



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN

**EFEITOS DO ENVELHECIMENTO DO MOTORISTA E DA LUMINOSIDADE DO
AMBIENTE SOBRE O TEMPO DE REAÇÃO PARA FRENAGEM DURANTE A
CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL**

Tânia Silvia Tadini Esteves

BAURU - SP

2019

TÂNIA SILVIA TADINI ESTEVES

**EFEITOS DO ENVELHECIMENTO DO MOTORISTA E DA LUMINOSIDADE DO
AMBIENTE SOBRE O TEMPO DE REAÇÃO PARA FRENAGEM DURANTE A
CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL**

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Design, no Programa de Pós - Graduação em Design da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, linha de pesquisa Ergonomia, sob a orientação do Prof. Dr. Sérgio Tosi Rodrigues.

BAURU-SP

2019

E79e

Esteves, Tânia Sílvia Tadini

Efeitos do envelhecimento do motorista e da luminosidade do ambiente sobre o tempo de reação para frenagem durante a condução simulada de automóvel / Tânia Sílvia Tadini Esteves.

-- , 2019

62 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru

1. Velhice. 2. Tempo de reação. 3. Direção de automóveis. 4. Luminescência. 5. Freios. I. Título.

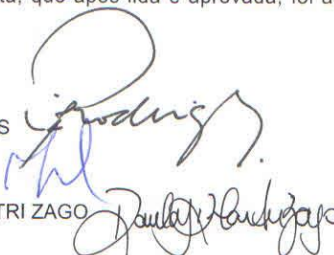
ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE TÂNIA SILVIA TADINI ESTEVES, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 26 dias do mês de setembro do ano de 2019, às 09:00 horas, no(a) Auditório da Seção Técnica de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. , reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. SERGIO TOSI RODRIGUES - Orientador(a) do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA do(a) Programa de Pós-Graduação em Design / FAAC/UNESP/Bauru, Profª. Drª. PAULA FAVARO POLASTRI ZAGO do(a) Programa de Pós-Graduação em Ciências da Motricidade / FC/UNESP/Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de TÂNIA SILVIA TADINI ESTEVES, intitulada **EFEITOS DO ENVELHECIMENTO DO MOTORISTA E DA LUMINOSIDADE DO AMBIENTE SOBRE O TEMPO DE REAÇÃO PARA FRENAGEM DURANTE A CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL**. Após a exposição, a discente foi arguida oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO . Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. SERGIO TOSI RODRIGUES

Prof. Dr. FAUSTO ORSI MEDOLA

Profª. Drª. PAULA FAVARO POLASTRI ZAGO



BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Tosi Rodrigues (Presidente)

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho- UNESP.

Prof. Dr. Fausto Orsi Medola

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho- UNESP.

Prof.a Dr.a Paula F. Polastri Zago

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho- UNESP.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a Deus em primeiramente pela força e coragem de chegar até aqui, com muita garra e aprendizagem.

Agradeço a minha família em especial as minhas filhas Alessandra e Fernanda e meu marido Celso pela paciência e apoio.

As participantes do Laboratório de Informação, visão e Ação (Livia) em especial a Bethânia que desde do início me ajudou com muito carinho e atenção sempre, assim como Gustavo, Renan, Gabriel, “Rafa”, Gisele , Nathaly, Carina , Beatriz com sua simpatia e a todos do laboratório.

Agradeço a Anderson Vieira Silva pela imensa contribuição e paciência na tabulação de dados e diagramação.

Agradeço em especial ao meu orientador Profº Sergio Tosi Rodrigues por ter me acolhido no laboratório com sua paciência, sabedoria e humildade, sempre atencioso para comigo.

À Banca examinadora a Profª Paula e Profº Fausto pela sua disponibilidade em avaliar o meu trabalho.

RESUMO

O envelhecimento populacional está associado a profundas mudanças sociais, econômicas e culturais. O comprometimento perceptual e cognitivo resultante do envelhecimento pode provocar falhas durante o desempenho da condução de automóvel. Os fatores humanos desempenham um papel fundamental nos riscos de acidentes de trânsito. O objetivo do presente estudo foi determinar os efeitos do envelhecimento do motorista e da luminosidade do ambiente sobre o tempo de reação da frenagem, durante a condução simulada de automóveis. Quinze motoristas adultos jovens e quinze motoristas idosos realizaram uma tarefa de condução na qual foram mensurados os tempos de reação envolvidos na frenagem (retirada do pé do pedal do acelerador e acionamento do pedal de freio) em um simulador de direção de um automóvel. A tarefa dos participantes foi seguir por um percurso de 5 km um carro à frente, que freava bruscamente acendendo a luz vermelha traseiro do carro, em duas condições: uma com luminosidade diurna e outra com luminosidade noturna. Um pré-teste de tempo de reação simples utilizando os pedais de acelerador e freio, fora do cenário simulado da condução, foi realizado como situação controle. Os dados da condução simulada foram submetidos à análise de variância do grupo (adultos, idosos) por luminosidade (diurna, noturna), com medidas repetidas no segundo fator. Nas condições de condução do veículo, os idosos mostraram tempo de reação maior tanto para retirar o pé do acelerador quando para acionar o freio; o mesmo ocorreu para o tempo de reação total. Interessantemente, os tempos de reação na luminosidade diurna foram maiores do que na luminosidade noturna para retirada do pé do acelerador e total. Os resultados são discutidos com base nas consequências do envelhecimento sobre o funcionamento perceptual, cognitivo e motor, assim como nos requerimentos de condução segura, em especial durante a noite.

Palavras chave: tempo de reação, frenada, envelhecimento, condução de automóvel, simulador, luminosidade diurna e noturna.

ABSTRACT

Population aging is associated with profound social, economic and cultural changes. The perceptual and cognitive impairment resulting from aging can cause failures during car driving performance. Human factors play a key role in the risks of traffic accidents. The aim of this study was to determine the effects of driver's aging and ambient luminosity on the braking reaction time during simulated car driving. Fifteen young adult drivers and fifteen elderly drivers performed a driving task in which the reaction times involved in braking (removing the foot from gas pedal and pressing brake pedal) were measured in a car driving simulator. Participants' task was to follow a car in front of them during a 5 km path, which braked abruptly with the rear red light turning on, in two conditions: day and night light conditions. A simple reaction time pre-test utilizing gas and brake pedals, out of the simulated driving scenario, was conducted as a control situation. Data from driving conditions were submitted to a group (adults, elderly) by luminosity (day, night) analysis of variance, with repeated measures in the second factor. During driving conditions, the elderly group showed greater reaction time to release the gas pedal and to press the brake pedal; the same occurred to the total reaction time in the total reaction time. Interestingly, reaction times during day light luminosity were greater than those during night luminosity for gas pedal and total reaction times. Results are discussed based on aging consequences on perceptual, cognitive, and motor functioning, as well as on safe driving requirements, especially during the night.

Keywords: reaction time, braking, aging, car driving, simulator, day and night luminosity.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Teste de snellen para acuidade visual.....	30
FIGURA 2 - Cockpit com banco de couro reclinável e ajustável, o suporte para a televisão Samsung 46" e kit de acessório Gamer Logitech G27 acoplado ao Cockpit.....	31
FIGURA 3- Percurso do ambiente virtual	32
FIGURA 3.1- Percurso do ambiente virtual diurno e noturno.....	35
FIGURA 4- Exemplo de dados de uma tentativa dos pedais do acelerador (A) e freio (B) e velocidade do carro à frente (C) a partir dos quais foram definidos, respectivamente, os instantes de pressão no pedal do freio, retirada do pé do pedal do acelerador, início e término (velocidade zero) da freada do carro à frente.....	36
FIGURA 5- Tempo de reação (s) da retirada do pé do acelerador (TRace) de motoristas adultos jovens e idosos. * $p < 0,05$	38
FIGURA 6 - Tempo de reação (s) da retirada do pé do acelerador (TRace) nas condições diurna e noturna. * $p < 0,05$	38
FIGURA 7- Tempo de reação (s) da freada de motoristas adultos jovens e idosos. * $p < 0,05$	39
FIGURA 8 - Tempo de reação (s) total de motoristas adultos jovens e idosos. * $p < 0,05$	40
FIGURA 9 - Tempo de reação (s) total nas condições diurna e noturna. * $p < 0,05$	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Caracterização dos participantes.....	28
Tabela 2. Descrição das tarefas da coleta de dados.....	34
Tabela 3. Média (erro padrão) das variáveis obtidas no pré-teste.....	37

LISTA DE SIGLAS

ADJ – Adultos jovens

IDO – Idosos

LIVIA – Laboratório de Informação Visão e Ação

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	14
1.1 Objetivo.....	15
1.1.1 Objetivo geral.....	15
1.1.2.Objetivos específicos.....	15
1.2 Justificativa.....	16
2. REVISÃO DA LITERATURA.....	17
2.1 Envelhecimento	17
2.1.1 Aspectos do envelhecimento.....	17
2.1.2 Motoristas idosos e os efeitos do envelhecimento.....	19
2.1.3 Alterações cognitivas concernentes ao envelhecimento.....	20
2.2 Ergonomia cognitiva e envelhecimento.....	21
2.2.1 Efeitos do envelhecimento na acuidade visual do motorista.....	22
2.3 Níveis de luminosidade.....	24
2.4 Tempo de reação na condução de automóvel.....	25
2.5 Simuladores de direção veicular para avaliação do motorista idoso.....	28
3 MÉTODO.....	28
3.1. Característica da amostra.....	28
3.1.1 Participantes.....	28
3.1.2 Critérios de inclusão.....	29
3.2 Materiais.....	30
3.2.1.Tarefa de Condução de veículo.....	31
3.2.2 Simulador de veículo.....	32
3.2.3.1. Configurações de ambiente.....	33
3.3 Definições para o procedimento experimental.....	33
3.3.1 Condições de tarefa.....	33
3.3.1.1 Procedimentos tarefas.....	34
3.3.1.2 Tratamento e análise de dados.....	34
4 RESULTADOS.....	37
4.1Tempo de Reação nos pedais do acelerador e freio(Pré-teste).....	37
4.2Tempo de Reação durante a condução de veiculo.....	37

5 DISCUSSÃO.....	41
5.1 Implicações do estudo.....	46
6 CONCLUSÕES.....	47
REFERÊNCIAS.....	48
ANEXOS.....	52

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento da população é um fenômeno mundial que cresce rapidamente, em particular nos países em desenvolvimento como o Brasil. O ritmo acelerado desse crescimento comparado a outros países se deve a queda das taxas de fecundidade, bem como redução dos níveis de mortalidade nas idades mais avançadas da população (CAMARANO; KANSO, 2009).

De acordo com Organização Mundial de Saúde (OMS), a população com mais de 60 anos deverá atingir 1,2 bilhões de pessoas em 2025; o grupo de pessoas com 80 anos ou mais deverá ser o que mais cresce mundialmente. No Brasil, há uma previsão para 2020 que a população idosa chegará a 30,8 milhões de pessoas, num total de 14,2% de todos os brasileiros (Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social - SMDAS, 2006). Com a grande demanda de idosos, são relevantes ações que auxiliam o idoso na realização de suas tarefas, na manutenção de sua independência e qualidade de vida (CANÇADO; HORTA, 2002).

O envelhecimento da população gera comprometimento da mobilidade, que é um fator essencial para o bem estar de idosos, assim como da população em geral (WRIGHT, 2001). A redução na mobilidade dos idosos leva a uma diminuição da integração social, deixando estes de ter autonomia nas realizações de atividades diárias, na atividade econômica e no processo de inclusão social (SANT'ANNA et. al. 2004). Na população idosa acima de 61 anos, têm aumentado a necessidade de conduzir independentemente seus veículos (DENATRAN, 2008). A prática de condução de um veículo é uma atividade limitada parcialmente por incapacidades físicas e psicológicas, que se tornam mais marcantes conforme a idade aumenta (CÂMARA et al. 2002).

Dirigir é uma tarefa altamente complexa que requer atenção, memória, e tomada rápida de decisão, entre outros fatores (MARSHALL et al., 2007). A população idosa pode sofrer, naturalmente ou com os agravos de doenças degenerativas, o declínio da acuidade visual, auditiva e do tempo de reação, aspectos ligados à percepção e ao tempo de processamento de informações, o que potencialmente aumenta o risco de colisão de veículos (WALLACE; RETCHIN, 1992). As áreas de estudo do Design, de modo geral, e da Ergonomia Cognitiva, em particular, requerem uma compreensão aprofundada do relacionamento entre os indivíduos idosos e o controle perceptivo-motor de todos os equipamentos

disponíveis dentro de um automóvel durante a tarefa de condução; este conhecimento tem evidente aplicação tanto às potenciais melhorias tecnológicas no desenvolvimento de automóveis no futuro próximo, quanto aos requerimentos de melhoria das condições de segurança no trânsito.

Dado o referido crescimento relativo da população de idosos e seus respectivos problemas em muitos países, nos quais o Brasil se inclui, há uma necessidade de busca sobre conhecimento a respeito da natureza das deficiências visuais e motoras relacionadas ao envelhecimento, seus mecanismos subjacentes e como eles afetam o desempenho das tarefas visuomotoras cotidianas dos adultos mais velhos. Assim, o presente estudo busca melhor caracterizar as diferenças decorrentes do envelhecimento da população de motoristas na realização da tarefa de condução simulada de automóvel, particularmente na prontidão do início da freada, que é um fator reconhecidamente associado à segurança do trânsito; adicionalmente, esta caracterização testará diferentes níveis de dificuldade da tarefa relativos à luminosidade do ambiente, aspecto que pode interagir com os potenciais efeitos do envelhecimento.

Os níveis de luminosidade são fatores que devem ser levados em consideração na hora da direção. Pois, há diferenças na forma como a luminosidade influencia na condução dos motoristas, sejam idosos e/ou adultos jovens, independente da faixa etária.

1.1. Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Determinar os efeitos da luminosidade do ambiente em motoristas idosos sobre o tempo de reação da frenagem durante a condução simulada de automóveis.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Analisar o tempo de reação e o desempenho dos motoristas durante a frenagem na condução simulada de automóvel;
- b) Comparar os grupos de adultos jovens e idosos nas condições de alta e baixa luminosidade nas variáveis de desempenho e de tempo de reação, separadamente para os pedais do acelerador e do freio, durante a frenagem na condução simulada de automóvel.

1.2 Justificativa

O envelhecimento vem acompanhado do declínio de diversas funções perceptuais, cognitivas e motoras. O aumento da expectativa de vida se deve a queda dos coeficientes da mortalidade e a população de idosos tem se mostrado mais presente na condução veicular. Este estudo se propõe a investigar fatores que contribuem com a queda do desempenho de motoristas, a fim de evitar possíveis acidentes e melhorar a segurança no trânsito. O desempenho de motoristas idosos na frenagem de um veículo em ambientes diurnos e noturnos pode provocar acidentes no trânsito, decorrentes de suas limitações no processamento de informações. Com o envelhecimento, o indivíduo necessita de maior tempo na tomada de decisões ao conduzir um veículo, pois precisa reagir prontamente aos elementos distratores do trânsito. Em suma, há necessidade de se investigar fatores da ergonomia cognitiva associados ao processo de envelhecimento de motoristas e como essa interação pode melhorar tanto a segurança do trânsito quanto o desenvolvimento de novas tecnologias do design automotivo.

2. REVISÃO DA LITERATURA

A revisão de literatura do presente estudo envolveu os temas relacionados à cognição e ao envelhecimento humano, bem como tratou da ergonomia cognitiva em seus aspectos atencionais relacionados à tarefa de dirigir automóvel, destacadamente no ambiente simulado, e aos efeitos da luminosidade na condução.

2.1 Envelhecimento

2.1.1 Aspectos do envelhecimento

Envelhecimento é comumente definido como o acúmulo de diversas alterações deletérias que ocorrem em células e tecidos devido ao avanço da idade, (HARMAN, 2003). A consequência imediata da expectativa de vida estendida é representada pelo número crescente de pessoas idosas em países desenvolvidos (HAYFLICK 1998, 2000). A noção de que o envelhecimento requer tratamento é baseada na crença de que envelhecer é indesejável. Nas últimas décadas, o envelhecimento recebeu uma conotação negativa e tornou-se sinônimo de deterioração, do acúmulo de patologias e da morte.

Diversas teorias sobre o envelhecimento, tais como a teoria dos radicais livres (HARMAN 2003), a teoria imunológica (FRANCESCHI et al 2000a), a teoria da inflamação (CHUNG et al 2001) e a teoria mitocondrial (CADENAS; DAVIES, 2000), são específicas de uma causa particular do envelhecimento, fornecendo *insights* úteis e importantes para a compreensão das mudanças fisiológicas associadas ao envelhecimento. No entanto, uma visão global dos referidos aspectos é necessária quando se investiga este processo natural que ainda é obscuro em alguns de seus aspectos (HOLLIDAY, 2006).

Assim, a busca por uma única causa do envelhecimento (como um único gene ou o declínio de um sistema corporal) foi recentemente substituída pela perspectiva de envelhecimento como um processo extremamente complexo e multifatorial (KOWALD E KIRKWOOD, 1996; WEINERT ET AL., 1996; TIMIRAS 2003). É provável que vários processos interajam e operem simultaneamente em diferentes níveis de organização funcional (FRANCESCHI et al 2000b). Diferentes teorias do envelhecimento não devem ser consideradas como mutuamente

exclusivas, mas como complementares, o que favorece a qualidade das explicações sobre as características do processo normal de envelhecimento (WEINERT E TIMIRAS, 2003).

O envelhecimento está associado a mudanças nos processos dinâmicos biológicos, fisiológicos, ambientais, psicológicos, comportamentais e sociais. Algumas mudanças relacionadas à idade são benignas, como cabelos grisalhos. Outros resultam em declínios em função dos sentidos e atividades da vida diária, aumento da suscetibilidade e frequência de doenças, fragilidade ou incapacidade. O avanço da idade é o principal fator de risco para várias doenças crônicas em humanos. De acordo com Neri (2009), o envelhecimento pode ser conceituado da seguinte maneira: “envelhecimento, ou senescência, é um processo universal, determinado geneticamente para os indivíduos da espécie, motivo pelo qual é também chamado de envelhecimento normal” (p. 20).

Estudos da biologia básica do envelhecimento usando animais de laboratório - e agora estendidos a populações humanas - levaram ao surgimento de teorias para explicar o envelhecimento. Embora não exista uma única “chave” para explicar tal condição, esses estudos demonstraram que, embora a passagem do tempo não seja alterada, a taxa de envelhecimento pode ser diminuída (NERI, 2009).

Não há como controlar o processo de envelhecimento, mas sabe-se que os fatores ambientais e hereditários contribuem para a taxa de envelhecimento. A influência do envelhecimento nas funções do corpo pode ser mensurada pela diminuição das funções motoras e cognitivas, que tem a sua eficiência e níveis de desempenho reduzidos, levando em consideração os cuidados médicos dos idosos.

O envelhecimento também tem implicações psicológicas e sociais, nas quais mudanças nos padrões de comportamento podem ocorrer como resultado da influência do envelhecimento na personalidade, no intelecto e na memória. Há também mudanças nas circunstâncias sociais das pessoas idosas resultantes de fatores como aposentadoria e luto. O crescente problema de uma população idosa está estimulando o aumento da pesquisa sobre as causas e efeitos do envelhecimento.

2.1.2 Motoristas idosos e os efeitos do envelhecimento

À medida que as pessoas envelhecem, é natural que a visão, audição, força e flexibilidade sofram mudanças. Condições médicas e os medicamentos utilizados por esse público também podem ter um impacto sobre a capacidade de agir e reagir, especialmente ao volante (CHARMAN, 1997).

O crescimento de condutores idosos está diretamente associado ao aumento da população idosa. A condução do automóvel requer que a visão, a função motora e a cognição estejam cuidadas para a direção segura. Com a velhice, tais funções ficam comprometidas e aumentam os riscos de acidentes neste público (CANÔNICA, 2018). Autores como Anstey et al (2005) elucidam que com a diminuição da atenção visual apresentada pelos idosos, há outros percalços que contribuem para os riscos de acidentes, tais como decaimentos relacionados à atenção seletiva e dividida, à vigilância e à atenção alternada (que é a capacidade do indivíduo alternar o foco de atenção, ora em um estímulo, ora em outro), enfim, dificuldades nas funções cognitivas responsáveis pela direção veicular segura.

As trocas de tarefas, tempo de reação, bem como a diminuição da velocidade de processamento, atenção visual, e o declínio da capacidade de direção veicular são algumas características presentes no envelhecimento e que afetam a função cognitiva do idoso. A quantidade de erros cometidos na condução veicular é uma característica que demonstra a perda dessa capacidade, sendo uma das causas de acidentes nesta faixa etária (ANSTEY; WOOD, 2011, CANÔNICA, 2018).

Wood (2002) explica que diminuição da percepção do contraste, a perda da visão periférica e da acuidade visual dinâmica entre os idosos colocam em risco a condução veicular segura, já que são elementos essenciais para tal situação. As interpretações errôneas dos sinais rodoviários são um fator que contribui para o aumento de equívocos no que se refere a manobras e acidentes (CHARMAN, 1997). A parte motora também sofre mudanças, como o decréscimo da força muscular, do equilíbrio da postura e da amplitude de rotações da coluna cervical (CANÔNICA, 2018).

2.1.3 Alterações cognitivas concernentes ao envelhecimento

O processamento de informações sofre mudanças drásticas que estão associadas ao envelhecimento. A velocidade para processar as informações durante

a leitura, compreensão e memorização de dados é reduzida pelo envelhecimento (ALMEIDA; BEGER; WATANABE, 2007).

O envelhecer saudável está relacionado aos fatores de ordem psicossocial, tais como família, educação, motivação, cuidados com a saúde e iniciativa da pessoa (ARGIMON; STEIN, 2005). Adicionalmente, são comuns queixas relacionadas ao esquecimento, muitas vezes prejudicando as relações sociais ou atrapalhando tarefas importantes. Entre as várias funções cognitivas comprometidas pelo envelhecimento estão memória, processamento espacial, linguagem e comunicação e funções executivas (MALLOY-DINIZ; FUENTES; COSENZA, 2013).

Murman (2015) entende que a cognição preservada é fundamental para a independência funcional de idosos, possibilitando realizar tarefas do cotidiano, bem como conduzir um automóvel com segurança. Além disso, manter a cognição em bom estado é vital para os seres humanos se comunicarem de forma eficaz, incluindo o processamento e a integração de informações sensoriais e a resposta adequada a outras pessoas. Habilidades cognitivas frequentemente diminuem com a idade. É importante entender que tipos de alterações na cognição são esperados no processo de envelhecimento normal e que tipo de mudanças pode sugerir o aparecimento de uma doença cerebral.

Murman (2015) explica que estudar as mudanças cognitivas que ocorrem com o envelhecimento, no tocante a parte estrutural e funcional, e os efeitos cognitivos das doenças associadas à idade é uma questão pertinente para compreender a mecânica do envelhecimento. As mudanças mais importantes na cognição com o envelhecimento normalmente são o declínio no desempenho em tarefas cognitivas que exigem um processamento rápido, transformando informações para tomar uma decisão, incluindo medidas de velocidade de processamento, memória de trabalho e função cognitiva executiva. O conhecimento cumulativo e as habilidades experienciais são bem mantidos até a idade avançada. Mudanças estruturais e funcionais no cérebro correlacionam-se com as mudanças cognitivas concernentes à idade, incluindo alterações na estrutura neuronal, perda de sinapses e disfunção de redes neuronais. Estes declínios podem acarretar em deficiências cognitivas graves o suficiente para prejudicar suas habilidades funcionais diárias. Há evidências emergentes de que estilos de vida saudáveis podem diminuir a taxa de declínio cognitivo observado com o envelhecimento e ajudar a retardar o aparecimento de sintomas cognitivos no contexto de doenças associadas à idade (NERI, 2009).

2.2 Ergonomia cognitiva e envelhecimento

O estudo da interatividade entre o homem, o seu trabalho e o seu ambiente é realizado pela ciência ergonômica. A ergonomia tem como proposta a garantia da segurança do trabalhador, bem como o conforto e eficiência das atividades realizadas por ele.

Ergonomia cognitiva é o campo de estudo que se concentra em quão bem o uso de um produto corresponde às capacidades cognitivas dos usuários. Baseia-se no conhecimento da percepção humana, processamento mental e memória (SILVA, 2018).

Os primeiros domínios investigados pela ergonomia cognitiva foram usinas nucleares, sistemas de controle de tráfego aéreo e médicos anestesiologistas. Essas situações apresentam ambientes complexos, nos quais o foco excepcional é necessário para tomada de decisões em situações potencialmente ameaçadoras à vida. Nos anos seguintes, muitos estudos foram conduzidos em domínios “mais suaves”, como atividades bancárias, de escritório e de lazer (MONT’ALVÃO, 2012). A ergonomia cognitiva permite investigar, identificar e prescrever como e quando a cognição humana afeta a tarefa no trabalho, assim como o trabalho afeta o desempenho na cognição do indivíduo (HOLLNAGEL, 1997).

O comprometimento cognitivo do envelhecimento em idosos se deve às reduções de mudanças na atenção, na memória imediata e na capacidade de planejamento antecipado das ações (CANÔNICA, 2018). Falhas nas funções cognitivas em idosos são devidas às características do processo de envelhecimento, portanto, a avaliação cognitiva é usada como uma ferramenta de rastreamento na condução de motoristas idosos (BOTTINO et al., 2006). A percepção do ambiente é definida a partir do contato que o indivíduo tem em relação a sua postura e movimento, que por meio de estímulos e seus receptores, são transmitidas as informações através do sistema nervoso central (DAY, 1997).

A percepção visual preservada é um fator importante no desempenho de motoristas, pois a deterioração desta, causa falhas comuns na ocorrência de colisões de veículos automotores. Os erros provocados pelos indivíduos se devem à distração, falta de atenção, interpretação incorreta de informações do ambiente, julgamento inadequado da velocidade e da distância, (SABEY & STAUGTON, 1992). Para a execução da tarefa de condução é de grande importância a captação de

informações do ambiente através da percepção, pois é o comportamento humano a principal causa de acidentes com veículos automotores (ROZESTRATEN, 1988).

2.2.1 Efeitos do envelhecimento na acuidade visual do motorista

Estudos sobre visão e envelhecimento são essenciais porque as condições oculares, doenças e deficiências visuais associadas ao envelhecimento representam um desafio de saúde social, atualmente mais do que nas décadas anteriores. Existe uma necessidade urgente de identificar a prevalência e a incidência de várias deficiências visuais relacionadas ao envelhecimento nas populações, os mecanismos subjacentes a essas deficiências e como afetam o desempenho das tarefas visuais cotidianas dos adultos mais velhos (OWSLEY, 2011). Paula, Moreira, Coutinho e Mograbi (2013) mostram que programas de pesquisa sobre como a visão muda durante o curso da vida adulta também podem fornecer informações sobre biomarcadores ou fatores de risco para o desenvolvimento incidente de doenças oculares graves e condições comuns no final da idade adulta.

Vulnerabilidades na função visual no final da vida podem potencialmente revelar colapsos no sistema visual que são marcadores precoces ou sinais de que o desenvolvimento de certas doenças visuais são prováveis. Também é importante saber quais características biológicas (como neurais e ópticas) e ambientais (como do tabagismo e dietéticas) diferenciam os idosos que “envelhecem bem”, perdendo pouca ou nenhuma sensibilidade visual à medida que envelhecem, daqueles que não envelheceram tão bem assim. A compreensão dos processos visuais básicos, em geral, beneficia-se das descobertas sobre as capacidades visuais dos idosos, na medida em que os arcabouços teóricos e os modelos de visão mais abrangentes devem levar em consideração as mudanças visuais ao longo da vida (OWSLEY, 2011).

O olho humano é responsável pelo processamento da visão, e este é composto por uma câmara óptica de várias lentes que tem como função receber os raios luminosos para serem levados à parte interna do olho (MODESTO et al., 2006). O processo da percepção no ambiente consiste no recebimento de impulsos elétricos e codificados para preservar a informação pelas incidências transmitidas em eventos (DAY, 1997). Dentro do olho, atrás da córnea, há uma pequena abertura para passagem de luz, a pupila, cujo diâmetro pode variar de 2mm a 6 mm,

dependendo da iluminação inserida (HELENE & HELENE, 2011). Algumas pequenas mudanças na estrutura da córnea podem ocorrer a partir dos 50 anos de idade aumentando a curvatura prejudicando a qualidade da imagem da retina (BALDWIN & MILLS, 1981; FLEDELIUS, 1988).

A luz, ao penetrar no olho, alcança sua região posterior denominada retina e incide sobre os fotorreceptores; os cones são responsáveis pela acuidade visual assim como pelas cores e detalhes, por outro lado os bastonetes não são tão sensíveis à luz quanto os bastonetes que operam melhor em condições noturnas (BERNE & LEVY 1991).

Algumas evidências convergentes relatam que o envelhecimento vem acompanhado por uma grande perda no número de bastonetes com uma diminuição em 30% entre 34 e 90 anos de idade (CURIO et.al., 1990, GAO E HOLLYFIELD, 1992; PANDA-JONES, JONAS & JACOBZYK-ZMIJA, 1995). De modo semelhante, os cones também diminuem com a idade (KILBRIDE et.al., 1986; EISNER et.al., 1998).

A percepção tem como objetivo detectar e interpretar mudanças na forma de energia que tem origem no ambiente, com os raios de luz por ondas eletromagnéticas através da ativação neural do indivíduo, transmitidas ao sistema nervoso central (DAY, 1992). A visão é uma importante fonte sensorial para a condução, proporcionando ao motorista informações para responder às mudanças das situações no trânsito e na realização de manobras em veículos automotores (HILLS, 1980).

Alguns estudos têm mostrado que há uma relação entre acuidade visual reduzida e aumento de acidentes, pois a habilidade do motorista de reconhecer sinais de trânsito depende de sua percepção visual, demonstrando que o condutor age de uma distância necessária que permite tempo suficiente para reagir e executar manobras necessárias, como desaceleração ou mudança de pistas (OWSLEY & MCGWIN, 2010). No Brasil, o Código de Trânsito Brasileiro não determina a idade na qual os idosos precisam parar de dirigir e nem a idade máxima para requerer ou renovar a Carteira de Habilitação (CONTRAN, 1998).

2.3 Níveis de luminosidade

A maioria dos estudos que examinaram estatísticas de acidentes em motoristas mais velhos sugere que as taxas de lesões e mortes são aumentadas em

alguns casos devido aos níveis de luminosidade do ambiente. Essas taxas de fatalidade foram previstas por variáveis visuais e cognitivas, deixando claro, com base em estudos desenvolvidos por Staplin et al (2001) e análises feitas pelos departamentos de segurança e rodagem do Canadá e Estados Unidos (1997; 2001), como a condução em situações cotidianas pode ser afetadas pelo envelhecimento desses idosos.

Uma questão relevante é como o nível de luminosidade afeta a condução dos idosos (MELO, 2014). Embora alguns estudos tenham sugerido algumas dificuldades de direção para esses idosos, os departamentos canadenses e norte-americanos examinaram unicamente os efeitos do envelhecimento em idosos na condução noturna em diferentes níveis de luminosidade nas estradas. Entende-se que os comportamentos de direção entre as faixas etárias mais elevadas dos motoristas dependem da atenção dirigida, da confiança, da iluminação da estrada, da situação de direção e do desempenho da visão e cognição.

Estudos feitos no Canadá e nos Estados Unidos nos anos de 1997 e 2000, por meio do Departamento de Segurança no Trânsito, demonstraram que a condução de veículo no período noturno representa um desafio para os motoristas idosos, devido as perdas relacionadas a visão (acuidade, contraste, profundidade e atenção visual) e a cognição (velocidade do processamento de ação). Tais habilidades cognitivas, que vão se perdendo em decorrência da idade, estão associadas a dificuldades na condução de veículo no período diurno, pelos motoristas idosos. Levando em consideração o aumento desse grupo de motoristas, é relevante estudar o impacto do envelhecimento e os níveis de luminosidade na condução noturna (EUA, 1997; CANADÁ, 2000).

Staplin et al (2001) estudaram os efeitos físicos do envelhecimento na condução noturna. Mostrando que a iluminação fixa nas áreas de rodagem são mais relevantes para os motoristas idosos, devido à redução da pupila, bem como o acometimento do cristalino por distúrbios como a catarata e/ou opacidade da lente, causando a redução da quantidade de luz que chega à retina. Com a diminuição da iluminação na retina, as fontes (letras) de sinalização devem ter grandes dimensões para serem vistas à noite.

Hofstheher (1965) estudou efeitos que ocorrem quando a luz passa pela pupila e encontra o cristalino; as alterações em sua forma compõem um processo chamado de acomodação, pois permite que a lente altere para focalizar o objeto a ser

visualizado. Com o avanço da idade, há perda da acomodação da lente no processo de focalização dos objetos dentro do comprimento do braço, processo conhecido como presbiopia.

A presbiopia resulta na perda da elasticidade da lente, devido a sua continuação ao longo da vida (ATCHISON, 1995). Na chamada “vista cansada” a lente torna-se menos transparente com o aumento da idade (WEALE, 1963). O envelhecimento provoca perda gradual da visão, que pode contabilizar com algumas patologias, como: catarata, maculopatia e glaucoma (CONGDON, et al, 2004).

2.4 Tempo de reação na condução de automóvel

A informação captada pela visão é de fundamental importância para a realização das atividades motoras, na mudança do ambiente, na qual uma série de benefícios estão inseridos por meio de estímulos visuais. Tais como, no tempo de duração entre a coleta de uma informação visual, e na transformação dessa informação em ação, no caso da condução de um automóvel. Estudos têm mostrado que o conceito de tempo de reação simples, em atividade em humanos, seria o atraso para resposta de um estímulo visual, o que geralmente é da ordem de 190 a 210 ms (CARLTON, 1987).

As atividades que exigem respostas rápidas são dadas pelo tempo de reação, no qual o tempo de reação esperado de uma pessoa jovem e saudável varia entre 0,15 e 0,45 s. Sendo o tempo necessário para o cérebro processar as informações que recebe para assim, definir rapidamente uma ação em um quinto de segundo (FEIS, 2012).

No entanto, são observadas as seguintes mudanças em decorrência do envelhecimento do sistema visual: perdas com relação à discriminação de distâncias, profundidade, velocidade do automóvel, percepção temporal do abrir e fechar do farol de trânsito, e ainda nas tomadas de decisão (BOTINO et al.,1997). Adicionalmente, há alterações no desempenho motor em idosos, por consequência das perdas no funcionamento do sistema sensorial, muscular e nervoso. Segundo Teixeira (2006), as perdas se devem à deterioração nas atividades ligadas tanto aos recursos atencionais quanto às atividades sensoriais-motoras.

Quando o sistema sensorial apresenta problemas de funcionamento nos idosos, pode ocorrer a percepção inadequada de ambientes, incapacitando-os para

realização de tarefas corriqueiras (MARTINS et. al., 2001). Os idosos precisam de maior tempo para transmissão neural, deixando mais lento o processamento de informações. Ainda, os adultos jovens processam um volume maior de informações paralelamente, enquanto os idosos o fazem de forma seriada (SPIRDUSO, 1995).

O declínio funcional decorrente do envelhecimento está relacionado ao tempo de reação, definido como o intervalo de tempo entre a apresentação de um estímulo e o início de uma resposta (MAGILL, 2000). A capacidade do idoso em processar informações é limitada e pode interferir nas tarefas motoras que demandam atenção, como na tarefa da condução veicular (MARTINS et al., 2010).

2.5 Simuladores de direção veicular para avaliação do motorista idoso

Nas mais variadas condições, os simuladores de direção são capazes de avaliar os condutores em ambiente seguro, controlado e padronizado sendo validados de acordo com o desempenho na direção veicular (LEE et al., 2003; MAYHEW et al., 2011). As situações nas quais o simulador de direção é mais utilizado para avaliação são tempo de frenagem, distância do carro da frente, gerenciamento do carro na pista, estimativas de acidentes e velocidade do veículo (CANÔNICA, 2018).

O tempo de frenagem decorre do ponto no qual o motorista começa a frear até o ponto no qual o carro para. O tempo de movimento do pé e a decisão de frear o carro estão inclusas no tempo de frenagem; várias habilidades estão envolvidas nesta variável: percepção da necessidade de frenagem e tomada de decisão, deslocamento do membro inferior até o pedal do freio e controle sensório-motor dos músculos extensores da perna, dado pelo comando central e vias aferentes e eferentes (JAMMES, et al, 2016).

A relevância do tempo de frenagem está em avaliar a resposta do motorista frente a um acontecimento imprevisto que exija tomada rápida de decisão e ação (CONSIGLIO et al., 2003). O atraso da respostas de qualquer comando durante a condução de um veículo aumenta o risco de acidentes graves (BROWN; LEE; MCGEHEE, 2001; LEE et al., 2001).

Quando se usa o simulador de direção veicular, deve-se levar em conta a necessidade de adaptação do ambiente real para o virtual (SAHAMI; SAYED, 2010). Kawano et al. (2012) mostrou que idosos precisam de três tentativas no período

máximo de quatro minutos, para se adaptar ao simulador de direção, medida pela capacidade de atingir e manter uma velocidade predeterminada. Os adultos jovens mantêm a velocidade desde a primeira tentativa. Sahami e Sayed (2010), analisando 24 voluntários com idades de 20 a 64 anos, observaram que o tempo médio de adaptação ao simulador foi de sete minutos para o grupo todo.

Os seguintes processos estão envolvidos no período de adaptação ao simulador: (i) transferência das habilidades cognitivo-motoras necessárias para operação correta do simulador; (ii) transferência das habilidades cognitivas requeridas para manobrar corretamente e responder ao ambiente simulado; e (iii) adaptação ao estímulo fisiológico do sistema simulado que é diferente da direção de um veículo no mundo real (RONEN; YAIR, 2013).

O período de adaptação corresponde à adequação da carga mental imposta pela nova tarefa em ambiente diferente (direção no simulador de direção veicular) do habitual (direção no mundo real); espera-se que posteriormente à adaptação, a nova tarefa foi automática, de forma similar àquela do mundo real, tornando as medidas nos simuladores válidas para analisar o comportamento dos motoristas (SAHAMI; SAYED, 2010).

Em geral, pode-se entender que o envelhecimento populacional trouxe nos dias de hoje, questões voltadas a longevidade, tais como: estilo de vida, alimentação, avanço dos medicamentos, mudanças nos hábitos e o advento da tecnologia, por exemplo. A longevidade tornou possível, a continuidade de atividades que antes se limitavam ou cessavam com a chegada do envelhecimento e o declínio físico e cognitivo. No entanto, hoje a condução de automóveis por idosos é uma constante e o mercado tem se adaptado a essa nova realidade. O setor automobilístico, tem feito uso do design para identificação de problemas nos projetos que podem dificultar o seu uso pelos usuários mais velhos. A Ford teve o primeiro veículo a incorporar mudanças a partir do uso de roupas de simulação da terceira idade, trata-se do Ford Focus 2000. Os engenheiros da empresa por meio de pesquisas, aumentaram o tamanho das portas para facilitar sua abertura, trabalhando a questão ergonômica para motoristas e passageiros. Aumento do tamanho de botões, para facilitar a localização dos controles, cintos de segurança com fácil encaixe e telas de controle de áudio, navegação, odômetro e velocímetros fáceis de visualizar (MARKUN, 2019). Isso demonstra que os tópicos analisados são levados em consideração para melhorar a vida dos motoristas idosos.

MATERIAIS E MÉTODO

3.1. Característica da Amostra

3.1.1.Participantes

Voluntários habilitados em dirigir automóveis (idades entre 29 a 65 anos), de acordo com a tabela 2, foram pré-selecionados; foi feita a abordagem direta com panfletagem para participação da pesquisa, tendo como parâmetro um determinado padrão de quilometragem percorrida a partir do momento que obtiveram sua CNH até o período de coleta de dados desta pesquisa. Os participantes foram divididos na pré-seleção e classificados em dois grupos de acordo com a idade; ambos os grupos, adultos jovens (ADJ) e idosos (IDO), obtiveram uma estimativa superior a 5.000 quilômetros percorridos, conforme estudo anterior (LEHTONEN et al., 2014). Dentre os voluntários classificados, foram selecionados 30 participantes: 15 no grupo ADJ e 15 no grupo IDO. Os participantes foram, em sua maioria, pessoas que participam dos programas do DEF (Departamento de Educação Física) da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Bauru, voltadas ao público em geral, como hidroginástica para idosos, bem como as pessoas que participam de programas de atendimento para idosos da Universidade do Sagrado Coração (USC) da cidade de Bauru, SP.

Tabela 1- Caracterização dos participantes

	Média	Desvio Padrão
Idade dos Adultos Jovens	29,40	3,62
Idade dos Idosos	65,40	4,06
Peso Adultos Jovens (Kg)	75,70	11,84
Peso idosos (Kg)	73,53	9,47
Altura dos Adultos Jovens (cm)	1,72	0,08
Altura idosos (cm)	1,67	0,08
Quilômetros Rodados (Idosos)	180,610	298,194
Quilômetros Rodados (Adultos Jovens)	21,234	66,272

Elaborada pela autora

Estes motoristas deslocaram-se até a Unesp, preencheram uma ficha e agendaram dia e horário para irem ao LIVIA – Laboratório de Informação Visão e

Ação, da Faculdade de Ciências da Unesp, para dar início aos experimentos do presente estudo.

3.1.2. Critério de inclusão

Os critérios de inclusão foram os seguintes: (i) não possuir histórico de problemas locomotores, neurológicos e deficiência física; (ii) teste de Mini Exame do Estado Mental (MEEM) nos idosos; (iii) não possuir experiência declarada do uso de simuladores; (iv) avaliar a acuidade visual por meio do teste de Snellen (v) possuir Carteira Nacional de Habilitação e ter conduzido veículo por mais de 5.000 quilômetros; (vi) ter idade entre 29 a 65 anos.

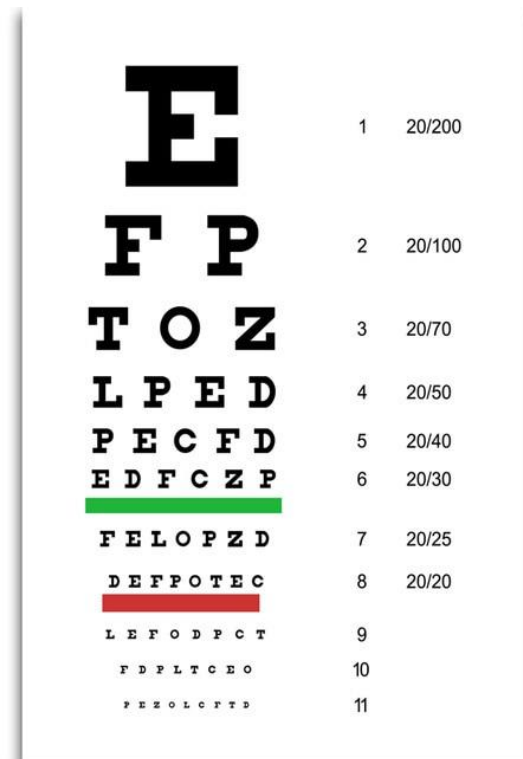
O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TLCE), devidamente aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP- Campus de Bauru (CAAE 16609519.6.0000.5663) foi preenchido por todos os voluntários.

3.1.3 Qualificação dos participantes

O teste de mini mental (MEEM), trata-se de um teste breve de rastreio cognitivo para identificação de demência. Os itens avaliados pelo MEEM (Memória imediata, atenção e cálculo; memória de evocação e linguagem) os 15 participantes pontuaram < 24 pontos.

Após a coleta de dados os voluntários foram submetidos ao teste de Snellen, onde permaneciam em pé. Para realização do teste, coloca-se o indivíduo a uma distância de 1,80m da figura do teste de Snellen (Figura 1) que se apresenta impressa em sulfite A4 e o indivíduo vai soletrando as letras de acordo com o apontamento feito pelo aplicador do exame. As regras são as seguintes: até a linha sete ou oito, caso seja soletrada até esse ponto, demonstra visão saudável. Os participantes do teste chegaram a faixa 20/40. Os motoristas adultos jovens (ADJ) apresentaram os seguintes resultados de acuidade visual 20/25 a 20/30. Os motoristas idosos (IDO) obtiveram os seguintes resultados de acuidade visual 20/30 a 20/40.

Figura 1 – Teste de Snellen de acuidade visual



Fonte: SALOMÃO, 2007

3.2. Materiais

Na coleta de dados foi utilizado um computador Dell Precision Tower modelo 5811 para rodar o software do simulador de direção, ligado a dois monitores: um de 21" da Dell que foi utilizado pelo pesquisador para acompanhar o progresso da tarefa e uma TV de 46" da Samsung que foi o ambiente visual utilizado pelo participante. O software simulador de direção foi o STISIM Drive versão 3.14.01. Os cenários se apresentavam de forma virtual para a condução de veículos, e tiveram como tema um ambiente urbano, no qual o tráfego dos carros ocorreu em ambos os sentidos.

3.2.1. Tarefa de Condução de veículo

Os materiais para a realização da tarefa da condução simulada de veículos foram os seguintes: Computador servidor Dell Precision Tower 5811; Monitor Dell 19" (conexão via cabo Display Port); Placa de Vídeo Nvidia GTX 960 com 5 saídas independentes de vídeo (1 HDMI, 1 DVI e 3 Display port); Adaptador de cabo VGA para cabo DVI; Adaptador de cabo VGA para cabo Display Port; Monitor Samsung 15 " (conexão via cabo VGA); Televisor LCD Samsung de 46" (Conexão via cabo HDMI); Cockpit (Suporte para televisão integrado a um assento com encosto ajustável e ajuste da distância entre o assento e o volante, possuindo ainda suporte para acoplar o volante, os pedais do acelerador, freio e embreagem e o câmbio); Acessório Gamer Logitech G27 (volante, pedais e câmbio – conexão via cabo USB 2.0) e Cabo VGA de 10 metros (Figura 2).

Figura 2 - Cockpit com banco de couro reclinável e ajustável, o suporte para a televisão Samsung 46" e kit de acessório Gamer Logitech G27 acoplado ao Cockpit.



Fonte: Andrade Silva, 2018.

Foram utilizados os seguintes softwares para a atividade de condução simulada de veículos: Simulador de condução de veículo: STISIM Drive versão 3.14.01; Software de configuração de placa de vídeo: Painel de Controle da Nvidia; Software de análise de dados: Matlab (The Matworks Inc, 2017 – Versão); Software de análise de dados: Microsoft Excel 2016; Software para edição de textos: Microsoft

Word 2016; Software de análise estatística SPSS (SPSS Inc., 2008 – Versão 17.0.1.

3.2.2 Simulador de veículo

Neste estudo foi utilizado o STISIM Drive que é um simulador de condução de veículos em ambiente simulado. O pesquisador tem acesso há uma série de cenários customizados criados pelo simulador. Bem como, o fornecimento e gravação de variáveis de desempenho do motorista e da sua conduta no decorrer do percurso virtual. O modelo STISIM Drive M100 permite a utilização do software em duas telas: uma para o ambiente simulado e a outra para o painel de controle e acompanhamento do percurso do ambiente virtual (Figura 3).

Figura 3- Percurso do ambiente virtual



Elaborada pela autora

3.2.2.1. Configurações de ambiente

O STISIM Drive permite a configuração de diversos parâmetros para customização do ambiente virtual de forma geral; pode-se editar as características de torque do carro, se o ambiente será diurno ou noturno, a taxa de atualização da tela, dentre diversas opções.

Neste trabalho, as alterações padrão do fabricante foram modificadas para adaptar o software e o ambiente virtual à realidade do trânsito das ruas brasileiras. Assim, as seguintes configurações foram adotadas: câmbio manual, definição de 5 marchas mais a marcha Ré, ajuste de volume da movimentação do carro e do motor do veículo, direção e volante do lado direito do carro, em ambiente diurno e noturno, sem aviso sonoro quando motorista comete infração de trânsito, calibração automática do volante sempre que um cenário seja iniciado e resposta visual, sonora e motora no volante quando ocorre um acidente.

3.3 Definições para o procedimento experimental

3.3.1 Condições da tarefa

A participação de cada sujeito ocorreu em um único dia; a duração máxima da coleta de dados com cada participante foi de 60 minutos. Após chegar ao laboratório, os participantes idosos foram submetidos ao exame MEMM, cada participante leu e assinou o TLCE. A seguir, pré-testes para tempo de reação foram realizados para todos participantes, envolvendo uma situação simples na qual não havia cenários da condução do automóvel e somente os estímulos para acelerar o veículo (sinal verde) e uma placa de “stop” para frear o veículo. Após esses testes, os participantes foram submetidos a um período (5 a 10 min) de familiarização com o ambiente experimental, praticando brevemente uma situação similar no simulador e testando os controles do dispositivo. A seguir foi feita a coleta de dados durante a realização da tarefa experimental. O número de possíveis repetições da tarefa e demais detalhes do protocolo foram definidos em estudo piloto.

3.3.1.1 Procedimentos Tarefa

Cada participante teve como tarefa dirigir automóvel no simulador STISIM Drive (Versão: 3.14.01), respeitando as leis do CTB e as placas de trânsito apresentadas no cenário do ambiente simulado. O participante conduziu o carro no ambiente simulado em duas condições de luminosidade: diurna e noturna. A tarefa do participante foi seguir um carro a sua frente, que freava bruscamente, acendendo

a luz traseira vermelha do freio, até o final do percurso de 5 km. Para evitar que o momento no qual a freada do carro à frente fosse antecipado pelos participantes, dois momentos diferentes foram definidos e aleatorizados nas tentativas. Os procedimentos seguiram conforme a descrição da tabela 2, na qual as tentativas foram divididas em 1 e 2 cada uma com metros determinados (750 e 1000m) nas duas condições (diurna e noturna).

Cada condição foi repetida duas vezes para cada participante. Para realização da tarefa, a simulação foi definida conforme segue: as configurações do simulador foram adaptadas para a realidade do brasileiro, com volante na esquerda e câmbio manual. O percurso foi em linha reta, em ambiente urbano, com velocidade escolhida de 110 km/h.

Tabela 2. Descrição das tarefas da coleta de dados

	Seguir carro à frente e frear DIURNO		Seguir carro à frente e frear NOTURNO	
Adulto	Tentativa 1 (5 km)	Tentativa 2 (5 km)	Tentativa 1 (5 km)	Tentativa 2 (5 km)
Jovem	Tentativa 1 (5 km)	Tentativa 2 (5 km)	Tentativa 1 (5 km)	Tentativa 2 (5 km)
Idoso	Tentativa 1 (5 km)	Tentativa 2 (5 km)	Tentativa 1 (5 km)	Tentativa 2 (5 km)

Elaborado pela autora

3.3.1.2 Tratamento e Análise dos Dados

As variáveis dependentes de teste nos pedais do acelerador e freio (Pré-teste), resposta a estímulos simples apresentados no monitor fora do cenário de condução, foram tempo de reação da retirada do pé do pedal do acelerador (preTRace), o tempo de reação para pisar no pedal do freio (preTRfre) e tempo de reação total (preTRtotal), que é a somatório dos dois anteriores. Os dados de cada variável dependente dos pré-testes foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de Grupo (motoristas jovem adultos e motoristas idosos). As variáveis dependentes durante a condução do veículo foram: tempo de reação da retirada do pé do pedal do acelerador (TRace), o tempo de reação para pisar no pedal do freio (TRfre) e tempo de reação total (TRtotal), que é a somatório dos dois anteriores; estas variáveis foram determinadas através de inspeção visual de gráficos e marcação manual dos instantes de interesse, conforme mostram os pequenos círculos nas Figuras 4A e 4B; pelo mesmo método, foram definidos os instantes de

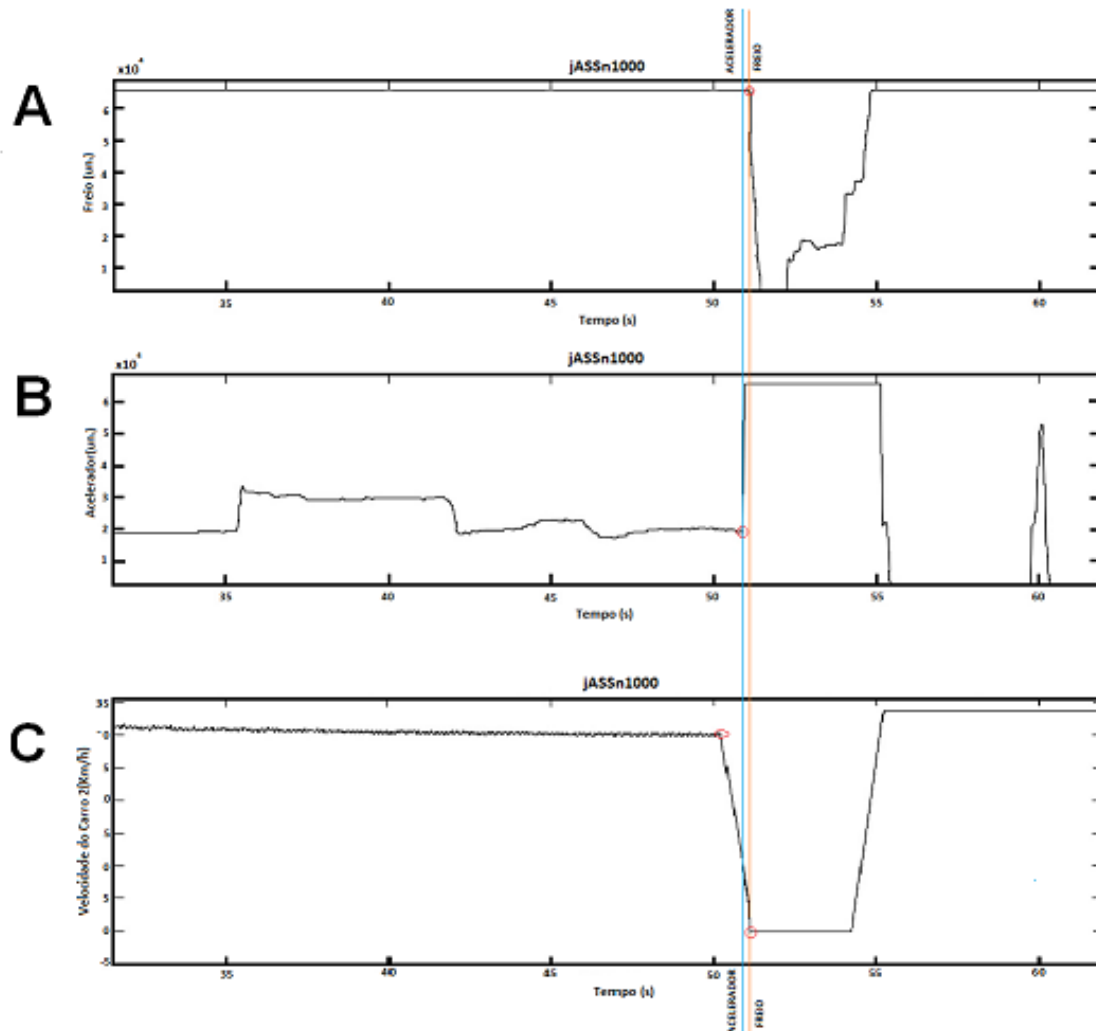
início e término da freada do carro à frente (Figura 4C). Os dados de cada variável dependente foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de Grupo (motoristas adultos jovens e motoristas idosos) por Luminosidade (Diurna e Noturna), com medidas repetidas no segundo fator. O nível de significância adotado foi de 0,05 para todas as análises. Comparações aos pares (post-hoc) foram realizadas através do Teste LSD de Tukey. Ajustes de probabilidade de Bonferroni e ajustes de graus de liberdade de Greenhouse-Geisser foram utilizados conforme necessário. (MAXWELL; DELANEY, 1990). Foram utilizados os *softwares Matlab (The Matworks Inc., 2010 – versão 7.10.0.499)* para cálculo de variáveis e *SPSS (SPSS Inc., 2008 - versão 17.0.1)* para as análises estatísticas necessárias.

Figura 3.1- Percurso do ambiente virtual diurno e noturno



Elaborada pela autora

Figura 4: Exemplo de dados de uma tentativa dos pedais do acelerador (B) e freio (A) e velocidade do carro à frente (C) a partir dos quais foram definidos, respectivamente, os instantes de pressão no pedal do freio, retirada do pé do pedal do acelerador, início e término (velocidade zero) da freada do carro à frente.



Retirada do pé do freio (A) Retirada do pé do acelerador (B)



(A)



(B)

4 RESULTADOS

4.1 Tempo de reação nos pedais do acelerador e freio (Pré-teste)

As variáveis preTRace, preTRfre, preTRtotal não foram significativamente afetadas pelo fator grupo. A Tabela 3 mostra os resultados semelhantes entre os dois grupos.

Tabela 3. Média (erro padrão) das variáveis obtidas no pré-teste.

Grupo	preTRace		preTRfre		preTRtotal	
	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão	Média	Erro Padrão
ADJ	0,350	0,011	0,236	0,022	0,586	0,027
IDO	0,375	0,011	0,276	0,022	0,651	0,027

4.2 Tempo de reação durante a condução de veículo

O tempo de reação envolvido na retirada do pé do acelerador (TRace), registrado a partir da sinalização luminosa de frenagem executada pelo carro à frente, foi significativamente maior para o grupo de idosos ($M=1,489s$, $EP=0,084s$) do que para o grupo de adultos jovens ($M=0,973s$, $EP=0,084s$), $F(1,28)=18,86$, $p<0,001$, conforme mostra Figura 5. Adicionalmente, TRace foi significativamente maior na condição diurna ($M=1,359s$, $EP=0,088s$) do que na condução noturna ($M=1,103s$, $EP=0,054s$), $F(1,28) = 8,95$, $p=0,006$, conforme mostra Figura 6. A variável TRace não foi significativamente afetada pela interação grupo por luminosidade.

O tempo de reação para a freada (TRfre), desde a retirada do pé do acelerador até o início da pressão sobre o pedal do freio, foi significativamente maior para o grupo de idosos ($M=0,782s$, $EP=0,065s$) do que para o grupo de adultos jovens ($M=0,478s$, $EP=0,065s$), $F(1,28)=10,82$, $p=0,003$, conforme mostra Figura 7. A variável TRfre não foi significativamente afetada pelo efeito de luminosidade, nem pela interação grupo por luminosidade.

Figura 5: Tempo de reação (s) da retirada do pé do acelerador (TRace) de motoristas adultos jovens e idosos. * $p < 0,05$

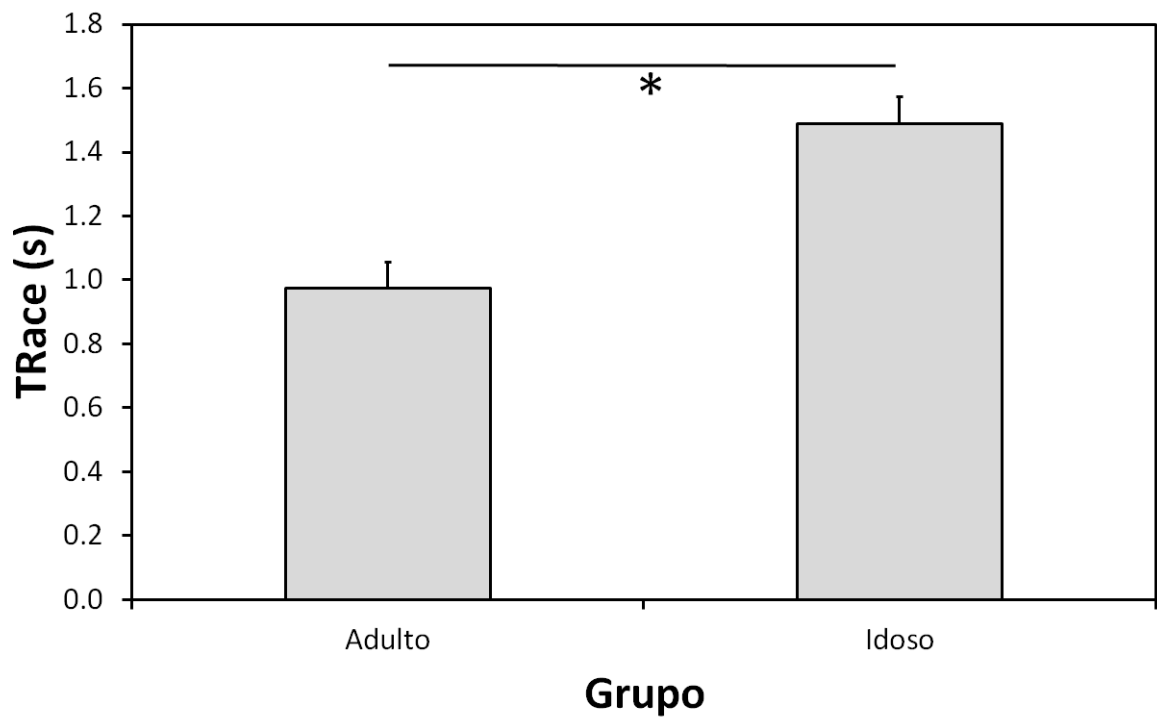
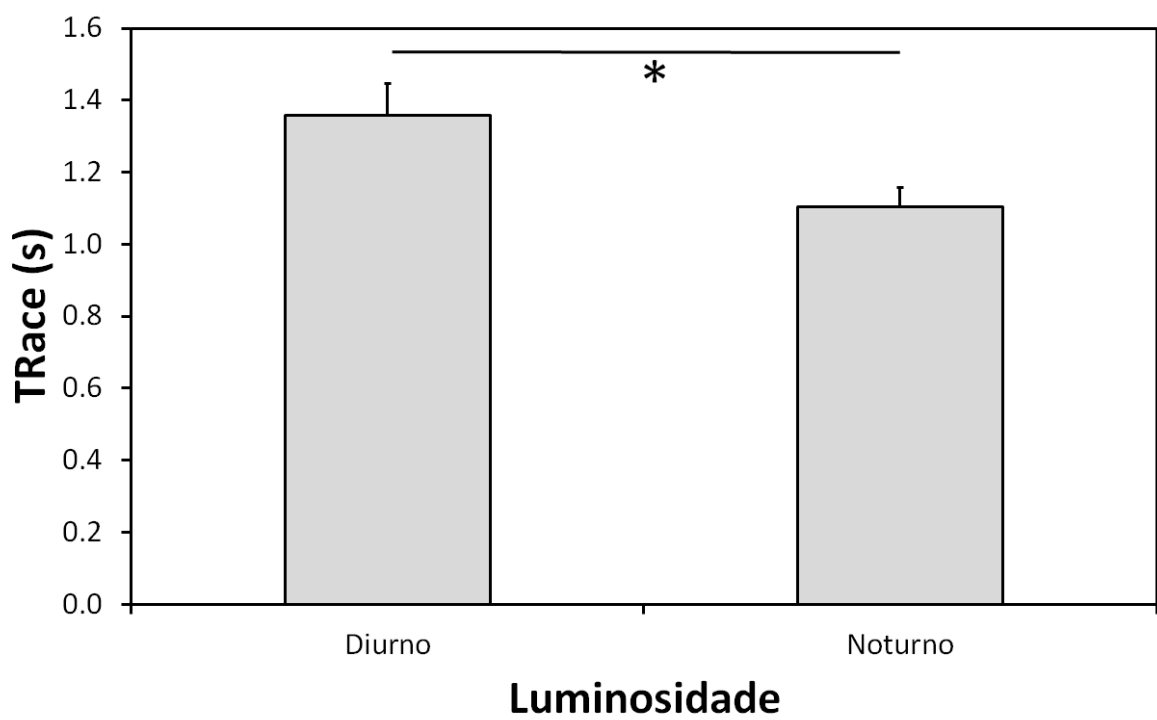


Figura 6: Tempo de reação (s) da retirada do pé do acelerador (TRace) nas condições diurna e noturna. * $p < 0,05$



O tempo de reação total (TR total) registrado a partir da sinalização luminosa de frenagem realizada pelo carro à frente, equivalente a somatório de TRace e TRfre, foi significativamente maior para os idosos ($M=2,272s$, $EP= 0,103s$) do que para os adultos jovens ($M=1,450s$, $EP=0,153s$), $F(1,28)=31,73$, $p<0,001$, conforme mostra a Figura 8. Adicionalmente, TRtotal foi significativamente maior na condição diurna ($M=2,057s$, $EP=0,097s$), noturna ($M=1,665s, EP=0,097s$), $F(1,28) = 15,74$, $p<0,001$, conforme mostra Figura 9. A variável TRtotal não foi significativamente afetada pela interação grupo por luminosidade.

Figura 7: Tempo de reação (s) da freada de motoristas adultos jovens e idosos.
* $p<0,05$

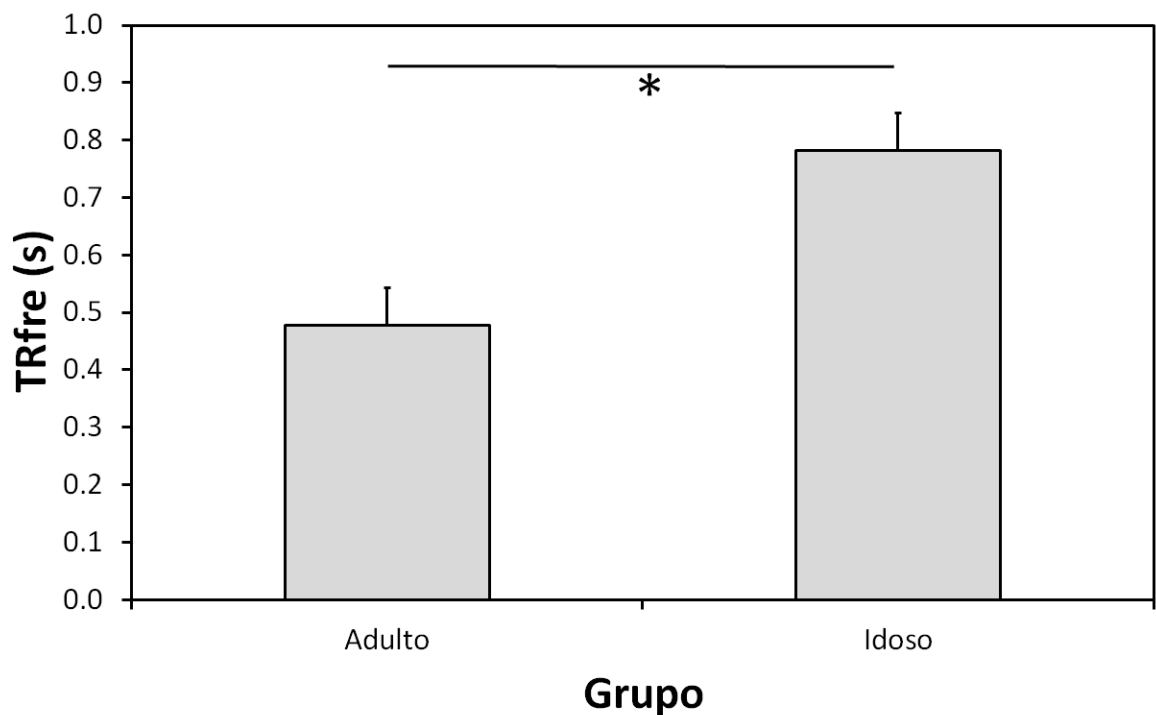


Figura 8: Tempo de reação (s) total de motoristas adultos jovens e idosos. * $p < 0,05$

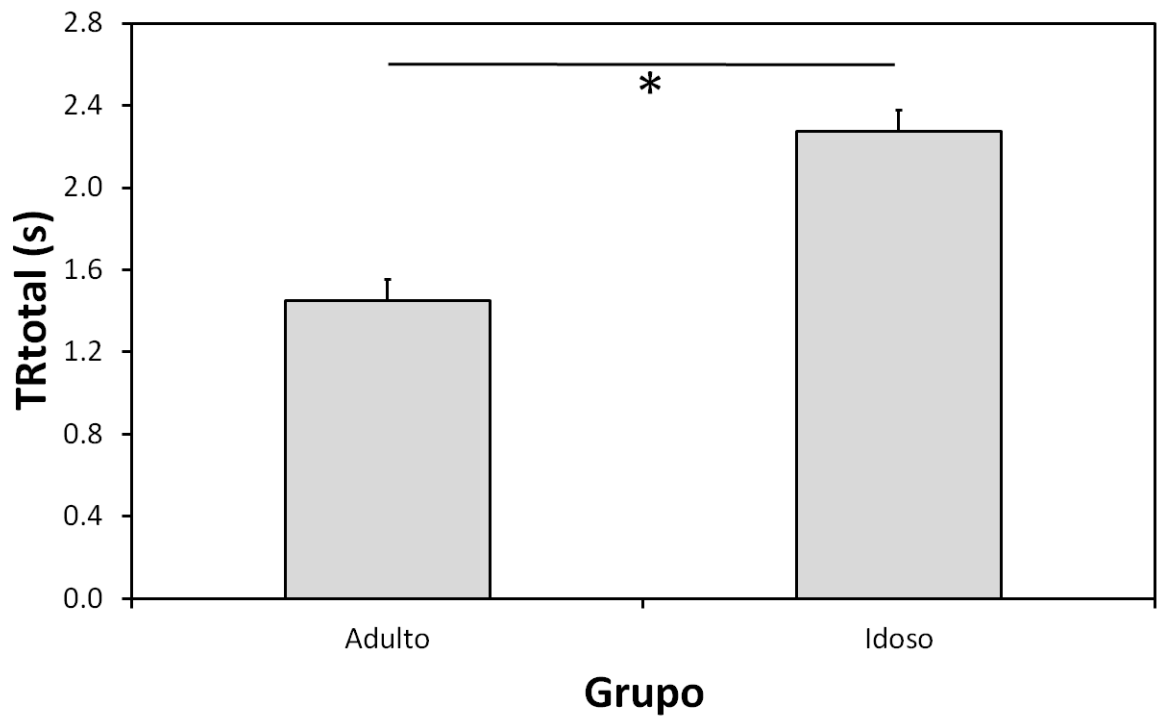
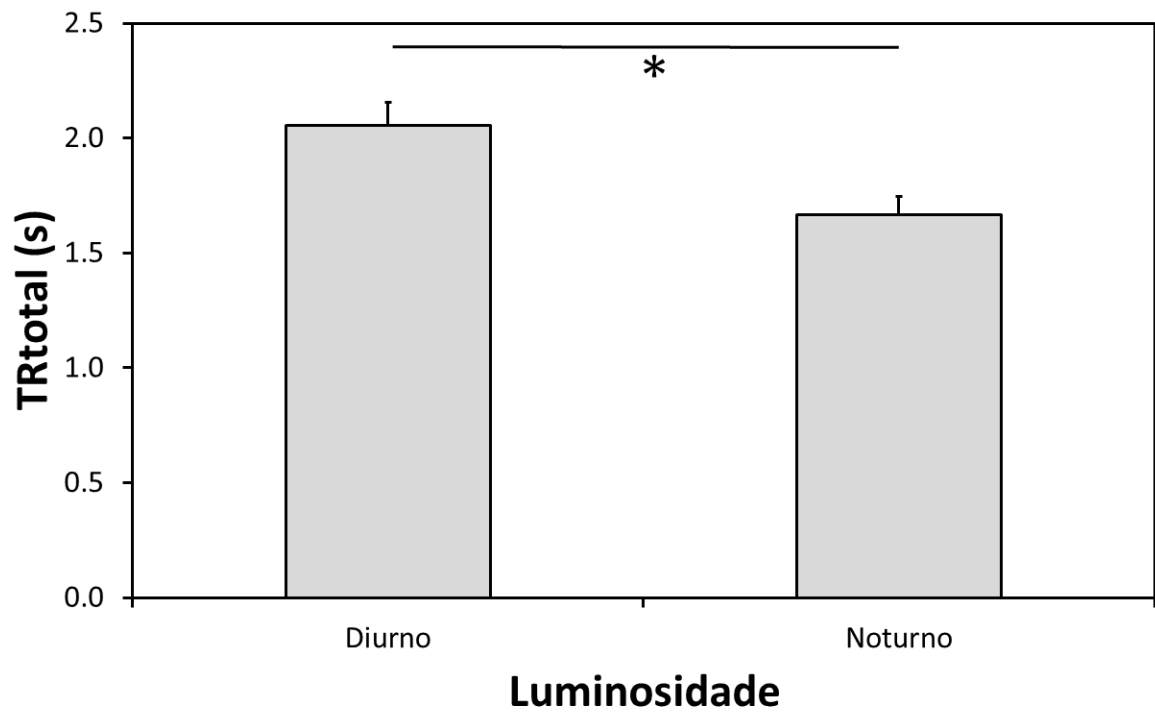


Figura 9: Tempo de reação (s) total nas condições diurna e noturna. * $p < 0,05$



5 DISCUSSÃO

O presente estudo analisou a latência do sistema perceptivo-motor de idosos para responder em uma situação simulada de condução de automóvel, na qual a tarefa era seguir um carro à frente, mantendo a velocidade do veículo em uma faixa pré-determinada, e frear quando necessário.

Foi importante determinar os efeitos da luminosidade do ambiente sobre o tempo de reação de motoristas idosos na frenagem durante a condução simulada de automóveis. Como a população idosa tem aumentado no Brasil e no mundo, as preocupações com as atividades diárias e uso de tecnologia por essa população tem sido matéria de forte debate acadêmico. Em particular, a área de Ergonomia Cognitiva tem buscado aprofundar o conhecimento sobre os processos de percepção, tomada de decisões e controle de movimentos em situações complexas, tais como a condução de automóveis, contextos nos quais os idosos enfrentam destacada dificuldade e geram risco adicional ao trânsito.

O tempo necessário para as frenagens foram quantificadas, distinguindo o tempo necessário para a retirada do pé direito do pedal do acelerador e subsequente tempo para dar início à pressão do pedal do freio, assim como a somatória desses dois tempos de reação. Esses testes foram conduzidos nas situações de luminosidade diurna e noturna para averiguar possíveis particularidades dos idosos frente ao aumento deste tipo de dificuldade da tarefa. De modo geral, as expectativas confirmam, para a amostra da população idosa brasileira, os efeitos dos decaimentos no desempenho perceptual, cognitivo e motor decorrentes do envelhecimento.

Estudos sobre o envelhecimento são comuns nas mais diversas áreas, pois mostram como tal situação incide nas condições físicas e cognitivas das pessoas (ARGIMON, STEIN, 2005). No entanto, há poucos estudos voltados a temática em questão sobre o tempo de reação mensurados por simuladores de direção no Brasil. O Conselho Nacional de Trânsito (Contran) decidiu em 2019 que o uso de simuladores na formação de motoristas não será mais obrigatório, o uso do simulador será opcional. Com fim da obrigatoriedade, a quantidade de horas-aula que o novo motorista tem que cumprir antes de retirar a carteira cairá de 25 para 20 horas (NERY, 2019).

A metodologia utilizada para o presente estudo permitiu que os participantes,

mesmo com diferentes tipos de experiências entre os grupos decorrentes do período de vida, tivessem alcançado quantidade de prática na condução de automóvel em situação natural suficiente para vencer a instabilidade inicial do processo de aprendizagem, resultando em perfis similarmente homogêneos nesse aspecto. Os requisitos avaliativos da experiência na condução de automóveis (OWSLEY, MCGWIN, 2010, LEHTONEN et al.2014), com base nas avaliações das distâncias percorridas e na condições de visão e direção ao longo do tempo, possibilitou o controle apropriado para o estudo do efeito do envelhecimento. Os grupos eram divididos em idosos e adultos jovens, sendo que o primeiro grupo apresentava idade média de 65 anos, e no segundo grupo uma idade média de 29 anos. As tarefas foram executadas de forma plena pelos dois grupos, nas quais as variáveis envolviam o tempo de reação nos pedais do acelerador e freio, e puderam ser avaliadas de acordo com o nível de luminosidade nas condições propostas (diurno e noturno) para os dois grupos (idosos e adultos jovens).

Há uma vasta lista de estudos diversos e extensos sobre o tema do envelhecimento e seus efeitos sobre a cognição, bem como sobre tempo de reação na condução de veículos, na literatura internacional. Embora, muitos resultados mostrem que os efeitos da velhice sobre a cognição e a realização de atividades podem ser consideráveis, muitos idosos continuam desempenhando atividades que exigem certos cuidados, como a condução de automóveis (LEE, 1976, KLINE, SCHIEBER, 1985, HELENE; HELENE, 2011). Nas atividades cotidianas dos idosos, a acuidade visual, nível de luminosidade, tempo de reação, são condições essenciais para realização bem sucedida. Muitos estudos afirmam que há atividades que exigem uma alta demanda de trabalho cognitivo para a realização de tarefas como dirigir, prestar atenção ao trajeto, tempo de reação e processamento das informações (MAGILL, 2000, TEIXEIRA, 2006, MARTINS et al, 2010, FEIS, 2012).

De um modo geral, os resultados confirmaram os efeitos do envelhecimento sobre a percepção visual e a tomada de decisões dos participantes durante uma tarefa de condução simulada de automóvel. Os diferentes níveis de luminosidade do ambiente contidos nas condições experimentais de luminosidade diurna e noturna revelaram alterações no processo de tomada de decisões de participantes adultos jovens e idosos.

O decaimentos resultantes do envelhecimento, assim como problemas de sensibilidade a luz compõem um fator relevante para o estudo. A condição de

veículos em ambiente noturno reduz os elementos visuais e aumenta a dificuldade da tarefa e o risco de acidentes.

Os resultados do pré-teste evidenciaram que ambos os grupos foram semelhantes em todas as variáveis mensuradas (TRace, TRfre e TRtotal); essas evidências possibilitam delimitar o escopo das dificuldades dos idosos em situações mais complexas como a de condução de veículo porque há diferenças importantes entre as duas situações: do ponto de vista das situações que exigem atenção, como as situações que envolvem a luminosidade na condição noturna e o ponto de vista percepção visual. Adicionalmente, do ponto de vista da percepção visual, o estímulo tem localização definida no campo visual e não requer discriminação de maior dificuldade entre outros elementos da cena, assim como não depende de percepção de movimento do carro à frente que está sendo seguido na tarefa simulada. As diferenças apresentadas entre os testes confirmam que os idosos foram capazes de responder tão rapidamente quanto os adultos jovens, utilizando especificamente o pé, similarmente ao teste do simulador, servindo como explicação da semelhanças nos tempos de reação simples (variáveis preTRace, preTRfree e preTRtotal) entre os dois grupos do presente estudo.

Os resultados obtidos na situação de condução simulada do automóvel neste estudo revelaram claramente que os idosos atrasam o processo de tomada de decisão para frear em relação aos adultos jovens. A partir do instante no qual o carro à frente dos participantes iniciou a freada (com o acendimento das luzes de freio no painel traseiro do veículo), os idosos demoraram aproximadamente 1,5 segundos para retirar o pé do pedal do acelerador e, adicionalmente, 0,8 segundos para dar início à pressão no pedal do freio, o que totalizou uma latência de 2,3 segundos; os adultos jovens, respectivamente, obtiveram atrasos que equivaleram a aproximadamente 1 segundo, meio segundo e 1,5 segundos.

As magnitudes das medidas de tempo de reação de adultos jovens e idosos observadas no presente estudo estão em acordo com a literatura (SUMMALA, 2000). Respostas a sinais usuais em veículo, como a luz de freio do carro à frente (como utilizado no presente estudo), em situação inesperada é cerca de 1,25 segundos para adultos jovens, mas pode alcançar cerca de 1,5 segundos nos casos de objetos se movendo repentinamente na trajetória do motorista (GREEN, 2000). O tempo de reação total (TRtotal) observado no grupo ADJ no presente estudo, que foi de 1,45 segundos, é compatível com estudos anteriores (SVETINA, 2016).

O efeito do envelhecimento nas medidas de tempo de reação para frenagem ficou claramente demonstrado no presente estudo. No entanto, a literatura sobre este assunto tem mostrado controvérsia com relação aos resultados. Há estudos que mostram que os idosos são mais lentos na tomada de decisões para frear o veículo (BROEN; CHIANG, 1996, LINGS, 1991, NILSSON; ALM, 1991, SUMMALA; KOIVISTO, 1990), enquanto outros não apontam diferenças decorrentes do envelhecimento (KORTELING, 1990, LERNER, 1994, KLOEPPEL et al, 1994). As principais razões para a referida inconsistência nos efeitos do envelhecimento, além de distintos aspectos metodológicos, podem ser uma amostra tendenciosa, uma vez que os idosos em melhores condições de saúde tendem a ser manter ativos dirigindo automóveis (GREEN, 2000), assim como o efeito da experiência e da prática que aumentam com os anos de vida, criando uma compensação que os deixam mais lentos na tomada de decisões, no que tange a percepção e o movimento (OLSON; SIVAK, 1986, ARBUTHNOTT, 1980).

No presente estudo, de fato, os participantes idosos apresentaram uma experiência de aproximadamente 180 mil km de condução, enquanto os adultos jovens tiveram apenas 21 mil km de condução. Muito embora o critério de inclusão tenha sido de 5 mil km percorridos, que ultrapassam o período da aprendizagem inicial realizado para obtenção da carteira de motorista, a diferença de experiência entre os grupos poderia ter sido utilizada pelos idosos para compensar o efeito esperado de decaimento perceptual e motor (FAUBERT, 2002).

O sistema sensorial nos idosos apresenta problemas no seu funcionamento, o que leva potencialmente a ocorrência de falhas na percepção de ambientes (MARTINS et al, 2001), assim como aumento do tempo de transmissão entre os neurônios, tornando a comunicação mais lenta no tocante ao processamento das informações (SPIRDUSO, 1995). Estes aspectos podem afetar o desempenho do motorista e sua tarefa na direção, limitando o processamento das informações e interferindo na tarefa da condução do automóvel (MAGILL, 2000, MARTINS et al, 2010). No presente estudo, as avaliações feitas por meio dos testes de Snellen, que averiguou a acuidade visual, e Mini Mental (MEEM) que avaliou a função cognitiva, mostraram perfis distintos entre os dois grupos, sugerindo alterações físicas e cognitivas na amostra de idosos.

Quinze idosos do grupo de controle foram avaliados por meio do Mini Mental (MEEM) para averiguar as suas funções cognitivas. Eles foram avaliados de forma

sistemática pelo MEEM e entrevista para chegar aos seguintes resultados: Quatro indivíduos (31,2%) atingiram 30 pontos, nove indivíduos (56,2%) atingiram 29 pontos no teste, e dois indivíduos (12,3%) obtiveram 28 pontos.

Os diferentes níveis de luminosidade do ambiente contidos nas condições do experimento (diurna e noturna) revelaram alterações no processo de tomada de decisões de participantes adultos jovens e idosos, entre as muitas adaptações e decaimentos resultantes do envelhecimento, os problemas de sensibilidade à luz compõem um fator relevante para a compreensão dos resultados do presente estudo. Os sistemas fotópticos e escotópticos, baseados respectivamente nas atividades dos cones e dos bastonetes mostram alterações distintas em decorrência do envelhecimento; os cones são mais propensos a sofrer dos efeitos deletérios do envelhecimento sobre as mudanças nas estruturas de suporte na retina, responsáveis por satisfazer as altas demandas metabólicas associadas à transdução nos fotorreceptores (JACKSON; OWSLEY; CURCIO, 2002). Adicionalmente, a condução de veículos em ambiente noturno reduz os elementos visuais disponíveis na cena ao motorista, o que potencialmente limita a percepção visual e aumenta a dificuldade da tarefa e o risco de acidentes. As variáveis TRace e TRtotal foram significativamente menores na condição de visibilidade noturna do que na condição de visibilidade diurna.

Estes resultados são opostos à expectativa de maior dificuldade e piora no comportamento de condução durante o período noturno. Uma possibilidade de explicação desses resultados reside nas características de demanda de atenção e do risco envolvido na condução de automóvel em contexto de luminosidade noturna. Os participantes adultos jovens e idosos podem ter ficado mais atentos durante a situação noturna, na busca de prevenir possíveis acidentes, aumentando a pré-disposição a responder mais rapidamente aos estímulos referentes à freada do automóvel à frente, reduzindo os tempos de reação para retirar o pé do acelerador e total.

5.1 Implicações do estudo

Com o envelhecimento populacional e o aumento da longevidade, muitos

idosos ainda se mantem ativos na condução dos automóveis. As áreas relacionadas ao desenvolvimento tecnológico deve buscar fundamentos para a atuação de designers para conceber projetos de automóveis voltados a esse público. Os aspectos comportamentais sobre acuidade visual, luminosidade, processos atencionais e perceptuais relativos ao movimento humano são alguns dos fatores relevantes e que devem ser estudados e analisados pelos profissionais da área de Ergonomia.

O papel do design na projeção de automóveis que simulem as condições que limitam os idosos fisicamente tem se tornado uma realidade. No entanto, é preciso um estudo mais aprofundado sobre as condições cognitivas e do tempo de reação e processamento da tomada de decisões, por meio de dispositivos, designs que trabalham as questões do nível de luminosidade, e que possam estar ao alcance de todos, sempre levando em consideração os limites da percepção visual e coordenação motora desse grupo de motoristas.

A junção da ciência e saúde é uma realidade viável e necessária para todos, e deve ser utilizada como aliada nas questões pertinentes ao estudo da população idosa que se mantem ativa e cada vez mais conectada com a tecnologia ao seu redor.

As alterações fisiológicas associadas ao envelhecimento normal e às doenças que comumente afetam os idosos podem comprometer a sua capacidade de dirigir com segurança. Há uma tendência em que os condutores idosos voluntariamente diminuam os quilômetros percorridos e outras alterações nos padrões de dirigir são considerações relevantes quando se estiver julgando a segurança de motoristas idosos como um grupo.

6 CONCLUSÕES

Com base nos resultados da investigação dos efeitos da luminosidade do ambiente sobre o tempo de reação de motoristas idosos, em comparação a adultos jovens, em resposta à freada do carro à frente durante a condução simulada de automóveis, pode-se concluir o seguinte:

- Idosos apresentaram tempos de reação mais longos do que adultos jovens para retirar o pé do pedal do acelerador e para pressionar o pedal do freio, assim como para o tempo de reação total, confirmando os efeitos perceptuais e motores esperados em decorrência do envelhecimento;
- Idosos e adultos jovens apresentaram tempo de reação mais curto para retirar o pé do pedal de acelerador e para o tempo de reação total em condição de luminosidade noturna do que em luminosidade diurna, contrariamente ao esperado efeito de aumento da dificuldade da tarefa perceptual;
- Idosos e adultos jovens apresentaram tempos de reação semelhantes para retirar o pé do pedal de acelerador e para pressionar o pedal do freio, assim como para o tempo de reação total, em situação de tempo de reação simples (pré-teste).

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M.H.M., BEGER, M.L.M., WATANABE, H.A.W. Oficina de memória para idosos: estratégia para promoção da saúde. Interface Comun Saúde Educ. 2007.
- ARBUTHNOTT, D. Effects of noise and perceptual style on reaction to a simulated driving emergency. Canadian Journal of Behavioural Science, 12, 78–85.1980.
- ARGIMON, I.I.L, STEIN, LM. Habilidades cognitivas em indivíduos muito idosos: um estudo longitudinal. Cad Saúde Pública. 2005.
- ATCHISON, D.A.. Accommodation and presbyopia. Ophthalmic and Physiological Optics, 15, 255–272. 1995.
- BERNE, R. M. LEVY, M. N. Princípios de Fisiologia. 1ª Edição. Editora Guanabara Koogan. Rio de Janeiro- RJ. Capítulo 7: Sentidos Especiais. Páginas 77-83. 1991.
- BROEN, N., & Chiang, D. Braking response times for 100 drivers in the avoidance of an unexpected obstacle as measured in a driving simulator. Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society, 40, 900–904.1996.
- BROWN T. L., LEE, J. D., & MCGEHEE, D. V. Human performance models and rear-end collision avoidance algorithms. Human Factors, 43, 462–482. 2001.
- BOTTINO,C.M.C.,Laks J.,B.,Blay,S.,L.,Demência e transtornos cognitivos em idosos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan,2006.
- BRASIL. Departamento de Atenção Básica. Envelhecimento e saúde da pessoa idosa. Brasília: Ministério da Saúde, 2006. Disponível em: <http://dtr2001.saude.gov.br/editora/produtos/livros/popupenvelhecimento_saude_pessoa_idosa.html>. Acesso em: 14 Abr. 2019.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Departamento Nacional de Trânsito. Resolução nº 543, de 15 de julho de 2015. Altera a Resolução CONTRAN nº168, de 14 de dezembro de 2004, com a redação dada pela Resolução CONTRAN nº 493, de 05 de junho de 2014, que trata das normas e procedimentos para a formação de condutores de veículos automotores e elétricos. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao5432015.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2019.
- CÂMARA, P., SANT'ANNA, R. M. e BRAGA, M. G. C. Mobilidade na terceira idade: Como planejar o futuro? XVI Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes - ANPET. Natal, RN, Brasil, 2002, v. 2, p. 299-312.
- CAMARANO, A. A.; KANSO, S. Aspectos socioeconômicos do envelhecimento populacional. In: FREITAS, E. V. de; PY, L. A. O.; CANÇADO, F. A. X.; DOLL, J.; GORZONI, M. L. (Orgs.). Tratado de geriatria e gerontologia. 3. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2011, v. 0, p. 1601-1613.
- CANÇADO, F. A. X.; HORTA, M. L. Envelhecimento Cerebral. In: FREITAS, E.V.

et al. Tratado de geriatria e gerontologia. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, cap.13, p.112-127, 2002.

CARLTON, L. G. Chapter 1-Visual Processing Time and the Control of Movement. *Advances in Psychology*, 3–31. 1992.

CONGDON, N.; et al. Causes and prevalence of visual impairment among adults in the United States. *Archives of Ophthalmology*, 122, 477–485. 2004.

CURCIO, C. A., SLOAN, K. R., KALINA, R. E., & HENDRICKSON, A.E. Human photoreceptor topography. *Journal of Comparative Neurology*, 292, 497–523. 1990.

DAY, R.H. *Percepção Humana*. tradução de Maria Tereza Pareira Maldonado. Rio de Janeiro, Livros Técnicos e Científicos, 1972.

DENATRAN – Departamento Nacional de Trânsito. Disponível em <<http://www.denatran.gov.br>>. Acesso 21 jul. 2019.

FAUBERT, J. (2002). Visual perception and aging. *Canadian Journal of Experimental Psychology*, 56, 164–176

FEIS. Medida do tempo de reação humano-UNIVAP. Tópico 6: aula pratica (2012). Disponível em: < www.univap.br/aula.fisica.exp>. Acesso 16 de Ago, 2019.

GAO, H., & HOLLYFIELD, J. G. Aging of the retina-differential loss of neurons and retinal pigment epithelial cells. *Investigative Ophthalmology and Visual Science*, 33, 1–17.1992.

GREEN, M. “How long does it take to stop?” Methodological analysis of driver perception-brake times. *Transportation Human Factors*, 2, 195–216,2000.

HELENE, O.; HELENE, A. F. Alguns aspectos da óptica do olho humano. *Rev. Bras. Ensino Fís.* São Paulo , v. 33, n. 3, set. 2011.

HILLS, B. L. (1980). Vision, visibility, and perception in driving. *Perception*, 9(2), 183-216.

HOFSTETTER, H. W. A longitudinal study of amplitude changes in presbyopia. *American Journal of Optometry*, 42, 3–8. 1965.

JACKSON, G. R., Owsley, C., & Curcio, C. A. (2002). Photoreceptor degeneration and dysfunction in aging and age-related maculopathy. *Ageing Research Reviews*, 1, 381–396.

KLINE, D. W., & SCHIEBER, F. Vision and aging. In J. E. Birren & K. W. Schaie (Eds.), *The handbooks of aging. Handbook of the psychology of aging* (pp. 296-331). New York, NY, US: Van Nostrand Reinhold Co. 1985.

KLOEPPEL, E., Peters, R., James, C., Fox, J., & Alicandri, E. Comparison of older and younger driver responses to emergency driving events. *Proceedings of the*

Human Factors and Ergonomics Society, 38, 986.,1994.

KORTELING, J. E. Perception–response speed and driving capabilities of brain-damaged and older drivers. *Human Factors*, 32, 95–108,1990.

LEE, David N. A theory of visual control of braking based on information about time-to collision. *Perception*, v. 5, n. 4, p. 437-459, 1976.

LEHTONEN, E.; LAPP, O.; KOIRIKIVI, L.; SUMMALA, H. Efeito da experiência em antecipação fixações antecipado na curva condução de real motorista. *Accident Analysis and Prevention*, 8 May 2014.

LERNER, N. Brake perception–reaction times of older and younger drivers. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society*, 38, 206–209.1994.

LINGS, S. Assessing driving capability: A method for individual testing. *Applied Ergonomics*, 22, 75–84.1991.

MARKUN, P. Trajes que simulam velhice começam a ganhar espaço no mercado. 2019. Disponível em <https://emtempo.blogfolha.uol.com.br/2019/05/27/trajes-que-simulam-velhice-comecam-a-ganhar-espaco-no-mercado/> Acesso em: 15 nov.2019.

MARSHALL SC, Molnar F, Man-Son-Hing M, et al.: Predictors of driving ability following stroke: a systematic review. *Top Stroke Rehabil*, 2007, 14: 98–114

NERY, E. Novas regras da CNH: simulador facultativo e menos aulas práticas. Disponível em <https://revistaautoesporte.globo.com/Noticias/noticia/2019/06/novas-regras-da-cnh-simulador-facultativo-e-menos-aulas-praticas.html>. Acesso em: 15 nov.2019.

NILSSON, L., & Alm, H. (1991). Safety and mobility in older drivers. Strategic highway research program and traffic safety on two continents. Gothenburg: Sweden.

OLSON, P.L. & BERNSTEIN, A. The nighttime legibility of highway signs as a function of their luminance characteristics. *Human Factors* 21, p. 145- 160, 1979.

OLSON, P.L. & SIVAK, M. Perception–response time to unexpected roadway hazards. *Human Factors*, 28,91–96, 1986.

OWSLEY, C., & MCGWIN, G., Jr. (2010). Vision and driving. *Vision Res*, 50(23), 2348-2361.

PANDA-JONAS, S., JONAS, J. B., & JACOBZYK- ZMIJA, M. Retinal photoreceptor density decreases with age. *Ophthalmology*, 102, 1853–1859. 1995.

RODRIGUES, S. T., BERTOLONI, G. C., FERRACIOLI, M. C., DENARDI, R.A. Controle visual do início e da intensidade da freada em ciclistas: A velocidade não afeta o uso da informação de tempo para colisão. *Brazilian Journal of Motor Behavior*. ,v.1, p.64 - 72, 2006.

ROZESTRATEN, R. J. A. Psicologia do Trânsito: conceitos e processos básicos. São Paulo: EPV, 1988.

Secretaria Municipal de Assistência e Desenvolvimento Social. Cartilha do Idoso: mitos e verdades sobre a velhice: guia de serviços. São Paulo: SMADS; 2006.

SANT'ANNA R. M; BRAGA, M. G. C.; CÂMARA, P. Segurança no trânsito para os motoristas idosos: desafios e perspectivas. Textos Sobre Envelhecimento v. 7, n. 1. Rio de Janeiro, 2004.

SCHIEBER, F. Vision and Aging . Hand book of the psychology of aging, 2006.

SPIRDUSO, W.W. Physical dimension a of aging. Champaign: Human Kinetics, 1995.

SUMMALA, H., & Koivisto, I. (1990). Unalerted drivers' brake reaction times: Older drivers compensate their slower reaction times by driving more slowly. In T. Benjamin (Ed.), Driving behaviour in a social context (pp. 680–683).

SUMMALA, H. (2000). Brake reaction times and driver behavior analysis. Transportation Human Factors, 2, 217–226.

SVETINA, M. The reaction times of drivers aged 20-80 during a divided attention driving Traffic Inj. Prev., 17 (8) (2016), pp. 810-814.

TEIXEIRA, L. A., Declínio de desempenho motor no envelhecimento é específico à tarefa., Ver. Bras. med. Esporte- vol.12, Nº 6- Nov.Dez, 2006.

WALLACE R.B., Retchin SM. A geriatric and gerontologic perspective on the effects of medical conditions older driver: discussion of Waller . Hum actors 1992;34:17-24

WANG, J. J., Foran, S., & Mitchell, P. (2000). Age-specific prevalence and causes of bilateral and unilateral visual impairment in older Australians: the Blue Mountains Eye Study. Clin Experiment Ophthalmol, 28(4), 268-273.

WEALE, R. A. The aging eye. London: Lewis. 1963.

WELFORD, A., & Birren, J. Behavior, aging, and the nervous system: Biological determinants of speed of behavior and its changes with age. Springfield, IL: Thomas. 1965.

WIT, P. A. J. M.; Souza, C. Z.; Cruz, R. M. (2016). Expanding Traffic Psychology in Brazil. 2016.

ANEXOS

ANEXO I- Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

**EFEITOS DO ENVELHECIMENTO DO MOTORISTA E DA LUMINOSIDADE DO AMBIENTE SOBRE A FRENAGEM
 DURANTE A CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL**

A pesquisa "Efeitos do envelhecimento do motorista e da luminosidade do ambiente sobre a frenagem durante a condução simulada de automóvel" tem como objetivo avaliar, os efeitos do envelhecimento do motorista e da luminosidade do ambiente sobre a frenagem durante o dia e a noite na condução simulada em automóveis. Para a coleta de dados será, utilizado simulador de direção de automóvel. Nenhum dos procedimentos será invasivo e não causará nenhum desconforto ou risco à sua saúde, tendo em vista que as atividades a serem realizadas fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas com habilitação de veículos. Em caso de dúvidas, você será totalmente esclarecido pelos responsáveis da pesquisa antes e durante a realização do experimento, além da possibilidade de entrar em contato por um dos meios divulgados abaixo. Este "Termo de Consentimento Livre e Esclarecido" atende a Resolução 196/96-CNS-MS e o "Código de Deontologia do Ergonomista Certificado – Norma ERG BR 1002 – ABERGO".

Eu,.....
RG.....SSP/SP. estando ciente das informações acima lidas, concordo em participar da pesquisa "**EFEITOS DO ENVELHECIMENTO DO MOTORISTA E DA LUMINOSIDADE DO AMBIENTE SOBRE A FRENAGEM DURANTE A CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL**" e entendo que as informações cedidas por mim são confidenciais, autorizando a sua divulgação no meio científico e acadêmico de forma anônima e global, tendo a minha identidade totalmente preservada. Estou ciente de que sou voluntário e, portanto, não receberei nenhum benefício por participar desta pesquisa, bem como não terei ônus algum. Tenho total liberdade para aceitar ou recusar fazer parte deste estudo e sei que a minha recusa, em qualquer momento do experimento, não acarretará nenhum prejuízo para mim.

 Pesquisadora Tânia Silvia Tadini Esteves

Bauru, ____ de _____ de 2019.

 Assinatura do sujeito

 Prof. Dr. Sergio Tosi Rodrigues
 (orientador)

Tânia Silvia Tadini Esteves Rua Fênix, 148 Parque Residencial Tangará Ação Adamantina/SP. FAAC - Telefones: E. Carrijo (18)997168118/(18)35229172 Vargem email:ttadiniesteves@gmail.com 360/ Tel: Ramal: livia@fc.unesp.br	Prof. Dr. Sérgio Tosi Rodrigues Rua Bairro CEP: Telefone: (14) email:srodrigu@fc.unesp.br	LIVIA Laboratorio de Informação, Visão e PPGDesign - UNESP – Av. Luís Coube, 14-01 - Limpa, Bauru, SP, Brasil. CEP 170033- (14) 3103-6082- 7611 email:
--	---	---

ANEXO II- Formulário Coleta

Dados Condução de Veículos

Nome do participante:.....

- Você possui Carteira Nacional de Habilitação (CNH)? ☐ 1º Habilitação ☐ Renovação
- Há quanto tempo possui a carteira de Habilitação?.....
- Você dirige: ☐ Carro ☐ Moto ☐ Carro e Moto ☐ Outro?
- Você dirige carro toda a semana? ☐ Sim ☐ Não Se sim, há quanto tempo você dirige carro toda semana?.....
-Quantos dias da semana você dirige carro?.....
-Aproximadamente , quantos quilômetros você dirige carro por dia?.....
- Característica da direção: (mais de uma opção pode ser marcada) ☐ Dirige a noite ☐ Dirige durante o dia ☐ Dirige no centro da cidade ☐ Dirige no bairro ☐ Dirige em rodovia
-Tipo de carro: ☐ Automático ☐ Manual
-Acidente de trânsito depois dos 60 anos (sendo o idoso o motorista): ☐ Sim ☐ Não ☐ Quantas vezes.....
-Acidente ocorreu com: ☐ auto x auto ☐ auto x moto ☐ auto x obstáculo ☐ atropelamento ☐ outro.....
-Sente dificuldade para apertar os pedais? ☐ não tenho dificuldade ☐ tenho alguma dificuldade

ANEXO III- Formulário Pós- Coleta

Dados Participante – Pós Coleta

Nome do participante:.....

1. Você tem o hábito de jogar videogames com jogos de corrida ou que permitem condução de veículos? ☐ Sim ☐ Não
2. Se sim, há quanto tempo você joga esse tipo de jogo? _____
3. Já jogou jogos de videogame com Cockpit? ☐ Sim ☐ Não
4. Se sim, você utilizou volante, pedais e câmbio? _____
5. Você já dirigiu em um simulador de direção? ☐ Sim ☐ Não
6. Você acredita que o simulador de direção é similar à situação real de direção? ☐ Sim ☐ Não
7. Assinale na escala abaixo, o grau em que o simulador se parece com a situação de condução de veículo. <u>Em que 0 significa que o simulador não se parece em nada com uma situação real enquanto que 9 significa que o simulador se parece muito com a situação real de direção.</u> 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 Nada realista  Muito realista

ANEXO IV- Formulário Coleta Acuidade Visual

Laboratório de Informação, Visão e Ação



TÍTULO DO PROJETO: EFEITOS DO ENVELHECIMENTO DO MOTORISTA E DA LUMINOSIDADE DO AMBIENTE SOBRE A FRENAGEM DURANTE A CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL

FICHA DE COLETA

NOME: _____
NASCIMENTO: _____ PESO: _____ ALTURA: _____
ENDEREÇO: _____ BAIRRO: _____
TELEFONE: _____ CELULAR: _____
DATA DE PARTICIPAÇÃO: _____ HORÁRIO: _____

SNELLEN	AMBOS OS OLHOS	OLHO DIREITO	OLHO ESQUERDO
	/	/	/

CONDIÇÕES	OBSERVAÇÕES

ANOTAÇÕES: _____

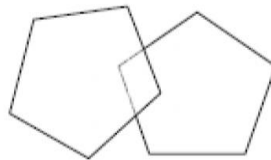
ANEXO V- Formulário Coleta Acuidade Visual

MINI EXAME DO ESTADO MENTAL

Nome do participante:.....

		Pontos	Max. pontos
Orientação temporal	Em que ano estamos?		1
	Em que estação de ano estamos?		1
	Em que mês estamos?		1
	Em que dia da semana estamos?		1
	Em que dia do mês estamos?		1
Orientação espacial	Em que estado estamos?		1
	Em que cidade nós estamos?		1
	Em que local nós estamos?		1
Registro	Repetir: CARRO, VASO, BOLA. Solicitar que memorize.		3
Atenção e cálculo	Subtrair: $100-7 = 93-7 = 86-7 = 79-7 = 72-7 = 65$ ou soletrar a palavra MUNDO , e então, de trás para frente.		5
Memoria de evocação	Quais os três objetos perguntados anteriormente?		3
Nomear dois objetos	Lápis e relógio		2
Repetir	"Nem aqui, nem ali, nem lá"		1
Comando de estágios	Apanhe esta folha de papel com a mão direita, dobre- a ao meio com ambas as mãos e coloque-a no chão		3
Ler e executar	Feche seus olhos		1
Escrever uma frase completa	Escrever uma frase que tenha sentido		1
Copiar o diagrama	Copiar dois pentágonos com interseção		1
TOTAL			30

Frase:.....



(192) FONTE: FORSTEN, FORSTEN E MCHUGH (192)