

Avaliação neuropsicológica de condutores idosos: Relações entre resultados em testes cognitivos, desempenho de condução automóvel e acidentes¹

Inês Saraiva Ferreira² & Mário R. Simões³

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 Texto elaborado no âmbito da Bolsa de Doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia [Factores Neuropsicológicos e Proficiência de Condução Automóvel: Estudos de Avaliação com Condutores Idosos] e do projecto de investigação "Validação de provas de memória e inventários de avaliação funcional e da qualidade de vida" [financiado pela Fundação Calouste Gulbenkian, Proc. 74569]. Os estudos realizados no contexto da Bolsa de Doutoramento são apoiados e desenvolvidos em parceria com o Instituto da Mobilidade e dos Transportes Terrestres, I.P., o Automóvel Clube de Portugal e a Prevenção Rodoviária Portuguesa. O presente trabalho retoma comunicações apresentadas no I Seminário de Psicogerontologia: "Avaliação Neuropsicológica de Condutores Idosos" (Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação, Universidade de Coimbra, 10 de Novembro de 2007) e na 23ª Reunião do Grupo de Estudos de Envelhecimento Cerebral e Demência (Luso, 26 de Junho de 2009).

² Bolseira de Doutoramento da Fundação para a Ciência e a Tecnologia (SFRH/BD/27255/2006). Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação. Universidade de Coimbra. *E-mail:* isferreira@fpce.uc.pt

³ Serviço de Avaliação Psicológica. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação. Universidade de Coimbra.

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, Roenker, Wadley, Edwards, Roth, McGwin *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, Heindel, Papandonatos, Festa, Davis, Daiello *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 **deteção de défice 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 défice 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, Perryman, Wilkinson, Little, Burns, Pachana *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 (Whelihana *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 associadas a uma maior incidência de acidentes e pior proficiência de condução.

Os resultados no *Useful Field of View* (UFOV; Ball & Roenker, 1998), teste computorizado 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, Ball, Sloane, Roenker, Roth, Myers *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; Whelihana *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 *et al.* (2003). Em casos de demência, foram encontradas correlações baixas (Anderson, Rizzo, Skaar, Stierman, Cavaco, Dawson *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; Whelihana *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 (Whelihana *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; Whelihana *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 exceção 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; Szlyk *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 memó-

ria 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., sequela 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., Whelihana *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) (Whelihana *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 (Whelihana *et al.*, 2005).

Outros testes evidenciaram correlações moderadas com o resultado de condução real como o *Maze Navigation Test* (Whelihana *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 (Szyk *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; Whelihana *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, Brink, Rose, Lum, Huang, Adey *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 (Whelihana *et al.*, 2005).

Finalmente, **escalas de avaliação funcional** como o *Índice de Katz de Actividades de Vida Diária* e a *Escala de Lawton de Actividades 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.

Referências bibliográficas

- 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., Toulopoulou, 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.
- 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.
- 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 4th 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* (6th 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., 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.
- 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* (4th 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® 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 4th 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 tramatique. *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* (3rd 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.
- Whelihana, 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.

Agradecimentos

Este texto beneficiou dos estágios realizados pela primeira autora no Reino Unido com a Prof.^a Nadina Lincoln (School of Psychology, University of Nottingham) e Dr.^a Pat McKenna (Rookwood Hospital, Cardiff), em Setembro/Dezembro de 2008. Agradecemos ainda a autorização da Professora Nadina Lincoln na adaptação da versão experimental Portuguesa[©] 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.

Neuropsychological assessment of older drivers: Relationships between results on cognitive tests, driving performance and accidents

The examination of older drivers with neuropsychological tests represents an actual area of investigation in the context of demographic aging. The purpose of the present text is to identify a battery of tests with predictive value in relation to driving measures, which permit the signalling of older drivers with a major risk of accident or a failure in a driving test. Due to the unexistence of related investigations in Portugal, we present a revision of the empirical studies made in other countries. The reported studies show the utility of the neuropsychological tests to assess cognitive functions that are necessary for safe driving such as executive functions, visual-spatial, visual-perceptive and visual attention. More investigations are further needed with a view to the development of a battery of neuropsychological tests for older drivers, contributing to a better precision and predictive value of the psychological examination methods of drivers in this age group.

KEY-WORDS: neuropsychological assessment; older adults; automobile drivers; safety and road prevention.

Évaluation neuropsychologique des conducteurs âgés: Rapports entre résultats des tests cognitifs, performance des automobilistes et accidents

L'examen des conducteurs âgés avec le soutien de tests neuropsychologiques représente un champ d'investigation actuel dans le scénario du vieillissement démographique. Le présente texte à le but de déterminer un ensemble de tests avec une valeur prédictive en rapport aux mesures de conduite automobile, que peuvent signaler les conducteurs âgés donc le risque d'accident ou réprobation dans les preuves de conduite est plus élevé. A cause de l'inexistence des recherches au Portugal, nous présentons ici une révision d'études empiriques réalisées dans d'autres pays. Les travaux reportés en démontrent l'utilité des tests neuropsychologiques afin d'évaluer les fonctions cognitives nécessaires pour une conduite en sécurité, c'est à dire les fonctions exécutives, visuelles-spatiales, visuelles-perceptives et l'a attention visuelle. Il est nécessaire d'effectuer des nouvelles investigations orientées pour le développement d'une ensemble d'évaluation neuropsychologique des conducteurs âgés, contribuant ainsi pour une plus grande précision et validité prédictive des méthodes d'examen psychologique des conducteurs dans cette tranche d'âge.

MOTS-CLÉS: Évaluation neuropsychologique; Adultes âgés; Conducteurs d'automobile; Sécurité et prévention routières.