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry, 27*(7), 659-669. doi: 10.1002/gps.2771
- Crook, T. H., Kay, G. G., & Larrabee, G. J. (2009). Computer-based cognitive testing. In I. Grant & K. M. Adams (Eds.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders* (3<sup>rd</sup> ed., pp. 84-100). New York: Oxford University Press.
- Daigneault, G., Joly, P., & Frigon, J-Y. (2002). Executive functions in the evaluation of accident risk of older drivers. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology, 24*(2), 221-238. doi: 10.1076/jcen.24.2.221.993
- De Raedt, R., & Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001). Short cognitive/neuropsychological test battery for first-tier fitness-to-drive assessment of older adults. *The Clinical Neuropsychologist, 15*(3), 329-336. doi: 10.1076/clin.15.3.329.10277



- Decreto-Lei n.º 138/2012. D.R. n.º 129, Série I (2012)
- Ferreira, I. S., Maurício, A., P., & Simões, M. R. (in press). Avaliação psicológica de condutores idosos em Portugal: Legislação e linhas de orientação prática. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*.
- Ferreira, I. S., Simões, M. R., & Godinho, M. B. (2008, Julho). *Auto-relato no exame de condutores idosos: Valor relativo e limites*. Poster apresentado no "XIII Congresso do Centro de Psicopedagogia da Universidade de Coimbra". Universidade de Coimbra, Coimbra, Portugal.
- Fitten, L. J., Perryman, K. M., Wilkinson, C. J., Little, R. J., Burns, M. M., Pachana, N., . . . Ganzell, S. (1995). Alzheimer and Vascular Dementias and Driving. *JAMA: The Journal of the American Medical Association*, 273(17), 1360-1365. doi: 10.1001/jama.1995.03520410054026
- Freitas, S., Simões, M. R., Alves, L. & Santana, I. (2011). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Normative study for the Portuguese population. *Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology*, 33(9), 989-986. doi: 10.1080/13803395.2011.589374
- Freitas, S., Simões, M. R., Alves, L. & Santana, I. (2012). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Influence of sociodemographic and health variables. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 27(2), 165-175. doi: 10.1093/arclin/acr116
- Freitas, S., Simões, M. R., Alves, L. & Santana, I. (in press). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Validation study for Mild Cognitive Impairment and Alzheimer's Disease. *Alzheimer Disease & Associated Disorders*. doi: 10.1097/WAD.0b013e3182420bfe.
- Freitas, S., Simões, M. R., Alves, L., Duro, D., & Santana, I. (in press). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Validation study for Frontotemporal Dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*. doi: 10.1177/0891988712455235
- Freitas, S., Simões, M. R., Alves, L., Vicente, M., & Santana, I. (in press). Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Validation study for Vascular Dementia. *Journal of the International Neuropsychological Society*. doi: 10.1017/S135561771200077X.
- Freund, B., Colgrove, L. A., Petrakos, D., & McLeod, R. (2008). In my car the brake is on the right: Pedal errors among older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 40(1), 403-409. doi: 10.1016/j.aap.2007.07.012
- Hakamies-Blomqvist, L., Sirén, A., & Davidse, R. (2004). Older Drivers: A Review (VTI Rapport 497A). Linköping: Swedish National Road and Transport Research Institute.
- Hancock, P. A., & Manster, M. P. (1997). Time-to-Contact: More than tau alone. *Ecological Psychology*, 9(4), 265-297. doi: 10.1207/s15326969eco0904\_2
- Heaton, R., Miller, S., Taylor, M., & Grant, I. (2004). *Revised comprehensive norms for an expanded Halstead-Reitan battery: Demographically adjusted neuropsychological norms for African-American and Caucasian adults*. Lutz, FL: Psychological Assessment Resources.
- Horswill, M. S., Marrington, S. A., McCullough, C. M., Wood, J., Pachana, N. A., McWilliam, J., & Raikos, M. K. (2008). The hazard perception ability of older

- drivers. *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 63(4), P212-P218.
- Hunt, L., Murphy, C., Carr, D., Duchek, J., Buckles, V., & Morris, J. (1997). Reliability of the Washington University Road Test. A performance-based assessment for drivers with dementia of the Alzheimer type. *Archives of Neurology*, 54(6), 707-712.
- Ismail, Z., Rajji, T. K., & Shulman, K. I. (2010). Brief cognitive screening instruments: An update. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25(2), 111-120. doi: 10.1002/gps.2306
- Janke, M. K., & Eberhard, J. W. (1998). Assessing medically impaired older drivers in a licensing agency setting. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 347-361. doi: 10.1016/s0001-4575(97)00112-7
- Lincoln, N. B., & Radford, K. A. (in press). Driving in neurological patients. In L. H. Goldstein & J. E. McNeil (Eds.), *Clinical neuropsychology: A practical guide to assessment and management for clinicians* (2<sup>nd</sup> ed.; pp. 567-588). UK: Wiley-Blackwell.
- Lincoln, N. B., Taylor, J., Vella, K., Bouman, W., & Radford, K. (2010). A prospective study of cognitive tests to predict performance on a standardised road test in people with dementia. *International Journal of Geriatric Psychiatry*, 25(5), 489-496. doi: 10.1002/gps.2367
- Maltz, M., & Shinar, D. (1999). Eye movements of younger and older drivers. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 41(1), 15-25. doi: 10.1518/001872099779577282
- Mathias, J., & Lucas, L. (2009). Cognitive predictors of unsafe driving in older drivers: A meta-analysis. *International Psychogeriatrics*, 21(4), 637-653. doi:10.1017/S1041610209009119
- McKenna, P. (1998). Fitness to drive: A neuropsychological perspective. *Journal of Mental Health*, 7(1), 9-18.
- McKenna, P. (2008). *Rookwood Driving Battery*. UK: Pearson Assessment.
- McKenna, P., & Bell, V. (2007). Fitness to drive following cerebral pathology: The Rookwood Driving Battery as a toll for predicting on-road driving performance. *Journal of Neuropsychology*, 1(1), 85-100. doi: 10.1348/174866407x180837
- McKnight, A., & McKnight, A. (1999). Multivariate analysis of age-related driver ability and performance deficits. *Accident Analysis & Prevention*, 31(5), 445-454.
- Molnar, F., Patel, A., Marshall, S., Man-Son-Hing, M., & Wilson, K. (2006). Clinical utility of office-based cognitive predictors of fitness to drive in persons with dementia: A systematic review. *Journal of the American Geriatrics Society*, 54, 1809-1824. doi: 10.1111/j.1532-5415.2006.00967.x
- Money, J. (1976). *A Standardized Road Map of Directional Sense*. San Rafael, CA: Academic Therapy Publications.
- Morgan, E., E. & Heaton, R. K. (2009). Neuropsychology in relation to everyday functioning. In I. Grant & K. Adams (Ed.), *Neuropsychological assessment of neuropsychiatric and neuromedical disorders* (3<sup>rd</sup> ed., pp. 632-651). New York: Oxford University Press.

- Nasreddine, Z. S., Phillips, N. A., Bédirian, V., Charbonneau, S., Whitehead, V., Collin, I., . . . Chertkow, H. (2005). The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: A Brief Screening Tool For Mild Cognitive Impairment. *Journal of the American Geriatrics Society*, 53(4), 695-699. doi: 10.1111/j.1532-5415.2005.53221.x
- Ott, B., Festa, E., Amick, M., Grace, J., Davis, J., & Heindel, W. (2008). Computerized maze navigation and on-road performance by drivers with dementia. *Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology*, 21(1), 18–25. doi: 10.1177/0891988707311031
- Pachana, N. A., Byrne, G. B., Siddle, H., Koloski, N., Harley, E., & Arnold, E. (2007). Development and validation of the Geriatric Anxiety Inventory. *International Psychogeriatrics*, 19(1), 103-114. doi: 10.1017/S1041610206003504
- Radford, K. A. (2000). *Validation of the Stroke Drivers Screening Assessment for patients an acquired neurological disability* (Unpublished doctoral dissertation). University of Nottingham, Nottingham.
- Reger, M., Welsh, R., Watson, G., Cholerton, B., Baker, L., & Craft, S. (2004). The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: A meta-analysis. *Neuropsychology*, 18(1), 85–93. doi: 10.1037/0894-4105.18.1.85
- Ribeiro, O., Paúl, C., Simões, M. R., & Firmino, H. (2011). Portuguese version of the Geriatric Anxiety Inventory: Transcultural adaptation and psychometric validation. *Aging & Mental Health*, 15(6), 742-748.
- 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
- Rosa, A. (2011). *Condutores seniores em Portugal* (Tese de mestrado não publicada). Universidade Nova de Lisboa, Lisboa.
- Salthouse, T. A. (2011). Neuroanatomical substrates of age-related cognitive decline. *Psychological Bulletin*, 137(5), 753-784. doi: 10.1037/a0023262
- Salthouse, T. A., Atkinson, T. M., & Berish, D. E. (2003). Executive functioning as a potential mediator of age-related cognitive decline in normal adults. *Journal of Experimental Psychology & Genetics*, 132, 566-594. doi: 10.1037/0096-3445.132.4.566
- Silverberg, N. D., & Millis, S. R. (2009). Impairment versus deficiency in neuropsychological assessment: Implications for ecological validity. *Journal of the International Neuropsychological Society*, 15(01), 94-102. doi: 10.1017/S1355617708090139
- Simões, M. R. (in press). Instrumentos de avaliação psicológica em Portugal na área do envelhecimento: Desenvolvimentos, estudos de validação, problemas e desafios. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*.
- Simões, M. R., Freitas, S., Santana, I., Firmino, H., Martins, C., Nasreddine, Z., & Vilar, M. (2008). *Montreal Cognitive Assessment (MoCA): Versão final portuguesa*. Coimbra: Serviço de Avaliação Psicológica, Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.

- Simões, M. R., Sousa, L. B., Firmino, H., Andrade, S., Ramalho, E., Martins, M., Araújo, J., Noronha, J., Pinho, M. S., & Vilar, M. (2010, Fevereiro). *Geriatric Depression Scale (GDS-30): Estudos de validação em grupos de adultos idosos com Declínio Cognitivo Ligeiro e Demência*. Poster apresentado no VII Simpósio Nacional de Investigação em Psicologia, Universidade do Minho, Braga.
- Sousa, L. B., Simões, M. R., Pires, L., Vilar, M., & Freitas, S. (2010). *Inventário de Avaliação Funcional de Adultos e Idosos (IAFAI): Manual. Segunda versão experimental*. Serviço de Avaliação Psicológica. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade de Coimbra.
- Spek, A. C. E., Wieringa, P. A., & Janssen, W. H. (2006). Intersection approach speed and accident probability. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(2), 155-171. doi: 10.1016/j.trf.2005.10.001
- Sullman, M. J. M., & Taylor, J. E. (2010). Social desirability and self-reported driving behaviours: Should we be worried? *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 13(3), 215-221.
- Whelihan, W., DiCarlo, M., & Paul, R. (2005). The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline. *Archives of Clinical Neuropsychology*, 20(2), 217-228. doi: 10.1016/j.acn.2004.07.002
- Wild, K., & Cottrell, V. (2003). Identifying driving impairment in Alzheimer disease: A comparison of self and observer reports versus driving evaluation. *Alzheimer Disease and Associated Disorders*, 17(1), 27-34.
- Yan, X., Radwan, E., & Guo, D. (2007). Effects of major-road vehicle speed and driver age and gender on left-turn gap acceptance. *Accident Analysis & Prevention*, 39(4), 843-852. doi: 10.1016/j.aap.2006.12.006
- Yesavage, J. A., Brink, T. L., Rose, T. L., Lum, O., Huang, V., Adey, M., & Leirer, V. O. (1983). Development and validation of a geriatric depression screening scale: A preliminary report. *Journal of Psychiatric Research*, 17(1), 37-49. doi: 10.1016/0022-3956(82)90033-4
- Zingg, C., Puelschen, D., & Soyka, M. (2009). Neuropsychological assessment of driving ability and self-evaluation: A comparison between driving offenders and a control group. *European Archives of Psychiatry and Clinical Neuroscience*, 259(8), 491-498.



**ANEXOS**



## **ANEXO A**





---

---

## **Questionário sobre Hábitos e Dificuldades de Condução**

(adaptado de Owsley, Stalvey, Wells, & Sloane, 1999;  
cf., Ferreira, Marmeleira, Godinho, & Simões, 2007)

---

---

O presente *Questionário de Hábitos e Dificuldades de Condução* corresponde a uma tradução e adaptação portuguesa do *Driving Habits Questionnaire* (Owsley, Stalvey, Wells, & Sloane, 1999), constituído com o objetivo de analisar os hábitos e dificuldades de condução em adultos idosos.

O questionário é administrado sob a forma de entrevista, e inclui os seguintes domínios: (i) estado atual da condução, (ii) exposição à condução, (iii) dependência em relação a outros condutores, (iv) dificuldades de condução, (v) acidentes e contraordenações, e (vi) espaço de ação.

A versão portuguesa inclui 22 itens adicionais de resposta dicotómica (sim/não) sobre dificuldades de condução, previamente documentadas em estudos de natureza empírica sobre os hábitos de condução em pessoas idosas (Baldock, Mathias, McLean, & Berndt 2006; Ball, Owsley, Stalvey, Roenker, Sloane, & Graves, 1998; Charlton et al., 2006).

## Referências bibliográficas

- Baldock, M., Mathias, J., McLean, A., & Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accident Analysis & Prevention*, 38(5), 1038–1045. doi: 10.1016/j.aap.2006.04.016
- Ball, K., Owsley, C., Stalvey, B., Roenker, D. L., Sloane, M. E., & Graves, M. (1998). Driving avoidance and functional impairment in older drivers. *Accident Analysis & Prevention*, 30(3), 313-322. doi: 10.1016/s0001-4575(97)00102-4
- Charlton, J. L., Oxley, J., Fildes, B., Oxley, P., Newstead, S., Koppel, S., & O'Hare, M. (2006). Characteristics of older drivers who adopt self-regulatory driving behaviours. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 9(5), 363-373. doi: 10.1016/j.trf.2006.06.006
- Ferreira, I. S., Marmeleira, J. F., Godinho, M. B., & Simões, M. R. (2007). Cognitive factors and gender related to self-reported difficulties in older drivers. In Linda N. Boyle, John D. Lee, Daniel V. McGehee, Mireille Raby & Matthew Rizzo (Eds.), *Proceedings of the Forth International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design* (pp. 511-518). Iowa City: University of Iowa.
- Owsley, C., Stalvey, B., Wells, J., & Sloane, M. E. (1999). Older Drivers and Cataract: Driving Habits and Crash Risk. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences*, 54(4), M203-M211. doi: 10.1093/gerona/54.4.M203

# Questionário sobre Hábitos e Dificuldades de Condução

(adaptado de Owsley, Stalvey, Wells, & Sloane, 1999; cf., Ferreira, Marmeleira, Godinho, & Simões, 2007)

Nome: \_\_\_\_\_ Data de nascimento: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
Local de residência: \_\_\_\_\_ Data da avaliação: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_  
Ocupação: \_\_\_\_\_ Entrevistador: \_\_\_\_\_

## I - Estado actual da condução

### 1. Conduz actualmente?

1 = sim (seguir para questão 4 e continuar)

0 = não (seguir apenas para questões 2 e 3)

2. Porque parou de conduzir? \_\_\_\_\_

3. Quando foi a última vez que conduziu? \_\_\_\_\_ (mês/ano)

### 4. Para conduzir, usa óculos ou lentes de contacto?

1 = sim

0 = não

### 5. Quando conduz, usa o cinto de segurança?

1 = sim

2 = às vezes

3 = nunca

### 6. Como prefere viajar?

3 = a conduzir

2 = a ser conduzido por alguém conhecido

1 = a usar um transporte público ou táxi

7. Em comparação com o fluxo de trânsito, em geral com que rapidez costuma conduzir?

5 = muito mais rápido

4 = mais rápido

3 = à mesma velocidade que os outros condutores

2 = um pouco mais lento

1 = muito mais lento

8. No último ano, alguém sugeriu que devia limitar a sua condução, ou parar de conduzir?

1 = sim

0 = não

9. Como qualifica a sua condução?

5 = excelente

4 = boa

3 = média

2 = suficiente

1 = má

10. Se tiver de ir a um lugar mas não quiser conduzir, como costuma fazer?

1 = pede a um amigo ou familiar para o conduzir

2 = chama um táxi ou apanha um autocarro

3 = conduz, mesmo sem o desejar

4 = anula os planos e fica em casa

5 = outra hipótese

## II - Exposição à Condução

11. Habitualmente, em quantos dias da semana é que conduz? 1 2 3 4 5 6 7  
dias/semana

12-14. Indique todos os seus destinos de carro numa semana habitual.

12. \_\_\_\_ Total de destinos

13. \_\_\_\_ Número de viagens por semana × \_\_\_\_ km em cada sentido = \_\_\_\_  
subtotal × 2 =

14. \_\_\_\_ Total de km

### III - Dependência em relação a outros condutores

15-16. Enumere os amigos e/ou familiares com quem viajou regularmente de carro, no último ano. E quem conduz habitualmente?

15. \_\_\_\_ Nº total de pessoas

16. \_\_\_\_ Pontuação média (1 = sou eu conduzo; 2 = conduzo cerca de metade das vezes; 3 = são os outros que conduzem)

### IV - Dificuldades de Condução

Se responder **SIM**, perguntar: *E nessa situação conduz?*

5 = sem nenhuma dificuldade

4 = com pouca dificuldade

3 = com alguma dificuldade

2 = com muita dificuldade

Se responder **NÃO**, perguntar: *É devido a problemas visuais que não conduz nessa situação?*

1 = sim

0 = não

Nos últimos 3 meses...	Não	Sim
	0-1	2-5
17 conduziu com chuva?		
18 conduziu sozinho(a)?		
19 estacionou num lugar paralelo ao passeio?		
20 efectuou mudanças de direcção à esquerda sem semáforo?		
21 conduziu em vias rápidas ou auto-estradas?		
22 conduziu em estradas com trânsito intenso?		
23 conduziu na hora de ponta?		
24 conduziu de noite?		

[itens adicionais – adaptação portuguesa]

**25-46. Considerando o último ano, responda *SIM* ou *Não* a cada afirmação:**

**1** = sim

**0** = não

	<b>Não</b>	<b>Sim</b>
<b>25</b> Perde-se enquanto conduz.		
<b>26</b> Os seus familiares e amigos dizem que estão preocupados com a sua condução.		
<b>27</b> As pessoas já não aceitam as suas boleias.		
<b>28</b> Tem a sensação que os outros carros aparecem do nada.		
<b>29</b> Os outros condutores conduzem demasiado rápido.		
<b>30</b> Os outros condutores costumam buzinar-lhe.		
<b>31</b> Conduzir provoca-lhe <i>stress</i> .		
<b>32</b> Depois de conduzir, sente-se cansado/a.		
<b>33</b> Os cruzamentos com trânsito incomodam-o/a.		
<b>34</b> A luz dos faróis dos outros carros incomoda-o/a.		
<b>35</b> Tem dificuldade em reagir a tempo aos perigos da estrada.		
<b>36</b> Tem dificuldade em ver os sinais a tempo.		
<b>37</b> Tem dificuldade em interpretar os sinais de orientação.		
<b>38</b> Tem dificuldade em perceber que o veículo da frente abrandou ou parou.		
<b>39</b> Tem dificuldade em perceber a distância de travagem necessária para parar.		
<b>40</b> Tem dificuldade em perceber a velocidade dos veículos que se aproximam.		
<b>41</b> Tem dificuldade em estacionar.		
<b>42</b> Tem dificuldade em fazer ultrapassagens.		
<b>43</b> Tem dificuldade em virar o volante.		
<b>44</b> Tem dificuldade em carregar nos pedais.		
<b>45</b> Tem dificuldade em virar o pescoço para trás, ao fazer marcha atrás.		
<b>46</b> Tem dificuldade em coordenar as mãos e os pés.		

## V - Acidentes e Contraordenações

46. Enquanto condutor, quantos acidentes teve no último ano? \_\_\_\_\_ (se nenhum, seguir p/ 48)

47. E em quantos acidentes a polícia esteve no local? \_\_\_\_\_

48. No último ano, quantas vezes foi parado pela polícia, mesmo sem receber uma multa?

49. No último ano, quantas vezes foi multado (sem ser por estacionamento indevido)? \_\_\_\_\_

## VI - Espaço de Acção

1 = sim

0 = não

	No último ano, tem conduzido...	Não	Sim
50	nos arredores de sua casa		
51	fora dos arredores de sua casa		
52	para cidades próximas		
53	para cidades distantes		
54	para lugares fora do seu distrito		
55	para lugares fora de Portugal		

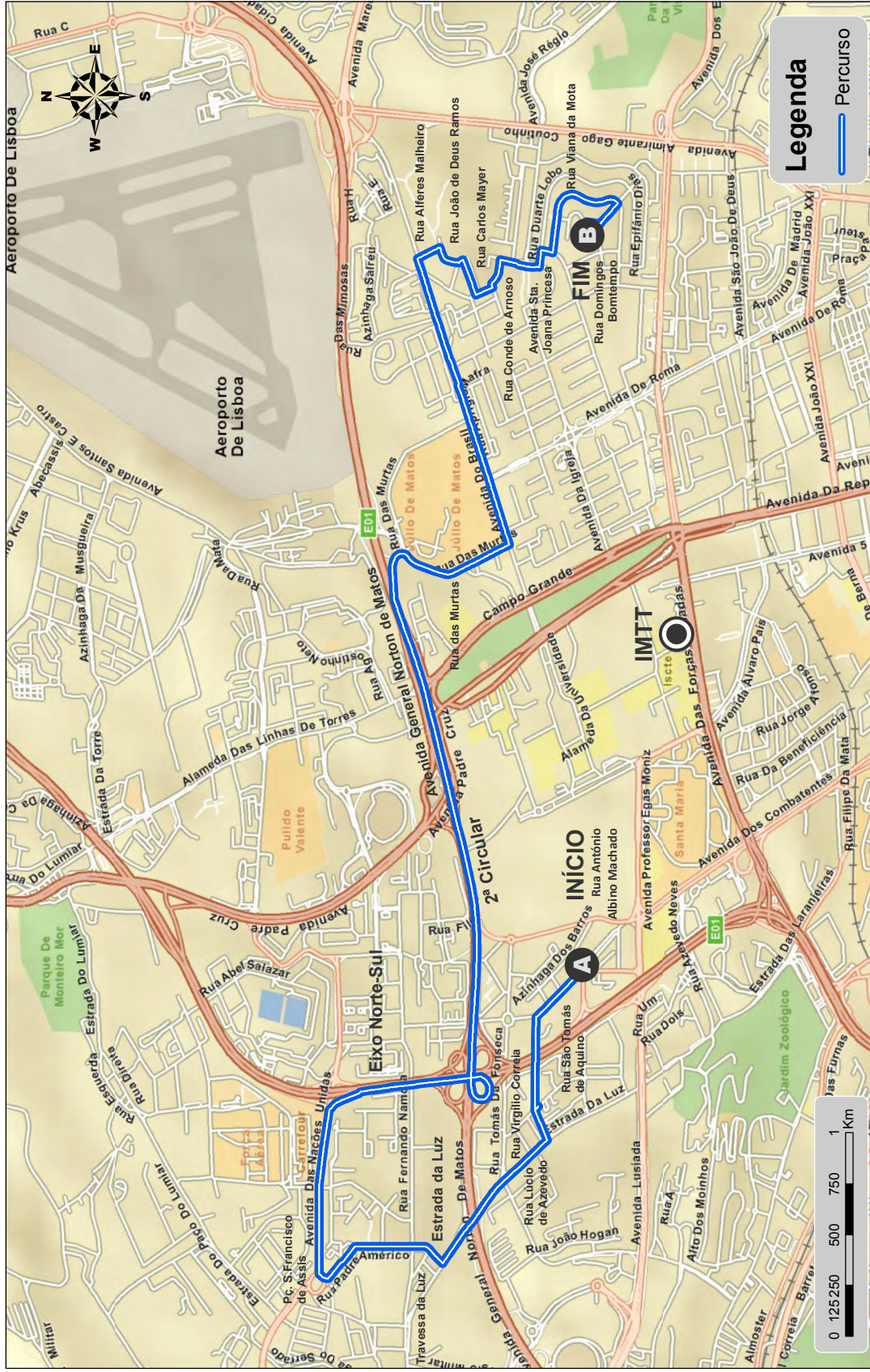




## **ANEXO B**



# Percurso de Condução: Avaliação de Condutores Idosos





## **ANEXO C**

***Grelha de Observação de Comportamentos  
de Condução para Idosos***



## GRELHA DE OBSERVAÇÃO DE COMPORTAMENTOS DE CONDUÇÃO PARA IDOSOS (GOCCI)

<b>NOME</b>		<b>DATA</b>		<b>HORA INÍCIO</b>	<b>-</b>	<b>HORA FIM</b>
		/	/	:	-	:
<b>METEOROLOGIA</b>	NORMAL	NEVOEIRO	CHUVA	OUTRO		
<b>TRÂNSITO</b>	REDUZIDO	MODERADO	INTENSO	OUTRO		

OBSERVAÇÃO	PONTUAÇÃO
EXECUTA / CORRECTO	<b>2 (A)</b>
EXECUTA COM DIFICULDADE / ACEITÁVEL	<b>1 (B)</b>
NÃO EXECUTA / INCORRECTO	<b>0 (C)</b>

### 1. PRECAUÇÕES INICIAIS

AJUSTA O BANCO	
REGULA OS ESPELHOS	
COLOCA O CINTO DE SEGURANÇA	

### 2. COMANDOS DO VEÍCULO

<b>POSIÇÃO DAS MÃOS NO VOLANTE</b>	
Em recta	
Em curva	
<b>PEDAIS</b>	
Acelerador	
Travão	
Embraiagem	
<b>CAIXA DE VELOCIDADES</b>	
Multiplicação	
Redução	



### 3. PROCURA DE INFORMAÇÃO

RECONHECE O TIPO DE VIA	
A SINALIZAÇÃO	
OS RISCOS PRESENTES OU PREVISÍVEIS	

### 4. COMUNICAÇÃO COM OS UTENTES DA VIA

EXECUTA A SINALIZAÇÃO NECESSÁRIA E ATEMPADAMENTE	
REAGE CORRECTAMENTE AOS SINAIS EFECTUADOS POR OUTROS UTENTES	

### 5. CONDUÇÃO EM VIAS URBANAS

POSICIONAMENTO NA VIA	
Em linha recta	
Em curva	
VELOCIDADE	
Regula de acordo com o tipo de via e tráfego local	
Reduz na aproximação a intersecções e rotundas	
Moderar antes das passagens de peões	
UTILIZA COM FREQUÊNCIA OS ESPELHOS RETROVISORES	
EXECUTA CORRECTAMENTE AS MUDANÇAS DE VIA DE TRÁNSITO	
INICIA A MARCHA SÓ DEPOIS DO VEÍCULO DA FRENTE INICIAR	
REGULA A DISTÂNCIA DE SEGURANÇA	
Em relação ao veículo da frente	
Lateral	
RESPEITA A SINALIZAÇÃO VERTICAL, INCLUINDO OS SEMÁFOROS	
RESPEITA A SINALIZAÇÃO HORIZONTAL	
UTILIZA CORRECTAMENTE OS SINAIS DE DIRECÇÃO	
RESPEITA AS REGRAS DE PRIORIDADE/CEDÊNCIA DE PASSAGEM	
MANTÉM-SE ATENTO AOS PEÕES, ESPECIALMENTE ÀS CRIANÇAS E IDOSOS	

#### 5.1. MUDANÇAS DE DIRECÇÃO

UTILIZA INDICADOR DE MUDANÇA DE DIRECÇÃO	
REGULA A VELOCIDADE	
REGRAS DE PRIORIDADE	
DOMÍNIO DA TRAJECTÓRIA	

#### 5.2. ROTUNDAS, sem sinalização luminosa

UTILIZA INDICADOR DE MUDANÇA DE DIRECÇÃO	
REGULA A VELOCIDADE	
POSIÇÃO NA VIA	
INSERÇÃO NO TRÁNSITO	

### 5.3. MANOBRAS ESPECÍFICAS

CONTORNO DE OBSTÁCULOS ESTÁTICOS (ex., obras, veículos parados na via)	
INVERSÃO DO SENTIDO DE MARCHA COM RECURSO A MARCHA-ATRÁS	
ESTACIONAMENTO (paralelo e perpendicular)	

### 6. CONDUÇÃO EM VIA RÁPIDA

NA ENTRADA SINALIZA ATEMPADAMENTE E ADEQUA A VELOCIDADE	
UTILIZA UMA VELOCIDADE CONVENIENTE EM RELAÇÃO AO TIPO DE VIA	
TRANSITA NA VIA MAIS À DIREITA SEMPRE QUE POSSÍVEL	
PREVÊ COM ANTECEDÊNCIA AS SITUAÇÕES PARA EVITAR FREQUENTES MUDANÇAS DE VIA	
MANTEM UMA DISTÂNCIA DE SEGURANÇA ADEQUADA	
NA SAÍDA SINALIZA ATEMPADAMENTE E ADEQUA A VELOCIDADE	

### 7. COMPORTAMENTOS

ATENÇÃO/CONCENTRAÇÃO	
CONFIANÇA	
REGULAÇÃO DO COMPORTAMENTO FACE ÀS LIMITAÇÕES PESSOAIS	

<b>COTAÇÃO GERAL</b>	<b>/100</b>
----------------------	-------------

## DADOS QUALITATIVOS

### TIPO DE CONDUÇÃO DOMINANTE

DEFENSIVA	
AGRESSIVA	
MONÓTONA	
OUTRA _____	

### INTERVENÇÃO DO EXAMINADOR

VERBAL	
MANUAL	
PEDAL	

## **OBSERVAÇÕES SOBRE O RISCO E SEGURANÇA NA CONDUÇÃO**

Observações que ponham em causa a segurança imediata do veículo ou de outros utentes da via, que exijam ou não a intervenção do examinador  
(incluir informação contextual para avaliar a gravidade da situação)

## **PARECER**

Para conduzir na via pública sem supervisão, considero que conduz:

- |  |   |                               |
|--|---|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Definitivamente com segurança | } | PARECER FAVORÁVEL (APTO)      |
| <input type="checkbox"/> Provavelmente com segurança   |   |                               |
| <input type="checkbox"/> Provavelmente sem segurança   | } | PARECER DESFAVORÁVEL (INAPTO) |
| <input type="checkbox"/> Definitivamente sem segurança |   |                               |

O EXAMINADOR

---

*Sérgio Marques*  
Centro de Exames, Automóvel Club de Portugal

## **ANEXO D**

***Stroke Drivers Screening Assessment (SDSA):  
Manual da Versão Experimental Portuguesa***

**ANEXO SUPRIMIDO**

CONTEÚDO DE ACESSO RESTRITO



## **ANEXO E**

***Estudos de Validade Preditiva de Testes Neurocognitivos  
na Avaliação de Condutores Idosos (Quadro-síntese)***



# ESTUDOS DE VALIDADE PREDITIVA DE TESTES NEUROCOGNITIVOS

## NA AVALIAÇÃO DE CONDUTORES IDOSOS

### (QUADRO-SÍNTESE)

#### ABREVIATURAS

A, Acidentes de viação; **AMIPB**, *Adult Memory and Information Processing Battery*; **AVLT**, *Rey Auditory-Verbal Learning Test*; **BADS**, *Behavioral Assessment of Dysexecutive Syndrome*; **CDT**, *Clock Drawing Test*; **COWA**, *Controlled Oral Word Association*; **CR**, Condução real; **CS**, Condução Simulada; **CDR**, *Clinical Dementia Rating*; **DA**, Doença de Alzheimer; **DCL**, Declínio cognitivo ligeiro; **DFT**, Demência fronto-temporal; **DP**, Doença de Parkinson; **DTA**, Demência de tipo Alzheimer; **DV**, Demência Vascular; **FCR**, Figura Complexa de Rey; **FE**, Funções executivas; **GC**, grupo de controlo; **GDS**, *Geriatric Depression Scale*; **GE**, grupo experimental; **JLO**, *Judgment of Line Orientation*; **MMSE**, *Mini-Mental State Examination*; **MDRS**, *Mattis Dementia Rating Scale*; **MVPT**, *Motor Visual Perception Test*; **n.a.**, não aplicável; **NAB**, *Neuropsychology Assessment Battery*; **NART**, *National Adult Reading Test*; **n.e.**, não especificado; **NorSDSA**, *Nordic Stroke Driver Screening Assessment*; **OR**, *Odds Ratio*; **ROC**, *Receiving Operating Characteristic*; **RR**, *Relative Risk*; **SDSA**, *Stroke Driving Screening Assessment*; **SIREN**, *Simulator for Interdisciplinary Research in Ergonomics and Neuroscience*; **SMCTests**, (battery of) *Sensory-motor and cognitive tests*; **SMLR**, *Stepwise Multivariate Logistic Regression*; **Suj**, *Sujeitos*; **TMT-A / TMT-B**, *Trail Making Test – A / Trail Making Test – B*; **TNP**, *Testes Neuropsicológicos*; **TR**, *Tempos de Reação*; **TRIP**, *Test Ride to Investigate Practical fitness to drive*; **TRVB**, *Teste de Retenção Visual de Benton*; **TST**, *Teste de Sinais de Trânsito*; **UFOV**, *Useful Field of View Test*; **UK**, *United Kingdom*; **UPDRS**, *Unified Parkinson's Disease Rating Scale*; **USA**, *United States of America*; **VD**, *Variável Dependente*; **VI**, *Variável Independente*; **VOSP**, *Visual Object and Space Perception Battery*; **VPN**, *Valor preditivo negativo*; **VPP**, *Valor preditivo positivo*; **WAIS-R / WAIS-II**, *Wechsler Adult Intelligence Scale-Revised / Wechsler Adult Intelligence Scale-Third Edition*; **WCST**, *Wisconsin Card Sorting Test*; **WMS-R / WMS-III**, *Wechsler Memory Scale-Revised / Wechsler Memory Scale-Third Edition*; **WURT**, *Washington University Road Test*.



REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA (PAÍS)	OBJETIVOS	AMOSTRAS	MÉTODOS	PRINCIPAIS RESULTADOS E CONCLUSÕES
<p>[1] Anderson, S., Rizzo, M., Shi, Q., Uc, E., &amp; Dawson, J. (2005). <b>Cognitive abilities related to driving performance in a simulator and crashing on the road.</b> In Linda Boyle, John Lee, Daniel McGehee, Mireille Raby &amp; Matthew Rizzo (Eds.), <i>Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design</i> (pp. 286–292). Iowa: University of Iowa Public Policy Center. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/CS/ A, em idosos sem/com demência ligeira.</p>	<p>1. N=202; M=71.1±7.6 2. ≥55 anos 3. GE: 70 demência ligeira; GC: 132 sem doença neurológica.</p>	<p>1. AVLT, COWA, Cubos (WAIS-III), FCR, JLO, TMT-A, TMT-B, TRVB. 2. CS: simulador SIREN (VD: posição dos pedais, posição do volante, velocidade). A: dados oficiais (Estado), prospectivo (2 anos). 3. Análise bivariada. Curvas de Kaplan-Meier.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlação sig entre TNP/CS, excepto COWA.</li> <li>• Resultados sig inferiores em TMT-B, FCR-cópia e Cubos em suj com acidentes durante a CS.</li> <li>• Resultados sig inferiores no AVLT e FCR em suj com A subsequentes.</li> <li>• Declínio visuomotor, FE e memória ⇒ desempenho inferior na CS e maior risco de A subsequentes.</li> </ul>
<p>[2] Anderson, S., Aksan, N., Dawson, J. D., Uc, E. Y., Johnson, A. M., &amp; Rizzo, M. (2012). <b>Neuropsychological assessment of driving safety risk in older adults with and without neurologic disease.</b> <i>Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology</i>, 34(9), 895-905. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/CR em idosos sem/com doença neurológica.</p>	<p>1. N=345; M=68 2. ≥50 anos, condutores ativos, acuidade visual nos limites legais; sem doença psiquiátrica, abuso de álcool ou substâncias, consumo de sedativos. 3. 185 sem doença neurológica, 40 com AD provável, 91 com DP, 29 com AVC.</p>	<p>1. TMT-A, JLO, FCR, Cubos (WAIS-III), TRVB, COWA, AVLT, <i>Grooved Pegboard</i>, UFOV. 2. CR: análise de 76 tipos de erros de condução, distribuídos em 15 categorias. 3. Análise bivariada. Análise factorial confirmatória. <i>Partial correlations</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlação sig entre TNP e erros de condução.</li> <li>• Velocidade de processamento (Grooved Pegboard, UFOV), capacidades visuoespaciais (FCR-cópia, Cubos) e memória (FCR-memória, TRVB) correspondem aos domínios cognitivos relacionados com o desempenho de condução em idosos.</li> </ul>
<p>[3] Ball, K., Owsley, C., Sloane, M., Roenker, D., &amp; Bruni, J. (1993). <b>Visual attention problems as predictor of vehicle crashes in older drivers.</b> <i>Investigative Ophthalmology &amp; Visual Science</i>, 34, 3110–3123. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação a A.</p>	<p>1. N=294; M=71 (56-90) 2. ≥55 anos 3. GE: 197 com 1-5 acidentes; GC: 97 sem</p>	<p>1. MDRS, UFOV. 2. A: dados oficiais (Estado), retrospectivo (5 anos). 3. Análise bivariada. Análise de trajetórias. Curvas ROC. OR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• UFOV com elevado poder preditor de A (89% sensibilidade, 81% especificidade)</li> <li>• Redução superior a 40% no</li> </ul>

	acidentes.	Magnitude do efeito.	UFOV ⇒ 6 vezes maior probabilidade de A. • Correlação sig entre MDRS e A, mas com pouco poder discriminativo. • UFOV e MDRS explicam 28% da variância nos A. • UFOV-2 (velocidade de processamento, atenção dividida) e <i>Visual Closure subtest</i> (visuo-espacial) preditores de A.
[4] Ball, K., Roenker, D., Wadley, V., Edwards, J., Roth, D., McGwin, G., ... Dube, T. (2006). <b>Can high-risk older drivers be identified through performance-based measures in a Department of Motor Vehicles setting?</b> <i>Journal of the American Geriatrics Society</i> , 54(1), 77–84. (USA)	Análise do poder preditor de TNP em relação a A.	1. N=1910; M=68.5±7.9 2. ≥55 anos, acuidade visual nos limites legais 3. GE: 92 com A; GC: 1818 sem A.	1. <i>Cued and delayed Recall</i> , <i>Symbol scan</i> , TMT-A, TMT-B, UFOV-2, <i>Visual Closure subtest</i> (MVPT). 2. A: dados oficiais (Estado), prospectivo (5 anos) 3. Análise bivariada. Regressão Logística. OR
[5] Barrash, J., Stillman, A., Anderson, S., Uc, E., Dawson, J., & Rizzo, M. (2010). <b>Prediction of driving ability with neuropsychological tests: Demographic adjustments diminish accuracy.</b> <i>Journal of the International Neuropsychological Society</i> , 16(4), 679–686. (USA)	Comparação de resultados brutos e padronizados em TNP com a CR em idosos saudáveis, com DA suspeita e DP.	1. N=83; M=72.1±5.5 2. ≥65 anos, MMSE≥26 3. G1: 26 DA suspeita; G2: 33 DP ligeiramente moderada; G3: 24 saudáveis.	1. TRVB; Cubos (WAIS-III), FCR, TMT-A e TMT-B. 2. CR (VD: número de erros - 76 tipos em 15 categorias). 3. Análise bivariada. Regressão Linear.
[6] Berndt, A., Clark, M., & May, E. (2008). <b>Dementia severity and on-road assessment: Briefly revisited.</b> <i>Australasian Journal on Ageing</i> , 27(3), 157–160. (Austrália)	Análise da relação entre grau de severidade da demência e CR.	1. N=115; M=75.4 2. Acuidade visual nos limites legais, sem condições físicas que limitem a condução 3. G1: 4 CDR 0; G2: 26 CDR 0.5; G3: 66 CDR 1; G4: 19 CDR 2.	• Resultados brutos no TMT-A, FCR e Cubos (WAIS-III) preditivos da CR. • Resultados padronizados diminuem a magnitude da correlação entre TNP e condução. • 50 aprovados, 65 reprovados (CDR 2, todos reprovados; CDR 1, 28 aprovados e 38 reprovados; CDR 0.5, 17 aprovados e 9 reprovados). • Diagnóstico não é suficiente para determinar reprovação. Severidade é um indicador da necessidade de avaliação da condução.
[7] Bieliauskas, L., Roper, B., Trobe, J., Green, P., & Lacy, M. (1998). <b>Cognitive measures, driving safety, and Alzheimer disease.</b> <i>The Clinical Neuropsychologist</i> , 12(2), 206–212. (USA)	Análise da relação entre TNP/CR, em idosos sem/com DTA.	1. N=18; M=75.0 2. n.e. 3. GE: 9 DTA; GC: 9 saudáveis.	• CR sig inferior em suj com DTA. • No GE, correlação sig entre <i>Shipley Institute of Living Scale</i> e <i>Southern California</i>

<p>[8] Bliokas, V., Taylor, J., Leung, J., &amp; Deane, F. (2011). Neuropsychological assessment of fitness to drive following acquired cognitive impairment. <i>Brain Injury</i>, 25(5), 471-487. (Austrália)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/CR em idosos com déficit cognitivo.</p>	<p>1. N=104; M=61.35 2. n.e. 3. 61 com AVC, 14 TCE, 8 DA, 6 DP, 15 outras doenças neurológicas (tumor, EM, Huntington, hidrocefalia).</p>	<p>1. WAIS-R (Código, Cubos e Ordenação de Figuras), AVLT, FCR, JLO, <i>Visual Form Discrimination</i>, WCST, TMT-A e TMT-B. 2. <b>CR</b>: resultado aprovado/ reprovado. 3. Análise bivariada. Regressão logística.</p>	<p><i>Figure-Ground Perception Test</i> e CR. • No GC, TNP não preditivos de CR. • Bateria de TNP com 73% sensibilidade e 76% especificidade.</p>
<p>[9] Brown, L., Stern, R., Cahn-Weiner, D., Rogers, B., Messer, M., Lammon, M., ... Ott, B. (2005). Driving scenes test of the Neuropsychological Assessment Battery (NAB) and on-road driving performance in aging and very mild dementia. <i>Archives of Clinical Neuropsychology</i>, 20(2), 209-215. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor do <i>Driving Scenes Test</i> (atenção visual) em relação à CR em idosos sem/com demência suspeita.</p>	<p>1. N=55; M=74.4 2. Condutores ativos; sem condições físicas que limitem a condução 3. <b>GE</b>: 31 CDR 0.5; <b>GC</b>: 24 CDR 0 (MMSE≥26)</p>	<p>1. <i>Driving Scenes Test</i> (DST). 2. <b>CR</b>: grelha WURT (0-108 pts, apto/marginal/inapto). 3. Análise bivariada. Student-Newman-Keuls <i>post hoc</i>. Análise Discriminante.</p>	<p>• Correlação moderada entre DST/CR. • Resultados sig distintos no DST entre apto /marginal/ inapto, classificando 66% dos casos.</p>
<p>[10] Carr, D., Duchek, J., &amp; Morris, J. (2000). Characteristics of motor vehicle crashes in drivers with dementia of the Alzheimer type. <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 48(1), 18-22. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre grau de severidade da demência e A.</p>	<p>1. N=121; M=77 2. Condutores ativos; sem condições físicas que limitem a condução 3. <b>GE</b>: 34 CDR 0.5, 29 CDR 1; <b>GC</b>: 58 CDR 0</p>	<p>1. CDR. 2. A: dados oficiais (Estado), retrospectivo (5 anos). 3. n.e.</p>	<p>• GE e GC sem dif sig em A. • GE com maior tendência para A com responsabilidade ou associados a lesões físicas. • Importa especificar o tipo de A e não apenas a quantidade.</p>
<p>[11] Carr, D., Barco, P., Wallendorf, M., Snellgrove, C., &amp; Ott, B. (2011). Predicting road test performance in drivers with dementia. <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 59(11), 2112-2117. (USA)</p>	<p>Análise de uma bateria de rastreio cognitivo para condutores idosos com demência.</p>	<p>1. N=99; M=74.2 2. Condutores ativos, com diagnóstico de demência, sem diagnóstico de depressão, epilepsia ou outras condições (sensoriais, físicas) que possam limitar a condução 3. n.a.</p>	<p>1. AD8 <i>Dementia Screening Interview</i>, <i>Short Blessed</i>, CDT, <i>Digit Span</i> (WAIS-R), UFOV 2, MVPT, <i>Snellgrove Maze Task</i>, TMT-A e TMT-B. 2. <b>CR</b>: grelha WURT, resultado aprovado/ reprovado. 3. Análise bivariada. Regressão logística. Curvas ROC.</p>	<p>• Modelo preditor incluindo os resultados no AD8, CDT e TMT-A (tempo) apresenta eficiência classificatória de 85% (AUC ROC 0.91). • Esta bateria de rastreio, de cerca de 10', é um indicador de reprovação na CR em idosos com demência.</p>

<p>[12] Clark, M., Hecker, J., Cleland, E., Field, C., Berndt, A., Crotty, M., &amp; Snellgrove, C. (2000). <i>Dementia and driving</i>. Australia: Flinders University. (Australia)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação ao desempenho de CR em idosos com demência.</p>	<p>1. N=55; M=74.4±6.6  2. Condutores ativos, ≥10 anos de experiência, sem condições físicas e visuais que limitem a condução  3. 41 DTA + 6 DV + 4 DFT + 2 DCL + 2 Demência por Corpos de Lewy</p>	<p>1. <i>Boston Naming Test</i>, COWA, FCR, MMSE, NART, AVLT, <i>Sstroop</i>, TMT-A, TMT-B, WAIS-III (Cubos, Memória de Dígitos, Código, Pesquisa de Símbolos, Sequência de Letras e Números), WMS-III (Memória Lógica I e II).  2. <b>CR</b>: resultado aprovado/reprovado.  3. MANOVA. Regressão Logística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reprovados com resultados inferiores em todos os TNP.</li> <li>• Preditores MMSE, TMT-A e Cubos com poder preditor de 87% (83% sensibilidade, 91% especificidade), pelo que representam uma potencial bateria de rastreio para condutores com demência.</li> </ul>
<p>[13] Cox, D., Quillian, W., Thorndike, F., Kovatchev, B., &amp; Hanna, G. (1998). <i>Evaluating driving performance of outpatients with Alzheimer disease. Journal of the American Board of Family Practice</i>, 11(4), 264-271. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre MMSE/ CS em idosos sem/com demência.</p>	<p>1. N=50; M= n.e.  2. ≥55 anos, sem condições físicas que limitem a condução  3. <b>GE</b>: 29 DA; <b>GC</b>: 21 saudáveis (emparelhados)</p>	<p>1. MMSE.  2. <b>CS</b> (<i>Atari Driving Simulator</i>).  3. Análise bivariada. Análise factorial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlação sig entre MMSE/ CS.</li> <li>• GE com CS sig inferior.</li> <li>• Cinco factores no desempenho de CS explicam 93% da variância, e classificam correctamente 85% do GE.</li> <li>• 2 casos de DA com CS semelhante ao GC, pelo que o diagnóstico não determina condução de risco.</li> </ul>
<p>[14] Cushman, L. (1996). <i>Cognitive capacity and concurrent driving performance in older drivers. International Association of Traffic and Safety Sciences Research</i>, 20(1), 38-45. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre UFOV/ CR em idosos sem/com demência.</p>	<p>1. N=123; M= n.e.  2. ≥55 anos  3. <b>GE</b>: 32 demência ligeira; <b>GC</b>: 91 saudáveis</p>	<p>1. UFOV.  2. <b>CR</b>.  3. n.e.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlação sig entre UFOV e desempenho de CR.</li> </ul>
<p>[15] Crizzle, A., Classen, S., Bédard, M., Lanford, D., &amp; Wimer, S. (2012). <i>MMSE as a predictor of on-road driving performance in community dwelling older drivers. Accident Analysis &amp; Prevention</i>, 49, 287-292. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor do MMSE em relação ao desempenho de CR em idosos.</p>	<p>1. N=168; M= 73.0  2. ≥65 anos, condutores ativos na comunidade  3. 148 sem doença neurológica documentada, 20 PD.</p>	<p>1. MMSE.  2. <b>CR</b>: resultado aprovado/reprovado.  3. Análise bivariada. Curvas ROC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Na amostra total, a AUC ROC foi 0.65, e no grupo com PD foi 0.79 (mas com intervalo de confiança largo).</li> <li>• MMSE não deve ser usado de modo isolado para prever o desempenho de CR.</li> </ul>
<p>[16] Daigneault, G., Joly, P., &amp; Frigon, J-Y. (2002). <i>Executive functions in the evaluation of accident risk of older</i></p>	<p>Análise da relação entre TNP sensíveis</p>	<p>1. N=60; M=70.2  2. ≥65 anos</p>	<p>1. <i>Color Trail Test</i>, <i>Sstroop</i>, Torre de Londres, WCST.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GE com resultados sig inferiores em todos os TNP.</li> </ul>

<p><b>drivers. <i>Journal of Clinical and Experimental Neuropsychology</i>, 24(2), 221-238. (Canadá)</b></p> <p>[17] Dawson, J., Anderson, S., Uc, E., Dasturp, E., &amp; Rizzo, M. (2009). <b>Predictors of driving safety in early Alzheimer disease. <i>Neurology</i>, 72(6), 521-527. (USA)</b></p>	<p>ao funcionamento executivo e A em idosos.</p> <p>Análise do poder preditor de TNP em relação ao desempenho de CR em idosos sem/com DA.</p>	<p><b>3. GE:</b> 30 com 3+ A; <b>GC:</b> 30 sem A.</p> <p><b>1. N=155; M=72.2</b> <b>2.</b> Condutores activos. <b>3. GE:</b> 40 DA ligeira; <b>GC:</b> 115 sem doença neurológica documentada.</p>	<p><b>2. A:</b> dados de seguradoras, retrospectivo (5 anos). <b>3.</b> Testes <i>t</i> e <math>\chi^2</math> MANCOVA. Análise discriminante. Magnitude do efeito. Regressão logística.</p> <p><b>1.</b> AVLT, COWA, Cubos (WAIS-III), FCR, <i>Grooved Pegboard task</i>, JLO, TMT-A, TMT-B, TRVB, UFOV. <b>2. CR:</b> análise do número de erros (76 tipos, distribuídos por 15 categorias). <b>3.</b> Teste Wilcoxon. Regressão linear múltipla. Magnitude do efeito.</p>	<p>• TNP com poder preditor de A com 80% (73% sensibilidade, 86% especificidade)</p> <p>• GE com CR sig inferior.</p> <p>• Cotação global nos TNP (COGSTAT) com poder preditor dos erros de condução em casos de DA (TRVB, FCR-cópia e TMT-A como melhores preditores).</p> <p>• TNP têm valor incremental em relação ao diagnóstico, e devem ser utilizados para prever a condução em casos de DA.</p>
<p>[18] Dawson, J., Uc, E., Anderson, S., Johnson, A., &amp; Rizzo, M. (2010). <b>Neuropsychological predictors of driving errors in older adults. <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 58(6), 1090-1096. (USA)</b></p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação ao desempenho de CR.</p>	<p><b>1. N=191; M<sub>67</sub>=72.3, M<sub>62</sub>= 57.2</b> <b>2.</b> Condutores activos na comunidade, sem doença neurológica documentada <b>3. G1:</b> 111 (65-89 anos); <b>G2:</b> 80 (40-64 anos).</p>	<p><b>1.</b> AVLT, COWA, Cubos (WAIS-III), FCR, <i>Grooved Pegboard task</i>, JLO, TMT-A, TMT-B, UFOV. <b>2. CR:</b> análise de 76 tipos de erros, distribuídos em 15 categorias. <b>3.</b> Teste Wilcoxon. Regressão linear múltipla. Magnitude do efeito.</p>	<p>• Cotação global nos TNP (COGSTAT) com poder preditor dos erros de condução (Cubos, FCR e <i>Grooved Pegboard task</i> como melhores preditores).</p> <p>• Erros de condução sig superior nos condutores com mais idade (G1).</p>
<p>[19] De Raedt, R., &amp; Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). <b>The relationship between cognitive/neuropsychological factors and car driving performance in older adults. <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 48(12), 1664-1668. (Bélgica)</b></p>	<p>Análise da relação entre TNP/CR/A.</p>	<p><b>1. N=84; M=79.6±6.8</b> <b>2.</b> ≥65 anos, condutores activos, sem condições físicas e visuais que possam limitar a condução, sem doença neurológica documentada <b>3.</b> n.a.</p>	<p><b>1.</b> <i>Dot Counting task</i>, <i>Tracking task</i>, <i>Incompatibility task</i>, <i>Movement Perception test</i>, <i>Paperfolding task</i>, TR de escolha, UFOV <b>2. CR:</b> grelha TRIP (versão belga), 83-209 pis, resultado apto/ inapto. <b>A:</b> dados auto-reportados, retrospectivo (1 ano). <b>3.</b> Análise bivariada. Regressão múltipla. Crossvalidation.</p>	<p>• TNP correlacionados sig com a CR, sendo que <i>Movement Perception test</i>, UFOV, TR e <i>Dot Counting task</i> explicam 64% da variância.</p> <p>• <i>Paperfolding task</i>, UFOV e TR correlacionados com A, sendo que TR e <i>Paperfolding task</i> explicam 19% da variância.</p> <p>• Relação TNP/CR superior</p>

<p>[20] De Raedt, R., &amp; Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001a). <b>Predicting at-fault car accidents of older drivers.</b> <i>Accident Analysis and Prevention</i>, 33(6), 809–819. (Bélgica)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR/ A específicos.</p>	<p>1. N=84; M=79.6±6.8 2. ≥65 anos, condutores físicos e visuais que possam limitar a condução, sem doença neurológica documentada 3. n.a.</p>	<p>1. <i>Dot Counting task, Incompatibility task, Movement Perception test, Paperfolding task, TR, Tracking task, UFOV.</i> 2. <b>CR:</b> grelha TRIP (versão belga), 83-209 pts, resultado apto/ inapto. A: dados auto-reportados, retrospectivo (1 ano). 3. Análise bivariada e alfa de Chronbach (fiabilidade da grelha). Análise discriminante.</p>	<p>do que relação entre TNP/ A.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Tracking task, Paperfolding task, Incompatibility task, e UFOV</i> com poder preditor de A específicos.</li> </ul>
<p>[21] De Raedt, R., &amp; Ponjaert-Kristoffersen, I. (2001b). <b>Short cognitive/neuropsychological test battery for first-tier fitness-to-drive assessment of older adults.</b> <i>The Clinical Neuropsychologist</i>, 15(3), 329–336. (Bélgica)</p>	<p>Análise de uma bateria de rastreio para condutores idosos saudáveis.</p>	<p>1. N=84; M=79.6±6.8 2. ≥65 anos, condutores físicos e visuais que possam limitar a condução, sem doença neurológica documentada 3. n.a.</p>	<p>1. CDT, MMSE, TMT-A (e teste de acuidade visual). 2. <b>CR:</b> grelha TRIP (versão belga), 83-209 pts, resultado apto/ inapto. 3. Análise discriminante. Crossvalidation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pontuação na bateria (0-30) com 80% de sensibilidade e 85% de especificidade (ponto de corte 24).</li> <li>• TMT-A, CDT, teste de acuidade visual e idade com valor discriminante, e MMSE sem valor incremental.</li> </ul>
<p>[22] Diegelman, N., Gilbertson, A., Moore, J., Banou, E., &amp; Meager, M. (2004). <b>Validity of the Clock Drawing Test in predicting reports of driving problems in the elderly.</b> <i>BioMed Central Geriatrics</i>, 4(1), 1-7. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ A.</p>	<p>1. N=325; M=79.8±6.7 2. Condutores activos na comunidade 3. MMSE: <b>GE:</b> 51 com A; GC: 63 sem A. CDT: <b>GE:</b> 27 com A; GC: 34 sem A.</p>	<p>1. MMSE, CDT 2. A: auto-reportados, retrospectivo 1 ano. 3. Testes t. Análise bivariada. Regressão hierárquica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apenas o MMSE foi preditivo de A auto-reportados.</li> <li>• Nem MMSE, nem CDT foram preditores robustos de A, e em conjunto explicam apenas 10% da variância.</li> </ul>
<p>[23] Dobbs, B., &amp; Schopflocher, D. (2010). <b>The introduction of a new screening tool for the identification of cognitively impaired medically at-risk drivers: The SIMARD a modification of the DemTect.</b> <i>Journal of Primary Care &amp; Community Health</i>, 1(2), 119-127. (Canadá)</p>	<p>Análise de um teste de rastreio cognitivo para condutores com defeito cognitivo e estudo de validação.</p>	<p>1. Estudo inicial: N=181; M=77.2±7.2; Estudo de validação: N=244; M=75.4±9.9 2. condutores activos; GE com diagnóstico de defeito cognitivo (sem/com demência) 3. Estudo inicial: GE: 146 com defeito</p>	<p>1. DemTect 2. <b>CR:</b> grelha Drive-ABLE Assessment, resultado aprovado/reprovado. 3. Análise discriminante. Regressão Linear.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estudo inicial: 3 subtests do DemTect (Supermarket task, Repeat of word list, Number conversion) constituíram um modelo preditor do resultado na CR, (86% sensibilidade, 84% especificidade)</li> <li>• Estudo de validação: o mesmo modelo com 80% sensibilidade, 87%</li> </ul>

	<p>cognitivo; GC: 35 saudáveis Estudo de validação: GE: 192 com defeito cognitivo; GC: 52 saudáveis.</p>	<p>1. N=136; M= n. e. 2. Condutores ativos, ≥10 anos de experiência, sem condições físicas e visuais que limitem a condução 3. GE: 49 CDR 0.5 + 29 CDR 1; GC: 58 CDR 0 (não emparelhado).</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR em idosos sem/com DTA.</p>	<p>[24] Duchek, J., Hunt, L., Ball, K., Buckles, V., &amp; Morris, J. (1998). <b>Attention and driving performance in Alzheimer's disease.</b> <i>Journal of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences</i>, 53B(2), P130–P141. (USA)</p>
<p>especificidade.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• SIMARD (Screen for the Identification of cognitively impaired Medically At-Risk Drivers) constitui um instrument breve útil para a tomada de decisão em cuidados primários.</li> </ul>	<p>1. <i>Boston Naming Test</i>, CDR, TMT–A, TRVB-memória, UFOV, <i>Visual Monitoring task</i>, <i>Visual Search task</i>, WAIS (Cubos, Código, Informação), WMS (Memória Lógica, Memória de Dígitos, Pares de Palavras, Controle Mental), <i>Word Fluency test</i>. 2. <b>CR</b>: grelha WURT (0-108 pts). 3. ANOVA. Regressão múltipla.</p>	<p>1. N=108; M= 75 2. Condutores ativos, ≥10 anos de experiência, sem condições físicas e visuais que possam limitar a condução. 3. GE: 21 CDR 0.5 + 29 CDR 1; GC: 58 CDR 0</p>	<p>Estudo longitudinal (2 anos/ 4 avaliações semestrais) da CR em idosos sem/com DTA ligeira.</p>	<p>[25] Duchek, J., Carr, D., Hunt, L., Roe, C., Xiong, C., Shah, K., &amp; Morris, J. (2003). <b>Longitudinal driving performance in early-stage dementia of the Alzheimer type.</b> <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 51(10), 1342–1347. (USA)</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior severidade da demência associado a CR inferior.</li> <li>• Na amostra total, <i>Boston Naming Test</i> e <i>Visual Search task</i> explicam 47% da variância na CR.</li> <li>• Nos casos de demência ligeira (CDR 1), <i>Visual Search task</i>, <i>Boston Naming Test</i> e <i>Visual monitoring task</i> explicam 65% da variância na CR.</li> <li>• Correlação sig entre UFOV e CR apenas num N reduzido (maioria com demência não termina o teste).</li> <li>• Na avaliação de condutores com demência, é necessária uma versão mais simples do UFOV.</li> </ul>	<p>1. <b>CR</b>: grelha WURT (0-108 pts), resultado aprovado/reprovado. 3. Análise de sobrevivência. Regressão de Cox.</p>	<p>3 grupos de CDR com dif sig na CR, diminuindo com a severidade. • <i>Baseline</i>: idade é fator de risco de inaptação na CR; CDR 1 com 2.7 vezes mais casos de inaptação do que CDR 0. • <i>Follow-up</i>: declínio da CR ao longo do tempo, em função</p>		

<p>[26] Elkink-Frankston, S., Lebowitz, B., Kapust, L., Hollis, A., &amp; O'Connor, M. (2007). <b>The use of the Color Trails Test (CTT) in the assessment of driver competence: Preliminary report of a culture-fair instrument.</b> <i>Archives of Clinical Neuropsychology</i>, 22(5), 631–635. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor do TMT e Color Trail Test em relação a CR em idosos de diferentes grupos clínicos.</p>	<p>1. N=29; M=76.6±9.5 2. n.e. 3. 13 demência ligeira + 8 doença cerebrovascular + 3 DP + 2 encefalopatia + 1 cirurgia na anca + 1 síncope + 1 TCE.</p>	<p>1. MMSE, Color Trail Test, TMT. 2. CR: versão modificada da grelha WURT, resultado apto/inapto. 3. Análise bivariada. Testes <i>t</i> e Mann-Whitney. Magnitude do efeito.</p>	<p>• Aptos/ inaptos com dif sig nos TNP. • Magnitude do efeito (na CR) semelhante no TMT e Color Trail Test, pelo que este último poderá ser alternativa ao TMT.</p>
<p>[27] Emerson, J. Johnson, A., Dawson, J., Ue, E., Anderson, S., &amp; Rizzo, M. (2012). <b>Predictors of driving outcomes in advancing age.</b> <i>Psychology and Aging</i>, 27(3), 550-559. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ A.</p>	<p>1. N=100; M=72.7 2. ≥65 anos, sem condições visuais que possam limitar a condução, sem doenças neurológicas, sem abuso de álcool e outras substâncias, sem consumo de medicação que possa alterar o funcionamento cognitivo. 3. n.a.</p>	<p>1. <i>Grooved Pegboard</i>, JLO, <i>Structure from motion</i>, UFOV, Cubos (WAIS-III), FCR, TRVB, AVTL, COWA, TMT-A e TMT-B. 2. A: dados estatísticos e auto-reportados, retrospectivo 1 ano. 3. Curvas Kaplan-Meier. <i>Cox proportional hazards regression models</i>.</p>	<p>• Os TNP preditores de A foram o AVLT-memória e TMT B-A.</p>
<p>[28] Fitten, L., Perrymann, K., Wilkinson, C., Little, R., Burns, M., Pachana, N., ... Ganzell, S. (1995). <b>Alzheimer and vascular dementias and driving. A prospective road and laboratory study.</b> <i>Journal of the American Medical Association</i>, 273(17), 1360–1365. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR/ A em casos de DA e DV.</p>	<p>1. N=80; M<sub>idosos</sub>=72 2. Licença de condução válida, 5+ anos de experiência (não profissional), sem doenças e condições visuais que limitem a condução 3. GE: 25 demência ligeira (13 DTA + 12</p>	<p>1. CDT, MMSE, <i>Sternberg test</i>, <i>Divided Attention</i>, <i>Sustained Attention</i>. 2. CR: percurso suburbano, trânsito reduzido, 4.5 km, grelha <i>Sepulveda Road Test</i> (0-41 pts). A: dados oficiais, retrospectivo (2 anos). 3. ANOVA <i>one-way</i>. Análise bivariada. Regressão linear múltipla. Análise discriminante.</p>	<p>• No GE, CR similar entre DTA e DV, mas sig distinta do GC. No GC, CR similar entre os grupos. Correlação negativa entre CR e A. • <i>Sternberg test</i>, MMSE e <i>Divided Attention</i> explicam 68% dos resultados na CR. • Associação entre MMSE e CR apenas nos casos de</p>



<p>[29] Fox, G., Bowden, S., Bashford, G., &amp; Smith, D. (1997). <b>Alzheimer's disease and driving: Prediction and assessment of driving performance.</b> <i>Journal of the American Geriatrics Society, 45</i>(8), 949-953. (Austrália)</p>		<p>DV): GC: 24 idosos saudáveis (MMSE≥28) + 15 idosos com diabetes (MMSE≥24) + 16 jovens saudáveis (MMSE≥28) 1. N=19; M=74.3 2. n.e. 3. 19 DA</p>	<p>1. JLO, MMSE, TMT-A, TMT-B, TRVB, <i>Visual Form Discrimination test</i>, WAIS-R (Código, Completamento de gravuras, Cubos). 2. CR: <i>grelha Driver Performance Test</i>, resultado aprovado/reprovado. 3. Análise bivariada. Regressão Logística.</p>	<p>demência com maior severidade. Os défices cognitivos e o grau de severidade da demência têm valor incremental em relação ao diagnóstico.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• O diagnóstico é insuficiente para determinar reprovação (7 aprovados, 12 reprovados).</li> <li>• Apenas MMSE com poder preditor da CR, pelo que pontuação 18-24 pts é indicador de risco na condução.</li> <li>• Ausência de relação sig entre parecer (apto/inapto) de médico e psicólogo (avaliação sensorial-motora e TNP, respectivamente) com o resultado na CR.</li> <li>• Em casos de DA, um exame de condução é mais fiável do que uma avaliação clínica para a condução.</li> </ul>
<p>[30] Freund, B., &amp; Colgrove, L. (2008). <b>Error specific restrictions for older drivers: Promoting continued independence and public safety.</b> <i>Accident Analysis and Prevention, 40</i>(1), 97-103. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS.</p>	<p>1. N=108; M=78 2. ≥60 anos 3. 35 aptos + 26 aptos com restrições + 47 inaptos (classificação baseada na história clínica, TNP e simulador)</p>	<p>1. CDT, MMSE, TMT-A, TMT-B, GDS. 2. S: STISIM, avaliação dos erros, resultado apto/apto com restrições/inapto. 3. Anova <i>one-way</i>. Teste de Tukey (comparações <i>post hoc</i>).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grupos com dif sig no MMSE, TMT-B e CDT (GDS não discriminativa).</li> <li>• Aptos e aptos com restrições com resultados sig superiores no MMSE.</li> <li>• Aptos com restrições e inaptos requerem sig mais tempo no TMT-B.</li> </ul>
<p>[31] Freund, B., Colgrove, L., Petrakos, L., &amp; McLeod, R. (2008). <b>In my car the brake is on the right: Pedal errors among older drivers.</b> <i>Accident Analysis</i></p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS.</p>	<p>1. N=176; M=76 2. ≥65 anos 3. GE: 52 com erros no pedal);</p>	<p>1. CDT, MMSE, TMT-A, TMT-B. 2. S: STISIM, avaliação dos erros no pedal (acelerações involuntárias), resultado apto/inapto.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CDT com maior poder preditor de erros no pedal, seguindo a idade (MMSE, TMT-A, TMT-B e género</li> </ul>

<p><i>and Prevention</i>, 40(1), 403–409. (USA)</p>	<p>[32] Freund, B., Gravenstein, S., Ferris, R., Burke, B., &amp; Shaheen, E. (2005). <b>Drawing clocks and driving cars. Use of brief tests of cognition to screen driving competency in older adults.</b> <i>Journal of General Internal Medicine</i>, 20(3), 240–244. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor do CDT em relação à CS.</p>	<p>GC: 124 sem erros no pedal.  1. N=119, M=77 2. ≥60 anos 3. n.a.</p>	<p>3. Regressão logística.</p>	<p>sem correlação sig com erros no pedal). • Testes sensíveis a FE são indicativos de erros nos pedais. • CDT com poder preditor da CS (64,2% sensibilidade, 97,7% especificidade, ponto de corte de 4/7 (cotação ≤4 com sig mais erros). • CDT enquanto <i>screening</i>/indicador da necessidade de exame de condução.</p>
<p>[33] Friedland, R., Koss, E., Kumar, A., Game, S., Metzler, D., Haxby, J., &amp; Moore, (1988). <b>Motor vehicle crashes in dementia of the Alzheimer type.</b> <i>Annals of Neurology</i>, 24(6), 782–786. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ A em casos sem/ com DTA.</p>	<p>1. N=50; M=66,8 2. 10+ anos de experiência de condução, acuidade visual nos limites legais para conduzir. 3. GE: 30 DTA; GC: 20 controles</p>	<p>1. <i>Extended Range Drawing test</i>, Fluência FAS, MDRS, MMSE, <i>Stroop</i>, TMT-A, TMT-B, TR simples, TR escolha, WAIS, WMS. 2. A: reportados por cuidador, retrospectivo (5 anos). 3. Teste <math>\chi^2</math>. OR.</p>	<p>1. <i>Extended Range Drawing test</i>, Fluência FAS, MDRS, MMSE, <i>Stroop</i>, TMT-A, TMT-B, TR simples, TR escolha, WAIS, WMS. 2. A: reportados por cuidador, retrospectivo (5 anos). 3. Teste <math>\chi^2</math>. OR.</p>	<p>• 14 casos de DTA com A. • GE com 4,7 vezes maior probabilidade de A do que GC. • Correlação não sig entre TNP/ A.</p>
<p>[34] Frittelli, C., Borghetti, D., Iudice, G., Bonanni, E., Maestri, M., Tognoni, G., ... Iudice, A. (2009). <b>Effects of Alzheimer's disease and mild cognitive impairment on driving ability: a controlled clinical study by simulated driving test.</b> <i>International Journal of Geriatric Psychiatry</i>, 24(3), 232–238. (Itália)</p>	<p>Análise da relação entre severidade da demência e CS.</p>	<p>1. N=50; M=66,8 2. Condutores ativos, 10+ anos de experiência. 3. GE: 20 DCL (CDR 0,5) + 20 DA (CDR 1); GC: 20 controles (CDR 0)</p>	<p>1. MMSE, TR simples. 2. S: STISIM, avaliação dos erros, resultado apto/inapto. 3. ANOVA <i>one-way</i>. Teste Kruskal-Wallis. Análise bivariada.</p>	<p>1. MMSE, TR simples. 2. S: STISIM, avaliação dos erros, resultado apto/inapto. 3. ANOVA <i>one-way</i>. Teste Kruskal-Wallis. Análise bivariada.</p>	<p>• CDR 1 com CS sig inferior e TR sig superiores comparativamente a CDR 0 e CDR 0,5. • MMSE não correlacionado com CS.</p>
<p>[35] Gabaude, C., &amp; Paire-Ficout, L. (2005). <b>Toward a driving competency assessment encouraging elderly's autonomy: A French point of view.</b> In Linda Boyle, John Lee, Daniel McGehee, Mireille Raby &amp; Matthew Rizzo (Eds.), <i>Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Driving Symposium on Human Factors in Driver Assessment, Training and Vehicle Design</i> (pp. 325–</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR/ A em idosos sem doença neurológica documentada.</p>	<p>1. N=40; M=66 2. +60 anos, + 3000 km/ano, sem doença neurológica documentada. 3. GE: 20 com 3+ A; GC: 20 sem A.</p>	<p>1. Código (WAIS), MMSE, <i>Movement Perception test (Ergovision)</i>, <i>Zazzo Crossing-out</i>. 2. A: dados de seguradora, retrospectivo (3 anos). CR: grelha baseada na <i>Driving Performance Evaluation</i> (0-45 pts). 3. Testes <i>t</i>. Análise bivariada. Regressão múltipla.</p>	<p>1. Código (WAIS), MMSE, <i>Movement Perception test (Ergovision)</i>, <i>Zazzo Crossing-out</i>. 2. A: dados de seguradora, retrospectivo (3 anos). CR: grelha baseada na <i>Driving Performance Evaluation</i> (0-45 pts). 3. Testes <i>t</i>. Análise bivariada. Regressão múltipla.</p>	<p>• CR sig inferior no GE. • Código com dif sig entre GE e GC. • <i>Movement Perception test e Zazzo Crossing-out</i> explicam 43% da variância na CR. • MMSE sem relação com CR ou A.</p>

<p>334). Iowa: University of Iowa Public Policy Center.</p> <p>[36] Gilley, D., Wilson, R., Bennett, D., Stebbins, G., Bernard, B., Whalen, M., &amp; Fox, J. (1991). Cessation of driving and unsafe motor vehicle operation by dementia patients. <i>Archives of Internal Medicine</i>, 151(5), 941-946. (USA)</p>	<p>Análise de factores de risco de A em casos de demência.</p>	<p>1. N=487; M=72.2±9.7  2. MMSE&lt;24  3. 315 DA + 67 DV + 105 outras demências.</p>	<p>1. MMSE.  2. A: reportados por cuidador, retrospectivo (6 meses).  3. Teste <math>\chi^2</math>. Análise bivariada. ANOVA. Teste Kruskal-Wallis.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Casos de demência continuam a conduzir cerca de 28.6 meses após início dos sintomas; casos de DTA conduzem mais tempo que outros tipos de demência.</li> <li>• MMSE não discrimina condutores sem/com A.</li> </ul>
<p>[37] Goode, K., Bail, K., Sloane, M., Roenker, D., Roth, D., Myers, R., &amp; Owsley, C. (1998). Useful field of view and other neurocognitive indicators of crash risk in older adults. <i>Journal of Clinical Psychology in Medical Settings</i>, 5(4), 425-440. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação a A em idosos.</p>	<p>1. N=239; M=70.4±8.9  2. ≥55 anos.  3. GE: 124 com 1-5 A; GC: 115 sem A.</p>	<p>1. FCR, MDRS, Memória Visual (WMS-R), TMT-A, TMT-B, UFOV.  2. A: dados oficiais (Estado), retrospectivo (5 anos).  3. Testes t. Regressão logística. OR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GE e GC com dif sig nos TNP.</li> <li>• UFOV com maior poder discriminativo de A (86.3% sensibilidade, 84.3% especificidade, ponto de corte de 40% de redução).</li> </ul>
<p>[38] Grace, J., Amick, M., D'Abreu, A., Festa, E., Heindel, W., &amp; Ott, B. (2005). Neuropsychological deficits associated with driving performance in Parkinson's and Alzheimer's disease. <i>Journal of the International Neuropsychological Society</i>, 11(6), 766-775. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/CR em idosos com DA e DP.</p>	<p>1. N=61; M=69.3  2. Condutores activos, sem outra doença física ou psiquiátrica que possa limitar a condução  3. 20 DA (CDR 0-1), 20 DP (estadio Hoehn &amp; Yahr I-III), 21 idosos saudáveis (emparelhados)</p>	<p>1. <i>Computerized Mazes</i>, FCR, <i>Finger Tapping</i>, <i>Driving Scenes Test</i> (NAB), <i>Hopkins Verbal List Learning Test-Revised</i> (HVLTR), TMT-A, TMT-B.  2. CR: baseado na grelha WURT (0-108 pts), resultado apto/inapto.  3. ANOVA one-way. Testes <i>t post hoc</i>. ANOVA two-way. Teste de Dunnett.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• CR inferior em casos de DA, e associada a resultados inferiores nos TNP (excepto <i>Finger Tapping</i>).</li> <li>• CR em DP associado ao grau de severidade, TNP (FCR, TMT-B, <i>Hopkins Verbal List Learning Test</i>) e sintomas motores específicos (rigidez axial, instabilidade postural).</li> <li>• FCR e TMT-B discriminam aptos/ inaptos em ambos os grupos.</li> </ul>
<p>[39] Guerner, J., Manivannan, P., &amp; Nair, S. (1999). The role of working memory, field dependence, visual search, and reaction time in the left turn performance of older female drivers. <i>Applied Ergonomics</i>, 30(2), 109-119. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/CS.</p>	<p>1. N=26; M=73.3±7.4  2. ≥60 anos, condutores activos  3. n.a.</p>	<p>1. <i>Embedded Figures Test</i>, TR simples e de escolha, <i>Visual Search</i>, <i>Working Memory</i>.  2. CS: vídeo com situações de decisão de mudança de direcção à esquerda.  3. Análise bivariada. Regressão múltipla. Análise de trajectórias.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Das variáveis em análise – dependência do campo, TR, exploração visual e memória de trabalho –, esta última tem relação directa com o tempo de decisão na mudança de direcção à esquerda.</li> </ul>

<p>[40] Harvey, R., Fraser, D., Bonner, D., Wames, A., Warrington, E., &amp; Rossor, M. (1995). <b>Dementia and driving: Results of a semi-realistic simulator study.</b> <i>International Journal of Geriatric Psychiatry, 10</i>(10), 859–864. (UK)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS em idosos com demência.</p>	<p>1. N=138; <math>M_{ef}=63</math>.  2. Condutores ativos.  3. <b>GE:</b> 13 demência.  <b>GC:</b> 125 idosos (55-86 anos) saudáveis + 25 jovens (35-45 anos) saudáveis</p>	<p>1. <i>Graded Naming Test</i>, <i>MMSE</i>, <i>NART</i>, <i>Recognition Memory Test for Words and Faces</i>, <i>VOSP (Incomplete Letters, Cube Analysis)</i>, <i>WAIS-R</i> (Vocabulário, OI verbal, OI realização).  2. <b>CS:</b> <i>DRIVAGE</i>, resultado normal/inferior.  3. Análise bivariada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No GE, 7 normal e 6 inferior na CS.</li> <li>No GE, <i>MMSE</i>, <i>QI</i> realização (<i>WAIS-R</i>) e subtestes da <i>VOSP (Incomplete Letters, Cube Analysis)</i> discriminativos da CS.</li> </ul>
<p>[41] Hoffman, L., McDowd, J., Atchley, P., &amp; Dubinsky, R. (2005). <b>The role of visual attention in predicting driving impairment in older adults.</b> <i>Psychology and Aging, 20</i>(4), 610–622. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS/ A.</p>	<p>1. N=155, <math>M=75.2\pm4.7</math>  2. Condutores ativos na comunidade  3. n.a.</p>	<p>1. <i>DriverScan (change detection task)</i> e <i>UFOV</i>.  2. <b>CS:</b> avaliação de erros.  <b>A:</b> dados auto-reportados e oficiais, retrospectivo (3 anos).  3. Análise bivariada. Análise trajectórias. ROC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Correlação sig entre <i>UFOV</i> e <i>DriverScan</i> com CS (explicam 34% e 36% da variância na CS, respectivamente).</li> <li>A (21 casos) sem relação com VI.</li> </ul>
<p>[42] Hoggarth, P., Innes, C., Dairymple-Alford, J., Severinsen, J., &amp; Jones, R. (2010). <b>Comparison of a linear and a non-linear model for using sensory-motor, cognitive, personality, and demographic data to predict driving ability in healthy older adults.</b> <i>Accident Analysis and Prevention, 42</i>(6), 1759–1768. (Nova Zelândia)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação à CR, com recurso ao <i>binary logistic regression (BLR)</i> e <i>non-linear causal resource analysis (NCRA)</i>.</p>	<p>1. N=60, <math>M=76.7</math>  2. <math>\geq 70</math> anos, condutores ativos, sem doença neurológica documentada  3. n.a.</p>	<p>1. <i>CDR-2</i>, <i>SMCTests (reaction time, ballistic movement, visuomotor tracking, visual search, complex attention, divided attention, planning)</i>, <i>TMT-A</i> e <i>TMT-B</i>, <i>Wechsler Test of Adult Reading</i>, <i>MMSE</i>, <i>Beck Anxiety Inventory</i>, <i>Big Five Inventory</i>, <i>Driving Anger Scale</i>, <i>GDS</i> (30 itens).  2. <b>CR:</b> veículo pessoal, resultado apto/inapto.  3. <i>Binary logistic regression. Non-linear causal resource analysis. Leave-one-out cross-validation.</i> ROC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>16 casos (27%) inaptos na condução.</li> <li><i>TMT-B</i> e <i>visuomotor tracking</i> com dif sig entre aptos/inaptos.</li> <li>ROC de 0.76 em <i>BLR</i> e 0.88 em <i>NCRA</i>.</li> <li><i>Leave-one-out cross-validation</i> reduz a sensibilidade dos modelos e nenhum é robusto (poder preditor &lt;80%) para determinar resultado na condução em novos casos.</li> </ul>
<p>[43] Horswill, M., Marrington, S., McCullough, C., Wood, J., Pachana, N., McWilliam, J., &amp; Raikos, M. (2008). <b>The hazard perception ability of older drivers.</b> <i>The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences, 63</i>(4), P212–P218. (Austrália)</p>	<p>Análise da relação entre TNP e a percepção de perigos.</p>	<p>1. N=118, <math>M=73.2\pm5.7</math>  2. <math>\geq 65</math>anos, <math>\geq 10</math> anos de experiência de condução, saudáveis (Modified <i>MMSE</i> <math>\geq 75</math>)  3. n.e.</p>	<p>1. Modified <i>MMSE</i>, <i>TR</i> simples, <i>TMT-A</i> e <i>TMT-B</i>, <i>UFOV</i>, <i>WAIS</i> (Código, Memória de Dígitos, Sequência de Letras e Números), <i>Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence</i> (Matrizes, Vocabulário).  2. <i>Hazard Perception Test</i> (vídeo).  3. Análise bivariada. Regressão hierárquica.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Tempo de resposta a perigos aumenta sig com a idade.</li> <li>Sensibilidade ao contraste, <i>UFOV</i> (campo de visão útil) e <i>TR</i> simples contribuem para a variância de resultados.</li> </ul>

<p>[144] Horswill, M., Pachana, N., Wood, J., Marrington, S., McWilliam, J., &amp; McCullough, C. (2009). A comparison of the hazard perception ability of matched groups of healthy drivers aged 35 to 55, 65 to 74, and 75 to 84 years. <i>Journal of the International Neuropsychological Society</i>, 15(5), 799–802. (Austrália)</p>	<p>Comparação de tempos de resposta num teste de percepção de perigos, em 3 grupos etários.</p>	<p>1. N=79, M=73.2±5.7  2. ≥10 anos de experiência de condução, saudáveis (Modified MMSE ≥75)  3. G1: 22 (35-55 anos);  G2: 34 (65-74 anos);  G3: 23 (75-84 anos) (emparelhados: género, escolaridade, vocabul.)</p>	<p>1. 3MS, TR simples, TMT-A e TMT-B, WAIS (Código, Memória de Dígitos, Sequência de Letras e Números), <i>Wechsler Abbreviated Scale of Intelligence</i> (Matrizes, Vocabulário).  2. <i>Hazard Perception Test</i> (vídeo).  3. MANOVA. Student-Neuman-Keuls <i>post hoc</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• G1 e G2 sem dif sig no tempo de resposta aos perigos, mas G3 (≥75anos) sig mais lento (dif mediada pela sensibilidade ao contraste, UFOV e TR simples).</li> <li>• Declínio da capacidade de percepção dos perigos evidente em condutores saudáveis com ≥75 anos.</li> </ul>
<p>[145] Hunt, L., Morris, J., Edwards, D., &amp; Wilson, B. (1993). Driving performance in persons with mild senile dementia of the Alzheimer type. <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 41(7), 747–753. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR em idosos sem/com DTA.</p>	<p>1. N=38, M=73.1  2. ≥65  3. GE: 12 CDR 0.5 e 13 CDR 1;  GC: 13 CDR 0 (não emparelhado)</p>	<p>1. <i>Aphasia battery</i>, <i>Attention-switching task</i>, <i>Boston Naming test</i>, CDR, Código (WAIS-R), Memória Lógica (WMS), <i>Short Blessed</i>, TMT-A, TRVB, TST, <i>Word Fluency test</i> (S, P).  2. CR: grelha com resultado aprovado/reprovado; avaliação do condutor e de lateral sobre a capacidade de condução.  3. Correlação de Kendall. Coeficiente de Kappa.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apenas 5 reprovados, com CDR 1 (8 CDR 1 aprovados)</li> <li>• Avaliação do condutor e de lateral não preditiva do resultado na condução real.</li> <li>• Associação sig entre TNP e resultado na condução, excepto <i>Word Fluency test</i> (fluência verbal fonémica).</li> <li>• Maior severidade da demência (CDR, <i>Short Blessed</i>), maior probabilidade de reprovção.</li> </ul>
<p>[146] Hunt, L., Murphy, C., Carr, D., Duchek, J., Buckles, V., &amp; Morris, J. (1997). Reliability of the Washington University Road Test. A performance-based assessment for drivers with dementia of the Alzheimer type. <i>Archives of Neurology</i>, 54(6), 707–712. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre severidade da demência e CR.</p>	<p>1. N=123, M=75  2. ≥65  3. GE: 36 CDR 0.5 e 29 CDR 1;  GC: 58 CDR 0</p>	<p>1. CDR.  2. CR: grelha WURT (0-108 pts).  3. Correlação <math>\chi^2</math> e Kendall.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlação sig entre severidade da demência (CDR) e desempenho de condução.</li> <li>• Estabilidade elevada nos resultados de um exame de condução real estandardizado.</li> </ul>
<p>[147] Ingley, S., Chinnaswamy, S., Devakumar, M., Bell, D., &amp; Tranter, R. (2009). A community based survey of cognitive functioning, highway-code performance and traffic accidents in a cohort of older drivers. <i>International Journal of Geriatric Psychiatry</i>, 24(3), 247–253. (UK)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação a A.</p>	<p>1. N=200, M=73  2. ≥65  3. <i>Baseline</i>: 37 com A (retrospectivo 5 anos);  <i>Follow-up</i>: 8 com A (prospectivo 1 ano)</p>	<p>1. MMSE, EURO-ADAS (versão abreviada do ADAS-Cog), <i>Highway Code Questionnaire</i>.  2. A: auto-reportados.  3. Testes t. Regressão logística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados nos TNP sem poder preditor de A (anteriores ou subsequentes).</li> <li>• Apenas <i>Highway Code Questionnaire</i> foi preditor de A subsequentes.</li> </ul>

<p>[48] Innes, C., Jones, R., Dalrymple-Alford, J., Hayes, S., Hollohan, S., Severinsen, J., . . . Anderson, T. (2007). <b>Sensory-motor and cognitive tests predict driving ability of persons with brain disorders.</b> <i>Journal of Neurological Science</i>, 260(1-2), 188-198. (Nova Zelândia)</p>	<p>Análise do poder preditor do SMC<i>Tests</i> em relação ao resultado na CR.</p>	<p>1. N=50, M=71.3  2. Condutores idosos com doença neurológica  3. 35 AVC, 4 TCE, 4 DA + 7 outras doenças neurológicas</p>	<p>1. SMC<i>Tests</i>.  2. CR: resultado apto/inapto.  3. Teste Mann-Whitney, Magnitude do efeito. Binary logistic regression (BLR). Non-linear causal resource analysis (NCRA). Leave-one-out cross-validation.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>BLR e NCRA classificam correctamente 94% e 90% da amostra, respectivamente, em relação ao resultado na condução. <i>Cross-validation</i> permite estimar que o BLR e NCRA poderiam classificar 86% e 76%, respectivamente, numa amostra independente.</li> <li>SMC<i>Tests</i> apresenta elevado poder preditor em relação ao resultado na condução quando estimado numa amostra independente de idosos com doença neurológica.</li> </ul>
<p>[49] Janke, M., &amp; Eberhard, J. (1998). <b>Assessing medically impaired older drivers in a licensing agency setting.</b> <i>Accident Analysis and Prevention</i>, 30(3), 347-361 (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação ao desempenho de CR em idosos.</p>	<p>1. N=106, M=72.0  2. ≥55 anos, 75 em revalidação e 31 voluntários  3. n.e.</p>	<p>1. <i>Auto-Trail</i>s (versão informatizada adaptada do TMT-A), <i>Doron Cue Recognition</i>, <i>Driving Knowledge</i> (regras), <i>Traffic Sign Knowledge</i> (sinais).  2. CR: grelha <i>Modified Driving Performance Evaluation</i>, resultado aprovado/reprovado.  3. Tabelas de frequências e de contingência. Análise bivariada. Testes t. Regressão linear múltipla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Apenas <i>auto-trails</i> e <i>Doron Cue Recognition</i> contribuem para um modelo preditor do desempenho de CR.</li> </ul>
<p>[50] Janke, M. (2001). <b>Assessing older drivers. Two studies.</b> <i>Journal of Safety Research</i>, 32(1), 43-74. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação ao desempenho de CR em idosos.</p>	<p>1. N=101, M=78.0  2. ≥70anos  3. n.e.</p>	<p>1. <i>Doron Cue Recognition</i>, MMSE, TST, UFOV 1, <i>Way Point</i> (versão adaptada do TMT-B).  2. CR: grelha <i>Modified Driving Performance Evaluation</i>, resultado aprovado/reprovado  3. Regressão logística. Regressão linear múltipla.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MMSE, <i>Way Point</i> e UFOV 1 contribuem para um modelo preditor em relação ao desempenho de CR.</li> </ul>
<p>[51] Johansson, K., Bronge, L., Lundberg, C., Persson, A., Seideman, M., &amp; Vitanen M. (1996). <b>Can a</b></p>	<p>Análise da relação entre dados clínicos e licença suspensa por</p>	<p>1. N=60, M=74  2. ≥65 anos  3. GE: 23 com licença</p>	<p>1. <i>5-Item Recall</i>, CDR, Cópia de Cubo, MMSE.  2. A: dados oficiais (polícia),</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Grupos sem dif sig na acuidade visual e presença de doenças cardiovasculares.</li> </ul>

<p><b>physician recognize an older driver with increased crash risk potential?</b> <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 44(10), 1198–1204. (Suécia)</p>	<p>A.</p>	<p>suspensa por A; GC: 37 sem licença suspensa.</p>	<p>retrospectivo 5 anos. 3. Testes <math>t</math> e <math>\chi^2</math>. Teste Mann-Whitney. Análise bivariada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GE com resultados sig inferiores em TNP, e maior suspeita de casos com demência.</li> <li>• O exame médico para a condução (história clínica, acuidade visual) não permite distinguir condutores com/sem incidentes.</li> </ul>
<p>[52] Kantor, B., Mauger, L., Richardson, V., &amp; Unroe, K. (2004). <b>An analysis of an older driver evaluation program.</b> <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 52(8), 1326–1330. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação ao desempenho de CR em idosos.</p>	<p>1. N=664, M=n.e. 2. ≥65 anos, condutores ativos. 3. 94% com estado de saúde bom a excelente, segundo o médico de família.</p>	<p>1. MMSE, MVPT, Prova de leitura, Teste de TR, TST, TMT-A e TMT-B, TR e TST (incluídos no <i>Doron Driving Simulator System</i>) 2. CR: grelha com 44 itens e resultado de aprovado/ reprovado. 3. Regressão Multinomial. Regressão binomial. ROC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelo preditor com o MMSE, TMT-B e TR, com elevada sensibilidade (85%) mas baixa especificidade (38,5%) em relação ao resultado na CR.</li> </ul>
<p>[53] Krishnasamy, C., &amp; Unsworth, C. (2011). <b>Normative data, preliminary inter-rater reliability and predictive validity of the Drive Home Maze Test.</b> <i>Clinical Rehabilitation</i>, 25(1), 88–95.</p>	<p>Análise do poder preditor do <i>Drive Home Maze Test</i> em relação à CR.</p>	<p>1. N=42, M=71.7 2. amostra clínica de condutores 3. DA, DP, AVC (n.e.)</p>	<p>1. <i>Drive Home Maze Test</i> (DHMT) 2. CR: resultado aprovado/reprovado 3. Regressão logística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O tempo de realização no DHMT é um forte preditor do resultado na CR, constituindo um potencial teste de rastreio para a condução.</li> </ul>
<p>[54] Lafont, S., Marin-Lamellet, C., Paire-Ficout, L., Thomas-Anterion, C., Laurent, B., &amp; Fabrigoule, C. (2010). <b>The Wechsler Digit Symbol Substitution Test as the Best Indicator of the Risk of Impaired Driving in Alzheimer Disease and Normal Aging.</b> <i>Dementia and Geriatric Cognitive Disorders</i>, 29(2), 154–163.</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação ao desempenho de CR em idosos.</p>	<p>1. N=76, M=71.6 2. ≥65 anos; condutores ativos. 3. G1: 20 DTA; G2: 56 sem demência (20 casos emparelhados por idade, género, escolaridade).</p>	<p>1. BVRT-memória, <i>Digit Symbol Substitution Test</i>, <i>Isaacs's Set Test</i>, <i>Zazzo's Cancellation Test</i>, <i>Go/No Go</i>, <i>Siroop Test</i>, <i>Stop Signal</i>, <i>Finger Tapping</i>, TR simples, TR de escolha e dupla tarefa. 2. CR: três grelhas (<i>Driving Researcher Score</i>, <i>Driving Instructor Intervention Score</i>, <i>Driving Instructor Judgment</i>) e resultado aprovado/borderline/reprovado 3. Testes <math>t</math>. ANOVA. Regressão Logística. OR.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Digit Symbol Substitution Test</i> foi o melhor preditor de inaptação (ponto de corte 29, 91.7% sensibilidade, 81.2% especificidade), constituindo um potencial teste de rastreio para cuidados primários.</li> </ul>
<p>[55] Lesikar, S., Gallo, J., Rebok, G., &amp; Keyl, P. (2002). <b>Prospective study of brief neuropsychological measures to</b></p>	<p>Análise da relação entre TNP/ A em idosos.</p>	<p>1. N=107/ 72 (<i>baseline/follow-up</i>), <math>M_{follow-up}</math> =72 (10 casos com A)</p>	<p>1. <i>Brief Test of Attention</i>, Memória Visual (WMS), MMSE, <i>Standardized Road Map Test of Directional Sense</i>,</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• TMT-A, <i>Visual Closure subtest</i> (MVPT) e <i>Standardized Road Map Test</i></li> </ul>

<p><b>assess crash risk in older primary care patients.</b> <i>Journal of the American Board of Family Practice</i>, 15(1), 11–19. (USA)</p>		<p>2. ≥65 anos 3. 15% com MMSE≤24 [16-23].</p>	<p>TMT-A, <i>Visual Closure subtest</i> (MVPT) 2. A: auto-reportados, prospectivo 2 anos. 3. Teste <math>\chi^2</math>. Regressão multivariada. RR.</p> <p>1. AMIPB (A e B), BADS (<i>Key Search, Rule Shift</i>), <i>Balloons test</i>, MMSE, <i>Salford Objective Recognition Test (Words, Faces)</i>, SDSA (<i>Dot Cancellation, Square Matrices Directions, Road Sign Recognition, Stroop, Test of Everyday Attention (Elevator Counting, Elevator Counting with distraction, Telephone Search, Telephone Search with distraction)</i>, VOSP (<i>Incomplete Letters, Cube Analysis</i>) 2. CR: <i>gralha Nottingham Neurological Driving Assessment</i>, resultado aprovado/ reprovado. 3. Teste Mann–Whitney. Análise Discriminante. ROC.</p>	<p><i>of Directional Sense</i>, correlacionados sig com A subsequentes.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Modelo preditor com resultados do MMSE, SDSA (<i>Dot Cancellation, Square Matrices Directions, Road Sign Recognition</i>), <i>Salford Objective Recognition Test (Words)</i>, <i>Stroop</i>, VOSP (<i>Incomplete Letters</i>), BADS (<i>Key Search, Rule Shift</i>) e AMIPB (B) classificam 92% dos condutores com demência (90% sensibilidade, 93% especificidade). Numa amostra independente, o modelo classifica 88% (67% sensibilidade, 100% especificidade, ponto de corte 5).</li> </ul>
<p>[56] Lincoln, N., Radford, K., Lee, E., &amp; Reay, A. (2006). <b>The assessment of fitness to drive in people with dementia.</b> <i>International Journal of Geriatric Psychiatry</i>, 21(11), 1044–1051. (UK)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação ao desempenho de CR em casos de demência.</p>	<p>1. N=85, M=71.8 2. Condutores ativos, com demência e sem outras doenças que possam interferir na condução. 3. GE: 54 demência (37 + 17 para validação do modelo); GC: 31 saudáveis.</p>	<p>1. AMIPB (B), BADS (<i>Key Search, Rule Shift</i>), D-KEFS <i>Trail Making (Number Sequencing, Number-letter Switching)</i>, MMSE, <i>Salford Objective Recognition Test (Words)</i>, SDSA (<i>Dot Cancellation, Square Matrices Directions, Road Sign Recognition</i>), <i>Stroop</i>, VOSP (<i>Incomplete Letters, Number Localization, Position Discrimination</i>) 2. CR: <i>gralha Nottingham Neurological Driving Assessment</i>, resultado aprovado/ reprovado (nota: instrutor sem conhecimento dos resultados em TNP).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numa amostra independente, o modelo classifica 76.2%.</li> <li>A reformulação do modelo, incluindo novos testes (viz., FE e capacidades visuo-espaciais), permitiu aumentar o poder preditor para 90.2%.</li> <li>Este modelo de testes tem potencialidade para identificar condutores com demência que devem ser referenciados para uma prova de condução.</li> <li>A avaliação cognitiva deve ser complementada com a</li> </ul>
<p>[57] Lincoln, N., Taylor, J., Vella, K., Bouman, W., &amp; Radford, K. (2010). <b>A prospective study of cognitive tests to predict performance on a standardised road test in people with dementia.</b> <i>International Journal of Geriatric Psychiatry</i>, 25(5), 489–496. (UK)</p>	<p>Estudo de validação e optimização de um modelo preditor (cf., Lincoln et al., 2006).</p>	<p>1. N=65, M=75.2 [59-88] 2. Condutores ativos, com demência e sem outras doenças que possam interferir na condução 3. 34 DTA, 14 DV, 2 Demência por Corpos de Lewy, 1 DFT, 1 DCL, 4 outros tipos de demência, 9 demência inespecífica</p>	<p>1. AMIPB (B), BADS (<i>Key Search, Rule Shift</i>), D-KEFS <i>Trail Making (Number Sequencing, Number-letter Switching)</i>, MMSE, <i>Salford Objective Recognition Test (Words)</i>, SDSA (<i>Dot Cancellation, Square Matrices Directions, Road Sign Recognition</i>), <i>Stroop</i>, VOSP (<i>Incomplete Letters, Number Localization, Position Discrimination</i>) 2. CR: <i>gralha Nottingham Neurological Driving Assessment</i>, resultado aprovado/ reprovado (nota: instrutor sem conhecimento dos resultados em TNP).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Numa amostra independente, o modelo classifica 76.2%.</li> <li>A reformulação do modelo, incluindo novos testes (viz., FE e capacidades visuo-espaciais), permitiu aumentar o poder preditor para 90.2%.</li> <li>Este modelo de testes tem potencialidade para identificar condutores com demência que devem ser referenciados para uma prova de condução.</li> <li>A avaliação cognitiva deve ser complementada com a</li> </ul>



<p>[58] Logsdon, R., Teri, L., &amp; Larson, E. (1992). <b>Driving and Alzheimer's disease</b>. <i>Journal of General Internal Medicine</i>, 7(6), 583–588. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP e avaliação do cuidador sobre a condução em casos de demência.</p>	<p>1. N=100, M=72.7 2. Critérios de demência. 3. <b>G1</b>: 22 sem dificuldade; <b>G2</b>: 23 com dificuldade; <b>G3</b>: 55 não conduz devido ao declínio cognitivo.</p>	<p>3. ROC. Regressão hierárquica. 1. <i>Blessed Dementia Rating Scale</i>, MMSE, MDRS, WAIS-R 2. <b>Classificação da condução</b>: sem dificuldade/ com dificuldade/ não conduz devido ao declínio cognitivo 3. Student Newman Kuels <i>Post hoc</i>.</p>	<p>apreciação clínica. • Apenas MMSE, MDRS e <i>Blessed Dementia Rating Scale</i> com resultados sig distintos entre condutores activos (45% da amostra) e não activos.</p>
<p>[59] Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., &amp; Johansson, K. (1998). <b>Impairments of some cognitive functions are common in crash-involved older drivers</b>. <i>Accident Analysis and Prevention</i>, 30(3), 371–377. (Suécia)</p>	<p>Análise da relação entre TNP e licença de condução suspensa por A.</p>	<p>1. N=54, M=75 2. ≥65 anos 3. <b>GE</b>: 23 com licença suspensa por A; <b>GC</b>: 31 sem licença suspensa.</p>	<p>1. <i>12-Word List</i>, AVLT, FCR, TMT-A e TMT-B, TR Simples e TR Escolha (<i>Automated Psychology Test Battery</i>), WAIS-R (Código, Cubos, Semelhanças) 2. A: dados oficiais (polícia), retrospectivo 5 anos. 3. Testes <math>t^2</math>. ANOVA <i>one-way</i>. <i>Post-hoc</i> Scheffé. Análise discriminante.</p>	<p>• Modelo com Cubos, FCR–memória e <i>12-Word List</i> classifica 74% (81% especificidade, 65% sensibilidade), sugerindo que o declínio cognitivo é um factor causal de A em idosos.</p>
<p>[60] Lundberg, C., Hakamies-Blomqvist, L., Almkvist, O., &amp; Johansson, K. (2003). <b>License suspension revisited: A 3-year follow-up study of older drivers</b>. <i>The Journal of Applied Gerontology</i>, 22(4), 427–444. (Suécia)</p>	<p>Estudo longitudinal dos idosos com licença suspensa por A (cf., Lundberg et al., 1998).</p>	<p>1. N=42, M=n.e. 2. (cf., Lundberg et al., 1998) 3. <b>GE</b>: 20 com licença suspensa por A; <b>GC</b>: 22 sem licença suspensa.</p>	<p>1. <i>12-Word List</i>, AVLT, FCR, MMSE, MVPT, TMT-A e TMT-B, TR Simples e TR Escolha, WAIS-R (Código, Cubos, Semelhanças) 2. A: dados oficiais (polícia), retrospectivo 3 anos. 3. Teste de Fisher. Wilcoxon para amostras emparelhadas. Mann-Whitney. ANOVA de medidas repetidas. <i>Pairwise comparisons</i>.</p>	<p>• GE com maior mortalidade e declínio cognitivo do que GC. Entre baseline e follow-up, GE com resultados sig inferiores em todos os TNP, excepto Cubos e TR Simples. • Em condutores idosos com A, existe maior número de casos com suspeita de demência, sugerindo a necessidade de uma avaliação clínica rigorosa.</p>
<p>[61] MacGregor, J., Freeman, D., &amp; Zhang, D. (2001). <b>A traffic sign recognition test can discriminate between older drivers who have and have not had a motor vehicle crash</b>. <i>Journal of American Geriatric Society</i>, 49(4), 466–469. (USA)</p>	<p>Análise do valor discriminativo de um TST em relação a A recente.</p>	<p>1. N=120, M=74.6 2. ≥65anos, com A (excepto por consumo de substâncias, doença visual ou neurológica progressiva). 3. <b>GE</b>: 60 com A; <b>GC</b>: 60 sem A(emparelhados)</p>	<p>1. MMSE, TST 2. A: dados estatais, retrospectivo 8 meses. 3. Testes <i>t</i> ou McNemar. Regressão logística. OR. ROC.</p>	<p>• MMSE sem poder discriminativo • TST discrimina condutores com A, com baixa sensibilidade (60%) e especificidade (63%).</p>

<p>[62] Marottoli, R., Cooney, L., Wagner, D., Doucette, J., &amp; Tinetti, M. (1994). <b>Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers.</b> <i>Annals of Internal Medicine</i>, 121(11), 842–846. (USA)</p>	<p>Análise de factores físicos e cognitivos associados a infrações ou A subsequentes.</p>	<p>1. N=283, M=77.8 2. ≥72 anos, marcha autónoma. 3. <b>GE</b>: 37 com infrações ou A; <b>GC</b>: 246 sem infrações ou A.</p>	<p>1. MMSE, Center for Epidemiologic Studies-Depression scale (CES-D) 2. <b>Infrações e A</b>: dados autorreportados, prospectivo 1 ano. 3. Testes <math>\chi^2</math> ou Fisher. RR, Regressão binomial. <i>Generalized Linear Interactive Modeling</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores associados a infrações ou A: insucesso na cópia dos pentágonos no MMSE, distância diária percorrida a pé inferior, presença de anomalias nos pés.</li> </ul>
<p>[63] Marottoli, R., Richardson, E., Stowe, M., Miller, E., Brass, L., Cooney, L., &amp; Tinetti, M. (1998). <b>Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events.</b> <i>Journal of American Geriatric Society</i>, 46(5), 562–568. (USA)</p>	<p>Análise de factores físicos e cognitivos associados a infrações ou A anteriores.</p>	<p>1. N=125, M=81.4 2. ≥72 anos, marcha autónoma 3. <b>G1</b>: 50 com infrações ou A; <b>G2</b>: 75 sem infrações ou A.</p>	<p>1. <i>Embedded Figures Test</i>, <i>Hooper Visual Organization Test</i>, <i>MMSE</i>, <i>Number Cancellation task</i>, <i>Number Connection task</i>, <i>Problem-solving task</i>, <i>Symbol-Digit Modalities Test</i>, <i>Test of visual imagery</i>, <i>TMT-B</i>, <i>TST</i>, <i>Visual Distractors task</i>, <i>WMS-R</i> (Memória Visual, Memória Lógica), <i>TR Simples e TR de Escolha</i>. 2. <b>Infrações e A</b>: dados autorreportados, retrospectivo 6 anos. 3. Testes <math>t/\chi^2</math> ou Fisher. Análise bivariada. Regressão logística. ROC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Factores associados a infrações ou A: acuidade visual ao perto inferior a 20/40, rotação de pescoço limitada e desempenho inferior no <i>Number Cancellation Task</i>, o que permite constituir um modelo com AUC ROC de 0.75 (80% sensibilidade, 55% especificidade).</li> <li>• Estas variáveis são indicativas da necessidade de uma avaliação especializada.</li> </ul>
<p>[64] McKenna, P., Jefferies, L., Dobson, A., &amp; Fnuide, N. (2004). <b>The use of a cognitive battery to predict who will fail an on-road driving test.</b> <i>British Journal of Clinical Psychology</i>, 43(3), 325–336. (UK)</p>	<p>Análise do poder preditor do <i>Rookwood Driving Battery</i> em relação ao resultado na CR.</p>	<p>1. N=128 2. Doença neurológica 3. 85 (&lt;70 anos), 43 (≥70 anos)</p>	<p>1. <i>Rookwood Driving Battery</i> (cotação 0-22); <i>BADS (Rule Shift, Key Search, Action Programme)</i>, <i>Letter cancellation</i>, <i>Letter cancellation/Listening task</i>, <i>Modified Token Test</i>, <i>Praxias</i>, <i>Tapping and Sequencing</i>, <i>VOSP (Incomplete Letters, Position Discrimination, Cube Analysis)</i>, <i>Weigl Sorting Test</i>. 2. <b>CR</b>: resultado apto/ inapto (nota: instrutor com conhecimento dos resultados em TNP). 3. Mann-Whitney. Análise bivariada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A bateria identifica 92% inaptos e 71% aptos (ponto de corte ≥ 11), independentemente da idade e doença neurológica. A eficiência classificatória é superior no grupo com &lt;70 anos (100% inaptos, 85% aptos) do que ≥70 anos (85% inaptos, 37% aptos), ou seja, menos eficiente para condutores mais idosos e com demência.</li> <li>• A idade contribui sig para o aumento de condutores inaptos. Questões em aberto: adequação da prova de condução, adaptação ao veículo experimental e a novo</li> </ul>

<p>[65] McKenna, P., &amp; Bell, V. (2007). Fitness to drive following cerebral pathology: The Rookwood Driving Battery as a toll for predicting on-road driving performance. <i>Journal of Neuropsychology</i>, 1(1), 85–100. (UK)</p>	<p>Análise do poder preditor do <i>Rookwood Driving Battery</i> numa amostra alargada (cf., McKenna et al., 2004), bem como do efeito da idade e de 4 grupos de diagnóstico.</p>	<p>1. N=391, M=61.1 (19-89 anos)  2. Doença neurológica  3. AVC(E), AVC(D), demência, TCE.</p>	<p>1. <i>Rookwood Driving Battery</i>, NART  2. <b>CR</b>: resultado apto/ inapto (nota: instrutor com conhecimento dos resultados em TNP).  3. Análise bivariada. Regressão Categórica. ANOVA <i>two-way</i>. <i>Post hoc Scheffé</i>.</p>	<p>percurso, avaliação do examinador (objectividade e fiabilidade), idos com hábitos de condução e estilo de condução específicos (?).  • Na avaliação clínica de condutores, é necessária uma bateria de rastreio não específica para grupos de diagnóstico, dado que a informação clínica e a precisão do diagnóstico são com frequência limitadas.  • NART sem correlação com resultados na CR (relação entre resultados cognitivos e na condução não mediada pela inteligência pré-mórbida).  • Bateria com VPP de 0.88 e VFN de 0.74. No grupo com &lt;70 anos, o poder preditor é de 0.86 (ponto de corte 10) e no grupo ≥70 anos é 0.69 (ponto de corte 6). A bateria tem menor poder preditor em casos de demência (nota: 77% com demência reprova na condução).  • Existe efeito sig da idade, independentemente do diagnóstico, tanto na bateria como na condução (ou seja, idade e TNP têm maior valor explicativo que o diagnóstico).  • GE com mais erros na CR.  • GE com resultados inferiores em diferentes testes.</p>
<p>[66] McKnight, A., &amp; McKnight, A. (1999). Multivariate analysis of age-related driver ability and performance</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR / incidentes na</p>	<p>1. N=407,  M<sub>GE</sub>=80.6±7.4 e  M<sub>GC</sub>=75.2±7.8</p>	<p>1. <i>Automated Psychophysical Test</i>  2. <b>CR</b>: grelha <i>Driver Performance Evaluation</i></p>	<p>percurso, avaliação do examinador (objectividade e fiabilidade), idos com hábitos de condução e estilo de condução específicos (?).  • Na avaliação clínica de condutores, é necessária uma bateria de rastreio não específica para grupos de diagnóstico, dado que a informação clínica e a precisão do diagnóstico são com frequência limitadas.  • NART sem correlação com resultados na CR (relação entre resultados cognitivos e na condução não mediada pela inteligência pré-mórbida).  • Bateria com VPP de 0.88 e VFN de 0.74. No grupo com &lt;70 anos, o poder preditor é de 0.86 (ponto de corte 10) e no grupo ≥70 anos é 0.69 (ponto de corte 6). A bateria tem menor poder preditor em casos de demência (nota: 77% com demência reprova na condução).  • Existe efeito sig da idade, independentemente do diagnóstico, tanto na bateria como na condução (ou seja, idade e TNP têm maior valor explicativo que o diagnóstico).  • GE com mais erros na CR.  • GE com resultados inferiores em diferentes testes.</p>

<p><b>deficits. <i>Accident Analysis and Prevention</i>, 31(5), 445-454.</b></p>	<p>condução.</p>	<p>2. <math>\geq 62</math> anos. 3. <b>GE:</b> 253 com incidentes, <b>GC:</b> 154 sem incidentes.</p>	<p><b>A:</b> registo oficial sobre incidentes (condução perigosa). 3. Análise bivariada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cotação <math>&lt; 6</math> na bateria permite classificar 80% do GE.</li> </ul>
<p>[67] Molnar, F., Marshall, S., Man-Son-Hing, M., Wilson, K., Byszewski, A., &amp; Stiell, I. (2007). <b>Acceptability and concurrent validity of measures to predict older driver involvement in motor vehicle crashes: An Emergency Department pilot case-control study. <i>Accident Analysis and Prevention</i>, 39(5), 1056-1063.</b> (Canadá)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ A.</p>	<p>1. N=60, M=71.9 2. <math>\geq 65</math> anos, Glasgow Coma Scale <math>\geq 14/15</math>. 3. <b>GE:</b> 30 com A; <b>GC:</b> 30 sem A (emparelhados)</p>	<p>1. MMSE, CDT, TMT-A e TMT-B, GDS (15 itens) 2. A: identificados pelo serviço de emergência médica, retrospectivo 1 ano. 3. Teste <math>t</math>, <math>\chi^2</math> ou Fisher.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Apenas associação entre MMSE e A.</li> </ul>
<p>[68] Munro, C., Jefferys, J., Gower, E., Muñoz, B., Lyketsos, C., Keay, L., ... West, S. (2010). <b>Predictors of lane-change errors in older drivers. <i>Journal of the American Geriatrics Society</i>, 58(3), 457-464.</b> (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP e erros na execução de mudanças de via.</p>	<p>1. N=1080, M=77.8±5.2 2. <math>\geq 67</math> anos, condutores activos</p>	<p>1. <i>Beery Buktenicka Developmental Test of Visual-Motor Integration, Brief Learning Test - Revised</i>, MMSE, TMT-A e TMT-B, <i>Tower of Hanoi</i> 2. <b>CR:</b> <i>Driving Monitoring System</i> (sistema de registo de dados no veículo pessoal, durante 5 dias) 3. Regressão binomial.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados no <i>Brief Test of Attention</i> e <i>Beery-Buktenicka Test of Visual-Motor Integration</i> associados a erros nas mudanças de via.</li> </ul>
<p>[69] Myers, E., Ball, K., Kalina, T., Roth, D., &amp; Goode, K. (2000). <b>Relation of useful field of view and other screening tests to on-road driving performance. <i>Perceptual and Motor Skills</i>, 91(1), 279-290.</b> (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR.</p>	<p>1. N=43, M=73 2. Licença de condução válida, doença médica não impeditiva da condução. 3. n.a.</p>	<p>1. <i>AAA Reaction Time Tester, Hooper Visual Organization Test, Split attention test, UFOV, Verbal and Symbolic Traffic Sign Recognition Test</i> 2. <b>CR:</b> resultado aprovado/ reprovado 3. Regressão logística. <i>OR. Likelihood ratio test.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlações sig entre TNP e CR, excepto o <i>Verbal and Symbolic Traffic Sign Recognition Test</i>.</li> <li>• UFOV foi a variável com melhor preditor do resultado na CR, pelo que o recurso a TNP adicionais não aumentou a valor preditivo do modelo.</li> <li>• UFOV poderá ser teste de rastreio, indicador da necessidade de uma prova de condução.</li> </ul>
<p>[70] Odenheimer, G., Beaudet, M., Jette, A., Albert, M., Grande, L., &amp; Minaker, K. (1994). <b>Performance-based driving</b></p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR em circuito aberto e</p>	<p>1. N=30, M=72.2 2. <math>\geq 60</math>anos, licença de condução válida, com</p>	<p>1. MMSE, TMT-A, TST, TR Simples e TR Escolha (<i>Neurobehavioral evaluation system</i>), WMS (Memória</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlações sig entre TNP e CR, excepto TR Simples.</li> <li>• Os idosos devem ser</li> </ul>

<p><b>evaluation of the elderly driver: safety, reliability, and validity.</b> <i>Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences</i>, 49(4), M153–M159. (USA)</p>	<p>circuito fechado ao trânsito.</p>	<p>acuidade visual nos limites legais para a condução, sem necessidade de veículo adaptado 3. n.a.</p>	<p>Lógica, Memória Visual) 2. <b>CR:</b> grelhas com 7 e 68 itens para circuito fechado e aberto, respectivamente; resultado aprovado/reprovado. 3. Análise bivariada.</p>	<p>avaliados em circuito aberto, longo, detalhado e com grau de dificuldade suficiente para elucidar sobre as limitações na condução.</p>
<p>[71] O'Neill, D., Neubauer, K., Boyle, M., Gerrard, J., Surmon, D., &amp; Wilcock, G. (1992). <b>Dementia and driving.</b> <i>Journal of Royal Society Medicine</i>, 85, 199–202. (UK)</p>	<p>Análise da relação entre resultados na avaliação cognitiva e funcional e avaliação do cuidador sobre a condução.</p>	<p>1. N=57, M=72.7 2. Critérios de demência 3. 43 DA, 7 DV, 5 DA e DV, 1 DA com sintomas extrapiramidais, 1 DP</p>	<p>1. MMSE, Kew cognitive test, Tarefas visuo-espaciais (n.e.); Clifton 2. <b>Classificação da condução:</b> condução preservada/ condução diminuída, nos últimos 6 meses que conduziu. 3. Testes t.</p>	<p>• Apenas o teste Clifton, para avaliação funcional de idosos, com diferenças sig entre resultado de condução preservada (17) e condução diminuída (40).</p>
<p>[72] Oswanski, M., Sharma, O., Raj, S., Vassar, L., Woods, K., Sargent, W., &amp; Pitcock, R. (2007). <b>Evaluation of two assessment tools in predicting driving ability of senior drivers.</b> <i>American Journal of Physical Medicine Rehabilitation</i>, 86(3), 190–199. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor do MVPT e CDT em relação ao desempenho de CR.</p>	<p>1. N=232 2. ≥55 anos, sem doença médica que possa limitar a condução. 3. <b>G1:</b> 131 com capacidade; <b>G2:</b> 101 sem capacidade</p>	<p>1. MVPT, CDT 2. <b>CR:</b> resultado de capacidade/incapacidade para a condução. 3. Teste <math>\chi^2</math> ou Fisher. ANOVA <i>one-way</i>. ROC. Regressão logística.</p>	<p>• Diferenças sig no MVPT e CDT entre casos com capacidade (56%) e incapacidade (44%) para a condução. • MVPT ≥32, 60% sensibilidade, 83% especificidade; CDT ≥3, 70% sensibilidade, 65% especificidade; CDT ≤6.27", 60% sensibilidade, 80% especificidade.</p>
<p>[73] Ott, B., Heindel, W., Whelihan, W., Caron, M., Piatt, A., &amp; DiCarlo, M. (2003). <b>Maze Test performance and reported driving ability in early dementia.</b> <i>Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology</i>, 16(3), 151–155. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP e avaliação do cuidador sobre a condução.</p>	<p>1. N<sub>A</sub>=27, M<sub>A</sub>=74.8 ± 5.9 N<sub>B</sub>=40, M<sub>B</sub>=73.8 ± 7.5 2. Critérios demência; sem outras doenças neurológicas, psiquiátricas, físicas ou visuais que possam limitar a condução. 3. <b>Parte A:</b> 18 CDR 0.5, 9 CDR 1; <b>Parte B:</b> 6 CDR 0, 18 CDR 0.5, 12 CDR 1, 4 CDR 2</p>	<p>1. <b>Parte A:</b> ANART, COWA, CDT, Labirintos de Porteus (VIII e XII), MMSE, TMT-A e TMT-B, WAIS-R (Vocabulário e Cubos) <b>Parte B:</b> <i>Maze Test</i> (informatizado) 2. <b>Classificação da condução:</b> categorias 1 a 4 (superior). 3. Parte A: Testes t. Regressão logística. Parte B: Análise bivariada. Regressão linear.</p>	<p>• Parte A: categorias 1-2 (n=8) e categorias 3-4 (n=19) com diferenças sig em Vocabulário, Cubos, TMT-B, e Labirintos de Porteus (único preditor sig da classificação da condução). • Parte B: correlação sig entre classificação da condução e escolaridade, CDR, <i>Maze Test</i>. • Labirintos são potenciais testes de rastreio para identificar defeito na condução</p>

<p>[74] Ott, B., Festa, E., Amick, M., Grace, J., Davis, J., &amp; Hendel, W. (2008a). <b>Computerized maze navigation and on-road performance by drivers with dementia.</b> <i>Journal of Geriatric Psychiatry and Neurology</i>, 21(1), 18–25 (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP em relação à CR.</p>	<p>1. N=133 (40-90 anos) 2. GE com critérios de demência (excluindo demências reversíveis), e sem outras doenças neurológicas, psiquiátricas, físicas ou visuais que possam limitar a condução. 3. <b>GE:</b> 53 CDR 0.5, 35 CDR 1; <b>GC:</b> 45 CDR 0 e MMSE&gt;26.</p>	<p>1. FCR-cópia, <i>Finger Tapping Test</i>, <i>Hopkins Verbal Learning Test</i>, <i>Maze Navigation</i>, MMSE, TMT-A e TMT-B. 2. <b>CR:</b> grelha WURT (0-108 pts.), resultado apto/ inapto. 3. Correlação bivariada. Regressão linear. Regressão logística.</p>	<p>em casos de DCL e demência.</p>
<p>[75] Ott, B., Hendel, W., Papandonatos, G., Festa, E., Davis, J., Daciolo, L., &amp; Morris, J. (2008b). <b>A longitudinal study of drivers with Alzheimer disease.</b> <i>Neurology</i>, 70(14), 1171–1178. (USA)</p>	<p>Estudo longitudinal sobre o declínio da CR em casos de demência (avaliações semestrais durante 3 anos).</p>	<p>1. N=134 (40-90 anos) 2. GE com critérios de demência (excluindo demências reversíveis), e sem outras doenças neurológicas, psiquiátricas, físicas ou visuais que possam limitar a condução. 3. <b>GE:</b> 52 CDR 0.5, 32 CDR 1; <b>GC:</b> 45 CDR 0 e MMSE&gt;26.</p>	<p>1. CDR 2. <b>CR:</b> grelha WURT (0-108 pts.), resultado final apto/ inapto. <b>A:</b> dados auto-reportados, oficiais e de informador colateral. 3. Testes <math>\chi^2</math>. <i>Likelihood ratio test</i>. Análises de sobrevivência. Curvas Kaplan-Meier. <i>Log-rank test</i>. Regressão de Cox.</p>	<p>• Correlações sig entre <i>Maze Navigation</i> (tempo total), TMT-A, <i>Hopkins Verbal Learning Test</i> (ensaio 1) e resultado na CR. • <i>Maze Navigation</i> (tempo total) e <i>Hopkins Verbal Learning Test</i> (ensaio 1) com poder preditor da CR em casos com declínio cognitivo, e TMT-A com poder preditor em casos controle. • O teste de labirintos tem utilidade na avaliação de condutores idosos. • No <i>baseline</i>, GE com maior envolvimento em A e CR inferior em comparação com o GC. • Declínio da CR em ambos os grupos, mais sig no GE. No follow-up, CDR 1 com 3.5 mais casos de inaptação do que CDR 0.5. • Aumento da severidade da demência (CDR), idade e diminuição da escolaridade associados a maior taxa de inaptação. • Existe declínio da CR, mesmo numa fase inicial da demência; alguns casos com CDR 0.5 continuam a conduzir em segurança por longo</p>

<p>[176] Owsley, C., Ball, K., Soane, M., Roenker, D., &amp; Bruni, J. (1991). <b>Visual/cognitive correlates of vehicle accidents in older drivers.</b> <i>Psychology and Aging</i>, 6(3), 403–415. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre resultados na avaliação visual e cognitiva e A.</p>	<p>1. N=53, M=70 2. ≥55 anos, sem A por consumo de substâncias. 3. <b>GE:</b> 18 com A; <b>GC:</b> 35 sem A.</p>	<p>1. MDRS, UFOV 2. A: dados estatísticos, retrospectivo 5 anos. 3. Pearson. Regressão múltipla.</p>	<p>período de tempo, mas são recomendadas reavaliações semestrais.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• UFOV e MDRS com poder preditor de condutores com A, explicando 20% da variância.</li> <li>• Condutores com resultados inferiores nos testes têm 3 a 4 vezes mais A, e mais especificamente, 15 vezes mais A em interseções.</li> </ul>
<p>[177] Owsley, C., Ball, K., McGwin, G., Soane, M., Roenker, D., White, M., &amp; Overley, E. (1998). <b>Visual processing impairment and risk of motor vehicle crash among older adults.</b> <i>Journal of the American Medical Association</i>, 279(14), 1083–1088. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre UFOV/ A subsequentes.</p>	<p>1. N=294, M=71 2. ≥55 anos 3. <b>GE:</b> 56 com A; <b>GC:</b> 238 sem A.</p>	<p>1. MDRS, UFOV 2. A: dados estatísticos, prospectivo 3 anos. 3. Análise bivariada. Regressão de Cox. <i>Likelihood ratio test</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução de 40% no UFOV associado a 2.2 vezes maior probabilidade de A nos 3 anos subsequentes, e com maior poder preditor que qualquer medida de acuidade visual.</li> </ul>
<p>[178] Rebok, G., Keyl, P., Bylsma, F., Blaustein, M., &amp; Tune, L. (1994). <b>The effects of Alzheimer disease on driving-related abilities.</b> <i>Alzheimer Disease and Associated Disorders</i>, 8(4), 228–240. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS em casos de demência.</p>	<p>1. N=22, M=75.4 2. n.e. 3. <b>GE:</b> 10 AD; <b>GC:</b> 12 saudáveis (emparelhados)</p>	<p>1. MMSE, <i>category fluency</i> 2. S: <i>Driver Performance Test</i> (DPT / percepção de perigos) e <i>Driver Advisement System</i> (DAS / tempos de reacção) 3. n.e.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GE com resultados sig inferiores no DAS (TR, número de falsos-positivos e erros nos pedais superiores), DPT (utilidade de testes de percepção de perigos), bem como no MMSE e <i>category fluency</i>.</li> </ul>
<p>[179] Richardson, E., &amp; Marottoli, R. (2003). <b>Visual attention and driving behaviors among community-living older persons.</b> <i>Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences</i>, 58(9), M832–M836. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR.</p>	<p>1. N=35, M=80 2. ≥72anos, condutores activos na comunidade, marcha autónoma. 3. n.a.</p>	<p>1. <i>Hooper Visual Organization Test</i>, <i>Number Cancellation task</i>, TMT–B, TR Simples e TR de Escolha, <i>Symbol-Digit Modalities Test</i>, WMS-R (Memória Visual, Memória Lógica) 2. <b>CR:</b> grelha com 36 itens, resultado aprovado sem erros/ aprovado com erros/ reprovado. 3. <i>Partial correlations</i>.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Number Cancellation task</i> (explica 18% da variância), Memória Visual (WMS-R) e TMT–B correlacionados sig com o resultado na CR.</li> <li>• Desempenho no <i>Number Cancellation task</i> associado ao desempenho de manobras que implicam interacção com outros condutores.</li> </ul>
<p>[180] Rizzo, M., Reimach, S., McGehee, D., &amp; Dawson, J. (1997). <b>Simulated car crashes and crash predictors in drivers</b></p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS em</p>	<p>1. N=39, M=71.7 2. GE com critérios</p>	<p>1. <i>Benton Facial Recognition Test</i>, COWA, FCR–cópia, Orientação</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• GE com maior proporção de A no simulador do que GC</li> </ul>

<p><b>with Alzheimer disease.</b> <i>Archives of Neurology</i>, 54(5), 545–551. (USA)</p>	<p>idosos sem/ com DA.</p>	<p>demência, excluindo outras doenças médicas, neurológicas, psiquiátricas; GC sem doença neurológica, alcoolismo, depressão, doença vestibular. <b>3. GE:</b> 21 DA; <b>GC:</b> 18 saudáveis (não emparelhados)</p>	<p>temporal, <i>Perception of 3-dimensional structure-from-motion</i>, <i>Starry Night Test</i>, TMT–B, TRVB, UFOV, WAIS-R (Informação, Memória de dígitos, Cubos). <b>2. S:</b> <i>Iowa Driving Simulator</i>. <b>3. OR:</b> Teste de Fisher.</p>	<p>(29% vs. 0%).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• TNP associados a A, sobretudo FCR–cópia, Cubos (WAIS-R), <i>Benton Facial Recognition Test</i>, TMT–B e <i>Perception of 3-dimensional structure-from-motion</i>.</li> </ul>
<p>[81] Rizzo, M., McGehee, D., Dawson, J., &amp; Anderson, S. (2001). <b>Simulated car crashes at intersections in drivers with Alzheimer disease.</b> <i>Alzheimer Disease and Associated Disorders</i>, 15(1), 10–20. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS em idosos sem/ com DA.</p>	<p><b>1. N=30, M=72</b> <b>2. GE</b> com critérios de demência, excluindo outras doenças neurológicas, alcoolismo, depressão, doença vestibular. <b>3. GE:</b> 18 DA provável; <b>GC:</b> 12 saudáveis (não emparelhados)</p>	<p><b>1. <i>Benton Facial Recognition Test</i></b>, COWA, FCR–cópia, Orientação temporal, <i>Perception of 3-dimensional structure-from-motion</i>, <i>Starry Night Test</i>, TMT–A e TMT–B, TRVB, UFOV, WAIS-R (Informação, Memória de dígitos, Cubos). <b>2. S:</b> <i>Iowa Driving Simulator</i>. <b>3. Teste</b> de Fisher. Regressão Logística. ROC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 33% dos casos do GE com A em simulador e GC sem A.</li> <li>• FCR–cópia, Cubos (WAIS-R), TMT–A e TMT–B, <i>Perception of 3-dimensional structure-from-motion</i> e COWA com poder preditor de A no simulador.</li> </ul>
<p>[82] Selander, H., Johansson, K., Lundberg, C., &amp; Falkmer, T. (2010). <b>The Nordic Stroke Driver Screening Assessment as predictor for the outcome of an on-road test.</b> <i>Scandinavian Journal of Occupational Therapy</i>, 17(1), 10–17. (Suécia)</p>	<p>Análise do poder preditor do <i>Nordic Stroke Driver Screening Assessment</i> (NorSDSA) em relação ao resultado na CR.</p>	<p><b>1. N=195, M=68.75</b> <b>2. n.e.</b> <b>3. 76 AVC</b>, 119 defeito cognitivo/ demência</p>	<p><b>1. NorSDSA</b> <b>2. CR:</b> resultado aprovado/ reprovado <b>3. Teste</b> Kolmogorov-Smirnov. Teste <i>t</i>. ANOVA <i>one-way</i>, Tukey post hoc. Análise Discriminante, Mann-Whitney, Kruskal-Wallis, <math>\chi^2</math>, Fisher.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• NorSDSA permite classificar corretamente 62% do total da amostra, 62% dos casos com AVC e 50% dos casos com defeito cognitivo/ demência; ou seja, apresenta um fraco poder preditor da CR, pelo que não deve ser utilizado de modo isolado.</li> </ul>
<p>[83] Selander, H., Lee, H., Johansson, K., &amp; Falkmer, T. (2011). <b>Older drivers: On-road and off-road test results.</b> <i>Accident Analysis and Prevention</i>, 43(4), 1348–1354. (Suécia)</p>	<p>Análise da relação TNP/ CR e de erros de condução em idosos.</p>	<p><b>1. N=85, M= 72.0±5.3</b> <b>2. ≥65 anos</b>, condutores ativos, sem defeito cognitivo e doenças que possam limitar a condução. <b>3. n.a.</b></p>	<p><b>1. TMT–A e TMT–B</b>, NorSDSA, UFOV <b>2. CR:</b> duas grelhas, P-Drive Ability, incluindo 27 itens, 0-108 pts) e ROA (Ryd On-road Assessment, incluindo 34 itens, 0-68 pts), resultado aprovado/ reprovado <b>3. Testes <i>T</i> e <math>\chi^2</math>.</b> Análise bivariada.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultados sig superiores no TST (aos 5') do NoSDSA e UFOV3 no grupo de aprovados (n=67).</li> <li>• Os idosos com erros de condução que podem ser considerados normais.</li> </ul>



<p>[184] Shua-Haim, J., &amp; Gross, J. (1996). <i>A simulated driving evaluation for patients with Alzheimer's disease. American Journal of Alzheimer's Disease, 11</i>(3), 2-7. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre resultados na avaliação cognitiva e funcional e CS em casos de DA.</p>	<p>1. N=41 2. Condutores activos 3. 41 DA</p>	<p>Teste Mann-Whitney. 1. MMSE, Escala de Lawton de Actividades Instrumentais de Vida Diária (Lawton-IADL), Índice de Katz de Actividades de Vida Diária (Katz-ADL) 2. <i>S: Intex Driving Test Equipment of Scranion</i>, incluindo um TST (10 questões de escolha múltipla sobre sinais de trânsito), e resultado sucesso/insucesso. 1. UFOV 2. A: dados estatísticos, retrospectivo 6 anos. 3. Testes <i>T</i> e <math>\chi^2</math>. Fisher. Regressão logística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Correlação não sig entre estado funcional (Katz-ADL e Lawton-IADL) e CS.</li> <li>• MMSE <math>\leq</math> 22 com poder preditor de insucesso na CS em casos de DA, sendo um potencial indicador da necessidade de prova de CR.</li> <li>• Redução de 40% no UFOV associado a envolvimento em A.</li> </ul>
<p>[185] Sims, R., Owsley, C., Allman, R., Ball, K., &amp; Smoot, T. (1998). <i>A preliminary assessment of the medical and functional factors associated with vehicle crashes by older adults. Journal of the American Geriatrics Society, 46</i>(5), 556-561. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre UFOV/ A.</p>	<p>1. N=174, M=71 2. <math>\geq</math>55 anos 3. GE: 99 com A; GC: 75 sem A.</p>	<p>1. UFOV, GDS, MDRS 2. A: dados estatísticos, prospectivo 5 anos. 3. Regressão logística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultado indicativo de depressão na GDS associado a 2.5 vezes maior risco de A nos 5 anos seguintes.</li> <li>• Redução de 40% no UFOV associado a 2 vezes maior risco de A nos 5 anos seguintes.</li> </ul>
<p>[186] Sims, R., McGwin, J., Allman, R., Ball, K., &amp; Owsley, C. (2000). <i>Exploratory study of incident vehicle crashes among older drivers. Journals of Gerontology Series A: Biological and Medical Sciences, 55</i>(1), M22-M27. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ A.</p>	<p>1. N=174, M=n.e. 2. <math>\geq</math>55 anos 3. GE: 61 com A; GC: 91 sem A.</p>	<p>1. <i>Maze Task</i> 2. CR: resultado aprovado/reprovado 3. Análise bivariada. Regressão logística. ROC.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aprovação em 50% dos casos de DCL e 75% dos casos de demência.</li> <li>• Dificuldades de condução comuns: exploração visual, planeamento e antecipação, posicionamento e controlo do veículo, uso dos pedais.</li> <li>• <i>Maze Task</i> é um teste de administração e cotação simples e rápida, aceite pelos participantes, não influenciado por variáveis</li> </ul>
<p>[187] Snellgrove, C. (2005). <i>Cognitive screening for the safe driving competence of older people with mild cognitive impairment or early dementia.</i> Canberra: Australian Transport Safety Bureau. (Australia)</p>	<p>Análise da relação entre <i>Maze Task</i>/ CR em idosos com DCL ou demência ligeira.</p>	<p>1. N=115, M=77 2. <math>\geq</math>65anos, MMSE<math>\geq</math>18, capacidade (visual, auditiva, verbal) para realização de prova de condução e sem outras doenças médicas que possam limitar a condução. 3. 23 CDR 0.5, 92 demência ligeira.</p>		

<p>[188] Staplin, L., Gish, K., &amp; Wagner, E. (2003). <b>MaryPODS revisited: updated crash analysis and implications for screening program implementation.</b> <i>Journal of Safety Research</i>, 34(4), 389–397. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre resultados na avaliação cognitiva e funcional e A.</p>	<p>1. N=56, M=77 2. ≥55, em reavaliação da carta 3. <b>GE:</b> 18 com A; <b>GC:</b> 38 sem A.</p>	<p>1. TMT-B, Evocação (MMSE), UFOV 2. <i>Visual Closure subtest</i> (MVPT), <i>Rapid Pace Walk test</i>, <i>Head-Neck rotation test</i>. 2. A: dados oficiais, prospectivo 1 ano. 3. OR.</p>	<p>sociodemográficas e com poder preditor em relação ao resultado na CR (potencial teste de rastreio cognitivo para condutores idosos)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>As variáveis cognitivas e funcional com maior valor discriminativo entre casos sem/com A foram a tarefa de evocação (<i>delayed recall</i>) no MMSE e o <i>Rapid Pace Walk</i>, respectivamente.</li> </ul>
<p>[189] Stav, W., Justiss, M., McCarthy, D., Mann, W., &amp; Lanford, D. (2008). <b>Predictability of clinical assessments for driving performance.</b> <i>Journal of Safety Research</i>, 39(1), 1–7. (USA)</p>	<p>Identificação de uma bateria multimodal (testes visuais, cognitivos e motores) com poder preditor do resultado na CR.</p>	<p>1. N=123, M=75.3±6.3 2. ≥65 anos, em reavaliação da carta, acuidade visual nos limites legais, ausência de crise epiléptica no último ano e sem necessidade de veículo adaptado. 3. n.a.</p>	<p>1. <i>Digit-Symbol Modalities Test</i>, <i>Letter Cancellation</i>, Memória de Dígitos (WAIS-R), MMSE, <i>Motor-Free Perceptual Test (Spatial Orientation test, Visual Closure test)</i>, TMT-B, UFOV, entre outros (campos visuais, acuidade visual, sensibilidade ao contraste; <i>Head-Neck/flexibility, Rapid Pace Walk</i>, teste de código e TST) 2. <b>CR:</b> grelha <i>Global Rating Scale</i>, com resultado aprovado/ reprovado 3. Regressão logística.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>O domínio visual (sensibilidade ao contraste), cognitivo (UFOV e MMSE) e motor (<i>Rapid Pace Walk</i>) foram incluídos num modelo preditor explicativo de 44% da variância, suportando o carácter multimodal da condução.</li> </ul>
<p>[190] Stuts, J., Stewart, J., &amp; Martell, C. (1998). <b>Cognitive test performance and crash risk in an older driver population.</b> <i>Accident Analysis and Prevention</i>, 30(3), 337–346. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ A.</p>	<p>1. N=3238, M=73 2. ≥65 anos 3. <b>GE:</b> 357 com A; <b>GC:</b> 2881 sem A.</p>	<p>1. <i>Short Blessed</i>, TMT-A e TMT-B, TR, TST 2. A: dados estatiais, retrospectivo 3 anos. 3. Regressão de Poisson.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li><i>Short Blessed</i> e TMT correlacionados sig com o envolvimento em A.</li> </ul>
<p>[191] Szylyk, J., Myers, L., Zhang, Y., Wetzel, L., &amp; Shapiro, R. (2002). <b>Development and assessment of a neuropsychological battery to aid in predicting driving performance.</b> <i>Journal of Rehabilitation Research and Development</i>, 39(4), 1–13. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS em casos sem/ com demência suspeita.</p>	<p>1. N= 22, M=76.3 2. ≥67anos, sem problemas motores. 3. <b>G1:</b> 8 com demência suspeita (MMSE&lt;25); <b>G2:</b> 14 sem demência suspeita (MMSE≥25)</p>	<p>1. <i>Seashore Rhythm Test</i>, TMT-A e TMT-B, <i>Visual Form Discrimination Test</i>, WMS-R (Memória Lógica, Memória Visual, Memória de Dígitos, Código, Cubos), <i>Zoo Map Test</i> (BADS) 2. <b>S:</b> <i>Atari</i>. 3. Análise bivariada. Testes <i>t</i> e Mann-Whitney.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GE com CS sig inferior (pior regulação de velocidade e posicionamento na via).</li> <li>TNP correlacionados sig com CS (excepto <i>Zoo Map Test</i> e Memória Visual a longo-termo), sobretudo TMT e Memória Lógica imediata.</li> </ul>
<p>[192] Trobe, J., Waller, P., Cook-</p>	<p>Análise da relação</p>	<p>1. N=858, M=70.9</p>	<p>1. <i>Blessed Dementia Scale, Finger</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Casos de demência com</li> </ul>

<p>Flamagan, C., Teshima, S., &amp; Bielauskas, L. (1996). <b>Crashes and violations among drivers with Alzheimer Disease.</b> <i>Archives of Neurology</i>, 53(5), 411–416. (USA)</p>	<p>entre TNP/ A em casos sem/ com demência.</p>	<p>2. Condutores activos 3. <b>GE:</b> 143 DA; <b>GC:</b> 715 sem doença neurológica documentada (emparelhados)</p>	<p><i>Oscillation Test</i>, <i>MMSE</i>, <i>Selective Reminding Test</i>, <i>WAIS-R</i> (QI verbal e QI não verbal), <i>WMS</i> (quociente de memória) 2. <b>A:</b> registo estaiatal, retrospectivo 7 anos 3. <b>Análise</b> bivariada. <i>Regressão Logística</i>.</p>	<p>menor exposição à condução e sem taxa de A superior que casos controlo, pelo que o diagnóstico é insuficiente para justificar a restrição total da condução. • No <b>GE</b>, resultados inferiores nos <b>TNP</b> não têm valor preditor em relação a <b>A</b>, mas os casos com resultados superiores têm maior risco de <b>A</b> (possivelmente devido a maior confiança e exposição à condução). • <b>GE</b> com sig mais erros na condução, mantendo um normal controlo operacional do veículo. • <b>TNP</b> correlacionados sig com erros na condução, nomeadamente <b>AVLT</b>, <b>FCR-cópia</b> e <b>UFOV</b>.</p>
<p>[93] Uc, E., Rizzo, M., Anderson, S., Shi, Q., &amp; Dawson, J. (2004). <b>Driver route-following and safety errors in early Alzheimer disease.</b> <i>Neurology</i>, 63(5), 832–837. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR.</p>	<p>1. N=168, M=69.95 2. <b>GE</b> com critérios demência e sem outras doenças (médicas, neurológicas, psiquiátricas); <b>GC</b> sem doença neurológica, alcoolismo, depressão, doença vestibular. 3. <b>GE:</b> 32 DA provável; <b>GC:</b> 136 saudáveis.</p>	<p>1. <b>AVLT</b>, <b>COWA</b>, <b>Cubos (WAIS-III)</b>, <b>FCR</b>, <b>JLO</b>, <b>TMT-B</b>, <b>TRVB</b>, <b>UFOV</b> 2. <b>CR:</b> avaliação dos erros e da capacidade de orientação direccional. 3. Fisher. <i>Wilcoxon</i>. <i>Regressão Linear</i>. <i>Regressão Logística Ordinal</i>.</p>	<p>• <b>GE</b> com sig mais erros na condução, mantendo um normal controlo operacional do veículo. • <b>TNP</b> correlacionados sig com erros na condução, nomeadamente <b>AVLT</b>, <b>FCR-cópia</b> e <b>UFOV</b>.</p>
<p>[94] Uc, E. Y., Rizzo, M., &amp; Anderson, S. W. (2005). <b>Driver landmark and traffic sign identification in early Alzheimer's disease.</b> <i>Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry</i>, 76(6), 764–768. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR.</p>	<p>1. N=170, M=70.2 2. <b>GE</b> com critérios demência e sem outras doenças (médicas, neurológicas, psiquiátricas); <b>GC</b> sem doença neurológica, alcoolismo, depressão, doença vestibular. 3. <b>GE:</b> 33 DA provável; <b>GC:</b> 137 saudáveis.</p>	<p>1. <b>AVLT</b>, <b>COWA</b>, <b>Cubos (WAIS-III)</b>, <b>FCR</b>, <b>JLO</b>, <b>TMT-B</b>, <b>TRVB</b>, <b>UFOV</b> 2. <b>CR:</b> avaliação de erros e da capacidade de identificação de marcas e sinais de trânsito 3. Fisher. <i>Wilcoxon</i>. <i>Regressão Linear</i>. <i>Regressão Logística Ordinal</i>.</p>	<p>• <b>GE</b> com maior número de erros na condução e menor capacidade em identificar marcas e sinais de trânsito • <b>TNP</b> correlacionados sig com erros na condução, nomeadamente <b>TMT-B</b>, <b>AVLT-recall</b> e <b>JLO</b>.</p>
<p>[95] Uc, E., Rizzo, M., Anderson, S., Shi, Q., &amp; Dawson, J. (2006). <b>Unsafe</b></p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CS.</p>	<p>1. N=176, M=73.25 2. <b>GE</b> com critérios</p>	<p>1. <b>AVLT</b>, <b>COWA</b>, <b>Cubos (WAIS-III)</b>, <b>FCR</b>, <b>JLO</b>, <b>TMT-B</b>, <b>TRVB</b>, <b>UFOV</b></p>	<p>• <b>GE</b> com desempenho de <b>CS</b> limitado e maior dificuldade</p>

<p><b>rear-end collision avoidance in Alzheimer's disease.</b> <i>Journal of the Neurological Sciences</i>, 251(1-2), 35-43. (USA)</p>		<p>demência e sem outras doenças (médicas, neurológicas, psiquiátricas), GC sem doença neurológica, alcoolismo, depressão, doença vestibular.  <b>3. GE:</b> 61 DA ligeira; <b>GC:</b> 115 saudáveis.</p>	<p><b>2. S:</b> SIREN (avaliação do número de A e o evitamento de colisão traseira).  <b>3. Fisher.</b> Wilcoxon. Regressão Linear. Regressão Logística Ordinal.</p>	<p>em responder a situações de risco de colisão traseira.  <ul style="list-style-type: none"> <li>TNP correlacionados sig com CS, nomeadamente UFOV, JLO, FCR e TMT-B.</li> </ul> </p>
<p>[96] Uc, E., Rizzo, M., Anderson, S., Sparks, J., Rodnitzky, R., &amp; Dawson, J. (2006). <b>Impaired visual search in drivers with Parkinson's disease.</b> <i>Annals Neurology</i>, 60(4), 407-413. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR em idosos com DP.</p>	<p><b>1. N=176, M=73.25</b>  <b>2. GE</b> com severidade ligeira-moderada na escala <i>Hoehn and Yahr</i> (exclusão: outras doenças físicas, neurológicas ou psiquiátricas)  <b>3. GE:</b> 79 DP; <b>GC:</b> 151 sem doença neurológica documentada</p>	<p><b>1. AVLT, COWA, Cubos (WAIS-III), FCR, JLO, TMT-A e TMT-B, TRVB, UFOV; GDS</b>  <b>2. CR:</b> avaliação de erros e da capacidade de identificação de marcas e sinais de trânsito  <b>3. Fisher.</b> Wilcoxon. Regressão Linear. Regressão Logística Ordinal.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>GE com maior número de erros e menor capacidade de identificação de marcas e sinais de trânsito.</li> <li>TMT B-A com poder preditor de erros.</li> <li>UFOV e FCR com poder preditor de menor capacidade em identificar marcas e sinais.</li> </ul>
<p>[97] Whelihan, W., DiCarlo, M., &amp; Paul, R. (2005). <b>The relationship of neuropsychological functioning to driving competence in older persons with early cognitive decline.</b> <i>Archives of Clinical Neuropsychology</i>, 20(2), 217-228. (USA)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ CR em idosos sem/ com DCL.</p>	<p><b>1. N=48, M=76</b>  <b>2. Acuidade visual</b> nos limites legais, resultado de aprovado num teste breve sobre regras e sinais de trânsito; sem doenças médicas, défices motores ou sensoriais que possam limitar a condução, consumo de substâncias sedativas  <b>3. GE:</b> 23 CDR 0.5; <b>GC:</b> 23 CDR 0 (emparelhados)</p>	<p><b>1. (AMN)ART, Action fluency, Brief Symptom Inventory, Brief visual memory test-revised, CDR, COWA, Generative naming (animals), Letter cancellation (A's), Maze navigation test, MMSE, Ruff figural fluency, TMT-A e TMT-B, UFOV, Visual form discrimination test, WCST</b>  <b>2. CR:</b> grelha <i>Rhode Island Driving Evaluation (RIDE)</i> adaptada da grelha WURT, 31 itens, pontuação 0-570 e resultado aprovado/ reprovado  <b>3. Teste t. MANCOVA. Regressão Hierárquica.</b> Análise discriminante.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>No GE, resultados na condução correlacionados sig com medidas de FE (<i>Maze navigation test</i>, TMT-B) e de atenção visual (UFOV). No GC, resultados na condução apenas correlacionados sig com a idade.</li> <li>No GE, 46% da variância atribuída a <i>Maze navigation test</i> (TMT-B não adicionou poder explicativo sig) e UFOV 1 (11 casos não completam o UFOV 2 e UFOV 3, devido ao grau de dificuldade das provas).</li> <li>No GE, a variável tempo no <i>Maze navigation test</i> permitiu</li> </ul>

<p>[98] Wood, J., Anstey, K., Kerr, G., Lacherez, P., &amp; Lord, S. (2008). A multidomain approach for predicting older driver safety under in-traffic road conditions. <i>Journal of American Geriatrics Society</i>, 56(6), 986–993. (USA)</p>	<p>Identificar bateria multimodal (testes visuais, cognitivos e motores) com poder preditor do resultado na CR.</p>	<p>1. N=270, M=75.8±4.0  2. ≥70 anos, condutores activos, residentes na comunidade (seleccionados em cadernos eleitorais), MMSE&gt;24  3. n.a.</p>	<p>1. <i>Complex Reaction Time for Driving</i>, Digit Symbol Matching, Self-ordered pointing, TMT-A e TMT-B, UFOV  2. <b>CR</b>: classificação 0-9 e aprovado/reprovado  3. Testes t. Regressão Logística. ROC (eficácia do modelo). <i>Cross-validation</i> com método <i>leave-one-out</i>.</p>	<p>classificar correctamente 80% dos condutores aprovados/reprovados na condução.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 223 aprovados e 47 reprovados.</li> <li>• UFOV, TMT-B e <i>Complex Reaction Time for Driving</i> com poder preditor da CR.</li> <li>• Testes dos domínios visual (<i>choice reactivity</i>), cognitivo (<i>postural sway on a compliant foam rubber surface</i>) permitiu classificar os condutores com 91% sensibilidade e 70% especificidade.</li> </ul>
<p>[99] Zook, N., Bennett, T., &amp; Lane, M. (2009). Identifying at-risk older adult community-dwelling drivers through neuropsychological evaluation. <i>Applied Neuropsychology</i>, 16(4), 281–287. (USA)</p>	<p>Análise do poder preditor de TNP e do <i>Cognitive Behavioral Driving Inventory</i> (CBDI) em relação ao resultado na CR.</p>	<p>1. N=39, M=74.3±6.45  2. Idosos residentes na comunidade, sem informação auto-reportada sobre doenças que possam afectar o funcionamento cognitivo, sem resultado de defeito cognitivo no MMSE, sem resultado de depressão no <i>Mood Assessment Scale</i>, sem acidentes e infrações auto-reportados nos últimos 5 anos.</p>	<p>1. CDT, <i>Hooper Visual Organization Test</i> (HVOP), <i>Hopkins Verbal-Learning Test-Revised</i>, <i>Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test</i>, MVPT-III, <i>Ruff 2 &amp; 7 Selective Attention task</i>, <i>Stroop</i>, TMT-A e TMT-B, UFOV, WAIS-III (Cubos), WCST; CBDI  2. <b>CR</b>: grelha <i>Basic Operator Skills Test</i> (BOST), de 0-97 pts) e resultado aprovado/reprovado  3. Análise bivariada. Regressão Linear.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 36 aprovados e 3 reprovados.</li> <li>• Código (WAIS-III), TMT-A e TMT-B, <i>Stroop</i>, WCST, <i>Hopkins Verbal-Learning Test-Revised</i>, <i>Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test</i>, <i>Ruff 2 &amp; 7 Selective Attention task</i>, UFOV 2 e 3, e CBDI, correlacionados sig com o resultado na condução.</li> <li>• CBDI (31%) e UFOV (23%) com poder explicativo da variância de resultados.</li> <li>• TMT B (FE), Hopkins Verbal-Learning Test-Revised (memória), <i>Integrated Visual and Auditory Continuous Performance Test</i> (percepção) com 58% de poder explicativo, pelo que CBDI e UFOV não</li> </ul>

<p>[100] Zúñ, D., Ortiz, H., Boromei, D., &amp; Lopez, O. (2002). <b>Motor vehicle crashes and abnormal driving behaviours in patients with dementia in Mendoza, Argentina.</b> <i>European Journal of Neurology</i>, 9(1), 29–34. (Argentina)</p>	<p>Análise da relação entre TNP/ A.</p>	<p>1. N=87, M=66,3  2. Condutores activos.  3. <b>GE:</b> 56 demência (43 DA provável, 6 DA, 3 DV provável, 1 Demência por Corpus de Lewy, 2 DFT, 1 não classificado); <b>GC:</b> 31 controles (não emparelhados)</p>	<p>1. CDR, MDRS, MMSE, BEHAVE-AD, <i>Blessed Rating Scale for ADL</i>, <i>Cornell Depression Scale</i>, <i>Hachinski Rating Scale</i>, <i>Hamilton Depression Scale</i>, <i>NYU Scale for Parkinsonism</i>  2. A: reportados por cuidador, retrospectivo 3 anos.  3. Regressão Logística.</p>	<p>foram sig no modelo final.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Maior incidência de acidentes no GE (20%) em comparação com o GC (6%).</li> <li>• O <i>Blessed Rating Scale for ADL</i> foi a único preditor de envolvimento em A.</li> </ul>
--	---	---	---	--

