Sileno da Silva Santos

Preditores do tempo de frenagem no simulador virtual de direção para motoristas com paraplegia

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Programa: Fisiopatologia Experimental

Orientadora: Prof^a Dra Júlia Maria D'Andrea Greve

São Paulo -SP
2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Preparada pela Biblioteca da
Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

©reprodução autorizada pelo autor

Santos, Sileno da Silva

Preditores do tempo de frenagem no simulador
virtual de direção para motoristas com paraplegia /
Sileno da Silva Santos. -- São Paulo, 2018.

Tese(doutorado)--Faculdade de Medicina da
Universidade de São Paulo.

Programa de Fisiopatologia Experimental.
Orientadora: Júlia Maria D'Andrea Greve.

Descritores: 1.Condução de veículo 2.Pessoas com
deficiência 3.Desempenho psicomotor 4.Destreza
motora 5.Paraplegia 6.Tempo de reação 7.Cognição
8.Análise e desempenho de tarefas

USP/FM/DBD-370/18

Responsável: Eidi Raquel Franco Abdalla - CRB-8/4901

Nome: SANTOS, Sileno da Silva.

Título: Preditores do tempo de frenagem no simulador virtual de direção para motoristas com paraplegia

Tese apresentada à Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo
para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof(a). Dr. (a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof(a). Dr. (a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

Prof(a). Dr. (a) _____

Instituição: _____

Julgamento: _____

DEDICATÓRIA

Aos meus pais **Josefa da Silva Santos** e **Antonio Francisco dos Santos** (*in memorian*) que me conceberam e proporcionaram liberdade e meios de crescimento na minha vida.

As minhas irmãs **Salete** e **Silvania** pelos investimentos e incentivos em meus estudos desde criança.

A meu filho **Carlos Miada Santos** razão de minha vida.

A minha esposa e companheira de todas as horas **Eliane Miada**, extraordinária Mulher.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

À Prof. Dra. **Júlia Maria D'Andréa Greve**, orientadora desta tese, pela acolhida desde o primeiro contato para a orientação da dissertação de mestrado e que proporcionou a elaboração desta tese, sempre com suas orientações precisas e valiosas.

À Profa. Dra. Angélica Castilho Alonso, pela indicação, envolvimento e incentivo a este projeto de pesquisa.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Fisiopatologia Experimental da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em nome da Comissão de Pós-Graduação.

Aos funcionários do Laboratório de Estudos do movimento (LEM): **André, Adriana e Edina** pelo auxílio e suporte durante a pesquisa.

Aos funcionários da Secretaria de Pós-graduação da Fisiopatologia Experimental, Igor Tolgyesi e Vanda Mariscal pelas informações encaminhadas ao longo do doutorado.

A Banca de qualificação **Dr. Raymundo Soares de Azevedo Neto, Dra. Angélica Castilho Alonso** e Dr. [Celso Ricardo Fernandes de Carvalho](#) pelas sugestões e críticas construtivas que contribuíram para o aprimoramento desta tese.

A **ADD – Associação Desportiva Para Deficientes**, pela oportunidade de desenvolver, ao longo de uma década, um trabalho maravilhoso envolvendo pessoas deficiência.

Ao **Sr. Carlos Cavenaghi** da empresa **Cavenaghi** que graças a adaptação para controle manual do simulador de direção do Laboratório de Estudos do Movimento foi possível realizar as avaliações nos motoristas com paraplegia.

Por último, meus agradecimentos aos **MOTORISTAS COM LESÃO MEDULAR** que participaram desta pesquisa e que são exemplos de que muito pode ser feito, além daquilo que imaginamos ser possível.

Esta tese está de acordo com as seguintes normas, em vigor no momento desta publicação:

Referências: adaptado de International Committee of Medical Journals editors (Vancouver).

Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina. Divisão de Biblioteca e Documentação. Diretrizes para apresentação de dissertações e teses da USP. Coordenado por Vânia Martins Bueno de Oliveira Funaro, elaborado por Maria Cláudia Pestana Maria Cristina Cavarette Dziabas Eliana Maria Garcia Maria Fátima dos Santos Maria Marta Nascimento Suely Campos Cardoso. 3a ed. Revisada, ampliada e modificada São Paulo: Divisão de Biblioteca e Documentação; 2016.

Abreviaturas dos títulos dos periódicos de acordo com List of Journals Indexed in Index Medicus.

RESUMO

Santos SS. *Preditores do tempo de frenagem no simulador virtual de direção para motoristas com paraplegia* [tese]. São Paulo: Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo; 2018.

OBJETIVO: 1- Avaliar e comparar o tempo de frenagem medido no simulador de direção virtual entre motoristas com e sem paraplegia; 2- Identificar e descrever as variáveis preditoras do tempo de frenagem no simulador de direção para os motoristas com paraplegia. **METODOLOGIA:** Motoristas do sexo masculino com paraplegia ($n = 20$ com idade média de $38,1 \pm 3,6$ anos) e motoristas sem paraplegia ($n = 20$ com idade média de $38,0 \pm 5,8$) com carteira de habilitação válida tiveram o tempo de frenagem medido no simulador de direção virtual. Os motoristas sem paraplegia foram avaliados com controles convencionais de pedais de freio e aceleração e os motoristas com paraplegia usaram controles manuais. O teste *t* de *Student* comparou os resultados do entre os grupos. A correlação do tempo de frenagem foi realizada com as variáveis selecionadas para o estudo nos motoristas com paraplegia. **RESULTADOS:** As diferenças do tempo de frenagem do simulador entre os grupos não foram estatisticamente significativas (motoristas sem paraplegia = 0,90 segundos; motoristas com paraplegia 0,92 segundos, $p > 0,05$). A experiência de dirigir correlaciona-se significativamente com o tempo de frenagem dos motoristas com paraplegia ($r = -58$, $p = 0,009$). Análises de regressão linear indicaram que anos de escolaridade, experiência de direção e o teste neuropsicológico MOCA (variáveis explicativas) explicaram 60,2% da resposta do tempo de frenagem do simulador de direção para os motoristas com paraplegia. **CONCLUSÃO:** A experiência de condução, anos de escolaridade e o teste neuropsicológico MOCA foram identificadas como preditoras do tempo de frenagem do simulador de direção para motoristas com paraplegia.

Descritores: condução de veículo; pessoas com deficiência; desempenho psicomotor; destreza motora; paraplegia; tempo de reação; cognição; análise e desempenho de tarefas.

ABSTRACT

Santos SS. *Predictors of simulator braking time for drivers with paraplegia* [thesis]. São Paulo: "Faculdade de Medicina, Universidade de São Paulo"; 2018.

Objective: (1) To identify differences in driving simulator braking time response between paraplegic and able-bodied drivers (2) To determine the contributions of age, driving experience, length of disability, handgrip strength and, neuropsychological tests, as selected factors, to driving simulator braking time response of drivers with paraplegia. **Design:** Two groups of male able-bodied and paraplegic drivers had their braking time response evaluated in an automatic transmission car simulator. Able-bodied drivers were tested with conventional controls and paraplegic drivers used hand controls. Drivers with paraplegia performed simple, choice and go-no-go reaction time tests as neuropsychological evaluation. Student's t test compared results of driving simulator braking time response between groups. Pearson's correlation verified the association between driving simulator braking time responses and selected variables of the drivers with paraplegia. **Subjects:** Able-bodied drivers (n=20 mean age 38.0 ± 5.8) and paraplegic drivers (n=20 mean age 38.1 ± 3.6) with valid driver license accepted to be part of this study. **Results:** Differences of simulator braking time response between groups were not statistically significant (able-bodied=0.90 seconds; paraplegic drivers 0.92 seconds, $p > 0.05$). Driving experience significantly correlates with braking time response of the drivers with paraplegia ($r = -0.58$, $p = 0.009$). Linear regression analyses indicated that years of education and driving experience (explanatory variables) explained 60.2% of driving simulator braking time response for the drivers with paraplegia. **Conclusion:** Driving experience, years of education and MOCA neuropsychological test were predictors variables of driving simulator braking time for paraplegic drivers.

Descriptors: automobile driving; disabled persons; psychomotor performance; motor skills; paraplegia; reaction time; cognition; task performance and analysis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Taxonomia da terminologia para avaliação da direção veicular.....	Página 6
Figura 2. Controle manual de aceleração e freio de veículo.....	11
Figura 3. Simuladores de direção	14
Figura 4. Dinamômetro manual.....	20
Figura 5. Avaliação força preensão palmar.....	20
Figura 6. Simulador de direção.....	21
Figura 7. Adaptação veicular com controle manual de pedais.....	21
Figura 8. Sinal para frenagem no simulador de direção.....	22

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Caracterização e comparação dos grupos com paraplegia....	24
Tabela 2. Comparação do tempo de educação e experiência na direção, motivos de dirigir dos grupos sem paraplegia com paraplegia.	25
Tabela 3. Comparação da força de preensão palmar direita e esquerda nos grupos com e sem paraplegia.....	26
Tabela 4. Comparação das médias do tempo frenagem nos grupos com e sem paraplegia.....	28
Tabela 5. Correlação linear de Pearson (r) do TF médio no simulador de direção com as variáveis selecionadas no estudo no grupo de motoristas com paraplegia.....	29
Tabela 6. Estimativas dos coeficientes das variáveis incluídas no modelo de regressão do tempo médio de frenagem.....	31

LISTA DE ABREVIATURAS

CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CM – Centímetros

DP-Desvio Padrão

FPM - Força de preensão palmar

HCFMUSP – Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo

IMC – Índice de Massa Corporal

IOT – Instituto de Ortopedia e Traumatologia

KG – quilogramas

KGF – Quilograma força

LEM – Laboratório de Estudos no Movimento

N - Tamanho da amostra

TF – Tempo de frenagem

LISTA DE SIGLAS

AOTA - *The american occupational therapy association*

CREMESP – Conselho regional de medicina do Estado de São Paulo

DETRANS – Departamento de trânsito

DETRANSP – Departamento de trânsito do estado de São Paulo

DENATRAN – Departamento nacional de trânsito

MOCA – Montreal cognitive assessment

SIC – Sistema Informação ao Cidadão

WHO – *World health organization*

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS
LISTA DE TABELAS
LISTA DE FIGURAS
RESUMO
ABSTRACT

1.0	Introdução.....	1
2.0	Objetivos.....	3
2.1	Objetivo Geral	3
2.2	Objetivos específicos	3
3.0	Revisão de Literatura.....	4
3.1	Direção de veículos automotores	4
3.2	Aptidão para direção veicular – Licença para dirigir.....	7
3.3	Avaliação e acessibilidade para direção veicular em pessoas com deficiência física.....	9
3.3.1	Acessibilidade em veículos automotores NBR 14970-1...	10
3.3.2	Avaliação clínica de pessoas com deficiência – Normativa NBR 14970-2.....	11
3.3.3	Avaliação da dirigibilidade de condutores com deficiência física moderada ou grave – Normativa NBR 14970- 3.....	12
3.4	Simuladores de direção veicular.....	12
4.0	Métodos.....	18
4.1	Casuística.....	18
4.2	Crítérios de inclusão.....	18
4.3	Local de avaliação.....	19

4.4	Avaliações.....	19
4.4.1	Histórico e características dos motoristas.....	19
4.4.2	Avaliação antropométrica.....	19
4.4.3	Avaliação força de preensão palmar.....	20
4.4.4	Avaliação simulador direção virtual.....	20
4.4.4.1	Avaliação tempo de frenagem.....	22
4.4.4.2	Avaliação cognitiva.....	22
4.5	Análise Estatística.....	23
5.0	Resultados.....	24
5.1	Caracterização e comparação dos motoristas com e sem paraplegia.....	24
5.2	Comparação do tempo de frenagem dos motoristas com e sem paraplegia.....	27
5.3	Correlação do tempo de frenagem dos motoristas com paraplegia.....	28
5.4	Análise de regressão linear do tempo de frenagem dos motoristas com paraplegia.....	30
6.0	Discussão.....	31
6.1	Comparação das variáveis avaliadas entre os grupos.....	31
6.2	Correlação do tempo de frenagem com as variáveis avaliadas.....	33
6.3	Modelo de regressão.....	34
7.0	Aplicação clínica e limitações do estudo.....	35
8.0	Conclusões.....	36

9.0	Referências Bibliográficas	36
10.0	Anexos.....	48
	Anexo A - Questionário de avaliação inicial.....	48
	Anexo B - Tabela de avaliação clínica inicial.....	49
	Anexo C - Itens de avaliação clínica de candidatos com deficiência física moderada ou grave.....	50
	Anexo D - Aprovação de pesquisa no comitê de ética da FMUSP...	52
	Anexo E - Termo de consentimento livre e esclarecido.....	53
	Anexo F - Ficha de coleta de informações dos sujeitos da pesquisa.....	56
	Anexo G - Avaliação Cognitiva de Montreal (MOCA).....	58
	Anexo H – Trail making A.....	59
	Anexo I – Trail making B	60
	Anexo J - Gráficos de probabilidade normal construídos com o objetivo de avaliar a distribuição das variáveis altura, IMC, idade, peso, educação, experiência na direção, HD-D e HD-E e tempos de reação nos grupos.....	61
	Anexo K - Gráficos de resíduos obtidos no ajuste do modelo de regressão com tempo de reação médio como variável resposta.....	63

1- INTRODUÇÃO

Na sociedade contemporânea, dirigir um automóvel faz parte do dia a dia de muitas pessoas pelas facilidades e necessidades de locomoção para lazer, trabalho e estudo. O automóvel proporciona maior autonomia, liberdade, integração e participação das pessoas em suas comunidades (AOTA, 2017). No Brasil, 60,7 milhões de pessoas tem habilitação para dirigir veículos automotores em uma frota de 97,6 milhões de veículos (Associação Nacional dos DETRANS, 2017; DENATRAN, 2017). Devido as dificuldades de locomoção, muitas pessoas com deficiência optam pelo transporte individual e usam automóveis. O estado de São Paulo, que tem a maior frota de veículos automotores do Brasil, possui um total de 6,4 milhões de motoristas com algum tipo de deficiência (SIC, 2017; DENATRAN, 2017).

A cada ano mais pessoas se tornam motoristas e como consequência, ocorre o aumento do número de acidentes de trânsito. Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) mostram que os acidentes de trânsito causam 1,3 milhões de mortes por ano e são a terceira maior causa de doenças e incapacidades no mundo (WHO, 2015). Entre 20 a 50 milhões de pessoas ficam gravemente feridas e a estimativa é que em 2020, os acidentes de trânsito serão a terceira mais grave ameaça para a saúde humana no mundo (WHO, 2015). Acidentes de trânsito são causados pelas condições veiculares, da pista e do clima, mas também, e principalmente pelo comportamento e ações do motorista. Dados mundiais mostram que 93% dos acidentes de trânsito são causados pelo fator humano, associados às características dos motoristas e integridade das funções motoras, sensoriais e cognitivas (Martin et al., 2010; WHO, 2015; Classen, 2017; Yale et al., 2003).

No Brasil, e em muitos outros países, a avaliação da aptidão para dirigir veículos automotores é feita por profissionais que avaliam os aspectos clínicos e psicológicos do candidato, o conhecimento sobre a legislação de trânsito e a capacidade para operar e controlar um veículo em testes práticos (AOTA, 2017; Brasil, 1997). Pelo impacto que as diferentes deficiências podem ter na habilidade de direção veicular, há necessidade de uma avaliação mais abrangente. No Brasil, as pessoas com deficiência são examinadas por uma

junta médica para identificar se as limitações causadas pela deficiência afetam a capacidade de direção veicular (CREMESP, 2003; ABNT, 2003; DETRANSP, 2015; DENATRAN, 2017). Somente depois da avaliação da deficiência, com relação à capacidade de dirigir, realizada por um grupo de peritos, é que o candidato se submete à prova prática de direção usando um veículo com as adaptações necessárias (ABNT, 2003). Embora, o teste prático seja considerado padrão ouro para a avaliação da capacidade de dirigir, alguns questionamentos surgiram, pois não é possível prever a forma como os motoristas podem reagir em situações perigosas no trânsito regular (Kraft et al., 2010). O teste prático também não fornece dados científicos para saber se a capacidade do condutor com deficiência compromete, ou não, a segurança dele, e dos demais, no trânsito (Fisher et al., 2011; Classen, 2017). Neste contexto, os simuladores de direção veicular são instrumentos cientificamente válidos para identificar componentes e atributos relacionados à capacidade dos motoristas em dirigir um veículo automotor de forma segura e adequada (Classen, 2017; Hoffman e McDowd, 2010). A capacidade e habilidade do motorista em reagir diante de diversas situações que poderiam gerar acidentes graves, criadas em um simulador de direção, podem ajudar a entender e melhorar a avaliação e treinamento dos condutores (Akinwuntan et al. 2009; Bérard et al., 2010; Contardi et al. 2004).

Os simuladores de direção têm sido utilizados em estudos para avaliações da capacidade de dirigir em diversas populações: idosos, pessoas com alterações neurológicas (doença de Parkinson, acidentes vasculares cerebrais) e musculoesqueléticas (amputados) (Klimkeit et al., 2009; Akinwuntan et al. 2012; Murie-Fernandez et al., 2014; Meikle et al., 2006; Meng et al., 2012; Alonso et al., 2016; Classen, 2017; Peters, 2001; Kan et al. 2013; Lora & Shinar, 2002). Esses estudos sugerem que as limitações funcionais (associadas às condições clínicas de cada população), a idade, o tempo de experiência e a força muscular interferem na capacidade de uma pessoa para operar um veículo automotor. No entanto, faltam estudos com avaliações no simulador de direção virtual envolvendo pessoas com paraplegia. A lesão medular causa paralisia dos membros inferiores associada com a perda de sensibilidade superficial e profunda. Geralmente, mesmo em lesões medulares

incompletas, o uso dos membros inferiores para acionar os pedais do acelerador e freio fica muito comprometido e há necessidade de passar todos os controles veiculares para as mãos.

Muitas são as ações requeridas para a condução veicular, mas a capacidade de frear o veículo é fundamental para a segurança, pois necessita ser realizada de forma rápida para prevenir as colisões (Lora & Shinar, 2002). A medida do tempo de frenagem, principalmente diante de situações críticas no trânsito, pode trazer informações úteis sobre a capacidade de direção de indivíduos com paraplegia que dirigem veículos adaptados. Desta forma, avaliar o tempo de frenagem desta população, usando um simulador de direção com controle manual, pode ser útil para a avaliação dos condutores no momento da habilitação, contribuindo para a maior segurança do trânsito. Nesta pesquisa, admite-se a hipótese de que o tempo de frenagem dos motoristas com paraplegia é diferente dos motoristas sem paraplegia.

2.0 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Avaliar e comparar o tempo de frenagem dos condutores com e sem paraplegia em um simulador de direção veicular adaptado.

2.2 Objetivos específicos

- i. Caracterizar e comparar os grupos de motoristas com e sem paraplegia quanto as variáveis antropométricas, informações sobre direção, força de preensão palmar e tempo de frenagem no simulador de direção.
- ii. Correlacionar o tempo de frenagem no simulador com as variáveis: idade, massa corporal, estatura, IMC, anos de educação, tempo de lesão, experiência, FPM-direito, FPM-esquerdo e testes neuropsicológicos nos motoristas com paraplegia.

- iii. Identificar e descrever as variáveis preditoras do tempo de frenagem no simulador para os motoristas com paraplegia.

3- REVISÃO DA LITERATURA

A revisão da literatura foi realizada de acordo com consultas nas bases de referências bibliográficas PubMed/Medline, Science Direct e Scopus. Os artigos publicados até o ano de 2018 foram adquiridos de forma eletrônica via site CAPES. Os descritores usados (Ciências da Saúde - DeCS) foram: condução de veículo; pessoa com deficiência; desempenho psicomotor e destreza. A legislação brasileira e as estatísticas nacionais de trânsito foram também utilizadas como fonte de informações para subsídios da pesquisa.

Em alguns países como, Austrália, Canadá, Estados Unidos e Alemanha, há vários estudos sobre direção veicular em pessoas com deficiência, idosos e outras doenças. No Brasil, mesmo considerando a disponibilidade de dados junto aos órgãos reguladores de trânsito (quantidade de veículos, motoristas, acidentes e multas) faltam pesquisas específicas nestas populações.

Esta revisão abrange aspectos da direção veicular, condutores com paraplegia e o uso de simuladores de direção veicular como instrumento de avaliação.

3.1 Direção de veículos automotores

A direção de veículos automotores é de grande importância e o uso dos automóveis está muito relacionado com a organização social e estruturação das cidades. Ter um automóvel pode orientar a forma de locomoção para o trabalho, estudo, lazer e viagens (Urry, 2004).

Ainda que pareça simples, a direção veicular é uma tarefa desafiadora, pois requer ação coordenada das funções sensoriais, cognitivas e motoras (Yale, 2003; Classen, 2017). As ações necessárias para dirigir têm início com a detecção dos estímulos (visuais), advindos do ambiente (tráfego), em nível de pré-atenção que são então priorizados e processados em nível cognitivo. Este

processamento depende das habilidades e capacidades intrínsecas dos motoristas, bem como das suas experiências prévias, que resultarão em decisões para operar o veículo com segurança (Yale, 2003).

O modelo teórico de hierarquia de Michon é o mais utilizado para avaliar a capacidade e habilidades do condutor (Unsworth et al., 2005; Michon, 1985).

É baseado em três níveis de habilidades:

1. Estratégico - é o mais alto nível, requerendo funções executivas que afetam os outros dois níveis. O exemplo pode ser dado pela determinação do percurso pelo condutor, que identifica a estratégia para chegar no destino desejado;
2. Tático – refere-se às decisões que devem ser tomadas durante a tarefa de dirigir: determinação e controle da velocidade durante o trajeto, distância de segurança entre os veículos e decisões de ultrapassagem.
3. Operacional - interação entre o homem e a máquina, necessária para operar o veículo com segurança. Requer a coordenação das habilidades visuais e motoras, necessária para as decisões em nível tático e produz a ação propriamente dita da direção veicular.

Não foi encontrada, na revisão da literatura a definição de direção veicular, a “*Transportation Research Board*” (2016), nos Estados Unidos, indicou, como diretriz para a área de transporte, uma taxionomia (Figura 1) para os termos que envolvem a avaliação de condutores veiculares.

Figura 1. Taxonomia da terminologia para avaliação da direção veicular.

Os termos abaixo são os que possuem relação com o presente estudo.

1. **Aptidão para dirigir:** definida pela ausência de deficiências funcionais (sensorial-perceptiva, cognitiva ou psicomotora) ou condição médica que prejudique significativamente a capacidade de um indivíduo controlar completamente um veículo de acordo com a legislação de trânsito ou aumente significativamente o risco de acidentes.
2. **Desempenho de direção veicular:** determinado pelo histórico de direção, hábitos, comportamentos, capacidades e habilidades dos condutores.
3. **Hábitos de direção veicular:** comportamentos, repetidos dos condutores durante a direção veicular, que contribuem para segurança: uso do cinto de segurança, não usar o celular ao dirigir, evitar circunstâncias perigosas, etc. O questionário de hábitos de direção (*Driving Habits Questionnaire*) foi desenvolvido para definir a boa prática (segura) para a direção de veículos automotores (Owsley et al., 1999).

4. **Comportamento durante direção veicular:** envolve componentes subjacentes múltiplos como atenção, cognição, tomada de decisão e controle do veículo (Michon, 1985).
5. **Capacidade de dirigir:** decisões apropriadas para controle do veículo em nível operacional e tático nas várias condições de tráfego e clima e conhecimento da legislação de trânsito.
6. **Habilidade para dirigir:** percepção sensorial, funções cognitivas e psicomotoras necessárias para controlar o veículo nas várias condições de tráfego e ambiente (Classen et al., 2012).
7. **Deficiência e direção veicular:** perda de membros ou diminuição de qualquer função orgânica ou mental que impede o condutor de realizar as ações necessárias para conduzir um veículo de forma segura.
8. **Limitações físicas para direção veicular:** limitação causada pela perda, anormalidade ou diminuição de funções (força, amplitude articular, coordenação) das articulações ou membros envolvidos em ações necessárias para operar um veículo.
9. **Adaptação veicular:** tecnologias disponíveis que permitem a melhora do desempenho dos condutores (Hegberg, 2012). As adaptações veiculares mais comuns são controles manuais dos pedais, acelerador para membro inferior esquerdo ou uso manoplas no volante.

3.2 Aptidão para direção veicular – Licença para dirigir

A obtenção da licença para dirigir requer uma avaliação médica da capacidade motora, cognitiva e visual, feita anteriormente ao exame prático com um veículo automotor (Brasil, 2017; DENATRAN, 2018; Akinwuntan et al., 2012). Embora esta prática, seja a ferramenta de maior validade para avaliar as habilidades e capacidades do condutor, alguns autores têm questionado a efetividade dos testes práticos de direção veicular para a segurança do trânsito (Kamhi, 2011; Law e Baum, 1998).

O estudo de Akinwuntan et al. (2003), realizado em motoristas com Mal de Parkinson e Hunt et al. (1997), avaliando motoristas com Alzheimer, mostrou que os testes práticos não foram confiáveis para avaliar o comportamento do condutor nas diversas situações possíveis de causar acidentes de trânsito.

O Código Brasileiro de Trânsito determina que cada estado da federação tenha órgãos executivos responsáveis pela concessão da licença para direção de veículos automotores (Brasil, 1997). No Estado de São Paulo, os candidatos, iniciam o processo pelo exame médico (realizado em clínicas credenciadas) para avaliação da aptidão física e mental e, se aprovado, submete-se à avaliação psicológica (DETRANSP, 2018; DENATRAN, 2018).

O exame de aptidão física e mental constitui de uma avaliação inicial com base em um questionário (Anexo A) e interrogatório complementar (DENATRAN, 2018). O exame físico geral é composto pela observação de itens como tipo morfológico, comportamento, atitude frente ao examinador (humor e aparência), estado geral, tufismo, nutrição e hidratação além da detecção de deformidades articulares e cicatrizes indicativas de alguma doença incapacitante para a direção veicular.

Os exames específicos incluem:

- a) Avaliação oftalmológica
- b) Avaliação otorrinolaringológica
- c) Avaliação cardiorrespiratória
- d) Avaliação neurológica
- e) Avaliação do aparelho locomotor - integridade e funcionalidade dos membros e coluna vertebral. Identificar: malformações, agenesias ou amputações.

A avaliação psicológica, padronizada pelo Conselho Federal de Psicologia avalia os processos psíquicos de:

- a) Tomada de informação
- b) Processamento de informação
- c) Tomada de decisão
- d) Comportamento
- e) Auto avaliação do comportamento

f) Traços de personalidade.

Pessoas com algum tipo de deficiência são avaliados pela Junta Médica Especial, grupo de especialistas, seguindo o determinado pela normativa 14970-2 da ABNT (ABNT, 2003). O candidato que for considerado apto nos exames médicos e psicológicos poderá prosseguir nas etapas seguintes da avaliação.

Antes da avaliação prática, o candidato deve fazer um curso teórico de 45 horas, seguido de uma prova e mais 25 horas de direção prática, sendo que cinco, destas horas, serão feitas em um simulador de direção veicular (exceto as pessoas com deficiência). Após o treinamento, será feita uma avaliação prática da habilidade de direção veicular: controle dos comandos, dirigir e executar manobras no tráfego (ABNT, 2003).

O candidato que for considerado apto, em todas as etapas da avaliação, receberá uma licença provisória, válida por um ano. Após esse prazo, caso o condutor não tenha cometido nenhuma infração de natureza gravíssima e grave, ou o total de 20 pontos, terá sua licença renovada por mais 4 anos (DETRANSP, 2015).

3.3 Avaliação e acessibilidade para direção veicular em pessoas com deficiência física

As pessoas com deficiência física enfrentam grandes desafios para a direção veicular, pois precisam escolher entre as várias opções de acessibilidade para operar um veículo automotor. São diversas as doenças que cursam com sequelas motoras que limitam a habilidade para dirigir um veículo automotor regular (Greve et al., 2015).

No Brasil, os critérios para a avaliação clínica, requisitos de dirigibilidade e desempenho em teste prático para pessoas com deficiência são realizados com base nas normas definidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em suas normativas de número 14970-1, 14970-2 e 14970-3 (DENATRAN, 2018; ABNT, 2003). Por esta normatização, observa-se que as deficiências físicas, que causam limitações para a direção veicular, foram bem estudadas. Porém, poucas são as pesquisas sobre as adaptações e

treinamentos necessários, havendo falta de informações sobre quais as habilidades necessárias para uma pessoa com deficiência física dirigir um veículo automotor de forma segura (Greve et al. 2015).

3.3.1 Acessibilidade em veículos automotores NBR 14970-1

A normativa de número 14970-1 da ABNT, determina os requisitos e adaptações que garantam a acessibilidade dos veículos automotores para pessoas com deficiência. São elas (ABNT, 2003):

- Transferir, por meio de equipamentos, os comandos de dirigibilidade de um veículo automotor, para outros membros que não os usuais;
- Transferir o controle dos comandos de dirigibilidade de um veículo automotor para equipamentos operados por controle de voz;
- Automatizar os comandos de dirigibilidade do veículo automotor por meio de equipamentos.

Cada equipamento instalado no veículo possui normas obrigatórias que devem ser seguidas pelos responsáveis pela instalação dos dispositivos adaptados e itens de acessibilidade dos veículos. Por exemplo, o comando manual de direção não pode alterar o curso original determinado pelo condutor; os comandos manuais de freio e acelerador deve garantir o acionamento gradativo de todo o curso dos controles (ABNT, 2003).

As adaptações nos veículos são definidas de acordo com o tipo (perdas funcionais) da deficiência. Pessoas com lesão medular, por exemplo, devem utilizar controles manuais para freio, acelerador e embreagem (carros não automáticos), pela falta de movimento nos membros inferiores (Figura 2). As amputações do membro inferior direito podem ter o pedal de aceleração invertido (do lado esquerdo), visando facilitar a adaptação.

Figura 2. Controle manual de aceleração e freio de veículo. (Adaptive Driving Access, 2018).

3.3.2 Avaliação clínica de pessoas com deficiência – Normativa NBR 14970-2

A avaliação clínica de candidatos com deficiência deve identificar as disfunções que afetem a direção veicular. É realizada por médicos peritos de acordo com o Normativa NBR 14970-2 (CONTRAN, 2015; ABNT, 2003). A deficiência de cada candidato é definida em duas categorias:

- 1- **Deficiência física leve:** comprometimento funcional dos segmentos corpóreos que envolvam a segurança para dirigir: por exemplo, amputação de até duas falanges dos dedos ou sequelas de fraturas sem perdas de função específica.
 - Estes candidatos realizam o teste prático em veículo convencional
- 2- **Deficiência física moderada ou grave:** comprometimento das funções dos segmentos corpóreos envolvidos na segurança de direção veicular. Por exemplo, amputação de membros e sequelas neurológicas.
 - Os exames clínicos envolvem testes de força muscular, amplitude articular, locomoção, coordenação e equilíbrio (Anexo B e C).

Após a avaliação mais detalhada, se define qual tipo de adaptação veicular é necessária para o teste prático.

3.3.3 Avaliação da dirigibilidade de condutores com deficiência física moderada ou grave – Normativa NBR 14970-3

O teste prático avalia a capacidade do motorista com deficiência para operar um veículo utilizando as adaptações necessárias à sua condição (ABNT, 2003). Durante o teste, está previsto que o avaliador e um médico perito analisem a capacidade do candidato em controlar os comandos de dirigibilidade do veículo. Para isso, a avaliação é feita de forma estática (veículo parado) e dinâmica (veículo em movimento) para confirmar a capacidade do condutor de iniciar e interromper o funcionamento do motor, controlar os comandos adaptados de aceleração, freio, embreagem, volante e troca de marchas.

A capacidade de controle dos comandos é avaliada em testes específicos. Por exemplo, o condutor deve demonstrar capacidade de acionar e liberar totalmente o comando de aceleração do veículo 10 vezes em 10 segundos; manter o comando de aceleração pressionado até a metade do curso total durante 60 segundos e, após liberar o comando até a posição de descanso de forma lenta (ABNT, 2003).

O exame prático de direção com o veículo adaptado é a última etapa do processo de avaliação e define se o candidato tem as habilidades necessárias para operar e conduzir um veículo (ABNT, 2003).

3.4 Simuladores de direção veicular

Segurança é o principal ponto do treinamento de novos condutores, pois os acidentes de trânsito causam 3.400 mortes/dia em todo o mundo (WHO, 2015). No Brasil, a taxa de mortalidade anual por acidentes de trânsito é 18,9 por 100 mil habitantes, envolvendo, predominantemente, motoristas do sexo masculino com idade entre 18 e 34 anos (ONSV, 2018). Este número é alto quando comparado com países do mesmo grau de desenvolvimento que o Brasil, sendo que a maior causa dos acidentes é o comportamento do condutor relacionado a imprudência e imperícia no controle do veículo (WHO, 2015).

O uso de simuladores de direção veicular para treinamento e avaliação de condutores tem contribuído para melhorar a segurança no trânsito, levando em consideração as reações dos motoristas em situações que podem causar acidentes (Classen e Akinwuntan, 2017). Além disso, a realidade virtual do simulador ajuda na tomada de decisões sobre a capacidade de direção do condutor e pode orientar intervenções e medidas de segurança (Fisher et al., 2011). Isso ocorre devido a versatilidade do equipamento com mudanças de cenários e clima, segurança (simulação de situações perigosas), repetitividade e avaliação objetiva das habilidades e controle do veículo no final do treinamento (Robin et al., 2005). Nos Estados Unidos, o simulador de direção veicular é usado, também, para formular planos de intervenção fisioterapêutica e programas de educação para motoristas (Evans e Akinwuntan, 2017). A legislação brasileira de trânsito exige a realização de cinco horas/aula de 50 minutos em simulador de direção veicular, como uma etapa do processo de emissão da licença para dirigir (CONTRAN, 2015). O candidato é treinado em cenários virtuais similares ao trânsito real, em situações de risco (chuva, neblina, direção noturna), em congestionamentos e em ultrapassagens (CONTRAN, 2015).

Muitos são os simuladores disponíveis (Figura 3) e estudos de confiabilidade e reprodutibilidade foram realizados para demonstrar que o uso dos simuladores é uma metodologia confiável para avaliação, intervenção e treinamento de motoristas quando comparado ao desempenho dos condutores nos testes práticos.

Wojcik e Weir (1970 apud Kaptein et al., 1996), ao comparar manobras simples de ultrapassagem, curvas e fluxo de veículos de motoristas sadios em um simulador de direção virtual, encontrou resultados semelhantes de controle de veículo quando comparado aos testes práticos, sugerindo relativa validade ao simulador virtual para os testes mencionados.

Hoffman e McDowd (2010) analisando motoristas sadios para comparar um modelo de avaliação virtual com teste prático, concluiu que mesmo simuladores de baixa fidelidade são capazes de identificar riscos de acidentes através do desempenho de percurso no simulador de direção virtual. Os

autores sugerem que o desempenho no simulador virtual está correlacionado com os testes práticos.

Blaauw (1982) comparando resultados de desempenho no simulador de direção e testes práticos em motoristas novatos e experientes concluiu que mesmo com ausência de informações perceptivas e cinestésicas, o desempenho no simulador foi mais sensível para identificar a habilidade dos motoristas em situações adversas do que o desempenho do teste prático, sugerindo fidedignidade das avaliações no simulador de direção.

Akinwuntan et al. (2009), Bérard (2010) e Contardi et al. (2004) realizaram avaliações de percurso com motoristas no simulador de direção virtual e sugerem que as medidas de desempenho no simulador de direção possuem moderada para alta confiabilidade quando associadas ao desempenho dos condutores nos testes práticos reais.

Figura 3. Simuladores de direção (Classen, 2017).

Fisher et al. (2011) referem que o uso do simulador de direção veicular é útil para o treinamento de motoristas novos, avaliação de condutores com deficiência visual, cognitiva e motora, idosos, adolescentes, nos distúrbios do sono, uso de medicamentos psicoativos, uso do telefone celular e para avaliar o comportamento dos condutores em geral. Também pode ser usado para melhora tecnológica dos veículos: alerta de colisão e auxílios de navegação (piloto automático e veículos autônomos).

Frear um veículo automotor é uma tarefa motora que depende da capacidade do condutor processar as informações ambientais, tomar a decisão e acionar o freio para evitar uma colisão, com sua medida feita em segundos (Alonso et al., 2016; Schmidt e Wrisberg, 2001). O tempo de frenagem pode ser usado para avaliar e comparar populações distintas (jovens, adultos, idosos, deficientes físicos, etc.) e para ajudar a criar estratégias de segurança e desempenho baseadas em evidências científicas (Classen et al., 2017; Fisher et al., 2011; Martin et al., 2010; Classen, 2017).

Green (2010) refere que o tempo de frenagem (tempo de tirar o pé do acelerador e pisar no freio) com os membros inferiores é de 0,70-0,75 segundos. O autor enfatiza que a idade, sexo e alterações cognitivas podem alterar esses tempos, mas que são considerados como referência para segurança de tráfego nos Estados Unidos (Sittapairoj et al., 2017).

Classen et al. (2017) indicam o uso dos simuladores de direção veicular para pesquisas envolvendo populações específicas (idosos, deficientes e adolescentes) ou situações perigosas de direção (velocidade, uso de álcool, celular e efeitos de medicamentos), além de avaliações dos avanços tecnológicos dos veículos. Os autores sugerem, ainda, que os resultados de pesquisas utilizando o simulador virtual de direção auxiliam no entendimento do impacto que as doenças associadas com populações específicas ou comportamento de riscos podem gerar para a segurança do trânsito.

Alvares e Classen (2017), utilizou o simulador para avaliar o tempo de frenagem em motoristas adolescentes e concluiu uma associação positiva dos resultados com o tempo de reação em situações perigosas do trânsito.

Grealy et al. (1999) indicaram que o desempenho de motoristas com lesão cerebral, medido no simulador de direção, foi o melhor preditor das habilidades de direção quando comparado com testes práticos nesta população. Os autores sugerem que a exposição dos motoristas às situações virtuais, inviáveis no teste prático com veículo, permitem medir simultaneamente as habilidades simples e complexas de controle do veículo.

Madeley et al. (1990) compararam uma amostra de 10 motoristas com doença de Parkinson com condutores sadios e mostraram que o tempo de reação, o controle do volante e ultrapassagens no sinal vermelho estão

correlacionados com o grau de comprometimento funcional da doença durante um teste de percurso no simulador de direção veicular.

Lings e Dupont (1992) avaliaram 28 motoristas com doença de Parkinson e 109 motoristas saudáveis. Nos condutores com doença de Parkinson houve aumento do tempo de reação para frenagem, maior incapacidade de controle do veículo e diminuição da velocidade de execução dos movimentos.

Bélanger et al. (2010) referem que os motoristas idosos têm mais dificuldade em operar os veículos em ações simultâneas e maior probabilidade de colisões quando confrontados com os desafios do trânsito regular.

Barco et al. (2017) indicam o uso dos simuladores de direção veicular para avaliação e treinamento de motoristas com deficiências físicas permitindo o treinamento dos controles manuais e das tarefas básicas e avançadas relacionadas com a capacidade motora, sensorial e cognitiva indicadas por Evans e Akinwuntan (2017), como necessárias para dirigir.

Classen et al. (2017) estudando motoristas com deficiência motora, sugeriu a utilização dos simuladores de direção para treinamento do controle de freio e aceleração nos pedais (manual ou não), utilizando o tempo de aceleração e frenagem em séries repetidas como parâmetro de desempenho.

No caso de pessoas com lesão da medula espinal, em particular, a paraplegia, ocorre perda muito importante da motricidade e sensibilidade dos membros inferiores, embora sejam preservadas a visão e cognição (Classen, 2017; Campos et al., 2008).

As alterações motoras se manifestam por paralisia (total ou parcial) dos membros inferiores com hipo ou hipertonia muscular dependendo do nível da lesão medular. A ocorrência da espasticidade, caracterizada por hipertonia muscular, movimentação involuntária e hiperreflexia é frequente e pode agravar a incapacidade para direção veicular (Pendleton e Shultz-Krohn, 2013). Também há diminuição da sensibilidade tátil, dolorosa, térmica e proprioceptiva, abaixo do nível da lesão (Hou e Rabchevsky, 2014).

Os simuladores de direção veicular adaptados contribuem para melhorar a qualidade da avaliação e treinamento dos motoristas com paraplegia, pela análise do comportamento do condutor e das adaptações no desempenho e

suas repercussões na segurança (Fisher et al., 2011; Classen, 2017; Greve et al., 2015).

Peters (2001) comparou o esforço para dirigir de motoristas com e sem tetraplegia e identificou que as ações de aceleração e frenagem causam mais fadiga nos motoristas com tetraplegia. Os achados mostram maior esforço físico para dirigir e aumento do tempo de reação para frenagem de motoristas com lesão na medula espinal, quando comparado com motoristas sadios.

Kiyono et al. (2001) refere que o nível de lesão mais alto compatível com a direção veicular é a sexta vértebra cervical e que a capacidade de transferência independente para o vaso sanitário tinha correlação com a capacidade de dirigir.

Ku et. al. (2002) utilizaram o simulador de direção veicular para comparar o desempenho de motoristas com e sem lesão medular. Não houve diferenças na execução do percurso entre os dois grupos. Porém, os autores sugerem que o treinamento no simulador de direção melhora a eficiência de utilização dos controles manuais e é útil para reduzir a insegurança das pessoas com lesão medular.

Richter e Hyman (1974) identificaram que o tempo de reação melhora até 25% com a o uso dos controles de freio manual quando comparado ao acionamento convencional com membros inferiores, porque no controle manual não há necessidade de mover os pés do acelerador para freio.

Lings (1991) avaliou pessoas com paralisia de membros inferiores no simulador de direção e refere que na velocidade de 80 km/h, há aumento da distância percorrida durante o tempo de frenagem de dois a três metros (15%) nos indivíduos com paralisia leve e de 50 metros para indivíduos com paralisia moderada.

Sung et al. (2012) referem melhora da dirigibilidade de motoristas com paraplegia após cinco sessões de treinamento de percurso em simulador de direção veicular com diminuição do tempo de frenagem.

O tempo de frenagem reflete a habilidade de um motorista responder às situações emergenciais. No entanto, se por um lado o tempo de frenagem com controle manual pode ter o seu tempo melhorado, o impacto da deficiência pode causar um retardo no tempo de reação, conforme identificado por

Classen et al., (2017) avaliando as capacidades de direção em motoristas com deficiência motora.

4.0 MÉTODOS

O presente estudo teve aprovação no Comitê de Ética Para Análise de Projetos de Pesquisa (CAPPesq) da Diretoria Clínica do Hospital das Clínicas e da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo em sessão realizada no dia 04/03/2015 recebendo o número de protocolo 0063/15 (anexo D).

Todos os motoristas participantes, cientes dos procedimentos de avaliação, objetivos e benefícios da participação voluntária do projeto, assinaram termo de consentimento de acordo com a Resolução específica N° 196/96 do Conselho Nacional de Saúde (Anexo E).

4.1 Casuística

Quarenta motoristas: 20 adultos com idade média ($38,1 \pm 3,6$ anos) do sexo masculino com paraplegia; e 20 motoristas adultos com idade média ($39,0 \pm 5,8$ anos) masculino sem paraplegia aceitaram participar voluntariamente do estudo. Todos possuíam carteira de motorista válida, incluindo avaliações clínicas, visuais, auditivas e psicológicas, de acordo com o Código Brasileiro de Trânsito para emissão de suas licenças para condução de veículos automotores.

4.2 Critérios de Inclusão

Os critérios de inclusão foram ter habilitação válida, assinar o termo de consentimento livre e esclarecido e ter conseguido concluir os testes no simulador de direção.

4.3 Local das avaliações

As avaliações foram realizadas no período de julho de 2014 a dezembro de 2016 no Laboratório de Estudos do Movimento (LEM) do Instituto de Ortopedia e Traumatologia do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo (IOT – HC/FMUSP).

4.4 Avaliações

As avaliações foram realizadas com cada motorista em etapas que estão descritas a seguir, com tempo médio de duração de 1h10min cada.

4.4.1 Histórico e características dos motoristas

As informações de identificação e características sócio demográficas, informações sobre a lesão medular, tempo de habilitação, frequência e motivos com que os motoristas dirigem foram coletadas em uma ficha de informações (anexo F).

4.4.2 Avaliação antropométrica

A massa corporal dos motoristas foi aferida em balança digital e uma base adaptada foi utilizada para que os motoristas com deficiência pudessem se sentar na balança. As medidas de comprimento foram realizadas com fita milimétrica de fibra de vidro inextensível e inelástica com precisão de um milímetro. Os motoristas sem deficiência foram medidos na posição vertical e os motoristas com deficiência na posição horizontal deitados em um colchonete na posição de supino. Uma prancha transversa foi aproximada na linha da planta dos pés e na região da cabeça traçando, assim, uma linha entre os dois pontos para a realização da medição. Este procedimento para os motoristas com deficiência foi utilizado devido a impossibilidade de permanência na posição vertical (Da Silva, 2003).

4.4.3 Avaliação força de preensão palmar

A força de preensão palmar foi avaliada de forma isométrica medida pela força máxima exercida no dinamômetro analógico da marca Saehan® [Figura 4]. Os motoristas foram avaliados sentados em uma cadeira sem braços com a coluna ereta, mantendo ângulo de flexão do joelho em 90°, ombro posicionado em adução e rotação neutra, cotovelo flexionado a 90°, com antebraço em meia pronação e punho neutro, seguindo as normas da Sociedade Americana de Terapeutas das mãos (Dias et al., 2010). Os motoristas com deficiência mantiveram posições idênticas em suas cadeiras de rodas de uso diário [Figura 5].

Figura 4. Dinamômetro.

Figura 5. Avaliação força preensão palmar

Cada motorista exerceu força máxima no dinamômetro em 3 tentativas com a mão esquerda e direita, com intervalo de um minuto entre elas. Para a análise dos resultados utilizou-se a média simples das três tentativas.

4.4.4 Avaliação simulador direção virtual

As avaliações de tempo de frenagem foram realizadas usando um simulador de direção de transmissão automática da marca Foerst® versão software F12H. O simulador era composto por volante, pedais de frenagem e

aceleração, assento, cinto de segurança, controle de faróis, painel de sinalização de velocidade e setas de mudança de direção [Figura 6]. Os motoristas tiveram orientações da via simulada de condução através de um monitor central com tela de LCD e retrovisor, além de dois monitores laterais com informações de espelhos laterais. Para garantir as avaliações dos motoristas com paraplegia, o simulador de direção foi adaptado com a instalação de controles manuais de aceleração e freio de fabricação da empresa Cavenaghi® [Figura 7]. Os motoristas sem deficiência realizaram os testes da forma convencional, ou seja, utilizando os membros inferiores para controle dos pedais.

Figura 6 – Simulador de direção modelo Foerst® utilizado na avaliação de percurso e tempo de frenagem.

Figura 7. Adaptação veicular com controle manual de pedais.

Antes dos testes, todos os motoristas foram orientados sobre o funcionamento do equipamento para sentirem-se confortáveis, ajustando o equipamento de maneira habitual com que dirigem seus próprios carros (ajuste do assento, cinto de segurança, verificação de freio de mão etc.). Visando a familiarização com o equipamento, todos os motoristas realizaram um percurso de 3 minutos em um cenário virtual de estrada rural com sinalização de

trânsito, durante o dia, sem tráfego, semáforos, interseções ou situações climáticas adversas. Após a familiarização seguiu-se os testes de tempo de frenagem.

4.4.4.1 Avaliação tempo de frenagem

Seguindo as orientações prévias e utilizando o mesmo cenário da familiarização, os motoristas tiveram o tempo de frenagem medido em cinco tentativas de acionar o freio, o mais rápido possível, assim que o sinal de “stop” aleatoriamente aparecesse no monitor central [Figura 8]. O simulador mediu o tempo de frenagem considerando o tempo de cessão do acionamento do acelerador (detectado pelo sensor de aceleração) até o início do acionamento do pedal do freio (detectado pelo sensor do freio). A média do tempo de frenagem nas 5 tentativas foram consideradas na avaliação.

Figura 8. Sinal para frenagem no simulador de direção.

4.4.4.2 Avaliação cognitiva

As avaliações cognitivas consistiram na aplicação de testes validados pela literatura para a avaliação de deficiências cognitivas que possivelmente poderiam afetar a habilidade de dirigir. As funções executivas, construção

visual, memória de curta duração, linguagem, atenção, concentração, orientação espacial e temporal foram examinados através da Avaliação Cognitiva de Montreal (MOCA) – Anexo G. O teste determina uma pontuação de 0 a 30 pontos sendo considerado normal a pontuação acima de 26 (Nasreddine et al., 2005). A avaliação da flexibilidade cognitiva determinada através do tempo para a realização da tarefa de unir com traços letras e letras e números, de forma ascendente, foi determinada pela aplicação dos testes *Trial Making Test A e B* (Reitan, 1958) – Anexo H e I.

O tempo de reação, definido como o tempo mínimo necessário para responder a um estímulo, foi avaliado utilizando o tempo de reação simples, de dupla escolha e de decisão (Miller e Low, 2001). Os motoristas com paraplegia foram orientados a pressionar, com o dedo indicador, a tecla de movimento do cursor à esquerda, ou à direita, de acordo com um sinal luminoso que era mostrado no centro da tela de um *lap-top*. No teste de reação simples, o acionamento da tecla não concorria com nenhuma outra informação. O acionamento da tecla à esquerda deveria ser realizado sempre que aparecesse, na tela, um sinal da cor verde. No teste de tempo de reação com escolha, o motorista deveria acionar a tecla à esquerda sempre que o sinal verde era mostrado no centro da tela. No entanto, o sinal verde era aleatoriamente mostrado com um sinal vermelho. No teste de tempo de reação com decisão, a tecla esquerda deveria ser acionada quando aparecesse o sinal verde e a tecla de movimento do cursor a direita deveria ser acionada sempre que aparecesse o sinal luminoso de cor vermelha.

4.5 Análise Estatística

Os dados das avaliações, expressos em média, amplitude e medianas, foram tratados com o software estatístico SPSS Windows (v.18) e Minitab (v.17). A comparação das médias das variáveis: altura, IMC, idade, peso, educação, experiência na direção, força de preensão palmar direita e esquerda e tempos de frenagem nos grupos adulto e com lesão medular foi realizada por meio do teste *t-Student* (Fisher e Van Belle, 1993). A suposição de normalidade das variáveis nos dois grupos foi avaliada construindo-se gráficos de

probabilidade normal (Anexo J). Quando os gráficos apontaram desvios grosseiros da distribuição normal, a análise foi refeita e as distribuições da variável nos dois grupos foram comparadas por meio do teste de Mann-Whitney (Fisher e van Belle, 1993).

No estudo da associação do tempo médio de frenagem no simulador de direção com variáveis antropométricas, escolaridade, testes cognitivos e tempo de lesão foi inicialmente calculado o coeficiente de correlação de Pearson do tempo médio de frenagem com as citadas variáveis. Para descrever o tempo médio de frenagem (variável resposta) em termos das variáveis antropométricas, escolaridade, testes cognitivos e tempo de lesão (variáveis explicativas) foi ajustado, conjuntamente, um modelo de regressão (Neter et al., 2005). No ajuste do modelo foi aplicado o método de seleção de variáveis *backward elimination*. As suposições de normalidade e igualdade de variâncias foram avaliadas por meio da análise dos resíduos (Neter et al., 2005) Anexo K. Foi fixado nível de significância de 0,05.

5.0 RESULTADOS

5.1 Caracterização e comparação dos motoristas com e sem paraplegia

Os dois grupos avaliados são homogêneos em relação à idade, ($p=0,541$), massa corporal ($p=0,246$) e estatura ($p=0,112$). O grupo sem paraplegia tem o índice de massa corporal (IMC) maior que do grupo com paraplegia ($p=0,026$) (Tabela 1).

Tabela 1- Caracterização e comparação dos grupos com paraplegia (n=20) e sem paraplegia (n=20).

Grupo	Média	DP	Mín	Mediana	Máx	p-valor
Idade (anos)						
Com paraplegia	38,1	3,6	31,0	38,0	50,0	
Sem paraplegia	39,0	5,8	31,0	38,5	48,0	=,541
Massa corporal (kg)						
Com paraplegia	77,5	10,5	52,0	81,0	93,0	
Sem paraplegia	81,6	11,7	63,6	83,0	104,5	=,246
Estatura (m)						
Com paraplegia	1,78	0,08	1,64	1,79	1,90	
Sem paraplegia	1,74	0,06	1,61	1,75	1,85	=,112
IMC(kg/cm²)						
Com paraplegia	24,5*	2,7	19,3	24,5	29,8	
Sem paraplegia	27,0*	3,9	21,2	28,1	32,4	=,026

teste *T-Student* - comparação grupos com e sem paraplegia; * = $p < 0,05$

DP=Desvio Padrão; kg = quilograma; IMC= Índice de massa corporal; kg/cm² = quilograma por centímetro quadrado; Mín=mínimo; Máx = máximo.

O tempo de educação apresentou diferença significativa ($p=0,001$) entre os grupos de motoristas com e sem paraplegia. Não há diferença significativa entre as médias da experiência na direção nos dois grupos ($p=0,184$) (tabela 2).

Tabela 2- Comparação do tempo em anos para educação e experiência na direção, motivos de dirigir (%) dos grupos sem paraplegia (n=20) e com paraplegia (n=20).

Variável	Média	DP	Mín	MD	Máx	p-valor
Educação (anos)						
Sem paraplegia	15,3*	1,6	11	15	20	=,001
Com Paraplegia	11,4*	4,1	4	12	16	
Experiência Direção (anos)						
Sem paraplegia	17,8	6,3	7	15,5	30	=,184
Com Paraplegia	14,8	7,4	2	16	31	
Motivos Direção (%)	Esporte/lazer		Estudo		Trabalho	Outros
Sem paraplegia	0		25		65	10
Com Paraplegia	80		2		5	13

O teste de *Mann-Whitney* foi utilizado para comparação das médias dos grupos com e sem paraplegia; * $p > 0,05$

DP=Desvio Padrão; Min=Valor mínimo; MD=mediana; Max= Valor máximo.

A FPM do grupo com paraplegia é maior que do grupo sem paraplegia em ambos os lados ($p < 0,001$, Tabela 3).

Tabela 3. Comparação da força de preensão palmar direita e esquerda (kgf) nos grupos com paraplegia (n=20) e sem paraplegia (n=20).

FPM	Grupo	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo	p-valor
Direito	Sem paraplegia	50,1*	7,3	40,7	50,3	71,2	<,001
	Com Paraplegia	68,6*	8,0	55,0	65,5	85,0	
Esquerdo	Sem paraplegia	48,5*	8,1	31,7	49,4	65,8	<,001
	Com Paraplegia	61,0*	8,5	48,0	62,5	75,0	

Teste de *Mann-Whitney* * $p < 0,05$. FPM=Força de preensão palmar; DP=Desvio Padrão

5.2 Comparação do tempo de frenagem dos motoristas com e sem paraplegia

O tempo de frenagem em cada uma das cinco tentativas dos grupos com e sem paraplegia pode ser visto na tabela 4. Os dois grupos foram similares nas cinco tentativas, sem diferença estatística ($p=0,652$). Também foram similares nas tentativas 1 ($p=0,588$), 2 ($p=0,840$), 3 ($p=0,366$) e 4 ($p=0,127$). Foi usado do teste de Mann-Whitney nas tentativas 1 ($p=0,694$) e 4 ($p=0,440$). Na tentativa 5, o tempo de frenagem do grupo com paraplegia foi maior ($p=0,025$).

Tabela 4. Comparação das médias do tempo frenagem (segundos) nos grupos com (n=20) e sem paraplegia (n=20).

Variável						
p	Grupo	Média	DP	Mínimo	Mediana	Máximo
P=,588	Sem Paraplegia	1,06	0,27	0,63	1,07	1,57
	Com Paraplegia	1,10	0,24	0,77	1,02	1,87
P=,840	Sem Paraplegia	0,83	0,24	0,30	0,79	1,27
	Com Paraplegia	0,85	0,12	0,60	0,90	1,13
P=,366	Sem Paraplegia	0,91	0,22	0,67	0,87	1,50
	Com Paraplegia	0,96	0,12	0,70	1,01	1,13
p>=,127	Sem Paraplegia	0,89	0,22	0,57	0,82	1,33
	Com Paraplegia	0,78	0,21	0,00	0,80	1,00
* p=,025	Sem Paraplegia	0,84*	0,18	0,56	0,83	1,17
	Com Paraplegia	0,95	0,09	0,67	0,97	1,12
P=,652	Sem Paraplegia	0,905	0,19	0,63	0,83	1,25
	Com Paraplegia	0,928	0,10	0,70	0,94	1,15

Teste de *Mann-Whitney* * $p < 0,05$ DP=Desvio Padrão

5.3 Correlação do tempo de frenagem dos motoristas com paraplegia

O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) do tempo de frenagem (TF) medido no simulador de direção com as variáveis selecionados para o estudo: Idade, peso, altura, IMC, anos de educação, tempo de lesão, FPM-direito, FPM-esquerdo, MOCA, Trail-A, Trail-B, TR simples, TR escolha e TR decisão dos motoristas com paraplegia encontra-se na Tabela 5.

Houve correlação negativa significativa do TF com anos de experiência na direção ($p=0,009$) e infrações no simulador de direção veicular ($p=0,040$). Os demais coeficientes de correlação não foram significantes.

Tabela 5. Correlação linear de Pearson (r) do TF médio no simulador de direção com a idade, massa corporal, estatura, IMC, FPM-direito, FPM-esquerdo, educação, tempo de lesão, experiência de direção, acidentes últimos 5 anos, infrações últimas ano, infrações no simulador, MOCA, Trail-A, Trail-B, TR simples, TR escolha e TR decisão e p-valores dos testes de significância no grupo de motoristas com paraplegia.

Variável	r	P
Idade	-0,38	0,095
Massa corporal	-0,09	0,722
Estatura	-0,24	0,309
IMC	0,12	0,627
FPM Direito	0,22	0,356
FPM Esquerdo	0,15	0,516
Anos de Educação	-0,20	0,388
Tempo de lesão	0,28	0,238
Experiência direção	-0,58	0,009 *
Acidentes últimos 5 anos	-0,12	0,629
Infrações último ano	0,07	0,764
MOCA	0,40	0,084
Trail-A	-0,16	0,505
Trail-B	-0,22	0,348
TR Simples	0,09	0,693
TR Escolha	0,02	0,922
TR Decisão	0,07	0,759
r de Pearson		*p<0,05

5.4 Análise de regressão linear do tempo de frenagem dos motoristas com paraplegia

Para descrever o TF (variável resposta) em relação às variáveis selecionados para o estudo, foi construído um modelo de regressão, considerando como possíveis variáveis explicativas, aquelas que mostraram coeficiente de correlação linear de Pearson (r) com o TF, maior que 0,2 (Tabela 5): idade, altura, MOCA, Trail-B, FPM-Direito, anos de educação, tempo de lesão da medula espinal, experiência na direção e infrações no simulador.

No ajuste do modelo foi aplicado o método de seleção de variáveis “*backward stepwise elimination*”. Foram selecionadas as variáveis explicativas: experiência na direção, MOCA e anos de educação. As demais variáveis não têm contribuição adicional às três variáveis selecionadas para explicar o TF, logo foram eliminadas por não melhorarem o modelo.

O modelo final do TF medido no simulador de direção para os motoristas com paraplegia é:

$$\text{TF} = 0,79 - 0,017 \times \text{experiência na direção} + 0,02 \times \text{MOCA} - 0,01 \times \text{educação}$$

Onde:

0,79 = TF previsto no simulador **quando** MOCA, experiência na direção e educação for igual a zero.

-0,017 = Diminuição prevista no TF **a cada ano** de experiência de direção, mantido o MOCA e educação constante.

0,02 = Aumento previsto no TF **a cada score** do MOCA, mantido os anos de experiência e educação constante.

- 0,01 = Diminuição prevista no TF **a cada ano** de educação, mantido os anos de experiência e o score do MOCA constante.

Na tabela 6 são apresentados os valores estimados dos coeficientes das variáveis selecionadas para compor o modelo, respectivas estimativas dos erros padrão, valores observados das estatísticas do teste de significância dos coeficientes (F) e p-valores obtidos.

Tabela 6. Estimativas dos coeficientes das variáveis incluídas no modelo de regressão com tempo médio de frenagem como variável resposta, erros padrão, estatísticas dos testes e p-valores obtidos nos testes de significância dos coeficientes.

Termo	Coeficiente	Erro padrão	Estatística de	
			teste (t)	p-valor
Constante	0,790	0,12	6,51	<,001
Experiência direção	-0,017	0,00	-3,18	=,006
MOCA	0,020	0,01	2,81	=,013
Anos Educação	-0,010	0,00	-2,98	=,009

$r^2 = 60,2$

O coeficiente de determinação do modelo final $r^2 = 60,2$ foi considerado bem-sucedido, uma vez que as variáveis selecionadas no modelo explicam 60,2% da variabilidade do TF medido no simulador de direção.

6.0 DISCUSSÃO

O tempo de frenagem dos indivíduos com paraplegia, usando os controles manuais do simulador de direção, foi igual ao dos indivíduos sem paraplegia, utilizando os controles regulares do mesmo equipamento. A função cognitiva, tempo de educação e a experiência de direção foram fatores determinantes para o tempo de frenagem. Estas informações podem ser usadas para avaliação e treinamento dos condutores com paraplegia, contribuindo para maior segurança no trânsito.

6.1 Comparação das variáveis avaliadas entre os grupos

As características antropométricas dos grupos de motoristas com e sem paraplegia foram homogêneas, exceto quanto ao IMC que foi menor nos motoristas com paraplegia ($24,5 \pm 2,7$) que nos sem paraplegia ($27,0 \pm 3,9$ $p = ,026$). O menor IMC encontrado no grupo de indivíduos com paraplegia pode estar relacionado com a prática de atividade física e esportes, referida por

80% da amostra. O IMC é menor em indivíduos ativos que sedentários, fato bem estabelecido na literatura (Dickerson et al., 2011) ainda que, neste grupo em particular, tenha que se considerar a atrofia dos membros inferiores que interfere nesta medida.

A variável “anos de educação” é menor nos indivíduos com paraplegia, possivelmente pelas dificuldades de acesso à educação (Bezyak et al., 2017). Dentre as causas do menor acesso à educação, destacam-se as dificuldades de locomoção e transporte. No grupo avaliado, ainda que todos fossem condutores, nenhum dos participantes usava o veículo para algum tipo de atividade educacional, porém 25% dos condutores sem paraplegia mencionaram dirigir para irem às atividades escolares.

A diferença de escolarização entre os grupos também pode ser atribuída à própria lesão medular. Isso porque após a lesão da medula espinal, o processo de reabilitação é longo e demandante, ocupando grande parte do tempo do paciente, dificultando o acesso à educação. Nas et al. (2015) referem que o tempo necessário para um paciente com lesão da medula espinal voltar às atividades diárias regulares é muito variável, pelas complicações clínicas, dificuldades de acesso e participação do paciente no processo de reabilitação.

A força de preensão palmar (FPM) nos dois grupos foi superior ao valor mínimo exigido pela legislação brasileira (20 kgf) para a direção veicular (ABNT, 2003). A FPM das duas mãos (esquerda e direita) foi maior ($p < 0.05$) no grupo de motoristas com paraplegia, fato esperado pelo uso dos membros superiores para locomoção em cadeira de rodas e transferências. Outro fato relevante neste grupo é a prática regular de atividades físicas e esportivas por 80% da amostra. Fleck e Kraemer (2014) referem que a maior força muscular está relacionada com a prática regular de exercícios físicos e atividades esportivas.

O tempo de frenagem, um dos mais importantes itens na segurança no trânsito, está relacionado com a distância percorrida pelo veículo após o acionamento dos freios (Alonso et al, 2016; AASHTO, 2001; Fambro et al., 2000). Não houve diferença na comparação do tempo de frenagem dos motoristas com e sem paraplegia, dados semelhantes aos de Ku et al. (2002). Este resultado indica que o condutor com paraplegia está bem adaptado ao

sistema de alavanca manual de frenagem, que compensa a falta dos movimentos dos membros inferiores.

Ainda que a legislação brasileira recomende o treinamento de todos os condutores em simuladores de direção, não existem parâmetros científicos confiáveis que validem esta conduta nos condutores regulares. Um fato controverso, em relação ao uso dos simuladores durante o processo de habilitação, é a isenção dada aos condutores com deficiência que precisam se adaptar aos controles manuais da direção veicular. Seriam estes condutores, nesta fase de adaptação, os maiores beneficiários do treinamento nos simuladores com maior segurança e eficácia e não deveriam ser isentos. O simulador de direção adaptado com controle manual pode ser usado para o treinamento dos indivíduos com paraplegia melhorando a segurança dos condutores durante o treinamento.

6.2 Correlação do tempo de frenagem com as variáveis avaliadas

Nesta pesquisa, o estudo da correlação levou em consideração as variáveis que poderiam influenciar os resultados do tempo de frenagem nos motoristas com paraplegia. As características da amostra e os testes cognitivos dos motoristas com paraplegia foram correlacionados com o tempo de frenagem medido no simulador.

Dentre as variáveis correlacionadas (tabela 5), a única que mostrou correlação significativa negativa e moderada com o tempo de frenagem foi o tempo de experiência na direção ($r = -0,58$, $p = 0,009$), indicando que motoristas mais experientes tem menor tempo de frenagem.

A correlação da experiência de direção com o tempo de frenagem, encontrada, neste estudo, deve ser vista com cuidado, pois os anos de experiência (contado a partir da primeira emissão da carteira de habilitação) pode não refletir experiências práticas de direção. Além disso, múltiplos fatores podem estar envolvidos no tempo de frenagem, como no estudo de Salvia et al. (2016) em que a experiência de direção e idade tiveram influência sobre o tempo de frenagem em motoristas experientes, porém, condutores idosos (mais experiência) mostraram tempo de frenagem maior (dois ou mais

segundos) que motoristas inexperientes (mais novos) no simulador de direção. As perdas funcionais e cognitivas associadas à senescência podem afetar a habilidade de direção, independentemente do tempo de experiência do motorista. O tempo de habilitação também pode não refletir a real experiência prática de direção, pois esta depende de quanto o condutor dirige regularmente, e não se associa diretamente com a segurança no trânsito.

6.3 Modelo de regressão

O modelo de regressão múltipla foi usado a partir das correlações encontradas, que mostram as variáveis mais importantes para explicar o tempo de frenagem nos motoristas com paraplegia medido no simulador de direção.

Assim, para descrever a variável-resposta tempo médio de frenagem (TF em relação às variáveis antropométricas, características da amostra e testes cognitivos (variáveis explicativas) foi ajustado um modelo final que resultou na equação abaixo:

$$TF = 0,79 - 0,017 \times \text{experiência na direção} + 0,02 \times \text{MOCA} - 0,01 \times \text{educação}$$

As variáveis experiência de direção, teste cognitivo MOCA e anos de educação tiveram maior importância para prever o tempo de frenagem explicando 60,2% do tempo gasto para acionar o freio no simulador.

O aumento previsto no TF de ($\beta = 0,02$) segundos para cada incremento no *score* do MOCA e a diminuição de ($\beta = 0,01$) segundos no TF para cada ano de educação estão ligados à função cognitiva e são considerados domínios essenciais para a predição da direção segura (Alonso et al, 2016).

O MOCA é um teste neuropsicológico bastante utilizado para prever direção segura, pois avalia diferentes domínios cognitivos, todos importantes para a direção veicular: atenção, concentração, funções executivas, memória, linguagem, habilidades viso-construtivas, conceituação, cálculo e orientação. Os resultados da pesquisa atual são concordantes com os dados de Hollis et al. (2015) que mostraram que a redução de um ponto no MOCA aumenta 1,36

vezes a chance de falha nos testes de direção. O MOCA pode ser considerado como um teste confiável para avaliar o risco de direção em indivíduos saudáveis. Ressalta-se, também, que um teste MOCA igual ou menor que 18 pontos, compromete muito a segurança da direção veicular. Esser et al. (2015) avaliaram o MOCA como preditor de desempenho de direção em alterações neurológicas e sugerem que o teste pode ser usado por profissionais de saúde, como rastreamento cognitivo rápido para determinar a necessidade de avaliações mais precisas para condução veicular. O estudo atual mostrou que o MOCA foi um instrumento adequado para avaliar a população em questão.

A variável “anos de educação”, presente no modelo, mostrou o menor nível de educação formal dos motoristas com paraplegia. Essa variável justifica a necessidade da pessoa ser alfabetizada para obter a carteira de habilitação (Brasil, 1997). Além da alfabetização básica, a educação formal é importante na necessidade de interpretações e decisões cognitivas no desempenho da direção veicular. Observar e interpretar de forma adequada e oportuna as múltiplas informações, durante a direção veicular, podem ser muito afetadas pelo nível educacional, um fator estreitamente correlacionado com acidentes de trânsito: ocorrência de mais acidentes em pessoas menos instruídas (Sami et al., 2013).

Há redução de 0,017 segundos no tempo de frenagem para cada ano a mais de experiência na direção veicular nos condutores com paraplegia, mostrando uma correlação negativa entre as duas variáveis (Tabela 6), dados concordantes com os de Loeb et al. (2015) que concluíram que motoristas sem experiência (com até 90 dias de carteira de habilitação) demoram 50% mais tempo para acionar os freios em quando comparados com motoristas experientes.

7.0 APLICAÇÃO CLÍNICA E LIMITAÇÕES DO ESTUDO

A maior aplicação prática do presente estudo é indicação da possibilidade do uso do simulador de direção em programas de reabilitação de indivíduos com paraplegia (Classen et al., 2017) para treinamento, visando melhorar o desempenho e confiança dos pacientes na direção veicular. Nas

condições atuais de mobilidade, particularmente nas grandes cidades, o automóvel para as pessoas com paraplegia é um instrumento muito importante para a autonomia, independência e integração social no trabalho, lazer e educação.

A maior limitação do estudo é a própria avaliação no simulador de direção veicular, que não reflete exatamente todas as condições e situações multifatoriais encontradas na vida real, o que pode interferir nos resultados.

O Brasil é o único país no mundo que exige aulas no simulador virtual de direção para a obtenção da primeira habilitação, fato bastante controverso pelos resultados encontrados, mas não exige das pessoas com deficiência na hora de conseguir a habilitação. O uso do simulador para treinamento de novos motoristas com deficiência, que precisam de adaptações para a direção veicular, poderia melhorar a avaliação e o desempenho destes condutores, promovendo maior segurança no trânsito.

8. CONCLUSÕES

Não há diferença no tempo de frenagem entre motoristas com e sem paraplegia medido no simulador de direção virtual;

A experiência na direção associada com a condição cognitiva e educação formal foram os principais preditores da direção segura avaliada pelo tempo de frenagem no simulador de direção para motoristas com paraplegia.

9. REFERÊNCIAS

AASHTO, American Association of State Highway and Transportation Officials. [www.nacto.org]. A policy on geometric design of highways and streets. Washington, 2001. [citado 4 jun. 2018]. Disponível em: https://nacto.org/wp-content/uploads/2015/04/GDHS-6_ToC.pdf

ABNT, Associação Brasileira de Normas técnicas. [www2.camara.leg.br]. NBR 14970-1, 2003. [citado 27 dez. 2017]. Disponível em:

<http://www2.camara.leg.br/a-camara/programas-institucionais/inclusao-social-e-equidade/acessibilidade/normas-da-abnt-1>

Adaptive driving access. [www.adapractice.i3dthemes.net] Hand Controls and Steering Devices. 2018 [citado 9 jan. 2018]. Disponível em: <http://adapractice.i3dthemes.net/drivingaids.htm>

Akinwuntan AE, DeWeerd W, Feys H, Baten G, Arno P, Kiekens C. Reliability of a road test after stroke. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation. 2003; 84(12): 1792–1796. doi 10.1016/S0003-9993(03)00767-6

Akinwuntan AD, Tank R, Vaughn L, Wilburn A, Easton S. Normative values for driving simulation parameters. Proceeding of the 5th International driving symposium on Human factors in driver assessment, training, and vehicle design; 2009; Iowa. p.161-8

Akinwuntan AE, Wachtel J, Rosen PN. Driving simulation for evaluation and rehabilitation of driving after stroke. J Stroke Cerebrovasc Dis. 2012;21(6):478-486. doi:10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2010.12.001.

Alonso AC, Peterson MD, Busse AL, et al. Muscle strength, postural balance, and cognition are associated with braking time during driving in older adults. Exp Gerontol. 2016;85:13-17. doi:10.1016/j.exger.2016.09.006.

Alvares L, Classen S. Driving simulation for assessment, intervention and training. Bethesda/MD USA: AOTA Press; 2017. Capítulo 13 “Simulated driving performance of healthy teens” p.145-155.

AOTA, The American Occupational Therapy Association. [aota.org]. Driving and community mobility. Bethesda, 2017 [citado 27 dez. 2017]. Disponível em: <https://www.aota.org/~media/Corporate/Files/Practice/Aging/Driving/Brochures-and-Fact-Sheets/drivingfaq.pdf>.

Associação Nacional dos DETRANS. [and.org.br]. Associação dos DETRANS divulga perfil dos motoristas brasileiros. São Paulo, 2017 [citado em 27 dez. 2017]. Disponível em <http://www.and.org.br/associacao-dos-detrans-divulga-perfil-dos-motoristas-brasileiros/>

Barco PP, Pierce S. Driving simulation for assessment, intervention and training. Bethesda. AOTA Press. 2017. Capítulo 15 “Simulated driving performance of people with physical disabilities” p.171-185.

Bélanger A, Gagnon S, Yamin S. Capturing the serial nature of older drivers' responses towards challenging events: A simulator study. *Accident Analysis and Prevention*. 2010;42:809–817.

Bérdard M, Parkari M, Weaver B, Riendeau J, Dahlquist M. Assessment of driving performance using a simulator protocol: Validity and reproducibility. *American Journal of Occupational Therapy*. 2010; 64: 336-40. doi:10.5014/ajot.64.2.336

Bezyak JL, Sabella SA, Gattis RH. Public Transportation: An Investigation of Barriers for People With Disabilities. *Journal of Disability Policy Studies*. 2017; 28(1):52-60. doi.org/10.1177/1044207317702070

Blaauw GJ. Driving Experience and Task Demands in Simulator and Instrumented Car: A Validation Study. 1982;(24):473-486. doi: 10.1177/001872088202400408

Brasil. Lei nº 9.503, de 23 de setembro de 1997. Institui o Código Brasileiro de Trânsito. *Diário Oficial da União*, Brasília (1997 set. 24); Sec.1:21201

Campos MF, Ribeiro AT, Listik III S, Pereira CAB, Sobrinho JA, Rapoport A. Epidemiologia do traumatismo da coluna vertebral. *Rev. Col. Bras. Cir.* 2008; 35(2). doi. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69912008000200005>

Classen S, Akinwuntan AE. Driving simulation for assessment, intervention and training. Bethesda/MD USA: AOTA Press; 2017. Capítulo 9, Validity and reliability in driving simulation; p.95-103.

Classen S, Dickerson AE, Rosenthal TJ. Driving simulation for assessment, intervention and training. Bethesda/MD USA: AOTA Press; 2017. Capítulo 2 “Terminology and Taxonomy of Terms for Driving Simulation” p. 13-26.

Classen S. Driving simulation for assessment, intervention and training. Bethesda: AOTA Press; 2017; p. 368.

Classen S, Dickerson AE, Justiss MD. Occupational therapy driving evaluation: Using evidence-based screening and assessment tolls. In. McGuire, M.J., Schold-Davis, E. Driving and community mobility: Occupational therapy across the lifespan. Bethesda: AOTA Press; 2012. pp. 221-277.

CONTRAN, Conselho Nacional de Trânsito. Resolução 543. Altera a Resolução CONTRAN nº168 que trata das normas e procedimentos para a formação de condutores de veículos automotores e elétricos. 2015 [citado 11 jan. 2018] Disponível em: www.denatran.gov.br/resoluções

Contardi S, Pizza F, Sancisi E, Mondini S, Cirignotta F. Reliability of a driving simulation task for evaluation of sleepiness. Brain Research Bulletin. 2004;63 :427–31. doi:10.1016/j.brainresbull.2003.12.016

CREMESP, Conselho Regional de Medicina do Estado de São Paulo. Manual de medicina de tráfego. São Paulo: CREMESP; 2003.

Da Silva RC. Análise de alguns indicadores de risco de doenças crônicas em indivíduos lesados medulares praticantes de exercício físico. [Dissertação]. São Paulo: USP FCF-FEA-FSP; 2003.

DENATRAN - Departamento Nacional de trânsito. [denatran.gov.br]. Frota de veículos em 2017; 2017 [citado 27 dez. 2017]. Disponível em <http://www.denatran.gov.br/index.php/estatistica/610-frota-2017>

DENATRAN, Departamento Nacional de trânsito. Resolução 267. Dispõe sobre o exame de aptidão física e mental, a avaliação psicológica e o credenciamento das entidades públicas e privadas de que tratam o art. 147, I e §§ 1º a 4º e o art. 148 do Código de Trânsito Brasileiro. 2008 [citado 02 jan. 2018]. Disponível em: www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/RESOLUCAO_CONTRAN_267.pdf

DETRANSP, Departamento de trânsito do Estado de São Paulo. [www.detran.sp.gov.br]. Passo a passo para primeira habilitação; 2015 [citado 02 jan. 2018]. Disponível em: <http://www.detran.sp.gov.br/wps/wcm/connect/portaldetran/detran/sa-cnh-habilitacao/sa-servicosonline/sa-permissao/sa-primeira+habilitacao+-+permissao+para+dirigir/6d78681f-47f5-47b8-97ed-08979f2dcabd>

Dias JA, Ovando AC, Kulkamp W, Borges JNG. Força de preensão palmar: métodos de avaliação e fatores que influenciam a medida. *Revista Brasileira de Cineantropometria e Desempenho Humano*. 2010;12(3):209-216.

Dickerson JB, Smith ML, Benden ME, Ory MG. The association of physical activity, sedentary behaviors, and body mass index classification in a cross-sectional analysis: are the effects homogenous? *BMC Public Health*. 2011; (11):926-37.

Esser P, Dent S, Jones C, Sheridan BJ, Bradley A, Wade DT, Dawes H. Utility of the MOCA as a cognitive predictor for fitness to drive. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*. 2016;87(5):567-8. doi: 10.1136/jnnp-2015-310921.

Evans D, Akinwuntan AE. Driving simulation for assessment, intervention and training. Bethesda/MD USA: AOTA Press; 2017. Capítulo 12, Driving simulation as a clinical intervention; p.133-141.

Fambro DB, Koppa RJ, Picha D L, et.al. Driver braking performance in stopping sight distance situations. *Transportation Research Record*. 2000;1701:paper no.00-3251.

Fisher DL, Rizzo M, Caird JK, Lee JD. Handbook of driving simulation for engineering, medicine and psychology. New York: CRC Press; 2011. p. 752.

Fisher LD, Van Belle G. *Biostatistics*. John Wiley & Sons. New York; 1993.

Fleck SJ, Kraemer WJ. Fundamentos do treinamento de força muscular. Porto Alegre; 4ª edição; 2014.

Grealy MA, Johnson DA, Rushton SK. Improving cognitive function after brain injury: The use of exercise and virtual reality. *Arch Phys Med Rehabil*. 1999;80: 661-667.

Green M. How long does it take to stop? Methodological analysis of driver perception-brake times. *Transport Human Factors*. 2010; 2:195-216.

Greve JMD, Santos L, Alonso AC, Tate DG. Driving evaluation methods for able-bodied persons and individuals with lower extremity disabilities: a review of assessment modalities. *Clinics*. 2015; 70(9): 638–647. doi:10.6061/clinics/2015(09)08

Hegberg, A. Use of adaptive equipment to compensate for impairments in motor performance skills and client factors. In. McGuire, M.J., Schold-Davis, E. Driving and community mobility: Occupational therapy across the lifespan. Bethesda: AOTA Press; 2012. pp. 279-319.

Hoffman L, McDowd JM. Simulator driving performance predicts accident reports five years later. *Psychology and Aging*. 2010; 25(3):741-5.

Hollis AM, Duncanson H, Kapust LR, Xi PM, O'Connor MG. Validity of the minimal state examination and the Montreal cognitive assessment in the prediction of driving test outcome. *J Am Geriatr Soc*. 2015; 63(5):988-92. doi: 10.1111/jgs.13384.

Hou S, Rabchevsky AG. Autonomic Consequences of Spinal Cord Injury. *Comprehensive psychology*. 2014. 4(4):1419-53. Doi. 10.1002/cphy.c130045

Kamhi, A. Balancing Certainty and Uncertainty in Clinical Practice. *Language, Speech, and Hearing Services in Schools*. 2011;42:59-64. doi:10.1044/0161-1461(2009/09-0034)

Kan K, Schweizer TA, Tam F, Graham SJ. Methodology for functional MRI of simulated driving. *Medical Physics*. 2013; 40: 012301. doi: 0.1118/1.4769107

Kaptein N, Soesterberg ZG, Van Der Horst R. Driving Simulator Validity: Some Considerations. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*. 1996;1550:30-36. doi: <https://doi.org/10.3141/1550-05>

Kiyono Y, Hashizume C, Matsui N, Ohtsuka K, Takaoka K. Car-Driving Abilities of People With Tetraplegia. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*. 2001;82:1389-92.

Klimkeit EI, Bradshaw JL, Charlton J, Stolwyk R, Georgiou-Karistianis N. Driving ability in Parkinson's disease: Current status of research. *Neurosci Biobehav Rev*. 2009;33(3):223-31. doi:10.1016/j.neubiorev.2008.08.005.

Kraft M, Amick MM, Barth JT, French LM, Lew HL. A review of driving simulator parameters relevant to the Operation Enduring Freedom/Operation Iraqi Freedom veteran population. *Am J Phys Med Rehabil*. 2010 Apr; 89(4):336-44.

Ku JH, Jang DP, Lee BS, Lee JH, Kim Y, Kim SI. development and Validation of Virtual Driving Simulator for the Spinal Injury Patient. *Cyberpsychology & Behavior*. 2002; 5(2).

Law M, Baum C. Evidence-Based Occupational Therapy. *Canadian Journal of Occupational Therapy*. 1998; 65(3): 31-135. doi doi.org/10.1177/000841749806500301

Lings S. Assessing driving capability: A method for individual testing The significance of paraparesis inferior studied in a controlled experiment. *Applied ergonomics*. 1991;22:75-84. doi:10.1016/0003-6870(91)90305-2.

Lings S, Dupont E. Driving with Parkinson's disease: A controlled laboratory investigation. *Acta Neurologica Scandinava*. 1992; 86(1):33-9.

Loeb HS, Kandadai V, McDonald CC, Winston FK. Emergency braking in adults versus novice teen drivers: Response to simulated sudden driving events. *Transportation Research Record*. 2015; 2516: 8–14. <http://doi.org/10.3141/2516-02>

Lora Warshawsky-Livne, David Shinar. Effects of uncertainty, transmission type, driver age and gender on brake reaction and movement time. *Journal of Safety Research*, 2002; 33:117–128.

Madeley P, Hulley JL, Wildgust H, Mindham RHS. Parkinson's disease and driving ability. *Journal of Neurology, Neurosurgery and Psychiatry*. 1990;53: 583–592.

Martin L, Audet T, Corriveau H, Hamel M, D'Amours M, Smeesters C. Comparison between younger and older drivers of the effect of obstacle direction on the minimum obstacle distance to brake and avoid a motor vehicle accident. *Accid Anal Prev*. 2010;42:1144-50.

Meikle B, Devlin M, Pauley T. Driving pedal reaction times after right transtibial amputations. *Arch Phys Med Rehabil.* 2006;87(3):390-394. doi:10.1016/j.apmr.2005.11.001.

Meng A, Sirén A. Cognitive problems, self-rated changes in driving skills, driving-related discomfort and self-regulation of driving in old drivers. *Accid Anal Prev.* 2012;49:322-329. doi:10.1016/j.aap.2012.01.023.

Michon JA. A critical view of driver behavior models: What do we know? What should we do? *Human Behavior and traffic safety.* New York: Plenum Press; 1985.

Miller JO, Low K. Motor processes in simple, go/no-go, and choice reaction time tasks: A psychophysiological analysis. *J Exp Psychol Hum Percept Perform.* 2001;27(2):266-289. doi:http://dx.doi.org/10.1037/0096-1523.27.2.266.

Murie-Fernandez M, Iturralde S, Cenoz M, Casado M, Teasell R. Driving ability after a stroke: Evaluation and recovery. *Neurol English Ed.* 2014;29(3):161-167. doi:10.1016/j.nrleng.2012.05.008.

Nas K, Yazmalar L, Şah V, Aydın A, Öneş K. Rehabilitation of spinal cord injuries. *World Journal of Orthopedics,* 2015;6(1); 8–16. <http://doi.org/10.5312/wjo.v6.i1.8>

Nasreddine ZS, Phillips NA, Bedirian V, Charbonneau S, Whitehead V, Collin I, Cummings JL, Chertkow H. The Montreal Cognitive Assessment, MoCA: a brief screening tool for mild cognitive impairment. *Journal of the American Geriatrics Society.* 2005;53(4):695–699.

Neter J, Kutner MH, Nachtsheim CJ, Li W. *Applied Linear Statistical Models.* 5th ed, Irwin, Chicago; 2005.

ONSV, Observatório Nacional de Segurança Viária [Internet]. Estatística de acidentes do trânsito; 2018 [citado em 27 jan. 2018]. Disponível em: <http://iris.onsv.org.br/iris-beta/#/stats/maps>.

Owsley C, Stalvey B, Wells J, Sloane ME. Older Drivers and Cataract: Driving Habits and Crash Risk. *The Journals of Gerontology*. 1999; A(54):M203-M211. doi.org/10.1093/gerona/54.4.M203

Pendleton H, Shultz-Krohn W. Spinal Cord injury. In L. W. Pedretti (Ed)., *Occupational Therapy: Practice skills for physical dysfunction*. St. Louis: Elsevier/ Mosby. 2013. p. 954-981.

Peters, B. Driving performance and workload assessment of drivers with tetraplegia: na adaptation evaluation framework. *Journal of Rehabilitation Research and Development*. 2001;38 (2):215-24.

Reitan RM. Validity of the Trail Making Test as an Indicator or Organic Brain Damage. *Percept Mot Skills*. 1958;8(3):271-6. doi.org/10.2466/pms.1958.8.3.271

Richter RL, Hyman WA. Driver's Brake Reaction Times with Adaptive Controls. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*. 1974;16(1):87-88. Doi. <https://doi.org/10.1177/001872087401600110>.

Robin JL, Knipling RR, Derrickson ML, Antonik C, Tidwell SA, McFann J. Truck simulator validation ("SimVal") training effectiveness study. *Proceedings of the 2005 Truck & Bus Safety & Security Symposium*; Alexandria/USA; 2005. p.475.

Salvia E, Petit C, Champely S, Chomette R, Di Rienzo F, Collet C. Effects of Age and Task Load on Drivers' Response Accuracy and Reaction Time When Responding to Traffic Lights. *Frontiers in Aging Neuroscience*. 2016;8:169. <http://doi.org/10.3389/fnagi.2016.00169>

Sami A, Najafi A, Yamini N, Moafian G, Aghabeigi MR, Lankarani K B, Heydari ST. Educational level and age as contributing factors to road traffic accidents. *Chinese Journal of Traumatology*; 2013. 16(5): 281-5. doi: doi.org/10.3760/cma.j.issn.1008-1275.2013.05.005

Schmidt RA, Wrisberg C. *Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema*. Porto Alegre: Artmed, 2001; p.352.

SIC, Sistema de Informação ao Cidadão [Internet]. Message to: Sileno Santos; Sistema e-SIC. 2017 fev. 24 [citado 24 fev. 2017]. [about 1 screen].

Sittapairoj T, Anthony CA, Rungprai C, Gao Y, Phisitkul P. Brake Reaction Time After Ankle and Subtalar Arthroscopy. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*. 2017;33:2231-2237.

Sung W-H, Chiu T-Y, Tsai W-W, Cheng H, Chen J-J. The effect of virtual reality-enhanced driving protocol in patients following spinal cord injury. *Journal of the Chinese Medical Association*. 2012;75:600-605.

Transportation Research Board. [www.trb.org]. Taxonomy and Terms for Stakeholders in Senior Mobility. Transportation Research circular Number E-C211. 2016 [citado 29 dez. 2017]. Disponível em: <http://onlinepubs.trb.org/Onlinepubs/circulars/ec211.pdf>

Unsworth CA, Robin K, Lovell RK, Terrington NS, Thomas SA. Review of tests contributing to the occupational therapy off-road driver assessment. *Australian Occupational Therapy Journal*. 2005; 52:57–74. doi/10.1111/j.1440-1630.2005.00456.x

Urry, J. The system of automobility. *Theory, Culture & Society*. 2004; 21(4/5):25–39. doi: 10.1177/0263276404046059

WHO, World Health Organization. Global status report on road safety. [http://www.who.int/]. Geneva, 2015 [citado: 27 dez. 2017]. Disponível em: http://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/en/

Yale SH, Hansotia P, Knapp D, Ehrfurth J. Neurologic conditions: Assessing medical fitness to drive. Clinical Medicine and Research. 2003;1:177-188.

10. ANEXOS

Anexo A. Questionário de avaliação inicial.

ANEXO I

QUESTIONÁRIO

- 1) Você toma algum remédio, faz algum tratamento de saúde?
SIM () NÃO ()
- 2) Você tem alguma deficiência física?
SIM () NÃO ()
- 3) Você já sofreu de tonturas, desmaios, convulsões ou vertigens?
SIM () NÃO ()
- 4) Você já necessitou de tratamento psiquiátrico?
SIM () NÃO ()
- 5) Você tem diabetes, epilepsia, doença cardíaca, neurológica, pulmonar ou outras?
SIM () NÃO ()
- 6) Você já foi operado?
SIM () NÃO ()
- 7) Você faz uso de drogas ilícitas ?
SIM () NÃO ()
- 8) Você faz uso não moderado de álcool?
SIM () NÃO ()
- 9) Você já sofreu acidente de trânsito?
SIM () NÃO ()
- 10) Você exerce atividade remunerada como condutor?
SIM () NÃO ()

Obs.: Constitui crime previsto no art. 299, do Código Penal Brasileiro, prestar declaração falsa com o fim de criar obrigação ou alterar a verdade sobre fato juridicamente relevante. Pena: reclusão de um a três anos e multa.

Local e data

Assinatura do candidato sob pena de
responsabilidade

Observações Médicas:

Assinatura do médico perito responsável

Anexo B. Tabela de avaliação clínica inicial.

Testes	Não alterado	Alterado
Andar para frente		
Andar para trás		
Ficar na ponta dos pés		
Andar na ponta dos pés		
Ficar nos calcanhares		
Andar nos calcanhares		
Fazer um agachamento		
Sentar-se em uma cadeira		
Levantar-se de um a cadeira		
Estender as mãos para frente com os dedos abertos		
Colocar a mão direita em cima da cabeça		
Colocar a mão esquerda em cima da cabeça		
Colocar a mão direita na parte de trás do pescoço		
Colocar a mão esquerda na parte de trás do pescoço		
Ficar de pé com os olhos fechados		
Bater palmas		
Realizar a manobra índex-nariz do lado direito		
Realizar a manobra índex-nariz do lado esquerdo		
Tamborilar ("tocar piano") na mesa		
Flexionar o tronco para frente		
Rodar o pescoço para a direita		
Rodar o pescoço para a esquerda		
Expor os membros		
Dinamometria manual (ver Nota a seguir)		
NOTA - Os padrões de dinamometria manual adotados pelo Código de Trânsito Brasileiro são de: <ul style="list-style-type: none"> - 20 kgf em cada mão, para categorias A e B - 30 kgf em cada mão, para categorias C, D e E 		

Anexo C. Itens de avaliação clínica de candidatos com deficiência física moderada ou grave.

Anamnese dirigida.

Anamnese	Braço		Mão		Perna		Pé		Coluna	Tronco
	D	E	D	E	D	E	D	E		
Paralisia										
Fraqueza muscular										
Dor										
Adormecimento										
Anestesia										
Formigamento										
Amputação										
Ombro sai do lugar										
Joelho sai do lugar										
Torcicolo freqüente										
Coluna trava										
Usa prótese										
Aparelho ortopédico										
Uso de	Bengala				Muleta				Cadeira de rodas	
Outra informação										

Inspeção estática.

Inspeção	MMII	MMSS	Tronco	Pelve
Atrofia muscular				
Uso de órteses				
Uso de próteses				
Movimentação reflexa				
Deformidades				
Tremor				
Claudicação				
Postura	Cifose	Escoliose	Lordose	

Anexo D. Itens de avaliação clínica de candidatos com deficiência física moderada ou grave (continuação).

Inspeção dinâmica

Inspeção	Normal		Alterada		Não consegue
Marcha para frente					
Marcha para trás					
Marcha lateral					
Marcha na ponta dos pés					
Marcha no calcanhar					
Encurtamento	MMIIE			MMIID	
Agachamento	Consegue			Não consegue	
Uso de meios auxiliares	Bengala	Muletas	Andador	Cadeira de rodas	

Força muscular.

MMII					
Força muscular	Normal		Diminuída		Grau
	D	E	D	E	
Flexão quadril (íliopsoas)					
Extensão do joelho (quadríceps)					
Extensão do joelho (isquiotibiais)					
Extensão do quadril (glúteo máximo)					
MMSS					
Adução do ombro (peitoral)					
Abdução do ombro (deltóide)					
Extensão do ombro (deltóide posterior)					
Flexão do ombro (deltóide anterior)					
Rotação interna do ombro (subescapular)					
Flexão do cotovelo (bíceps braquial e braquial)					
Extensão do cotovelo (tríceps braquial)					
Extensão do punho (extensores radial e ulnar)					
Flexão dos dedos e pinça (flexores dos dedos)					

Anexo D. Aprovação de pesquisa no comitê de ética da FMUSP.

APROVAÇÃO

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Medicina da Universidade de São Paulo, em sessão de 04/03/2015, **APROVOU** o Protocolo de Pesquisa nº **063/15** intitulado: **“DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO DE AVALIAÇÃO PARA CONDUTORES AUTOMOBILÍSTICOS QUE POSSUAM NECESSIDADES ESPECIAIS”** apresentado pelo Departamento de **ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA**

Cabe ao pesquisador elaborar e apresentar ao CEP-FMUSP, os relatórios parciais e final sobre a pesquisa (Resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/12, inciso IX.2, letra "c").

Pesquisador (a) Responsável: Julia Maria D' Andrea Greve

Pesquisador (a) Executante: Angelica Castilho Alonso

CEP-FMUSP, 06 de Março de 2015.

Prof. Dr. Paulo Eurípedes Marchiori
Vice-Coordenador
Comitê de Ética em Pesquisa

Anexo E. Termo de consentimento livre e esclarecido.

FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DO SUJEITO DA PESQUISA OU RESPONSÁVEL LEGAL

1. NOME:

DOCUMENTO DE IDENTIDADE Nº : SEXO : .M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO:/...../.....

ENDEREÇO Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE

CEP:..... TELEFONE: DDD (.....)

2.RESPONSÁVEL LEGAL

NATUREZA (grau de parentesco, tutor, curador etc.)

DOCUMENTO DE IDENTIDADE :SEXO: M ☐ F ☐

DATA NASCIMENTO.:/...../.....

ENDEREÇO: Nº APTO:

BAIRRO: CIDADE:

CEP: TELEFONE: DDD (.....).....

DADOS SOBRE A PESQUISA

1. TÍTULO DO PROTOCOLO DE PESQUISA: **Desenvolvimento de um modelo de avaliação para condutores automobilísticos que possuam necessidades especiais**

PESQUISADOR : SILENO DA SILVA SANTOS CARGO/FUNÇÃO: PESQUISADOR
INSCRIÇÃO CONSELHO REGIONAL DE EDUCAÇÃO FÍSICA Nº 7760G/SP

UNIDADE DO HCFMUSP: INSTITUTO DE ORTOPEDIA E TRAUMATOLOGIA

3. AVALIAÇÃO DO RISCO DA PESQUISA:

RISCO MÍNIMO ☒ RISCO MÉDIO ☐

RISCO BAIXO ☐ RISCO MAIOR ☐

4.DURAÇÃO DA PESQUISA: 24 MESES

**FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO-HCFMUSP**

Neste momento convidamos para sua participação como voluntário em uma pesquisa que tem o título: **Desenvolvimento de um modelo de avaliação para condutores automobilísticos que possuam necessidades especiais.**

Nesta pesquisa iremos analisar os principais componentes que envolvem o ato de dirigir (tempo de reação, força de prensão palmar, visão, audição, tempo num dado percurso e situações de direção em um simulador virtual.

Sua participação consiste em algumas etapas. Primeiramente iremos aplicar um questionário com algumas perguntas sobre seu histórico de direção e dados pessoais. Na sequência iremos medir o seu comprimento, seu peso, suas características de deficiência. Depois serão realizados dois testes em um simulador de direção virtual. O primeiro teste será do tempo de reação, onde você sentado em um simulador de direção tentará frear o veículo tão logo seja solicitado. O segundo teste consiste na avaliação de sua habilidade de dirigir em 8 situação críticas virtuais no simulador de direção.

Todos os procedimentos não oferecem nenhum tipo de desconforto ou risco para sua participação. Caso haja algum desconforto, cessaremos o teste imediatamente.

Participando deste estudo, você contribuirá para avaliarmos o perfil de condutores de automóveis com lesão medular que poderão proporcionar subsídios para discussões sobre melhorias das adaptações e segurança ao dirigir.

Em qualquer etapa do estudo, você terá acesso aos profissionais responsáveis pela pesquisa para esclarecimento de eventuais dúvidas. O principal investigador é a Dra JÚLIA MAIRA D'ANDRE GREVE que pode ser encontrada no endereço Rua Ovídio Pires de Campos, 333 2º. Andar, Laboratório de Estudo do Movimento (LEM), Telefone: 11-3069-6041. Se você tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, entre em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) – Rua Ovídio Pires de Campos, 225 – 5º andar – tel: 3069-6442 ramais 16, 17, 18 ou 20, FAX: 3069-6442 ramal 26 – E-mail: cappesq@hcnet.usp.br.

A qualquer momento você poderá deixar de participar do estudo, sem qualquer prejuízo à continuidade de seu tratamento neste hospital. As informações obtidas serão analisadas em conjunto com outras pessoas, não sendo divulgada a identificação de nenhum participante. Informamos ainda que a sua participação não envolve nenhum tipo de custo pessoal bem como nenhum tipo de pagamento. Não haverá nenhuma forma de indenização decorrente de qualquer tipo de acidente que venha a ocorrer quando de minha participação nesta pesquisa.

Acredito ter sido suficientemente informado a respeito das informações que li ou que foram lidas para mim, descrevendo o estudo “Desenvolvimento de um modelo de avaliação para condutores automobilísticos que possuam necessidades especiais”.

Eu discuti com o pesquisador responsável sobre a minha decisão em participar nesse estudo. Ficaram claros para mim quais são os propósitos do estudo, os procedimentos a serem realizados, seus desconfortos e riscos, as garantias de confidencialidade e de esclarecimentos permanentes. Ficou claro também que minha participação é isenta de despesas e que tenho garantia do acesso a tratamento hospitalar quando necessário. Concordo voluntariamente em participar deste estudo e poderei retirar o meu consentimento a qualquer momento, antes ou durante o mesmo, sem penalidades ou prejuízo ou perda de qualquer benefício que eu possa ter adquirido, ou no meu atendimento neste Serviço.

Assinatura do paciente/representante legal Data ____ / ____ / ____

Assinatura da testemunha _____ Data ____ / ____ / ____

para casos de pacientes menores de 18 anos, analfabetos, semi-analfabetos ou portadores de deficiência auditiva ou visual.

(Somente para o responsável do projeto)

Declaro que obtive de forma apropriada e voluntária o Consentimento Livre e Esclarecido deste paciente ou representante legal para a participação neste estudo.

Assinatura do responsável pelo estudo Data / /

Anexo F. Ficha de coleta de informações dos sujeitos da pesquisa.

FICHA DE INFORMAÇÕES

avaliado nº

Data Avaliação: / / Local Avaliação:

Nome Completo

Sexo

Nascto:

() Masc. () Fem.

/ /

Característica Deficiência

() Lesão Medular

() Paraplégica () Tetraplégica

() Completa

() Incompleta

Nível Lesão:

() Congênita () Adquirida Quando: / /

Idade quando sofreu a lesão:

Causa:

Meio utilizado para locomoção

() Cadeira de Rodas Tipo: () Manual () Elétrica () Muletas () Andador

tempo de lesão

Peso (Kg)

Comprimento (m)

Mão dominante

Nível de Educação

anos

() E () D

Utiliza óculos ou lentes

Utiliza aparelho auditivo

Motivo de digirir

() Sim () Não

() Sim () Não

1-Estudo 2-forma Trabalho 3- Esporte 4-Tratamentos – 5- Ir ao trabalho

Carta Válida até

Ano da 1ª Licença

Dirige a quantos anos

Dirigia antes da lesão?

/ /

() sim () não

Dirige atualmente

Qtde x que dirige semanalmente

Km por semana

Tipo de Câmbio

() sim () não

1x () 2x () 3x () 4x () 5x () 6x () 7x ()

() Manual () Automático

Acidentes 5 anos?

Multas nos últimos 5 anos

() sim () não

Quantos? Motivo: Motivo:

Motivo: Motivo:

MOCA

Alternative Trail Making

Cubo

Relógio

Animais

Atenção

Repetição Frase

Anexo G. Avaliação Cognitiva de Montreal (MOCA).

Nome: _____ Data de nascimento: _____
 MONTREAL COGNITIVE ASSESSMENT (MOCA) Escolaridade: _____ Data de avaliação: _____
 Versão Experimental Portuguesa Sexo: _____ Idade: _____ anos

VISUO-ESPACIAL / EXECUTIVA		Desenhar um RELÓGIO (onze horas e dez) (3 pontos)		Pontos				
[] []		[] [] []		___/5				
NOMEAÇÃO								
[]		[]		[] ___/3				
MEMÓRIA	Leia a lista de palavras. O sujeito deve repeti-las. Realize dois ensaios. Solicite a evocação da lista 5 minutos mais tarde.	Rosto 1º ensaio 2º ensaio	Veludo 1º ensaio 2º ensaio	Igreja 1º ensaio 2º ensaio	Malmequer 1º ensaio 2º ensaio	Vermelho 1º ensaio 2º ensaio	Sem Pontuação	
ATENÇÃO	Leia a sequência de números. O sujeito deve repetir a sequência em sentido directo [] 2 1 8 5 4 (1 número por segundo). O sujeito deve repetir a sequência em sentido inverso [] 7 4 2.						___/2	
Leia a série de letras. O sujeito deve bater com a mão (na mesa) cada vez que for dita a letra A. Não se atribuem pontos se ≥ 2 erros.								
[] FBACMNAAIKLBFAKDEAAAJAMOFAB								___/1
Subtrair de 7 em 7 começando no 100 [] 93 [] 86 [] 79 [] 72 [] 65 4 ou 5 subtrações correctas: 3 pontos; 2 ou 3 correctas: 2 pontos; 1 correcta: 1 ponto; 0 correctas: 0 pontos								___/3
LINGUAGEM	Repetir: Eu apenas sei que hoje devemos ajudar o João. [] O gato esconde-se sempre debaixo do sofá quando os cães entram na sala. []						___/2	
Fluência verbal: Dizer o maior número possível de palavras que comecem pela letra "P" (1 minuto). [] _____ (N ≥ 11 Palavras)								___/1
ABSTRACÇÃO	Semelhança p.ex. entre maçã e laranja = fruta [] comboio - bicicleta [] relógio - régua						___/2	
EVOCAÇÃO DIFERIDA	Deve recordar as palavras SEM PISTAS	ROSTO []	VELUDO []	IGREJA []	MALMEQUER []	VERMELHO []	Pontuação apenas para evocação SEM PISTAS	
Opcional	Pista de categoria							
	Pista de escolha múltipla							
ORIENTAÇÃO	[] Dia do mês (Data) [] Mês [] Ano [] Dia da semana [] Lugar [] Localidade						___/6	
Normal ≥ 26 / 30								
TOTAL Atribuir 1 ponto se o sujeito tem ≤ 12 anos de escolaridade								___/30

Anexo H. Teste neuropsicológico *Trail Making A*.

Anexo I. Teste neuropsicológico *Trail Making B*.

Anexo J. Gráficos de probabilidade normal construídos com o objetivo de avaliar a distribuição das variáveis altura, IMC, idade, peso, educação, experiência na direção, HD-D e HD-E e tempos de reação nos grupos.

Anexo K. Gráficos de resíduos obtidos no ajuste do modelo de regressão com tempo de reação médio como variável resposta.