



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA- UNB

Faculdade de Ciências da Saúde

Isabela Oliveira Azevedo Trindade

**Estudo do perfil funcional preditor de desempenho
em direção veicular *on road* entre motoristas idosos**

Brasília, 2024

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DA SAÚDE

ISABELA OLIVEIRA AZEVEDO TRINDADE

**Estudo do perfil funcional preditor de
desempenho em direção veicular *on road* entre
motoristas idosos**

Tese apresentada como requisito parcial para
obtenção do Título de Doutor em Ciências da
Saúde pelo Programa de Pós-graduação em
Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.
Orientador: Otávio de Tolêdo Nóbrega

Brasília

2024

Te Trindade, Isabela Oliveira Azevedo
Estudo do perfil funcional preditor de desempenho em
direção veicular on road entre motoristas idosos / Isabela
Oliveira Azevedo Trindade; orientador Otávio de Tolêdo
Nóbrega. -- Brasília, 2024.
147 p.

Tese(Doutorado em Ciências da Saúde) -- Universidade de
Brasília, 2024.

1. Gerontologia. 2. Direção Veicular. 3. Funcionalidade.
I. de Tolêdo Nóbrega, Otávio, orient. II. Título.

ISABELA OLIVEIRA AZEVEDO TRINDADE

**Estudo do perfil funcional preditor de desempenho em direção veicular
on road entre motoristas idosos**

Tese apresentada como requisito parcial para obtenção do Título de Doutor em Ciências da Saúde pelo Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde da Universidade de Brasília.

Aprovado em ____ de novembro de 2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Otávio de Tolêdo Nóbrega – Presidente
Universidade de Brasília

Prof. Dr. Marco Polo Dias Freitas – Membro
Universidade de Brasília

Prof^a. Dra. Patrícia da Cunha Belchior – Membro
Universidade McGill

Prof^a. Dra. Karla Helena Coelho Vilaça e Silva – Membro
Universidade Católica de Brasília

Prof^a. Dra. Carolina Rebellato – Suplente
Universidade Federal do Rio de Janeiro

Ao Adriano, Helena e Luísa., amores e razões do meu existir.

AGRADECIMENTOS

Terminar uma tese de doutorado exige muito esforço e dedicação e muitas pessoas passaram pelo meu caminho ao longo desse período. Não posso deixar de expressar aqui a minha gratidão a todos aqueles que contribuíram de alguma forma.

Nunca serei capaz de expressar em palavras toda a minha gratidão ao meu pai Romero (*in memoriam*) e à minha mãe Deise. Eles nunca mediram esforços para me incentivar e motivar. Meu pai, sem dúvidas, foi a minha grande inspiração nesse processo – ele que nos deixou durante o meu Doutorado. Achei que não fosse conseguir continuar depois de sua partida e, todas as vezes que pensava em desistir, me lembrava do quanto ele estava feliz e orgulhoso com a minha pesquisa. Obrigada por ter me ensinado tanto, principalmente, obrigada por ter me ensinado que ser feliz é uma escolha e que devemos escolher sermos felizes diariamente. À minha mãe, Deise, minha melhor amiga e companheira, agradeço pelo seu amor e apoio incondicional. Meu agradecimento se estende ao meu irmão Ricardo, que é o maior presente que os meus pais me deram. Obrigada por toda ajuda e apoio durante esses anos e por ter não me deixado desistir do Canadá após a partida do nosso pai.

Não posso deixar de mencionar os meus sogros Antônio Augusto (*in memoriam*) e Maria Claudia. Ele, que foi uma pessoa à frente do seu tempo, inspirou uma multidão de pessoas e sempre torceu por mim. E ela que, quando conheci o Adriano há 21 anos, terminava o seu Doutorado e me deu um exemplo de inspiração e persistência mesmo à frente de três filhos.

Agradeço também ao meu orientador, Professor Otávio Nóbrega. Seus ensinamentos e críticas me impulsionaram a fazer o meu melhor. Obrigada pela sua dedicação, ajuda e por ter sido instrumento para que eu fosse ao Canadá, experiência que foi um divisor de águas na minha vida.

Agradeço às Professoras Isabelle Gélinas e Patrícia Belchior por terem me recebido maravilhosamente bem na McGill e por terem acreditado em mim desde o início. O período que passei lá foi de enorme valia para sedimentação das minhas ideias e me ofereceram novas perspectivas para a minha pesquisa que eu não teria sido capaz de extrair apenas pela leitura.

À minha amiga e parceira de pesquisa Juliana Quintas, agradeço por ter me ajudado a tornar os dias mais leves e prazerosos. Dividir com você as angústias e aflições tornou tudo mais fácil. Não posso deixar de agradecer aos amigos Einstein Camargos, Maria Alice Toledo, Luciana Louzada, Wanessa Martins de Almeida, Ludmille Bezerra da Costa e toda a equipe do Centro Multidisciplinar do Idoso (CMI) do Hospital Universitário de Brasília que nos ajudou durante toda a coleta. E aos meus amigos de vida que trouxeram calma e paz: André e Ana Gabriela.

Meus agradecimentos aos professores que, gentilmente, aceitaram o convite para integrar a banca de avaliação de minha tese de doutorado: Marco Polo Dias Freitas, Karla Vilaça e Carolina Rebellato. Também sou grata aos idosos voluntários da pesquisa, pois sem a aquiescência deles nada disso teria sido possível.

O agradecimento final deve ser também o mais importante. Ao longo de todos os anos de doutorado, tive ao meu lado o apoio do amor da minha vida. Adriano, você é o meu grande companheiro e só nós dois sabemos as dificuldades que enfrentamos durante todos esses anos, mas ter você segurando a minha mão foi a minha força. Um dia você me falou que, depois do meu pai, você é a pessoa que mais me admira. Que alegria ter um parceiro de todas as horas que tem tanta admiração e orgulho de mim! Agradeço também às minhas filhas Helena e Luísa, que são as minhas maiores riquezas e alegrias. Obrigada por aceitarem tanta coisa, especialmente os meus períodos de ausência, que acredito serão capazes de compreender em sua plenitude dentro de alguns anos. Cada sorriso e abraço me deixa mais feliz. Adriano, Helena e Luísa vocês três são a razão de tudo!

*A velhice (tal é o nome que os outros lhe dão)
pode ser o nosso tempo de ventura.*

(...)

*Vivo entre formas luminosas e vagas
que não são ainda escuridão.*

*(...) Chego a meu centro,
a minha álgebra e minha chave,
a meu espelho.*

Breve saberei quem sou.

- Jorge Luis Borges¹

¹ Borges, Jorge Luis. Elogio da Sombra; Um Ensaio Autobiográfico. 6ª. ed. – São Paulo: Globo, 1997, p. 67-68.

RESUMO

A população global de condutores idosos licenciados registrou um aumento notável. Sabe-se que as alterações físicas e cognitivas são inerentes ao processo de envelhecimento. As deficiências sensoriais, cognitivas e físicas entre os motoristas estão associadas ao risco de acidentes e ao pior desempenho ao dirigir. Nesse contexto, o impacto das deficiências físicas no desempenho na estrada permanece insuficientemente compreendido, especialmente na população brasileira, destacando a necessidade de avaliar a aptidão para dirigir nesse grupo demográfico. O objetivo deste estudo foi avaliar a função física de motoristas idosos brasileiros residentes na comunidade em domínios relevantes para a direção e, em seguida, associar esses achados ao desempenho desses motoristas em um exame de direção padronizado em condições reais de trânsito urbano. Uma amostra de 139 voluntários (idade média de 70,7 anos) realizou testes para avaliar a funcionalidade física antes da avaliação na estrada em uma rota média padronizada de 10 km em estradas urbanas. Neste estudo não houve associação entre funcionalidade física e aptidão geral para dirigir. Erros em manobras específicas (dirigir em cruzamentos, mudar de faixa e entrar em faixas) foram associados a declínio em velocidade de caminhada. Um desempenho prejudicado em direção foi associado com alteração no desempenho em avaliação de marcha, podendo ser um instrumento importante na decisão sobre a aptidão de condução em idosos.

Palavras-chave: idoso, direção, capacidade física, avaliação e trânsito.

ABSTRACT

The global population of licensed elderly drivers has seen a notable increase. It is known that physical and cognitive changes are inherent to the aging process. Sensory, cognitive and physical impairments among drivers are associated with the risk of accidents and poorer driving performance. In this context, the impact of physical disabilities on road performance remains insufficiently understood, especially in the Brazilian population, highlighting the need to assess fitness to drive in this demographic group. The objective of this study was to evaluate the physical function of community-dwelling elderly Brazilian drivers in domains relevant to driving and then associate these findings with these drivers' performance on a standardized driving test in real-world urban traffic conditions. A sample of 139 volunteers (mean age 70.7 years) performed tests to assess physical functioning prior to the on-road assessment on an average standardized 10km route on urban roads. In this study, there was no association between physical functionality and general ability to drive. Errors in specific maneuvers (driving through intersections, changing lanes, and entering lanes) have been associated with declines in walking speed. Impaired driving performance was associated with changes in gait assessment performance, and may be an important tool in deciding on driving fitness in the elderly.

Keywords: elderly, driving, physical capacity, assessment and traffic.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Visão esquemática do percurso pré definido pelos participantes na cidade de Brasília, Brasil.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Distribuição dos pacientes segundo variáveis sociodemográficas e clínicas.

Tabela 2 – Distribuição dos pacientes segundo variáveis sociodemográficas e clínicas.

Tabela 3 – Distribuição dos pacientes segundo variáveis sociodemográficas e clínicas.

Tabela 4 – Distribuição dos pacientes segundo variáveis sociodemográficas e clínicas.

Tabela 5- Relação entre o eDOS ponderado e desempenho físico usando modelos de regressão linear.

Tabela 6 - Relação entre erros em cruzamentos e desempenho físico usando modelos de regressão de Poisson com variância robusta.

Tabela 7 - Relação entre entrada na via e desempenho físico usando modelos de regressão de Poisson com variância robusta.

Tabela 8 - Relação entre mudança de faixa e desempenho físico usando modelos de regressão de Poisson com variância robusta.

Tabela 9 – Média e desvio padrão de todas as variáveis funcionais.

Tabela 10 – Análise Variável do eDOS.

LISTA DE ABREVIATURAS

CMI	Centro Multidisciplinar do Idoso
eDOS	electronic Driver Observation Schedule
HUB	Hospital Universitário de Brasília
MEEM	Mini Exame do Estado Mental
SPPB	<i>Short Physical Performance Battery</i>
STROBE	<i>Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology</i>
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

Resumo.....	ix
Abstract.....	x
Lista de Figuras.....	xi
Lista de Tabelas.....	xii
Lista de Abreviaturas	xiii
1. Introdução	14
2. Revisão da Literatura.....	17
2.1 O Idoso e a Direção.....	17
2.2 eDOS	19
2.3 Funcionalidade	21
3. Objetivos.....	26
3.1 Objetivo geral.....	26
3.2 Objetivos específicos.....	26
4. Método	27
4.1 Delineamento do Estudo	27
4.2 Contexto	27
4.3 Participantes	27
4.4 Caracterização da Amostra e Avaliação Clínica	28
4.5 Avaliação físico-funcional	29
4.6 Avaliação de Direção Veicular	30
4.7 Análise Estatística	32
5. Resultados.....	34

6. Discussão.....	42
6.1 Desempenho Físico-Funcional e Direção Veicular.....	43
6.2 Limitações	44
7. Conclusão	46
Referências bibliográficas	47
ANEXO A	55
ANEXO B	57
ANEXO C	59
ANEXO D	62
ANEXO E	99
ANEXO F.....	122
ANEXO G	148

1. INTRODUÇÃO

A população de motoristas mais velhos legalmente licenciados continua a aumentar, resultando em um número crescente de motoristas com graus e perfis variáveis de limitações funcionais relevantes para a segurança na condução veicular (LOMBARDI, HORREY et al. 2017). Evidências indicam que condutores idosos têm chance de 3 a 20 vezes maior de se envolverem em acidente fatal por distância percorrida comparados a condutores mais jovens (PITTA et al. 2021). O ato de dirigir é importante para a mobilidade, manutenção da autonomia e independência (HESS et al. 2016).

A condução veicular constitui atividade complexa, que envolve vários fatores como mobilidade, funções sensoriais, cognição e o ambiente em si (ex.: condições de rodovia, sinalização, educação ao trânsito, adaptação veicular, entre outros) (APOLINARIO, MAGALDI et al. 2009). No envelhecimento fisiológico, ocorrem alterações físicas e cognitivas, representadas por perda muscular, alterações na marcha, acuidade visual e na cognição (OWSLEY, MCGWIN et al. 1998; OWSLEY E MCGWIN. 1999). Os idosos também tendem a ter respostas motoras mais lentas, falta de coordenação e restrição na amplitude de movimento (RINALDUCCI et al. 1993). As deficiências sensoriais, cognitivas e físicas relacionadas à idade entre motoristas idosos estão associadas ao aumento do risco de acidentes e à diminuição do desempenho ao dirigir (ANSTEY et al. 2005). Estudos anteriores sugerem que as limitações de mobilidade física típicas do envelhecimento estão relacionadas à perda progressiva e gradual de habilidades funcionais e mentais, podendo interferir significativamente na capacidade de realizar tarefas complexas e coordenadas, como dirigir, nas quais são necessárias ações simultâneas (WOOLNOUGH et al. 2013).

Para compensar estas alterações, muitos condutores idosos podem adotar estratégias comportamentais como reduzir as distâncias percorridas, limitar a frequência de condução e restringir o perímetro de circulação para evitar situações ou condições de condução que julgue difíceis (O'CONNOR, EDWARDS, SMALL, ANDEL. 2012). Ademais, uma indicação clínica pela cessação da direção permanece sendo desafiadora, haja vista a inexistência de critérios objetivos e universais para apontar inaptidão física ou mental para a condução, sendo em regra relegada a casos de comprometimento ou

incapacidade indiscutíveis (MAROTTOLI et al. 1997). Portanto, é importante garantir que o maior número possível de idosos possa continuar a conduzir e, ao mesmo tempo, garantir que aqueles que não conduzem de forma segura sejam identificados (WOOD et al. 2008).

Dentre as capacidades físicas necessárias à condução veicular, destacam-se as habilidades visuoespaciais, que auxiliam o indivíduo no adequado posicionamento na via de trânsito e na manutenção das distâncias, velocidades e execução de manobras necessárias durante a condução. Na literatura, as habilidades relacionadas ao ato de dirigir costumam ser avaliadas por intermédio de simuladores de trânsito, conhecimento sobre regras de trânsito (REGER, WELSH et al. 2004) ou mesmo por avaliações de campo, ou seja, teste *on-road* (KOPPEL, CHARLTON et al. 2016; ERIKSSON, BANKS et al. 2017). Para tanto, um consenso norte-americano recomenda a utilização de protocolo personalizado de avaliação para melhor avaliar a condição física dos condutores mais idosos (AMERICAN GERIATRICS SOCIETY. 2019).

Apesar de pesquisadores reconhecerem o valor de testes preditores para avaliação de habilidades relacionadas ao dirigir, as medidas coletadas *on road* são o método mais apropriado para determinar as habilidades individuais e cotidianas relacionadas ao comportamento de dirigir (DI STEFANO E MACDONALD. 2006). Essas medidas apresentam uma elevada validade ecológica (APOLINÁRIO et al. 2009) e são descritas por especialistas como padrão ouro para determinar as habilidades reais de um condutor veicular e para identificar potenciais elementos de remediação (JUSTISS. 2005; MARCOTTE e GRANT. 2009; MCCARTHY. 2005).

Assim, embora existam evidências diversas sobre como a diminuição de habilidades cognitivas contribuem para os problemas de condução encontrados por idosos, pode-se afirmar que há limitado número de estudos sobre as relações entre desempenho em testes físicos e funcionais e a performance da condução (em condições reais ou em simulação), conforme atestado por diferentes autores (REGER, WELSH et al. 2004; CARR E OTT. 2010; IVERSON, GRONSETH et al. 2010). Vários testes e baterias estão disponíveis para a previsão da segurança de motoristas idosos, mas muitos deles não foram validados em relação a medidas padronizadas de resultado de direção.

No Canadá, um importante estudo multicêntrico e prospectivo com condutores idosos (*Candrive/Ozcandrive*) objetivou avaliar os diferentes domínios cognitivos e

funcionais que permeiam a direção veicular. Tendo a avaliação ecológica *on road* como desfecho principal, a iniciativa *CanDrive* construiu o instrumento clínico denominado *electronic Driver Observation Schedule (eDOS)* para identificação de motoristas em risco de exercer direção veicular insegura, assim como para servir em possíveis estratégias de reabilitação (MARSHALL, MAN-SON-HING et al. 2013) (KOPPEL, CHARLTON et al. 2013). No Brasil, já existem estudos que apontam a importância de aspectos físicos e funcionais na performance de direção veicular em idosos com desfecho em simuladores e avaliação em clínicas licenciadas (ALONSO, PETERSON et al. 2016; VASSQUES, 2017; LENARDT, LOURENÇO et al. 2023). Porém, não há estudos que associem cognição ou funcionalidade com desfechos de avaliação *on road* em amostra de idosos brasileiros. Portanto, estudos dessa natureza podem não apenas contribuir para a descrição dos domínios e habilidades relevantes para o exercício de uma direção segura, como também para elucidar as particularidades no contexto latino-americano, auxiliando na construção de ferramentas que permitam a mobilidade e a autonomia do idoso.

Noticiários, redes sociais e até a literatura científica reportam prevalência crescente de acidentes ocorridos com idosos ao volante, e com maior gravidade ou letalidade (CICCHINO E MCCARTT. 2015, DE FREITAS, BONOLO PDE et al. 2015). Em comparação com a população em geral, os idosos têm mais comorbidades, tomam mais medicamentos e têm mais oportunidades de polifarmácia, interações medicamentosas ou reações adversas a medicamentos, o que pode se relacionar também com acidentes no trânsito. Uma avaliação sistematizada e consistente acerca dos determinantes de uma capacidade satisfatória de direção veicular em meio a esse novo cenário de envelhecimento demográfico trará benefícios para toda a população, revestindo-se também como importante elemento para a manutenção da autonomia e da independência funcional que se almeja preservar nas fases mais tardias da vida. Assim, não podemos deixar de considerar o componente multifatorial existente na complexidade do ato de dirigir (BEHNOOD E MANNERING. 2016, KEAY, PALAGYI et al. 2016).

2. REVISÃO DA LITERATURA

2.1 O Idoso e a Direção

No Brasil, o número de motoristas idosos habilitados aumentou de 10,9% em 2011 para 15,6% em 2019, alcançando 10 milhões de motoristas nessa faixa etária (MINISTÉRIO DE INFRAESTRUTURA DO BRASIL. 2019).

Segundo a Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997 (Código de Trânsito Brasileiro), o prazo para renovação nacional de habilitação muda para três anos a partir dos 70 anos de idade (artigo 147, parágrafo 2º, inciso III). É impossível determinar pela idade as condições que uma pessoa tem ou não de dirigir. Os motoristas devem se submeter a um exame médico pericial e ter bom senso e autojulgamento para a renovação da carteira nacional da habilitação, porém não são levadas em consideração as particularidades do idoso.

Alguns estudos realizados em países desenvolvidos demonstraram que os condutores mais velhos têm uma maior participação social (LEVASSEUR et al. 2015, PRISTAVEC, 2018), uma melhor qualidade de vida (HAJEK et al. 2021) e níveis mais elevados de atividade física (AMAGASA et al. 2018) em comparação com idosos que não dirigem. Em relação às condições de saúde, há menor prevalência de hipertensão, obesidade (TYROVOLAS. 2017), diabetes e sintomas depressivos (ANSTEY et al. 2017) entre idosos que dirigem em relação aos que não dirigem. Na maioria dos países desenvolvidos, a mobilidade tem sido baseada principalmente em um veículo pessoal. Essa mesma tendência pode ser observada em países em desenvolvimento (ECOLA et al. 2014).

Desigualdades na expectativa de vida, características socioeconômicas, comportamentos relacionados à saúde e condições ambientais e de saúde podem afetar a prevalência de motoristas idosos e como esses mesmos motoristas dirigem em diferentes partes do mundo (UNITED NATIONS. 2015). No Brasil, as dimensões continentais, a grande desigualdade social, o rápido envelhecimento populacional e o aumento do número de motoristas idosos colocam desafios às políticas públicas de saúde, especificamente voltadas à mobilidade (MINISTÉRIO DE INFRAESTRUTURA DO BRASIL. 2019). Identificar as condições de saúde e os comportamentos relacionados à saúde associados à condução pode contribuir para o planejamento de políticas públicas que visam manter a

autonomia para dirigir em idosos, garantindo assim o bem estar e o envelhecimento bem sucedido (NG et al. 2020).

Atualmente, a sociedade move-se sobre rodas e a independência de muitos idosos depende da sua habilidade para dirigir veículos automotores. Os idosos são mais experientes como condutores e, em geral, mais prudentes quando na direção de um veículo. Não dirigem em excesso de velocidade ou alcoolizados, salvo exceções, utilizam o cinto de segurança com mais frequência que os demais condutores, não cometem infrações conscientemente e cuidam da manutenção do veículo. Mas, com frequência e de forma inconsciente, desrespeitam os sinais e regras do trânsito, não sinalizam suas manobras, desobedecem a placas de paradas e sinais vermelhos, realizam conversões proibidas à esquerda, retornam em local proibido e não circulam pelo lado direito da via (ADURA 2013). Muitos mantêm, no entanto, a habilidade de dirigir competentemente e com segurança. Basear-se na idade cronológica para impedir que um idoso dirija não é prática desejável.

As infrações de trânsito mais comuns em idosos estão associadas a déficit de atenção. A maior incidência de acidentes nos cruzamentos de vias pode se dever à redução do campo visual ou à menor mobilidade do pescoço e dificuldades de processar as informações sobre distâncias e velocidades (KIM et al. 2021). Idosos comumente apresentam déficits na atenção dividida, particularmente quando as tarefas demandadas são múltiplas e mais complexas. Há uma maior dificuldade em dirigir à noite devido à redução significativa da acuidade visual em condições de baixa luminosidade (BETZ e LOWENSTEIN. 2010). Muitas vezes, as dificuldades visuais motivam motoristas idosos a modificar seus hábitos de dirigir.

Motoristas mais velhos têm maiores taxas de violações de trânsito e estão envolvidos em mais colisões de carros por quilômetro rodado (LI et al. 2003). As taxas de mortalidade de idosos condutores são mais elevadas e atingem os valores mais altos por volta dos 85 anos de idade. Em relação a distâncias percorridas, as taxas de colisões e acidentes fatais começam a aumentar a partir dos 70 anos (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFE ADMINISTRATION. 2018). Esse fato foi explicado de duas maneiras: as condições clínicas dos idosos e o declínio funcional relacionado à idade aumentam a probabilidade de envolvimento em acidentes (ANSTEY, WOOD, LORD, WALKER. 2005); e a estrutura corporal frágil de idosos é menos capaz de tolerar o impacto de um

acidente e essa gravidade elevada das consequências resulta em um número maior de ferimentos graves, hospitalizações e mortes em comparação a motoristas mais jovens (MEULENERS, HARDING, LEE, LEGGE. 2006).

Muitos idosos modificam a sua condução em resposta ao declínio das condições de condução, como, por exemplo, em um cenário de chuva forte à noite (BALDOCK et al. 2006), conduzem distâncias mais curtas e próximas de casa, conduzem mais devagar em rotas mais difíceis e mantêm uma maior distância entre os carros (DONORFIO et al. 2008). A literatura sugere que estes comportamentos de condução defensivos e autorregulados podem proteger eficazmente os condutores idosos contra acidentes (DE RAEDT, PONJAERT-KRISTOFFERSEN. 2000).

2.2 eDOS

Não há nenhum marcador único que irá funcionar como determinante de aptidão para conduzir um veículo automotor (LYMON, McGWIN, SIMS. 2001). A equipe de pesquisa do programa de direção de pessoas idosas (CANDRIVE II) do Instituto Canadense em Saúde foi financiada em 2008 para criar uma coorte prospectiva de motoristas idosos ativos a serem acompanhados por vários anos, avaliando mudanças em suas habilidades funcionais, práticas de direção, bem como acidentes e multas por violações de regulamentos de direção. O objetivo geral desse estudo foi desenvolver uma regra de decisão de direção para que os clínicos de saúde pudessem identificar motoristas idosos com risco. CANDRIVE II obteve sucesso no recrutamento de 928 motoristas com 70 anos ou mais em sete cidades canadenses. O Ozcandrive também estabeleceu locais na Austrália e Nova Zelândia, onde foram recrutados mais 302 motoristas com 75 anos ou mais (MARSHALL et al. 2013). Os participantes foram submetidos a uma avaliação abrangente no início do estudo e anualmente depois disso, bem como a uma breve avaliação de acompanhamento aos quatro e oito meses de cada ano.

No CANDRIVE II, foi desenvolvido o eDOS (*Electronic Driving Observation Schedule*), que é um método para observar e registrar diretamente as manobras de direção de motoristas idosos durante a rotina de direção (MARSHALL et al. 2013). Um dispositivo de bordo foi instalado no veículo de cada participante para registrar a exposição e o comportamento ao dirigir (GAGNON et al. 2016). As práticas habituais de condução dos participantes (distância de rota, duração, tipo de estrada, velocidade) foram registradas por

meio de dispositivos de gravação instalados nos veículos dos participantes, e as medidas da capacidade funcional dos participantes, condições médicas e capacidades de condução autorrelatadas e praticadas foram documentadas (KOPPEL et al. 2019). Os participantes dirigiram seu próprio veículo e foram incentivados a dirigir como fariam normalmente em sua rotina. Manobras de direção válidas incluíram cruzamentos, mudança de faixa, entrada em vias, direção livre e manobras em baixa velocidade. Para cada manobra, foram registradas as variáveis ambientais e comportamentais correspondentes (CHEN et al. 2020). Definições operacionais de todos esses fatores foram fornecidas no Manual e guia de pontuação detalhado do eDOS, que se encontra no Anexo D (VLAHODIMITRAKOU et al. 2013, KOPPEL et al. 2016). Se um participante normalmente evitasse dirigir em determinadas condições climáticas, como chuva forte, foi dada a ele a opção de reagendar sua observação de direção.

Usando as gravações do eDOS e uma pontuação de complexidade de manobra e ambiente, a pontuação total ponderada do eDOS foi calculada. A pontuação de complexidade da manobra de direção e ambiente foi gerada para quantificar o nível geral de dificuldade de cada manobra durante a rota percorrida. Essa pontuação variou de 1 a 3, sendo que a pontuação mais alta indica manobras e ambientes de direção mais difíceis e complexos. A pontuação total ponderada do eDOS representou o desempenho geral de condução do motorista, sendo a soma das pontuações de erros ponderada: para cada erro de condução cometido. Os erros receberam um peso variável de 1 (erro de baixo risco) a 3 (erro de alto risco), com base no nível de risco do tipo de erro e na correspondente complexidade da manobra. Pontuações totais do eDOS ponderado mais baixas assinalaram um melhor desempenho de direção, enquanto pontuações mais altas indicaram que o motorista cometeu erros mais graves em ambientes mais complexos, ou demonstraram vários hábitos de direção ruins, como, por exemplo, não sinalizar ao virar à direita em uma rua residencial tranquila. Como a pontuação total ponderada do eDOS foi calculada pela soma dos valores atribuídos aos erros, o sistema de ponderação para essas pontuações foi desenvolvido com base em uma revisão da literatura e em uma série de pesquisas online com especialistas na área de reabilitação (CHEN. 2018). A pontuação ponderada foi criada para representar o desempenho de direção, não apenas usando a contagem de erros de direção, mas também contabilizando o nível de risco de cada erro (CHEN, GÉLINAS e MAZER. 2020).

Ao fazer um teste de direção, os erros de direção resultam em uma pior execução do teste. Contudo, alguns erros de condução são menos críticos que outros e certos erros podem ser mais tolerados que outros, de forma que o condutor pode ter um bom resultado mesmo com alguns pequenos erros (SCHECHTMAN et al. 2010).

O objetivo da avaliação *on road*, que é padrão ouro para determinação da aptidão para conduzir, é examinar a capacidade de dirigir de uma forma que o idoso possa integrar de forma eficiente e eficaz seus conhecimentos como atenção seletiva, controle motor, julgamento, tomada de decisão e conhecimento de sinais e regras de trânsito para dirigir com segurança em ambientes da vida real (DI STEFANO e MACDONALD. 2006). Esses protocolos permitem que os avaliadores observem e registrem simultaneamente o desempenho de direção e também garantam a consistência e a imparcialidade dos testes entre pacientes (CHEN, GÉLINAS e MAZER. 2018).

2.3 Funcionalidade

A mobilidade é uma capacidade funcional importante para determinar qualidade de vida e independência em qualquer faixa etária (VANCE et al. 2006). A mobilidade abrange desde a capacidade de se levantar e deambular até a aptidão para utilizar de meios de transporte, sendo componente essencial da vida cotidiana e crucial para manter contatos sociais, independência, empoderamento e bem estar (GURALNIK et al. 1996, VIVODA et al. 2020). As diferenças individuais de mobilidade resultam de uma interação complexa entre muitos fatores, incluindo condição socioeconômica, sexo, estado cognitivo e circunstâncias ambientais, além do estado de saúde.

A literatura aponta que o risco de dirigir de forma insegura aumenta com a idade avançada (MOON et al. 2018; PITTA et al. 2021) e que testes funcionais podem ser preditivos para o declínio desta competência (REGER, WELSH et al. 2004). Uma boa funcionalidade física está associada à redução do envolvimento em acidentes e à diminuição das chances de parar de dirigir nos anos subsequente à avaliação (SIMS et al. 2007; MIELENZ et al. 2017; LINDA et al. 2019), com declínios físico-funcionais em funções como equilíbrio, marcha e força de membros inferiores sendo mais decisivos para definir capacidade de dirigir (DAVIS et al. 2011).

Como a cessação da condução veicular representa uma ameaça à mobilidade contínua que pode culminar em dependência e depressão (MAROTTOLI et al. 1997,

BABULAL et al. 2019), torna-se necessário identificar declínios físicos que levam a mudar hábitos e a assumir riscos durante a condução, de modo a permitir que intervenções eficazes e precoces evitem restrições e insegurança. Embora a maioria dos condutores mais velhos tenha um grande conhecimento e experiência em conduzir veículos, é provável que a capacidade seja afetada por alterações decorrentes da idade, sobretudo relacionadas com as funções sensoriais, a cognição e o desempenho físico (EDWARDS et al. 2008).

Uma vez que são necessários múltiplos domínios de motricidade e de biomecânica durante a condução de um veículo (agilidade, coordenação, equilíbrio, força, flexibilidade, entre outras), algumas funções podem ser mais exigidas do que outras. A análise dos artigos aqui considerados indicou que alterações em marcha e em equilíbrio, assim como uma diminuição da força de preensão e uma limitação rotacional de coluna cervical, estavam frequentemente associadas com a direção insegura, pelo fato de o conjunto de estudos avaliados quase unanimemente descrever declínio em uma ou outra dessas funções entre seus participantes.

Sabe-se que velocidade da marcha é um importante indicador do estado geral de saúde (LIU et al. 2016; PERERA et al. 2016) e da funcionalidade física (INZITAMARI et al. 2017) de pessoas idosas. Há preocupação com motoristas que apresentam velocidade reduzida da marcha (RESNICK. 2016) dada a relação significativa com a ocorrência de acidentes de trânsito (TALWAR et al. 2019). Dos nove artigos revisados, sete artigos expressaram redução da velocidade da marcha como preditor de má direção (MAROTTOLI et al. 1998; SIMS et al. 2001, EMERSON et al. 2012, ALONSO et al. 2016, ANTIN et al. 2017, LINDA et al. 2019, BINOTTO et al. 2021). Os artigos revisados não se mostraram consensuais em relação a uma estimativa de velocidade de marcha, mas convergiram entre si ao apontar escores aumentados em teste de caminhada rápida entre os motoristas idosos com pior desempenho (maior que 9 segundos) em comparação com os motoristas com melhor desempenho (menor que 9 segundos), geralmente em uma distância de tres metros. Conclui-se que a avaliação da velocidade da marcha é um importante parâmetro na avaliação da direção veicular. A alteração de marcha não foi apenas a habilidade física mais frequentemente investigada, mas também a função mais comumente associada à alteração na direção em idosos.

Dos nove artigos revisados, três artigos avaliaram a relação entre força de preensão e desempenho em direção veicular (MAROTTOLI et al. 1998, ALONSO et al. 2016,

ANTIN et al. 2017). Um deles não apresentou associação significativa entre diminuição de força de preensão e história de eventos adversos na direção (MAROTTOLI et al. 1998). No segundo, os testes de força de preensão manual e de caminhada em ritmo acelerado foram os dois melhores preditores de acidentes avaliados (ANTIN et al, 2017), enquanto, no terceiro estudo, a força muscular no teste de flexão plantar, a força de preensão manual e a velocidade de marcha foram preditores essenciais para uma direção segura (ALONSO et al. 2016).

Segundo a revisão realizada, há outros elementos físicos que são relevantes para uma direção segura por idosos. Também não podemos deixar de mencionar a limitação de rotação de cervical como aspecto identificado em meio aos relatos. Dos nove artigos revisados, três analisaram a associação entre limitação de rotação de cervical e desempenho à direção (MAROTTOLI et al. 1998, WOOD et al. 2008, GUO et al. 2015), dos quais dois concluíram que a alteração nesta propriedade biomecânica determinava uma direção insegura por idosos (MAROTTOLI et al. 1998, WOOD et al. 2008). Sabe-se que amplitude de rotação de cervical é importante para detecção de carros ou objetos ao lado ou atrás do veículo, particularmente em cruzamentos ou em áreas nas quais os idosos costumam apresentar problemas. Os dois artigos analisados vão ao encontro de outro relato que revelou associação indireta entre rotação limitada de cervical e desempenho de direção (McPHERSON et al. 1989), em que se comparou a aptidão de jovens e idosos para dirigir, havendo maior limitação de rotação entre os idosos.

Em menor proporção, porém não menos importante, o equilíbrio corporal mostrou-se uma variável que se associou com direção veicular segundo os relatos colhidos. Com relação ao equilíbrio corporal, dos nove artigos revisados, dois artigos expressaram que a alteração desta funcionalidade motora atuava como preditor de má direção (WOOD et al. 2008, LINDA et al. 2019). A descoberta de que uma maior oscilação postural (*postural sway*) também consiste em preditor de direção insegura está em consonância com outros estudos que encontraram ligação entre uma propensão a cair e o risco de acidentes em motoristas idosos (BALL et al. 2006). Apesar de um déficit em equilíbrio ser sugestivo de risco aumentado à direção (ACKERMAN et al. 2008), a questão encontra divergência na literatura na forma de estudos que não encontraram evidências significativas de que o equilíbrio afetasse desempenho ao dirigir (GUO et al. 2015, CARR et al. 2016).

Em meio ao corpo de evidências acima descrito, não causa surpresa que a fragilidade física consista em fenótipo clínico associado às restrições relacionadas à direção (LENARDT et al. 2017) e com o aumento no número de acidentes (LIU et al. 2020), uma vez que a lentificação de marcha, a redução em força e o equilíbrio corporal prejudicado são comuns entre pacientes frágeis. Em nosso entendimento, a fragilidade física pode concorrer ou mesmo se sobrepor em importância clínica a outras possíveis condições médicas relacionadas à idade para determinar inaptidão para a condução de veículos (MARSHALL. 2008). Em linha, indivíduos sarcopênicos também podem apresentar uma direção veicular prejudicada ao se exporem a um risco maior de situações adversas (AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION. 2006).

Dada a complexidade da relação entre funcionalidade física e direção veicular, a diversidade de protocolos e de testes utilizados, assim como a dificuldade em estabelecer uma relação direta entre a alteração física e a aptidão para a direção, parecem ser o maior desafio na condução da revisão de literatura aqui apresentada. Como o perfil dos comprometimentos físicos e dos desfechos clínicos difere, a padronização dos instrumentos utilizados torna-se fator importante em estudos que visam identificar domínios físicos essenciais à direção.

Chama atenção que somente dois estudos aqui revisados eram oriundos de países em desenvolvimento (ALONSO et al. 2016, BINOTTO et al. 2021), sendo digno de nota a falta de relatos da África e Ásia e de outros países da América Latina. Esta ausência de estudos em diferentes cenários pode ser considerada uma limitação do corpo de conhecimento existente, pois impossibilita que conclusões sejam generalizadas. A diversidade sociocultural, bem como as diferenças em regras, práticas e condições de trânsito entre países, são fatores que podem influenciar os resultados desses estudos.

Cabe considerar que a análise transversal consistiu no desenho de estudo mais comum entre os trabalhos revisados, e as restrições metodológicas inerentes a essa natureza de investigação também pode ser um fator de limitação. Apesar de não reportado como limitante por nenhum dos estudos, o relato com menor tamanho amostral investigou 20 indivíduos, não podendo esse aspecto ser desconsiderado. Outro aspecto importante para esta revisão consiste no método de avaliação da direção adotado em cada estudo. Mesmo sabendo que o teste de condução *on road* consiste no padrão ouro para se avaliar a aptidão para conduzir, por proporcionar condições comparáveis às do cenário real (SAWADA et

al. 2019), nem todos os estudos revisados empregaram esse método, sendo inclusive fonte de variabilidade entre estudos. Devem ser feitos novos estudos considerando o padrão-ouro para enriquecer a literatura com dados de condições reais de condução, de maneira que as revisões deverão considerar os métodos separadamente. Outra limitação da nossa análise é o número de artigos que avaliam a relação da função física com a direção veicular. Por fim, não foi possível realizar uma meta-análise devido ao número de artigos incompletos e inconsistentes. Todas essas limitações podem ser supridas com o desenvolvimento de novas pesquisas que empreguem metodologias semelhantes, buscando refletir as condições reais de direção, em diferentes regiões do mundo, de forma a se considerar diferenças culturais e de regras de trânsito.

É fundamental assegurar que o maior número possível de idosos possa continuar a conduzir e, ao mesmo tempo, garantir que aqueles que não tenham mais a aptidão necessária para conduzir sejam identificados. Em última instância, a necessidade de cessação do ato de dirigir pode ocorrer ao longo do curso da vida, e a literatura especializada ainda carece de instrumentos e protocolos pautados em variáveis demográficas, visuais, motoras e cognitivas suficientemente preditivos desse estágio (EMERSON et al. 2012).

Com base nos achados desta revisão integrativa, as alterações em marcha e equilíbrio, a diminuição de força de preensão e a limitação rotacional de coluna cervical foram as funções cujo declínio foi mais frequentemente relatado quando foi detectada a direção insegura. A velocidade da marcha é um importante parâmetro para avaliação da direção veicular e foi a variável mais frequentemente avaliada nos nossos achados. Nas nossas condições, os testes de caminhada rápida foram aqueles encontrados em associação com direção veicular em maior frequência.

A avaliação físico-funcional e a avaliação de direção como ferramenta na tomada de decisão sobre a aptidão para conduzir em idosos são de extrema importância e relevância. Entretanto, para melhorar a generalização dos resultados, recomenda-se que os instrumentos utilizados para avaliação sejam padronizados nos ambientes de pesquisa.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo deste estudo consistiu em avaliar o desempenho físico-funcional de condutores idosos brasileiros residentes na comunidade em domínios relevantes à condução veicular, associando esses achados ao desempenho desses motoristas em teste padronizado de direção veicular em condições reais de trânsito urbano.

3.2 Objetivos específicos

- Investigar o desempenho de cada sujeito idoso nos testes funcionais aplicados (variáveis de exposição) para caracterização da amostra;
- Aplicar teste de condução veicular em condições reais *on road* de trânsito urbano, associando esses desfechos com o desempenho dos idosos nos testes funcionais;
- Avaliar se o desempenho dos motoristas idosos nos testes funcionais se associa com os escores de condução obtidos mediante o teste *on road*;
- Produzir um artigo de revisão sobre o determinado tema.

4. MÉTODO

4.1 Delineamento do Estudo

Trata-se de estudo transversal analítico realizado no Centro Multidisciplinar do Idoso (CMI) do Hospital Universitário de Brasília (HUB), Brasília, DF, Brasil, com idosos da comunidade recrutados pela técnica de “bola de neve” (HECKATHORN. 2011), baseando-se na divulgação da pesquisa por contato direto, e-mails, redes sociais e mídia impressa. Essa pesquisa seguiu as recomendações metodológicas segundo a iniciativa denominada *Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology* (STROBE) (VON ELM, ALTMAN et al. 2007). O projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da UnB (CAAE: 02590918.0.0000.5558). A pesquisa conta com parceria de pesquisadoras internacionais da McGill University, responsáveis pela condução do importante *CanDrive Study* sediado no Canadá para compreensão dos determinantes da boa condução veicular por idosos naquele país.

4.2 Contexto

A coleta de dados ocorreu entre fevereiro de 2020 e agosto de 2023, com interrupção entre março de 2020 e outubro de 2021 em função da pandemia de COVID-19. A avaliação clínica, funcional e cognitiva foi realizada em ambiente ambulatorial, enquanto a avaliação de direção veicular (*on road*) foi conduzida em trajeto urbano pré-estabelecido em veículo do próprio participante.

4.3 Participantes

Foram selecionados idosos não dementes que preencheram os critérios de inclusão ao concordar e assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (ANEXO A), ter 60 anos ou mais de idade, ter quatro anos ou mais de escolaridade formal, ter cinco ou mais anos de habilitação e utilizar veículo automotor com regularidade igual ou superior

a uma vez por semana. Na avaliação clínica, o participante deveria apresentar desempenho ao mini exame do estado mental (MEEM) (FOLSTEIN, FOLSTEIN et al. 1975) superior aos pontos de corte estabelecidos por escolaridade para a população brasileira (LOURENÇO e VERAS. 2006) e consumir medicações sem alterações de esquema posológico nas quatro semanas anteriores à coleta de dados. Ademais, cada participante deveria apresentar acuidade visual (SNELLEN > 20/50 em ao menos um olho) (MCGRAW, WINN et al. 1995) e auditiva satisfatórias ($\geq 92\%$ de reconhecimento de fala) (JERGER, SPEAKS et al. 1968). Por fim, o condutor deveria relatar ter dormido de forma adequada e suficiente, além de negar uso de bebida alcóolica nas 24 horas anteriores ao momento da testagem funcional/cognitiva e de direção veicular, que ocorreram sequencialmente.

Foram excluídos participantes com diagnóstico de esquizofrenia, desordens esquizoafetivas, síndromes demenciais, injúrias cerebrais importantes, transtornos delirantes ou do humor com características psicóticas, assim como casos de delirium ativo ou distúrbio intenso do sono não tratado, segundo critérios clínicos do DSM-V (AMERICAN PSYCHIATRIC ASSOCIATION and FORCE. 2013). Foram excluídos participantes que fazem uso de fármacos com atuação no sistema nervoso central que, segundo avaliação clínica, podem interferir nos comportamentos relacionados à direção veicular. Casos de habilitação especial com adaptação veicular para limitações ou incapacidades físicas permanentes também foram excluídos.

4.4 Caracterização da Amostra e Avaliação Clínica

Todos os participantes realizaram uma breve triagem clínica em que foram coletadas as seguintes informações: sexo (feminino/masculino); idade (em anos completos); escolaridade (5 a 8 anos; 9 a 11 anos; > 11 anos); tempo de habilitação (em anos); presença de comorbidades (hipertensão arterial sistêmica, diabetes mellitus, hipotireoidismo e COVID-19); uso de medicamentos psicotrópicos; número de dias da semana em que usa o carro para sair (até dois dias; 3 a 5 dias; 6 a 7 dias). Foram submetidos, ainda, a um questionário relativo à prática da direção veicular, de autopercepção da habilidade de dirigir e relacionado à adaptação e ao fato de evitar situações de risco ao

dirigir (ANEXO B). Além disso, foi considerada a melhor nota do participante no teste de SNELLEN de ambos os olhos.

4.5 Avaliação físico-funcional

A avaliação físico-funcional foi realizada por fisioterapeuta em sessões individuais com duração média de 30 minutos (ANEXO C). Foi avaliada a força de preensão com dinamômetro manual analógico (marca Jamar, precisão de 1 Kg/F, São Paulo, Brasil), conduzido como descrito alhures (RANTANEN, ERA et al. 1994; FERRUCCI, BANDINELLI et al. 2000). O tamanho da pegada foi ajustado de modo que o participante se sentisse mais confortável. Esse teste foi selecionado devido à excelente reprodutibilidade de suas medidas com a força de outros grupos musculares e por refletir a força muscular geral. Os participantes foram orientados a permanecer sentados e manter o braço aduzido paralelo ao tronco e cotovelo fletido a 90 graus. A preensão média (quilogramas-força) foi obtida a partir de três tentativas, com intervalo de aproximadamente 2 minutos de descanso entre tentativas.

Ademais, foi utilizado o instrumento *Short Physical Performance Battery* (SPPB) para avaliação da capacidade funcional baseada em testes que avaliam equilíbrio estático em pé, velocidade da marcha habitual e força muscular de membros inferiores. Para avaliação do equilíbrio estático, o instrumento possui três subdivisões, sendo o equilíbrio avaliado em três posições diversificadas por 10 segundos (posição tandem, semi-tandem e pés paralelos). Para avaliar a velocidade habitual de marcha, foi sugerido que o idoso caminhasse em passo habitual por quatro metros. Já para avaliar a força muscular de membros inferiores, utilizou-se do teste de levantar-se da cadeira e sentar-se nela por cinco vezes consecutivas e sem apoio ou auxílio dos membros superiores (NAKANO. 2007). A pontuação final do SPPB é dada pela soma dos três testes, e pode variar de 0 a 12. De acordo com a pontuação: 0 a 3 pontos: incapacidade; 4 a 6 pontos: baixa capacidade; 7 a 9 pontos: capacidade moderada e 10 a 12 pontos: boa capacidade (GURALNIK, FERRUCCI et al. 1995).

O teste de velocidade de caminhada foi realizado em corredor com cerca de 8,6 metros, demarcado com fita adesiva, sendo que os dois metros iniciais (aceleração) e finais (desaceleração) não foram contabilizados. Assim, o trecho de 4,6 metros é que foi medido efetivamente. Participantes foram orientados a caminhar em ritmo usual. A posição inicial

foi de pé com ambos os pés unidos ao início do curso da caminhada. O cronômetro foi acionado quando o pé do participante tocou o chão através da linha de demarcação inicial. O avaliador se posicionou atrás e ao lado do participante e encerrou imediatamente a cronometragem quando o pé do participante tocou o chão após a linha de término do curso de caminhada. O teste foi realizado três vezes e a velocidade média das tentativas (m/seg) foi estimada.

4.6 Avaliação de Direção Veicular

No contexto brasileiro, o eDOS consistiu no instrumento principal de avaliação de direção *on road* dos condutores, aplicado com adaptações. O eDOS foi desenvolvido como uma ferramenta de avaliação ecológica, sendo útil para observar e documentar comportamento de condução para uma variedade de manobras sob protocolo padronizado e conciso (em cerca de 30 minutos de execução), sobretudo com condutores idosos. (KOPPEL, CHARLTON et al. 2013).

O trajeto escolhido consistiu em um percurso de cerca de 10 km que alternava vias urbanas primárias e secundárias, incluindo acesso a áreas residenciais, e que ora era constituído por múltiplas faixas de rodagem, ora por via com duas faixas em mesmo sentido, sempre delimitadas por calçamento ao lado. A rota a ser percorrida foi pré-estabelecida e contemplou cenários representativos de circunstâncias cotidianas, com semáforos, sinais de trânsito, rotatórias e lombadas ao longo do circuito. O trajeto foi padronizado para todos os voluntários, iniciando-se com baixo grau de dificuldade, agregando progressivamente maior grau de dificuldade, a exemplo de algumas manobras mais complexas. (Figura 1). Os participantes iniciaram a rota de teste veicular após um descanso obrigatório de 5 minutos, sentado de forma confortável, com a expectativa de que a rota de aferição tivesse aproximadamente 20 a 30 min de duração.

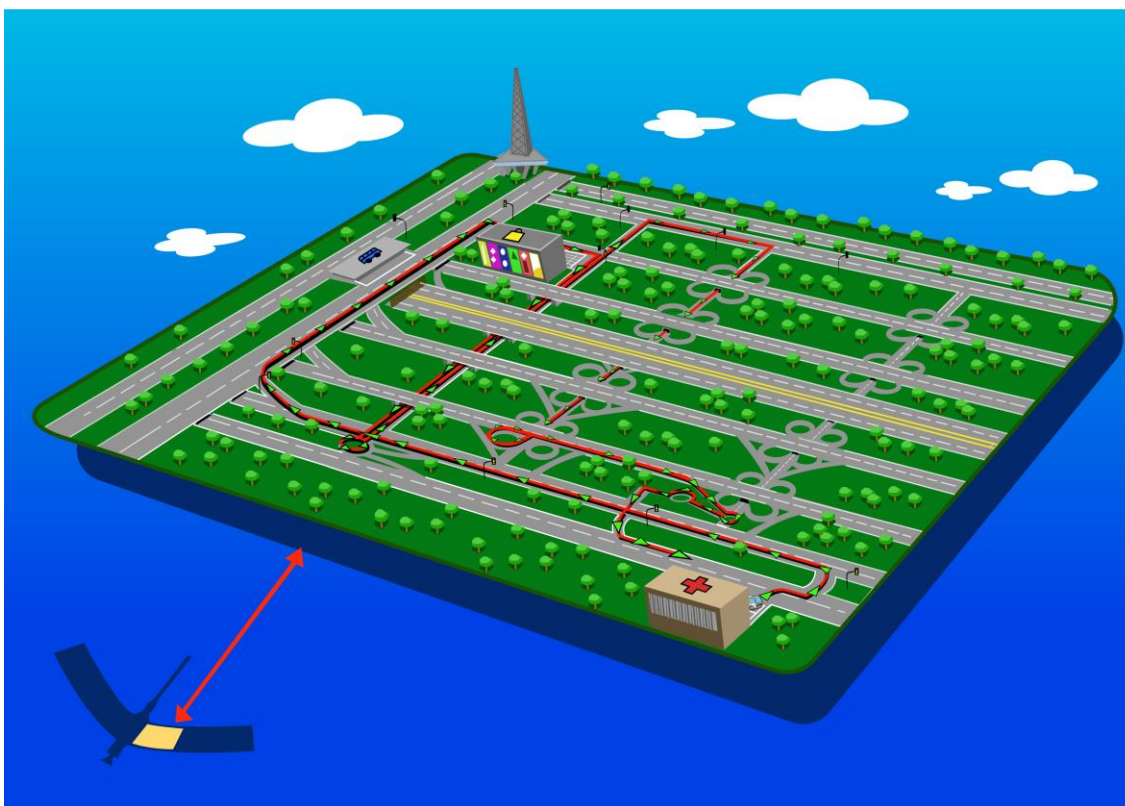


Figura 1: Visão esquemática do percurso pré definido pelos participantes na cidade de Brasília, Brasil.

Cada participante conduziu seu próprio veículo em condições reais de trânsito em companhia de um integrante da equipe treinado e qualificado em avaliação de direção veicular. Um único avaliador foi responsável pela avaliação de direção veicular dos 138 idosos. Durante a avaliação, o pesquisador se acomodava no banco dianteiro do passageiro portando um laptop para registro da forma de condução (negociação em cruzamentos, mudança ou permanência em faixa, entrada em via, manobras em baixa velocidade, entre outras), das condições ambientais (número de faixas, limite de velocidade, volume de tráfego e condições climáticas), além dos parâmetros de execução do teste (horário do teste e tempo para conclusão). Os erros de condução cometidos em cada manobra eram codificados como apropriados ou inadequados em seis categorias principais: observação do ambiente rodoviário (falta de uso de espelhos ou de rotação do pescoço para verificação com a cabeça); sinalização (falta de uso ou uso inadequado das setas); regulação de velocidade (trafegar de forma muito rápida ou muito lenta); aceitação da lacuna (perda de oportunidades ou ingresso inseguro em vias, incluindo não dar a preferência); regras de trânsito (descumprimento da sinalização ou das regras básicas); posição do veículo em

movimento ou parado (inobservância às demarcações frontais ou laterais da via, colisão com o meio-fio ou distância de parada ou de seguimento inadequadas). Foram considerados erros críticos de condução quando o veículo se envolve em um acidente ou quase se acidenta, quando o observador precisa usar de comandos verbais para evitar/corrigir um erro ou que um erro cometido produza efeitos graves, ou quando o observador necessita encerrar a avaliação por qualquer motivo relativo ao desempenho do condutor (VLAHODIMITRAKOU, CHARLTON et al. 2013) (TEAM. 2017).

Foi empregado o *electronic Driver Observation Schedule* (eDOS), desenvolvido para o estudo Candrive/Ozcandrive e que constituiu o principal instrumento de avaliação de direção *on road* (KOPPEL, CHARLTON et al. 2013). No eDOS, há o uso de uma pontuação ponderada que valoriza o número e o tipo de erros conforme a complexidade das manobras e a via de tráfego, e que gera uma correlação inversa entre a pontuação obtida com o eDOS e o desempenho à condução veicular, ou seja, pontuações totais mais altas obtidas no eDOS indicam um número mais alto ou maior de risco de erros de direção cometidos durante a condução (CHEN, GÉLINAS et al. 2020).

Após a condução, foi feita uma pesquisa composta por quatro itens para avaliar a percepção dos motoristas sobre a experiência no trajeto. Eles foram solicitados a avaliar a qualidade de sua condução geral durante o eDOS, a dificuldade da tarefa de dirigir durante o eDOS em comparação com a sua condução diária, sua familiaridade com a rota e seu nível de conforto em ser observado.

4.7 Análise Estatística

Modelos de regressão linear múltipla foram empregados objetivando-se verificar se as variáveis independentes de desempenho físico-funcional foram preditores significativos dos escores de direção obtidos com a aplicação do instrumento eDOS. As análises de regressão se deram em duas etapas consecutivas: simples e múltipla. A partir das análises de regressão simples, todas as variáveis independentes que atingiram um valor de $p < 0,20$ foram incluídas na análise múltipla, que empregou um procedimento de seleção *stepwise* com nível de significância de 0,05 como critério para permanência ou saída de variáveis e obtenção dos modelos regressão múltipla. Os resultados foram expressos em termos de

coeficientes de linear da regressão (β) e razão de prevalência (RP) padronizados e seus respectivos intervalos de 95% de confiança.

Ademais, o modelo de regressão de Poisson com variância robusta foi empregado objetivando-se verificar se as variáveis de desempenho físico-funcionais foram preditores significativos para o número de erros em cruzamento, mudança de faixa e entrada em via. Em todos os casos, realizou-se ajustamento para possíveis covariáveis demográficas e clínicas (sexo, idade, escolaridade, prática de atividade física, ter tido COVID-19, melhor escore de acuidade visual e uso de fármacos que podem afetar a direção), assim como para existência de dispositivos de assistência à condução (câmera/sinal sonoro em marcha a ré e câmbio automático), sendo incluídas apenas as covariáveis em que o modelo de regressão múltipla final indicava $p < 0,20$.

De forma a garantir uma distribuição gaussiana e homocedástica dos dados, as variáveis dependentes (eDOS ponderado e erros em manobras) sofreram transformações de Box-Cox (BOX e COX. 1964). A multicolinearidade entre variáveis independentes foi avaliada e considerada como presente a partir de um indicador de tolerância superior a 0,60. As análises foram realizadas pelo programa SAS 9.4.

5. RESULTADOS

A coleta de dados iniciou-se no segundo semestre de 2019. Devido à pandemia de COVID-19, tivemos uma interrupção no período de março/2020 a outubro/2021. Iniciamos um retorno progressivo a partir de outubro/2021.

Foi possível recrutar 139 voluntários, tendo havido uma retirada do estudo por desistência em completar o protocolo. A amostra final de 138 motoristas idosos habilitados apresentava idade média de 70,7 anos e era composta em ampla preponderância por indivíduos não etilistas (98,6%) ou tabagistas (96,4%), com escolaridade superior a 11 anos (84,0%) e aposentados (83,3%). Houve relativa preponderância de condutores do sexo feminino (64,5%), casados (56,5%) e ativos fisicamente (60,9%) (Tabela 1). Os participantes exibiam boa condição geral de saúde, quadro ilustrado pela marcante ausência de doenças, comorbidades ou incapacidades prevalentes na faixa etária, a exemplo de AVC prévio (99,3%), osteoartrose limitante (96,4%), doença do labirinto (94,2%), depressão (89,1%), dor crônica (89,1%), diabetes mellitus (85,5%), hipotireoidismo (73,2%) ou hipertensão arterial sistêmica (60,9%). Do total, 55,1% não usavam óculos, enquanto mais de 90% não usavam aparelhos auditivos (92,0%) ou dispositivo auxiliar para marcha (98,5%). Pouco mais que a metade não relatou acometimento por COVID-19 (50,8%), enquanto a prevalência de sobrepeso (42,7%) foi baixa. Do total, 52,2% faziam uso de até três medicações, porém com maioria não fazendo uso de psicotrópicos (79,0%) ou de medicamentos com ação direta no SNC (91,3%) (Tabela 2).

Os condutores relataram história média de habilitação por 43,7 anos, com frequência atual de direção de seis a sete dias por semana (63,7%) (Tabela 3). Do total, 79,7% não utilizavam outra forma de transporte (público ou particular) e 63,7% não aceitariam recomendação familiar para parar de dirigir, apesar de 81,2% relatarem que considerariam se a indicação pela cessação da prática da direção partisse de um profissional médico (Tabela 4). Com relação aos hábitos de condução, 92,7% relataram que se sentiam seguros em trajetos não rotineiros, sendo que 78,9% declararam dirigir à noite e 94,2% na chuva. Cerca de 82,6% alegaram ser o principal condutor da casa, com 62,3% afirmando não dividir a direção com outra pessoa, apesar de 63,0% do total afirmarem haver outro

condutor de veículos no seu domicílio. Em relação ao automóvel, 62,3% possuíam carro automático e 67,3% apresentavam dispositivo de assistência em marcha ré.

Tabela 1 – Distribuição dos pacientes segundo variáveis sociodemográficas e clínicas

Variáveis	Frequência (N = 138)	Porcentagem
Gênero		
Feminino	89	64,49
Masculino	49	35,51
Idade		
60 a 69 anos	62	44,93
70 a 79 anos	58	42,03
≥ 80 anos	18	13,04
Estado Civil		
Casado	78	56,52
Solteiro	19	13,77
Viúvo	27	19,57
Divorciado	14	10,14
Escolaridade		
5 a 8 anos	3	2,17
9 a 11 anos	19	13,77
> 11 anos	116	84,06
Ocupação		
Aposentado	115	83,33
Ativo	20	14,49
Do Lar	3	2,17
Atividade Física		
Ativo	84	60,87
Sedentário	54	39,13
Osteoartrose limitante		
Não	133	96,38
Sim	5	3,62
Diabetes Mellitus		
Não	118	85,51
Sim	20	14,49
Etilismo		
Não	136	98,55
Sim	2	1,45
Hipotireoidismo		
Não	101	73,19
Sim	37	26,81
Usa Bengala		
Não	136	98,55
Sim	2	1,45
Dor Crônica		
Não	123	89,13
Sim	15	10,87
Hipertensão		
Não	84	60,87
Sim	54	39,13
Tabagismo		
Não	133	96,38
Sim	54	39,13

Tabela 2 – Distribuição dos pacientes segundo variáveis sociodemográficas e clínicas

Variáveis	Frequência (N = 138)	Porcentagem
AVC		
Não	137	99,28
Sim	1	0,72
Doenças do labirinto		
Não	130	94,20
Sim	8	5,80
Depressão		
Não	123	89,13
Sim	15	10,87
COVID 19		
Não	65	50,78
Sim	63	49,22
Número de medicações (exceto vitaminas)		
Nenhuma	22	15,94
Até 3	72	52,17
Mais de 3	44	31,88
Psicotrópicos		
Não	109	78,99
Sim	29	21,01
Medicamento com Ação direta no SNC		
Não	126	91,30
Sim	12	8,70
Pressão arterial compensada/normal		
Não	8	5,80
Sim	130	94,20
IMC		
Baixo Peso	2	1,45
Peso Normal	48	34,78
Sobrepeso	59	42,75
Obesidade	29	21,01
Melhor nota do SNELLEN de ambos os olhos		
20/50	2	1,45
20/40	29	21,01
20/30	35	25,36
20/25	46	33,33
20/20	26	18,84
Índice percentual de reconhecimento de fala		
80 a 88 %	2	1,45
92 a 100 %	136	98,55
Mini Exame do Estado Mental		
24 a 27	13	9,42
28	17	12,32
29	39	28,26
30	69	50,00
Anos de Habilitação		
< 40	34	24,64
40 a 49	78	56,52
≥ 50	26	18,84

Tabela 3 – Distribuição dos pacientes segundo variáveis sociodemográficas e clínicas

Variáveis	Frequência (N = 138)	Porcentagem
Carro Automático		
Não	52	37,68
Sim	86	62,32
Dispositivo de assistência em marcha a ré		
Não	83	60,14
Sim	86	62,32
Quantos dias da semana você dirige		
Até dois dias	8	5,80
3 a 5 dias	42	30,43
6 a 7 dias	88	63,77
Sente-se seguro em trajetos não rotineiros		
Não	10	7,25
Sim	128	92,75
Há outro condutor de veículos no seu domicílio		
Não	51	36,96
Sim	87	63,04
É o principal condutor da casa		
Não	24	17,39
Sim	114	82,61
Divide a direção com outra pessoa		
Não	86	62,32
Sim	52	37,68
Dirige à noite		
Não	29	21,01
Sim	109	78,99
Dirige na Chuva		
Não	8	5,80
Sim	130	94,20
Usa óculos para dirigir		
Não	76	55,07
Sim	62	44,93
Usa aparelho auditivo para dirigir		
Não	127	92,03
Sim	11	7,97
Envolveu-se em acidentes nos últimos 6 meses		
Não	130	94,20
Sim	8	5,80
Errou o trajeto nos últimos 6 meses		
Não	106	76,81
Sim	32	23,19
Usa aplicativos para orientar-se no trânsito		
Não	60	43,48
Sim	78	56,52

Tabela 4 – Distribuição dos pacientes segundo variáveis sociodemográficas e clínicas

Variáveis	Frequência (N = 138)	Porcentagem
Usa aplicativos para mobilidade pessoal		
Não	68	49,28
Sim	70	50,72
Utiliza taxi sem aplicativo		
Não	110	79,71
Sim	28	20,29
Utiliza transporte público		
Não	110	79,71
Sim	28	20,29
Conduz pessoas a lugares ou eventos ao menos uma vez por semana		
Não	71	51,45
Sim	67	48,55
Aceitaria recomendação familiar de parar de dirigir		
Não	88	63,77
Sim	50	36,23
Aceitaria recomendação médica de parar de dirigir		
Não	26	18,84
Sim	112	81,16

Com relação ao histórico de condução veicular nos seis meses anteriores à pesquisa, 94,2% relataram não ter se envolvido em acidentes de trânsito, enquanto 76,8%, declararam não ter errado trajetos com regularidade, apesar de 56,5% relatarem não usar aplicativo para orientar-se no trânsito. Os erros de direção observados com maior frequência em nossas condições consistiram nos erros em cruzamentos (49,3%), em mudança de faixa (43,2%) e ao ingressar em vias (7,4%).

A grande maioria dos participantes classificou o desempenho de direção com o eDOS sendo o mesmo que o seu desempenho de direção diário e classificou o nível de dificuldade como sendo o mesmo comparado com a direção diária. A maioria dos participantes relatou estar familiarizada com a rota e relatou conforto em ser observada durante o trajeto.

Com relação aos testes inferenciais, análises de regressão linear, tanto simples quanto múltipla, não mostraram nenhuma correlação significativa entre a capacidade exibida para a direção veicular e as variáveis de aferição do desempenho físico (p-valores variando de 0,2890 a 0,9632) (Tabela 5). Análises complementares por regressão múltipla de Poisson que avaliaram a relação entre as variáveis de desempenho físico e os principais erros de direção cometidos revelaram que apenas o teste de velocidade de marcha foi

considerado um preditor significativo para erros cometidos em cruzamentos (RP = 0,81; IC95% 0,65-1,00; p = 0,0470 em análise ajustada para a idade do condutor), assim como para a ocorrência de erros de ingresso em via (RP = 0,63; IC95% 0,52-0,76; p < 0,0001 em análise sem ajustamento), porém não foi um preditor significativo para erros cometidos em mudança de faixa (Tabelas 6, 7 e 8).

Tabela 5- Relação entre o eDOS ponderado e desempenho físico usando modelos de regressão linear

Variável	Regressão Linear Simples		Regressão Linear Múltipla	
	$\hat{\beta}$ - Padronizado (IC 95 %)	p-valor	$\hat{\beta}$ - Padronizado (IC 95 %)	p-valor [#]
Força manual de preensão	0,00 (-0,17; 0,17)	0,9632	-	-
SPPB (equilíbrio, velocidade e sentar e levantar)				
Teste de Equilíbrio	-0,09 (-0,26; 0,08)	0,2890	-	-
Teste de Velocidade	0,04 (-0,13; 0,21)	0,6430	-	-
Teste de Sentar e Levantar	-0,03 (-0,20; 0,14)	0,7323	-	-
Velocidade Habitual de Marcha	0,05 (-0,12; 0,22)	0,5467	-	-

$\hat{\beta}$ - Coeficiente linear estimado padronizado do modelo de regressão

[#] p-valor obtido após seleção de variáveis utilizando procedimento stepwise

Tabela 6 - Relação entre erros em cruzamentos e desempenho físico usando modelos de regressão de Poisson com variância robusta

Variável	Regressão Poisson Simples		Regressão Poisson Múltipla [*]	
	RP (IC 95 %)	p-valor [#]	RP (IC 95 %)	p-valor [#]
Força Manual de Preensão	0,99 (0,98; 1,01)	0,3806	-	-
SPPB (equilíbrio, velocidade e sentar e levantar)				
Teste de Equilíbrio	0,90 (0,77; 1,05)	0,1760	-	-
Teste de Velocidade	0,78 (0,62; 0,97)	0,0259	0,81 (0,65; 1,00)	0,0470
Teste de Sentar e Levantar	0,89 (0,77; 1,03)	0,1198	-	-
Velocidade Habitual de Marcha	1,12 (1,01; 1,23)	0,0240	-	-

RP- Razão de Prevalência

* Ajustado por idade e Teste de Velocidade

p-valor obtido pelo ajuste de modelos de Regressão de Poisson com variância robusta

Tabela 7 - Relação entre entrada na via e desempenho físico usando modelos de regressão de Poisson com variância robusta

Variável	Regressão Poisson Simples		Regressão Poisson Múltipla	
	RP (IC 95 %)	p-valor [#]	RP (IC 95 %)	p-valor [#]
Força Manual de Preensão	1,00 (0,97; 1,02)	0,7817	-	-
SPPB (equilíbrio, velocidade e sentar e levantar)				
Teste de Equilíbrio	0,82 (0,61; 1,09)	0,1656	-	-
Teste de Velocidade	0,63 (0,52; 0,76)	< 0,0001	0,63 (0,52; 0,76)	< 0,0001
Teste de Sentar e Levantar	0,94 (0,76; 1,15)	0,5377	-	-
Velocidade Habitual de Marcha	1,07 (0,87; 1,31)	0,5381	-	-

RP- Razão de Prevalência

p-valor obtido pelo ajuste de modelos de Regressão de Poisson com variância robusta

Tabela 8 - Relação entre mudança de faixa e desempenho físico usando modelos de regressão de Poisson com variância robusta

Variável	Regressão Poisson Simples		Regressão Poisson Múltipla	
	RP (IC 95 %)	p-valor [#]	RP (IC 95 %)	p-valor [#]
Força Manual de Preensão	1,00 (0,98; 1,01)	0,9416	-	-
SPPB (equilíbrio, velocidade e sentar e levantar)				
Teste de Equilíbrio	0,92 (0,77; 1,10)	0,0929	-	-
Teste de Velocidade	0,74 (0,50; 1,10)	0,1327	-	-
Teste de Sentar e Levantar	0,93 (0,79; 1,09)	0,3806	-	-
Velocidade Habitual de Marcha	1,14 (0,99; 1,30)	0,0652	-	-

RP- Razão de Prevalência

p-valor obtido pelo ajuste de modelos de Regressão de Poisson com variância robusta

Tabela 9 – Média e desvio padrão de todas as variáveis funcionais

Variável	Média	Desvio Padrão
FPM	28.71	8.26
T_EQUI	3.72	0.53
T_VELO	3.93	0.30
T_SETLEV	3.33	0.82
SPPB_T	10.97	1.07
VHM	3.18	0.78

Tabela 10 – Análise Variável do eDOS

Análise Variável: eDOS	
Média	Desvio Padrão
20.09	12.52

6. DISCUSSÃO

Este é o primeiro estudo em amostra brasileira de condutores idosos não dementes e residentes na comunidade que busca avaliar domínios funcionais relevantes à condução veicular, associando esses achados ao desempenho desses motoristas em teste padronizado de direção veicular em condições reais de trânsito urbano, com o uso do eDOS. É necessário levar em consideração a diferença cultural em relação aos estudos já realizados em outros países (Canadá, Austrália e Estados Unidos). Por ser um país latino, observou-se durante a execução dos testes no Brasil que os idosos conversavam muito durante o trajeto e gesticulavam muito, o que não foi relatado nos estudos conduzidos nos outros países.

No nosso estudo, as variáveis coletadas na bateria de avaliação administrada a todos os participantes incluíam informações demográficas (idade, sexo e nível de escolaridade) e clínicas (acuidade visual, cognição, habilidades motoras, funcionamento executivo e condições de comorbidades). Esses fatores foram escolhidos devido às suas associações com o desempenho na condução (SMITH et al. 2013).

Em idosos, as mudanças relacionadas com a idade, como diminuição da visão, declínio cognitivo, lentidão no tempo de reação e diminuição da força de preensão aumentam o risco de erros de condução, como sair das faixas de rodagem, não respeitar os limites de velocidade e ignorar os sinais de trânsito (VOELKER. 2024). Em linhas gerais, os erros de trânsito mais comuns observados nas condições do nosso estudo se assemelham aos relatados na literatura (FREUND e SMITH. 2011), ocorrendo sobretudo em cruzamentos, em mudança de faixa e ao ingressar em vias. Em nossas condições, os erros críticos mais comumente cometidos pelos motoristas consistiram em fazer uma conversão de forma perigosa em cruzamento, escapar desnecessariamente para o acostamento da via ou trafegar em velocidade baixa repentinamente, corroborando outros estudos (CICCHINO e McCARTT. 2015).

De acordo com a literatura, em relação a cruzamentos, os erros mais comuns observados são a sinalização inadequada, dirigir muito rápido ou bater no meio fio (YOUNG, SALMON e LENNE. 2012). Os erros mais frequentes no presente estudo foram

observados em cruzamentos e são consistentes com aqueles observados em outros estudos com motoristas idosos (GSTALTER e FASTENMEIER. 2010, KOPPEL et al. 2013). A literatura mostra-nos que, quando os erros de direção são comparados entre os tipos de cruzamentos, os idosos apresentam uma maior probabilidade de cometer erros ao virar à esquerda em um semáforo com uma seta, ao contornar uma rotatória e ao virar à esquerda em um cruzamento controlado, especialmente nas saídas (KOPPEL et al. 2013). No presente estudo, observou-se uma maior frequência de erros com a sinalização, como, por exemplo, em um semáforo com seta vermelha para um lado (fechado) e seta verde para a outra direção (aberto), o que causou confusão para essa população.

A grande maioria dos participantes classificou o desempenho de direção com o eDOS como sendo o mesmo que o seu desempenho de direção diário e classificou o nível de dificuldade como o mesmo comparado com a direção diária. A maioria dos participantes relatou estar familiarizada com a rota e relatou conforto em ser observada durante o trajeto, o que vai ao encontro da literatura quando se analisa a autopercepção de direção (VLAHODIMITRAKOU et al. 2013).

6.1 Desempenho Físico-Funcional e Direção Veicular

Nosso primeiro achado consistiu na falta de associação entre funcionalidades físicas e a aptidão geral para dirigir, o que vai ao encontro de estudos norte-americanos em que os resultados das funções físicas não influenciaram o exercício da direção veicular (CARR et al. 1992; VANCE et al. 2006; GUO, FANG et al. 2015; CARR et al. 2016). Em um segundo momento, nosso estudo revelou que uma velocidade de marcha prejudicada se associa com mais erros em cruzamentos e em entrada de via. A literatura mostra-nos que o declínio funcional por velocidade lentificada da marcha compromete a qualidade geral da condução exercida por idosos (LIU, HU et al. 2016; PERERA, PATEL et al. 2016), e que os idosos que despendem os maiores tempos na execução de testes de caminhada exibem direção insegura em intensidade suficiente para ensejar uma discussão sobre a cessação do exercício (MAROTTOLI, COONEY et al. 1994; STAPLIN, GISH et al. 2003). Sendo assim, nossos achados corroboram a literatura ao apontar que o declínio nessa função motora está associado ao maior número de erros em teste de direção *on road*, permitindo sugerir que a avaliação da marcha integre a bateria de exames para prever o risco de fatalidades envolvendo idosos

condutores no trânsito. No nosso estudo, somente o teste de velocidade de marcha se mostrou significativo à aptidão de dirigir em idosos.

Esperava-se encontrar associação de outras capacidades físicas específicas (equilíbrio, rotação de cervical e força de preensão palmar, entre outras) com a direção veicular, conforme a literatura sugere (MAROTTOLI e DRICKAMER. 1993; ACKERMAN, EDWARDS et al. 2008; BONDER e DAL BELLO-HAAS. 2009; ANTIN, GUO et al. 2017). Acredita-se que o bom estado geral de saúde e o nível satisfatório de condicionamento físico dos participantes, conforme ilustrado pela prática regular de atividades físicas por 60,9% da amostra, pode explicar ao menos em parte essa ausência de significância pela hipótese de “efeito teto”. A prática de atividades físicas tem efeito positivo sobre as capacidades perceptivas, cognitivas e físicas que têm relevância para o bom desempenho e a segurança ao dirigir entre idosos (ETNIER, SALASAR et al. 1997; KRAMER, COLCOMBE et al. 2002). De acordo com a literatura, a velocidade de marcha consiste na função com maior valor preditivo para determinar boa ou má condução veicular (MAROTTOLI, RICHARDSON et al. 1998; EMERSON, JOHNSON et al. 2012; ALONSO, PETERSON et al. 2016; ANTIN, GUO et al. 2017; BINOTTO, LENARDT et al. 2021), o que vai ao encontro dos achados de nosso estudo.

É de extrema importância que possamos garantir que o maior número de idosos possa dirigir de forma segura e, assim, ter uma vida em que a autonomia e a independência possam ser preservadas. Consideradas as formas mais graves, é notório que incapacidades físicas de maiores proporções (hemiplegias, amputações, artroses ou outras) tendem a comprometer com mais gravidade o desempenho ao volante, gerando maior risco de acidentes (WOOD, ANSTEY et al. 2008). Ao se considerar o amplo espectro das capacidades físicas humanas, identificar alterações funcionais de menor proporção, mas com potencial para afetar a condução veicular em idosos, consiste em tarefa necessária na tomada de decisão em saúde e depende de ferramentas e procedimentos adequados, tendo em vista as evidências inequívocas de que funcionalidades motoras e biomecânicas respondem, mesmo que em menor proporção, por parcela da aptidão para dirigir (ALONSO, PETERSON et al. 2016; ANTIN, GUO et al. 2017; NG, GURALNIK et al. 2020).

6.2 Limitações

Nosso estudo tem limitações. O protocolo de avaliação *on road* padronizado foi construído para a população canadense e, apesar de considerado pelos avaliadores como

útil para o ambiente de tráfego brasileiro, uma adaptação transcultural do instrumento não foi propriamente realizada. Considera-se também o fato de que motoristas de todas as idades cometem mais erros durante uma direção autodirigida do que uma direção guiada (MALLON e WOOD. 2004), e o nosso estudo foi uma direção guiada. Ainda com relação aos instrumentos, o nível de sensibilidade das escalas físicas pode ter influenciado os resultados obtidos. Ademais, o bom estado geral de saúde da amostra pode ter mascarado/compensado dificuldades físicas não percebidas (efeito teto). Outra limitação do nosso estudo foi o fato de não avaliarmos as estratégias de compensação que os motoristas idosos utilizam para evitar direção mais complexa (horário de pico, direção noturna e condições climáticas adversas) e alteração nos hábitos de direção. Futuros estudos, preferencialmente multicêntricos, devem considerar uma amostra mais representativa da multimorbidade e da baixa escolaridade características da sociedade brasileira (NÓBREGA, FALEIROS et al. 2009). Por fim, uma análise de acidentes de trânsito como desfecho principal poderia contribuir ao estudo, pois, nesse cenário, erros de trânsito podem ser considerados desfechos intermediários (*surrogate endpoint*).

7. CONCLUSÃO

No nosso estudo, não houve associação entre desempenho físico e desempenho geral da direção. Na verdade, houve associação com um tipo de erro específico (velocidade de marcha) e não com a capacidade global. Um desempenho prejudicado em direção foi associado com alteração no desempenho em avaliação de marcha, podendo ser um instrumento importante na decisão sobre a aptidão de condução em idosos. Erros em cruzamento e em ingresso em vias também tiveram a lentificação da marcha habitual como preditor significativo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackerman, M. L., Edwards, J. D., Ross, L. A., Ball, K. K., Lunsman, M. (2008). Examination of cognitive and Instrumental Functional performance as indicators for driving cessation risk across 3 years. *The Gerontologist*. 48(6): 802-810.
- Adura, F. E., (2013). *Medicina do tráfego: manual do exame de aptidão física e mental para condutores e candidatos a condutores de veículos automotores*. São Paulo: ABRAMET.
- Alonso, A. C., Peterson, M. D., Burse, A. L., et al. (2016). Muscle strength, postural balance and cognition are associated with braking time during driving in older adults. *Experimental Gerontology* 85: 13-17.
- Amagasa, S., Fukushima, N., Kikuchi, H., Takamiya, T., Odagiri, Y., Oka, K., Inoue, S. (2018). Drivers are more physically active than non-drivers in older adults. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6): 1094-1105.
- American Geriatrics Society. (2019). *Clinician's guide to assessing and counseling older drivers*. 4th ed. New York, NY: American Geriatrics Society.
- American Medical Association. (2006). *Older driver safety*.
- American Psychiatric Association. and American Psychiatric Association. DSM-5 Task Force. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5*. Washington, D.C., American Psychiatric Association.
- Anstey, K.J., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. G. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25, 45-65.
- Anstey , K. J., Li, X., Hosking, D. E., Eramudugolla, R. (2017). The epidemiology of driving in later life: Sociodemographic, health and functional characteristics, predictors of incident cessation, and driving expectations. *Accident Analysis & Prevention*, 107 : 110-116.
- Antin, J. F., Guo, F., Fang, Y., Dingus, T. A., Hankey, J. M., Perez, M. A. (2017). The influence of functional health on seniors' driving risk. *Journal of Transport & Health* 6: 237-244
- Apolinario, D., R. M. Magaldi, et al. (2009). "Cognitive impairment and driving: A review of the literature." *Dementia & Neuropsychologia* 3: 283-290.
- Babulal, G. M., Vivoda, J., Harmon, A., Carr, D. B., Roe, C. M., Zikmund-Fisher, B. (2019). Older adults' expectations about mortality, driving life and years left without driving. *J Gerontol Soc Work* 62: 912-929.
- Baldock, M. R., Mathias, J. L., McLean, A. J., Berndt, A. (2006). Self-regulation of driving and its relationship to driving ability among older adults. *Accid Anal Prev* 38 (5): 1038-1045.
- Ball, K.K; Roenker, D. L; Wadley, V. G; Edwards, J. D; Roth, D. L; McGwin, G. Jr; Raleigh, R; Joyce, J. J; Cisell, G. M; Dube, T. (2006). Can High-risk older drivers be identified through performance-based measures in Department of Motor Vehicles setting? *J Am Geriatr Soc* 54: 77-84.
- Behnood, A. and F. L. Mannering (2016). "The effects of drug and alcohol consumption on driver injury severities in single-vehicle crashes." *Traffic Inj Prev*: 1-7.

- Betz, M.E.; Lowenstein, S. R. (2010). Driving patterns of older adults: results from the Second Injury Control and Risk Survey. *J Am Geriatr Soc*; 58: 1931.
- Binotto, M.A. et al. (2021). "Associação entre cognição, velocidade da marcha e habilitação veicular em idosos. *Acta Paul Enferm* 34:541.
- Bonder, B. and V. Dal Bello-Haas (2009). Functional performance in older adults. Philadelphia, F.A. Davis Company.
- Box, G. E. and D. R. Cox (1964). "An analysis of transformations." *Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology* 26(2): 211-243.
- Carr, D. B. and B. R. Ott (2010). "The older adult driver with cognitive impairment: "It's a very frustrating life"." *JAMA* 303(16): 1632-1641.
- Carr, D. B., Barco, P. P., Babulal, G. M., Stout, S. H., Johnson, A. M., Xiang, C., et al. (2016). Association of functional impairments and co-morbid conditions with driving performance among cognitively normal older adults. *Ploss One* 11(12) : e0167751.
- Cavaco, S., A. Gonçalves, C. Pinto, E. Almeida, F. Gomes, I. Moreira, J. Fernandes and A. Teixeira-Pinto (2013). "Trail Making Test: regression-based norms for the Portuguese population." *Arch Clin Neuropsychol* 28(2): 189-198.
- Chen, Y. T. (2018). Self-awareness of Driving Performance in Older Adults (Doctoral Dissertation). McGill University, Montreal, Canada.
- Chen, Y. T., Gélinas, I., Mazer, B. (2018). Determining older adults' fitness to drive: Comparing the Standard on-road driving evaluation and the naturalistic driving observation. *Physical & Occupational Therapy in Geriatrics* 36: 1, 90-106.
- Chen, Y. T., I. Gélinas and B. Mazer (2020). "Development of a weighted scoring system for the Electronic Driving Observation Schedule (eDOS)." *MethodsX* 7: 101099.
- Chen, Y.T., Mazer, B., Myers, A., Vrkljan, B., Koppel, S., Charlton, J. L., Marshall, S. C., Gélinas, I. (2020). Changes in older drivers' self-awareness of driving ability over one year. *Accident Analysis and Prevention* 14: 105552.
- Cicchino, J. B. and A. T. McCartt (2015). "Critical older driver errors in a national sample of serious U.S. crashes." *Accid Anal Prev* 80: 211-219.
- Código de Transito Brasileiro. artigo 147.
- Da Silva Oliveira, M., M. Dos Santos Rigoni, I. Andretta and J. F. Moraes (2004). "Validação do Teste Figuras Complexas de Rey na população brasileira." *Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment* 3(1): 33-38.
- Davis, M. G., Fox, K. R., Hillsdon, M., Coulson, J. C., Sharp, D. J., Stathi, A., Thompson, J. L. (2011). Getting out and about in older adults : The nature of daily trips and their association with objectively assessed physical activity. *The international Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8 :116.
- De Freitas, M. G., F. Bonolo Pde, et al. (2015). "Elderly patients attended in emergency health services in Brazil: a study for victims of falls and traffic accidents." *Cien Saude Colet* 20(3): 701-712.
- De Raedt, R., Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). Can strategic and tactical compensation reduce crash risk in older drivers? *Age Ageing* 29: 517-521.
- Di Stefano, M. and W. Macdonald (2003). "Assessment of older drivers: relationships among on-road errors, medical conditions and test outcome." *J Safety Res* 34(4): 415-429.

- Di Stefano, M. and Macdonald, W. (2006). On road driver evaluation and training. In: Pellerito JM ed. Driver rehabilitation and community mobility: Principles and practice. St. Louis, MO: Elsevier Mosby: 255-295.
- Donorfio, L. K., Mohyde, M., Coughlin, J., D'Ambrosio, L. (2008). A qualitative exploration of self-regulation behaviors among older drivers. *J Aging Soc Pol* 20(3): 323-339.
- Dumurgier, J., A. Elbaz, et al. (2009). "Slow walking speed and cardiovascular death in well functioning older adults: prospective cohort study." *BMJ* 339: b4460.
- Ecola, L., Rohr, C., Zmud, J., Kuhnimhof, T., Phleps, P. (2014). The future of driving in developing countries. RAND.
- Edwards, J. D., Leonard, K. M., Lunsman, M., Dadson, J., Bradley, S., Myers, C. A., Hubble, B. (2008). Acceptability and validity of older driver screening with the DrivingHealth Inventory. *Accident Analysis and Prevention* 40 : 1157-1163.
- Emerson, J. L., Johnson, A. M., Dawson, J. D, et al. (2012). Predictors of Driving Outcomes in Advancing Age. *Psychology and Aging* 3: 550-559.
- Eriksson, A., V. A. Banks, et al. (2017). "Transition to manual: Comparing simulator with on-road control transitions." *Accid Anal Prev* 102: 227-234.
- Esteves and Rueda (2021). *Coleção CTA - Testes de Atenção*.
- Etnier, J., W. Salazar, D. Landers, S. J. Petruzzello, M. Han and P. Nowell (1997). "The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis." *Journal of sport & exercise psychology* 19(3): 249-277.
- Ferrucci, L., S. Bandinelli, et al. (2000). "Subsystems contributing to the decline in ability to walk: bridging the gap between epidemiology and geriatric practice in the InCHIANTI study." *J Am Geriatr Soc* 48(12): 1618-1625.
- Folstein, M. F., S. E. Folstein, et al. (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. and P. Smith (2011). *Handbook of traffic psychology*. B. E. Porter. San Diego, CA., Academic press: 339-351.
- Gagnon, S., Marshall, S. C., et al. (2016). CIHR Candrive Cohort Comparison with Canadian Household Population Holding Valid Driver's Licenses. *Canadian Journal on Aging* 35(S1): 99-109.
- Gstalter, H., Fastenmeier, W. (2010). Reliability of drivers in urban intersections. *Accident Analysis and Prevention* 42 (1): 225-234.
- Guo, F., Fang, Y., Antin, J. F. (2015). Older driver fitness-to-drive evaluation using naturalistic driving data. *Journal of Safety Research* 54: 49-54.
- Guralnik, J. M. et al. (1995). "Lower extremity function in persons over the age of 70 years as predictor of subsequent disability." *The New England Journal of Medicine* 232(9):556-61.
- Guralnik, J.M., Fried, L. P., Solive, M. E. (1996). Disability as public health outcome in the aging population. *Annu Rev Publ Health* 17: 25-46.
- Hajek, A., Brettschneider, C., Luhmann, D., Van Den Bussche, H., Wiese, B., Mamone, S. et al. (2021). Driving status and health-related quality of life among the oldest old: A population-based examination using data from the AgeCoDe- AgeQualiDe prospective cohort study. *Aging Clinical and Experimental Research*, 33(11): 3109-3115.

- Hamer, M., M. Kivimaki, et al. (2010). "Walking speed and subclinical atherosclerosis in healthy older adults: the Whitehall II study." *Heart* 96(5): 380-384.
- Heckathorn, D. D. (2011). "Snowball Versus Respondent-Driven Sampling." *Sociol Methodol* 41(1): 355-366.
- Hess, D.B, et al. (2016). "Driving decisions of older adults receiving meal delivery." The influence of individual characteristics, the built environment, and neighborhood familiarity. *Res Part A Policy Pract* 88:73-85.
- Inzitamari, M., Calle, A., Esteve, A., Casos, Á., Torrents, N., Martinez, N. (2017). Do you measure gait speed in your daily clinical practice? A review. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 52(1) : 35-43.
- Iverson, D. J., G. S. Gronseth, et al. (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.
- Jerger, J., C. Speaks and J. L. Trammell (1968). "A new approach to speech audiometry." *J Speech Hear Disord* 33(4): 318-328.
- Justiss, M. D., W. C. Mann, W. Stav and C. Velozo (2006). "Development of a Behind-the-Wheel Driving Performance Assessment for Older Adults." *Topics in Geriatric Rehabilitation* 22(2): 121-128.
- Kaufman, A. S. and E. O. Lichtenberger (1999). *The essentials of WAIS-III assessment*. New York, J. Wiley & Sons.
- Keay, L., A. Palagyi, et al. (2016). "Vision and driving status of older Australians with cataract: an investigation of public hospital waiting lists." *Clin Exp Optom* 99(5): 449-455.
- Kim, S. C., Kong, S. Y., Ean, S.; Choe, B., Hong, S. J. (2021). Functional assessment of driving capacity of older drivers compared with non-older drivers using clinical evaluations and driving simulations. *Ann Geriatr Med Res*, 25(2) : 105-112.
- Koppel, S., J. Charlton, et al. (2013). "The relationship between older drivers' performance on the Driving Observation Schedule (eDOS) and cognitive performance." *Annals of advances in automotive medicine* 57: 67.
- Koppel, S., J. L. Charlton, et al. (2016). "Driving Task: How Older Drivers' On-Road Driving Performance Relates to Abilities, Perceptions, and Restrictions." *Can J Aging* 35 Suppl 1: 15-31.
- Koppel, S., Stephens, A. N., et al. (2019). Self-reported violations, errors and lapses for older drivers: Measuring the change in frequency of aberrant driving behaviours across five time-points. *Accident Analysis and Prevention* 123: 132-139.
- Kramer, A. F., S. Colcombe, K. Erickson, A. Belopolsky, E. McAuley, N. J. Cohen, A. Webb, G. J. Jerome, D. X. Marquez and T. M. Wszalek (2002). "Effects of aerobic fitness training on human cortical function: a proposal." *J Mol Neurosci* 19(1-2): 227-231.
- Lenardt, M. H., Cecginel, C., Binotto, M. A., Carneiro, N. H. K., Lourenço, T. M. (2017). Physical frailty and fitness of older driver. *Colomb Med (Cali)* 48 (2): 41-6.
- Lenardt, M. H., T. M. Lourenço, S. E. Betioli, M. A. Binotto, C. Cechinel and M. M. A. Barbiero (2023). "Fatores sociodemográficos e clínicos associados à força de preensão manual de idosos condutores de veículos." *REME-Revista Mineira de Enfermagem* 27.

- Levasseur, M., Cohen, A. A., Dubois, M. F., G  n  reux, M., Richard, L., Therrien, F. H., Payette, H. (2015). Environmental factors associated with social participation of older adults living in metropolitan, urban, and rural areas: The NuAge Study. *American Journal of Public Health*, 105(8): 1718-1725.
- Li, G., E. R. Braver, et al. (2003). "Fragility versus excessive crash involvement as determinants of high death rates per vehicle-mile of travel among older drivers." *Accid Anal Prev* 35(2): 227-235.
- Linda, S. Ng., Guralnik, J. M., et al. (2019). Association of physical function with driving space and crashes among older adults. *The Gerontological society of America* 1: 69-79.
- Liu, B., Hu, X., Zhang, Q., Fan, Y., Li, J., Zou, R., et al. (2016). Usual walking speed and all-cause mortality risk in older people: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture* 44:172-7.
- Liu, J., Fujii, Y., Seol, J., Fujii, K., Kim, M., Tateoka, K., Okura, T. (2020). Frailty phenotype associated with traffic crashes among older drivers : A cross-sectional study in rural Japan. *Journal of Transport & Health*. v.18.
- Lombardi, D. A., W. J. Horrey, et al. (2017). "Age-related differences in fatal intersection crashes in the United States." *Accid Anal Prev* 99(Pt A): 20-29.
- Lourenço, R. A. and R. P. Veras (2006). "Mini-Exame do Estado Mental: características psicom  tricas em idosos ambulatoriais." *Revista de Saúde Pública* 40: 712-719.
- Lymon, J. M; McGwin, G. Jr; Sims, R. V. (2001). Factors related to driving difficulty in habits in older drivers. *Accid Anal Prev* 33: 413-421.
- Mallon, K., Wood, J. M. (2004). Occupational therapy assessment of open-road driving performance: Validity of directed and self-directed navigational instructional components. *Am J Occup Ther*. 58(3): 279-286.
- Marcotte, T. D. and I. Grant (2010). *Neuropsychology of everyday functioning*. New York, NY, US, The Guilford Press.
- Marottoli, R. A., L. M. Cooney, Jr., R. Wagner, J. Doucette and M. E. Tinetti (1994). "Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers." *Ann Intern Med* 121(11): 842-846.
- Marottoli, R. A. and M. A. Drickamer (1993). "Psychomotor mobility and the elderly driver." *Clin Geriatr Med* 9(2): 403-411.
- Marottoli, R. A., Mendes de Leon, C. F., Glass, T. A., Williams, C. S., Cooney Jr., L. M., Berkman, L. F., Tinetti, M. E., (1997). Driving cessation and increased depressive symptoms: prospective evidence from the New Haven EPSE. *Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly. J. Am. Geriatr. Soc.* 45, 202-206.
- Marottoli, R.A., Richardson, E. D., Stowe, M. H., Miller, E. G, Brass, L. M., Cooney, L. M., Tinetti, M. E. (1998). Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events. *JAGS* 46: 562-568.
- Marshall, S. C. (2008). "The role of reduced fitness to drive due to medical impairments in explaining crashes involving older drivers." *Traffic Inj Prev* 9(4): 291-298.
- Marshall, S. C., M. Man-Son-Hing, et al. (2013). "Protocol for Candrive II/Ozdrive, a multicentre prospective older driver cohort study." *Accid Anal Prev* 61: 245-252.
- Marshall, S. C., Man-Son-Hing, M., et al. (2013). The Candrive/Ozdrive prospective older driver study: Methodology and early study findings. *Accident Analysis and Prevention* 61: 233-235.

- McCarthy, D. P. (2005). "Approaches to Improving Elders' Safe Driving Abilities." *Physical & Occupational Therapy In Geriatrics* 23(2-3): 25-42.
- McGraw, P., B. Winn and D. Whitaker (1995). "Reliability of the Snellen chart." *Bmj* 310(6993): 1481-1482.
- McPherson, K., Ostrow, A., Shaffran, P. (1989). *Physical Fitness and the Aging Driver*. Washington, DC: AAA Foundation for Traffic Safety.
- Medhizadah, S. (2016). "Fitness-to-Drive Screening Measure: Constructing and Validating the short form." *Electronic Thesis and Dissertation Repository, The University of Western Ontario*. representation among older drivers in Western Australia. *Accid Anal Prev* 38(5): 1006-1010.
- Memoria, C. M., M. S. Yassuda, E. Y. Nakano and O. V. Forlenza (2013). "Brief screening for mild cognitive impairment: validation of the Brazilian version of the Montreal cognitive assessment." *Int J Geriatr Psychiatry* 28(1): 34-40.
- Meuleners, L. B., Harding, A., Lee, A. H., Legge, M. (2006). Fragility and crash over-
- Mielenz, T. J., Durbin, L.L., Cisewski, J. A., Guralnik, J. M., Li, G. (2017). Select physical performance measures and driving outcomes in older adults. *Injury Epidemiology* 4, 14.
- Ministério de Infraestrutura do Brasil (2019). Departamento Nacional de Transito. Brasília (DF).
- Moon, S., Ranchet, M., Akinwuntan, A. E., Tant, M., Cari, D. B., Raji, M. A., et al. (2018). The impact of advanced age on driving safety in adults with medical conditions. *Gerontology* 64(3): 291-9.
- National Highway Traffic Safety Administration. (2018). Traffic safety facts.
- Nakano, M. M. (2007). "Versão Brasileira do Short Physical Performance Battery- SPPB: Adaptação cultural e estudo da confiabilidade." *Dissertação*. Faculdade de Educação. Universidade Estadual de Campinas.
- Ng, L. S., J. M. Guralnik, C. Man, C. DiGuseppi, D. Strogatz, D. W. Eby, L. H. Ryan, L. J. Molnar, M. E. Betz, L. Hill, G. Li, C. L. Crowe and T. J. Mielenz (2020). "Association of Physical Function With Driving Space and Crashes Among Older Adults." *Gerontologist* 60(1): 69-79.
- Nóbrega, O. T., V. P. Faleiros and J. L. Telles (2009). "Gerontology in the developing Brazil: achievements and challenges in public policies." *Geriatr Gerontol Int* 9(2): 135-139.
- O'Connor, M. L., Edwards, J.D., Small, B. J., & Andel, R. (2012). Patterns of level and change in self-reported driving behaviors among older adults: Who self-regulates? *The Journals of Gerontology Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 67, 437-446.
- Owsley, C. and G. McGwin (1999). "Vision impairment and driving." *Survey of ophthalmology* 43(6): 535-550.
- Owsley, C., G. McGwin, Jr., et al. (1998). "Vision impairment, eye disease, and injurious motor vehicle crashes in the elderly." *Ophthalmic Epidemiol* 5(2): 101-113.
- Perera, S., Patel, K. V., Rosano, C., Rubin, S. M., Satterfield, S., Harris, T., et al. (2016). Gait speed Predicts Incident Disability: A pooled analysis. *J Gerontol A Biol Sci Med*, 71(1): 63-71.
- Pitta, L.S.R., Quintas, J.L., Trindade, I.O.A., Belchior, P., Gameiro, K., Gomes, C.M., Nobrega, O.T., Camargos, E.F. (2021). Older drivers are at increased risk of fatal

- crash involvement: Results of a systematic review and meta-analysis. *Archives of gerontology and geriatrics*, 95: 104414.
- Pristavec, T. (2018). Social participation in later years: The role of driving mobility. *The Journals of Gerontology: Series B*, 73(8): 1457-1469.
- Rantanen, T., P. Era, et al. (1994). "Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women." *Age Ageing* 23(2): 132-137.
- Reger, M. A., R. K. Welsh, et al. (2004). "The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: a meta-analysis." *Neuropsychology* 18(1): 85-93.
- Resnick, B. (2016). "Optimizing driving safety: it is a team sport." *Geriatr Nurs* 37(4): 257-9.
- Roy, M. and F. Molnar (2013). "Systematic review of the evidence for Trails B cut-off scores in assessing fitness-to-drive." *Can Geriatr J* 16(3): 120-142.
- Sawada, T., Tomori, K., Hamana, H., Ohno, K., Seike, Y., Igari, Y., Fujita, Y. (2019). Reliability and validity of on-road driving tests in vulnerable adults: a systematic review. *International Journal of rehabilitation research*, 42(4): 289-299.
- Schechtman, O., Awadzi, K. D., Classen, S., Lanford, D. N., Joo, Y. (2010). Validity and critical driving errors of on-road assessment for older drivers. *American Journal of Occupational Therapy*, 64: 242-251.
- Sims, R. V., Ahmed, A., Sawyer, P., Allman, R. M. (2007). Self-reported health and driving cessation in community-dwelling older drivers. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Science and Medical Sciences*, 62: 789-793.
- Sims, R. V., McGwin, G., Pulley, L., Roseman, J. M. (2001). Mobility impairments in crash-involved older drivers. *Journal of aging and Health* 3: 430-438.
- Smith, A., Marshall, S., Porter, M., Ha, L., Bedard, M., Gélinas, I., et al. (2013). Stability of physical assessment of older drivers over 1 year. *Accid. Anal. Prev.* 61: 261-266.
- Staplin, L., K. W. Gish and E. K. Wagner (2003). "MaryPODS revisited: updated crash analysis and implications for screening program implementation." *J Safety Res* 34(4): 389-397.
- Talwar, A., Mielenz, T. J., Hill, L.L., Andrews, H. F., Li, G., Molnar, L. J., Eby, D. W., Betz, M. E., Strogatz, D., DiGuseppi, C on behalf of the LongROAD Research Team. (2019). Relationship between physical activity and motor vehicle crashes among older adult drivers. *Journal of Primary Care & Community Health* 1-11.
- Team, C. R. (2017). "Candrive Prospective Older Driver Study: Clinical Manual."
- Tyrovolas, S., Polychronopoulos, E., Morena, M. et al. (2017). Is car use related with successful aging of older adults? Results from the multinational mediterranean islands study. *Annals of Epidemiology* 27 (3): 225-229.
- United Nations. (2015). World population ageing 2015.
- Vance, D. E., Roenker, D. L., Cissell, G. M., Edwards, J. D., Wadley, V. G., Ball, K. K. (2006). Predictors of driving exposure and avoidance in a field study of older drivers from the state of Maryland. *Accident Analysis and Prevention* 38: 823-831.
- Vivoda, J. M., Walker, R. M., Cao, J., Koumoutzis, A. (2020). How accumulated wealth affects driving reduction and cessation. *Gerontologist*, 60: 1273-1281.
- Vlahodimitrakou, A. et al. (2013). "Development and evaluation of a Driving Observation Schedule (DOS) to study everyday driving performance of older drivers." *Accident Analysis and Prevention* 61:253-260.

- Voelker, R. A. (2024). "Driving Impairment Among Older Adults." JAMA 331(2): 176-176.
- Von Elm, E., D. G. Altman, et al. (2007). "The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies." Lancet 370(9596): 1453-1457.
- Wood, J. M., Anstey, K. J., Kerr, G. K., Lacherez, P. E. & Lord, S. (2008). A multidomain approach for predicting older driver safety under in-traffic road conditions. Journal of the American Geriatrics Society, 56, 986-993.
- Woolnough, A., Salim, D., Marshall, S. C., Weegar, K., Porter, M. M., Rapoport, M. J., Man-Son-Hing, M., Bédard, M., Gélinas, I., Korner-Bitensky, N., Mazer, B., Naglie, G., Tuokko, H., Vrkljan, B. (2013). Determining the validity of the AMA guide: a historical cohort analysis of the Assessment of Driving Related Skills and crash rate among older drivers. Accident Analysis and Prevention 61: 311-316.
- Young, K. L., Salmon, P., Lenne, M. (2012). At the cross-roads: An on-road examination of driving errors at intersections. Accident Analysis and Prevention.

ANEXO A – TERMO DE CONSENTIMENTO



Termo de Consentimento

Estudo dos perfis neuropsicológico e funcional preditores de desempenho em direção veicular de motoristas idosos

As informações abaixo descreverão o protocolo de estudo para o qual você está sendo convidado a participar. O médico pesquisador poderá esclarecer todas as dúvidas que você tiver a respeito do estudo e desta carta.

Nós, Prof. Dr. Otávio Toledo Nóbrega e equipe, responsáveis pela pesquisa **“Estudo dos perfis neuropsicológico e funcional preditores de desempenho em direção veicular de motoristas idosos”** convidamos o(a) senhor(a) a participar como voluntário do nosso estudo.

Esta pesquisa pretende avaliar seu desempenho em aspectos de memória e de função física diretamente relevantes à condução do seu veículo por intermédio de avaliação clínica, testes de raciocínio e avaliação funcional. Entendemos que na velhice é importante uma avaliação sistematizada e consistente acerca dos fatores físicos e de raciocínio relacionados à direção veicular, visando a segurança e a manutenção da capacidade das pessoas mesmo em idades avançadas.

Todas as etapas da avaliação serão realizadas por profissional qualificado na área de estudo. A avaliação clínica e os testes de raciocínio serão aplicados em consultório e a avaliação funcional será realizada em duas partes: a primeira em consultório; e a segunda durante direção do veículo do participante em via pública de conhecimento do motorista. O percurso será de aproximadamente 8 km. O pesquisador sentará no banco do passageiro, de modo a não interferir na condução do motorista, e anotar em dispositivo eletrônico as ações pré-estabelecidas e relacionadas ao comportamento de dirigir. O procedimento descrito total (consultas e direção veicular) terá duração média de 90 minutos. Essa avaliação não acarretará custos ao participante ou alterará importantemente sua rotina diária.

Durante todo o período da pesquisa, o(a) senhor(a) terá o direito de tirar qualquer dúvida ou pedir qualquer outro esclarecimento, bastando para isso entrar em contato com algum dos pesquisadores. **O principal investigador é o Prof. Dr. Otávio de Tolêdo**

Nóbrega e as demais pesquisadoras responsáveis são Isabela Azevedo e Juliana Quintas que podem ser encontrados pelos telefones do Centro de Medicina do Idoso/HUB (6120285269 ou 6120285236) ou por meio de seus telefones pessoais (61 984513718; 61 999655463 e 61 996253568). Você tem garantido o seu direito de não aceitar participar ou de retirar sua permissão, a qualquer momento, sem nenhum tipo de prejuízo ou retaliação, pela sua decisão. As informações desta pesquisa serão confidenciais, e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre sua participação. Os gastos necessários para a sua participação na pesquisa serão assumidos pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, incluindo por decisão judicial ou extrajudicial.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de Brasília. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do sujeito da pesquisa podem ser obtidos através do telefone: (61) 3107-1918 ou do e-mail cepfm@unb.br. Autorização:

Este documento foi elaborado em duas vias, uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com o sujeito da pesquisa. Este documento consta de duas folhas que deverão ser rubricadas pelo sujeito da pesquisa e pelo pesquisador responsável.

Lembre-se que a participação neste estudo é voluntária.

Eu, _____, abaixo assinado, declaro que estou ciente e aceito participar do trabalho **“Estudo dos perfis neuropsicológico e funcional preditores de desempenho em direção veicular de motoristas idosos”**.

_____(assinatura)

Nome do participante:

_____(assinatura)

Nome do pesquisador responsável:

Brasília, ____ de _____ de ____.

ANEXO B

FICHA CLÍNICA

Data: ____/____/____

NOME: _____ IDADE: ____

SEXO: ____ Data de nascimento ____/____/____ Escolaridade: _____

CRITÉRIOS DE INCLUSÃO

- Medicações estáveis nas 4 semanas anteriores ao *screening*? ☐sim ☐não
- Fez ingestão de bebida alcoólica ontem ou hoje? ☐sim ☐não
- Avaliação clínica do sono da noite anterior permite dirigibilidade? ☐sim ☐não

ANTECEDENTES

Osteoartrose limitante ☐sim ☐não

Hipertensão ☐sim ☐não

Diabetes ☐sim ☐não

Tabagismo ☐sim ☐não

Etilismo ☐sim ☐não

AVC ☐sim ☐não

Hipotireoidismo ☐sim ☐não

Doenças do labirinto ☐sim ☐não

Auxílio à locomoção (bengala) ☐sim ☐não

Depressão ☐sim ☐não

Dor crônica ☐sim ☐não

Teve COVID? ☐sim ☐não

Outros: _____

MEDICAÇÕES EM USO (nome/dose/há quanto tempo/motivo)

EXAME FÍSICO

PA: ____/____ mmHg FC: ____ Peso: ____ Altura: ____

TABELA DE SNELLEN: Olho direito ____ Olho esquerdo ____

ÍNDICE PERCENTUAL DE RECONHECIMENTO DE FALA (Jerger, Speaks, & Trammell, 1968):

- ☐ 100% a 92%: Nenhuma dificuldade para compreender a fala
- ☐ 88% a 80%: Ligeira/discreta dificuldade para compreender a fala
- ☐ 76% a 60% Moderada dificuldade para compreender a fala
- ☐ 56% a 52% Acentuada dificuldade para acompanhar uma conversa
- ☐ Abaixo de 50% Provavelmente incapaz de acompanhar uma conversa

MEEM: _____

DIREÇÃO VEICULAR

Número CNH: _____ 1ª Habilitação (ano): _____

Ano da última renovação de habilitação? _____

Modelo do carro: _____ Placa: _____ Ano de fabricação: _____

Sensor de ré: ☐sim ☐não | Câmera de ré: ☐sim ☐não | Automático: ☐sim ☐não

Quantos dias na semana você dirige?

- ☐ ≤ de 2 dias ☐ 3 a 5 dias ☐ 6 a 7 dias ☐ Só final de semana ☐ Só meio de semana

Quais percursos são rotineiros? _____

Sente-se seguro em trajetos não rotineiros? ☐sim ☐não. Por quê? _____

Há outro condutor de veículos no seu domicílio? ☐sim ☐não: _____

É o principal condutor da casa? ☐sim ☐não. Se negativo, quem é o principal? _____

Em relação ao seu carro, divide a direção com outra pessoa? ☐sim ☐não. Se positivo, com quem? _____

Costuma dirigir à noite? ☐sim ☐não | Usa óculos para dirigir? ☐sim ☐não

Costuma dirigir na chuva? ☐sim ☐não | Usa aparelho auditivo para dirigir? ☐sim ☐não

Envolveu-se em acidentes automobilístico nos últimos 6 meses?

☐sim ☐não (descrever): _____

Já errou o trajeto em algum momento nos últimos 6 meses? ☐sim ☐não

Utiliza aplicativo para orientar-se no trânsito? (WASE, GOOGLE MAPS) ☐sim ☐não

Utiliza aplicativo para mobilidade pessoal? (UBER, TAXI) ☐sim ☐não

Utiliza taxi (sem aplicativo)? ☐sim ☐não

Utiliza transporte público? (mesmo ocasionalmente) ☐sim ☐não

Conduz pessoas a lugares/eventos ao menos 1 vez por semana? ☐sim ☐não

Aceitaria uma recomendação familiar de parar de dirigir? ☐sim ☐não

Aceitaria uma recomendação médica de parar de dirigir? ☐sim ☐não

ANEXO C – FICHA DE AVALIAÇÃO FUNCIONAL

IDENTIFICAÇÃO DO PACIENTE

Data: ____/____/____

NOME: _____ IDADE: ____

SEXO: ____ TELEFONE(S): _____

Data de nascimento ____/____/____

ENDEREÇO DOMICILIAR: _____

MORA COM QUEM? _____ EST. CIVIL: _____

ESCOLARIDADE (em anos completos): _____

OCUPAÇÃO: _____

ATIVIDADE FÍSICA: ☐ sedentário ☐ ativo (mínimo 30 min./dia ao menos 3x/semana $\geq$ 1 mês).

TIPO DE ATIVIDADE: _____

Utiliza alguma ferramenta para auxílio da marcha (bengala, muleta)? ☐sim ☐não

AVALIAÇÃO DE FUNCIONALIDADE

MEMBRO DOMINANTE: _____

FORÇA DE PREENSÃO MANUAL (FPM):

Medidas do Dinamômetro				
Mão _____	1º medida	2º medida	3º medida	Média

SHORT PHYSICAL PERFORMANCE BATTERY (SPPB):

Teste de Equilíbrio:

Posição	Tempo	Nota
1 - Em pé com os pés juntos		
2 - Em pé com um pé parcialmente à frente		
3 - Em pé com um pé totalmente à frente		
Total		

Interpretação:

1 - Tempo <10 segundos = Nota 0 / ≥10 segundos = Nota 1

2 - Tempo <10 segundos = Nota 0 / ≥10 segundos = Nota 1

3 - Tempo <3 segundos = Nota 0 / 3 a 9,99 segundos = Nota 1 / ≥10 segundos = Nota 2

Teste de Velocidade da Marcha:

Caminhada em Distância de 4 metros	Tempo	Nota

Interpretação:

Não completar o teste = Nota 0

Tempo > 8,7 segundos = Nota 1

Tempo de 6,21 a 8,7 segundos = Nota 2

Tempo de 4,82 a 6,2 segundos = Nota 3

Tempo ≤ 4,81 segundos = Nota 4

Teste de Sentar e Levantar:

Sentar e levantar 5 vezes consecutiva, o mais rápido que conseguir	Tempo	Nota

Interpretação:

Não completar o teste ou Tempo > 60 segundos = Nota 0

Tempo > 16,7 segundos = Nota 1

Tempo de 13,7 a 16,69 segundos = Nota 2

Tempo de 11,2 a 13,69 segundos = Nota 3

Tempo < 11 segundos = Nota 4

Pontuação Final:

Equilíbrio	Velocidade de Marcha	Sentar e Levantar	Total

Interpretação:

De 0 a 3 pontos = incapacidade ou capacidade ruim

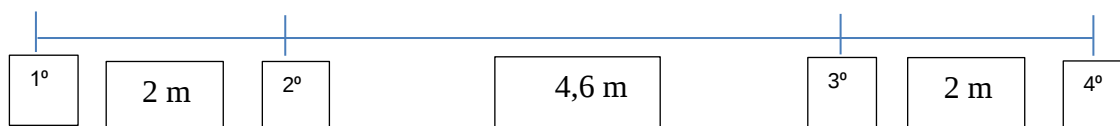
De 4 a 6 pontos = baixa capacidade

7 a 9 pontos = capacidade moderada

10 a 12 pontos = boa capacidade

VELOCIDADE HABITUAL DE MARCHA (VHM):

O avaliado deve andar no ritmo normal uma distância de 8,6m, sendo os dois metros iniciais para aceleração e os 2m finais para desaceleração. Necessita-se de um espaço livre de 8,6 metros, sem irregularidades. É computado, apenas, o tempo que o participante leva para percorrer os 4,6 metros.



Ponto de corte					
Gênero	Altura	PC	Gênero	Altura	PC
Masculino	< 168	< 5,49 s	Feminino	< 155	< 6,61 s
	> 168	< 5,54 s		> 155	< 5,92 s

Resultado			
1º medida	2º medida	3º medida	Média

Interpretação:

Tempo médio > que o corte proposto = indicador de déficit de marcha e risco de quedas

ANEXO D

Programa Eletrônico de Observação de Motoristas (eDOS) Ozcandrive/Candrive Manual e Guia de Pontuação

Versão: Acompanhamento de carro & vídeo

Data: 7 de junho de 2016

[Nota: Tradução para o português realizada pela Autora desta tese. Não fazia parte do escopo desta pesquisa o estudo de validação do eDOS para a população brasileira, que se recomenda seja objeto de pesquisas específicas no futuro.]



Equipe do projeto:

S. Koppel¹, J.L. Charlton¹, J. Langford¹, Z. Vlahodimitrakou¹, C. Dawson¹, J. Davydov¹, K. Mascarenhas¹, M. Di Stefano², W. Macdonald², B. Mazer³, I. Gelinas³, B. Vrkljan⁴, M.M. Porter⁵, G.A. Smith⁵, A.W. Cull⁵ & S. Marshall⁶

¹Monash University Accident Research Centre, Monash University, Australia; ²La Trobe University, Australia; ³McGill University, Canada; ⁴McMaster University, Canada; ⁶University of Ottawa, Canada

Agradecimentos:

O projeto Candrive é financiado por um Subsídio para Equipes do Canadian Institutes of Health Research (CIHR) e do Ottawa Hospital Research Institute. Ozcandrive é financiado por um subsídio articulado do Australian Research Council (LP 100100078) para a Monash University em parceria com a La Trobe University, VicRoads, Departamento de Justiça do Governo de Victoria e a polícia de Victoria, a Comissão de Acidentes de Transporte, o Fundo de Segurança da Estrada da Nova Zelândia e a Eastern Health. Nós também

agradecemos as equipes de pesquisa da Candrive/Ozcandribe e os participantes mais velhos, cujas observações e comprometimento foram essenciais para viabilizar essa pesquisa.

Tabela de conteúdos

- Introdução ao eDOS
- Configuração da câmera
- Cover sheet
- Página de pontuação do eDOS: Descrições gerais
- Análise pré-condução
- Painel de navegação
- Erros graves
- Negociações em cruzamentos – Instruções para pontuar
- Negociações em cruzamentos – Erros
- Troca de faixa e entrada na via - Instruções para pontuar
- Troca de faixa e entrada na via – Erros
- Condução livre – Instruções para pontuar
- Condução livre – Erros
- Manobras em baixa velocidade – Instruções para pontuar
- Manobras em baixa velocidade - Erros
- Destinos
- Cover sheet
- Situações comuns & O que fazer
- Análise pós-condução
- eDOS total
- Solução de problemas

Introdução ao eDOS

O que é o eDOS?

O Programa eletrônico de Observação de Motorista (eDOS) é um teste de condução feito na via. Avaliações de condução com pessoas mais velhas são um método essencial para

assegurar a segurança das estradas, já que outras formas comuns para medir performance cognitiva como o Mini-Mental Status Examination ou o Montreal Cognitive Assessment não predizem habilidade de condução de forma precisa. Embora várias formas padronizadas para medir estejam disponíveis, como por exemplo avaliações on-road, sistemas de GPS e simuladores, essas ferramentas têm grandes limitações para fornecer informações sobre o comportamento real de condutores, refletir habilidades cognitivas do comportamento de condutores de forma abrangente, e em comparação a situações reais. Portanto, em busca de uma ferramenta de avaliação de condução realista, o Programa eletrônico de Observação de Motorista foi desenvolvido e comprovado como uma ferramenta confiável para pontuar a avaliação de condução de pessoas mais velhas. Ele é usado para observar e documentar comportamentos de condução para uma variedade de manobras sob um protocolo padronizado.

PARA O MELHOR USO DESTES MANUAIS, SIGA A LEITURA DE CADA SEÇÃO PRATICANDO COM A FERRAMENTA DE PONTUAÇÃO DO eDOS ENQUANTO PONTUA, SEMPRE TENHA À DISPOSIÇÃO UM CADERNO PARA ANOTAR FATORES CONTEXTUAIS ADICIONAIS OU QUALQUER OUTRA OBSERVAÇÃO QUE POSSAM ELEVAR O ENTENDIMENTO DA PONTUAÇÃO eDOS DO(A) CLIENTE

Configuração da câmera



Câmera 1 – Janela do lado do motorista

Movimentação da cabeça e dos olhos do cliente

Volante

Algumas das condições da estrada pelo para-brisas e pela janela do passageiro

O quanto for possível da parte superior do corpo do cliente

Câmera 2 – Janela do lado do passageiro

Corpo inteiro do cliente

Cinto de segurança

Volante

Algumas das condições da estrada pelo para-brisas e pela janela do motorista

Câmera 3 – Centro do para-brisa do cliente

Vista da via em frente ao cliente

Número de faixas

Placas e sinalizações de trânsito

Câmera 4 – Painel do veículo do avaliador que segue o cliente

Vista da via em frente ao avaliador

Veículo do cliente com total alcance das interações com o ambiente da via

Número de faixas

Placas e sinalizações de trânsito

Cover sheet

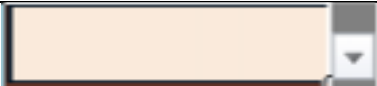
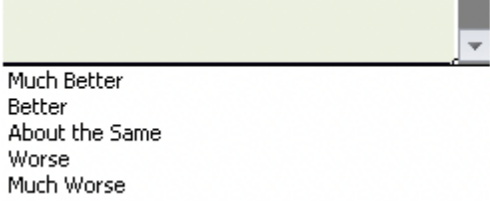
PRE DRIVE ANALYSIS		
City		
Country		
Participant Details		
Participant Number		
Age		
Gender		
Licence Number		Driving Condition ☐ Yes ☐ No
Licence Expiry Date		
Driving License Condition - Reason		
Navigation Devices		
Road Conditions		
Length of Time for Condition		
Observation Details		Initials
Observer A		
Observer B		
Location (name of suburb/town)		
Date		
Start Time		
End Time		
Observation Year		
Destination Address		Type
Destination 1		☐ D1 Reached ☐ D2 Reached ☐ D3 Reached ☐ D4 Reached
Destination 2		
Destination 3		
Destination 4		
Self-Regulation Conditions		
Additional Contextual Factors		
Odometer		
Odometer Reading (Start)		

Start

Página de pontuação do eDOS: Descrições gerais

A “Cover sheet” (capa) do eDOS funciona como um formulário para registrar informações pré e pós condução.

Cores diferentes nessa página indicam tipos diferentes de comentários:

Descrição	Exemplo
Células de tom laranja encaminham a um menu que permite selecionar opções de uma lista.	
Quando se clica na seta, a opção relevante pode ser selecionada. ATENÇÃO: Se qualquer outro método de navegação for usado, selecione ‘Other’ (Outro)	
Células brancas permitem a inserção de textos digitados.	
Células de tom azul devem ser ignoradas, pois são preenchidas automaticamente.	
Células de tom verde claro também encaminham a um menu, mas se referem à Pesquisa Pós-Condução. .	

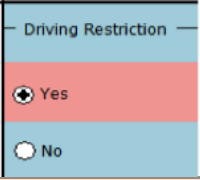
Análise pré-condução

1) Comece selecionando a localização.

PRE-DRIVE ANALYSIS (ANÁLISE PRÉ-CONDUÇÃO)		Selecione a cidade onde está acontecendo a condução.
City (cidade)	Melbourne	
Country (país)	Austrália	

2) Preencha as Informações do participante, Condições da estrada e Dispositivos de navegação.

Participant details (informações do participante)	
---	--

Participant's number (número do participante) Age (idade) Gender (gênero)		Insira o número do(a) cliente
		Idade em anos
		Selecione o gênero – homem ou mulher
License Number (número da habilitação) License Expiry Date (validade da habilitação)		Como estiver na habilitação.
Driving License Condition – Reason (observações da habilitação – motivo)		Observe e descreva qualquer restrições da habilitação (ex.: restrições de quilômetros etc.)
Navigation Devices (dispositivos de navegação)		Selecione Nav. Device – None (nenhum), Maps (mapas), GPS, Partner (companheiro), Other (outro)
Road Conditions (condições da estrada)		Principais condições climáticas da estrada – Dry (seco), chuva leve (wet light), chuva forte (wet heavy), snow (neve), ice (gelo), slush (lama)
Length of Time for Condition (duração de condições).		A duração de tais condições climáticas – All (todo o tempo), Most (a maior parte do tempo), Part (parte do tempo)

3) Preencha a seção de Detalhes da observação.

Observation details (detalhes da observação)		
Observer A (examinador A)		De onde o examinador está pontuando a condução – In car (no carro), Following (seguindo), Video (vídeo)
Observer B (examinador B)		
Location (nome do bairro/cidade)		Onde o participante mora
Date (data)		É preenchido quando o botão “start” é pressionado
Start time (horário inicial)		
End time (horário final)		É preenchido com o botão “cover sheet” é pressionado
Observation year (ano de observação)		Ano da observação- 1, 2, 3, 4, 5

4) Preencha a seção Endereço do destino.

Destination address (endereço do destino)	Type (tipo)	
Destino 1		Escreva o destino na caixa branca e depois escolha o tipo de destino

Destino 2			na caixa laranja ..
Destino 3			
Destino 4			
Self-Regulation Conditions (condições impostas pelo(a) cliente)			Escreva quaisquer condições impostas pelo(a) cliente
Additional contextual factors (fatores contextuais adicionais)			Escreva quaisquer fatores contextuais
Odometer (odômetro)			
Odometer Reading (Start) [marcação do odômetro (início)]			Escreva quanto o odômetro está marcando no início..

a) Preencha até quatro destinos escolhidos pelo cliente. Se uma residência privada for escolhida, tente incluir o número, a rua e o bairro.

b) Para cada destino, selecione o Tipo de destino que melhor descreve a categoria escolhida, selecione *Other (Outro)* se as categorias não descreverem o destino apropriadamente; *Shopping / Casa de um familiar ou amigo / Veterinário / Esportes ou hobbies / Igreja ou Centro religioso / Outro*.

c) Anote quaisquer Condições impostas pelo cliente; por exemplo, o(a) cliente pode pedir para trazer seu ou sua parceiro(a) para ajudá-lo na navegação.

d) Escreva quaisquer Fatores contextuais adicionais relevantes que possam afetar a observação; por exemplo, o cliente usou óculos escuros, escutou o rádio, atendeu o celular e dirigiu com uma mão só.

Antes de começar a condução:

5) Instale as câmeras (certifique-se de que as câmeras estão gravando).

- 6) Registre a marcação do odômetro no veículo do cliente em Marcação do odômetro (início).
 - 7) O examinador deve instruir o(a) cliente a “Dirigir da forma como ele normalmente dirige” para o Destino 1.
- . Quando as informações de pré-condução estiverem preenchidas, clique no botão “Start”, que vai registrar o horário inicial e levar o examinador para a página de “Form” (formulário) para começar a programar as manobras da condução.

Odometer	
Odometer Reading (Start)	



Painel de Navegação

Esse é o Painel de Navegação, que sempre fica no topo da tela.



- 1) Os botões de Intersection (cruzamento), Lane Change (mudança de faixa), Merging (entrada na via), Condução livre (condução livre) de Low Speed Manoeuvre (manobra em baixa velocidade) permitem a navegação entre diferentes tipos de manobras de condução.
- 2) Pressione os botões relevantes de Destination (destino) para registrar a hora em que o cliente chegar a um determinado destino. (Atenção: quando o botão de Destination for pressionado, ele ficará verde)
- 3) Pressione o botão de Lost Participant (participante perdido) caso você tenha perdido o cliente de vista no veículo de observação que o seguia e não pode programar por um período de tempo. Pressione o botão de novo quando achar o cliente e puder voltar a

programar. Isso vai registrar a hora em que o cliente foi perdido e encontrado (no máximo 3 vezes).

4) Pressione o botão Cover Sheet (capa) quando tiver terminado a corrida para registrar o horário final e voltar para a “Cover sheet” e completar a Análise Pós-Condução.



Erros graves

Erros graves no Programa de Observação de Motorista se referem a:

1. erros que resultem em o examinador determinar o fim da observação
2. erros que resultem em colisão/arranhão do veículo e/ou quase batidas
3. para avaliações de dentro do veículo, erros que demandem que o examinador se pronuncie verbalmente para prevenir um erro de se tornar mais grave ou que o examinador forneça assistência devido a um erro.^[SEP]
 - a) Pressione o botão Critical Error (erro grave) no painel de navegação para registrar a hora do erro.
 - b) Programe a manobra para descrever o erro apropriadamente [ex.: manobras inseguras ao entrar em uma via devem ser programadas na seção “Merging” (entrada na via).]
 - c) Depois de completar a condução, vá até a Cover Sheet (capa) e descreva o evento em um texto livre na seção Post Drive Analysis – Critical Errors (análise posterior – erros graves).

The image shows a form titled 'POST DRIVE ANALYSIS'. It has a header bar with the title. Below it is a section titled 'Critical Errors'. This section contains two rows. The first row is labeled '1. Critical Error Description' and has a large text input area. The second row is labeled 'Outcome and Insight' and also has a large text input area. To the right of the 'Critical Errors' section is a button labeled 'Additional Errors'.

- d) Descreva o resultado do erro crítico. Resultados podem incluir o fim da observação e o uso de pronunciamentos verbais afim de evitar consequências adversas potenciais.

Negociações em cruzamentos (Intersection Negotiations) – Instruções para pontuar

Esta seção descreverá como programar manobras em cruzamentos.

As manobras de negociação em cruzamento se dividem em classificações específicas baseada em suas características específicas. [ex.: uma rotatória é uma classificação específica dentro da categoria Intersection Negotiations (Negociações em cruzamentos)].

The interface is titled "Intersection 1 / 100". It features a top navigation bar with buttons for "Intersection", "Lane Change", "Merging", "Free Driving", "Low Speed Manoeuvre", "Destination 1", "Destination 2", "Destination 3", "Destination 4", "Critical Error", and "Lost Participant". A "Cover Sheet" button is also present.

The main configuration area includes several sections:

- Delete Previous**: A red button on the left.
- Descriptive Features**:
 - Traffic Light**: Radio buttons for "Arrow / Flashing Light", "No Arrow", "Controlled", "Roundabout", and "Uncontrolled".
- Turn**: A diagram showing four possible turn directions (up, down, left, right) with corresponding arrow icons.
- Traffic Volume**: Radio buttons for "H", "M", and "L".
- Speed**: Radio buttons for "H", "M", and "L".
- Lanes**: Radio buttons for "3", "2", and "1".
- Observation of Road Environment**: Checkboxes for "No Mirror Use" and "No Looking".
- Speed Regulation**: Checkboxes for "Too Fast" and "Too Slow".
- Road Rule Compliance**: Checkboxes for "Non Compliance Lights/Sign" and "Crossing Pavement".
- Gap Acceptance**: Checkboxes for "Missed Opportunity", "Unsafe Gap", and "Failure to Yield".
- Signalling**: Checkboxes for "Inappropriate".
- Lateral Lane Position**: Checkboxes for "Out of Lane" and "Hitting Kerb".

A large blue "Refresh" button is located at the bottom of the interface.

Tipo de cruzamento

Para cada cruzamento que o cliente passar, selecione se o cruzamento tiver as seguintes característica:

a) *Traffic Light-Arrow/Flashing Light*^[SEP]*(semáforo-seta/semáforo intermitente)*

Diferente de semáforo “sem seta” porque sinaliza a prioridade para o motorista

b) *Traffic light – no arrow (semáforo – sem seta)*

c) *Controlled – No Traffic Light (controlado – sem semáforo) (pode haver placa de ‘dê a preferência’/ ‘pare’, fazendo desse um cruzamento controlado, ex.: haver uma placa de ‘dê a preferência’ em uma faixa de aceleração é registrado como um cruzamento controlado)*

d) *Uncontrolled Intersection (cruzamento não controlado)*

e) *Roundabout (rotatória)*

Depois, selecione a direção que o cliente tomou no cruzamento.

Se houver um(a) agente controlando o trânsito no cruzamento: escreva a informação sobre o cruzamento (o local, horário, etc.) e uma anotação de que há um(a) agente controlando o trânsito [na seção **CONTEXTUAL FACTORS (fatores contextuais)**]. Além disso, quando um agente estiver controlando um cruzamento, isso deve ser registrado como ‘Cruzamento controlado’

Descrição da complexidade da via (road complexity)

Traffic Volume – Volume de tráfego

- *High - alto* (se o trânsito não permitir que o cliente alcance a velocidade da via)
- *Medium - médio* (cliente consegue dirigir na velocidade da via com um tráfego razoável)
- *Low - baixo* (poucos ou nenhum veículo ao redor)

Speed zones – Zonas de velocidade

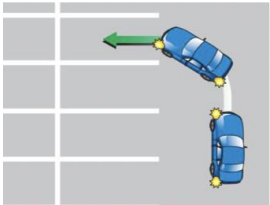
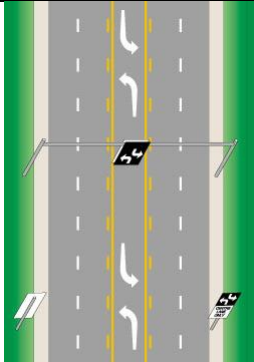
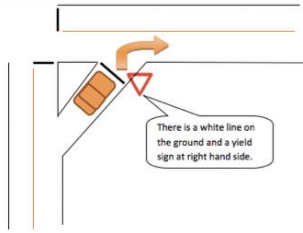
- *High - alta* (rodovia)

- *Medium - média* (acima de 40km/h, excluindo rodovias)
- *Low – baixa* (abaixo de 40 km/h, a maior parte de áreas residenciais e estacionamentos)

Lanes - Faixas

- Número de faixas na pista disponíveis durante aquela manobra específica: 1, 2 ou 3.

Situações especiais: Estacionamentos, faixas centrais e faixas de aceleração

Estacionamento	Faixa central	Faixa de aceleração controlada	Faixa de aceleração não controlada
Cada virada é um cruzamento controlado.	Conta como uma faixa para ambos os lados da via.	Placa de dê a preferência (Número de faixas na imagem abaixo = 2)	Sem placa de dê a preferência (Número de faixas na imagem abaixo = 4)
			

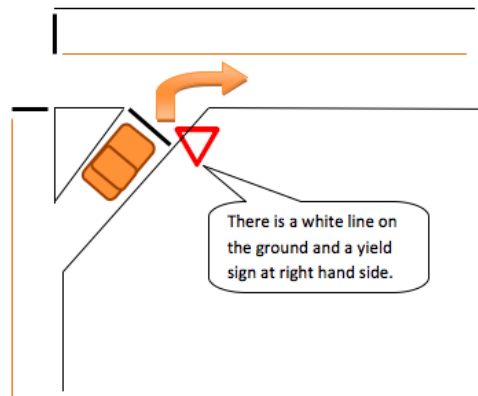
Quando entrar em uma via à direita, o motorista deve ir para a faixa mais à direita ao invés da faixa do meio ou da mais à esquerda. Se o motorista for para uma faixa que não seja a mais à direita, isso deve ser registrado como “out of lane error” (erro por estar fora da faixa) sob *Intersections* (cruzamento); (Lane# = 3).



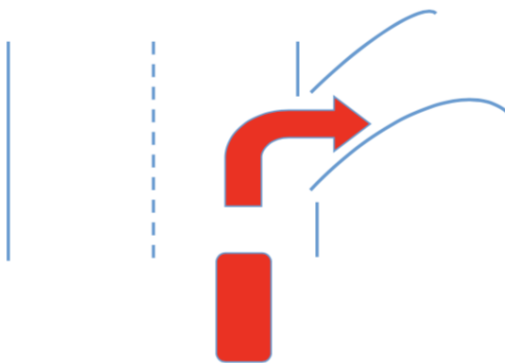
Exemplo: A programação de uma faixa de aceleração

Nesse caso, o exemplo diz respeito a uma faixa de aceleração com placa de dê a preferência:

Isso seria registrado como “controlled intersection_right turn” (“cruzamento controlado_virada à direita”). Se não houver uma placa de pare ou de dê a preferência, então, é registrado como um uncontrolled intersection (cruzamento não controlado).



Para vias de aceleração que se enquadram como “uncontrolled intersection” (cruzamento não controlado)



Considerar manobras para pontuação:

- virada à direita não controlada
- Faixas=3
- Sinalização

1) Para cada cruzamento, pressione o botão correto para registrar caso a ação do motorista não tenha sido apropriada sob as categorias de erros de direção observados.

2) Depois de programar a manobra específica, pressione o botão **Refresh**



para registrar e finalizar a manobra, permitindo que você

programe a próxima. Ao fazer isso, também será registrada a hora da manobra.

3) Se o botão Refresh for pressionado e houver erros na programação, a manobra programada pode ser apagada apertando o botão **Delete Previous Intersection**



(deletar cruzamento anterior) localizada no topo da página à esquerda.

Atenção: Isso só apagará a manobra anterior, independente de ter sido programado um cruzamento, uma mudança de faixa, entrada na via, condução livre ou manobra em baixa velocidade.

Negociações em cruzamentos (Intersection Negotiations) – Erros

Para negociações em cruzamentos, os seguintes erros são programados:

<u>Tipo de erro</u>	<u>Erro específico</u>	<u>Explicação</u>	<u>Avisos especiais: Na via</u>	<u>Avisos especiais: Vídeo</u>
Observation of Road Environment: (observação do ambiente da via) manter a atenção nos arredores e no ambiente da via	No Mirror Use (não uso dos retrovisores)	Se o(a) cliente não usar os retrovisores externos e interno	Isso não pode ser determinado de outro veículo. Selecione o erro “No looking” no caso de perigo provavelmente causado pelo(a) cliente não observar a via.	**
	No looking (não observar)	Se o(a) cliente não olhar para frente ou não olhar para os dois lados antes de entrar em um cruzamento.		

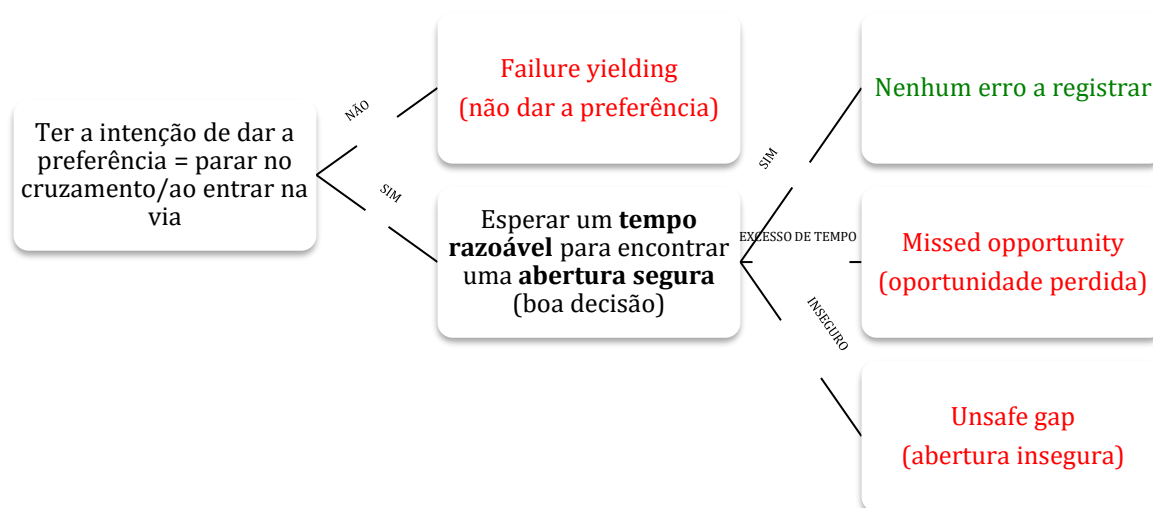
Speed Regulation: (controle de velocidade) aderir ao limite de velocidade da via e controlar a velocidade de acordo com as condições do trânsito/tráfego e intenções da condução.	Too Fast (demasiado rápido)	Se o(a) cliente dirige acima do limite de velocidade ou em uma velocidade perigosa para a manobra		Não é possível registrar a menos que seja facilmente determinável pela velocidade dos objetos ao redor (já que o odômetro não é visto pela câmera).
	Too Slow (demasiado devagar)	Se o(a) cliente dirige excessivamente devagar (consiste em um sinal de zelo exagerado)		
Road-Rules Compliance: (seguir às regras de trânsito) habilidade de seguir e responder apropriadamente a sinais de trânsito (ex.: placas de pare, semáforos) e não cruzar as marcações do asfalto.	Non Compliance Light/Sign (não conformidade Semáforo/ Placa)	Se o(a) cliente não cumprir o direcionamento de uma placa de trânsito ou semáforo. Atenção: Atravessar o sinal amarelo e não parar completamente na placa de pare são pontuados como “NOT COMPLIANT” (não conforme às regras)		
	Crossing Pavement (cruzar as marcações do asfalto)	Se o(a) cliente atravessa uma marcação do asfalto a ponto de atrapalhar outras pessoas na via.		
Gap acceptance: (abertura entre veículos para mudança de faixa) fazer análises seguras sobre a presença de outros veículos e consequentemente escolher um ponto livre de riscos para entrar numa fila de carros ou cruzar uma ou mais faixas da via	Missed Opportunity (oportunidade perdida)	Ser excessivamente cauteloso(a) e perder oportunidades ao estimar a abertura entre os veículos.		
	Unsafe Gap (abertura insegura)	O(A) cliente escolhe uma		

		abertura insegura.		
	Failure to Yield (não dar preferência)	Se o(a) cliente não dá a preferência devida.		
Signaling: (sinalização) habilidade de sinalizar sua intenção para negociar um cruzamento	Inappropriate (inadequada)	Se o(a) cliente deixa a seta ligada depois de passar o cruzamento ou usa a seta errada e/ou se não usa a seta.	Pode haver dificuldade se o carro examinador estiver longe demais para ver claramente.	Pode necessitar de áudio para ouvir a sinalização se a gravação em vídeo não estiver clara ou se o carro examinador estiver longe demais para ver claramente.
Lateral Lane Position/ Vehicle Positioning: (posição da faixa lateral/ posição do veículo) posição do veículo enquanto em movimento ou parado de acordo com as marcações da rodovia.	Out of Lane (fora da faixa)	Se o(a) cliente sai da faixa (com ou sem marcações no asfalto).		
	Hitting Kerb/Curb (bater no meio-fio)	Cliente atinge o meio-fio.		Use sinais da estrada para determinar a posição do veículo.
	Inappropriate Following Distance (distância inadequada)	Dirigir excessivamente próximo do veículo em frente.		
Low Speed Manoeuvre: (manobras em baixa velocidade) quando o(a) cliente estaciona, dá ré ou para ao lado do meio-fio.	No Observation (não observar)	Não olhar para trás ao dar ré.	Isso não pode ser determinado de outro veículo. Selecione o erro “No looking” no caso de perigo provavelmente causado pelo(a) cliente não estar olhando para trás.	
	Signalling Misuse (mal uso da sinalização)	Não dar seta corretamente.	Pode haver dificuldade se o carro examinador estiver longe demais para ver claramente.	Pode haver dificuldade de determinar caso os avaliadores também estejam fazendo uma manobra em baixa velocidade (as câmeras não estarão direcionadas para o(a) cliente). Use sinais sonoros e a gravação em vídeo dos
	Inappropriate Positioning Attempts (tentativas inadequadas de se posicionar)	Tentativas excessivas para estacionar/ posicionar o veículo corretamente		

				momentos aproximados da manobra.
--	--	--	--	----------------------------------

A diferença entre abertura insegura e não dar a preferência:

A escolha entre essas duas opções se baseia na intenção e decisão do(a) cliente.



Exemplo de pontuação: -----



O veículo vermelho está passando em uma pista com duas faixas indo em direções opostas e controladas por placas de pare. Não foi necessário dar seta.

Esse cenário se dá em uma vizinhança residencial com o limite de velocidade

de 40km/h. Há poucos carros na mesma faixa que o carro vermelho. Ele foi o primeiro veículo a chegar no cruzamento e parou na placa de pare, mas ultrapassou a linha de retenção.

O motorista está ciente da presença de outros veículos, mas não olha para a direita e para a esquerda antes de atravessar o cruzamento.

A página de pontuação do eDOS deve aparecer como está ao lado (aperte o botão “Refresh” para enviar):

The screenshot shows the eDOS scoring interface for an intersection. At the top right, it says "Intersection 1 / 100". The interface is divided into several sections with checkboxes and radio buttons:

- Descriptive Features**: Includes "Traffic Light" (Arrow / Flashing Light, No Arrow) and "No Traffic Light" (Controlled, Roundabout, Uncontrolled).
- Turn**: A diagram showing a car turning right at an intersection.
- Traffic Volume**: Three columns with radio buttons for H, M, and L.
- Speed**: Three columns with radio buttons for H, M, and L.
- Lanes**: Three columns with radio buttons for 3, 2, and 1.
- Observation of Road Environment**: Includes "No Mirror Use" and "No Looking" (checked).
- Gap Acceptance**: Includes "Missed Opportunity", "Unsafe Gap", and "Failure to Yield".
- Speed Regulation**: Includes "Too Fast" and "Too Slow".
- Signalling**: Includes "Inappropriate".
- Road Rule Compliance**: Includes "Non Compliance Lights/Sign" and "Crossing Pavement" (checked).
- Lateral Lane Position**: Includes "Out of Lane" and "Hitting Kerb".

A large blue "Refresh" button is at the bottom.

Troca de faixa e entrada na via – Instruções de pontuação

1. Troca de faixa (lane changing)

A cada troca de faixa, selecione se ela aconteceu da faixa da esquerda para a da direita (left to right) ou da direita para a esquerda (right to left).

Descriptive Features

☐ Left to Right →

☐ Right to Left ←

2. Entrada na via (merging)

As seguintes entradas na via podem ser registradas pelo(a) examinador(a): entrada na via que ocorre de uma posição parada [ex.: driveway (garagem), Car-park/Parking (estacionamento)] e entrada na via que ocorre de uma faixa de aceleração (slip lane) ou de uma faixa que termina gradualmente (ending lane).

Descriptive Features

☐ Driveway

☐ Car-Park / Parking

☐ Ending Lane

3. Entrada na via (merging) e troca de faixa (lane changing)

Selecione a Road complexity (complexidade da via) de acordo com a explicação anterior, e quaisquer erros cometidos durante a manobra.

Traffic Volume

☐ H

☐ M

☐ L

Speed

☐ H

☐ M

☐ L

Lanes

☐ 3

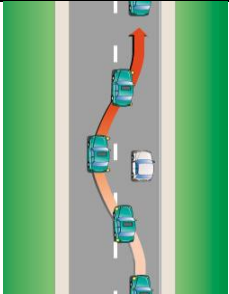
☐ 2

☐ 1

Para mudança de faixa e entrada na via, os seguintes Driving Behaviours (comportamentos de condução) são registrados:

Observation of Road Environment ☐ No Mirror Use ☐ No Looking	Gap Acceptance ☐ Missed Opportunity ☐ Unsafe Gap ☐ Failure Yielding
Speed Regulation ☐ Too Fast ☐ Too Slow	Signalling ☐ Inappropriate
	Vehicle Positioning ☐ Out of Lane ☐ Hitting Kerb ☐ Inappropriate Following Distance

Situações especiais:

Ultrapassagem	Ramificação da via	Entrada na via [deve ser pontuada separadamente, não como parte de “Lane change” (troca de faixa)]
Para ultrapassar um veículo estacionado ou lento; para ultrapassar obstáculos da pista (observe o carro verde)	Troca de faixa para uma nova faixa ramificada; não é necessário olhar os retrovisores ou para trás (observe o caminhão)	Faixa atual vai terminar; troca de faixa para entrar na faixa que prossegue (observe o caminhão)
		

Troca de faixa e entrada na via – Erros

Para troca de faixa e entrada na via, os seguintes erros são programados:

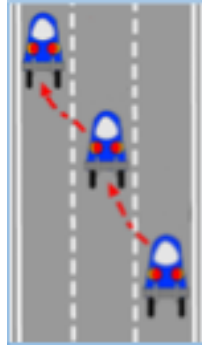
<u>Tipo de erro</u>	<u>Erro específico</u>	<u>Explicação</u>	<u>Avisos especiais: Na via</u>	<u>Avisos especiais: Vídeo</u>
Observation of Road Environment: (observação do ambiente da via)	No Mirror Use (não uso dos retrovisores)	Se o(a) cliente não usar os retrovisores externos e interno.	Isso não pode ser determinado de outro veículo. Selecione o erro	Se ambos ocorrerem, selecione apenas “No looking”

manter a atenção nos arredores e no ambiente da via	No looking (não observar)	Se o(a) cliente não olhar para frente ou não olhar para os dois lados antes de entrar em um cruzamento	“No looking” no caso de perigo provavelmente causado pelo(a) cliente não observar a via.	
Speed Regulation: (controle de velocidade) aderir ao limite de velocidade da via e controlar a velocidade de acordo com as condições do trânsito/tráfego e intenções da condução.	Too Fast (demasiado rápido)	Se o(a) cliente dirige acima do limite de velocidade ou em uma velocidade perigosa para a manobra		Não é possível registrar a menos que seja facilmente determinável pela velocidade dos objetos ao redor (já que o odômetro não é visto pela câmera).
	Too Slow (demasiado devagar)	Se o(a) cliente dirige excessivamente devagar (consiste em um sinal de zelo exagerado).		
Gap acceptance: (abertura entre veículos para mudança de faixa) fazer análises seguras sobre a presença de outros veículos e consequentemente escolher um ponto livre de riscos para entrar numa fila de carros ou cruzar uma ou mais faixas da via.	Missed Opportunity (oportunidade perdida)	Ser excessivamente cauteloso(a) e perder oportunidades ao estimar a abertura entre os veículos.		Determina-se na maioria das vezes pelo uso das gravações do veículo examinador.
	Unsafe Gap (abertura insegura)	O(A) cliente escolhe uma abertura insegura.		
	Failure to Yield (não dar a preferência)	Se o(a) cliente não dá a preferência devida.		
Signaling: (sinalização) habilidade de sinalizar sua intenção para negociar um cruzamento	Inappropriate (inadequada)	Se o(a) cliente deixa a seta ligada depois de passar o cruzamento ou usa a seta errada e/ou se não usa a seta.	Pode haver dificuldade se o carro examinador estiver longe demais para ver claramente.	Pode necessitar de áudio para ouvir a sinalização se a gravação em vídeo não estiver clara ou se o carro examinador estiver longe demais para ver claramente.
Lateral Lane Position/ Vehicle Positioning: (posição da faixa lateral/ posição do veículo) posição do veículo enquanto em movimento ou parado de acordo com as marcações da rodovia.	Out of Lane (fora da faixa)	Se o(a) cliente sai da faixa (com ou sem marcações no asfalto).		Use sinais da estrada para determinar a posição do veículo.
	Hitting Kerb/Curb (bater no meio-fio)	Cliente atinge o meio-fio.		
	Inappropriate Following Distance (distância inadequada)	Dirigir excessivamente próximo do veículo em frente.		

Exemplo: A programação de uma troca de faixa

- Erros de troca de faixa

Se o motorista, ao trocar de faixa, atravessa duas faixas sem dirigir na do meio por um tempo e sem olhar novamente o retrovisor para olhar a faixa mais à esquerda, registre “no looking error” (erro de não observar) em *Lane Change (mudança de faixa)*; (Lane#=3)



Troca para uma nova faixa que começa à esquerda (veja a imagem ao lado)

Pontuação:

Não há necessidade de olhar por cima do ombro

Deve dar seta [pontuado em Signaling (sinalização)]



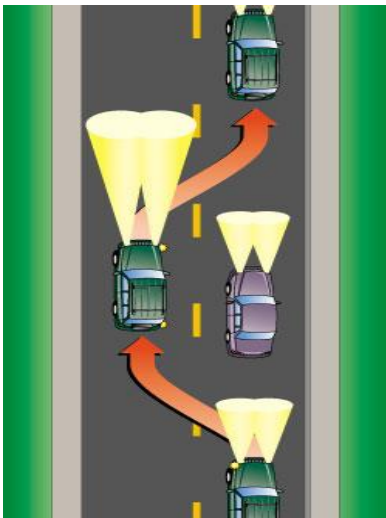
Quando clientes ultrapassam um veículo estacionado ao longo do meio-fio, em uma via de uma faixa, se houver um erro, ele é pontuado em LANE CHANGE (troca de faixa) e espera-se que o cliente. Dê seta e olhe para frente. O cliente deve dar seta e olhar para voltar para a faixa original (após a ultrapassagem do veículo).

Por exemplo: Essa situação ao lado seria uma troca de faixa à esquerda e depois troca de faixa à direita.



Não olhar está acima de não uso do retrovisor. Quando se ultrapassa um veículo, é necessário dar seta para a esquerda e depois dar seta para a direita para retornar. É importante olhar, tanto não olhar quanto não dar seta podem ser erros que ocorram. Pode haver situações em que é óbvio que o(a) cliente olhou, mas não checkou o retrovisor, você pode registrar o erro de não uso do retrovisor se achar que ele(a) deveria ter usado.

Exemplo: Troca de faixa -----



O veículo verde quer ultrapassar um veículo parado na estrada (carro roxo) que ainda estava ligado, mas parecia estar estacionado. O motorista do carro verde dá seta para a esquerda e checka os retrovisores e pontos cegos. A via está livre e o motorista troca de faixa para a esquerda.

A seguir, porque o carro verde precisa virar à direita. Entretanto, presumindo que o carro roxo vai permanecer parado, o

motorista não sinaliza dessa vez e não checka o retrovisor ou pontos cegos ao fazer a segunda troca de faixa.

Parta do princípio que o volume de tráfego seja médio e a velocidade, baixa.

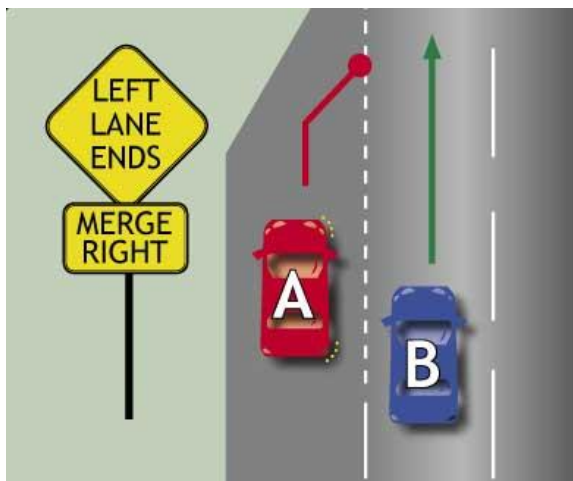
Pontuação da primeira troca de faixa:

Pontuação da segunda troca de faixa:

Em ambos os casos, clique no botão “Refresh” para enviar.

Perceba que na segunda troca de faixa, o motorista teve “inappropriate signaling” (sinalização inadequada, não deu seta) e “no looking” (não observou os retrovisores e os pontos cegos). Entretanto, o erro “no looking” só se aplica quando é possível que o veículo “estacionado” possa voltar a se mover a qualquer momento. Se o obstáculo na via estivesse de fato parado (ex.: um caminhão sendo descarregado, latas de lixo, etc) então seria permissível que o motorista não olhasse antes de trocar de faixa.

Exemplo: Troca de faixa -----



Em uma rodovia de 4 faixas, o veículo A (carro vermelho) está na faixa que vai acabar, ocorrendo assim uma junção das 4 faixas em 3.

O motorista do veículo A está atrasado para um compromisso e está com pressa. Ele corta o na frente do veículo B (carro

Azul) e esquece de olhar e de dar seta. Além disso, ele vai direto para a faixa mais à direita

da via para chegar mais rápido na saída da rodovia. Parta do princípio que o volume de tráfego é médio.

(Imagem retirada de http://www.seniorsmovingsafely.org.au/road_rules.html)

A página de pontuação do eDOS deve ficar assim:

Merge 1 / 20

Update Position Merge

Descriptive Features

- ☐ Driveway
- ☐ Car-Park / Parking
- ☒ Ending Lane

Traffic Volume

- ☐ H
- ☒ M
- ☐ L

Speed

- ☐ H
- ☒ M
- ☐ L

Lanes

- ☐ 3
- ☐ 2
- ☒ 1

Observation of Road Environment

- ☐ No Mirror Use
- ☒ No Looking

Speed Regulation

- ☒ Too Fast
- ☐ Too Slow

Gap Acceptance

- ☐ Missed Opportunity
- ☒ Unsafe Gap
- ☒ Failure Yielding

Signalling

- ☒ Inappropriate

Vehicle Positioning

- ☒ Out of Lane
- ☐ Hitting Kerb
- ☐ Inappropriate Following Distance

Refresh

Clique no botão “Refresh” para enviar.

Atenção: Nesse caso, o erro em Vehicle positioning (posição do veículo) – “Out of lane” (fora da faixa) – também pode ser considerado separadamente como um erro de troca de faixa

Condução livre (Free Driving) – Regras para pontuar

A manobra Free Driving (Condução livre) se refere à condução que ocorre em autoestradas relativamente retas e envolvem o veículo se movendo para frente e pausando quando necessário de acordo com o trânsito/ambiente ou em razão de placas/regras de trânsito. Além disso, a condução livre envolve não executar manobras.

Para a manobra Free Driving (Condução livre), os seguintes Driving Behaviours (Comportamentos de condução) são registrados:

- a) Road Complexity (Complexidade da via)
- b) Lateral Lane Positioning (Posição da faixa lateral)
- c) Speed Regulation (Controle de velocidade)

Free Drive
1 / 8

Delete Previous Free

Traffic Volume
☐ H
☐ M
☐ L

Speed
☐ H
☐ M
☐ L

Lanes
☐ 3
☐ 2
☐ 1

Lateral Lane Position
☐ Out of Lane
☐ Hitting Kerb

Speed Regulation
☐ Too Fast
☐ Too Slow

Refresh

Atenção: Apenas comportamentos inadequados devem ser registrados. Para cada ocorrência inadequada de um posicionamento do veículo ou controle de velocidade, selecione a complexidade e a categoria relevante observada. Não é prático programar cada manobra de Condução livre.

Dirigir em linha reta em um cruzamento/semáforo é considerado uma ‘Intersection Negotiation’ (Negociação em cruzamento).

Condução livre (Free Driving) – Erros

Para Free driving (Condução livre), os seguintes erros são registrados:

<u>Tipo de erro</u>	<u>Erro específico</u>	<u>Explicação</u>	<u>Avisos especiais: Na via</u>	<u>Avisos especiais: Vídeo</u>
Observation of Road Environment: (observação do ambiente da via) manter a atenção nos arredores e no ambiente da via	No Mirror Use (não uso dos retrovisores)	Se o(a) cliente não usar os retrovisores externos e interno	Isso não pode ser determinado de outro veículo. Selecione o erro “No looking” no caso de perigo provavelmente causado pelo(a) cliente não observar a via.	Se ambos ocorrerem, selecione apenas “No looking”
	No looking (não observar)	Se o(a) cliente não olhar para frente ou não olhar para os dois lados antes de entrar em um cruzamento.		

Speed Regulation: (controle de velocidade) aderir ao limite de velocidade da via e controlar a velocidade de acordo com as condições do trânsito/tráfego e intenções da condução.	Too Fast (demasiado rápido)	Se o(a) cliente dirige acima do limite de velocidade ou em uma velocidade perigosa para a manobra		Não é possível registrar a menos que seja facilmente determinável pela velocidade dos objetos ao redor (já que o odômetro não é visto pela câmera).
	Too Slow (demasiado devagar)	Se o(a) cliente dirige excessivamente devagar (consiste em um sinal de zelo exagerado).		

Pontue essa manobra apenas se houver um erro durante a Condução livre ou se ela constituir a maior parte da viagem.

Manobras em baixa velocidade (Low Speed Manoeuvres) – Regras para pontuar

Low-Speed Manoeuvres (manobras em baixa velocidade) se referem à habilidade do condutor de controlar o veículo em uma velocidade relativamente baixa ao *dar ré, parar ao lado do meio-fio ou estacionar*.

Delete Previous LSM -

Reversing

☐ No Observation
☐ Signalling Misuse
☐ Inappropriate Positioning Attempts

Reversing 1 / 5

Refresh

Delete Previous LSM -

Pulling into Kerb

☐ No Observation
☐ Signalling Misuse
☐ Inappropriate Positioning Attempts

Pulling into Kerb 1 / 5

Refresh

Delete Previous LSM -

Parking

☐ No Observation
☐ Signalling Misuse
☐ Inappropriate Positioning Attempts

Parking 1 / 5

Refresh

Manobras em baixa velocidade (Low Speed Manoeuvres) – Erros

Dando ré

Erro comum: Não observar

Não olhar os retrovisores

Não olhar para trás e checar pontos cegos



Parando ao lado do meio-fio

Erro comum: Tentativas inadequadas de se posicionar Ex.: estacionar longe do meio-fio

Estacionando

Erro comum: Tentativas inadequadas de se posicionar^[1]_[SEP] Ex.: estacionar fora da vaga; em mais de uma vaga

Para manobras em baixa velocidade, os seguintes erros são programados:

<u>Tipo de erro</u>	<u>Erro específico</u>	<u>Explicação</u>	<u>Avisos especiais: Na via</u>	<u>Avisos especiais: Vídeo</u>
Low Speed Manoeuvre: (manobras em baixa velocidade) quando o(a) cliente estaciona, dá ré ou para ao lado do meio-fio.	No Observation (não observar)	Não olhar para trás ao dar ré.	Isso não pode ser determinado de outro veículo. Selecione o erro “No looking” no caso de perigo provavelmente causado pelo(a) cliente não estar olhando para trás.	
	Signalling Misuse (mal uso da	Não dar seta corretamente.	Pode haver dificuldade se o carro examinador estiver longe demais	Pode demandar o uso do áudio para ouvir a seta se a gravação em

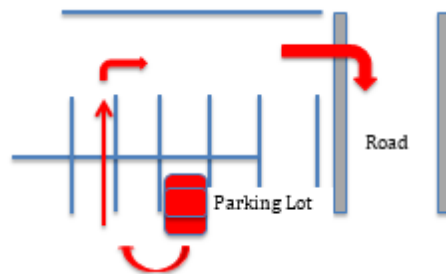
	sinalização)		para ver claramente..	vídeo não for clara ou se o carro examinador estiver longe demais para observar com clareza.
	Inappropriate Positioning Attempts (tentativas inadequadas de se posicionar)	Tentativas excessivas para estacionar/ posicionar o veículo corretamente		Use sinais do ambiente para determinar a posição do veículo.

Exemplo: A programação de manobras em baixa velocidade

Se o(a) cliente está se aproximando do meio-fio quando chega ao destino, pontue como *Pulling into kerb* (parou ao lado do meio-fio); não acrescente Parking (estacionou)

Se o(a) cliente para em um destino no meio de um estacionamento e não numa faixa específica, pontue sob *Parking with inappropriate positioning* (estacionou em posição inadequada)

Em um Estacionamento pontue sob uncontrolled intersections (cruzamentos não controlados): não há carros e o(a) cliente passou por cima das linhas das vagas, pontue 3 uncontrolled intersections (cruzamentos não controlados) com alguns erros de sinalização.

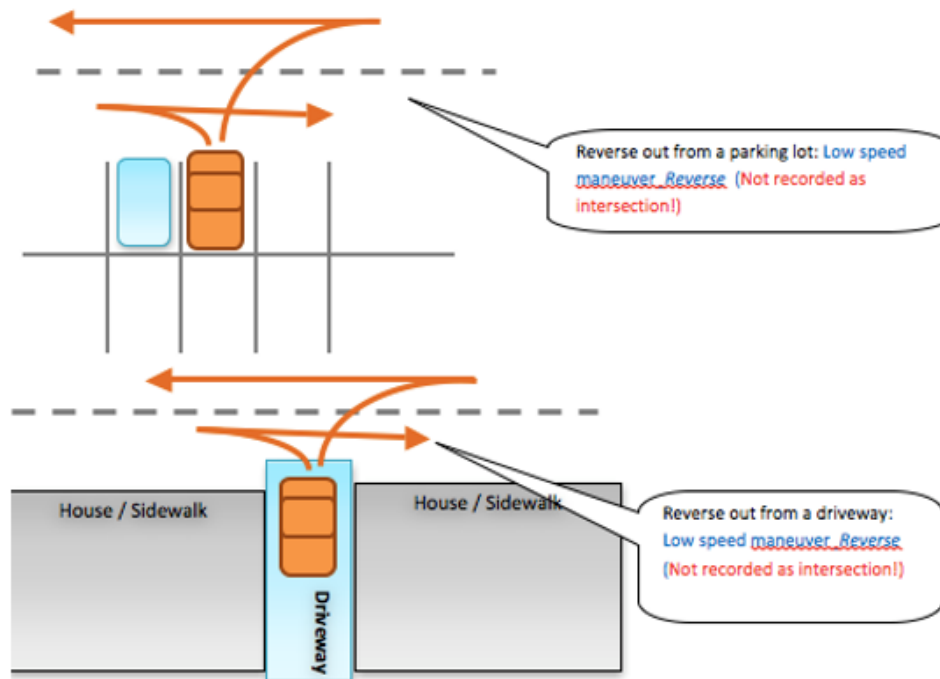


Estacionamentos Cheios vs. Vazios

Em um estacionamento cheio (onde erros podem causar consequências graves), clientes devem seguir as marcações da pista e a sinalização (se eles não seguirem, tratam-se de erros). Em um estacionamento vazio, é OK se eles passarem por cima das marcações (em um estacionamento vazio, esses erros não são graves), mas ao virar eles devem dar seta [trata-se de inappropriate

signalling-uncontrolled intersection (sinalização inadequada-cruzamento não controlado) caso eles não deem seta].

- Ré



Primeiro balão: “Dar ré saindo de um estacionamento: Manobra em baixa velocidade_Ré (não deve ser registrada como cruzamento!)

Segundo balão: “Dar ré saindo de uma garagem: Manobra em baixa velocidade_Ré (não deve ser registrada como cruzamento!)

A escolha entre parar ao lado do meio-fio e estacionar: depende do lugar onde o(a) cliente para o carro: pulling into curb (parar ao lado do meio-fio) é selecionado quando o(a) cliente direciona o carro para a margem da via sem dar ré ou estacionar. Por exemplo, parar o carro numa faixa de estacionamento em frente a um hospital ou estação de trem (para buscar ou deixar alguém) ou direcionar o carro para a faixa mais à direita ao lado do meio-fio seria

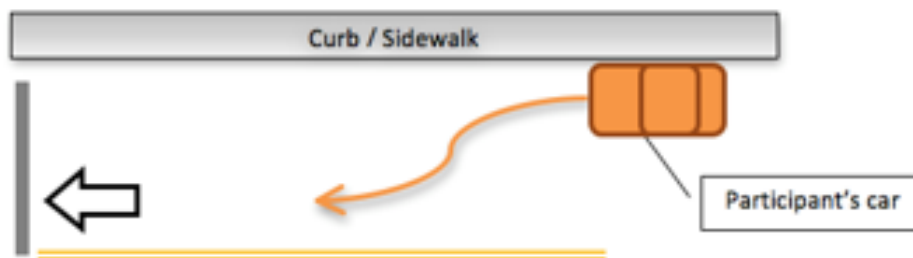
classificado como “pulling into the curb” (parar ao lado do meio-fio). Caso contrário, “parking” (estacionar) é registrado quando o(a) motorista estaciona em uma garagem ou estacionamento (ex.: em um shopping)

Entretanto, se o motorista faz uma baliza para parar o carro ao lado do meio-fio, isso é registrado como uma “reverse” (ré) + “parking” (estacionar). Outro caso em que a programação se aplicaria seria se um(a) cliente desse ré para estacionar o veículo em um estacionamento, e de novo isso seria registrado como “reverse” (ré) + “parking” (estacionar).

A programação quando o(a) cliente vai tirar o veículo do lado do meio-fio ou sair de um estacionamento/garagem:

“Merge from” (“entrar na via saindo de”) (o carro está paralelo à via para a qual o(s) cliente está se dirigindo)

Estacionamento



Destinos

Ao chegar a cada destino, selecione “Destination (destino) 1/2/3/4” como condiz. Não use fast-forward ou pule essa parte do vídeo, já que informações verbais e comportamentais importantes podem ser obtidas. Escreva o tipo de destino em um

caderno separado. Ao selecioná-lo, o botão deve ficar verde.



Cover Sheet

Uma vez que a pontuação do vídeo do eDOS tiver terminado, clique em “Cover Sheet” no topo do Manoeuvre Menu (menu de manobras). Um registro automático da data/hora da avaliação vai ser gerado e os destinos, se alcançados, também serão automaticamente constatados.

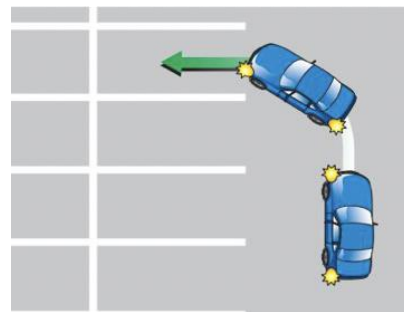
IMPORTANTE: Documente nesse momento todos os “Additional Contextual Factors” (fatores contextuais adicionais) observados, como obras na via, dar passagem para veículos de emergência, passagem de animais, etc.

Situações comuns e o que fazer

Estacionamentos

É possível que, em estacionamentos vazios, o(a) cliente decida passar por cima de várias vagas ou fileiras inteiras de estacionamento para chegar à vaga escolhida.

Sem dar seta ao virar, essa situação deve ser classificada como um erro categorizado como *Uncontrolled Intersection* “Inappropriate Signaling” (Cruzamento não controlado “Sinalização inadequada”).



Bairros residenciais

Muitas vezes pode ser difícil determinar o número de faixas de uma via. Nesse caso, observe quantos carros caberiam na via lado a lado para determinar o número de faixas.

Observe o ambiente em busca de sinais que indiquem se a via é de mão única ou dupla.

Em cruzamentos não controlados com poucas sinalizações na via, também use sinais do ambiente para determinar se o(a) motorista está trocando de faixa e fazendo as manobras adequadas.

Vias com múltiplas faixas em que uma delas é usada para estacionar

Em vias movimentadas (ex.: centro da cidade), a faixa mais à direita muitas vezes é tomada por veículos estacionados, impossibilitando que se dirija nessa faixa. Neste caso, subtraia uma faixa do número total ao registrar esse dado no eDOS.



Por exemplo, se a via tiver duas faixas, mas a faixa da direita estiver cheia de carros estacionados, marque “1 Lane” (1 faixa) na folha de pontuação do eDOS.

Estacionar no acostamento no meio da viagem

Essa situação geralmente ocorre quando o(a) cliente fica preocupada de ter se separado dos avaliadores, o que é mais comum em áreas movimentadas com muito trânsito. O(A) cliente provavelmente vai parar o carro ao lado do meio-fio e ligar o pisca-alerta enquanto espera os avaliadores o(a) alcançarem.



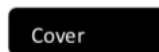
- Registre a situação como “Pulling into kerb” (parar ao lado do meio-fio) na seção “Low Speed Manoeuvre” (manobra em baixa velocidade) da folha de pontuação do eDOS.
- Pontue comportamentos adequados/inadequados
- Não registre a parada como um dos destinos
- Registre a situação em um caderno separado e também em “Additional Contextual Factors” (fatores contextuais adicionais).

Câmera defeituosa (para pontuação a partir do vídeo)

É possível que, durante a condução, a câmera caia ou a bateria acabe. É importante prevenir que isso aconteça afixando as câmeras com firmeza e se certificando que elas estejam sempre carregadas. Entretanto, se uma câmera passar por um período defeituoso, apenas anote a duração do ocorrido (por exemplo, ela pode ficar desconectada por alguns segundos se houver um problema de fiação). Se a câmera defeituosa apresentar um grande obstáculo para a avaliação (se uma grande parte da viagem não tiver sido gravada, por exemplo), interrompa o eDOS e considere filmar novamente. Sinais sonoros também são muito importantes na pontuação do eDOS, e uma gravação de som defeituosa pode obstruir informações, embora não tão gravemente quanto perder a câmera por completo. Faça seu próprio juízo para determinar se a pontuação do(a) motorista vai sofrer um impacto pequeno ou se a viagem deve ser filmada novamente com câmeras funcionais.

Análise pós-condução

Depois de programar a última manobra (geralmente, estacionar) pressione o botão do Cover Sheet no painel de navegação para retornar para a página inicial (o horário final é automaticamente registrado ao fazer isso).



- 1) Registre, caso haja, detalhes de erros graves como descritos anteriormente.
- 2) Selecione o “Comfort rating” (nível de conforto) apropriado (*de 1 a 5*), que resume sua avaliação da condução do(a) cliente ao fim da viagem do eDOS (5 = completamente confortável e 1 = completamente desconfortável).

Ratings	
Comfort Rating	

- 3) Acrescente quaisquer comentários adicionais sob “Summary” (resumo).
- 4) Faça as Perguntas 1 - 5 da Pesquisa Pós-Condução.

Atenção: A pergunta 5 é dissertativa enquanto as outras apresentam múltipla-escolhas.

Q1. How would you rate your driving today compared with your normal everyday driving?

Q2. How would you rate the difficulty of this driving task compared to your normal everyday driving?

Q3. How would you rate your familiarity with the route?

Q4. How would you rate your level of comfort when being observed?

Q5. Do you have any comments on the drive today?

Show/ Hide

Odometer Reading (End)

Q1. Como você avalia sua condução hoje comparada à condução de um dia cotidiano normal?

Q2. Como você avalia a dificuldade dessa tarefa de condução comparada à condução de um dia cotidiano normal?

Q3. Como você avalia sua familiaridade com a rota?

Q4. Como você avalia seu nível de conforto enquanto é observado(a)?

Q5. Você tem algum comentário a fazer sobre a viagem de hoje?

Atenção: se o(a) cliente dirigiu para mais de um destino, responda às perguntas Q3a – Q3d (se essas perguntas não estiverem visíveis, pressione o botão “Show/Hide”).

- 5) Registre a marcação do odômetro do veículo do(a) cliente em “Odometer Reading (End)”.
- 6) Uma vez que todos os dados foram preenchidos, pressione o botão “Export”



, que vai criar um novo arquivo Excel contendo todos os dados do eDOS.

Salve esse novo arquivo usando o número do cliente como nome do arquivo (por

exemplo, 1234.xlsx). Esse arquivo contém uma planilha chamada SPSS que organiza todos os dados da condução em um formato que pode ser copiado e colado no software estatístico do SPSS.

Pressione “Clear”  no arquivos DOS_Master original para limpar os dados e deixá-lo pronto para a próxima condução.

Solução de problemas

1. Os macros devem ser ativados. Uma mensagem de aviso deve aparecer com um botão “Enable Macros” (ativar macros), caso isso não aconteça, vá em File > options > trust centre > trust centre settings > macro settings > enable all macros.
2. Cálculos iterativos devem estar ativados, isso permite os registros de horário/data. Vá em File > options > formulas > enable iterative calculations.^[1] Coloque o “Maximum Iterations” em 100.
3. Mudar o nome do arquivo vai impedir o macro “export” de funcionar. O próprio código macro deve ser alterado para corresponder ao título do novo documento.

ANEXO E

AAAP-D-24-01831 - Confirming your submission to Accident Analysis and Prevention

Accident Analysis and Prevention <em@editorialmanager.com>

2 de outubro de 2024 às 11:57 Responder a: Accident Analysis and Prevention <support@elsevier.com>

Para: Einstein Francisco Camargos <einsteinfc@gmail.com>

This is an automated message.

Association of cognitive and physical traits with on-road driving performance in Brazilian older adults

Dear Dr. Camargos,

We have received the above referenced manuscript you submitted to Accident Analysis and Prevention. It has been assigned the following manuscript number: **AAAP-D-24-01831**.

To track the status of your manuscript, please log in as an author at <https://www.editorialmanager.com/aaap/>, and navigate to the "Submissions Being Processed" folder.

Thank you for submitting your work to this journal. Kind regards,
Accident Analysis and Prevention

FAQ: How can I reset a forgotten password?
https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/28452/supporthub/publishing/kw/editorial+manager/

For further assistance, please visit our customer service site: <https://service.elsevier.com/app/home/supporthub/publishing/>. Here you can search for solutions on a range of topics, find answers to frequently asked questions, and learn more about Editorial Manager via interactive tutorials. You can also talk 24/7 to our customer support team by phone and 24/7 by live chat and email.

This journal uses the Elsevier Article Transfer Service. This means that if an editor feels your manuscript is more suitable for an alternative journal, then you might be asked to consider transferring the manuscript to such a journal. The recommendation might be provided by a Journal Editor, a dedicated Scientific Managing Editor, a tool assisted recommendation, or a combination. For more details see the journal guide for authors.

At Elsevier, we want to help all our authors to stay safe when publishing. Please be aware of fraudulent messages requesting money in return for the publication of your paper. If you are publishing open access with Elsevier, bear in mind that we will never request payment before the paper has been accepted. We have prepared some guidelines (<https://www.elsevier.com/connect/authors-update/seven-top-tips-on-stopping-apc-scams>) that you may find helpful, including a short video on Identifying fake acceptance letters (<https://www.youtube.com/watch?v=o5l8thD9XtE>).

Please remember that you can contact Elsevier's Researcher Support team (<https://service.elsevier.com/app/home/supporthub/publishing/>) at any time if you have questions about your manuscript, and you can log into Editorial Manager to check the status of your manuscript (https://service.elsevier.com/app/answers/detail/a_id/29155/c/10530/supporthub/publishing/kw/status/).

Accident Analysis and Prevention
Association of cognitive and physical traits with on-road driving
performance in Brazilian older adults
 --Manuscript Draft--

Manuscript Number:	AAAP-D-24-01831
Article Type:	Full Length Article
Keywords:	aged, driving, physical capacity, cognitive function, assessment, traffic.
Corresponding Author:	Einstein Francisco Camargos University of Brasilia Brasília, DF BRAZIL
First Author:	Juliana Lima Quintas
Order of Authors:	Juliana Lima Quintas
	Isabela Oliveira Azevedo Trindade
	Ludmille Bezerra Costa
	Luciana Lilian Louzada Martini
	Wannessa Martins Almeida
	Clayton Franco Moraes
	Einstein Francisco Camargos
	Patrícia Belchior
	Isabelle Gélinas
Abstract:	Otávio Toledo Nóbrega
	The global population of licensed older adult drivers has experienced a notable increase. It is known that physical and cognitive changes are inherent to the aging process. Sensory, cognitive, and physical deficiencies among drivers are associated with the risk of accidents and poorer driving performance. In this context, the impact of cognitive and physical impairments on on-road performance remains insufficiently understood, particularly within the Brazilian population, highlighting the need to assess driving fitness in this demographic. The objective of this study was to evaluate the physical function and cognitive performance of Brazilian older adult drivers living in the community in domains relevant to driving, and then associating these findings with the performance of these drivers in a standardized driving test in real urban traffic conditions. A sample of 139 volunteers (mean age 70.7 years) was administered tests to assess physical and cognitive functionality before on-road assessment on a standardized average route of 10 km on urban roads. In this study, there was no association between physical functionality and general aptitude for driving. Regarding cognition, poorer on-road driving performance was associated with lower scores in executive functions, especially time management ability. Errors in specific maneuvers (driving through intersections, changing lanes, and merging into lanes) were associated with declines in walking speed, attention capacity, cognitive flexibility, and visuospatial organization ability.
Suggested Reviewers:	Kayla Stefanidis kstefani@usc.edu.au
	Bernadette Fausto bernadette.fausto@rutgers.edu

Association of cognitive and physical traits with on-road driving performance in Brazilian older adults

Juliana Lima Quintas^{1,a}, Isabela Oliveira Azevedo Trindade^{1,a}, Ludmille Bezerra da Costa¹, Luciana Lilian Louzada Martini¹, Wannessa Martins de Almeida¹, Clayton Franco Moraes^{1,2}, Einstein Francisco Camargos¹, Patrícia Belchior^{3,4}, Isabelle Gélinas⁴, Otávio Toledo Nóbrega^{1,3,*}

¹ University Hospital of Brasília, Medical Centre for the Aged, Brasília, DF, Brazil.

² Catholic University of Brasília, Medical Faculty, Brasília, DF, Brazil.

³ Centre de Recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal (CR-IUGM), Montreal, QC, Canada.

⁴ McGill University, School of Physical and Occupational Therapy, Montreal, QC, Canada.

^a both authors have equally contributed to the study.

* Corresponding author: Otávio T. Nóbrega, University of Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília – DF, Brazil. Phone: +55-61-3307-2520.

E-mail addresses: otnobrega@gmail.com and otavionobrega@unb.br

Declarations

Ethical Approval: Approved by the Review Board of the Medical Faculty of the University of Brasília (CAAE 02590918.0.0000.5558).

Funding: Work supported by FAPDF/Brazil (grant # 00193-00002302/2022-80).

Competing interests: The authors have no conflicts of interest to disclose.

Authors' contributions: JL Quintas, IOA Trindade, EF Camargos, P Belchior, I Gélinas and OT Nóbrega worked on the original study outline. JL Quintas, IOA Trindade and LB Costa recruited the participants. JL Quintas performed the neuropsychological assessments whereas LB Costa executed the physical functioning evaluation and IOA Trindade assessed driving performance. EF Camargos, LLL Martini e W MA performed the medical evaluations, whereas OT Nóbrega and CF Moraes obtained funding to support the study. JL Quintas, IOA Trindade and OT Nóbrega analysed the data obtained with assistance from P Belchior and I Gélinas to interpret the results. JL Quintas, IOA Trindade and OT Nóbrega prepared the original manuscript with critical revision performed by P Belchior and I Gélinas.

Availability of data and materials: All data generated with this study is included in the publication, with raw analyses and materials being available upon a reasonable request.

Abstract

The global population of licensed older adult drivers has experienced a notable increase. It is known that physical and cognitive changes are inherent to the aging process. Sensory, cognitive, and physical deficiencies among drivers are associated with the risk of accidents and poorer driving performance. In this context, the impact of cognitive and physical impairments on on-road performance remains insufficiently understood, particularly within the Brazilian population, highlighting the need to assess driving fitness in this demographic. The objective of this study was to evaluate the physical function and cognitive performance of Brazilian older adult drivers living in the community in domains relevant to driving, and then associating these findings with the performance of these drivers in a standardized driving test in real urban traffic conditions. A sample of 139 volunteers (mean age 70.7 years) was administered tests to assess physical and cognitive functionality before on-road assessment on a standardized average route of 10 km on urban roads. In this study, there was no association between physical functionality and general aptitude for driving. Regarding cognition, poorer on-road driving performance was associated with lower scores in executive functions, especially time management ability. Errors in specific maneuvers (driving through intersections, changing lanes, and merging into lanes) were associated with declines in walking speed, attention capacity, cognitive flexibility, and visuospatial organization ability.

Key words: aged, driving, physical capacity, cognitive function, assessment, traffic.

Introduction

The population of legally licensed older drivers continues to increase, resulting in a growing number of drivers with varying degrees and profiles of physical function and cognitive limitations in domains relevant to safe driving (Lombardi, Horrey et al. 2017). The act of driving is a complex activity that involves factors such as mobility, sensory functions, cognition and the environment itself (e.g., road conditions, signage, traffic education, vehicle adaptation, among others) (Apolinario, Magaldi et al. 2009). Physical and cognitive changes occur in aging, being represented by muscle loss, changes in gait,

reduced visual and auditory acuity, and a decline in cognition (Owsley, McGwin et al. 1998, Owsley and McGwin 1999).

Regardless of age, sensory, cognitive and physical impairments among drivers are known to be associated with increased risk of accidents and decreased driving performance (Anstey, Wood et al. 2005, Rodrigues, Avelar et al. 2018). The act of driving is essential for maintaining mobility, autonomy and independence (Hess, Norton et al. 2016), and studies suggest that limitations in physical functionality such as gait alteration, decreased handgrip strength, postural sway and limited cervical rotation are related to a progressive and gradual loss in the ability to perform complex and coordinated tasks such as driving vehicles (Woolnough, Salim et al. 2013), with implications for the risk of fatal events (Cicchino and McCartt 2015, de Freitas, Bonolo Pde et al. 2015). There is evidence that preserved motor and biomechanical functionalities are associated with greater driving ability (Alonso, Peterson et al. 2016, Antin, Guo et al. 2017, Ng, Guralnik et al. 2020). However, the literature still appears to lack experimental reports to strengthen the evidence regarding the most relevant domains of physical functionality (Anstey, Wood et al. 2005, Guo, Fang et al. 2015).

In terms of cognition, research has identified executive functions, attentional capacity and visuospatial skills as key aspects for safe driving by older adults (Apolinario, Magaldi et al. 2009, Adrian, Moessinger et al. 2019, Quintas, Trindade et al. 2023). In turn, although there is a lot of evidence on how the decrease in cognitive abilities (attention, executive function, language, visuospatial skills and memory) contribute to driving problems for older adults, the literature is still controversial about which functions are mostly related to unsafe driving (Reger, Welsh et al. 2004, Carr and Ott 2010, Iverson, Gronseth et al. 2010, Bennett, Chekaluk et al. 2016). In this context, neuropsychological tests can help predict driving ability by enabling an assessment of overall cognitive status and/or domains of particular relevance to driving.

In addition, there are numerous studies in the literature that examine how declines in physical functionality and/or reduced cognitive capacity influence driving ability, to the point of revealing drivers at risk of frequent or fatal accidents. Guidelines issued by medical societies or traffic authorities tend to recommend adopting comprehensive and personalized protocols to assess the physical condition of older adult drivers (Adura, Adura et al. , American Geriatrics Society 2015, American Association of Motor Vehicle Administrators 2017), given the lack of consensus on the domains or functions which are most detrimental when declining. On-road measurements are described by experts as the

gold standard for determining individual and everyday skills related to driving behavior (McCarthy 2005) as they have high ecological validity (Apolinario, Magaldi et al. 2009) to determine the actual skills of a vehicle driver and identify potential remedial responses (McCarthy 2005, Justiss, Mann et al. 2006, Marcotte and Grant 2010). However, few studies adopt an on-road assessment protocol to evaluate aspects of vehicle driving in older adults, and it is common for driving-related skills to be assessed by knowledge of traffic rules, with data obtained from regulatory bodies/traffic authorities or even by testing the driver in simulated conditions (Reger, Welsh et al. 2004) (Koppel, Charlton et al. 2016, Eriksson, Banks et al. 2017).

An important multicenter and prospective study with older adult drivers in Canada (Candrive/Ozcandrive) aimed to evaluate the different cognitive and physical function domains that permeate vehicle driving to develop a driver risk stratification tool. With an on-road ecological assessment as one of the outcomes, the CanDrive/Ozcandrive initiative developed a clinical instrument called the electronic Driver Observation Schedule (eDOS) to record and monitor the everyday driving behaviors of older adults, track potential changes over time, as well as to serve in possible rehabilitation strategies (Marshall, Man-Son-Hing et al. 2013) (Koppel, Charlton et al. 2013).

There are already studies in Brazil which point to the importance of physical and cognitive aspects in the driving performance of older adults with outcomes in simulators and evaluation in licensed clinics (Alonso, Peterson et al. 2016, Lenardt, Lourenço et al. 2023). However, there are no studies that associate cognition or physical functionality with on-road assessment outcomes in a sample of Brazilian older adults. Therefore, studies of this nature can not only contribute to describe domains and skills relevant to safe driving, but also shed light on particularities in the Latin American context, helping to develop tools which enable mobility and autonomy for older adults.

The objective of this study was to evaluate the cognitive and physical function performance of Brazilian older adult drivers living in the community in domains relevant to driving, and then associate these findings with the performance of these drivers in a standardized driving test in real urban traffic conditions.

Method

Study design

This is an analytical cross-sectional study carried out at the Medical Center for Older Adults (*Centro de Medicina do Idoso - CMI*) of the University Hospital of Brasília

(HUB), Brasília DF, Brazil, with older adults from the community recruited using the “snowball” technique (Heckathorn 2011), based on disseminating the study through direct contact, emails, social networks and printed media. This study followed the methodological recommendations according to the initiative called Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) (von Elm, Altman et al. 2007). The project was approved by the Research Ethics Committee of the Faculty of Medicine of UnB (CAAE: 02590918.0.0000.5558).

Context (setting)

Data collection took place between February 2020 and August 2023, with interruption between March 2020 and October 2021 due to the COVID-19 pandemic. The clinical, physical function and cognitive assessment was conducted in an outpatient setting, while the driving assessment (on road) was conducted on a pre-established urban route in the participants own vehicle.

Participants

Older adult individuals without dementia who met the inclusion criteria by agreeing to and signing the Informed Consent Form (ICF), being 60 years of age or older, having 4 or more years of formal education, having held a driver’s license for 5 or more years, and using a motor vehicle regularly at least once a week were selected. The participants should present normal performance on the mini-mental state examination (MMSE) (Folstein, Folstein et al. 1975) during the clinical evaluation than the cut-off points to dementia established by education for the Brazilian population (Lourengo and Veras 2006) and consume medications without changes in dosage schedule in the four weeks prior to data collection. In addition, each participant should have visual acuity (SNELLEN > 20/50 in at least one eye) (McGraw, Winn et al. 1995) and satisfactory hearing ($\geq 92\%$ speech recognition) (Jerger, Speaks et al. 1968). Finally, the driver had to report having had adequate and sufficient sleep, and deny having consumed alcohol in the 24 hours prior to the functional/cognitive testing and driving test, which occurred sequentially.

Participants diagnosed with schizophrenia, schizoaffective disorders, delusional disorders or mood disorders with psychotic characteristics, as well as cases of active delirium or untreated severe sleep disorder according to clinical criteria of the DSM-V-TR were excluded (American Psychiatric Association. and Force 2013). Cases of special

qualifications with vehicle adaptation for permanent physical limitations or disabilities were also excluded.

Sample characterization and clinical evaluation

All participants underwent a brief clinical screening in which the following information was collected: sex (female/male); age (in complete years); education (5 to 8 years; 9 to 11 years; > 11 years); time holding driver's license (in years); presence of comorbidities (systemic arterial hypertension, diabetes mellitus, hypothyroidism and COVID); use of psychotropic medications; days of the week on which the car is used to go out (up to two days; 3 to 5 days; 6 to 7 days); and best score on the SNELLEN test for both eyes.

Cognitive evaluation

The cognitive assessment was performed by a neuropsychologist in individual sessions lasting an average of 40 minutes, in which some cognitive tests were applied.

The Montreal Cognitive Assessment Test (MOCA), validated in a Brazilian sample, was applied for a broad cognitive assessment (Memoria, Yassuda et al. 2013). The Trails test (Cavaco, Gonçalves et al. 2013, Roy and Molnar 2013) and the Digit span test were used to assess attentional capacity, cognitive flexibility and working memory (Kaufman and Lichtenberger 1999). The copy version of Rey's figure (da Silva Oliveira, dos Santos Rigoni et al. 2004) was used to assess executive functions (planning ability, time management for tasks and visuospatial skills), while the 3-minute copy reproduction version assessed working memory and short-term non-verbal memory. Finally, the Collection Attention Tests (CAT) used in Brazil for specific assessment of attention capacity (sustained, divided and alternating) (Esteves and Rueda 2021). This test is based on the Psychological Battery for the Assessment of Attention (BPA), validated in Brazilian sample (Rueda and Monteiro 2013), with modifications in which the graphic stimuli are presented in a larger format than in the original version, thereby minimizing the impact of visual impairments on the measurement of attentional capacity.

Physical function evaluation

The physical function assessment was performed by a physiotherapist in individual sessions lasting an average of 30 minutes. Handgrip strength was assessed using an analog hand dynamometer (Jamar brand, 1 kg/F precision, São Paulo, Brazil), conducted as

described elsewhere (Rantanen, Era et al. 1994, Ferrucci, Bandinelli et al. 2000). Furthermore, the Short Physical Performance Battery (SPPB) instrument was used to assess physical function capacity based on tests that assess static balance while standing, usual walking speed and lower limb muscle strength. The instrument has three subdivisions to assess static balance, with balance in three different positions for 10 seconds (tandem, semi-tandem and parallel feet). It was suggested that the older adult walk at a usual pace for four meters to assess usual walking speed. Next, the test of getting up from a chair and sitting down on it five consecutive times and without support or assistance from the upper limbs was used to assess the muscular form of the lower limbs (Nakano 2007). The final SPPB score is given by the sum of the three tests, and can vary from 0 to 12. According to the score: 0 to 3 points: incapacity; 4 to 6 points: low capacity; 7 to 9 points: moderate capacity and 10 to 12 points: good capacity (Guralnik, Ferrucci et al. 1995).

Driving assessment

The electronic Driver Observation Schedule (eDOS) developed for the Candrive/Ozcandrive study was the main instrument used for assessing on-road driving performance in the Brazilian context, applied with adaptations (Koppel, Charlton et al. 2013). The chosen route consisted of a route of approximately 10 km that alternated between primary and secondary urban roads, including access to residential areas, and which sometimes consisted of 2 or more lanes in the same direction, sometimes a road with only two lanes in opposite directions, always delimited by pavement on the side. The route to be taken was pre-established and included scenarios representative of everyday circumstances, with traffic lights, signs, roundabouts and speed bumps along the circuit. The route was standardized for all volunteers, starting with a low level of difficulty, then progressively increasing the difficulty level, such as some more complex maneuvers (Figure 1).

Each participant drove their own vehicle in real traffic conditions accompanied by a team member trained and qualified in vehicle driving assessment. During the assessment, the researcher sat in the front passenger seat and recorded driving manoeuvres (driving through intersections, changing or staying in lanes, entering lanes, maneuvering at low speeds, among others), the environmental conditions (number of lanes, speed limit, traffic volume and weather conditions) and test execution parameters (start and end times of the test, interruptions) on a portable electronic device (tablet).

Driving errors committed in each maneuver were coded as appropriate or inappropriate in six main categories: observation of the road environment (failure to use mirrors or turning their neck to check with their head); signaling (failure to use or inappropriate use of turn signals); speed regulation (driving too fast or too slow); gap acceptance (missing opportunities or unsafe entry into lanes, including not yielding); traffic rules (failure to comply with signs or basic rules; position of the vehicle while moving or stopped (failure to observe the front or side markings of the road, collision with the curb or inadequate stopping or following distance). Critical driving errors were considered those in which the vehicle was involved (or almost involved) in an accident, when the observer needed to use verbal commands to avoid/correct an error with serious consequences, or when the observer needed to interrupt or end the evaluation for any reason related to the driver's performance (Vlahodimitrakou, Charlton et al. 2013) (Team; 2017).

In light of the rapid aging of the Brazilian population, there is a critical need for tools and strategies designed to support the autonomy of older adults. The eDOS instrument serves as a comprehensive tool that addresses multiple dimensions along a continuum—from identifying driving difficulties to implementing necessary adaptations and interventions to ensure safe driving practices. It uses a weighted score that values the number and type of errors according to the complexity of the maneuvers and the traffic route: higher total scores obtained indicate a higher number and/or greater risk of driving errors made during the drive (Chen, Gélinas et al. 2020).

Statistical analysis

Multiple linear regression models were used to verify whether the independent variables of cognitive or physical function performance were significant predictors of the driving scores obtained from applying the eDOs instrument. The regression analyses were performed in two consecutive stages: simple and multiple. From the simple regression analyses, all independent variables that reached a value of $p < 0.20$ were included in the multiple analysis, which used a stepwise selection procedure with a significance level of 0.05 as a criterion for permanence or exclusion of variables and obtaining the multiple regression models. The results were expressed in terms of linear regression coefficients (β) and standardized prevalence ratio (PR) and their respective 95% confidence intervals.

Then, the Poisson regression model with robust variance was used to verify whether the cognitive and physical function performance variables were significant predictors of the number of errors committed specifically at intersections, during lane

changes or when entering/merging into a lane. Adjustments were made in all cases for possible demographic and clinical covariates (sex, age, education, physical activity, having had COVID-19, better visual acuity score and use of drugs that may affect driving), as well as for the existence of driving assistance devices (camera/audible signal when reversing and automatic transmission), with only covariates included for which the final multiple regression model indicated $p < 0.20$.

The dependent variables (weighted eDOS and maneuver errors) underwent Box-Cox transformations in order to ensure Gaussian and homoscedastic distribution of the data (Box and Cox 1964). Multicollinearity between independent variables was assessed and considered present when the tolerance indicator was greater than 0.60. The analyses were performed using the SAS 9.4 program.

Results

It was possible to recruit 139 volunteers, with one withdrawal from the study due to not completing the protocol. The final sample of 138 licensed older adult drivers had a mean age of 70.7 years and was largely composed of non-alcohol consuming individuals (98.6%) or smokers (96.4%), with more than 11 years of formal education (84.0%) and retired (83.3%). There was a relative preponderance of female drivers (64.5%), married (56.5%) and physically active (60.9%). The participants exhibited good general health, as illustrated by the remarkable absence of diseases, comorbidities or disabilities prevalent in the age group, such as previous stroke (99.3%), limiting osteoarthritis (96.4%), labyrinthine disease (94.2%), depression (89.1%), chronic pain (89.1%), diabetes mellitus (85.5%), hypothyroidism (73.2%) or systemic arterial hypertension (60.9%). Of the total, 55.1% did not wear glasses, while > 90% did not use hearing aids (92.0%) or walking aids (98.5%). Just over half did not report being affected by COVID-19 (50.8%), while the prevalence of overweight (42.7%) was low. Of the total, 52.2% used up to three medications, but the majority did not use psychotropic drugs (79.0%) or drugs with direct action on the CNS (91.3%).

Drivers reported an average driving history of 43.7 years, with a current driving frequency of 6 to 7 days/week (63.7%) (Table 1). Of the total, 79.7% did not use any other form of transportation (public or private), and 63.7% would not accept family recommendations to stop driving, although 81.2% reported that they would consider it if the recommendation to stop driving came from a medical professional. Regarding driving

habits, 92.7% reported feeling safe on non-routine routes, with 78.9% reporting driving at night and 94.2% in the rain. Approximately 82.6% claimed to be the main driver in the household, with 62.3% stating that they did not share driving with anyone else, although 63.0% of the total stated that there was another driver in their household. Regarding cars, 62.3% had automatic cars and 67.3% had a reversing assistance device.

For driving history in the 6 months prior to the survey, 94.2% reported not having been involved in traffic accidents, while 76.8% stated that they had not regularly taken wrong turns, although 56.5% reported not using an app to find their way around traffic. The most frequent driving errors observed in our conditions were errors at intersections (49.3%), when changing lanes (43.2%) and when merging (7.4%).

Regarding the inferential tests, both simple and multiple linear regression analyses did not show any significant correlation between the ability displayed for driving and the variables measuring physical performance (p-values ranging from 0.2890 to 0.9632) (Table 2). Complementary analyses using multiple Poisson regression that evaluated the relationship between the physical performance variables and the main driving errors committed revealed that only the walking speed test was considered a significant predictor for errors committed at intersections (PR = 0.81; 95%CI 0.65-1.00; p = 0.0470 in analysis adjusted for the driver's age), as well as for the occurrence of errors entering the lane (PR = 0.63; 95%CI 0.52-0.76; p < 0.0001 in analysis without adjustment).

Regarding cognitive variables, multiple linear regression analysis indicated that only the ability to manage time (ReyTcop) was a predictor of vehicular aptitude ($\beta = 0.26$; 95%CI 0.09-0.44; p = 0.003 with adjustment for age) (Table 3). Poisson multiple regression analysis that considered specific driving errors revealed that worse overall cognitive performance (MoCA) was associated with more errors when changing lanes (PR = 0.93; 95%CI 0.89-0.98; p = 0.002), while worse performance in visuospatial organization, planning and nonverbal memory (ReyMem) were associated with more errors when merging (PR = 0.97; 95%CI 0.94-1.00; p = 0.038). Impaired attention capacity and cognitive flexibility were associated with a higher number of intersection errors (Trails A) (PR = 1.01; 95% CI 1.00-1.01; p = 0.048). Contradictorily, higher scores on the straight digit test were associated with a higher number of intersection errors (PR = 1.05; 95%CI = 1.00-1.10; p = 0.037).

Discussion

This is the first study on a Brazilian sample of older adult drivers without dementia living in the community which seeks to evaluate cognitive and physical function domains relevant to driving and associating these findings with the drivers' performance in a standardized driving test in real urban traffic conditions.

The literature reports that age-related changes in older adults, such as decreased sensory acuity, cognitive decline and decreased muscle strength, increase the risk of driving errors, such as veering off the road, not respecting speed limits and ignoring traffic signs (Voelker 2024). In general terms, the most common traffic errors observed in our study conditions are similar to those reported in the literature (Freund and Smith 2011), mainly occurring at intersections, when changing lanes and when merging onto roads. The most common critical errors committed by drivers in our conditions consisted of making a dangerous turn at an intersection, unnecessarily pulling onto the shoulder of the road or suddenly and unnecessarily reducing the speed of the vehicle (Cicchino and McCartt 2015), which corroborates our study.

Physical function performance and vehicle driving

Our first finding consisted of observing a lack of association between physical functions and general aptitude for driving, which is in line with North American studies where the results of physical functions did not influence the exercise of vehicle driving (Guo, Fang et al. 2015). Considering specific errors rather than overall vehicle performance, our study shows that impaired walking speed is associated with a higher frequency of errors at intersections and when merging. The literature shows that functional decline due to slow walking speed compromises the overall driving quality by older adults (Liu, Hu et al. 2016, Perera, Patel et al. 2016), and that older adults who spend the longest time performing walking tests exhibit unsafe driving to a degree sufficient to warrant discussion about driving cessation (Marottoli, Cooney et al. 1994, Staplin, Gish et al. 2003). Therefore, our findings are consistent with the literature, indicating that a decline in this motor function is associated with a greater number of errors in on-road driving tests, suggesting that gait assessment should be part of a battery of tests to predict the risk of fatalities involving older adult drivers in traffic.

Although only the gait speed test was significantly associated with unfavorable outcomes during driving in our conditions, we expected to find an association between other specific physical capacities (balance, cervical rotation, and handgrip strength, among others) and driving, as suggested by the literature (Marottoli and Drickamer 1993, Ackerman,

Edwards et al. 2008, Bonder and Dal Bello-Haas 2009, Antin, Guo et al. 2017). It is believed that the good general health status and satisfactory level of physical fitness of the participants, illustrated by the regular practice of physical activities by 60.9% of the sample, can at least partly explain this lack of significance by the “ceiling effect” hypothesis. The practice of physical activities has a positive effect on the perceptive, cognitive and physical capacities that are relevant to good performance and safety when driving among older adults (Etnier, Salazar et al. 1997, Kramer, Colcombe et al. 2002). Still, and according to the literature, walking speed is one of the human functions which most tends to reflect overall physical performance, so it is no surprise that it has predictive value in indicating good or bad driving (Marottoli, Richardson et al. 1998, Emerson, Johnson et al. 2012, Alonso, Peterson et al. 2016, Antin, Guo et al. 2017, Binotto, Lenardt et al. 2021), which is in line with the findings of our study.

It is important to ensure that the greatest number of older adults can drive safely and thus live a life with preserved autonomy and independence. It is well known that major physical disabilities (hemiplegia, amputations, arthrosis or others) have a more serious impact on driving performance, generating a greater risk of accidents (Wood, Anstey et al. 2008). Furthermore, when considering the broad spectrum of human physical capabilities, identifying functional changes of a smaller proportion but with the potential to affect driving in older adults is a necessary task in health decision-making and depends on appropriate tools and procedures, especially given the unequivocal evidence that motor and biomechanical functionalities account for (even if to a lesser extent) part of the ability to drive (Alonso, Peterson et al. 2016, Antin, Guo et al. 2017, Ng, Guralnik et al. 2020).

Cognitive performance and vehicle driving

In this study, the cognitive performance of older adult drivers without dementia was significantly associated with driving, not only in the overall analysis of the route, but also in committing specific driving errors. Difficulty in executive functions, notably time management ability (ReyTcop), was associated with worse performance on the driving test. A greater number of intersection errors was associated with a decline in attention capacity and cognitive flexibility (Trails A), while lane entry errors were associated with worse performance in visuospatial organization capacity, planning and nonverbal memory (ReyMem). Finally, the number of lane change errors was associated with global cognitive performance (MoCA).

The literature in the area confirms that executive functions, visuospatial organization, processing speed and attentional capacity are the cognitive domains whose preservation usually favors safe driving by older adults (Anstey, Wood et al. 2005, Depestele, Ross et al. 2020, Stefanidis, Mieran et al. 2023). Our findings confirm that the decline in these functions is associated with a propensity to make errors in on-road driving tests. Studies indicate that executive function plays a preponderant role in driving competence, both in younger and older adults (Asimakopulos, Boychuck et al. 2012, Depestele, Ross et al. 2020) due to the self-regulatory role they play. Executive functions encompass different subfunctions, so identifying which domain and/or instrument would be most sensitive for this assessment becomes a challenge (Gilbert and Burgess 2008, Adrian, Moessinger et al. 2019). In this scenario, the literature shows that poor performance in certain subtests is capable of predicting risk behaviors (Choi, Kasko et al. 2018). In line with this, our results show that declines in the cognitive flexibility and planning/time management subfunctions are not only associated with worse overall driving performance, but also with committing specific errors (at intersections and when merging). The executive ability to manage time is a function required in different scenarios for safe driving, such as the perception of the time interval needed to safely enter/merge into a lane, to go through a yellow light or to perform a maneuver at an intersection involving another vehicle(s), among other actions (Schlag 1993, Di Stefano and Macdonald 2003).

The preservation of visuospatial organization associated with nonverbal memory constitutes another requirement for safe driving behavior (Stav, Justiss et al. 2008). Although there is no specific instrument that assesses this function in isolation, research shows that poor performance in this domain, concomitant with difficulties in executive functions and reaction time, act as a predictor of poor driving in young and older people (Ledger, Bennett et al. 2019). The association observed in our conditions is not surprising since visuospatial organization and executive functions are used simultaneously in different traffic situations, such as to recognize and analyze the route to be taken, to enter a lane and maintain the vehicle properly in the lane, as well as for the tasks of parking and remembering the parking spot (Dawson, Uc et al. 2010, Aksan, Anderson et al. 2015). In our study, the number of errors when entering the lane also confirms the importance of this function for driving ability. Although route analysis and difficulty levels in the parking task were associated with visuospatial organization ability, they were not investigated in this study.

The number of errors in intersection scenarios was also associated with poorer performance in attention capacity. Other studies have already confirmed that the decline in this function is associated with unsafe driving by older adults (Anstey, Wood et al. 2005, Depestele, Ross et al. 2020, Stefanidis, Mieran et al. 2023). A widely used instrument to assess attention capacity is the trail making test (Asimakopulos, Boychuck et al. 2012, Wolfe and Lehouck 2016). In our conditions, worse performance in version A of the test was associated with a greater number of errors in driving through intersections, demonstrating the relevance of preserving sustained attention, cognitive flexibility and reaction time in these actions. Although version B of the test is recognized in the literature as a sensitive instrument in predicting unsafe driving by older adults, it did not prove to be a predictor of poor driving in our sample (Roy and Molnar 2013), which can at least partly be explained by type 2 statistical error and/or by the effect of the participants' high education level on the lack of sensitivity of version B to predict unfitness to drive. Along the same lines, the lack of association between the scores on the digit span tests and the CAT with errors in specific maneuvers may also be related to these same factors.

Although worse overall cognitive performance is associated with a greater number of lane change errors in our study, this result should be viewed with caution. The MoCA is a screening instrument consolidated in the literature as a tool to identify cognitive decline in older adults (Nasreddine, Phillips et al. 2005). There is no consensus on the value of this instrument as a predictor of safe driving assessment in this age group (Rapoport, Naglie et al. 2013, Hollis, Duncanson et al. 2015, Kwok, Gélinas et al. 2015), and in this context, its use should be integrated with other tools in order to provide clues about the quality of driving performed by older adults (Lee and Molnar 2017).

Limitations

Our study has limitations. The standardized on-road assessment protocol was developed for the Canadian population, and although the evaluators considered it useful for the Brazilian traffic environment, a cross-cultural adaptation of the instrument was not properly performed. However, prior to conducting the survey, meetings and training sessions were held with Brazilian evaluators in collaboration with members of the Canadian CanDrive team to address potential discrepancies. Additionally, a pilot study was conducted to adapt the instrument for use with this sample. Still regarding the instruments, the sensitivity level of the physical and cognitive scales may also have

influenced the results obtained. In the assessment of processing speed (for example), factors such as motor slowness, cognitive difficulties or simply meticulousness may have influenced the performance displayed by the participant (Bennett-Levy 1984), which cannot be excluded as interfering factors. Furthermore, the high education level and good general health of the sample may have masked/compensated for unnoticed cognitive difficulties (ceiling effect).

Another limitation of our study was the absence of an evaluation of compensatory strategies. Older drivers may mitigate elevated risk by intentionally adjusting their behaviors, such as reducing speed, increasing headway, or avoiding more complex driving situations (e.g., during peak hours, at night, or in adverse weather conditions) (Pitta, Nóbrega et al. 2022). Future studies, preferably multicenter, should consider a sample that is more representative of the multimorbidity and low education level which are characteristic of Brazilian society (Nóbrega, Faleiros et al. 2009). Finally, an analysis of traffic accidents as the main outcome could contribute to the study because, in this scenario, traffic errors can be considered intermediate outcomes (surrogate endpoint).

Conclusion

In our study, there was no association between physical performance and overall driving performance. In fact, there was an association with a specific type of error (walking speed) and not with overall ability. Impaired driving performance was associated with changes in performance in gait assessments, which may be an important tool in deciding whether older adults are fit to drive. Errors at intersections and merging into lanes also had slowing of the usual gait as a significant predictor.

Regarding cognition, poorer performance in the standardized on-road driving test was significantly associated with difficulty in executive functions, especially in the ability to manage time for tasks. Different maneuver errors (at intersections, lane changes and merging into lanes) were also associated with declines in attention capacity, cognitive flexibility, visuospatial organization capacity and overall cognitive performance.

References

- Ackerman, M. L., J. D. Edwards, L. A. Ross, K. K. Ball and M. Lunsman (2008). "Examination of Cognitive and Instrumental Functional Performance as Indicators for Driving Cessation Risk Across 3 Years." *The Gerontologist* 48(6): 802-810.

- Adrian, J., M. Moessinger, A. Charles and V. Postal (2019). "Exploring the contribution of executive functions to on-road driving performance during aging: A latent variable analysis." Accid Anal Prev 127: 96-109.
- Adura, F., J. Adura, A. Couto, J. Faber, R. Hegele, M. Jorge, L. Kondo, A. Meira Júnior, J. Montal and R. Moura "Mobilidade e Condução Veicular da Pessoa Idosa."
- Aksan, N., S. W. Anderson, J. Dawson, E. Uc and M. Rizzo (2015). "Cognitive functioning differentially predicts different dimensions of older drivers' on-road safety." Accident Analysis & Prevention 75: 236-244.
- Alonso, A. C., M. D. Peterson, A. L. Busse, W. Jacob-Filho, M. T. A. Borges, M. M. Serra, N. M. S. Luna, P. H. Marchetti and J. Greve (2016). "Muscle strength, postural balance, and cognition are associated with braking time during driving in older adults." Exp Gerontol 85: 13-17.
- Alonso, A. C., M. D. Peterson, A. L. Busse, W. Jacob-Filho, M. T. A. Borges, M. M. Serra, N. M. S. Luna, P. H. Marchetti and J. M. D. A. Greve (2016). "Muscle strength, postural balance, and cognition are associated with braking time during driving in older adults." Experimental Gerontology 85: 13-17.
- American Association of Motor Vehicle Administrators, A. (2017). Agreed-upon procedures performed on the national motor vehicle title information system. Washington, DC.
- American Geriatrics Society, A. (2015). Clinician's guide to assessing and counseling older drivers, United States. National Highway Traffic Safety Administration.
- American Psychiatric Association. and D.-.-T. Force (2013). Diagnostic and statistical manual of mental disorders : DSM-5. Washington, D.C., American Psychiatric Association.
- Anstey, K. J., J. Wood, S. Lord and J. G. Walker (2005). "Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults." Clin Psychol Rev 25(1): 45-65.
- Antin, J. F., F. Guo, Y. Fang, T. A. Dingus, J. M. Hankey and M. A. Perez (2017). "The influence of functional health on seniors' driving risk." Journal of Transport & Health 6: 237-244.
- Apolinario, D., R. M. Magaldi, A. L. Busse, L. d. C. Lopes, J. Y. T. Kasai and E. Satomi (2009). "Cognitive impairment and driving: A review of the literature." Dementia & Neuropsychologia 3: 283-290.
- Asimakopulos, J., Z. Boychuck, D. Sondergaard, V. Poulin, I. Ménard and N. Korner-Bitensky (2012). "Assessing executive function in relation to fitness to drive: a review of tools and their ability to predict safe driving." Aust Occup Ther J 59(6): 402-427.
- Bennett-Levy, J. (1984). "Determinants of performance on the Rey–Osterrieth Complex Figure Test: An analysis, and a new technique for single-case assessment." British Journal of Clinical Psychology 23(2): 109-119.
- Bennett, J. M., E. Chekaluk and J. Batchelor (2016). "Cognitive Tests and Determining Fitness to Drive in Dementia: A Systematic Review." J Am Geriatr Soc 64(9): 1904-1917.
- Binotto, M. A., M. H. Lenardt, N. H. K. Carneiro, C. Cechinel, T. M. Lourenço, P. C. B. Bento and M. d. C. Rodríguez-Martínez (2021). "Associação entre cognição,

- velocidade da marcha e habilitação veicular em idosos." Acta Paulista de Enfermagem 34.
- Bonder, B. and V. Dal Bello-Haas (2009). Functional performance in older adults. Philadelphia, F.A. Davis Company.
- Box, G. E. and D. R. Cox (1964). "An analysis of transformations." Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology 26(2): 211-243.
- Carr, D. B. and B. R. Ott (2010). "The older adult driver with cognitive impairment: "It's a very frustrating life"." JAMA 303(16): 1632-1641.
- Cavaco, S., A. Gonçalves, C. Pinto, E. Almeida, F. Gomes, I. Moreira, J. Fernandes and A. Teixeira-Pinto (2013). "Trail Making Test: regression-based norms for the Portuguese population." Arch Clin Neuropsychol 28(2): 189-198.
- Chen, Y. T., I. Gélina and B. Mazer (2020). "Development of a weighted scoring system for the Electronic Driving Observation Schedule (eDOS)." MethodsX 7: 101099.
- Choi, H., J. Kasko and J. Feng (2018). "An Attention Assessment for Informing Older Drivers' Crash Risks in Various Hazardous Situations." The Gerontologist 59(1): 112-123.
- Cicchino, J. B. and A. T. McCartt (2015). "Critical older driver errors in a national sample of serious U.S. crashes." Accid Anal Prev 80: 211-219.
- da Silva Oliveira, M., M. dos Santos Rigoni, I. Andretta and J. F. Moraes (2004). "Validação do Teste Figuras Complexas de Rey na população brasileira." Avaliação Psicológica: Interamerican Journal of Psychological Assessment 3(1): 33-38.
- Dawson, J. D., E. Y. Uc, S. W. Anderson, A. M. Johnson and M. Rizzo (2010). "Neuropsychological predictors of driving errors in older adults." J Am Geriatr Soc 58(6): 1090-1096.
- de Freitas, M. G., F. Bonolo Pde, E. N. de Moraes and C. J. Machado (2015). "Elderly patients attended in emergency health services in Brazil: a study for victims of falls and traffic accidents." Cien Saude Colet 20(3): 701-712.
- Depestele, S., V. Ross, S. Verstraelen, K. Brijs, T. Brijs, K. van Dun and R. Meesen (2020). "The impact of cognitive functioning on driving performance of older persons in comparison to younger age groups: A systematic review." Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 73: 433-452.
- Di Stefano, M. and W. Macdonald (2003). "Assessment of older drivers: relationships among on-road errors, medical conditions and test outcome." J Safety Res 34(4): 415-429.
- Emerson, J. L., A. M. Johnson, J. D. Dawson, E. Y. Uc, S. W. Anderson and M. Rizzo (2012). "Predictors of driving outcomes in advancing age." Psychol Aging 27(3): 550-559.
- Eriksson, A., V. A. Banks and N. A. Stanton (2017). "Transition to manual: Comparing simulator with on-road control transitions." Accid Anal Prev 102: 227-234.
- Esteves and Rueda (2021). Coleção CTA - Testes de Atenção.

- Etnier, J., W. Salazar, D. Landers, S. J. Petruzzello, M. Han and P. Nowell (1997). "The influence of physical fitness and exercise upon cognitive functioning: A meta-analysis." Journal of sport & exercise psychology 19(3): 249-277.
- Ferrucci, L., S. Bandinelli, E. Benvenuti, A. Di Iorio, C. Macchi, T. B. Harris and J. M. Guralnik (2000). "Subsystems contributing to the decline in ability to walk: bridging the gap between epidemiology and geriatric practice in the InCHIANTI study." J Am Geriatr Soc 48(12): 1618-1625.
- Folstein, M. F., S. E. Folstein and P. R. McHugh (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. and P. Smith (2011). Handbook of traffic psychology. B. E. Porter. San Diego, CA., Academic press: 339-351.
- Gilbert, S. J. and P. W. Burgess (2008). "Executive function." Curr Biol 18(3): R110-114.
- Guo, F., Y. Fang and J. F. Antin (2015). "Older driver fitness-to-drive evaluation using naturalistic driving data." J Safety Res 54: 49-54.
- Guralnik, J. M., L. Ferrucci, E. M. Simonsick, M. E. Salive and R. B. Wallace (1995). "Lower-extremity function in persons over the age of 70 years as a predictor of subsequent disability." N Engl J Med 332(9): 556-561.
- Heckathorn, D. D. (2011). "SNOWBALL VERSUS RESPONDENT-DRIVEN SAMPLING." Sociol Methodol 41(1): 355-366.
- Hess, D. B., J. T. Norton, J. Park and D. A. Street (2016). "Driving decisions of older adults receiving meal delivery: The influence of individual characteristics, the built environment, and neighborhood familiarity." Transportation Research Part A: Policy and Practice 88: 73-85.
- Hollis, A. M., H. Duncanson, L. R. Kapust, P. M. Xi and M. G. O'Connor (2015). "Validity of the mini-mental state examination and the montreal cognitive assessment in the prediction of driving test outcome." J Am Geriatr Soc 63(5): 988-992.
- Iverson, D. J., G. S. Gronseth, M. A. Reger, S. Classen, R. M. Dubinsky, M. Rizzo and N. Quality Standards Subcommittee of the American Academy of (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.
- Jerger, J., C. Speaks and J. L. Trammell (1968). "A new approach to speech audiometry." J Speech Hear Disord 33(4): 318-328.
- Justiss, M. D., W. C. Mann, W. Stav and C. Velozo (2006). "Development of a Behind-the-Wheel Driving Performance Assessment for Older Adults." Topics in Geriatric Rehabilitation 22(2): 121-128.
- Kaufman, A. S. and E. O. Lichtenberger (1999). The essentials of WAIS-III assessment. New York, J. Wiley & Sons.
- Koppel, S., J. Charlton, J. Langford, Z. Vlahodimitrakou, M. Di Stefano, W. Macdonald, B. Mazer, I. Gelinas, B. Vrkljan and S. Marshall (2013). "The relationship between older drivers' performance on the Driving Observation Schedule (eDOS) and cognitive performance." Annals of advances in automotive medicine 57: 67.

- Koppel, S., J. L. Charlton, J. Langford, M. Di Stefano, W. MacDonald, Z. Vlahodimitrakou, B. L. Mazer, I. Gelinas, B. Vrkljan, K. Elias, A. Myers, H. A. Tuokko and S. C. Marshall (2016). "Driving Task: How Older Drivers' On-Road Driving Performance Relates to Abilities, Perceptions, and Restrictions." Can J Aging 35 Suppl 1: 15-31.
- Kramer, A. F., S. Colcombe, K. Erickson, A. Belopolsky, E. McAuley, N. J. Cohen, A. Webb, G. J. Jerome, D. X. Marquez and T. M. Wszalek (2002). "Effects of aerobic fitness training on human cortical function: a proposal." J Mol Neurosci 19(1-2): 227-231.
- Kwok, J. C. W., I. Gélinas, D. Benoit and G. Chilingaryan (2015). "Predictive validity of the Montreal Cognitive Assessment (MoCA) as a screening tool for on-road driving performance." British Journal of Occupational Therapy 78(2): 100-108.
- Ledger, S., J. M. Bennett, E. Chekaluk and J. Batchelor (2019). "Cognitive function and driving: Important for young and old alike." Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour 60: 262-273.
- Lee, L. and F. Molnar (2017). "Driving and dementia: Efficient approach to driving safety concerns in family practice." Can Fam Physician 63(1): 27-31.
- Lenardt, M. H., T. M. Lourenço, S. E. Betioli, M. A. Binotto, C. Cechinel and M. M. A. Barbiero (2023). "Fatores sociodemográficos e clínicos associados à força de preensão manual de idosos condutores de veículos." REME-Revista Mineira de Enfermagem 27.
- Liu, B., X. Hu, Q. Zhang, Y. Fan, J. Li, R. Zou, M. Zhang, X. Wang and J. Wang (2016). "Usual walking speed and all-cause mortality risk in older people: A systematic review and meta-analysis." Gait Posture 44: 172-177.
- Lombardi, D. A., W. J. Horrey and T. K. Courtney (2017). "Age-related differences in fatal intersection crashes in the United States." Accid Anal Prev 99(Pt A): 20-29.
- Lourenço, R. A. and R. P. Veras (2006). "Mini-Exame do Estado Mental: características psicométricas em idosos ambulatoriais." Revista de Saúde Pública 40: 712-719.
- Marcotte, T. D. and I. Grant (2010). Neuropsychology of everyday functioning. New York, NY, US, The Guilford Press.
- Marottoli, R. A., L. M. Cooney, Jr., R. Wagner, J. Doucette and M. E. Tinetti (1994). "Predictors of automobile crashes and moving violations among elderly drivers." Ann Intern Med 121(11): 842-846.
- Marottoli, R. A. and M. A. Drickamer (1993). "Psychomotor mobility and the elderly driver." Clin Geriatr Med 9(2): 403-411.
- Marottoli, R. A., E. D. Richardson, M. H. Stowe, E. G. Miller, L. M. Brass, L. M. Cooney, Jr. and M. E. Tinetti (1998). "Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events." J Am Geriatr Soc 46(5): 562-568.
- Marshall, S. C., M. Man-Son-Hing, M. Bedard, J. Charlton, S. Gagnon, I. Gelinas, S. Koppel, N. Korner-Bitensky, J. Langford, B. Mazer, A. Myers, G. Naglie, J. Polgar, M. M. Porter, M. Rapoport, H. Tuokko, B. Vrkljan and A. Woolnough (2013). "Protocol for Candrive II/Ozcandrive, a multicentre prospective older driver cohort study." Accid Anal Prev 61: 245-252.

- McCarthy, D. P. (2005). "Approaches to Improving Elders' Safe Driving Abilities." Physical & Occupational Therapy In Geriatrics 23(2-3): 25-42.
- McGraw, P., B. Winn and D. Whitaker (1995). "Reliability of the Snellen chart." Bmj 310(6993): 1481-1482.
- Memoria, C. M., M. S. Yassuda, E. Y. Nakano and O. V. Forlenza (2013). "Brief screening for mild cognitive impairment: validation of the Brazilian version of the Montreal cognitive assessment." Int J Geriatr Psychiatry 28(1): 34-40.
- Nakano, M. M. (2007). Versão brasileira da Short Physical Performance Battery SPPB: adaptação cultural e estudo da confiabilidade, [sn].
- Nasreddine, Z. S., N. A. Phillips, V. Bédirian, S. Charbonneau, V. Whitehead, I. Collin, J. L. Cummings and H. Chertkow (2005). "The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment." J Am Geriatr Soc 53(4): 695-699.
- Ng, L. S., J. M. Guralnik, C. Man, C. DiGuseppi, D. Strogatz, D. W. Eby, L. H. Ryan, L. J. Molnar, M. E. Betz, L. Hill, G. Li, C. L. Crowe and T. J. Mielenz (2020). "Association of Physical Function With Driving Space and Crashes Among Older Adults." Gerontologist 60(1): 69-79.
- Nóbrega, O. T., V. P. Faleiros and J. L. Telles (2009). "Gerontology in the developing Brazil: achievements and challenges in public policies." Geriatr Gerontol Int 9(2): 135-139.
- Owsley, C. and G. McGwin (1999). "Vision impairment and driving." Survey of ophthalmology 43(6): 535-550.
- Owsley, C., G. McGwin, Jr. and K. Ball (1998). "Vision impairment, eye disease, and injurious motor vehicle crashes in the elderly." Ophthalmic Epidemiol 5(2): 101-113.
- Perera, S., K. V. Patel, C. Rosano, S. M. Rubin, S. Satterfield, T. Harris, K. Ensrud, E. Orwoll, C. G. Lee, J. M. Chandler, A. B. Newman, J. A. Cauley, J. M. Guralnik, L. Ferrucci and S. A. Studenski (2016). "Gait Speed Predicts Incident Disability: A Pooled Analysis." J Gerontol A Biol Sci Med Sci 71(1): 63-71.
- Pitta, L., O. Nóbrega and E. Camargos (2022). "Lower risk of car crashes among older drivers compared with younger drivers: analysis of 10 years of data." Geriatr Gerontol Aging 16: e0220039.
- Quintas, J. L., I. O. A. Trindade, K. S. D. Gameiro, L. S. R. Pitta, E. F. Camargos and O. T. Nobrega (2023). "Neuropsychological domains and fitness to drive in mild cognitive impairment or Alzheimer's disease." Accid Anal Prev 191: 107188.
- Rantanen, T., P. Era and E. Heikkinen (1994). "Maximal isometric strength and mobility among 75-year-old men and women." Age Ageing 23(2): 132-137.
- Rapoport, M. J., G. Naglie, K. Weegar, A. Myers, D. Cameron, A. Crizzle, N. Korner-Bitensky, H. Tuokko, B. Vrkljan, M. Bédard, M. M. Porter, B. Mazer, I. Gélinas, M. Man-Son-Hing and S. Marshall (2013). "The relationship between cognitive performance, perceptions of driving comfort and abilities, and self-reported driving restrictions among healthy older drivers." Accid Anal Prev 61: 288-295.

- Reger, M. A., R. K. Welsh, G. S. Watson, B. Cholerton, L. D. Baker and S. Craft (2004). "The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: a meta-analysis." Neuropsychology 18(1): 85-93.
- Rodrigues, L., G. Avelar, J. Toledo, E. Camargos and O. Nóbrega (2018). "Sleep profile, clinical variables, and working hours in elderly and middle-aged long-haul truck drivers." Geriatr Gerontol Aging 12: 96-101.
- Roy, M. and F. Molnar (2013). "Systematic review of the evidence for Trails B cut-off scores in assessing fitness-to-drive." Can Geriatr J 16(3): 120-142.
- Rueda, F. and R. Monteiro (2013). "Bateria Psicológica para Avaliação da Atenção (BPA): desempenho de diferentes faixas etárias." Psico-USF 18: 99–108.
- Schlag, B. (1993). "Elderly drivers in Germany — Fitness and driving behavior." Accident Analysis & Prevention 25(1): 47-55.
- Staplin, L., K. W. Gish and E. K. Wagner (2003). "MaryPODS revisited: updated crash analysis and implications for screening program implementation." J Safety Res 34(4): 389-397.
- Stav, W. B., M. D. Justiss, D. P. McCarthy, W. C. Mann and D. N. Lanford (2008). "Predictability of clinical assessments for driving performance." J Safety Res 39(1): 1-7.
- Stefanidis, K. B., T. Mieran, C. Schiemer, J. Freeman, V. Truelove and M. J. Summers (2023). "Cognitive correlates of reduced driving performance in healthy older adults: A meta-analytic review." Accident Analysis & Prevention 193: 107337.
- Team, C. R. (2017). "Candrive Prospective Older Driver Study: Clinical Manual."
- Vlahodimitrakou, Z., J. L. Charlton, J. Langford, S. Koppel, M. Di Stefano, W. Macdonald, B. Mazer, I. Gélinas, B. Vrkljan and M. M. Porter (2013). "Development and evaluation of a Driving Observation Schedule (DOS) to study everyday driving performance of older drivers." Accident Analysis & Prevention 61: 253-260.
- Voelker, R. A. (2024). "Driving Impairment Among Older Adults." JAMA 331(2): 176-176.
- von Elm, E., D. G. Altman, M. Egger, S. J. Pocock, P. C. Gøtzsche and J. P. Vandenbroucke (2007). "The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies." Lancet 370(9596): 1453-1457.
- Wolfe, P. L. and K. A. Lehouckey (2016). "Neuropsychological Assessment of Driving Capacity." Archives of Clinical Neuropsychology 31(6): 517-529.
- Wood, J. M., K. J. Anstey, G. K. Kerr, P. F. Lacherez and S. Lord (2008). "A multidomain approach for predicting older driver safety under in-traffic road conditions." J Am Geriatr Soc 56(6): 986-993.
- Woolnough, A., D. Salim, S. C. Marshall, K. Weegar, M. M. Porter, M. J. Rapoport, M. Man-Son-Hing, M. Bédard, I. Gélinas, N. Korner-Bitensky, B. Mazer, G. Naglie, H. Tuokko and B. Vrkljan (2013). "Determining the validity of the AMA guide: A historical cohort analysis of the assessment of driving related skills and crash rate among older drivers." Accid Anal Prev 61: 311-316.

ANEXO F

editorialmanager.com/mat/default2.aspx

Isabela Trindade | Logout

em

Maturitas

Home

Main Menu

Submit a Manuscript

About

Help

Submissions Being Processed for Author

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Results per page 10

Action	Manuscript Number	Title	Initial Date Submitted	Status Date	Current Status
Action Links		Physical functioning and fitness to drive in older adults: an integrative review	Oct 05, 2024	Oct 05, 2024	Submitted to Journal

Page: 1 of 1 (1 total submissions)

Results per page 10

editorialmanager.com/mat/default2.aspx

Isabela Trindade | Logout

em

Maturitas

Home

Main Menu

Submit a Manuscript

About

Help

Author's Decision

Thank you for approving "Physical functioning and fitness to drive in older adults: an integrative review".

Main Menu

Maturitas
Physical functioning and fitness to drive in older adults: an integrative review
--Manuscript Draft--

Manuscript Number:	MAT-D-24-00727
Article Type:	Review Article
Keywords:	aged; automobile driving; physical functions; fitness to drive
Corresponding Author:	Isabela Oliveira Azevedo Trindade University of Brasilia Brasilia, DF BRAZIL
First Author:	Isabela Oliveira Azevedo Trindade
Order of Authors:	Isabela Oliveira Azevedo Trindade
	Juliana Lima Quintas
	Ludmille Bezerra da Costa
	Leonardo Santos Rocha Pitta
	Einstein Francisco Camargos
	Patrícia Belchior
	Isabelle Gelinas
	Otávio Toledo Nóbrega
Abstract:	Physical functioning can impact driving. This integrative review investigated if physical function affects driving and which abilities have been associated with impaired driving performance or unfitness to drive based on original studies in simulators or in real traffic conditions as well as based on regulatory outcomes (infractions, renewals, collisions). This review was conducted via systematic research in the MEDLINE, EMBASE, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, BIBLIOTECA VIRTUAL DE SAÚDE, GOOGLE SCHOLAR, CINAHL, LILACS and SCIELO databases. Studies were eligible for exclusion if they had a sample composed of a non-older adult population, presence of dementia or other cognitive declines, Parkinson's, major brain injuries (ischemic infarcts, subdural hematoma, hemorrhage, trauma or similar), as well as materials published as book chapters, summaries or reviews. Of 2.622 articles initially selected, 9 met the eligibility criteria for this review. Based on the findings of this integrative review, changes in gait and balance as well as decreased handgrip strength and rotational limitation of the cervical spine were the physical functions whose decline was most frequently reported when unsafe driving was detected. Reports were remarkably heterogeneous in methodological aspects whereas quite limited in cross-cultural coverage, what prompts for further trials in the field.
Suggested Reviewers:	Olivier Beauchet olivier.beauchet@mcgill.ca
	Liang-Kung Chen lkchen2@vghtpe.gov.tw
	Leon Flicker leon.flicker@uwa.edu.au
	Deborah Jehu djehu@augusta.edu

Physical functioning and fitness to drive in older adults: an integrative review

Isabela Oliveira Azevedo Trindade¹, Juliana Lima Quintas¹, Ludmille Bezerra da Costa¹, Leonardo Santos Rocha Pitta², Einstein Francisco Camargos¹, Patrícia Belchior^{3,4}, Isabelle Gelinas⁴, Otávio Toledo Nóbrega^{1,3,*}

¹ University Hospital of Brasilia (HUB), Medical Centre for the Aged, Brasília, DF, Brazil.

² Hospital de Base, Department of Geriatrics, Brasília, DF, Brazil.

³ Centre de Recherche de l'Institut Universitaire de Gériatrie de Montréal (CR-IUGM), Montreal, QC, Canada.

⁴ McGill University, School of Physical and Occupational Therapy, Montreal, QC, Canada

* Corresponding author: Otávio T. Nóbrega, University of Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Asa Norte, 70910-900, Brasília – DF, Brazil. Phone: +55-61-3307-2520.

E-mail addresses: otnobrega@gmail.com and otavionobrega@unb.br

Declarations

Ethical Approval: not applicable.

Funding: Work supported by FAPDF/Brazil (grant # 00193-00002302/2022-80).

Competing interests: The authors have no conflicts of interest to disclose.

Authors' contributions: IOA Trindade, OT Nóbrega, P Belchior and I Gelinas prepared search strategies whereas IOA Trindade, JL Quintas and LBD Costa executed the bibliographical research and systematized the data obtained under supervision of P Belchior and I Gelinas. LSR Pitta and EF Camargos and OT Nóbrega assisted with the analysis and interpretation the results. IOA Trindade and OT Nóbrega prepared the original manuscript with critical revision performed by P Belchior and I Gelinas.

Availability of data and materials: All data generated with this study is included in the publication, with raw analyses and materials being available upon a reasonable request.

Abstract

Physical functioning can impact driving. This integrative review investigated if physical function affects driving and which abilities have been associated with impaired

driving performance or unfitness to drive based on original studies in simulators or in real traffic conditions as well as based on regulatory outcomes (infractions, renewals, collisions). This review was conducted via systematic research in the MEDLINE, EMBASE, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, BIBLIOTECA VIRTUAL DE SAÚDE, GOOGLE SCHOLAR, CINAHL, LILACS and SCIELO databases. Studies were eligible for exclusion if they had a sample composed of a non-older adult population, presence of dementia or other cognitive declines, Parkinson's, major brain injuries (ischemic infarcts, subdural hematoma, hemorrhage, trauma or similar), as well as materials published as book chapters, summaries or reviews. Of 2.622 articles initially selected, 9 met the eligibility criteria for this review. Based on the findings of this integrative review, changes in gait and balance as well as decreased handgrip strength and rotational limitation of the cervical spine were the physical functions whose decline was most frequently reported when unsafe driving was detected. Reports were remarkably heterogeneous in methodological aspects whereas quite limited in cross-cultural coverage, what prompts for further trials in the field.

Keywords: aged, automobile driving, physical functions, fitness to drive.

1. Introduction

The population of legally licensed older drivers continues to increase, resulting in a growing number of drivers with varying degrees and profiles of functional limitations relevant to safely driving a vehicle (LOMBARDI, HORREY et al, 2017). The act of driving is important to maintain autonomy and independence (HESS et al, 2016). However, evidence indicates that older drivers are 3 to 20 times more likely to be involved in a fatal accident per distance traveled compared to younger drivers (PITTA et al, 2021). It is known that a proportion of older adults retain the ability to drive competently and safely. Therefore, relying solely on chronological age to prevent an elderly person from driving is not a desirable practice, and assessments should be considered (KIM et al, 2021).

Driving a car is a complex activity which involves several factors such as body mobility, sensory functions, cognition and the environment itself (e.g., highway conditions, traffic signs, vehicle adaptation, among others) (APOLINARIO, MAGALDI

et al, 2009). Physical and cognitive changes may occur with aging, being represented by muscle loss, changes in gait, reduced visual and auditory acuity, and a decline in cognition (OWSLEY & MCGWIN, 1999). Older adults also tend to have slower motor responses, lack of coordination and restricted range of movement (RINALDUCCI et al, 1993). Age-related sensory, cognitive and physical impairments among older drivers are associated with increased crash risk and decreased driving performance (ANSTEY et al, 2005). Previous studies suggest that age-related physical mobility limitations can significantly interfere with the ability to perform complex and coordinated task sin which simultaneous actions are required, such as driving (WOOLNOUGH et al, 2013).

Thus, many older adult drivers can adopt behavioral strategies to compensate for these changes, such as reducing distances traveled, limiting driving frequency, as well as restricting circulation perimeters to avoid situations or driving conditions that they consider difficult (O'CONNOR, EDWARDS, SMALL, ANDEL, 2012), with existing evidence that defensive and self-regulated driving behaviors can effectively protect older drivers from accidents (DE RAEDT, PONJAERT-KRISTOFFERSEN, 2000). But clear criteria to support a driving quitting indication remains challenging given the lack of objective and universal criteria to indicate physical or mental unfitness for driving, and as a rule it is relegated to cases of indisputable impairment or incapacity (MAROTTOLI et al, 1997; LINDA et al, 2019). Therefore, it is important to ensure that as many older people as possible can continue to drive, while at the same time ensuring that those who do not drive safely are identified (WOOD et al, 2008).

Skills related to driving in the literature are usually assessed through traffic simulators, knowledge of traffic rules (REGER, WELSH et al, 2004) or even through field assessments, meaning on-road testing (KOPPEL, CHARLTON et al, 2016; ERIKSSON, BANKS et al, 2017). To this end, a North American consensus recommends the use of a personalized assessment protocol to improve the physical condition of older drivers (AMERICAN GERIATRICS SOCIETY, 2019).

There are few studies which have examined the extent to which physical functional declines influence driving ability to pinpoint drivers at risk of frequent or fatal accidents, with most studies having examined visual and cognitive factors, with little emphasis on motor performance (LACHEREZ et al, 2014; MALIHEH et al, 2023). In this scenario, this integrative review will identify if physical function affects driving and which abilities have been associated with impaired driving performance or unfitness to

drive based on original studies in simulators or in real traffic conditions as well as based on regulatory outcomes (infractions, renewals, collisions).

2. Materials and Methods

This integrative review was conducted via systematic research in the MEDLINE, EMBASE, SCOPUS, WEB OF SCIENCE, BIBLIOTECA VIRTUAL DE SAÚDE, GOOGLE SCHOLAR, CINAHL, LILACS and SCIELO databases. The literature assessment was conducted using the PRISMA 2020 and the PRISMA-S checklists (PAGE et al, 2021). The search was carried out from January to April 2023, and the strategy was based on the research question using Medical Subjects Headings (MeSH) and Health Sciences (DeCS) descriptors. Descriptors and the Boolean operators AND and OR were used as follows: (elderly OR elder OR sênior OR older adult OR older adults OR older person OR older persons OR older people OR aged adult OR aged adults OR Aged person OR aged persons OR aged people) AND (performance OR fitness OR functionality OR capacity OR skill OR ability OR competence) AND (driver OR driving OR traffic OR automobile OR Vehicle OR motor OR road) AND (safe OR safety OR crash OR accident OR license OR licensing OR licence OR Licencing OR collision) AND (comparative study OR observational study OR analytical study OR critical study). The keywords' choice and the research strategy were assisted by a skilled librarian. This search was restricted to articles in English and there was no specific period for publication.

The titles and abstracts of each article were read after removing duplicates. Studies were eligible for inclusion if they included a sample of older adult drivers with a current license who had been assessed for physical function, such as handgrip strength, dynamic balance, gait, functional reach, joint mobility, flexibility, and at the same time assessed for performance driving skills in the simulator or in the field. Studies were eligible for exclusion if they had a sample composed of a non-older adult population, presence of dementia or other cognitive declines, Parkinson's, major brain injuries (ischemic infarcts, subdural hematoma, hemorrhage, trauma or similar), as well as materials published as book chapters, summaries or reviews.

3. Results

Profile of reports

A total of 2,622 articles were identified by searching the bibliographic databases, which were subjected to title and abstract analysis and read by two people. Of these, 86

articles were selected for full text reading and were read by two authors. Of the articles read, 30 were excluded for not performing a physical assessment of the participants, 16 for comparing driving by older adults and young people, five for not correlating traffic performance with physical assessment scores, three for involving people living with dementia, and 24 for not having the objective proposed in this review as a primary outcome. Only one article was added from the bibliographic references of the reviewed articles (Figure 1). Thus, nine articles met the eligibility criteria for this review (Table 1).

Seven of the studies included in this review were conducted in middle- or high-income countries, while the other two were carried out in a developing country. In total, six studies were conducted in the United States (GUO et al, 2015; ANTIN et al, 2017; SIMS et al, 2001; MAROTTOLI et al, 1998; LINDA et al, 2019; EMERSON et al, 2012), one in Australia (WOOD et al, 2008) and two in Brazil (BINOTTO et al, 2021; ALONSO et al, 2016).

Most of the studies reviewed were cross-sectional in nature, with only two using a longitudinal design (GUO et al, 2015; EMERSON et al, 2012) and one being a case-control design (SIMS et al, 2001). Most studies had samples larger than 100 drivers, with only one study with a number of participants lower than 100 participants (GUO et al, 2015). With regard to the driving assessment method (on-road test or simulated driving), two of the studies reviewed used the on-road approach (GUO et al, 2015; EMERSON et al, 2012), while one study evaluated driving in a simulator (ALONSO et al, 2016), and the remaining four studies used driving habit scales or evaluation of official records from traffic agencies (BINOTTO et al, 2021; LINDA et al, 2019; WOOD et al, 2017; ANTIN et al, 2017). The remaining two studies did not place participants in supervised driving activities, instead assessing predictors of driving cessation or accident involvement during a follow-up period (SIMS et al, 2001; MAROTTOLI et al, 1998).

Physical functional capacities

In terms of prevalence, gait and balance changes were the functions in which a decline was most frequently reported when unsafe driving was detected (BINOTTO et al, 2021; LINDA et al, 2019; WOOD et al, 2008), followed by decreased handgrip strength and cervical rotation limitation (ANTIN et al, 2017; EMERSON et al, 2012; MAROTTOLI et al, 1998). This assumption is based on the fact that all studies which evaluated gait change (n = 7) reported an association between its decline and unsafe driving (BINOTTO et al, 2021; LINDA et al, 2019; ANTIN et al, 2017; SIMS et al, 2001;

MAROTTOLI et al, 1998; EMERSON et al, 2012; ALONSO et al, 2016). Next, three articles observed that changes in balance can be a predictor of unsafe driving (LINDA et al, 2019; WOOD et al, 2008; ALONSO et al, 2016), with one of these articles reporting an association between falls and risk collision among older adult drivers (WOOD et al, 2008).

Five articles showed that worse general functional performance increased the risk of accidents (LINDA et al, 2019; WOOD et al, 2008; ANTIN et al, 2017; MAROTTOLI et al, 1998; SIMS et al, 2001), including an indication of an increase in the risk of collisions as the number of functional limitations increases (SIMS et al, 2001). On the contrary, a study (GUO et al, 2015) did not indicate a clear relationship between physical functionality and vehicle driving performance.

In the three studies which evaluated handgrip strength (ANTIN et al, 2017; MAROTTOLI et al, 1998; ALONSO et al 2016), two found an association between strength impairment and worse driving performance and greater risk of traffic accidents (ANTIN et al, 2017; ALONSO et al, 2016). In addition, only one of the three studies which evaluated cervical limitation (GUO et al, 2015; WOOD et al, 2008; MAROTTOLI et al, 1998) revealed an association between the phenotype and unsafe driving (MAROTTOLI et al, 1998). It can be concluded that changes in gait, decreased handgrip strength, postural oscillation and limited cervical rotation contribute to a greater risk of accidents for older adults (LINDA et al, 2019; BINOTO et al, 2021; WOOD et al, 2008; ANTIN et al, 2017; SIMS et al, 2001; MAROTTOLI et al, 1998).

4. Discussion

Mobility is an important functional capacity to determine quality of life and independence in any age group (VANCE et al, 2006). Mobility ranges from the ability to get up and walk around to the ability to use means of transport between places, being an essential component of everyday life and crucial for maintaining social contacts, independence, empowerment and well-being (GURALNIK et al, 1996; VIVODA et al, 2020). Individual differences in mobility result from a complex interaction between many factors, including socioeconomic status, gender, cognitive status, and environmental circumstances, in addition to health status.

The literature points out that the risk of unsafe driving increases with advanced age (MOON et al, 2018; PITTA et al, 2021) and that functional tests can be predictive of the decline in this skill (REGER, WELSH et al, 2004). Good physical functionality is associated

with reduced involvement in accidents and reduced chances of stopping driving in the years following the assessment (SIMS et al, 2007; MIELENZ et al, 2017; LINDA et al, 2019), with physical functional declines in functions such as balance, gait and lower limb strength being more decisive in defining driving ability (DAVIS et al, 2011).

As ceasing to drive represents a threat to continued mobility which can culminate in dependence and depression (MAROTTOLI et al, 1997; BABULAL et al, 2019), it is necessary to identify physical declines that lead to changing habits and taking risks while driving in order to enable effective and early interventions to avoid restrictions and insecurity. Although most older drivers have extensive knowledge and experience in driving vehicles, their ability is likely to be affected by age-related changes, particularly those related to sensory functions, cognition and physical performance (EDWARDS et al, 2008). Our review corroborates the importance of physical functionality for the ability of older people to drive.

Since multiple domains of motor skills and biomechanics are required when driving a vehicle (agility, coordination, balance, strength, flexibility, among others), some functions may be more demanding than others. The analysis of the articles considered herein indicated that changes in gait and balance, as well as a decrease in handgrip strength and rotational limitation of the cervical spine were frequently associated with unsafe driving due to the fact that the set of studies evaluated almost unanimously described a decline in one or more of these functions among its participants.

It is known that gait speed is an important indicator of the general health status (LIU et al, 2016; PERERA et al, 2016) and physical functionality (INZITAMARI et al, 2017) of older adults. There is concern about drivers who have reduced walking speed (RESNICK, 2016) given the significant relationship with the occurrence of traffic accidents (TALWAR et al, 2019). For example, seven of the nine articles reviewed expressed reduced gait speed as a predictor of poor driving (MAROTTOLI et al, 1998; SIMS et al, 2001; EMERSON et al, 2012; ALONSO et al, 2016; ANTIN et al, 2017; LINDA et al, 2019; BINOTTO et al, 2021). Although the articles reviewed did not show consensus regarding an estimate of walking speed, they generally converged with each other in pointing out increased scores in a fast-walking test among older adult drivers with worse performance (greater than 9 seconds) compared to drivers with better performance (less than 9 seconds) at a distance of 3 meters. It is concluded that the assessment of gait speed is an important parameter in assessing vehicle driving. Changing gait was not only the most frequently investigated

physical ability, but also the function most commonly associated with changes in driving in older adults.

Furthermore, three of the nine articles reviewed evaluated the relationship between handgrip strength and driving performance (MAROTTOLI et al, 1998; ALONSO et al, 2016; ANTIN et al, 2017). One of them did not show a significant association between decreased handgrip strength and history of adverse driving events (MAROTTOLI et al, 1998). In the second article, handgrip strength and fast-paced walking tests were the two best accident predictors evaluated (ANTIN et al, 2017), while muscle strength in the plantar flexion test, handgrip strength and speed gait speed were essential predictors for safe driving in the third study (ALONSO et al, 2016). The differences between the studies were that one outcome measures included the self-report of a crash, moving violation or being stopped by police (MAROTTOLI et al, 1998), the second one used naturalistic driving to evaluate the driving (ANTIN et al, 2017), and the third one used a driving simulator (ALONSO et al, 2016). I believe that the fact that the driving assessment is different between the three studies influences whether or not the handgrip is significant. It was not significant in the study that only assessed the history of adverse in driving.

According to the review conducted, there are other physical elements that are relevant for safe driving by older adults. We also cannot fail to mention the cervical rotation limitation as an aspect identified in the reports, as three of the nine articles reviewed analyzed the association between cervical rotation limitation and driving performance (MAROTTOLI et al, 1998; WOOD et al, 2008; GUO et al, 2015), of which two concluded that the change in this biomechanical property determined unsafe driving by older adults (MAROTTOLI et al, 1998; WOOD et al, 2008). It is known that the amplitude of cervical rotation is important for detecting cars or objects next to or behind the vehicle, particularly at intersections or in areas with which older adults tend to have problems. The two articles analyzed are in line with another report that revealed an indirect association between limited cervical rotation and driving performance (McPHERSON et al, 1989), where the aptitude of young and old people to drive was compared and there was greater rotation limitation among the older adults.

According to the reports collected, body balance proved to be a variable that was associated with vehicle driving to a lesser extent, but no less important. Two of the nine articles reviewed expressed those changes in body balance acted as a predictor of poor driving (WOOD et al, 2008; LINDA et al, 2019). The finding that greater postural sway is also a predictor of unsafe driving is in line with other studies which found a link between a

propensity to fall and the risk of accidents in older adult drivers (BALL et al, 2006). Although a deficit in balance is suggestive of increased driving risk (ACKERMAN et al, 2008), the issue finds divergence in the literature in the form of studies that did not find significant evidence that balance affects driving performance (GUO et al, 2015; CARR et al, 2016).

Amid the body of evidence described above, it is not surprising that physical frailty (that take walking speed and handgrip strength as criteria) consists of a clinical phenotype associated with restrictions related to driving (LENARDT et al, 2017) and with an increase in the number of accidents (LIU et al, 2020), as slow gait, reduced strength and impaired body balance are common among frail patients. In our understanding, physical frailty may compete with or even overlap in clinical importance with other possible age-related medical conditions in determining unfitness to drive vehicles (MARSHALL, 2008). In addition, sarcopenic individuals may also experience impaired driving when exposing themselves to a greater risk of adverse situations (AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION, 2006).

The complexity of the relationship between physical functionality and driving, the diversity of protocols and tests used, as well as the difficulty in establishing a direct relationship between physical alteration and driving ability seemed to be the biggest challenges in conducting the literature review presented herein. As the profile of physical impairments and clinical outcomes differ, standardization of the instruments used becomes an important factor in studies which aim to identify physical domains essential to driving.

It is noteworthy that only two studies reviewed here came from developing countries (ALONSO et al, 2016; BINOTTO et al, 2021), with the lack of reports from Africa and Asia and other Latin American countries in addition to Brazil being noteworthy. This lack of studies in different scenarios can be considered a limitation of the existing body of knowledge, as it makes it impossible for conclusions to be generalized. Sociocultural diversity as well as differences in rules, practices and traffic conditions between countries are factors which can influence the results of these studies.

It is worth considering that cross-sectional analysis was the most common study design among the studies reviewed, and the methodological restrictions inherent to this nature of investigation can also be a limiting factor. Although not reported as limiting by any of the studies, there were reports with a sample size as small as 20 individuals, and this aspect cannot be disregarded. Another important aspect for this review is the driving assessment method adopted in each study. Even knowing that the on-road driving test is the gold standard for evaluating aptitude to drive as it provides comparable conditions to those in a real scenario (SAWADA et al, 2019), few of the studies reviewed used this method, and also

constituting a source of variability between studies. New studies must be conducted considering the gold standard to enrich the literature with data from real driving conditions, so reviews must consider the methods separately. Another limitation of our analysis is the number of articles which evaluated the relationship between physical function and driving. Finally, it was not possible to perform a meta-analysis due to the number of incomplete and inconsistent articles. All of these limitations can be overcome by developing new research which employs similar methodologies, seeking to reflect real driving conditions in different regions of the world in order to consider cultural differences and traffic rules.

It is essential to ensure that as many older people as possible can continue to drive, and at the same time ensure that those who no longer have the necessary ability to drive are identified. Ultimately, the need to stop driving may occur throughout the course of life, and specialized literature still lacks instruments and protocols based on demographic, visual, motor and cognitive variables that are sufficiently predictive of this stage (EMERSON et al, 2012).

5. Conclusion

Based on the findings of this integrative review, changes in gait and balance as well as decreased handgrip strength and rotational limitation of the cervical spine were the physical functions whose decline was most frequently reported when unsafe driving was detected. Gait speed was not only the most frequently evaluated variable, but also the one most frequently found in association with impaired driving.

Functional physical assessment and driving assessment as a tool in decision-making about the fitness to drive in older adults is extremely important and relevant. However, it is recommended that the instruments used for assessment are standardized in research environments to enable generalizing the results.

6. References

- Ackerman, M. L., Edwards, J. D., Ross, L. A., Ball, K. K., Lunsman, M. (2008). Examination of cognitive and Instrumental Functional performance as indicators for driving cessation risk across 3 years. *The Gerontologist*. 48(6): 802-810.
- Alonso, A. C., Peterson, M. D., Burse, A. L., et al. (2016). Muscle strength, postural balance and cognition are associated with braking time during driving in older adults. *Experimental Gerontology* 85: 13-17.
- American Geriatrics Society. (2019). *Clinician's guide to assessing and counseling older drivers*. 4th ed. New York, NY: American Geriatrics Society.
- American Medical Association. (2006). *Older driver safety*.

- Anstey, K.J., Wood, J., Lord, S., & Walker, J. G. (2005). Cognitive, sensory and physical factors enabling driving safety in older adults. *Clinical Psychology Review*, 25, 45-65.
- Antin, J. F., Guo, F., Fang, Y., Dingus, T. A., Hankey, J. M., Perez, M. A. (2017). The influence of functional health on seniors' driving risk. *Journal of Transport & Health* 6: 237-244.
- Apolinario, D., R. M. Magaldi, et al. (2009). Cognitive impairment and driving: A review of the literature. *Dementia & Neuropsychologia* 3: 283-290.
- Babulal, G. M., Vivoda, J., Harmon, A., Carr, D. B., Roe, C. M., Zikmund-Fisher, B. (2019). Older adults' expectations about mortality, driving life and years left without driving. *J Gerontol Soc Work* 62: 912-929.
- Ball, K.K; Roenker, D. L; Wadley, V. G; Edwards, J. D; Roth, D. L; McGwin, G. Jr; Raleigh, R; Joyce, J. J; Cisell, G. M; Dube, T. (2006). Can High-risk older drivers be identified through performance-based measures in Department of Motor Vehicles setting? *J Am Geriatr Soc* 54: 77-84.
- Binotto, M. A., Lenardt, M. H., Carneiro, N. H. K, et al. (2021). Association between cognition, gait speed and vehicular habilitation in the elderly. *Acta Paul Enferm* 34: eAPE00541.
- Carr, D. B., Barco, P. P., Babulal, G. M., Stout, S. H., Johnson, A. M., Xiang, C., et al. (2016). Association of functional impairments and co-morbid conditions with driving performance among cognitively normal older adults. *Ploss One* 11(12) : e0167751.
- Davis, M. G., Fox, K. R., Hillsdon, M., Coulson, J. C., Sharp, D. J., Stathi, A., Thompson, J. L. (2011). Getting out and about in older adults : The nature of daily trips and their association with objectively assessed physical activity. *The international Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 8 :116.
- De Raedt, R., Ponjaert-Kristoffersen, I. (2000). Can strategic and tactical compensation reduce crash risk in older drivers? *Age Ageing* 29: 517-521.
- Edwards, J. D., Leonard, K. M., Lunsman, M., Dadson, J., Bradley, S., Myers, C. A., Hubble, B. (2008). Acceptability and validity of older driver screening with the DrivingHealth Inventory. *Accident Analysis and Prevention* 40 : 1157-1163.
- Emerson, J. L., Johnson, A. M., Dawson, J. D, et al. (2012). Predictors of Driving Outcomes in Advancing Age. *Psychology and Aging* 3: 550-559.
- Eriksson, A., V. A. Banks, et al. (2017). Transition to manual: Comparing simulator with on-road control transitions. *Accid Anal Prev* 102: 227-234.
- Guo, F., Fang, Y., Antin, J. F. (2015). Older driver fitness-to-drive evaluation using naturalistic driving data. *Journal of Safety Research* 54: 49-54.
- Guralnik, J.M., Fried, L. P., Solive, M. E. (1996). Disability as public health outcome in the aging population. *Annu Rev Publ Health* 17: 25-46.
- Hess, D.B, et al. (2016). "Driving decisions of older adults receiving meal delivery." The influence of individual characteristics, the built environment, and neighborhood familiarity. *Res Part A Policy Pract* 88:73-85.
- Inzitamari, M., Calle, A., Esteve, A., Casas, Á., Torrents, N., Martinez, N. (2017). Do you measure gait speed in your daily clinical practice? A review. *Rev Esp Geriatr Gerontol* 52(1) : 35-43.
- Kim, S. C., Kong, S. Y., Ean, S.; Choe, B., Hong, S. J. (2021). Functional assessment of driving capacity of older drivers compared with non-older drivers using clinical evaluations and driving simulations. *Ann Geriatr Med Res*, 25(2) : 105-112.

- Koppel, S., J. L. Charlton, et al. (2016). Driving Task: How Older Drivers' On-Road Driving Performance Relates to Abilities, Perceptions, and Restrictions. Can J Aging **35 Suppl 1**: 15-31.
- Lacherez, P., Wood, J. M., Anstey, K. J., Lord, S. R. (2014). Sensorimotor and postural control factors associated with driving safety in a community-dwelling older driver population. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Sciences and Medical Sciences*, 69, 240-244.
- Lenardt, M. H., Cecginel, C., Binotto, M. A., Carneiro, N. H. K., Lourenço, T. M. (2017). Physical frailty and fitness of older driver. *Colomb Med (Cali)* 48 (2): 41-6.
- Linda, S. Ng., Guralnik, J. M., et al. (2019). Association of physical function with driving space and crashes among older adults. *The Gerontological society of America* 1: 69-79.
- Liu, B., Hu, X., Zhang, Q., Fan, Y., Li, J., Zou, R., et al. (2016). Usual walking speed and all-cause mortality risk in older people: A systematic review and meta-analysis. *Gait Posture* 44:172-7.
- Liu, J., Fujii, Y., Seol, J., Fujii, K., Kim, M., Tateoka, K., Okura, T. (2020). Frailty phenotype associated with traffic crashes among older drivers : A cross-sectional study in rural Japan. *Journal of Transport & Health*. v.18.
- Lombardi, D. A., W. J. Horrey, et al. (2017). Age-related differences in fatal intersection crashes in the United States. Accid Anal Prev **99**(Pt A): 20-29.
- Maliheh, A., Nasibeh, Z., Yadollah, A. M., Hossein, K. M., Ahmad, D. (2023). Non-cognitive factors associated with driving cessation among older adults: An integrative review. *Geriatric Nursing* 49: 50-56.
- Marottoli, R. A., Mendes de Leon, C. F., Glass, T. A., Williams, C. S., Cooney Jr., L. M., Berkman, L. F., Tinetti, M. E., 1997. Driving cessation and increased depressive symptoms: prospective evidence from the New Haven EPSE. *Established Populations for Epidemiologic Studies of the Elderly. J. Am. Geriatr. Soc.* 45, 202-206.
- Marottoli, R.A., Richardson, E. D., Stowe, M. H., Miller, E. G., Brass, L. M., Cooney, L. M., Tinetti, M. E. (1998). Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events. *JAGS* 46: 562-568.
- Marshall, S. C. (2008). "The role of reduced fitness to drive due to medical impairments in explaining crashes involving older drivers." Traffic Inj Prev **9**(4): 291-298.
- McPherson, K., Ostrow, A., Shaffran, P. (1989). *Physical Fitness and the Aging Driver*. Washington, DC: AAA Foundation for Traffic Safety.
- Mielenz, T. J., Durbin, L.L., Cisewski, J. A., Guralnik, J. M., Li, G. (2017). Select physical performance measures and driving outcomes in older adults. *Injury Epidemiology* 4, 14.
- Moon, S., Ranchet, M., Akinwuntan, A. E., Tant, M., Cari, D. B., Raji, M. A., et al. (2018). The impact of advanced age on driving safety in adults with medical conditions. *Gerontology* 64(3): 291-9.
- O'Connor, M. L., Edwards, J.D., Small, B. J., & Andel, R. (2012). Patterns of level and change in self-reported driving behaviors among older adults: Who self-regulates? *The Journals of Gerontology Series B, Psychological Sciences and Social Sciences*, 67, 437-446.
- Owsley, C. and G. McGwin (1999). Vision impairment and driving. Survey of ophthalmology **43**(6): 535-550.
- Page, M. J., McKenzie, J., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L. et al. (2021). Prisma 2020 explanation and elaboration: updated guidance and exemplars for reporting systematic reviews. *BMJ* 372, n. 71.

- Perera, S., Patel, K. V., Rosano, C., Rubin, S. M., Satterfield, S., Harris, T., et al. (2016). Gait speed Predicts Incident Disability: A pooled analysis. *J Gerontol A Biol Sci Med*, 71(1): 63-71.
- Pitta, L.S.R., Quintas, J.L., Trindade, I.O.A., Belchior, P., Gameiro, K., Gomes, C.M., Nobrega, O.T., Camargos, E.F. (2021). Older drivers are at increased risk of fatal crash involvement: Results of a systematic review and meta-analysis. *Archives of gerontology and geriatrics*, 95: 104414.
- Reger, M. A., R. K. Welsh, et al. (2004). The relationship between neuropsychological functioning and driving ability in dementia: a meta-analysis. *Neuropsychology* 18(1): 85-93.
- Resnick, B. (2016). "Optimizing driving safety: it is a team sport." *Geriatr Nurs* 37(4): 257-9.
- Sawada, T., Tomori, K., Hamana, H., Ohno, K., Seike, Y., Igari, Y., Fujita, Y. (2019). Reliability and validity of on-road driving tests in vulnerable adults: a systematic review. *International Journal of rehabilitation research*, 42(4): 289-299.
- Sims, R. V., Ahmed, A., Sawyer, P., Allman, R. M. (2007). Self-reported health and driving cessation in community-dwelling older drivers. *The Journals of Gerontology. Series A, Biological Science and Medical Sciences*, 62: 789-793.
- Sims, R. V., McGwin, G., Pulley, L., Roseman, J. M. (2001). Mobility impairments in crash-involved older drivers. *Journal of aging and Health* 3: 430-438.
- Talwar, A., Mielenz, T. J., Hill, L.L., Andrews, H. F., Li, G., Molnar, L. J., Eby, D. W., Betz, M. E., Strogatz, D., DiGuseppi, C on behalf of the LongROAD Research Team. (2019). Relationship between physical activity and motor vehicle crashes among older adult drivers. *Journal of Primary Care & Community Health* 1-11.
- Vance, D. E., Roenker, D. L., Cissell, G. M., Edwards, J. D., Wadley, V. G., Ball, K. K. (2006). Predictors of driving exposure and avoidance in a field study of older drivers from the state of Maryland. *Accident Analysis and Prevention* 38: 823-831.
- Vivoda, J. M., Walker, R. M., Cao, J., Koumoutzis, A. (2020). How accumulated wealyh affects driving reduction and cessation. *Gerontologist*, 60: 1273-1281.
- Wood, J. M., Anstey, K. J., Kerr, G. K., Lacherez, P. E. & Lord, S. (2008). A multidomain approach for predicting older driver safety under in-traffic road conditions. *Journal of the American Geriatrics Society*, 56, 986-993.
- Woolnough, A., Salim, D., Marshall, S. C., Weegar, K., Porter, M. M., Rapoport, M. J., Man-Son-Hing, M., Bédard, M., Gélinas, I., Korner-Bitensky, N., Mazer, B., Naglie, G., Tuokko, H., Vrkljan, B. (2013). Determining the validity of the AMA guide: a historical cohort analysis of the Assessment of Driving Related Skills and crash rate among older drivers. *Accident Analysis and Prevention* 61: 311-316.

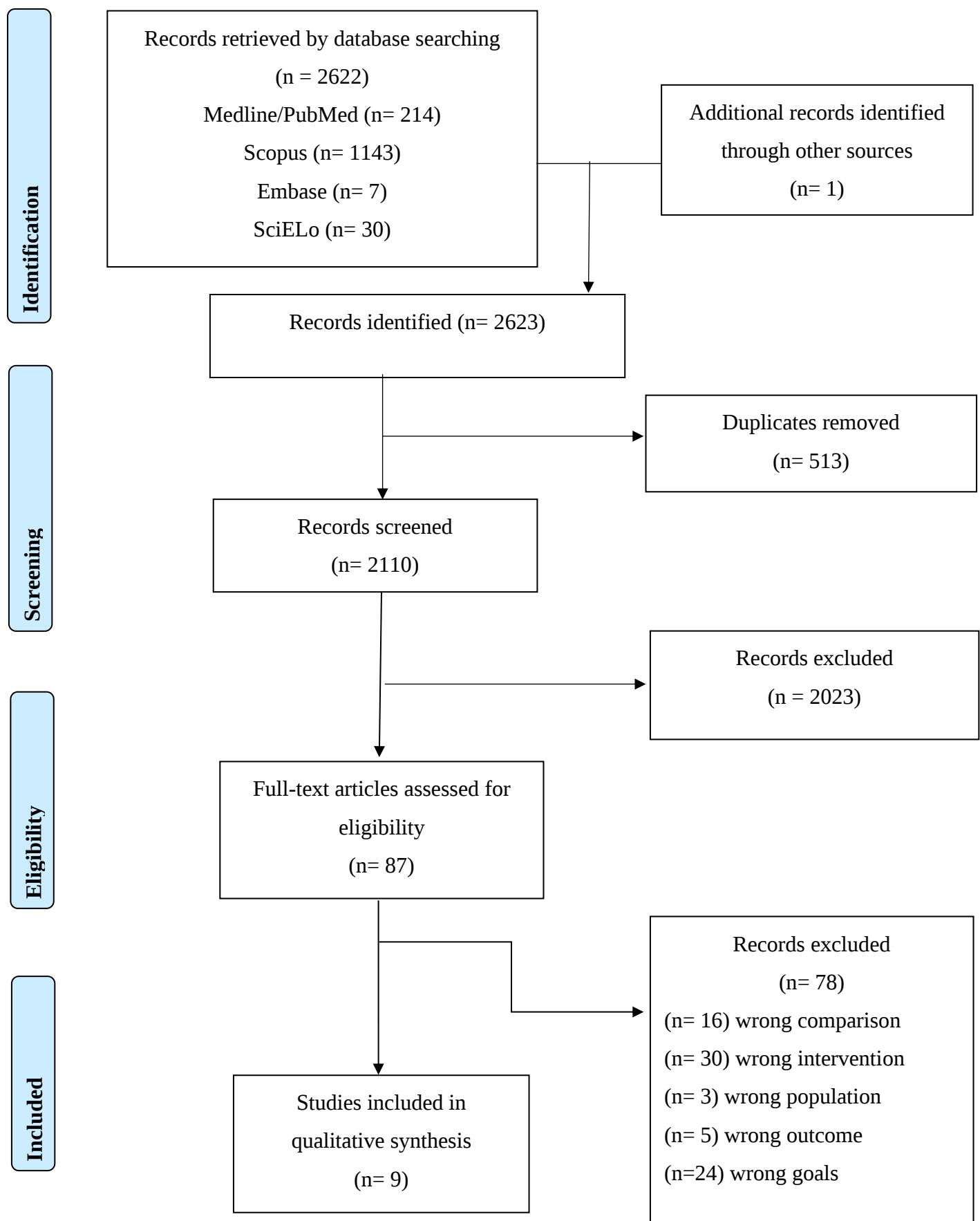


Figure 1. PRISMA Flow Diagram of study selection process in this review.

Table 1. Summary of included studies

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
1) 2015 Guo, F et al. Older driver fitness- to drive evaluation using naturalistic driving data.	Older adult drivers living near the New River Valley area in Virginia.	To evaluate metrics related to the driving aptitude of older adults by means of a naturalistic driving paradigm.	Longitudinal study Location: Virginia (USA) Sample: 20 older adults Age range: > 60 years	Driving performance, visual ability, physical performance, health status, cognitive ability.	Physical function assessments: ankle, hip and upper body torque; ankle, hip and upper body reaction time; head-neck- torso flexibility. Visual function: contrast sensitivity test, color vision metric. Driving performance: naturalist driving test, protocol for identifying safety- related events, collisions and near misses.	The results of physical functions are not clear. Regarding visual function, the study shows that the contrast sensitivity of the right eye is significantly related to the risk of collision and near collision, with greater contrast sensitivity being related to lower the risk of crashes.

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
2) 2021 Binotto, MA et al. Association between cognition, gait speed and vehicular habilitation in the elderly.	Older adults from 12 accredited traffic clinics who attended physical and mental fitness tests for vehicle licensing in Curitiba, state of Paraná (Brazil).	To investigate the association of cognitive scores and of gait speed with the result of the licensing process for renewal of the Brazilian National Driver's License.	Quantitative, cross- sectional study. Location: Curitiba, state of Paraná (Brazil). Sample: 421 older adults Mean age: 67.8 years.	Physical performance, mental performance, fitness to drive a vehicle.	Physical function: gait speed test. Mental function: MMSE. Fitness to drive: records of the National Database of Licensed Drivers.	The average gait speed among the participants was of 1.10 ± 0.25 m/s (range: 0.36 – 1.87 m/s). The results suggest that higher MMSE scores decrease the likelihood of the driver being considered unfit to drive. Despite the fact that outcomes of the licensing process did not associate with physical performance <i>per se</i> , MMSE scores were found to negatively correlate with values of walking speed.

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
3) 2019 Linda, S et al. Association of physical function with driving space and crashes among older adults.	Older adult drivers identified from the electronic medical records of health systems or primary care clinics located in five study sites.	To examine the association between lower limb function and self-reported driving performance and crash involvement.	Cross-sectional analyses on data from a cohort. Location: Ann Arbor, Michigan; Baltimore, Maryland; Cooperstown, New York; Denver, Colorado; San Diego, California. Sample: 2990 older adults Age range: aged 65 to 79 years, with 41.6% being 65 to 69 years old.	Physical performance, self- reported driving performance and history, self-reported health status and behavior.	Physical function: SPPB and SPPB expanded. Driving Performance: DHQ, NHATS.	SPPB scores were inversely associated with the distances covered by drivers in the last three months. In addition, older people who had fair scores (8-10) would have had less risk of accidents in the previous year when compared to those with poorer SPPB scores (0-7).

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
4) 2008 Wood, JM et al. A multidomain approach for predicting older driver safety under in-traffic road conditions.	Community- dwelling older drivers aged 70- 88 years and recruited by means of the electoral registration.	To identify a battery of tests to predict a safe performance in on- road driving assessment.	Prospective cohort study Location: Brisbane, Australia. Sample: 270 older adults Mean age: 75.8 years	Visual function, cognitive function, motor performance, driving performance.	Physical function: full range of neck rotation, proprioception, quadriceps strength, postural sway. Visual assessments: Australian Vision Chart 5, Contrast sensitivity of pelli-robson letters, visual fields, UFOV, dot movement. Cognitive function: A and B lattice test, digit symbol matching test, self-ordered pointing task, complex reaction time for driving. Driving performance: 10- point scale based on driver licensing standards.	Each of UFOV test 2 and dot motion sensitivity; sensorimotor tests assessing knee extension strength and postural sway; and the cognitive tests regarding the TMT B and color choice reaction time were significant for predicting driving performance. The results of tests on motion sensitivity, color choice reaction time, postural sway, and self-reported measure of driving exposure allowed the classification of the participants as safe or unsafe drivers. The model achieved 89% of sensitivity and 77% of specificity to distinguish drivers with no incident from those with a critical error record.

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
5) 2017 Antin, JF et al. The influence of functional health on seniors' driving risk.	Older drivers enrolled in the SHRP 2 and the NDS.	To examine the relationship between the functional health of older drivers and the risk of accidents.	Prospective cohort study Location: USA. Sample: 723 older drivers. Age range: $\geq$ 65 years	Cognitive function; Physical function; Visual function.	Physical function assessments: handgrip strength, brisk walking test. Cognitive function: Conners' Continuous Performance Test II, UFOV, TMT B, Knowledge of direction, Barkley's Quick index, Sensation Seeking Scale. Visual function: Color perception, binocular acuity, total peripheral vision. Driving performance: Crash records	The history of accidents was positively correlated with the functional health deterioration among the older drivers. In decreasing scale of importance, factors such as physical capacity (assessed through grip strength and brisk walking tests), visual-cognitive performance (assessed based on color perception), driving knowledge and visual acuity (considering the UFOV and binocular capacity performance) had greater impacts on the risk of accidents. The handgrip strength test and rapid pace walk were found to be the two best predictors of accidents among all the metrics evaluated in this study.

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
6) 2001 Sims, R.V.McGwin, G., Pulley, L., Roseman, JM. Mobility impairments in crash-involved older drivers.	Residents of Mobile County, Alabama, aged 65 years or older who had a record of car accident in 1996.	To evaluate the association of impaired physical function with the prior involvement in motor vehicle crashes among older drivers.	Case control study Location: Mobile County, Alabama. Sample: 244 cases, 475 controls Age range: ≥ 65 years	Demographic variables, medical conditions, medications used, driving exposure and habits, and physical functioning.	Telephone-based survey on self-report demographic medical and driving data. Cognitive function: SPMSQ.	Older drivers who had already been involved in accidents were more likely to report difficulty in walking $\frac{1}{4}$ mile and in opening/closing doors. Those older drivers that had been involved in accidents were also marginally more likely to fall and have trouble in carrying heavy objects. Furthermore, the risk of being involved in accidents increased along with the numbers of functional limitations.

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
7) 1998 Marottoli, RA et al. Development of a test battery to identify older drivers at risk for self-reported adverse driving events.	Participants were drawn from the Project Safety cohort, a sample of non- institutionalized older adults	To develop a battery of tests to assess driving- related functional skills in standard healthcare settings so as to determine which test was more closely associated to self- reported adverse driving events.	Cohort study Location: New Haven, Connecticut, United States. Sample: 125 participants Mean age: 76.8 years old.	Visual, cognitive and physical skills.	Physical function: Dynamometer; range of motion of neck, trunk, shoulders and hands; strength combined with range of motion of hip flexion, knee flexion and knee extension were also assessed; time used to walk 9 meters and back as quickly as possible. Cognitive assessments: MMSE; WMS-R; VOT; TMT B.	Out of the 125 drivers, 40% of them reported to have had a car accident, a traffic violation, or being stopped by traffic authority in the prior 6-year period. The analyses adjusted for driving frequency concluded that certain factors were associated to those occurrences involving the 40% drivers, such as poor near visual acuity, limited neck rotation, and poor visual attention.

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
8) 2012 Emerson, JL et al. Predictors of driving outcomes in Advancing age.	Community-dwelling older drivers recruited by advertisements in local media and centers.	To develop predictive models for real-life driving outcomes (driving cessation, traffic violation, or car accident) based on the demographic characteristics and driving history of the participants, physical measurements and neuropsychological scores obtained from objective tests.	Longitudinal study Location: EUA Sample: 100 older adults aged between 65 and 89. Mean age: 72.7 years old	Demographic and driving information; depressive symptoms; functional assessment; vision test; cognitive and executive function, on-road driving performance.	Physical function assessments: TUG, FRT, grooved Pegboard test. Clinical assessments: demographic characteristics; geriatric depression scale. Visual function: near and far vision, contrast sensitivity, line orientation judgment, structure of movement, useful field of vision. Cognitive function: WAIS III Block Design, copy of complex figure test, complex figure recall test, Benton visual retention test, auditory learning verbal test recall, TMT A and B, controlled oral word association. Driving performance: 45 minutes driving assessment on rural and urban roads in an instrumented vehicle called Argos, driving habits questionnaire.	Driving cessation could be significantly predicted by several demographics, visual, motor, and cognitive variables. In fact, it was best predicted by a multivariate model that included age and contrast sensitivity. Traffic violations could be significantly predicted by factors involving literacy level, weekly distance driven, and serious road safety errors. The occurrence of accidents was best predicted by a multivariate model including education, number of accidents in the previous year, auditory learning verbal test recall and TMT A and B. Older drivers with diminished visual, motor (manual dexterity) and cognitive abilities are more likely to be involved in car accidents or to cause traffic disruptions, even in the absence of a neurological disorder.

Year/Authors/ Title	Study population	Purpose of study	Design, place, sample and age (and/or age range)	Domains, functions or skills assessed	Variables assessed (or outcomes, if any) and instruments used	Conclusion
9) 2016 Alonso, AC et al. Muscle strength, postural balance, and cognition are associated with braking time during driving in older adults.	Older adult drivers recruited from the Geriatrics Department of Hospital das Clínicas in São Paulo and healthy adult drivers.	To determine the extent to which age, muscle strength, cognition and postural balance are associated with braking performance in middle-aged and older adults.	Cross-sectional study. Location: São Paulo, Brazil. Sample: 62 adults and 102 older adults Mean age: 39.3 years old and 70.4 years old.	Personal, socio-demographic information, driving and physical activity history; cognitive performance, motor skills driving assessment.	Physical function assessments: plantar flexor strength, grip strength, dynamic balance TUG and cognitive TUG. Clinical assessments: Questionnaire on personal and demographic characteristics, driving habits and history of physical activity. Cognitive function: MMSE. Driving performance: driving simulator test.	The main findings of this study were that age-related changes in physical function and cognition can significantly interfere with the ability to perform critical driving tasks. The braking time was significantly longer and the speed performed was significantly slower among the older compared to middle-aged drivers in the simulation test. In both the TUG and cognitive TUG, older drivers took significantly longer to complete the tasks. Older drivers also had worsened muscle strength in both tests for total work and plantar flexion. In terms of handgrip strength, the older adults were significantly weaker than middle-aged adults for both dominant and non-dominant hands.

Abbreviations:

DHQ – Driving Habits Questionnaire
FRT – Functional Reach Test
MMSE – Mini-Mental State Examination
NDS – Naturalistic Driving Study
NHATS – National Health and Aging Trends Study
SHRP2 – Second Strategic Highway Research Program
SPMSQ – Short Portable Mental Status Questionnaire
SPPB – Short Physical Performance Balance
TMT – Trail Making Test
TUG – Timed Up and Go Test
UFOV – Useful Field of View
VOT – Hooper Visual Organization Test
WAIS – Wechsler Adult Intelligence Scale
WMSR – Wechsler Memory Scale Revised

ANEXO G- ARTIGO PUBLICADO

Accident Analysis & Prevention

Volume 191, October 2023, 107188

Neuropsychological domains and fitness to drive in mild cognitive impairment or Alzheimer's disease

Author [links](#) [open](#) [overlay](#) [panel](#) Juliana Lima Quintas ^a, Isabela Oliveira Azevedo Trindade ^a, Keli Silva Duarte Gameiro ^a, Leonardo Santos Rocha Pitta ^b, Einstein Francisco Camargos ^a, Otávio Toledo Nóbrega ^{a c}