



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

ERGONOMIA COGNITIVA DO USO DE RELÓGIO INTELIGENTE DURANTE
CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL: MOVIMENTO DOS OLHOS E
DESEMPENHO DE MOTORISTAS EXPERIENTES E NOVATOS

Gustavo de Andrade Silva

BAURU - SP

2018

GUSTAVO DE ANDRADE SILVA

**ERGONOMIA COGNITIVA DO USO DE RELÓGIO INTELIGENTE
DURANTE CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL: MOVIMENTO DOS
OLHOS E DESEMPENHO DE MOTORISTAS EXPERIENTES E NOVATOS**

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

BAURU - SP

2018

Silva, Gustavo de Andrade.

Ergonomia cognitiva do uso de relógio inteligente durante condução simulada de automóvel: movimento dos olhos e desempenho de motoristas experientes e novatos / Gustavo de Andrade Silva, 2018
134 f. : il.

Orientador: Dr. Sérgio Tosi Rodrigues

Dissertação (Mestrado)-Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2018

1. Ergonomia cognitiva. 2. Relógio inteligente. 3. Simulador de automóvel. 4. Freada. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

ATA DE DEFESA



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO DE GUSTAVO DE ANDRADE SILVA, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESIGN, DA FACULDADE DE ARQUITETURA, ARTES E COMUNICAÇÃO - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 30 dias do mês de agosto do ano de 2018, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Secretaria de Pós-Graduação/FC, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. SERGIO TOSI RODRIGUES - Orientador(a) do(a) Departamento de Educação Física / Faculdade de Ciências de Bauru - SP, Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI do(a) Departamento de Design / Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação - UNESP/ Campus de Bauru, Prof. Dr. RENATO DE MORAES do(a) Programa de Pós-graduação em Educação Física e Esporte / Universidade de São Paulo - Escola de Educação Física e Esportes de Ribeirão Preto - SP, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE MESTRADO de GUSTAVO DE ANDRADE SILVA, intitulada **ERGONOMIA COGNITIVA DO USO DE RELÓGIO INTELIGENTE DURANTE CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL: MOVIMENTO DOS OLHOS E DESEMPENHO DE MOTORISTAS EXPERIENTES E NOVATOS**. Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

Prof. Dr. SÉRGIO TOSI RODRIGUES

Prof. Titular LUIS CARLOS PASCHOARELLI

Prof. Dr. RENATO DE MORAES

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Sérgio Tosi Rodrigues (Presidente)
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho- UNESP.

Prof. Dr. Luís Carlos Paschoarelli
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita
Filho- UNESP.

Prof. Dr. Renato de Moraes
Universidade de São Paulo – USP.

RESUMO

O relógio inteligente é um novo tipo de eletrônico para o punho com funcionalidades idênticas as de um celular, que também é utilizado por motoristas durante a tarefa de condução do veículo, representando uma nova forma de distração do motorista, e risco aumentado de acidentes no trânsito; uma demanda da ergonomia cognitiva. O objetivo do presente estudo foi determinar o efeito do uso de relógio inteligente sobre motoristas experientes e novatos durante a condução simulada de automóvel, na tarefa de seguir o automóvel à frente, através da análise de movimento dos olhos, da cabeça e do desempenho na condução. Vinte motoristas experientes (EXP) e vinte motoristas novatos (NOV) realizaram a tarefa de seguir um carro à frente por um percurso de 2 km em quatro condições: somente seguir o carro (CAR), seguir o carro e receber uma notificação de texto no relógio inteligente (NOT), seguir o carro que freará de modo inesperado e brusco (FRE) e seguir o carro que freará de modo inesperado e brusco e, adicionalmente, receber uma notificação de texto (FNOT). Os dados do olhar, da cabeça e do desempenho na condução do automóvel foram submetidos à análise de variância de grupo (EXP, NOV) por condição de freada (CAR, FRE) por condição de notificação (NOT, FNOT) por tentativa (1, 2, 3). O desempenho da condução de veículo foi afetado pela freada do carro à frente e pelo uso do relógio inteligente ao receber notificação. Ao receber uma notificação no relógio, mudava-se o foco atencional do trânsito para realizar a leitura de texto, aumentando as chances de ocorrência de acidente. Experientes e novatos apresentaram diferentes estratégias para viabilizar a leitura do texto no relógio; experientes mostraram-se mais eficientes, mas ambos grupos desviaram o olhar da pista em detrimento da atenção, o que resultou em condição de risco.

Palavras chave: relógio inteligente, condução de automóvel, simulador, atenção, movimento dos olhos, freada, ergonomia cognitiva.

ABSTRACT

Smartwatch is a new kind of electronic to be worn on the wrist with features similar to those of mobile phones, they are also being used by drivers during their driving task, representing a new form of distraction for drivers and increasing chances of traffic accidents. The goal of this project is to determine the use effect of smartwatches on experienced and novice drivers while driving on a simulated driving task following a vehicle ahead, through the analysis of eye and head movement and driving performance in a driving simulator. Twenty experienced drivers (EXP) and twenty novice drivers (NOV) will follow a car ahead for 2 kilometers in four conditions: follow a car ahead (CAR), follow a car ahead and receive a text message notification on the smartwatch (NOT), follow a car ahead that brakes abruptly (FRE) and follow a car ahead and receive a text message notification on the smartwatch while the car ahead brakes abruptly (FNOT). The gaze, head movement and driving performance data will be subjected to group variance analysis (EXP, NOV), with or without braking (CAR, FRE), with or without smartwatch notification (NOT, FNOT) and by trial (1, 2, 3). The driver's performance showed to be affected by the car's ahead braking and by the use of smartwatch during reading tasks. Attentional focus was shifted away from the road to the smartwatch when drivers tried to perform the reading task, thus increasing the chances of an accident. Experienced and novice drivers used different strategies to perform the reading task while driving; experienced drivers were more efficient but both groups shifted their gaze away from the road in detriment of their attention to the traffic, which resulted in risk conditions.

Keywords: smartwatch, driving, driving simulator, attention, eye movement, braking, cognitive ergonomics.

DEDICATÓRIA

Dedico essa dissertação de
Mestrado a Airton, Rosania, Juliane e
ao Andrew, que sempre me incentivaram.

AGRADECIMENTOS

Ao longo dos meses de trabalho para conclusão desta dissertação de mestrado, muitas pessoas me ajudaram e, por menor que fosse sua contribuição, foram extremamente importantes e relevantes. Gostaria de agradecer imensamente:

À minha família: ao meu pai, Airton, à minha mãe, Rosania e minha irmã, Juliane, que sempre me incentivam a sonhar e, principalmente, realizar os meus sonhos.

Ao meu companheiro para a vida, Andrew, que mais do que ninguém me deu forças para continuar nos momentos difíceis, aguentou momentos de ansiedade e estresse com muito carinho e atenção e, principalmente, paciência.

Ao meu orientador Sérgio Tosi Rodrigues, pela confiança e por acreditar em meu trabalho, guiando-me ao longo destes meses, respeitando-me sempre como igual e me auxiliando inúmeras vezes a continuar evoluindo como pesquisador e como ser humano.

À empresa Alternativa Sistemas, e em especial ao Miguel Damasceno e Gustavo Lourenço, pela confiança, apoio e incentivo após meu ingresso na pós-graduação.

Aos meus amigos Larissa, Everton e Cesar, pelos bons momentos de descontração, pelas longas conversas e pela ajuda e apoio ao longo deste trabalho.

Aos colegas do Laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA) da UNESP Bauru, pelo auxílio, força e união.

A todos,
Muito obrigado!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. OBJETIVO	21
2.1. Objetivo Geral	21
2.2. Objetivos específicos	22
2.3. Justificativa	22
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	24
3.1. Ergonomia	24
3.1.1. Ergonomia Cognitiva	24
3.1.2. Interação Humano-Computador.....	26
3.3. Processamento de Estímulos Visuais.....	32
3.3.1. Movimento dos olhos.....	33
3.3.1.1. Fixações	35
3.3.1.2. Movimentos sacádicos.....	35
3.3.1.3. Movimento de perseguição de objetos	37
3.4. A tarefa de dirigir	37
3.4.1. Direção simulada de veículos automotores.....	39
3.4.2. Freada.....	40
3.5. Direção de veículo e relógios inteligentes.....	41
4. MATERIAIS E MÉTODO.....	46
4.1. Característica da Amostra.....	46
4.1.1. Participantes	46
4.1.2. Critério de inclusão	48
4.2. Materiais	49
4.2.1. Tarefa Primária: Condução de veículo - Hardware.....	49
4.2.2. Tarefa Primária: Condução de veículo – Software	51
4.2.3. Tarefa Secundária: Smartwatch – Hardware.....	51
4.2.4. Tarefa Secundária: Smartwatch – Software.....	52
4.2.5. Simulador de veículo	52
4.2.5.1. Configurações de ambiente.....	53
4.2.5.2. Cenários	53
4.2.6. Definições para o procedimento experimental.....	60
4.2.6.1. Condições da tarefa.....	60
4.2.7. Configuração do Relógio Inteligente	62
4.2.7.1. Comunicação e envio de mensagens do smartphone ao relógio inteligente.....	62

4.2.7.2.	Formato da mensagem de texto	63
4.2.8.	Procedimentos pré-tarefa	63
4.2.9.	Procedimentos durante a tarefa.....	65
4.3.	Tratamento e análise dos dados.....	67
4.3.1.	Tratamento de dados: simulador	68
4.3.2.	Tratamento de dados: filmagem	68
4.3.3.	Tratamento de dados: movimento dos olhos	70
4.3.4.	Análise dos dados.....	71
5.	RESULTADOS	75
5.1.	Desempenho na Leitura da Mensagem.....	75
5.2.	Freeda	75
5.3.	Desempenho na Condução.....	76
5.4.	Comportamento do Olhar.....	80
5.5.	Comportamento da Cabeça	84
6.	DISCUSSÃO	89
6.1.	Grupo	89
6.2.	Freeda	92
6.3.	Notificação.....	94
6.4.	Tentativa	96
7.	CONCLUSÕES	98
8.	REFERÊNCIAS	99
	APÊNDICE	105
	APÊNDICE I – Configuração de hardware e software.....	106
	APÊNDICE II – Método de randomização	115
	APÊNDICE III – Tabela das Variáveis com Fator Tentativa Significativo	118
	ANEXOS.....	121
	ANEXO I – Algoritmo para gerar as sequencias de tentativas	122
	ANEXO II – Formulário de seleção e classificação de participantes	124
	ANEXO III – Temo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	126
	ANEXO IV – Formulário de Caracterização de Participante.....	128
	ANEXO V – Formulário sobre experiência do participante no simulador	133

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Características de gênero e ofício dos participantes.....	47
Figura 2 -	Comparativo entre motoristas experientes e novatos quanto as suas experiências no trânsito.	48
Figura 3 -	Imagem do capacete do Eye Tracker ASL H6 da Applied Sciences Laboratories.	50
Figura 4 -	Estrutura montada do Cockpit com banco de couro reclinável e ajustável, o suporte para a televisão Samsung 46” e kit de acessório Gamer Logitech G27 acoplado ao Cockpit.	50
Figura 5 -	A: Roteador D-link 524G 54mb. B: Notebook Macbook Pro 13,3” Mid 2012 da fabricante Apple. C: Relógio inteligente Apple Watch Series 1 da fabricante Apple. D: Celular smartphone iPhone 5 16Gb da fabricante Apple..	51
Figura 6 -	A: Câmera DSLR Nikon D5100 da fabricante Nikon. B: Lente AF-S Nikkor DX 18-55mm 1:3.5-5.6G da fabricante Nikon. C: Microfone Direcional P2 Video Mic Go da Fabricante Rode.	52
Figura 7 -	A: Imagem da televisão Samsung de 46” exibindo a imagem do simulador. B: Tela de controle do pesquisador mais a tela de replicação da imagem que o participante vê na televisão. C: Imagem do olho do participante mais a replicação da tela que o participante está observando.	53
Figura 8 -	Imagem do cenário de familiarização 1 que foi utilizado pelos participantes.	55
Figura 9 -	Imagem do cenário de familiarização 2 que foi utilizado pelos participantes.	55
Figura 10 -	Vista aérea da pista dos cenários utilizados para cada uma das 4 condições de pesquisa. Tem-se as 6 pistas, sendo 3 faixas de cada lado da linha central de faixa dupla. A linha amarela indica o meridiano da via.....	56
Figura 11 -	Imagem do início das tentativas do procedimento experimental. Nas faixas à esquerda e à frente do participante estão os carros do primeiro fluxo de tráfico no mesmo sentido que o motorista dirigiu.	57
Figura 12 -	Imagem do início da tentativa. Tem-se o carro vermelho sedan estacionado há alguns metros de distância do motorista.	58
Figura 13 -	Momento em que o carro vermelho a frente freia e acendem as luzes traseiras sinalizando a parada abrupta.....	59
Figura 14 -	A: Características do filtro de áudio aplicado ao vídeo da filmagem da tentativa para visualizar o instante auditivo em que chegou a mensagem de texto no relógio do participante. B: Características do filtro de áudio aplicado ao vídeo da filmagem da tentativa para visualizar o instante auditivo em que o participante início e finalizou a leitura mensagem de texto no relógio do participante.	69
Figura 15 -	Comparativo entre os canais de áudio. A: Canal de áudio de uma tentativa sem filtro. B: Canal de áudio de uma tentativa com o filtro para realçar o instante da chegada da mensagem ao relógio inteligente. C: Canal de áudio	

de uma tentativa com o filtro para realçar o período em que o participante leu a mensagem de texto.	70
Figura 16 - Coordenadas de movimentação da cabeça em relação ao plano da televisão. 72	
Figura 17 - Lista das variáveis dependentes e independentes deste estudo.73	
Figura 18 - Delineamento do estudo para todas as condições CAR, NOT, FRE e FNOT e seus respectivos fatores.	74
Figura 19 - Tempo de resposta (s) nas condições FRE e FNOT de experientes e novatos.....	75
Figura 20 - Tempo para contato (s) nas condições FRE e FNOT de experientes e novatos.....	76
Figura 21 - Excesso de velocidade (%) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.	77
Figura 22 - Número de colisões (unidades) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.	77
Figura 23 - Desvio padrão da posição lateral do carro (m) do motorista nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	78
Figura 24 - Velocidade média (km/h) do carro do condutor nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	79
Figura 25 - Desvio padrão da velocidade média (km/h) do carro do condutor nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.	79
Figura 26 - Duração total das fixações (s) dentro nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	80
Figura 27 - Duração total das fixações (s) fora nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	81
Figura 28 - Número de fixações (unidades) dentro para as condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.	81
Figura 29 - Número de fixações (unidades) fora nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	82
Figura 30 - Duração média das fixações (s) dentro nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	83
Figura 31 - Duração média das fixações (s) fora nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	84
Figura 32 - Variância da cabeça na posição x (cm) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	85
Figura 33 - Variância da cabeça na posição y (cm) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	85
Figura 34 - Variância da cabeça na posição z (cm) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	86
Figura 35 - Variância da cabeça no ângulo azimutal (graus) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	87

Figura 36 - Variância da cabeça no ângulo de elevação (graus) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	87
Figura 37 - Variância da cabeça no ângulo de torção (graus) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.....	88
Figura 38 - Imagem do capacete do Eye Tracker ASL H6 da Applied Sciences Laboratories.	108
Figura 39 - Imagem do software ASL Eye Tracker 6000 mostrando o painel de controle (superior esquerdo), o painel de ajustes de brilho e contraste da câmera responsável pela captura do movimento dos olhos (centro acima) o painel (inferior direito) que mostra em tempo real o olho do participante com as marcações das linhas de detecção da pupila e da córnea do olho (esquerda) e a cena que ele está observando na televisão Samsung 46" (direita).	109
Figura 40 - Esquema mostrado pelo software de Painel de Controle da placa de vídeo Nvidia, mostrando as 5 conexões de saída (3 Display Port, 1 HDM e 1 DVI) e o nome do monitor que está conectada aquela conexão. Observa-se na imagem o Monitor Dell de 19", a televisão Samsung de 46", o monitor Samsung de 15" e o cabo de 10 metros que se conecta no Splitter de vídeo.....	110
Figura 41 - A: Imagem da televisão Samsung de 46" exibindo a imagem do simulador. B: Tela de controle do pesquisador mais a tela de replicação da imagem que o participante vê na televisão. C: Imagem do olho do participante mais a replicação da tela que o participante está observando.	111
Figura 42 - Estrutura montada do Cockpit com banco de couro reclinável e ajustável, o suporte para a televisão Samsung 46" e kit de acessório Gamer Logitech G27 acoplado ao Cockpit.	111
Figura 43 - A: Roteador D-link 524G 54mb. B: Notebook Macbook Pro 13,3" Mid 2012 da fabricante Apple. C: Relógio inteligente Apple Watch Series 1 da fabricante Apple. D: Celular smartphone iPhone 5 16Gb da fabricante Apple.	112
Figura 44 - A: Câmera DSLR Nikon D5100 da fabricante Nikon. B: Lente AF-S Nikkor DX 18-55mm 1:3.5-5.6G da fabricante Nikon. C: Microfone Direcional P2 Video Mic Go da Fabricante Rode.	113

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 -	Caracterização do perfil da amostra por grupo.....	47
TABELA 2 -	Delineamento experimental do estudo, especificando as condições, grupos e tentativas.	61
TABELA 3 -	Critérios de seleção dos dados coletados no simulador para análise temporal.	68
TABELA 4 -	Nomeação das condições de direção para cada grupo para gerar conjuntos de sequência de condição de forma aleatória pelo algoritmo. 116	
TABELA 5 -	Exemplo da tabela de tentativas para o procedimento de randomização. Mostra-se as 6 primeiras linhas da tabela. Na tabela, tem-se tentativas (T) para cada um dos participantes (P) da pesquisa. Os números de 1 a 12 representam os códigos para as possíveis condições e suas repetições. 117	
TABELA 6 -	6 primeiras linhas da tabela de sequencias para cada participante. Tabela das tentativas (T) para cada um dos participantes (P)...	117

LISTA DE ABREVIATURAS

ANATEL	Agência Nacional de Telecomunicações
ANOVA	Análise de Variância
ASL	Applied Science Laboratories
CAAE	Certificado de Apresentação para Apreciação Ética
CAR	Condição de Pesquisa Seguir Carro a Frente
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CTB	Código de Trânsito Brasileiro
CNH	Carteira Nacional de Habilitação
DVI	Digital Visual Interface
EXP	Experiente
FNOT	Condição de Pesquisa com Freada e Notificação
FRE	Condição de Pesquisa com Freada
HDMI	High Definition Multimedia Interface
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IEA	International Ergonomics Association
IHC	Interação Humano Computador
LCD	Liquid Crystal Display
LIVIA	Laboratório da Informação, Visão e Ação
LSD	Least Significant Difference
NOT	Condição de Pesquisa com Notificação
NOV	Novato
PIB	Produto Interno Bruto
TCLE	Termo de Compromisso Livre e Esclarecido
TTC	Time to Contact
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
VGA	Video Graphics Array

1. INTRODUÇÃO

A crise econômica entre 2014 e 2016 afetou diversos setores da economia; segundo Castro (2017), entre abril de 2014 e dezembro de 2016 o Produto Interno Bruto (PIB) do Brasil apresentou quedas contínuas chegando a 8,1% em 2016.

Antes de ingressar nesta crise econômica, o Brasil passou por anos prósperos os quais incentivaram o brasileiro a adquirir bens como carros e motos. Entretanto, e ao mesmo tempo, com a infraestrutura limitada e o aumento do fluxo de veículos notou-se um crescimento de engarrafamentos históricos, como aquele registrado na cidade de São Paulo em 2014 no qual a Companhia de Engenharia e Tráfego de São Paulo (CET-SP) registrou 344km de congestionamento (CORDEIRO, 2018). Além disso, aumentou-se o número de acidentes no trânsito. Ainda, na última década, houve o barateamento de aparelhos de telefonia móvel, o qual contou com incentivos fiscais promovidos pelo governo federal que estimularam o brasileiro a deixar de comprar o seu primeiro computador pessoal para adquirir o seu primeiro celular smartphone. Este aparelho revolucionou a forma como as pessoas interagem com as outras e com o mundo, permitindo-as consumir informação dos quatros cantos do planeta em suas mãos, mas este aparelho revolucionário se tornou também um dos vilões no trânsito devido ao seu uso durante a condução do automóvel. Ademais, com a possibilidade de se fazer chips processadores de dados cada vez menores e com a evolução da tecnologia, o smartphone não é mais o único eletrônico pessoal que pode causar efeito distrator nos motoristas; hoje temos tablets, centrais multimídias nos carros e os recém-chegados relógios inteligentes.

Os relógios inteligentes ou *smartwatches*, como também são conhecidos em seu termo na língua inglesa, possibilitaram nova forma das pessoas interagem com dispositivos eletrônicos. As funcionalidades deste aparelho eletrônico de pulso assemelham-se aquelas essenciais presentes em um celular smartphone, mas ao invés de ter uma relação passiva, na qual o usuário passa a ter controle e domina o momento de interação com o celular, tem-se agora um processador de dados trabalhando de forma ativa, acoplado

diretamente ao punho de seu usuário, coletando dados em tempo real de frequência cardíaca ou ainda guiando um trajeto e contando passos percorridos dentre outras funcionalidades.

Silva et al. (2016) e Samost et al. (2015) fazem analogia dos relógios inteligentes com relógios utilizados em filmes antigos de ficção científica, os quais já estão disponíveis as pessoas de forma geral. Samost et al. (2015) lista o acesso a notificações, instruções de navegação e a habilidade de fazer ligações, enviar mensagens de texto e pesquisar na internet através de comandos de voz como os principais atributos de venda desses aparelhos, mas os pesquisadores advertem que estas facilidades são, ao mesmo tempo, o ponto principal de preocupação quando utilizadas no trânsito por motoristas.

Não há muitos estudos sistemáticos sobre relógios inteligentes, mas a empresa de consultoria Canalys (2018) divulgou que as vendas de relógios inteligentes da fabricante Apple superaram as vendas de toda a indústria de vendas de relógios suíços no último trimestre do ano de 2017, colocando uma fabricante de produtos eletrônicos e seu relógio inteligente como um dos mais vendidos no mundo todo.

A possível distração causada por equipamentos eletrônicos já é uma preocupação dos órgãos de segurança brasileiros, entretanto, ainda não há regulamentação para todos os tipos possíveis de eletrônicos que poderiam causar falta de atenção no trânsito.

De acordo com os dados abertos do Departamento de Polícia Rodoviária Federal do Ministério da Justiça e Segurança Pública (2018), em seu relatório anual de acidentes e infrações no trânsito, somente em 2017 ocorreram nas estradas federais 89.396 acidentes de diversos tipos e, desses, 34.439 foram classificados como acidentes causados pela falta de atenção do condutor do veículo. Esse número de acidentes representa 38,5% de todos os acidentes nas rodovias federais brasileiras e aumentou 11,1% em relação ao ano de 2016. Desses 38,5% de acidentes causados por distrações, 4% resultaram em vítimas fatais.

Dados sobre os smartphones evidenciam a adoção e popularidade da aquisição de equipamentos eletrônicos portáteis e de uso pessoal no Brasil. De acordo com o relatório de abril de 2017 da Agência Nacional de Telecomunicações (ANATEL, 2017), há no Brasil mais de 242 milhões de linhas

ativas, enquanto que a projeção para o ano de 2017 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017) apontou para uma população de 207 milhões de brasileiros. A CNova Marketplace (2016) afirma que 91% da população brasileira possui um celular e, desses, 56% possuem um celular do tipo smartphone.

O aumento no número de celulares smartphones no Brasil não modificou somente os hábitos de acesso à internet ou de comunicação dos brasileiros, mas também alterou a forma como esta nação sul-americana se comporta no trânsito utilizando esse tipo de equipamento eletrônico. Há evidências na literatura que mostram a forte influência deste equipamento eletrônico no trânsito, como indica a revisão de Caird et al. (2007) que contempla análise de 22 estudos. Segundo Caird et al. (2007), este dispositivo aumenta o tempo de reação dos motoristas, o que pode causar acidentes.

Há preocupação com a distração causada por este aparelho e por isso, o Código de Trânsito Brasileiro (CTB) permite a aplicação de multa e pontuação na Carteira Nacional de Habilitação (CNH) através do artigo 252 da Lei nº 9.503 de setembro de 1997 e que em 2016 foi modificado pela lei nº 13.281 de 2016, alterando esta infração de média para gravíssima e aumentando também o valor da multa.

Se por um lado o CTB já pune os infratores, por outro não se encontra periodicamente relatórios de órgãos públicos contendo estatísticas sobre a relação entre o uso do smartphone ou outros tipos de dispositivos eletrônicos durante a condução de um veículo com acidentes no trânsito. Todavia, a Companhia de Tráfego e Engenharia (CET) da cidade de São Paulo registrou aumento de 30% na aplicação de multas desta categoria no comparativo entre os anos de 2014 e 2016 (período de janeiro a julho). O relatório de Fatos e Estatísticas no Trânsito (CET-SP, 2011) registrou que as infrações causadas pelo uso do celular foram responsáveis por 4,9% dos acidentes na cidade de São Paulo naquele ano.

Enquanto ainda buscamos controlar, punir e aplicar multas no uso do smartphone para evitar acidentes, a tecnologia já inovou mais uma vez e criou outros dispositivos eletrônicos com funções próximas as de um celular do tipo smartphone para consumir a enorme quantidade de informação gerada pelos milhares de canais de conteúdo provenientes da internet. Dentre estes, os

relógios inteligentes já ganharam popularidade e uma boa aceitação mercadológica por possuírem forma idêntica à de um relógio de pulso digital comum e um grande poder de processamento, câmera, microfone e altofalantes diminutos, permitindo ao seu usuário acessar a internet, receber notificações de diversos aplicativos como e-mail, redes sociais e, até mesmo, fazer e receber ligações (SILVA et al., 2016).

Os relógios inteligentes, em sua grande maioria, são dependentes de um celular smartphone; os dois dispositivos permanecem em comunicação constante, recebendo e repassando dados provenientes dos mais diversos tipos de aplicações. Assim, estes relógios podem e já são utilizados como uma nova forma de consumir dados digitais ao volante; a legislação atual ainda não prevê punição ou infração no trânsito para o uso deste eletrônico durante a condução de um automóvel.

Os milhões de unidades vendidas deste tipo de relógio, que foi lançado em 2014 (PRADHAN e SUJATMIKO, 2014), alertam para a sua popularização e, conseqüentemente, para necessidade de avaliar e compreender a relação deste novo dispositivo com o seu usuário. Em particular, é necessário conhecimento sobre como este novo dispositivo eletrônico pode influenciar a atenção de motoristas durante a condução de automóvel, afetando seu desempenho e aumentando risco de acidentes. Há poucos estudos que investigaram a relação entre relógios inteligentes e a direção de automóvel. Estudos pioneiros foram desenvolvidos nos Estados Unidos da América (SAMOST et al., 2015) e no Canadá (GIANG e HOEKSTRA-ATWOOD e DONMEZ, 2014; GIANG et al., 2015; GIANG e HOEKSTRA-ATWOOD e DONMEZ, 2017); este último país já iniciou a discussão sobre o tema de forma pública, na busca de regulamentar o seu uso no trânsito.

Buscou-se neste estudo, identificar se os relógios inteligentes causam algum efeito distrator em motoristas durante a condução de veículo automotor. A partir da análise de movimentos dos olhos pode-se identificar a direção do olhar e verificar qual objeto de interesse que uma pessoa está “investindo” tempo de sua atenção; em situações de risco identificar o foco atencional pode ser crucial para evitar acidentes, por exemplo, determinando a atenção visual de um indivíduo a fim de compreender sua demanda cognitiva e sua demanda visual para adquirir informação. A fixação do olhar em uma determinada direção pode

ser compreendida como foco atencional e por conseguinte, a demanda cognitiva direcionada aquela direção.

O comparativo entre motoristas experientes e novatos se faz necessário pois os primeiros utilizam estratégias bem definidas e organizadas para adquirir informação no momento certo e de forma correta para antecipar e prevenir riscos de acidentes no trânsito. Ao estudar o comportamento do olhar, seu desempenho ao volante, por exemplo, e suas estratégias, cria-se a possibilidade de replicação as quais poderão ser ensinadas aos novatos para que eles atinjam o mesmo desempenho em dirigir que um motorista experiente a partir de um método de treinamento. A literatura sugere que tanto o processamento visual quanto o desempenho na condução de veículo automotor, são mais eficientes para motoristas experientes; os novatos tem menor comprometimento visual e motor a medida em que se aumenta a complexidade da tarefa e da sobrecarga cognitiva e atencional. Assim, este estudo almeja identificar como o uso do relógio inteligente pode afetar a condução de veículos por motoristas brasileiros, experientes e novatos, utilizando conceitos teóricos da ergonomia cognitiva e do comportamento perceptivo-motor dos seres humanos para compreender este fenômeno.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Determinar o efeito da leitura de mensagem de texto em relógio inteligente sobre motoristas experientes e novatos durante a condução simulada de automóvel, na tarefa de seguir o automóvel à frente, através da análise de movimento dos olhos, da cabeça e do desempenho na condução de veículos.

2.2. Objetivos específicos

- Analisar o comportamento dos olhos e da cabeça de motoristas experientes e novatos durante a condução simulada de automóvel, na tarefa de seguir o automóvel à frente, com uso simultâneo do relógio inteligente;
- Analisar o desempenho de motoristas experientes e novatos durante a condução simulada de automóvel, na tarefa de seguir o automóvel à frente, com uso simultâneo do relógio inteligente;
- Determinar os efeitos da ação de freada abrupta e do recebimento de notificação no relógio inteligente a ser lida sobre a condução de automóvel de motoristas experientes e novatos durante a condução simulada de automóvel, na tarefa de seguir o automóvel à frente;
- Determinar o efeito da experiência em conduzir veículos sobre a condução simulada de automóvel com uso simultâneo do relógio inteligente.

2.3. Justificativa

Os dispositivos eletrônicos são parte da vida do brasileiro e alteraram a forma como nos comunicamos e interagimos com o mundo. Os relógios inteligentes são uma nova forma de interagir e mesclar o mundo virtual com o real. Por mais que o telefone celular smartphone seja similar em diversos aspectos ao relógio inteligente, este aparelho eletrônico para o punho tem o diferencial de estar atrelado a uma parte do corpo de seu usuário durante todo o tempo.

As formas de alerta de notificação que o relógio possui são concorrentes; uma mesma notificação alerta o usuário ao mesmo tempo através da iluminação da tela, de um som característico e de um padrão de vibração no punho. Dessa forma, o alerta multisensorial tende a potencializar o desvio da atenção do usuário e instigar psicologicamente sua curiosidade sobre o conteúdo recebido no dispositivo de punho.

De modo similar ao efeito distrator do uso de celulares smartphones observado na condução de automóvel, o qual permitiu a criação de uma lei federal, há a necessidade de investigação e análise das peculiaridades do

recebimento de notificação deste novo equipamento eletrônico e seus efeitos sobre a atividade de direção. O conhecimento científico deve embasar a criação de mecanismos de melhoramento e segurança de sua interface, com possibilidades de alerta aos riscos aos quais condutores estão expostos, assim como conscientização a respeito dos perigos causados pelo uso do relógio inteligente pelos aprendizes durante suas aulas de autoescola. Adicionalmente, este estudo visa compreender o comportamento de motoristas brasileiros, os quais pouco tem sido sistematicamente investigados, com vistas a fundamentar com dados científicos as propostas de melhoria da legislação brasileira e criar políticas públicas de segurança e conscientização em território nacional.

3. REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura do presente estudo envolveu os temas da ergonomia, de modo geral, e da ergonomia cognitiva, em particular, da visão, com ênfase nos movimentos dos olhos e seus aspectos atencionais e da tarefa de dirigir, destacando o ambiente simulado, e os efeitos do uso do relógio inteligente, conforme descritos a seguir.

3.1. Ergonomia

3.1.1. Ergonomia Cognitiva

A ergonomia é uma ciência que estuda a interação entre o homem, o seu trabalho e o seu ambiente e, neste contexto, propõe garantir segurança ao trabalhador, além de conforto e eficácia das atividades por ele realizadas. A Associação Internacional de Ergonomia (IEA - *International Ergonomics Association*) apresenta a seguinte definição:

“A Ergonomia (ou Fatores Humanos) é uma disciplina científica relacionada ao entendimento das interações entre os seres humanos e outros elementos ou sistemas, e à aplicação de teorias, princípios, dados e métodos a projetos a fim de otimizar o bem-estar humano e o desempenho global do sistema.”

Este campo de pesquisa preocupa-se com o bem-estar do trabalhador na interação do sistema homem-máquina-ambiente, cujos elementos interagem entre si. Segundo Lida (2005), a ergonomia visa diminuir as situações nocivas ao trabalhador reduzindo sua fadiga, estresse, erros e acidentes à medida que propicia satisfação, segurança e saúde no ambiente de trabalho. Portanto, objetiva-se a adaptação do sistema ao homem, permitindo que este adquira eficácia ao realizar a requerida tarefa.

Os ramos de atividade nos quais um ergonomista pode atuar, se dividem em três especialidades: a Ergonomia Física caracteriza-se pelo estudo da anatomia humana, bem como a sua fisiologia, antropometria e biomecânica na sua relação com as atividades físicas; a Ergonomia Cognitiva caracteriza-se pelo estudo das atividades mentais tais com a memória, percepção, resposta motora e raciocínio em situações de relacionamento entre pessoas e com sistemas; a Ergonomia Organizacional caracteriza-se pelo estudo da otimização dos sistemas sócio técnicos incluindo também as estruturas organizacionais, políticas e de processos.

O ramo da ergonomia cognitiva estuda a fase de processamento de dados de um indivíduo na qual ocorrem diversos processos mentais, como a percepção, memória, raciocínio e as respostas motoras geradas. Este campo de estudo baseia-se na área da Psicologia Cognitiva. De acordo com Sternberg e Sternberg (2011), a psicologia cognitiva é o estudo de como as pessoas percebem, aprendem, lembram e pensam sobre as informações que foram expostas.

Desse modo, há interesse em investigar as relações humanas com sistemas, sejam eles quais forem, que exijam carga mental de trabalho, tomada de decisão, memória, estresse, interação humana com sistemas computacionais e treinamento (IIDA e BUARQUE, 2016; MORAES e MONT'ALVÃO, 2012; HOLLANGNEL, 1997).

Pode-se fazer uma analogia entre a forma como os computadores funcionam e a forma como os seres humanos processam mentalmente as informações adquiridas. Assim como os computadores, o ser humano é um processador de dados extremamente complexo: recebe-se informação do ambiente, há um processamento desses dados e a partir deles gera-se algum resultado. O ser humano recebe dados através de estímulos do ambiente sob a forma de energias e substâncias químicas (IIDA e BUARQUE, 2016); esses dados são encaminhados ao sistema nervoso central, os quais são processados e transformados em algum tipo de resultado. Esse resultado pode ser a movimentação de algum músculo para gerar algum movimento ou ter essa informação armazenada sob a forma de memória, por exemplo.

Hollangnel (1997) define a ergonomia cognitiva como a mudança de foco da forma que o ser humano age para a forma como o ser humano pensa, e,

especialmente, como as pessoas mantêm controle sobre o seu trabalho. O pesquisador é enfático em afirmar que, nesta área do conhecimento, não se tenta compreender a natureza da cognição humana, mas descrever como este processamento mental afeta o trabalho e como o trabalho é afetado por ele.

Para Corrêa e Boletti (2015), após a Segunda Guerra Mundial, eclodiu o intercambio cognitivo entre homem e máquina a qual exigiu um esforço cognitivo significativo afim de permitir que o trabalhador pudesse operar botões e interpretar mostradores, supervisionar ou tomar decisões importantes dentre outras atividades. Segundo esses autores, a ergonomia cognitiva é, portanto, o estudo da cognição humana e como ela afeta e é afetada pelos processos de trabalho, buscando solucionar problemas nesta relação e atendendo as necessidades dos usuários.

Nas últimas décadas alterou-se a forma como o ser humano realiza o seu trabalho. Se em um determinado momento as pessoas trabalhavam e faziam esforços físicos, atualmente a carga de trabalho deixou de ser exclusivamente física para se tornar mental. Este processo se deu através da evolução tecnológica e industrial para produção e uso de equipamentos e computadores eletrônicos, os quais hoje fazem parte do cotidiano das pessoas e estão presentes em suas casas, bolsos e até mesmo punho.

Assim, com a mudança das relações entre trabalhador e trabalho, tornou-se relevante investigar como este esforço mental afeta o trabalho e, principalmente, como as características da cognição humana afetam a qualidade do trabalho (CORRÊA e BOLETTI; HOLLANGNEL, 1997).

Portanto, a ergonomia cognitiva visa compreender os processos cognitivos relacionados à realização de tarefas do cotidiano das pessoas. Estes processos envolvem a percepção, a memória de curto e longo prazo, as estratégias para realizar operações e a atenção; são processos relevantes para perceber, armazenar e recordar informações, o que possibilita compreender a demanda cognitiva necessária com a qual um ser humano realizará determinada tarefa (CARIZIO, 2016; CANÃS e WAERNS, 2001).

3.1.2. Interação Humano-Computador

O conceito de interface está hoje associado a questões visuais e de estética, o que remete o tema ao trabalho de designers em produzir componentes gráficos como menus, barras, ícones, dentre outros, os quais são visualmente modernos e mais belos. Mesmo assim, o significado de interface vai além do contexto visual e está relacionado a como um ser humano interage com algum produto ou, mais especificamente para este trabalho, como ocorre a interação com um dispositivo eletrônico.

O estudo da interação entre máquinas computacionais e o homem através da interface de softwares é o foco de estudo da Interação Humano-Computador (IHC). Esta área tem como objetivo central compreender a relação e as formas de uso de sistemas computacionais por seres humanos. O termo referente à sigla IHC foi adotado a partir dos anos 80 para descrever um novo campo de estudo, com origem nos estudos da psicologia cognitiva e foco na pesquisa de interação com usuário (SANTA ROSA e MORAES, 2012).

Rocha e Baranauskas (2003) definem IHC como a disciplina que se preocupa com o design, a avaliação e a implementação de sistemas computacionais, os quais são interativos para uso humano e com o estudo dos principais fenômenos ao redor dele. Paschoarelli e Silva (2012) explicam IHC como a disciplina de estudo das interações entre os computadores e os homens, de tal maneira que o seu objetivo é adaptar as estruturas computacionais às características físicas e psicológicas do homem e, sendo assim, uma adaptação do conceito da Ergonomia. Portanto, a IHC é a forma de estudo sobre como as pessoas executam suas atividades de forma produtiva, com segurança e adquirindo satisfação e produtividade, através da interação dos componentes deste sistema.

O IHC preocupa-se ainda em produzir sistemas computacionais funcionais, seguros e usáveis à medida que estes sistemas de interação entre homem, hardware e software, sejam desenvolvidos considerando sua utilidade, efetividade e usabilidade. Assim, no advento da evolução computacional, tem-se novas tecnologias sendo incorporadas à construção de componentes de hardware, os quais permitem que as máquinas fiquem mais rápidas e com maior poder de processamento. Ao mesmo tempo, tem-se o refinamento de técnicas de produção de software, tornando-os mais robustos e os permitindo oferecer

diversas funcionalidades e possibilidades, como, por exemplo, o uso de técnicas de realidade virtual, inteligência artificial, conteúdo multimídia dinâmico.

Neste cenário, percebe-se que o avanço técnico-científico ocorre de forma exponencial com novas tecnologias e produtos com diversas aplicabilidades; no entanto, o ser humano tem uma adaptação muito lenta para com estas mudanças. De acordo com Norman (2012), a biologia e a psicologia humana não mudam muito com o avançar dos anos e, neste mesmo período, a tecnologia muda rapidamente.

Logo, a adaptação ao novo design ou a inclusão de vários usos ao design antigo de um sistema computacional pode causar um retrocesso ao invés de um progresso no que diz respeito à usabilidade e a interação do homem com o dispositivo eletrônico. Norman (2012) dá o exemplo dos relógios; há poucas décadas, eles eram simples e seu objetivo era de mostrar as horas. Ademais, tinham as funcionalidades de acertar o horário ou dar corda no relógio, operação feita através de um controle simples com uma haste conectada a uma coroa que girava para posicionar os ponteiros no mostrador de acordo com a número indicativo da hora e dos minutos. Atualmente, os relógios são movidos à bateria com duração limitada a poucos dias e suas funcionalidades são equivalentes ao de um smartphone, como ocorre com os relógios inteligentes. Nestes, porém, há uma tela menor que a de um aparelho celular e contando com uma complicação a mais, a coroa não é utilizada para acertar o horário, mas sim, para selecionar e manipular aplicativos do relógio.

Portanto, a Interação Humano-Computador possibilita que os sistemas computacionais sejam adaptados às condições e capacidades dos usuários específicos, para realizar tarefas específicas através desse sistema computacional. Por fim, o foco no desenvolvimento deste tipo de produto deve passar a satisfazer ao usuário e garantir uma boa experiência de usabilidade do referido sistema.

3.2. Processamento de Informação: Sensação, Percepção e Atenção

Quando se compra algum dispositivo eletrônico ele, geralmente, possui alguns softwares pré-instalados, com os quais pode-se realizar tarefas básicas e regulares. À medida em que temos necessidade de realizar novas e diferentes

tarefas, adquirimos novos programas ou aplicativos para estes eletrônicos para realizar essas novas atividades. Ampliando a analogia dos seres humanos com computadores, há o conceito de modelos mentais. Segundo Angeloni (2008), os modelos mentais são imagens, pressupostos e histórias que trazemos em nossas mentes acerca de nós mesmos, de terceiros, de objetos e diversos outros aspectos do mundo e da vida. Cybis, Betiol e Faust (2015) definem modelos mentais como a representação da realidade intimamente ligada aos conhecimentos adquiridos pelas pessoas sobre a função, estrutura e funcionamento das coisas. Modelos mentais podem ser compreendidos como dicionários individuais de cada ser humano, os quais são consultados através de processos cognitivos. No entanto, estes modelos são incompletos e dinâmicos, permitindo que novas situações ou experiências alterem ou atualizem alguma entrada desse dicionário intrínseco ao indivíduo.

O ser humano está sempre cercado de estímulos ambientais com os quais pode interagir, sejam eles oriundos de objetos, pessoas, o próprio ambiente ou dispositivos eletrônicos. Ao sentir esses estímulos, o indivíduo pode dar significado à informação adquirida, mediante processamento cognitivo.

Para que ocorra contato do estímulo com o corpo humano, há a necessidade estabelecer uma comunicação entre a fonte que gera o estímulo e o receptor (corpo humano) através de um meio transmissor.

Kroemer (2017) explica que os receptores de estímulos do corpo humano ao captar alguma informação, conduz esta ao sistema nervoso central que interpreta a informação recebida e escolhe realizar ou não uma ação. A seguir o sistema nervoso central gera um impulso apropriado e envia-o até aquele efetor que realizará aquela ação, esta ação entra em um processo cíclico que compara o efeito desta com o desempenho desejado e em caso de discrepância, a ação é revisada.

Grandjean e Kroemer (1997) classificam o desempenho mental em 3 tópicos os quais são, segundo o autor, importantes a ergonomia. São elas a captura de informação, a memória e a manutenção do estado de alerta.

O ato de sentir o estímulo é chamado de sensação. Este é o processo biológico pelo qual o corpo humano entra em contato com estímulos do ambiente e captura a informação disponível. Cybis, Betiol e Faust (2015) definem sensação como a resposta neurofisiológica a um estímulo sensorial. lida e

Buarque (2016) definem sensação como o processo biológico captado pelos receptores especializados dos órgãos sensoriais com os quais ocorrem a captura de estímulos, sendo eles sob a forma de luz, calor, pressão, movimento, partículas químicas, vibrações, entre outras. Após os estímulos serem captados pelos seus receptores especializados, eles são codificados em impulsos eletroquímicos e transmitidos ao sistema nervoso central, onde poderão ser ou não processados. Há quatro variáveis que influenciam no processo de captura de estímulos e na sua transformação em informação: a modalidade do estímulo – tipo de estímulo capturado pelos órgãos sensoriais, eles podem ser sob a forma de luz, calor e vibrações, por exemplo; Intensidade do estímulo – a intensidade pela qual um determinado estímulo foi sentido dentro dos limites mínimos e máximos dos órgãos sensoriais do ser humano; Duração do estímulo – período pela qual o estímulo foi sentido; localização espacial – localização espacial da fonte emissora do estímulo.

Após serem capturados e processados pelo sistema nervoso central, os estímulos podem ganhar algum significado, o qual é baseado nos modelos mentais de um indivíduo, definindo o processo cognitivo chamado de percepção. Para Grandjean e Kroemer (1997), esse processamento da informação capturada no ambiente consiste na combinação da nova informação com aquilo que já é sabido e está armazenado, sob a forma de memória, modelo mental etc, permitindo que esta associação seja a base para uma tomada de decisão.

Segundo Kroemer (2017), após perceber alguma informação, esta é enviada ao estágio de memória de curta duração e a seguir tem-se a etapa de decisão de resposta a qual, dependendo do desempenho da reação, é armazenada para ser reutilizada a longo prazo. Grandjean e Kroemer (1997) complementam afirmando que o processo de armazenamento de informação na memória é sujeito a emoção do momento da tomada de decisão e a informação armazenada tem alguma relevância frente aquelas que já estão na memória.

A percepção é definida por Cybis, Betiol e Faust (2015) como um conjunto de mecanismos de organização de sensações no qual a cognição se refere aos processos que visam interpretar e dar significado a essas sensações organizadas. Assim, a informação é detectada pela sensação, classificada e depois interpretada pelo sistema nervoso central.

lida e Buarque (2016) definem percepção como o resultado do processamento do estímulo sensorial, dando a essas informações um significado que pode ser comparado com alguma experiência anterior. Enquanto a sensação envolve apenas a captura de dados, a percepção é responsável pelo seu processamento, a partir do seu recebimento, reconhecimento e interpretação. Os resultados decorrentes do processamento são intrínsecos ao modelo mental disponível no indivíduo que recebeu um estímulo e este mesmo estímulo pode gerar resultados diferentes para pessoas diferentes.

Toda e qualquer atividade requer certa quantidade de esforço cognitivo. Supondo que o ser humano pode dispor de até 100% de sua carga cognitiva para a realização de uma determinada atividade, há a necessidade de compartilhar porções desta carga cognitiva entre as diversas tarefas com as quais os seres humanos entram em contato, mesmo em situações nas quais se executam tarefas diferentes ao mesmo tempo.

Dependendo do tipo da tarefa, de sua complexidade e da experiência prévia de um indivíduo com ela, aumenta-se ou diminui esta porção cognitiva disponível. Assim, para aumentar esta carga cognitiva para realizar com foco uma determinada tarefa de interesse, requer-se que o ser humano se concentre nesta tarefa. O ato de concentrar-se em uma determinada atividade que está sendo percebida é denominado atenção.

lida e Buarque (2016) definem atenção como o melhoramento do processamento da informação, através da concentração da percepção sobre algo ou alguma coisa no ambiente. Cybis, Betiol e Faust (2015) referem-se à atenção como a focalização dos processos cognitivos sobre um objeto ou pensamento. Quando o ser humano executa várias tarefas ao mesmo tempo e deseja focar sua atenção em alguma delas, é necessário verificar as condições necessárias para que não ocorra o favorecimento ou prejuízo de uma tarefa frente a outra. De forma análoga, a capacidade de se realizar tarefas ao mesmo tempo também depende do compartilhamento da atenção de um indivíduo.

lida e Buarque (2016) classificam a atenção em quatro tipos: atenção contínua, atenção seletiva, atenção focada e atenção dividida.

A atenção continua é aquela mantida por um período de tempo. A atenção seletiva ocorre quando se tem diversas fontes de informação e há necessidade de se escolher uma dentre as demais para dar prioridade. A atenção focada

ocorre quando há diversas fontes de informação, mas há a necessidade de concentrar-se em uma dessas fontes sem que aja distração das demais. A atenção dividida ocorre quando se tem diferentes fontes de informação concomitantes e alterna-se a atenção entre elas.

3.3. Processamento de Estímulos Visuais

Para realizar as tarefas do dia-a-dia, o ser humano precisa obter informações atualizadas sobre as condições e variáveis disponíveis no ambiente. Os requerimentos para realização apropriada de determinada ação podem ser mais ou menos previsíveis; o sucesso destas ações depende da obtenção de informação em momentos ótimos das circunstâncias ambientais, de modo que haja tempo suficiente para o planejamento e efetivação dos movimentos corporais necessários.

A principal forma pela qual o ser humano adquire informação do ambiente é a visão. Este sentido é responsável pela vigilância e seleção de características do espaço ao seu redor, sob a forma de energia luminosa, a qual é percebida através dos olhos e direcionada ao sistema nervoso central para processamento cognitivo.

Segundo Kroemer (2017), os olhos oferecem uma enorme porção de informação para o dia a dia das pessoas, entretanto, para enxergar os objetos e eventos, eles precisam ter incidência de luz.

O olho humano é comumente associado e comparado a uma câmera fotográfica devido às estruturas básicas de sua composição também estarem presentes neste objeto. Os olhos têm a forma esférica e são revestidos por uma membrana, possuindo um líquido que preenche todo seu interior. Tal como o ajuste de exposição de uma lente de câmera fotográfica, o olho tem um ajuste da entrada de luz através da pupila, que é uma abertura na íris, que contrai e expande automaticamente ajustando a quantidade de luz que passará pela lente do cristalino do globo ocular. Se na câmera fotográfica temos o filme que é fotossensível, no olho temos a retina que também é sensível à luz devido a presença de fotorreceptores, os quais transformam a luz em sinais elétricos

através de reações fotoquímicas; a seguir, são encaminhados ao sistema nervoso central para processamento (IIDA e BUARQUE, 2016).

Há dois tipos de fotos receptores na retina, os cones e os bastonetes. Os cones são estruturas responsáveis pela percepção das cores, do espaço e pela acuidade visual, enquanto que os bastonetes são responsáveis pelo delineamento de formas e identificação de movimento. Na retina há uma pequena região com uma grande densidade de cones, esta região é chamada de fóvea central. Durante a movimentação do olho, ocorre a estimulação dos cones e dos bastonetes. Para obter maior nitidez da imagem, um raio de luz deve situar-se na região da fóvea; à medida em que essa luz se afasta dessa região, há a mistura de cones com bastonetes, chegando às regiões periféricas do fundo do olho que possuem apenas bastonetes e, logo, são aquelas com menos acuidade visual.

A captura de estímulos visuais está condicionada a algumas características como a acuidade visual, acomodação, convergência e a percepção das cores (IIDA e BUARQUE, 2016). A acuidade visual é a habilidade de perceber pequenos detalhes. A acomodação é a capacidade de ajuste focal da visão a objetos em diferentes distâncias. A convergência é a habilidade dos olhos de se movimentarem coordenadamente para focalizar algum objetivo. A percepção das cores é a capacidade dos olhos em perceber os diversos comprimentos de onda da luz refletida sobre a superfície de objetos no ambiente. Além dessas características, podem-se citar as adaptações do olho quanto à existência ou ausência de luz no ambiente, aumentando ou diminuindo a dilatação da pupila para captação ou redução de luminosidade.

Além dessas características, e como consequência desta estrutura anátomo-funcional, os olhos possuem condições que auxiliam na percepção dos estímulos luminosos, resultantes dos movimentos dos olhos. As fixações, os movimentos sacádicos e de perseguição de objeto em movimento são comportamentos dos olhos que serão abordados nas seguintes subseções.

3.3.1. Movimento dos olhos

Segundo Richard e Theeuwes (2003), os seres humanos são constantemente e continuamente confrontados com um ambiente visual rico em informação. É necessário filtrar toda essa informação disponível a fim de selecionar aquela que é relevante ao objetivo de um determinado indivíduo e, por conseguinte, ignorar informações irrelevantes. Parte desta atividade é alcançada através da movimentação dos olhos, que se movem para manter a nitidez de uma imagem.

Há diversos graus de liberdade que permitem um conjunto complexo e vasto de movimentos com os quais os olhos selecionam a informação visual desejada. De acordo com Lida (2005), os olhos precisam fazer diversos movimentos para manter a nitidez da imagem, de forma que o globo ocular, através de três pares de músculos oculares, realiza movimentos rotacionais e de convergência em diferentes eixos. Land, Mennie e Rusted (1999) definem a movimentação do olho como a rotação do globo ocular nas direções horizontal e vertical, movendo-se assim a linha de visão da fóvea central relativamente à região ao seu redor.

Dessa forma, os olhos movimentam-se com rapidez e precisão e proporcionam uma versatilidade para a captura de estímulos visuais no ambiente, escolhendo a região de interesse. A movimentação do globo ocular ocorre em diversas direções, através de movimentos e combinações complexas de contrações dos músculos oculares. Há dois tipos de movimentos aos quais os olhos são submetidos: os movimentos involuntários e o movimento voluntário.

Lida (2005) define movimento voluntário como aquele que o indivíduo faz deliberadamente; pode-se citar as fixações como um movimento do tipo voluntário. Os movimentos involuntários são aquelas realizações inconscientes e de forma automática. Há três tipos de movimentos involuntários: tremor ocular – tremor desordenado e contínuo dos olhos com o objetivo de mover constantemente a região central da fóvea, permitindo que esta região receba raios de luz de diferentes ângulos e ofereça uma visão mais nítida; desvio lento dos olhos – são movimentos lentos do globo ocular em alguma direção indeterminada; movimentos pequenos e abruptos – movimento rápido com o objetivo de reduzir os movimentos lentos e reposicionar a cena visual para a região da fóvea central.

De acordo com Land (2006), o ser humano executa uma tarefa de cada vez mesmo quando se executa “simultaneamente” mais de uma tarefa. O pesquisador explica que o controle do olhar, o controle visual e a ação são ativados sequencialmente em frações de segundos de acordo com a tarefa que está sendo realizada, através de um programa motor pré-programado. É como se cada modelo mental fosse um software para computador e a medida que você necessita utilizar um determinado software para realizar uma determinada atividade, cria-se uma sequência de operações com o olhar e o controle visual com a respectiva ação.

3.3.1.1. Fixações

De acordo com Rodrigues (2001), as fixações do olhar são comportamentos nos quais os olhos permanecem em posição estacionária em direção a algum ponto de interesse no ambiente; as fixações possibilitam aos percebedores direcionar e estabilizar a região da fóvea central em uma determinada área do campo visual para adquirir informação de interesse e, portanto, garantir um processamento detalhado daquele local.

IIDA e BUARQUE (2016) complementam esta definição, argumentando que à movimentação rápida e precisa dos olhos é devida a um conjunto de movimentos voluntários e involuntários. Dessa forma, os olhos movimentam-se de forma simultânea e coordenada para fazer a convergência dos eixos visuais sobre o objeto de interesse na cena visual percebida. Land (2006) define as fixações como o período entre movimentos sacádicos do olhar, no qual os olhos permanecem praticamente estacionários para adquirir com maior nitidez as informações de interesse disponíveis no ambiente.

3.3.1.2. Movimentos sacádicos

Para ajustar o olhar a um ponto de interesse no campo visual, os olhos precisam fazer movimentos rápidos e precisos a fim de garantir que o ser humano adquira a informação necessária para realizar uma ação ou reação precisa e no momento certo. Como visto na seção anterior, as fixações são

aqueles momentos em que o olho estabiliza o seu olhar para adquirir informação. O movimento sacádico acontece entre duas fixações; para movimentar-se de um ponto de fixação a outro o olho precisa mover-se rapidamente e ajustar-se novamente em sua posição para finalmente fixar a região da fóvea, garantindo nitidez a imagem e, conseqüentemente, informação mais precisa para ser processada.

Para Sternberg e Sternberg (2011), os movimentos sacádicos são aqueles nos quais os olhos fazem movimentos rápidos e sequenciais, conduzindo o olhar a uma determinada localização. Rodrigues (2001) define os movimentos sacádicos como a movimentação rápida dos olhos, utilizada para trazer uma nova parte do campo visual para a região da fóvea.

Kowler (2011) explica que o movimento sacádico ocorre intermitentemente durante a manutenção de uma fixação. Lida e Buarque (2016) definem movimentos sacádicos como “pulos” de uma fixação a outra na qual, inicialmente, há uma aceleração do olhar na direção desejada, seguida de uma desaceleração e mediante aproximação do ponto de interesse, ocorrem pequenos ajustes finos para estabilizar o momento e garantir a nova fixação. Segundo os autores, esses “pulos” são da amplitude de 5° a 40°. Em situações de amplitude em 10° observam-se velocidades de 400 graus por segundo, em um período de 35 milissegundos. Dessa forma, devido a essa movimentação rápida e entre fixações, a imagem visual fica “borrada” e o olho não consegue adquirir detalhes.

De acordo com Land (2006) o movimento sacádico é uma estratégia importante aos seres humanos porque a região da fóvea, na qual há a maior acurácia para captar os estímulos visuais e, portanto, garante nitidez da imagem, é extremamente pequena e mediante movimentação do olhar fora desta região, há uma queda da qualidade e perda de detalhes da imagem de interesse. Devido à lentidão da captura de luz pelos fotorreceptores da retina, faz-se necessário uma movimentação rápida entre focos de interesse do olhar para permitir que as fixações sejam mais longas, garantindo assim, que a os raios de luz provenientes do ambiente sejam captados pelos cones na região da fóvea (LAND, 2006). Assim, se gasta mais tempo nas fixações e, portanto, requer-se que a movimentação entre elas seja a mais rápida possível.

3.3.1.3. Movimento de perseguição de objetos

Há diversas situações no cotidiano das pessoas nas quais há necessidade de se acompanhar constantemente a movimentação de algum objeto. Por exemplo, ao assistir uma corrida de fórmula 1, os carros movimentam-se rapidamente fazendo com que os olhos e a cabeça movimentem-se perseguindo o deslocamento do carro, garantindo que este estímulo visual seja acompanhado pelo percebido. Esta habilidade de perseguir um objeto em movimento é uma característica do olho na qual se identifica o padrão do movimento e, seguidamente, sincroniza-o com o movimento dos olhos. Para Rodrigues (2001), os movimentos de perseguição são movimentos lentos e contínuos dos olhos, os quais assemelham-se à velocidade do objeto observado para continuar com a perseguição visual.

Kowler (2011) estabelece que os movimentos de perseguição se referem àqueles nos quais há a localização contínua de um objeto em movimento, mantendo-o focalizado na região da fóvea.

Desse modo, quando o olho se depara com a situação na qual precisa seguir um objeto em movimento, o sistema visual determina automaticamente o curso e a velocidade deste objeto ajustando-o de modo a permitir que ocorra a perseguição contínua do olhar.

3.4. A tarefa de dirigir

A condução de veículos automotores é extremamente complexa devido à quantidade de estímulos que devem ser percebidos para que a atividade central de conduzir o automóvel seja realizada com eficiência, eficácia, satisfação e sem ocorrência de erros, conforme princípios ergonômicos para a relação entre o automóvel com o seu condutor e com o ambiente. Neste contexto, os erros são importantes pois se ocasionados, e não sanados a tempo, podem resultar em acidentes fatais.

A condução de um veículo está condicionada à obtenção de informações dos diferentes canais sensoriais, como auditivo, sinestésico e, principalmente, o visual, que caracterizam aspectos como a intensidade, forma, frequência e

duração dos estímulos oriundos dos dispositivos como luzes, sons, displays visuais e mostradores digitais e analógicos. Além disso, o condutor de veículo precisa fazer movimentos corporais com características adequadas de velocidade, força, precisão e duração a fim de manipular botões, alavancas, volantes e pedais (IIDA e BUARQUE, 2016). Em suma, um motorista precisa, simultaneamente, manter o carro na pista e dentro de sua faixa, evitar colisões com outros automóveis e ficar atento às placas de sinalização (LAND, 2006).

Dessa forma, para realizar com sucesso a tarefa de dirigir um automóvel, é imperativo que o motorista esteja atento a todas as variáveis disponíveis no ambiente. Esta atividade requer decisões rápidas do condutor de um determinado veículo devido às mudanças complexas e constantes de condições, muitas vezes inesperadas (RODRIGUES, 2001).

A principal forma de aquisição de informação durante a condução de veículos é através da visão. Segundo Land (2006), os olhos fornecem a informação crucial no momento certo e no tempo correto, na qual os padrões de fixações do olhar são únicos e particulares à atividade em questão. Desse modo, a busca e direcionamento para área ou objeto de interesse no campo visual através do movimento dos olhos é essencial para focar nas fontes mais relevantes de informação. Amazeen, Amazeen e Beek (2011) relacionam a direção do olhar como um indicador do foco atencional das pessoas, no qual o movimento sacádico é responsável pelo direcionamento do olhar entre pontos de interesse (KOWLER, 2011) a fim de garantir a aquisição da informação via fixações.

O foco atencional durante a direção de veículos ocorre de forma seletiva; dentre as diversas fontes de informação disponível no campo visual, há a necessidade de se escolher uma para concentra-se. A forma como ocorre a busca visual seletiva é um tema bastante estudado na literatura (SULLMAN e DORN, 2012; KONSTANTOPOULOS, CHAPMAN e CRUNDALL, 2012; STASI et al., 2010; GODIJIN e THEEUWES, 2003; BOFF, KAUFAMAN e THOMAS, 1995); as características da movimentação do olhar se alteram com a experiência, melhorando a busca de informação relevante no campo visual para tomada de decisões em situações de trânsito.

Dentre as diversas ramificações de estudos na temática de movimento dos olhos, a comparação de desempenho entre motoristas novatos e experiência

é relevante devido ao aumento da quantidade de veículos nas ruas e, por conseguinte, aumento de acidentes no trânsito (KONSTANTOPOULOS, CHAPMAN e CRUNDALL, 2012). De acordo com Konstantopoulos, Chapman e Crundall (2010), mortes causadas por acidentes no trânsito são mais comuns entre jovens motoristas e um importante fator para prevenir esses acidentes é a experiência em adquirir informação relevante via atenção visual. McDonald, Sommers e Winston (2017) argumentam que à medida em que o motorista novato vai adquirindo experiência ao volante, reduz-se as suas chances de envolvimento em um acidente. Pradhan e Crundall (2017) citam que a percepção de perigo, prevenção e antecipação a riscos de acidente são habilidades adquiridas através de experiência prévia. Underwood et al. (2002) encontrou diferenças na sequência de olhar nas áreas do campo visual entre motoristas novatos e experientes; notou-se que os novatos tendiam a movimentar o olhar direcionando-os à pista a frente, enquanto que os experientes tendiam a explorar outras áreas de interesse, como os espelhos, antes de retornar sua atenção para a pista.

De acordo com Rodrigues (2001), a busca visual de experientes ocorre de forma organizada por estratégias perceptivas, visando o uso eficiente do tempo disponível para análise do ambiente. Dessa forma, permite-se criar um processo de aprendizagem.

Portanto, ao se comparar motoristas a partir de suas experiências, busca-se compreender as deficiências que os novatos apresentam na busca visual de informação que os experientes já dominaram. As estratégias utilizadas pelos motoristas experientes são referências para formas de treinamento, como ocorre em auto-escolas, para que novatos ampliem suas habilidades visuais na direção apropriada.

3.4.1. Direção simulada de veículos automotores

Desde a década de 1960, os simuladores de direção de veículos fornecem um ambiente seguro, controlado e com possibilidade de repetição da tarefa para analisar e compreender os fenômenos envolvidos no ato de dirigir.

Fisher et al. (2011) listam várias formas de se utilizar simuladores de veículo, tais como: para pesquisar segurança no trânsito; para conduzir sequências de treinamento; para verificar a efetividade de um treinamento; treinamento para aqueles que estão no processo de obter a sua licença para dirigir ou para aqueles que perderam a sua licença; para avaliar novos projetos de carros; para avaliar novos dispositivos de controle de tráfico; para compreender os efeitos básicos das limitações dos seres humanos enquanto dirigem; examinar as fontes e consequências das deficiências de motoristas; avaliar características de uma nova rodovia antes que ela seja construída; avaliar novas tecnologias desenvolvidas para parte interna e externa de veículos; compreender os efeitos de doenças e medicamentos durante o ato de dirigir e visualizar e identificar as causas de uma colisão.

A primeira, e talvez mais importante, vantagem para se utilizar um simulador de veículos, é a possibilidade de se estudar situações de alto risco sem causar nenhum dano aos participantes. Os simuladores são ótimas ferramentas para análise de comportamento e desempenho de motoristas, através de um ambiente virtual simulado, oferecendo as mesmas possibilidades de ação e reação de uma situação real. Ademais, os simuladores possuem boa fidelidade com situações reais, permitindo uma ampla gama de possibilidade de estudos, por investimentos relativamente baixos e, finalmente, existe uma boa quantidade de estudos realizados com simuladores de carro em ambiente simulado.

3.4.2. Freada

Para evitar colisões, o motorista deve perceber o objeto, pessoa ou veículo que está em sua direção. Uma das formas mais comuns de se evitar uma colisão é através da aplicação de força no pedal de freio, causando uma desaceleração na velocidade do carro para então parar ou reduzir a velocidade antes da eventual colisão.

Lee (1976) desenvolveu um trabalho pioneiro ao criar uma teoria de controle visual para freada baseada na informação de tempo restante para a ocorrência de uma colisão. Segundo o pesquisador, para evitar uma colisão, o

motorista precisa registrar quando ele está em rota de colisão com algum objeto, iniciar a ação de frenagem tão logo quanto possível e ajustar a intensidade do freio de acordo com a necessidade. Quando estiver em uma situação na qual se está seguindo um carro à frente, deve-se ainda manter também uma distância segura para que tivesse tempo disponível para frear em uma situação inesperada. Além disso, durante esta situação extrema, é importante compreender como realizar uma frenagem, qual informação visual utilizar e quais fatores influenciam em seu desempenho para melhorar a segurança de motoristas nas vias públicas.

Em situações nas quais se segue um veículo à frente, as frenagens não podem ocorrer de forma abrupta, pois se tem a preocupação adicional com colisões traseiras. Dessa forma, deve-se exercer uma frenagem de forma cadenciada, já que nessas situações há um ajuste da força da compressão no pedal de freio através de uma análise visual da urgência da situação.

Ainda de acordo com Lee (1976), as luzes de freio não são uma fonte de informação suficiente para garantir uma frenagem eficiente, já que estas luzes não mostram a intensidade em que o carro à frente está freando, devendo o motorista adquirir toda esta informação através da aproximação de seu carro com o carro à frente. Não obstante, se esta fonte de informação for insuficiente, há grande chance de que o ajuste de freio não seja correto para o tempo disponível.

A partir deste contexto, Lee (1976) propôs que o tempo para contato (TTC, time to contact, em inglês), também conhecido pela variável ótica τ (tau), no controle de uma freada pode ser determinado pelo inverso da quantidade de dilatação da imagem ótica da superfície em aproximação. Rodrigues et al. (2006) define TTC como a informação temporal, obtida através da expansão ótica, que possibilita o controle das ações; equivale ao tempo remanescente até que o objeto em rota de colisão, gere uma colisão com o plano do olho.

A vantagem da variável τ é que ela é uma informação contida no fluxo ótico e está disponível e sensível ao sistema nervoso central, para estimar o tempo ideal para realizar ações motoras (LEE, 1976; RODRIGUES et al., 2006).

3.5. Direção de veículo e relógios inteligentes

Estudos de tarefa dupla focam a análise do comportamento e desempenho de motoristas durante a condução de veículos. Devido ao aumento de acidentes e uso concorrente com a tarefa de direção de veículo, avaliações sobre a condução de veículos juntamente com atividades realizadas em celulares e celulares smartphones se tornaram necessárias e frequentes. Caird et al. (2007) fez uma revisão de literatura na qual analisou-se 22 estudos de condução de veículos enquanto o motorista fazia o uso de um aparelho celular. Segundo Caird et al. (2007) digitar mensagens de texto no celular reduz a capacidade de direcionar adequadamente a atenção na via, reagir a eventos importantes no tráfego de veículos ao seu redor e controlar o veículo dentro de sua própria faixa. Além disso, segundo este pesquisador, ler ou escrever mensagens de texto compromete a segurança do motorista, especialmente jovens motoristas que são aqueles que mais utilizam celulares smartphone enquanto dirigem, de seus passageiros e de outros motoristas na via em questão.

Nos últimos cinco anos, cresceu e modificou-se a forma de interação entre um dispositivo eletrônico e seu usuário. Essa proximidade deu-se através de uma nova categoria de produtos eletrônicos, conhecida como dispositivos vestíveis (do inglês, *wearable devices*). Os dispositivos vestíveis são todos aqueles que podem ser acoplados ou utilizados junto ao corpo, com algum poder de processamento de dados, como os óculos e relógios.

Esses equipamentos vestíveis receberam um prefixo aos seus nomes, criando assim a categoria de dispositivos eletrônicos *smart* (da palavra inglesa que significa inteligente). Portanto, os *smartglasses* e *smartphones* e *smartwatches* fazem parte da categoria de eletrônicos com algum poder de processamento e que permitem a interação do usuário para realizar diversas atividades através de aplicativos, os quais podem ser desenvolvidos pelos próprios fabricantes ou por terceiros.

Os relógios inteligentes fizeram sua estreia no mercado consumidor em 2014 (PRADHAN e SUJATMIKO, 2014), e desde então são uma nova forma de consumir informação proveniente da rede mundial de computadores. Cecchinato, Bird e Cox (2015) definem esses relógios inteligentes como um dispositivo para ser utilizado no punho com poder de processamento

computacional o qual pode se conectar com outros aparelhos via conectividade sem fio e com baixo alcance, promovendo alerta de notificações, coletando e armazenando dados pessoais através de diversos tipos de sensores e possuindo, ainda, um relógio integrado. Estes equipamentos causam uma interferência mínima entre uma atividade e o usuário, já que os dispositivos vestíveis são extremamente discretos e possuem forma idêntica aos equipamentos ditos não inteligentes.

Silva, Medola e Rodrigues (2017), em sua revisão de literatura, avaliaram a aplicabilidade de relógios inteligentes como um dispositivo de tecnologia assistiva; o estudo verificou que os relógios inteligentes podem ser equipamentos auxiliares a pessoas com pouca ou baixa capacidade visual, por exemplo, por justamente permitir um processador de dados eficiente e ter o apelo visual discreto, garantindo uma descrição maior à deficiência quando for auxiliado por este dispositivo.

Com a popularização dos relógios inteligentes, aumentou também a preocupação de que eles sejam utilizados durante a condução de veículos automotores. Silva et al. (2016) identificou esta situação com participantes usuários de relógios inteligentes em seu estudo qualitativo, no qual 34 participantes brasileiros relataram suas motivações, interesses e formas de uso com 5 modelos diferentes de relógios inteligentes. Segundo os autores, as principais funcionalidades utilizadas pelos participantes foi o recebimento de notificações provenientes de aplicativos e a utilização desses aparelhos para sugerir, monitorar e otimizar atividades físicas. Além disso, os participantes desta pesquisa relataram utilizar seu relógio para receber notificações enquanto dirigem e em momentos em que não poderiam utilizar o celular por ser socialmente rude o uso do mesmo. Concluiu-se ainda neste estudo a evidente restrição de funcionalidades a aplicativos para o relógio a qual compromete a utilidade desse aplicativo ao seu usuário.

Samost et al. (2015) comparou o impacto da carga cognitiva, da atenção e performance de direção entre motoristas utilizando celulares smartphones e relógios inteligentes. Segundo os pesquisadores, os participantes demonstraram maior distração enquanto estavam dirigindo e utilizando algum dispositivo eletrônico quando somente dirigindo. A atividade de realizar ligação telefônica causou 2 vezes mais distração na detecção simulada de luzes de freio

comparada a situação de apenas dirigir o automóvel. Ocorreu maior demanda cognitiva na atividade visual manual no celular durante a realização de ligações telefônicas quando comparada a atividade áudio visual no relógio inteligente e áudio visual no telefone celular. Além disso, os autores relataram que não houve diferença significativa entre as atividades realizadas no smartphone e no relógio inteligente, exceto pelo desempenho de realizar corretamente a atividade de fazer ligação, atribuindo este resultado a pouca experiência dos participantes com relógios inteligentes.

Giang, Hoestka-Atwood e Donmez (2014) avaliaram o tempo de ocupação da atenção de motoristas a partir de seus padrões do olhar e comparando-os por tipos diferentes de dispositivos (celulares smartphones e relógios inteligentes). Os pesquisadores, a partir de seu estudo, notaram que os participantes da pesquisa tiveram um tempo de ocupação atencional menor no relógio quando comparado ao celular smartphone. Todavia, os participantes apresentaram um tempo de leitura maior no relógio. Adicionalmente, os participantes apresentaram um número maior de fixações do olhar com duração mais longa nos relógios do que nos celulares, sugerindo que a atividade foi mais desafiadora no relógio, aumentando a demanda cognitiva.

Giang et al. (2015) examinaram o comportamento de motoristas experientes e novatos e sua percepção de risco enquanto respondiam notificações em um relógio inteligente e em um telefone celular. Doze participantes dirigiram um simulador de veículos seguindo um carro a sua frente por 4 minutos enquanto recebiam notificações tanto do relógio quanto do smartphone. Segundo os autores, os participantes fixaram o olhar mais vezes e com uma duração maior por notificação no relógio quando comparado ao celular. Isso ocorreu devido ao participante conseguir visualizar a tela do relógio mais próximo ao olhar, por estar em seu punho e elevando-o a altura do olhar, e conseguir fazer várias e curtas fixações em direção ao relógio. Além disso, atribuiu-se esse número de fixações a maior quantidade de menus que o participante tinha que interagir no relógio quando comparado do smartphone. Giang et al. (2015) relata ainda que devido ao tamanho da tela do relógio inteligente, o aparelho não permite mostrar tanta informação quanto na tela do celular e deste modo, para extrair a mesma quantidade de informação, requer-se a interação com mais telas e menus no relógio e por conseguinte, mais

fixações e interações manuais. Aplicando esta situação no contexto de direção de veículo, cria-se uma preocupação com a segurança do motorista já que este já está ocupado visualmente e manualmente com a tarefa de dirigir. Pelo mesmo motivo, os pesquisadores observaram ainda que a interação visual e manual com relógio inteligente, na situação em que o carro a ser seguido a frente freava abruptamente, que a resposta a freada foi mais lenta com o relógio quando comparada ao smartphone.

Giang, Chen e Donmez (2017) investigaram a distração causada pelo envio de notificações em relógios inteligentes e smartphones e a percepção de risco causada pelo uso desses equipamentos, comparando 2 experimentos: no primeiro os participantes faziam a leitura em voz alta de uma mensagem de texto recebida no dispositivo eletrônico enquanto que no segundo experimento, os participantes tinham que responder manualmente questões aritméticas. Seus resultados mostraram que na tarefa de leitura de mensagem, a ocupação atencional foi mais rápida no relógio e atribuída a facilidade de acessar a informação já que o relógio estava acoplado ao punho que poderia ser mais facilmente manipulado, porém, a leitura foi mais lenta e a quantidade de fixações do olhar no relógio também foi maior. A quantidade de fixações maior foi atribuída a maior quantidade de interações a ser realizada no relógio para obter a mesma informação que o smartphone (experimento 2) e também devido a troca contínua de foco atencional entre a tela do relógio e do simulador de veículo, resultando em uma atenção dividida. Por fim, os pesquisadores concluíram que os relógios inteligentes podem submeter seu usuário a situações críticas de segurança no trânsito. Além disso, os participantes desta pesquisa associaram o uso de relógio inteligente como potencialmente menos perigosos para obtenção de penalidades no trânsito do que com celulares smartphones.

4. MATERIAIS E MÉTODO

4.1. Característica da Amostra

4.1.1. Participantes

Voluntários habilitados em dirigir automóveis (idades entre 18 e 35 anos) foram pré-selecionados, a partir de um formulário online, de acordo com uma estimativa aproximada da quantidade de quilômetros percorridos desde que recebeu a sua CNH até o período de coleta de dados desta pesquisa.

O formulário online foi adaptado do trabalho de Gotardi, Navarro e Rodrigues (2016) e utilizado para pré-selecionar e classificar os participantes em 2 grupos: motoristas novatos (NOV) e motoristas experientes (EXP). Voluntários classificados como participantes novatos foram aqueles que obtiveram uma estimativa de até 5.000 quilômetros percorridos; aqueles ditos experientes dirigiram veículo por mais do que 30.000 quilômetros (LEHTONEN et al., 2014).

Dentre os voluntários classificados, foram selecionados quarenta participantes, divididos em dois grupos de vinte pessoas cada: 20 NOV e 20 EXP. Os participantes foram, em sua maioria, estudantes da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Campus de Bauru, e em menor quantidade, membros da comunidade em geral da cidade de Bauru.

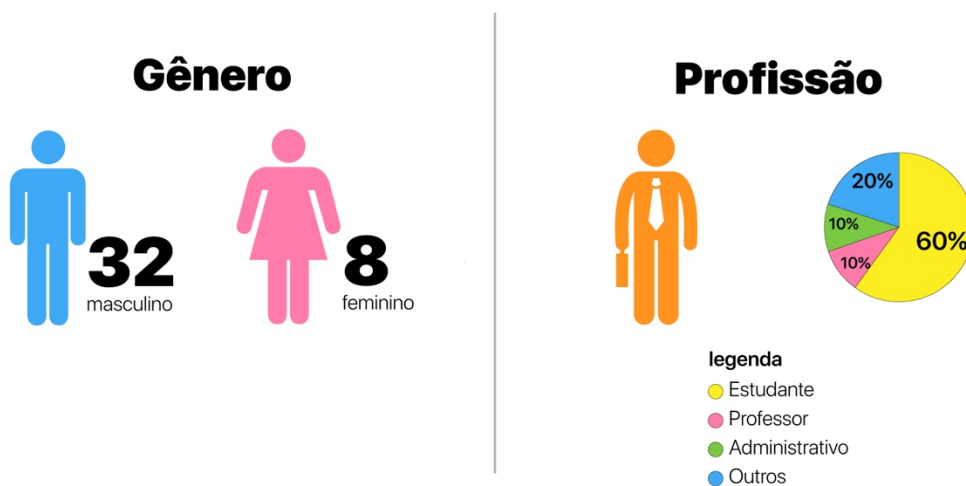
Estes motoristas foram contatados via telefone e houve agendamento de dia e horário para cada um ir até o Laboratório de Informação Visão e Ação (LIVIA), da Faculdade de Ciências da Unesp, para a realização dos procedimentos experimentais deste trabalho.

A tabela 1 caracteriza o perfil da amostra e a figura 1 apresenta as características de gênero e a profissão dos participantes.

TABELA 1 - Caracterização do perfil da amostra por grupo.

	NOVATOS	EXPERIENTES
Idade (anos)	21,90 ± 2,36	28,95 ± 4,16
Peso corporal (Kg)	78,42 ± 17,20	87,32 ± 16,97
Estatura (cm)	174,12 ± 6,94	177,59 ± 9,43
Acuidade visual - OD	20/25	20/25
Acuidade visual - OE	20/25	20/25
Experiência em dirigir (Km)	1430 ± 1685	187538 ± 307923

Figura 1 - Características de gênero e ofício dos participantes



Fonte: Elaborado pelo autor.

O perfil de cada grupo quanto as suas experiências no trânsito são contrastadas em um infográfico na figura 2.

Figura 2 - Comparativo entre motoristas experientes e novatos quanto as suas experiências no trânsito.

Motorista Novato		Motorista Experiente
1430 Km	 Experiencia em direção [quilômetros rodados]	187.538 Km
5/20 voluntários	 Recebeu multa?	17/20 voluntários
4/20 voluntários	 Envolveu-se em acidente de trânsito?	14/20 voluntários
5/20 voluntários	 Infração de trânsito ou acidente último ano?	8/20 voluntários

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.2. Critério de inclusão

Os critérios de inclusão foram os seguintes: (i) não possuir histórico de problemas musculares, neurológicos, posturais e locomotores; (ii) possuir acuidade visual normal ou corrigida para normal através do uso de óculos ou lentes; (iii) não possuir experiência declarada de uso de relógios inteligentes; (iv) para o grupo de novatos; possuir Carteira Nacional de Habilitação e ter conduzido veículo por até 5 mil quilômetros; (v) para o grupo de experientes; possuir Carteira Nacional de Habilitação e ter conduzido veículo por pelo menos 30 mil quilômetros; (vi) ter idade entre 18 a 35 anos.

A participação de todos voluntários foi condicionada à autorização por escrito, através do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TLCE) sob o registro CAAE número 70879917.2.0000.5663, devidamente aprovado pelo

Comitê de Ética da Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da UNESP – Campus de Bauru.

4.2. Materiais

Para a realização deste trabalho experimental foram utilizados diversos equipamentos eletrônicos e softwares para os sistemas operacionais Windows da fabricante Microsoft e Macintosh da fabricante Apple. Nas seções a seguir serão listados os materiais utilizados tanto para a tarefa primária (Condução Simulada de Veículos) quanto para a tarefa secundária (Realizar Tarefa de Leitura em voz alta no Relógio Inteligente). Detalhes sobre a forma como os equipamentos foram configurados, conectados e integrados, objetivando fornecer dados fidedignos e sincronizados, encontram-se no Apêndice I.

4.2.1. Tarefa Primária: Condução de veículo - Hardware

Os materiais para a realização da tarefa primária da condução simulada de veículos e registro de movimento dos olhos foram: Computador servidor Dell Precision Tower 5811; Monitor Dell 19” (conexão via cabo Display Port); Placa de Vídeo Nvidia GTX 960 com 5 saídas independentes de vídeo (1 HDMI, 1 DVI e 3 Display port); Adaptador de cabo VGA para cabo DVI; Adaptador de cabo VGA para cabo Display Port; Monitor Samsung 15 “ (conexão via cabo VGA); Televisor LCD Samsung de 46” (Conexão via cabo HDMI); Cockpit (Suporte para televisão integrado a um assento com encosto ajustável e ajuste da distância entre o assento e o volante, possuindo ainda suporte para acoplar o volante, os pedais do acelerador, freio e embreagem e o câmbio) – Figura 4; Acessório Gamer Logitech G27 (volante, pedais e câmbio – conexão via cabo USB 2.0); Cabo VGA de 10 metros; Roteador D-link 524G 54mb – Figura 5A; Eye Tracker modelo H6 da marca ASL (Applied Sciences Laboratories) – Figura 3; Splitter de Vídeo para cabo VGA (Aparelho eletrônico que permite que um sinal de vídeo seja duplicado, com um cabo de entrada replicando seu sinal em outros 2 cabos de saída); Computador Asus; Monitor Asus de 17” (Conexão via cabo VGA).

Figura 3 - Imagem do capacete do Eye Tracker ASL H6 da Applied Sciences Laboratories.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 4 - Estrutura montada do Cockpit com banco de couro reclinável e ajustável, o suporte para a televisão Samsung 46" e kit de acessório Gamer Logitech G27 acoplado ao Cockpit.



Fonte: Elaborado pelo autor.

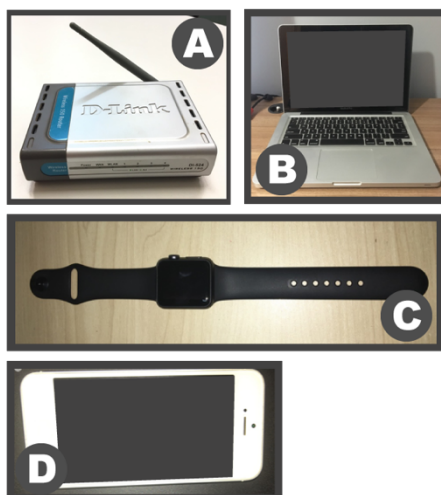
4.2.2. Tarefa Primária: Condução de veículo – Software

Foram utilizados os seguintes softwares para a tarefa de condução simulada de veículos: Simulador de condução de veículo: STISIM Drive versão 3.14.01; Software de configuração de placa de vídeo: Painel de Controle da Nvidia; Software de análise de dados: Matlab (The Mathworks Inc, 2017 – Versão); Software de análise de dados: Microsoft Excel 2016; Software para edição de textos: Microsoft Word 2016; Software de análise estatística SPSS (SPSS Inc., 2008 – Versão 17.0.1); Software para análise do movimento dos olhos: ASL Eye Tracker 6000; Software para manipulação dos dados do EyeTracker: ASL Result Plus;

4.2.3. Tarefa Secundária: Smartwatch – Hardware

Para a tarefa secundária de leitura de mensagem de texto em voz alta no relógio inteligente, foram utilizados os seguintes equipamentos: Notebook Apple Macbook Pro 13” mid 2012 – Figura 5B; Smartphone Apple iPhone 5 16 Gb – Figura 5D; Smartwatch Apple Watch Series 1 – Figura 5C; Câmera DSLR Nikon D5100 – Figura 6A; Lente Nikkor FX 18-55mm – Figura 6B; Microfone Rode VideoMic Go – Figura 6C; Tripé para câmera;

Figura 5 - A: Roteador D-link 524G 54mb. B: Notebook Macbook Pro 13,3” Mid 2012 da fabricante Apple. C: Relógio inteligente Apple Watch Series 1 da fabricante Apple. D: Celular smartphone iPhone 5 16Gb da fabricante Apple.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 6 - A: Câmera DSLR Nikon D5100 da fabricante Nikon. B: Lente AF-S Nikkor DX 18-55mm 1:3.5-5.6G da fabricante Nikon. C: Microfone Direcional P2 Video Mic Go da Fabricante Rode.



Fonte: Elaborado pelo autor.

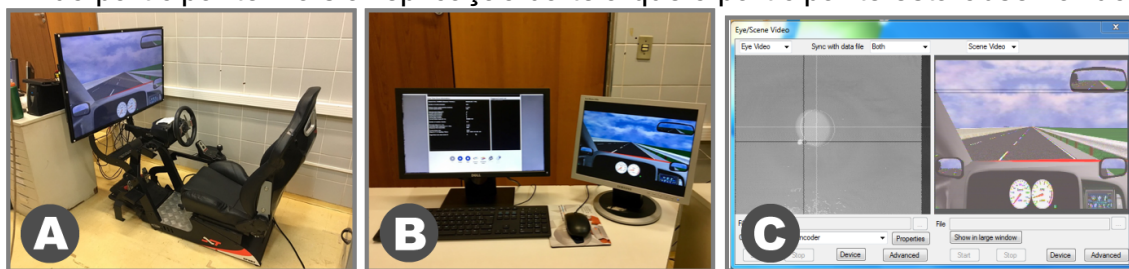
4.2.4. Tarefa Secundária: Smartwatch – Software

Os softwares para compor a tarefa secundária foram: Aplicativo para Macintosh: Notas; Aplicativo para Macintosh: Mensagens; Aplicativo para iOS: iMessage; Software para análise de áudio e vídeo: Final Cut pro X (Apple, Versão 10.3.4).

4.2.5. Simulador de veículo

O simulador de condução de veículos em ambiente simulado STISIM Drive foi utilizado neste trabalho. Este software permite a criação de cenários customizados de acordo com a necessidade do pesquisador. Além disso, ele fornece e grava diversas variáveis de desempenho do motorista e do seu comportamento durante o percurso virtual. O modelo STISIM Drive M100 permite a utilização do software em duas telas (Figura 7): uma para o ambiente simulado e a outra para o painel de controle e acompanhamento do percurso do ambiente virtual, sendo, portanto, uma versão de baixo custo.

Figura 7 - A: Imagem da televisão Samsung de 46" exibindo a imagem do simulador. B: Tela de controle do pesquisador mais a tela de replicação da imagem que o participante vê na televisão. C: Imagem do olho do participante mais a replicação da tela que o participante está observando.



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2.5.1. Configurações de ambiente

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

Neste trabalho, as alterações padrão do fabricante foram modificadas para adaptar o software e o ambiente virtual à realidade do trânsito das ruas brasileiras. Assim, as seguintes configurações foram adotadas: câmbio manual, definição de 5 marchas mais a marcha Ré, ajuste de volume da movimentação do carro e do motor do veículo, direção e volante do lado direito do carro, velocidade máxima do carro até 210 km/h, ambiente a luz do dia com céu claro, sem aviso sonoro quando motorista comete infração de trânsito, calibração automática do volante sempre que um cenário seja iniciado e resposta visual, sonora e motora no volante quando ocorre um acidente.

4.2.5.2. Cenários

Dentre os diversos recursos disponíveis no software STISIM Drive, há a possibilidade de criação de variados cenários para simular situações distintas de trânsito em um ambiente virtual com objetos 3D, afim de criar percursos que satisfaçam as necessidades do pesquisador e dos objetivos de sua pesquisa.

Em um cenário do STISIM Drive, chama-se de evento todo e qualquer objeto que pode ser manipulado dentro do ambiente deste simulador. Mudanças

na característica de uma rua é um evento, o aparecimento em um determinado momento de uma barreira é um evento e um veículo na direção oposta ao do motorista é um evento, por exemplo. Os eventos podem ser dinâmicos ou estáticos. Eventos estáticos são aqueles nos quais se cria um objeto virtual 3D no cenário e ele não modifica sua posição, velocidade ou direção, por exemplo. Já eventos dinâmicos são aqueles objetos nos quais há mudança de direção, velocidade, posição ou característica.

Os carros que podem ser inseridos nos cenários podem ser inteligentes, ou seja, se um carro for inteligente significa que ele fará automaticamente o controle da sua velocidade, respeitará as limitações de velocidade da pista e freará caso ocorra alguma situação que o faça realizar esta ação.

Todo evento no STISIM Drive é iniciado quando este atinge uma certa distância com relação ao início (zero metro) do cenário. Quanto cria-se um cenário é necessário definir o seu comprimento em metros; este valor é a base para posicionar todos os elementos do ambiente: coloca-se um prédio no instante 400 metros ou ainda um carro sair do acostamento e entrar na próxima faixa quando o motorista chegar a 300 metros, por exemplo. Desta forma, todos os eventos deste simulador são iniciados ou relacionados a determinado instante, em metros e não segundos, que o condutor está.

Especificamente para este trabalho experimental foram desenvolvimentos 6 cenários, conforme descritos a seguir.

Cenário Familiarização 1: o ambiente deste cenário foi urbano, percurso de 3.000 metros, velocidade máxima da pista a 50 km/h, tráfego de veículos em ambas as direções, pista possuindo auge e declive, pedestres caminhando na calçada e cruzando a pista, semáforos, curvas e conversões para mudança de direção. O objetivo deste cenário é familiarizar o condutor do veículo para ficar atento às mudanças repentinas no ambiente e evitar colisões através do controle da velocidade máxima da pista e do pedal de freio. Na figura 8 tem-se uma imagem do cenário de familiarização 1.

Figura 8 - Imagem do cenário de familiarização 1 que foi utilizado pelos participantes.



Fonte: Elaborador pelo autor.

Cenário Familiarização 2: o ambiente deste cenário foi urbano e rural, percurso de 7600 metros, com limite de velocidade variável, tráfego de veículos em ambas as direções, pista com linhas retas extensas e curvas acentuadas e pedestres andando na calçada. O objetivo deste cenário é familiarizar o condutor do veículo com o controle do volante e permitir a mudança de marcha para atingir velocidades mais altas. Tem-se na figura 9 uma imagem de um trecho do cenário de familiarização 2.

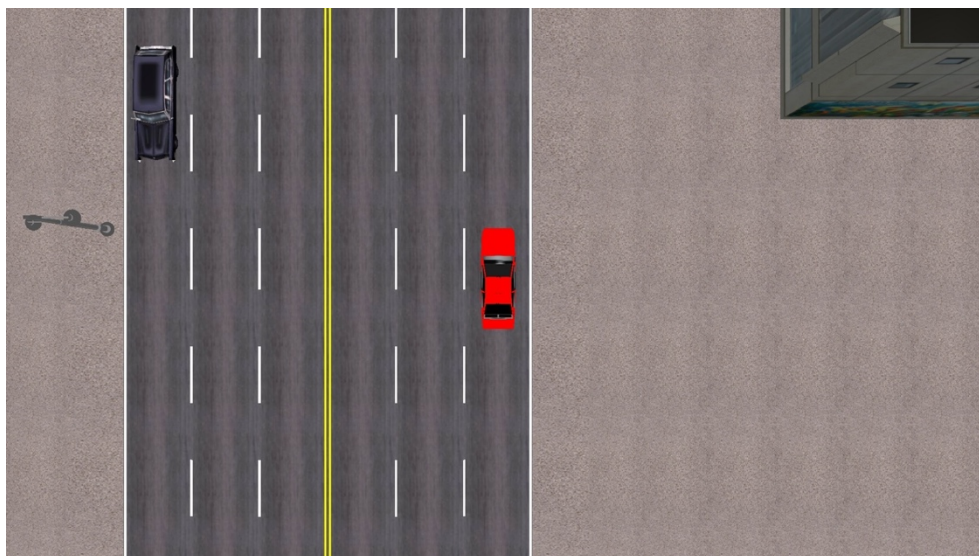
Figura 9 - Imagem do cenário de familiarização 2 que foi utilizado pelos participantes.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Para todas as condições deste estudo, o cenário foi composto por um ambiente urbano, no qual o participante dirigiu por uma via de alta velocidade (com limite de velocidade em 110 km/h) que passa por uma cidade. O objetivo do participante no cenário é seguir um carro a sua frente por toda a extensão do cenário. O valor de velocidade máxima visa favorecer a percepção de movimentação do carro do participante. A pista do cenário apresenta 6 faixas, sendo 3 faixas em cada direção da pista a qual é dividida por uma linha contínua, chamada de meridiano, que impede a ultrapassagem neste trecho (Figura 10). A pista tem comprimento de 2.000 metros e apresenta prédios e outros tipos de construções; isto foi feito para variar a cena visual e fornecer certa motivação ao participante, não limitando a tarefa ao ambiente rural. As construções são diferentes ao longo de 1000 metros e depois há replicação dos mesmos, mas em posições diferentes. Há ainda uma calçada contendo pedestres andando em ambos os lados da via. Na última faixa de cada direção, foram colocados ao longo do trajeto carros estacionados para impedir que o motorista movimentasse o carro para a lateral direita.

Figura 10 - Vista aérea da pista dos cenários utilizados para cada uma das 4 condições de pesquisa. Tem-se as 6 pistas, sendo 3 faixas de cada lado da linha central de faixa dupla. A linha amarela indica o meridiano da via.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Havia tráfego de carros em ambas os lados da pista. O tráfego de carros na direção oposta ao motorista era mais intenso, criando uma situação de perigo e,

portanto, evitando que o participante pudesse movimentar-se para além da linha central da pista. Havia um pequeno fluxo de carros (2 conjuntos de 4 carros) na mesma direção do condutor participante, com velocidade constante de 25m/s porém, este fluxo de carros (Figura 11) foi implementado para bloquear o disparo da velocidade do carro vermelho a frente, que deveria ser seguido pelo motorista, e manter a velocidade deste carro e do carro do motorista a uma velocidade constante. Ou seja, este fluxo de carros a frente ativava a inteligência artificial do carro líder para que ele mantivesse uma distância e mantivesse uma velocidade constante. Esta estratégia foi utilizada para permitir que a variabilidade da velocidade ao longo dos instantes de interesse na pista fosse mantida constante. Ao iniciar os cenários, o participante se deparava com um fluxo de carros vindo em sua direção nas pistas disponíveis ao seu lado; ele deveria esperar o primeiro fluxo de carros e movimentar-se para a próxima faixa da pista e seguir o seu trajeto antes que o segundo fluxo de carros impedisse ou entrasse em sua frente.

Figura 11 - Imagem do início das tentativas do procedimento experimental. Nas faixas à esquerda e à frente do participante estão os carros do primeiro fluxo de tráfico no mesmo sentido que o motorista dirigiu.



Fonte: Elaborador pelo autor.

Para avaliar os objetivos propostos neste trabalho, criou-se 4 condições de estudo que serão detalhadas na seção 4.2.6.1. Para todas as condições (de CAR, FRE, NOT e FNOT), havia um carro sedan vermelho (Figura 12) que deveria ser seguido pelo participante da pesquisa. Este carro líder é um evento

dinâmico de cenário e que alterou sua posição na pista e velocidade de acordo com algumas situações. Quando foi iniciado o cenário, o carro vermelho estava estacionado junto à calçada da lateral direita da rua, a uma distância de 3 segundos do carro do condutor participante. Este carro estava configurado para espelhar a movimentação na pista do participante; isto foi necessário para sempre manter o carro vermelho à frente do participante e garantir que sempre houvesse o cálculo da variável de tempo para contato. Ademais, este espelhamento serviu para simular um dinamismo na movimentação do carro, o qual pareceu realmente estar se movimentando sozinho e, portanto, simulando uma situação real.

Figura 12 - Imagem do início da tentativa. Tem-se o carro vermelho sedan estacionado há alguns metros de distância do motorista.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Nas condições FRE e FNOT, o carro vermelho realizava uma parada abrupta na metade do cenário (Figura 13). Isto acontecia para que fosse possível gerar uma situação ideal de freada, na qual um objeto em movimento constante se aproxima de outro objeto parado, permitindo assim o registro de dados para discutir o tema de controle visual da freada. Deste modo, quando o carro do condutor participante chegasse ao instante de 1.000 metros percorridos, o carro vermelho a sua frente freava abruptamente e ficava parado na pista por 4 segundos, permitindo que, neste período, houvesse um estímulo visual (veículo parado e luz de freio vermelha ligada) para que o participante, após perceber

esta situação, reagisse de alguma forma. Depois dos 4 segundos, o carro vermelho voltava a acelerar em direção ao final do cenário.

Figura 13 - Momento em que o carro vermelho à frente freia e acendem as luzes traseiras sinalizando a parada abrupta.



Fonte: Elaborador pelo autor.

Cenário das condições CAR e NOT: o ambiente era urbano, percurso de 2.000 metros, velocidade máxima da pista de 110km/h, tráfego de veículo intenso na direção oposta ao condutor e tráfego leve na mesma direção, pedestres caminhando na calçada, carros estacionados nas laterais e um carro sedan que inicialmente estava estacionado à frente e espelhava a movimentação do motorista para que este carro se mantivesse sempre na mesma direção do motorista; além disso, este carro possuía velocidade variável e inteligência artificial (fornecido pelo fabricante) ativada.

Cenário das condições FRE e FNOT: o ambiente deste cenário era urbano, percurso de 2.000 metros, velocidade máxima da pista de 110km/h, tráfego de veículo intenso na direção oposta ao condutor e tráfego leve na mesma direção, pedestres caminhando na calçada, carros estacionados nas laterais e um carro sedan que inicialmente estava estacionado à frente e espelhava a movimentação do motorista para que este carro se mantivesse sempre na mesma direção do motorista; além disso, este carro possuía velocidade variável e inteligência artificial (fornecido pelo fabricante) ativada. Porém, quando o motorista percorresse 1.000 metros, o carro vermelho à frente freava

bruscamente, acendendo as luzes de freio, reduzindo a velocidade e parando por 4 segundos. Após este período, ele voltava a acelerar até o final do percurso.

4.2.6. Definições para o procedimento experimental

4.2.6.1. Condições da tarefa

O participante voluntário deste estudo conduziu um veículo no software simulador STISIM Drive em quatro condições experimentais das quais duas possuíam tarefa dupla (Tabela 2). Cada uma dessas condições foi repetida 3 vezes, totalizando 12 tentativas para cada um dos 40 participantes.

Na condição CAR, o participante deveria seguir o carro vermelho sedan à sua frente por um percurso de 2.000 metros (Cenário CAR). Na condição NOT, o participante deveria novamente seguir o carro vermelho sedan à frente por um percurso de 2.000 metros (Cenário NOT), mas no instante no qual o condutor do veículo tivesse percorrido 850 metros, o pesquisador disparava manualmente uma mensagem de texto, a partir do aplicativo “Mensagens”, a partir do notebook Apple, para o aplicativo iMessage no smartphone iPhone 5, e que, a seguir, enviava a mensagem recebida automaticamente ao relógio inteligente para que o participante fizesse a leitura da mensagem de texto em voz alta. A partir da chegada da mensagem, o participante deveria fazer a leitura desta mensagem de texto no momento em que achasse conveniente e, após a leitura, seguir o percurso até a finalização da simulação.

Na condição FRE, o participante deveria seguir o carro sedan vermelho à frente por um percurso de 2.000 (Cenário FRE). Quando o motorista participante tivesse percorrido 1.000 metros, o carro líder freava bruscamente, reduzindo rapidamente sua velocidade (luz de freio ativada mediante frenagem) e ficando parado por 4 segundos. Após a frenagem, se obtivesse sucesso em evitar o acidente, o participante deveria continuar o percurso seguindo o carro vermelho até o final da pista. Caso houvesse um acidente, era apresentada uma animação na tela mostrando o vidro quebrado, som alto característico de batida de carro e o volante girando com força para o lado esquerdo; após 8 segundos, o carro do

condutor era mostrado novamente na pista e ele deveria seguir até o final do percurso.

Na condição FNOT, o participante deveria seguir o carro sedan vermelho à frente por um percurso de 2.000 (Cenário FNOT). No instante no qual o motorista tivesse percorrido 650 metros, o pesquisador disparava manualmente uma mensagem de texto, a partir do aplicativo “Mensagens”, no notebook Apple, para o aplicativo iMessage no smartphone iPhone 5, e que, a seguir, enviava a mensagem recebida automaticamente ao relógio inteligente para que o participante fizesse a leitura da mensagem de texto. A partir da chegada da mensagem, o participante deveria fazer a leitura desta mensagem de texto em voz alta no momento em que achasse conveniente. A seguir, e quando o motorista participante tivesse percorrido 1.000 metros, o carro líder freava bruscamente, reduzindo rapidamente sua velocidade (luz de freio ativada mediante frenagem) e ficando parado por 4 segundos. Após a frenagem, se obtivesse sucesso em evitar o acidente, o participante deveria continuar o percurso seguindo o carro vermelho até o final da pista. Caso houvesse um acidente, era apresentada uma animação na tela mostrando o vidro quebrado, som alto característico de batida de carro e o volante girava com força para o lado esquerdo. Após 8 segundos, o carro do condutor era mostrado novamente na pista e ele deveria seguir até o final do percurso.

TABELA 2 - Delineamento experimental do estudo, especificando as condições, grupos e tentativas.

	Condição CAR	Condição NOT	Condição FRE	Condição FNOT
Novatos (20 Participantes)	Tentativa 1	Tentativa 1	Tentativa 1	Tentativa 1
	Tentativa 2	Tentativa 2	Tentativa 2	Tentativa 2
	Tentativa 3	Tentativa 3	Tentativa 3	Tentativa 3
Experientes (20 Participantes)	Tentativa 1	Tentativa 1	Tentativa 1	Tentativa 1
	Tentativa 2	Tentativa 2	Tentativa 2	Tentativa 2
	Tentativa 3	Tentativa 3	Tentativa 3	Tentativa 3

Fonte: Elaborador pelo autor.

Para reduzir os efeitos de fadiga e aprendizagem, as tentativas foram randomizadas. Os detalhes sobre o método de randomização podem ser encontrados no Apêndice II.

4.2.7. Configuração do Relógio Inteligente

O Apple Watch Series 1 é um modelo de relógio inteligente que necessariamente precisa estar conectado a um smartphone para que ele possa funcionar corretamente e, assim, possa-se realizar todas as funcionalidades oferecidas pelo fabricante. Um smartphone iPhone 5 foi configurado para ficar pareado, via conexão sem fio bluetooth, com o Apple Watch Series 1, permitindo assim que toda e qualquer notificação fosse repassada ao relógio a partir deste eletrônico sem fio. O relógio inteligente permaneceu com as configurações de fábrica, alterando-se apenas o volume da notificação sonora quando havia recebimento da notificação no relógio, para que este som pudesse ser captado nitidamente por um microfone.

4.2.7.1. Comunicação e envio de mensagens do smartphone ao relógio inteligente

Os aplicativos Mensagens e sua versão correspondente no celular e relógio iMessage, ambos da fabricante Apple para o envio e recebimento de mensagens, foram utilizados neste estudo. A escolha se deu por serem aplicativos gratuitos, amplamente utilizados pelos usuários destes aparelhos e, ainda, permitirem a troca de mensagens, via rede sem fio, a partir de um computador para um celular, um requisito para viabilidade do método deste trabalho. Além disso, este aplicativo é nativo (vem de fábrica) no relógio inteligente, permitindo uma ótima integração entre estes três equipamentos eletrônicos sem que houvesse a necessidade de aquisição, configuração avançada ou desenvolvimento de algum software para realizar a mesma operação.

Em testes pilotos, foram realizadas diversas repetições para calcular a média de latência do disparo de uma mensagem de texto, dentro da rede privada sem fio do roteador D-link 524G, a partir do notebook Apple para o iPhone 5 e, conseqüentemente, ao Apple Watch. Em média as mensagens apresentavam uma latência de 6 segundos entre o disparo e a chegada da mensagem no

relógio. O valor da latência permitiu o cálculo do instante no qual o motorista deveria receber a mensagem para gerar uma distração, especialmente para a condição de freada, pois os disparos de mensagem foram feitos de forma manual e sincronizados pelo pesquisador.

Quando uma mensagem de texto fosse recebida pelo telefone celular, esta era automaticamente repassada ao relógio, fazendo-o vibrar no punho do participante, emitindo um som característico e, mediante giro do punho, iluminando a tela e mostrando automaticamente a mensagem para o usuário.

4.2.7.2. Formato da mensagem de texto

Para simular em laboratório um esforço cognitivo, foi utilizado como mensagem o nome e número de uma rua (GIANG et al., 2017) e além disso, exigiu-se que o participante lesse a mensagem em voz alta para garantir esse esforço cognitivo (GIANG, HOEKSTRA-ATWOOD e DOMNEZ, 2014). O endereço enviado ao participante foi no formato Rua “Primeiro Nome” “Segundo Nome”, “x-xx” (Número). Os nomes das ruas da cidade de Bauru foram escolhidos ao acaso a partir de uma lista de ruas da cidade para serem utilizados no procedimento experimental. A sequência de números foi criada de forma aleatória.

4.2.8. Procedimentos pré-tarefa

Após chegar ao laboratório, o participante era recebido e agradecido pela seu interesse e disposição em participar da condução simulada de veículos utilizando um relógio inteligente. Ao participante foi entregue uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), o qual atende à Norma ERG BR 1002, do Código de Deontologia do Ergonomista Certificado (ABERGO, 2003) que foi devidamente aprovado pelo Comitê de ética da Faculdade de Artes, Arquitetura e Comunicação da Unesp – Campus de Bauru - sob o registro CAAE número 70879917.2.0000.5663. O voluntário era orientado a ler os termos descritos no TCLE e assinar e datar o documento se concordasse com os termos. A seguir era entregue um questionário para caracterização do

participante na qual fez-se perguntas sobre alguns dados pessoais, sua saúde, se utiliza relógio não inteligente, se já utilizou relógios inteligentes e alguns dados referentes ao histórico de comportamento e infrações de trânsito de cada participante. A seguir, foram medidos o peso corporal, a estatura e a acuidade visual do participante (RIGGS, 1965).

O relógio inteligente foi colocado no punho esquerdo de cada participante após a higienização tanto do relógio quanto do punho do participante. Independentemente da preferência pessoal, o relógio foi colocado necessariamente no punho esquerdo para mapear a direção e orientação do campo de visão e da movimentação tanto do olho quanto da cabeça do participante. Esta limitação foi necessária para garantir que o olhar do participante estivesse direcionado ao relógio e não a outros elementos, como o câmbio e outros controles posicionados à direita e centro do campo de visão do participante quando sentado no banco do Cockpit. Foi realizada uma pequena apresentação de 2 a 3 minutos sobre as principais funcionalidades do relógio e, principalmente, como ler mensagens recebidas pelo eletrônico de punho. Em seguida, o participante era encaminhado para sentar-se no Cockpit, ajustar a posição do encosto do assento e sua distância com relação ao volante. Foram explicados o funcionamento do volante, seus botões, pedais e câmbio.

Antes de realizar a tarefa do experimento, foi realizado um teste de reação no pedal do acelerador. O participante deveria pressionar completamente o pedal enquanto uma bolinha verde aparecesse na televisão Samsung de 46" e, quando ela sumisse e aparecesse uma placa vermelha de pare, ele deveria o mais rápido que pudesse e com o mesmo pé que estava pressionando o acelerador, pressionar o pedal do freio. Este procedimento foi repetido 7 vezes para oferecer dados básicos de tempo de reação para o contexto do experimento, mas em uma situação muito simples, uma referência para interpretação dos dados de freada durante as condições experimentais.

A seguir, foi colocado o capacete do Eye Tracker no participante e foi realizado o processo de calibração do equipamento. Com a calibração finalizada, foi explicado ao participante que, antes da tarefa propriamente dita, haveria 2 situações de direção de veículo simulado para que ele se familiarizasse com o equipamento. O primeiro percurso de familiarização durava em média 5 minutos e foi desenvolvido para que o participante se acostume com o controle do carro

e, principalmente, com os pedais, de forma rápida. Este percurso possuía diversos eventos (pessoas cruzando a rua, carros saindo do acostamento, semáforo mudando para a cor vermelha, carros mudando de faixa, etc) que aconteciam repentinamente, forçando o participante a utilizar o freio constantemente. O segundo percurso era mais extenso, chegando a 7 minutos, e objetivava estimular o controle do volante (em linha reta e em curvas) e a troca de marchas para atingir velocidades mais altas. Ao final das duas familiarizações o participante era avisado de que a seguir seria iniciado a tarefa do experimento.

4.2.9.Procedimentos durante a tarefa

O participante era orientado a ouvir atentamente as instruções fornecidas pelo pesquisador e que iria dirigir um carro em ambiente simulado por 12 tentativas diversas com duração média de 1,5 minutos cada.

Cada participante deveria dirigir por um percurso de 2.000 metros em um dos 4 cenários referentes às quatro condições de pesquisa (CAR, NOT, FRE e FNOT), as quais foram previamente randomizados, portanto cada participante dirigiria por uma sequência única de 12 tentativas. O participante não sabia que o carro a frente poderia frear a sua frente.

O participante deveria seguir um carro sedan vermelho a sua frente até que ambos tivessem percorrido os 2.000 metros do percurso de uma das quatro condições em seus respectivos cenários. Ele não poderia perder o carro de vista, nem deixar que ele ficasse muito longe, ou ainda, permitisse que um terceiro carro do cenário ficasse entre o carro líder e o carro do condutor; o carro sedan vermelho deveria ser sempre aquele à frente do motorista.

Após o início da simulação, o participante se deparava com ambos os carros estacionados na extrema lateral direita de uma das três faixas disponíveis. O participante deveria esperar um primeiro fluxo de carros passar pelo carro vermelho a sua frente para que ele pudesse sair com seu carro e seguir o carro vermelho que iria sair automaticamente e junto com ele e permanecer a sua frente.

O motorista deveria manter-se sempre na faixa central em sua via de direção, ou seja, das três disponíveis, ele deveria ficar naquela que estava no

meio. O carro vermelho estava com sua inteligente artificial ativada e seguiria até o final do percurso liderando o grupo dos dois carros.

Toda vez que chegasse uma mensagem de texto no relógio inteligente, o participante deveria ler esta mensagem em voz alta, de uma só vez, enquanto estivesse dirigindo, fazendo isso através do movimento padrão definido pelo fabricante para consumir a notificação recebida no relógio inteligente. Desta forma, o participante deveria girar em um movimento único e contínuo o seu punho para que o relógio se iluminasse e mostrasse automaticamente a mensagem de texto recebida. Se o participante se envolvesse em um acidente de trânsito enquanto estivesse dirigindo e fazendo a leitura da mensagem de texto no relógio, ele deveria continuar a leitura da mensagem em voz alta. Se no momento em que ele fosse fazer a leitura em voz alta da mensagem de texto no relógio e tivesse mais de uma mensagem na tela do relógio, ele deveria ler apenas a última que foi enviada e ignorar as anteriores. Cada uma das quatro condições foi repetida três vezes, totalizando as 12 tentativas de cada participante.

Antes do início de cada tentativa no simulador, os pesquisadores sincronizavam os equipamentos e verificavam se todos estavam funcionando corretamente e se a sequência de condições do participante em questão estava corretamente selecionada; antes do início da tentativa, a câmera Nikon era ligada no modo de vídeo e a gravação da coleta de dados era iniciada. A seguir, o participante deveria aguardar um sinal de “OK” dos pesquisadores para que ele mesmo iniciasse a sua tentativa, apertando um botão no volante, quando estivesse pronto para iniciar a sua tarefa de direção. Antes do sinal positivo do pesquisador, era iniciada a gravação dos dados no Eye Tracker; ao final da tentativa, primeiramente era finalizada a gravação do movimento dos olhos e, a seguir, a gravação da tentativa na câmera.

Ao final da décima segunda tentativa do procedimento tarefa, o participante recebia uma mensagem de agradecimento no relógio inteligente e era conduzido a preencher um segundo formulário com algumas perguntas sobre a sua experiência com o ambiente simulado do simulador. O formulário a ser utilizado foi adaptado do trabalho de Carizio et al. (2017). Após o preenchimento completo do segundo formulário, o participante era agradecido pelos pesquisadores por sua participação.

4.3. Tratamento e análise dos dados

Para a análise dos dados, foi definido um período de 10 segundos a partir de algum evento no cenário da respectiva condição experimental, com objetivo de melhor caracterizar temporalmente os efeitos dos eventos de interesse como as freadas e a leitura de mensagem.

Para a condição CAR foram utilizados os dados referentes aos 10 segundos de tentativa a partir do instante que o participante atingisse 600 metros percorridos. Nestes 10 segundos da condição CAR há uma estabilização do sentido, da velocidade e da direção na qual o motorista vem se movendo; sendo assim, esta é uma condição de controle e comparação para as demais condições de pesquisa, já que nesta condição, o participante está apenas dirigindo e controlando o carro e seguindo o carro a sua frente, e não há nenhuma distração simulada.

Para a condição NOT foram utilizados os dados referentes aos 10 segundos de tentativa após o instante no qual ocorreu a entrega da mensagem de texto no relógio inteligente. Estes 10 segundos após a chegada da mensagem são aqueles nos quais o participante precisa desenvolver a leitura do endereço na tela do relógio e, ao mesmo tempo, continuar com o controle do carro, sendo uma situação de tarefa dupla, o que permite avaliar os efeitos deste aumento de complexidade da tarefa.

Nas condições FRE e FNOT, foram utilizados os dados referentes aos 10 segundos de tentativa anteriores ao primeiro instante no qual o carro líder voltou a acelerar depois de sua frenada brusca e os subsequentes quatro segundos nos quais ele ficou parado na pista. Isto permitirá que seja analisado o período enquanto o motorista está lendo ou finalizando a leitura da mensagem de texto (para a condição FNOT) e visualiza que o carro a sua frente freou e precisa tomar uma decisão (para as condições FRE e FNOT), que envolve as situações de mais alta complexidade do estudo. A tabela 3 mostra um resumo dos critérios da análise temporal desenvolvida para cada uma das condições.

TABELA 3 - Critérios de seleção dos dados coletados no simulador para análise temporal.

Condição	Início	Término	Filtro
<i>CAR</i>	Instante em que o participante atingiu 600 metros a partir do início da tentativa	10 segundos após o início	Depois de 600 metros + 10 segundos
<i>NOT</i>	Instante em que o participante recebeu a notificação de chegada da mensagem no relógio inteligente	10 segundos após o início	Depois da chegada da mensagem + 10 segundos
<i>FRE</i>	Primeiro instante em que o carro vermelho a frente voltou a acelerar depois de frear bruscamente durante 4 segundos	10 segundos antes do início	Primeiro instante pós frenagem – 10 segundos
<i>FNOT</i>	Primeiro instante em que o carro vermelho a frente voltou a acelerar depois de frear bruscamente durante 4 segundos	10 segundos antes do início	Primeiro instante pós frenagem – 10 segundos

Fonte: Elaborado pelo autor.

4.3.1. Tratamento de dados: simulador

A partir da seleção de dados descrita acima, foram extraídas as seguintes variáveis: cálculo do desvio padrão da movimentação lateral do motorista com relação ao meridiano da rua; velocidade média e seu respectivo desvio padrão; foi determinado o primeiro instante que o carro vermelho a frente inicia sua frenagem (estímulo visual) e o primeiro instante que o motorista reagiu ao estímulo (reação); a partir da diferença entre o momento da reação e o estímulo, foi calculado o tempo de resposta ao estímulo e identificado o tempo para contato no momento da reação. Foi criada, assim, uma planilha de dados no Microsoft Excel contendo essas variáveis para cada participante e suas 12 tentativas.

4.3.2. Tratamento de dados: filmagem

Cada tentativa de cada participante, foi filmado com a câmera Nikon D5100 e utilizado o microfone direcional Rode VideoMic Go para capturar a voz do participante quando este falava em voz alta (Giang, Chen e Donmez, 2017) o endereço recebido no relógio inteligente. Através do software Final Cut Pro X e a partir dos arquivos de vídeo das condições NOT e FNOT (aquelas que possuem a tarefa de leitura de mensagem) de cada participante, foi feita análise das ondas de áudio do vídeo para os instantes em que o participante recebeu a mensagem de texto no relógio inteligente, o instante em que o participante iniciou a leitura desta mensagem e o instante que o participante terminou de fazer a leitura da mensagem de texto enviada pelo pesquisador.

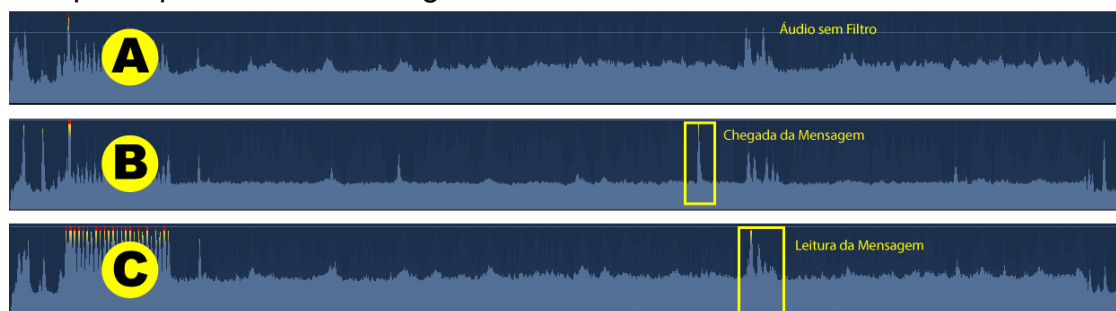
Depois, no mesmo software de edição de vídeo, foram feitos dois cortes no vídeo da filmagem da tentativa do participante: o primeiro corte foi do início da filmagem até o primeiro frame no qual a imagem do painel do carro para o participante estivesse nitidamente visível na televisão Samsung 46"; o segundo corte foi feito a partir do último frame no qual a imagem do painel do carro do participante estivesse nitidamente visível na TV até o final do vídeo. Estes dois cortes permitiram que o vídeo da filmagem da tentativa fosse sincronizado com os dados obtidos através do simulador STISIM Drive. Após a preparação do vídeo, foi utilizado um equalizador gráfico de áudio para modificar as características das ondas do áudio gravado (Figura 14), para separar e visualizar o instante que ocorreu o som da chegada da mensagem para o participante (Figura 15B).

Figura 14 - A: Características do filtro de áudio aplicado ao vídeo da filmagem da tentativa para visualizar o instante auditivo em que chegou a mensagem de texto no relógio do participante. B: Características do filtro de áudio aplicado ao vídeo da filmagem da tentativa para visualizar o instante auditivo em que o participante início e finalizou a leitura mensagem de texto no relógio do participante.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 15 - Comparativo entre os canais de áudio. A: Canal de áudio de uma tentativa sem filtro. B: Canal de áudio de uma tentativa com o filtro para realçar o instante da chegada da mensagem ao relógio inteligente. C: Canal de áudio de uma tentativa com o filtro para realçar o período em que o participante leu a mensagem de texto.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Um segundo filtro foi criado, no equalizador gráfico de áudio do software Final Cut Pro X, para destacar as bandas de áudio nas quais fossem nitidamente visíveis os instantes em que o participante iniciava e finalizava a leitura da mensagem de texto (Figura 15C).

Estes dados foram utilizados para calcular a diferença do início da leitura da mensagem de texto e o momento que a mensagem de texto foi recebida pelo participante, caracterizando a variável de latência. De mesmo modo, a diferença entre os instantes de final e início da leitura da mensagem de texto no eletrônico de punho caracterizaram a variável de duração da leitura. Estes valores foram incluídos na tabela de resultados do participante em sua respectiva planilha no software Microsoft Excel.

4.3.3. Tratamento de dados: movimento dos olhos

O Eye Tracker ASL H6 exportou os seguintes arquivos para análise: um vídeo do olho em movimento durante a gravação dos dados, um vídeo da cena que o olho estava observando e um cursor da respectiva localização do olhar na cena e um arquivo de dados numéricos brutos contendo diversas variáveis referentes à movimentação do olho e da cabeça.

Através do software de análise ASL Results Plus, foram importados os arquivos do movimento do olho e da cabeça para todas as tentativas de cada participante. Para cada tentativa foram feitos, primeiramente, dois cortes no vídeo: um no início da tentativa e o segundo no final da tentativa. Estes cortes

seguiram a mesma regra daqueles que foram feitos no vídeo da filmagem do ambiente da tentativa, ou seja, o primeiro corte aconteceu no primeiro frame no qual aparecia nitidamente a imagem do painel do carro do simulador para o participante e o segundo corte foi no último frame nítido da imagem do painel do carro do simulador para o participante. Desta forma, foram sincronizados os dados do áudio, do simulador e do movimento dos olhos e cabeça, criando o mesmo intervalo de coleta de dados para os dados brutos em todos os equipamentos utilizados para coleta de dados.

A partir deste novo intervalo de dados para o movimento do olho e cabeça, foi definida no software de análise uma área de interesse interna, que envolveu toda a região visível da cena do simulador na televisão - área de interesse “dentro”. Adicionalmente, foi definido como região de interesse externa à área total visível e não visível pelo canal de vídeo do campo visual do participante, subtraindo a área de interesse interna - área de interesse “fora”. Esta definição foi necessária para caracterizar o interesse do olhar do participante.

Foi aplicada na tabela de dados resultantes da coleta com o Eye Tracker, a mesma seleção temporal (Tabela 3) para definir os 10 segundos de dados a serem analisados na tentativa para extração das variáveis desejadas. De forma análoga e adaptada do estudo de Giang, Chen e Donmez (2017), foi definido que quando o participante direcionasse o seu olhar para fora da região de interesse interna e em direção ao lado esquerdo do seu campo visual, ele estaria com foco atencional direcionado ao relógio inteligente nas condições NOT e FNOT.

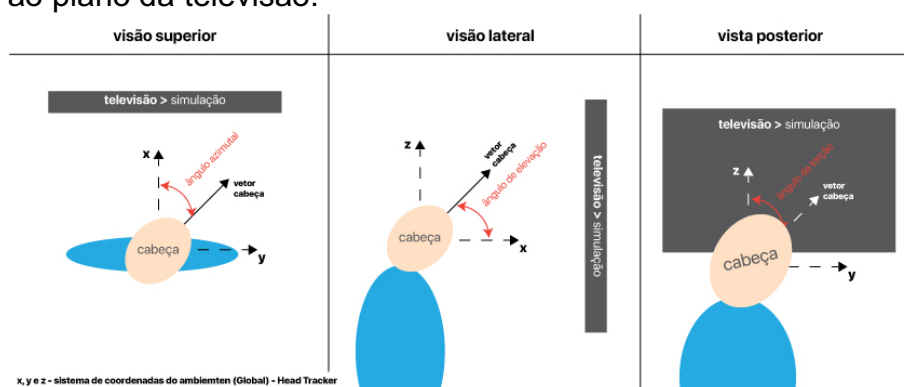
4.3.4. Análise dos dados

As variáveis dependentes do estudo são (Figura 17): duração da leitura da mensagem (segundos) – duração da leitura; latência para início da leitura da mensagem (segundos) – latência para leitura; período de excesso de velocidade percentual em que o motorista ficou acima da velocidade máxima permitida (porcentagem) – excesso de velocidade; número de colisões (número inteiro); desvio padrão da posição lateral do carro com relação ao meridiano da pista (metros); velocidade média do condutor (km/h); desvio padrão da velocidade

média do condutor (km/h); tempo de resposta nas condições de freada (segundos); tempo para colisão (segundos); duração total das fixações do olhar na área de interesse dentro (segundos); duração total das fixações do olhar na área de interesse fora (segundos); número total de fixações do olhar na área de interesse dentro (número inteiro); número total de fixações do olhar na área de interesse fora (número inteiro); duração Média das fixações do olhar para a área de interesse dentro (segundos); duração Média das fixações do olhar para a área de interesse (segundos); variância da cabeça na posição x (cm); variância da cabeça na posição y (cm); variância da cabeça na posição z (cm); variância da cabeça no ângulo azimutal (graus); variância da cabeça no ângulo de elevação (graus); variância da cabeça no ângulo de torção (graus).

Abaixo tem-se o eixo de coordenadas para identificação da movimentação da cabeça (Figura 16).

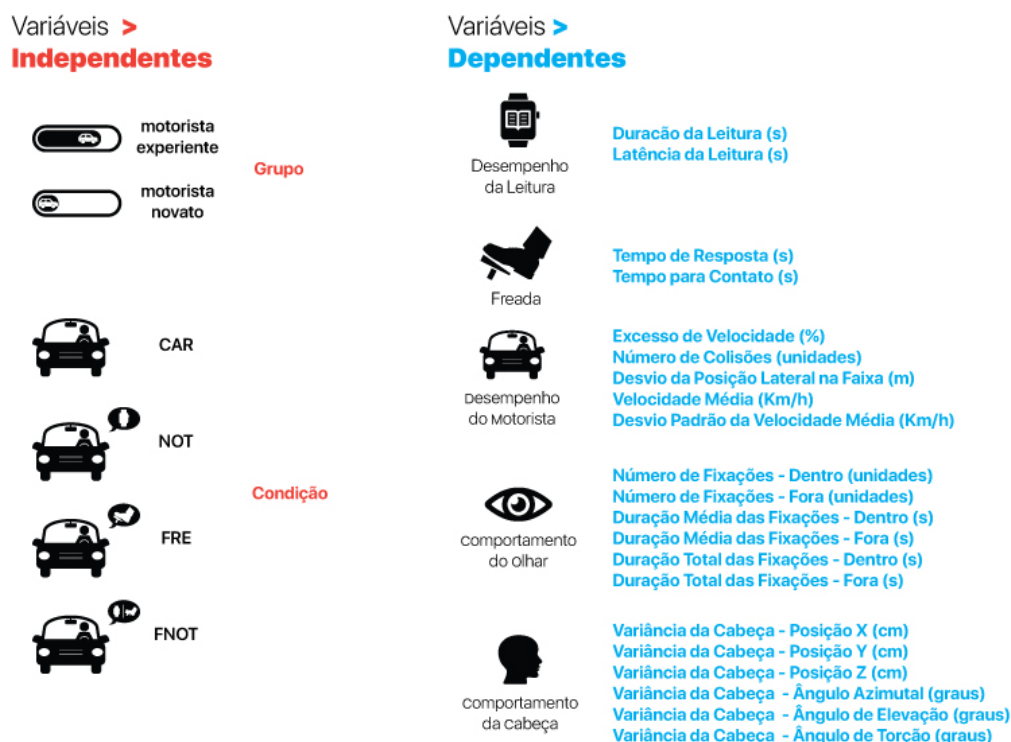
Figura 16 - Coordenadas de movimentação da cabeça em relação ao plano da televisão.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A figura 17 traz uma listagem das variáveis dependentes e independentes deste estudo, organizando-as por tipo de análise: leitura da mensagem, freada, desempenho de motorista, comportamento do olhar, comportamento da movimentação da cabeça, pelo nível de experiência em condução de veículos e pela condição de tarefa.

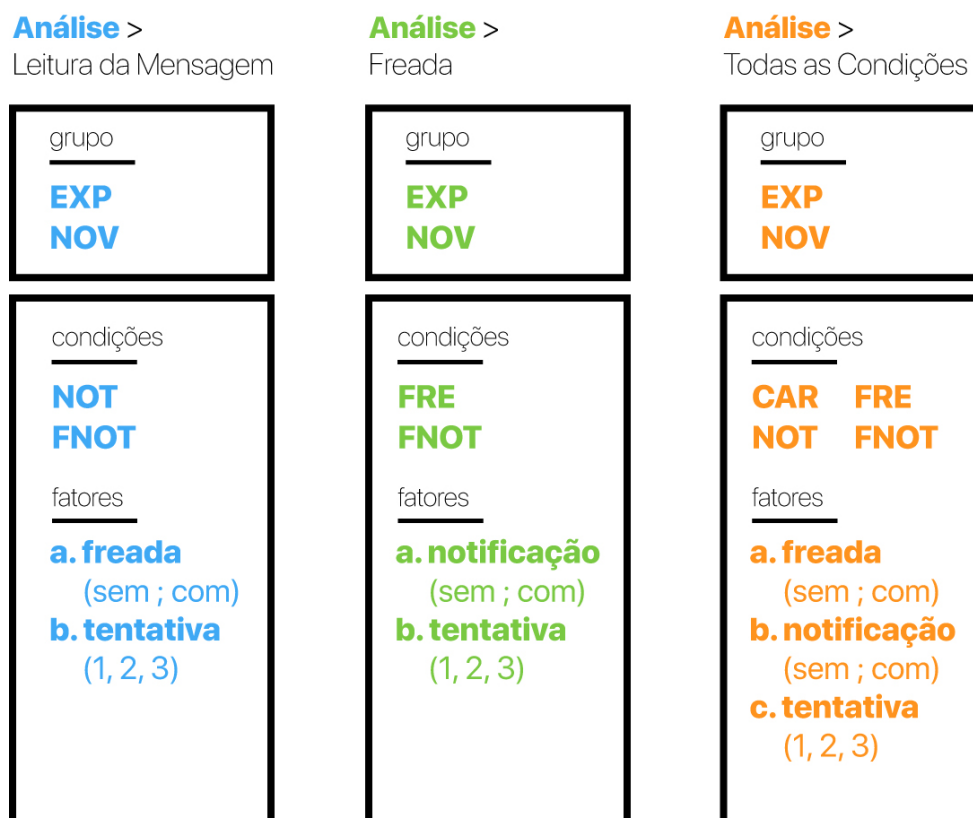
Figura 17 - Lista das variáveis dependentes e independentes deste estudo.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Os dados de cada variável dependente foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de Grupo (EXP, NOV), por condição de freada (FRE, FNOT) por condição de notificação (NOT, FNOT) por Tentativa (1, 2 e 3), com medidas repetidas nos três últimos fatores (Figura 18). O nível de significância adotado foi 0,05 para todas as análises. Foram utilizados os *softwares Matlab* (*The Matworks Inc.*, 2010 – versão 7.10.0.499) para cálculo de variáveis e SPSS (SPSS Inc., 2008 - versão 17.0.1) para as análises estatísticas necessárias. Comparações aos pares (post-hoc) foram realizadas através do Teste LSD de Tukey. Ajustes de probabilidade de Bonferroni e ajustes de graus de liberdade de Greenhouse-Geisser foram utilizados conforme necessário (Maxwell & Delaney, 1990). As análises post-hoc das interações envolvendo o fator tentativa que não revelaram interpretação coerente, com aumento ou redução significativa entre os três níveis desse fator na mesma direção, não foram reportados. As médias e erros padrão das análises descritas acima, específicas para cada uma das três tentativas, estão no Apêndice III.

Figura 18 - Delineamento do estudo para todas as condições CAR, NOT, FRE e FNOT e seus respectivos fatores.



5. RESULTADOS

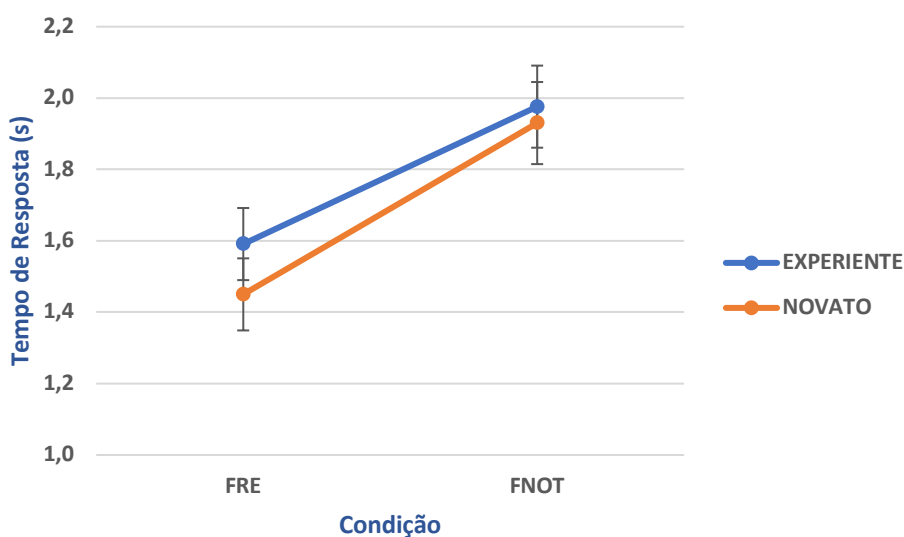
5.1. Desempenho na Leitura da Mensagem

A latência da leitura ($M= 4,54$ s, $EP=0,26$ s) e a duração da leitura ($M= 2,62$ s, $EP=0,11$ s) não foram afetadas significativamente pelos fatores de grupo, freada e tentativa. A variabilidade foi definida a partir do erro padrão.

5.2. Freada

O tempo de resposta do condutor (Figura 19), a partir da sinalização luminosa de frenagem executada pelo carro à frente, foi significativamente, maior na condição FNOT ($M=1,95$ s, $EP=0,08$ s) do que na condição FRE ($M=1,52$ s, $EP=0,07$ s), $F(1, 38) = 25,46$, $p<0,001$. O tempo de resposta não foi significativamente afetado pelos fatores grupo e tentativa.

Figura 19 - Tempo de resposta (s) nas condições FRE e FNOT de experientes e novatos.

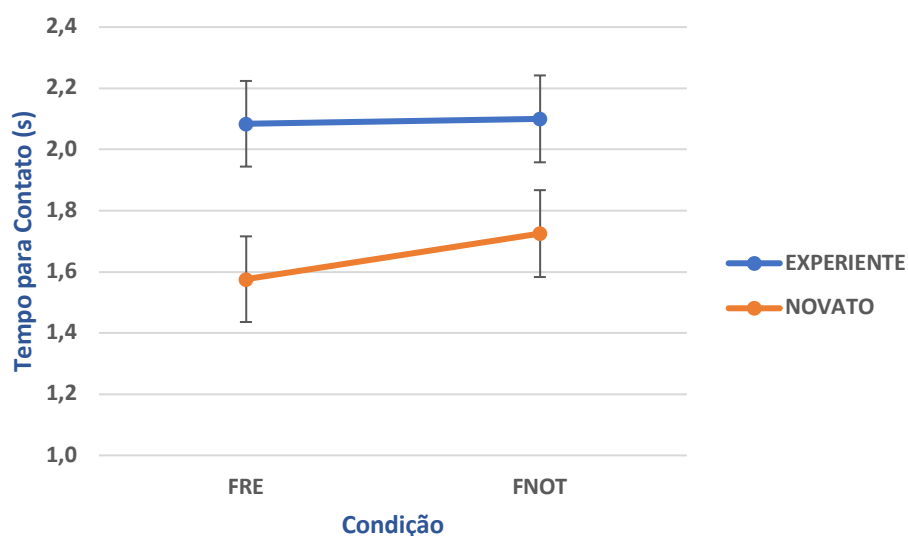


Fonte: Elaborado pelo autor.

O tempo para contato dos experientes (Figura 20) foi significativamente maior ($M=2,09$ s, $EP=0,12$ s) do que o dos novatos ($M=1,65$ s, $EP=0,12$ s), $F(1,$

38) = 6.56, $p = 0.015$. O tempo para contato não foi significativamente afetado pelos fatores notificação e tentativa.

Figura 20 - Tempo para contato (s) nas condições FRE e FNOT de experientes e novatos.



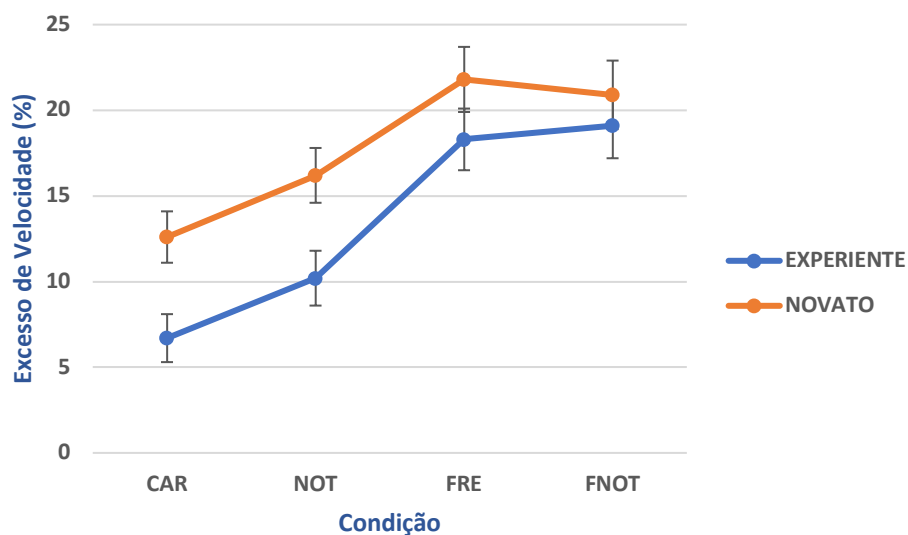
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.3. Desempenho na Condução

O excesso de velocidade (Figura 21) foi afetado significativamente pelos fatores freada, $F(1, 37) = 62,67$, $p < 0,001$, notificação, $F(1, 37) = 4,50$, $p = 0,041$, grupo, $F(1, 37) = 5,28$, $p = 0,027$, e pelas interações tentativa por grupo, $F(1,94, 71,61) = 5,12$, $p = 0,009$, freada por notificação, $F(1, 37) = 5,83$, $p = 0,021$, notificação por tentativa, $F(1,90, 70,16) = 4,36$, $p = 0,018$, e pela interação notificação por tentativa por grupo, $F(1,90, 70,16) = 4,32$, $p = 0,019$. O excesso de velocidade não foi significativamente afetado pelo fator tentativa.

Com relação à interação freada por notificação, comparações aos pares (*post-hoc*) revelaram que o excesso de velocidade na condição FRE foi significativamente maior do que na condição CAR ($p = 0,001$) e que na condição FNOT foi significativamente maior que na condição NOT ($p = 0,001$).

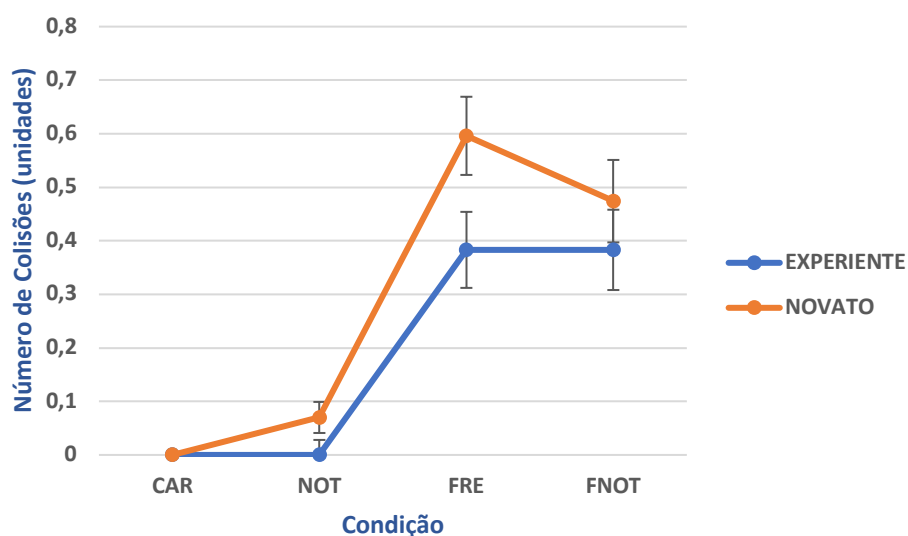
Figura 21 - Excesso de velocidade (%) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O número de colisões (Figura 22) foi afetado significativamente pelos fatores freada, $F(1, 37) = 99,09$, $p < 0,001$, grupo, $F(1, 37) = 4,41$, $p = 0,043$, e pela interação freada por tentativa por grupo, $F(1,96, 72,50) = 3,54$, $p = 0,035$. O número colisões não foi afetado significativamente pelos fatores notificação e tentativa.

Figura 22 - Número de colisões (unidades) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.

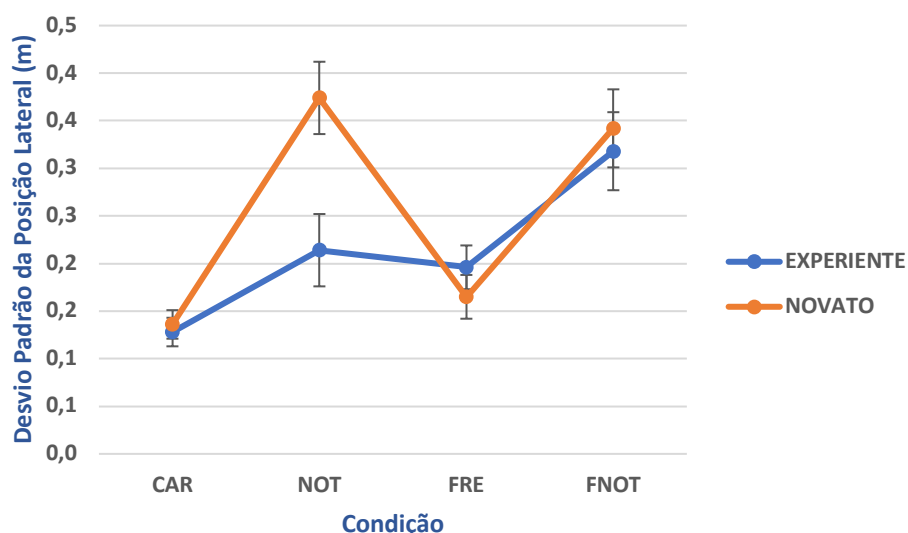


Fonte: Elaborado pelo autor.

O desvio da posição lateral na faixa (Figura 23) foi afetado significativamente pelos fatores notificação, $F(1, 38) = 54,40$, $p < 0,001$, tentativa, $F(1,90, 72,19) = 5,24$, $p = 0,008$, e pelas interações freada por grupo, $F(1, 38) = 4,11$, $p = 0,050$, notificação por grupo, $F(1, 38) = 5,96$, $p = 0,019$ e notificação por tentativa, $F(1,47, 55,75) = 11,20$, $p < 0,001$. O desvio da posição lateral na faixa não foi afetado significativamente pelo fator freada.

Com relação à interação grupo por freada, comparações aos pares (*post-hoc*) revelaram que, para os experientes, o desvio padrão da posição lateral nas condições com freada foi significativamente maior ($p = 0,008$) do que nas sem freada; para os iniciantes, essa diferença não alcançou significância. Com relação à interação grupo por notificação, comparações aos pares mostraram que nas condições com notificação o desvio padrão da posição lateral foi significativamente maior do que sem notificação, tanto para experientes ($p = 0,001$) quanto para novatos ($p < 0,001$).

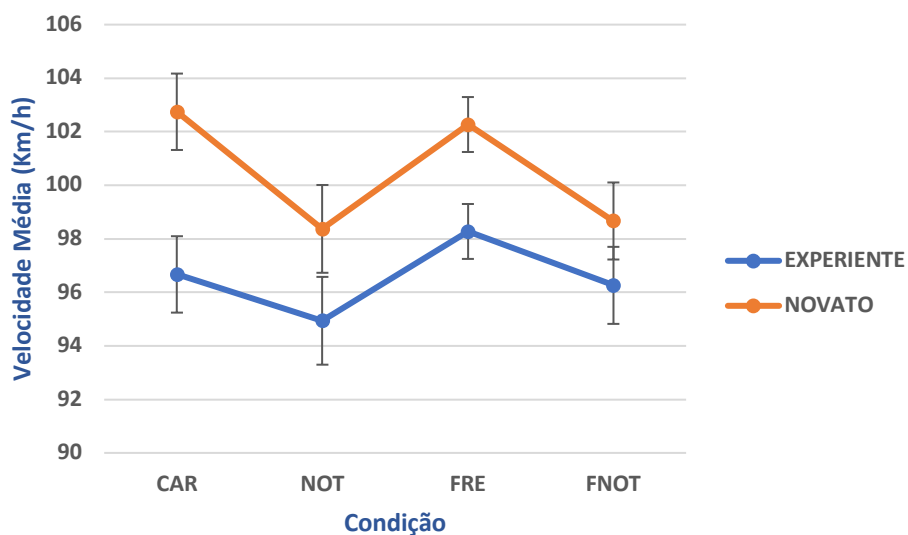
Figura 23 - Desvio padrão da posição lateral do carro (m) do motorista nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A velocidade média (Figura 24) foi afetada significativamente pelos fatores notificação, $F(1, 38) = 13,00$, $p < 0,001$, tentativa, $F(1,84, 70,08) = 4,66$, $p < 0,015$, e grupo, $F(1, 38) = 11,18$, $p < 0,002$. A velocidade média não foi afetada significativamente pelo fator freada, nem por interações.

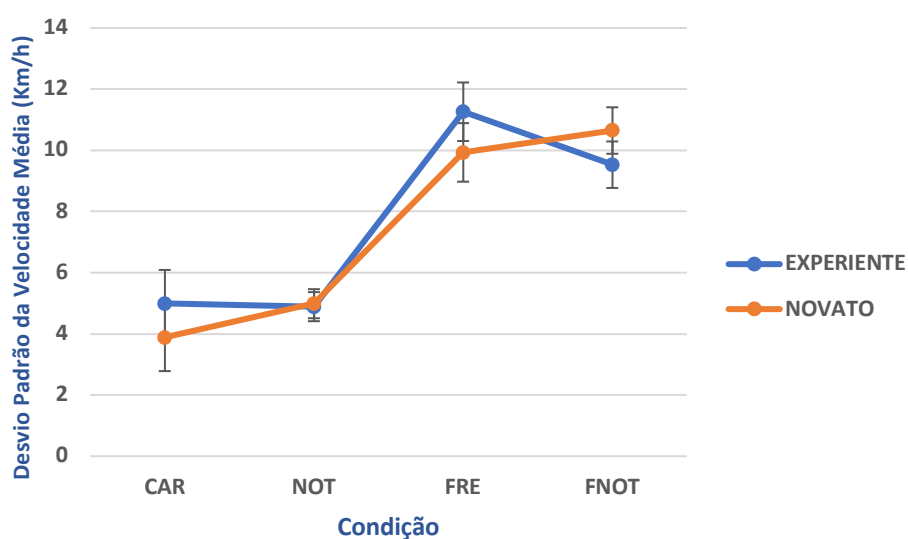
Figura 24 - Velocidade média (km/h) do carro do condutor nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O desvio padrão da velocidade média (Figura 25) foi afetado significativamente pelos fator freada, $F(1, 38) = 69,73$, $p < 0,001$, e pelas interações notificação por grupo, $F(1, 38) = 4,20$, $p = 0,047$, e freada por tentativa, $F(1,47, 55,66) = 5,32$, $p < 0,014$. O desvio padrão da velocidade média não foi afetado significativamente pelos fatores tentativa e notificação.

Figura 25 - Desvio padrão da velocidade média (km/h) do carro do condutor nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



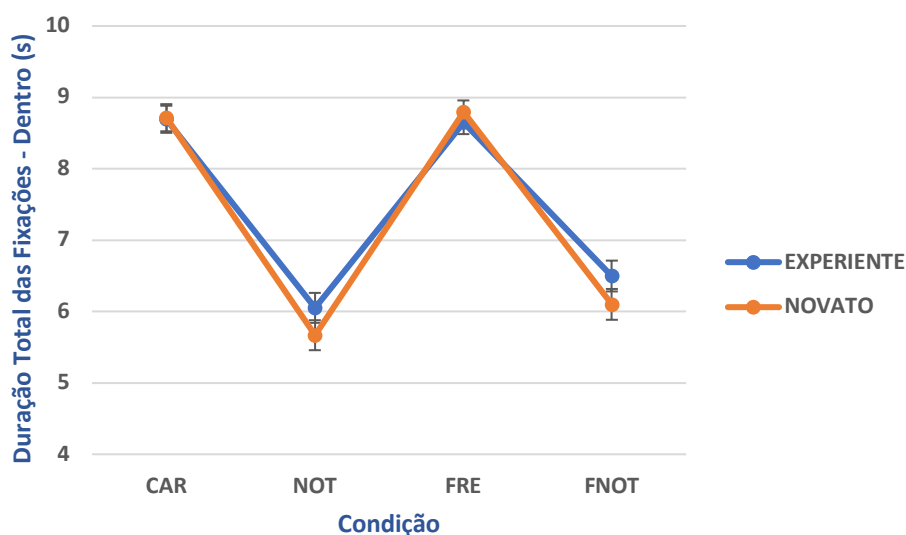
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.4. Comportamento do Olhar

A duração total das fixações dentro (Figura 26) foi significativamente afetado pelos fatores freada, $F(1, 38) = 5,68$, $p < 0,022$, notificação, $F(1, 38) = 460,37$, $p < 0,001$, e pela interação freada por notificação, $F(1, 38) = 5,21$, $p = 0,028$. A duração total das fixações dentro não foi significativamente afetada pelo fator tentativa.

Com relação à interação freada por notificação, comparações aos pares (*post-hoc*) revelaram que a duração total das fixações fora na condição CAR foi significativamente maior do que na condição NOT ($p < 0,001$) e que na condição FRE foi significativamente maior que na condição FNOT ($p < 0,001$).

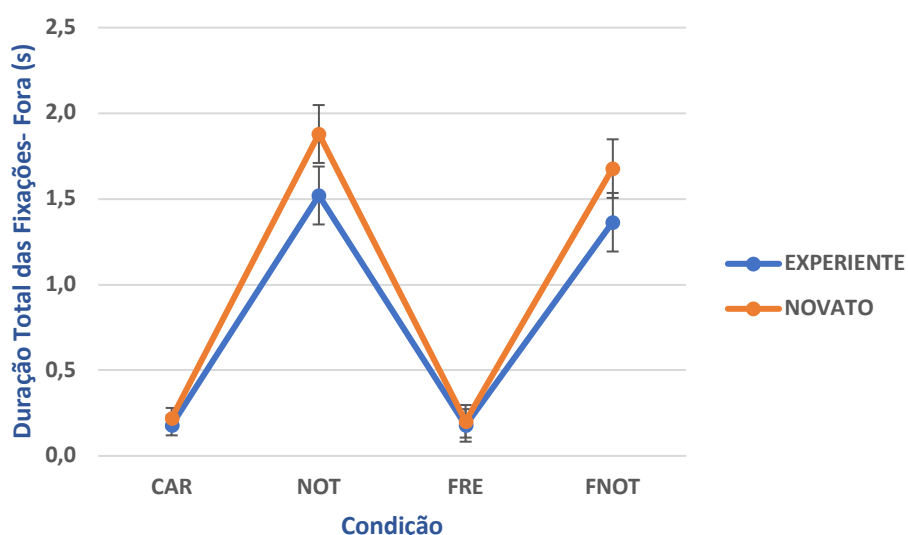
Figura 26 - Duração total das fixações (s) dentro nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A duração total das fixações fora (Figura 27) foi afetada significativamente pelo fator notificação, $F(1, 38) = 121,62$, $p < 0,001$. A duração total das fixações fora não foi significativamente afetada pelos fatores freada e tentativa.

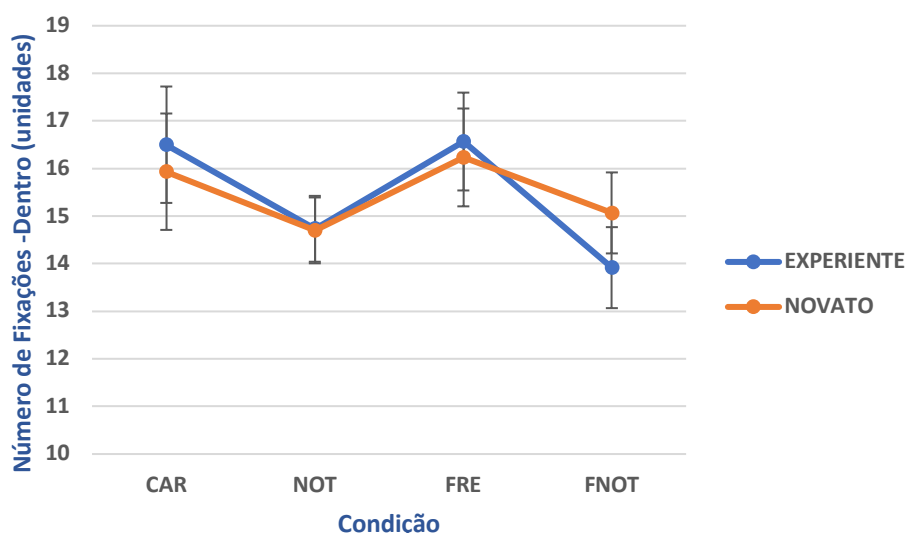
Figura 27 - Duração total das fixações (s) fora nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O número de fixações dentro (Figura 28) foi afetado significativamente pelo fator notificação, $F(1, 38) = 8,79$, $p = 0,005$. O número de fixações dentro não foi afetado significativamente pelos fatores freada e tentativa.

Figura 28 - Número de fixações (unidades) dentro para as condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



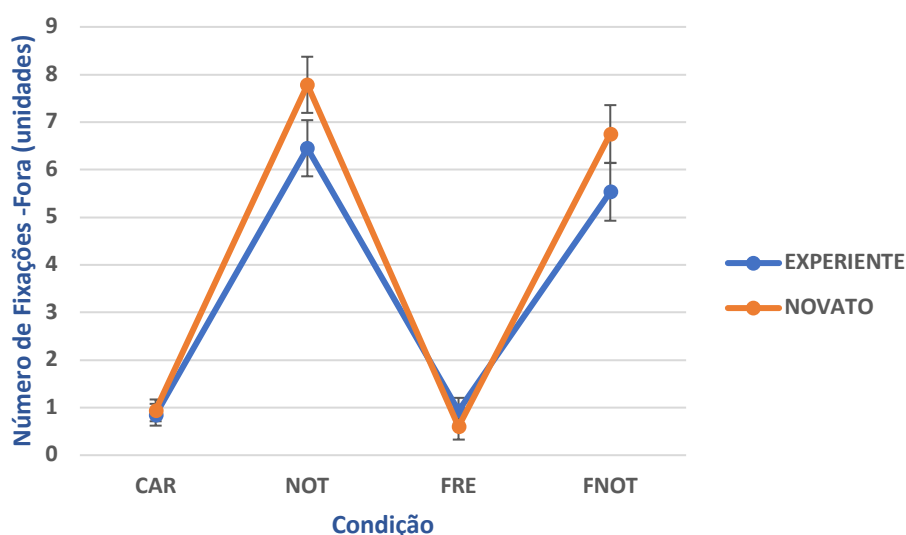
Fonte: Elaborado pelo autor.

O número de fixações fora (Figura 29) foi afetado significativamente pelos fatores freada, $F(1, 38) = 8,03$, $p = 0,007$, notificação, $F(1, 38) = 173,66$, $p < 0,001$,

e pela interação freada por notificação, $F(1, 38) = 5,37$, $p = 0,026$. O número de fixações dentro não foi afetado significativamente pelo fator tentativa.

Com relação à interação freada por notificação, comparações aos pares (*post-hoc*) revelaram que o número de fixações fora na condição NOT foi significativamente maior do que na condição CAR ($p < 0,001$) e que na condição FNOT foi significativamente maior que na condição FRE ($p < 0,001$).

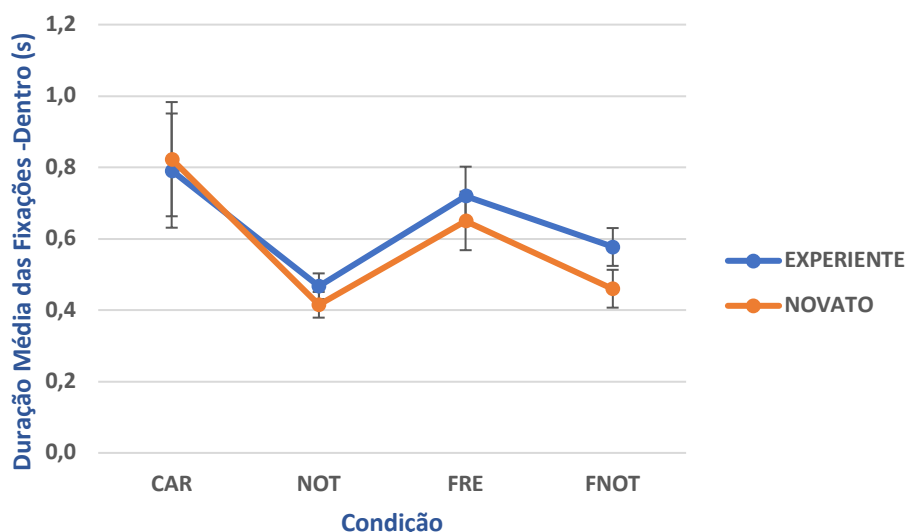
Figura 29 - Número de fixações (unidades) fora nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A duração média das fixações dentro (Figura 30) foi afetado significativamente pelo fator notificação, $F(1, 38) = 17,03$, $p < 0,001$. A duração média das fixações dentro não foi afetado significativamente pelos fatores freada e tentativa.

Figura 30 - Duração média das fixações (s) dentro nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



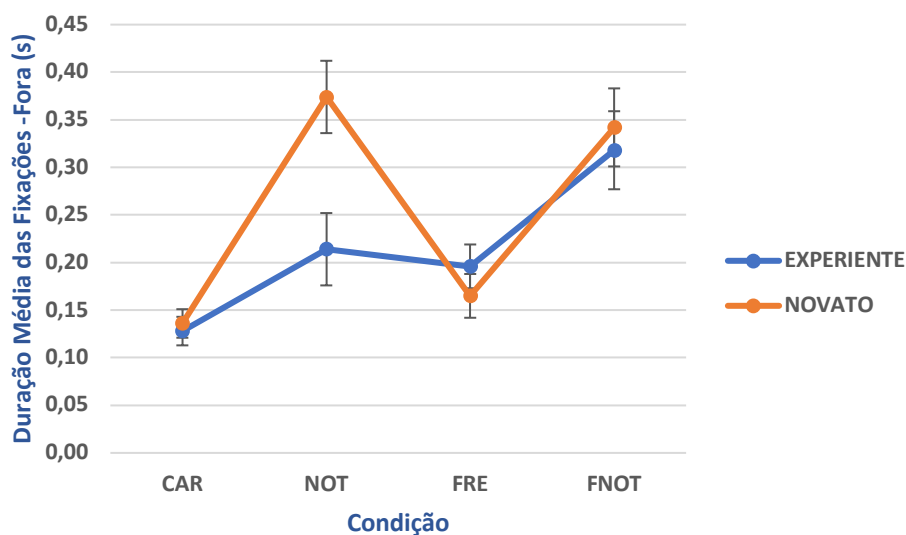
Fonte: Elaborado pelo autor.

A duração média das fixações fora (Figura 31) foi afetada significativamente pelos fatores notificação, $F(1, 38) = 54,40$, $p < 0,001$, tentativa, $F(1,9, 72,19) = 5,24$, $p = 0,008$, e pelas interações freada por grupo, $F(1, 38) = 4,11$, $p = 0,050$, notificação por grupo, $F(1, 38) = 5,96$, $p = 0,019$ e notificação por tentativa, $F(1,47, 55,75) = 11,20$, $p < 0,001$. A duração média das fixações fora não foi afetada significativamente pelo fator freada.

Com relação à interação grupo por freada, comparações aos pares (*post-hoc*) revelaram que, para os experientes, a duração média das fixações fora nas condições com freada (FNOT e FRE) foi significativamente maior ($p = 0,008$) do que nas sem freada (NOT e CAR); para os novatos, essa diferença não alcançou significância.

Com relação à interação grupo por notificação, comparações aos pares revelaram que, para os experientes, a duração média das fixações fora nas condições com notificação (NOT e FNOT) foi significativamente maior ($p = 0,001$) do que nas sem notificação (CAR e FRE); para os novatos, essa diferença foi também significativamente maior ($p < 0,001$).

Figura 31 - Duração média das fixações (s) fora nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



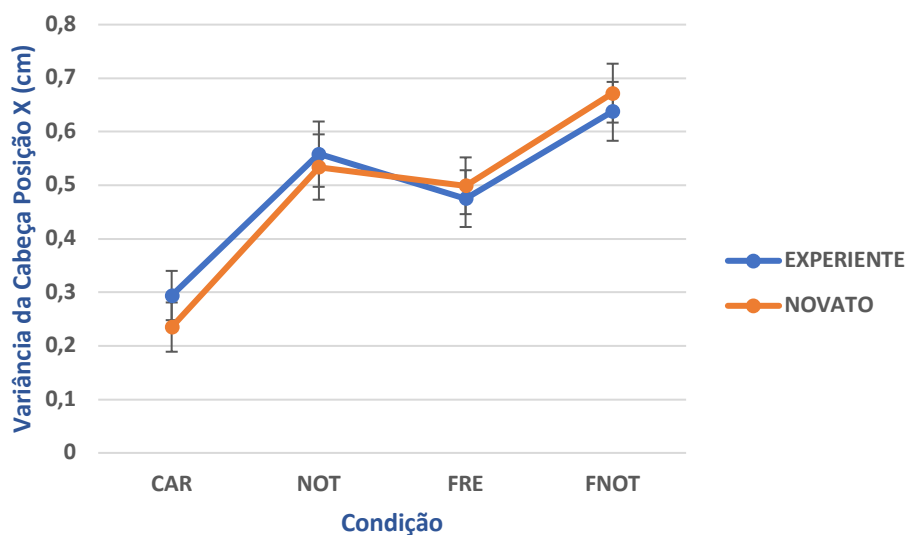
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.5. Comportamento da Cabeça

A variância da cabeça na posição x (Figura 32) foi afetado significativamente pelos fatores freada, $F(1, 38) = 39,32$, $p < 0,001$, notificação, $F(1, 38) = 31,37$, $p < 0,001$, e pela interação freada por notificação, $F(1, 38) = 4,67$, $p = 0,037$. A variância movimentação da cabeça na posição x não foi afetada significativamente pelo fator tentativa.

Com relação à interação freada por notificação, comparações aos pares revelaram que a variância da cabeça na posição na condição NOT foi significativamente maior do que na condição CAR ($p < 0,001$) e que na condição FNOT foi significativamente maior que na condição FRE ($p = 0,001$).

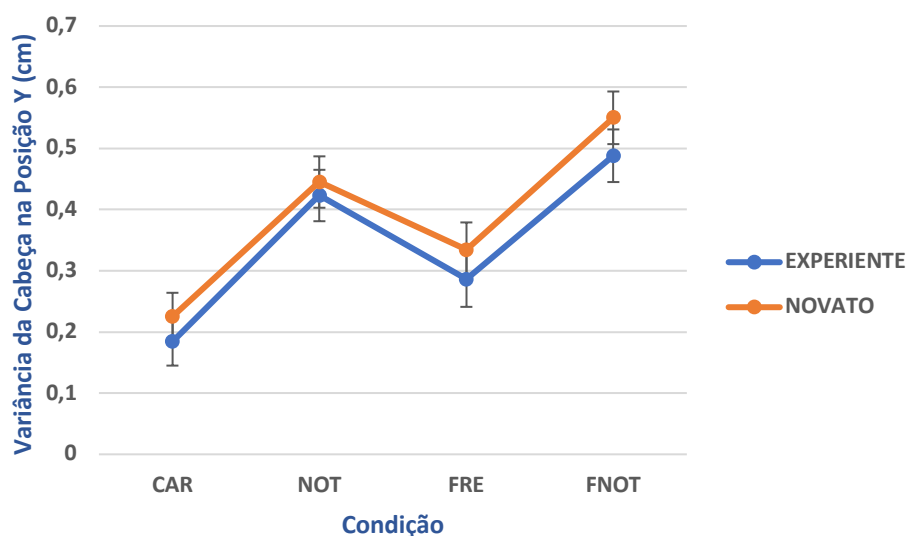
Figura 32 - Variância da cabeça na posição x (cm) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A variância da cabeça na posição y (Figura 33) foi afetada significativamente pelos fatores freada, $F(1, 38) = 13,86$, $p < 0,001$ e notificação, $F(1,38) = 82,12$, $p < 0,001$. A variância movimentação da cabeça na posição y não foi afetado significativamente pelo fator tentativa

Figura 33 - Variância da cabeça na posição y (cm) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



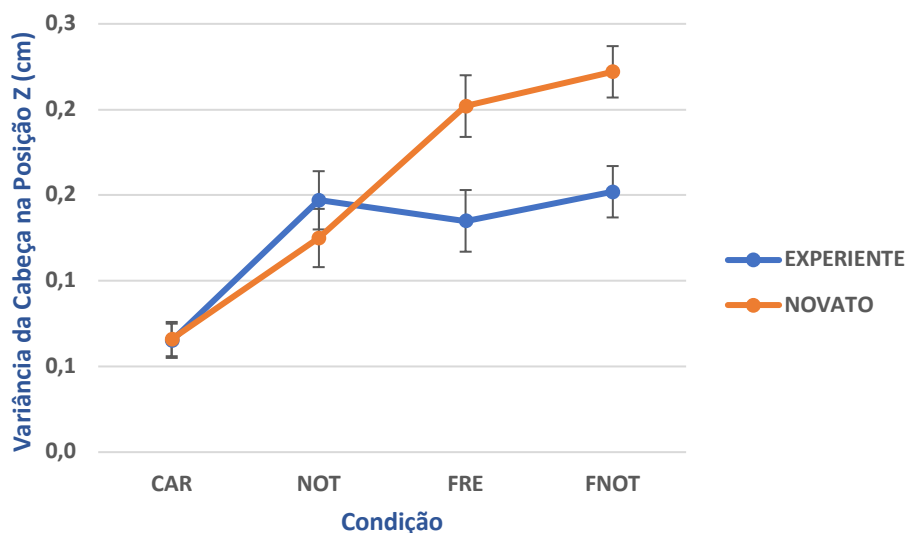
Fonte: Elaborado pelo autor.

A variância da cabeça na posição z (Figura 34) foi afetada significativamente pelos fatores freada, $F(1, 38) = 68,64$, $p < 0,001$, notificação, $F(1, 38) = 19,43$, $p < 0,001$, e pelas interações freada por notificação, $F(1, 38) = 9,36$, $p = 0,004$ e freada por grupo, $F(1, 38) = 17,83$, $p < 0,001$. A variância movimentação da cabeça na posição z não foi afetado significativamente pelo fator tentativa.

Com relação à interação freada por notificação, comparações aos pares (*post-hoc*) revelaram que a variância da cabeça na posição z condição NOT foi significativamente maior do que na condição CAR ($p < 0,001$) e que a condição FNOT não alcançou diferença significativa com FRE.

Com relação à interação grupo por freada, comparações aos pares revelaram que, para os experientes, a variância da cabeça na posição z nas condições com freada (FRE e FNOT) foi significativamente maior ($p = 0,007$) do que nas sem freada (CAR e NOT); para os novatos, essa diferença foi também significativamente maior ($p < 0,001$).

Figura 34 - Variância da cabeça na posição z (cm) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.

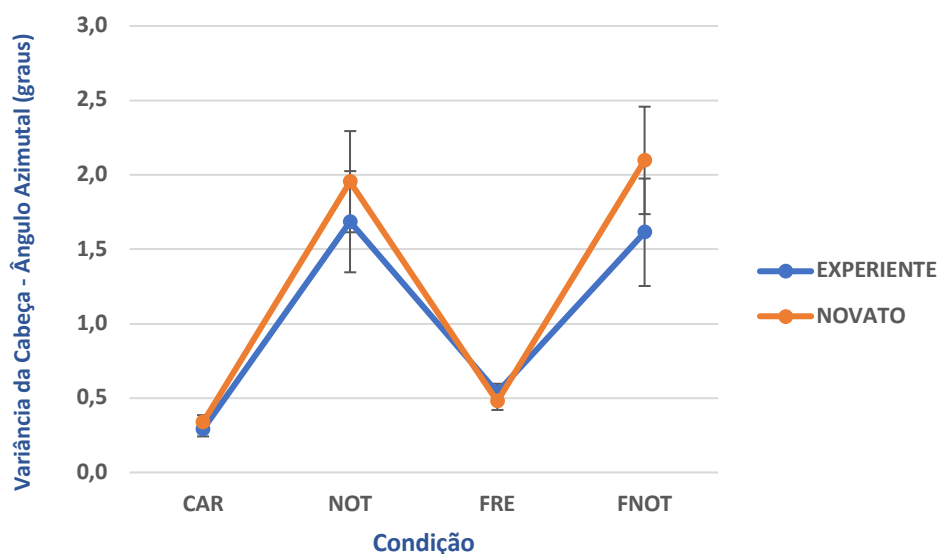


Fonte: Elaborado pelo autor.

A variância da cabeça no ângulo azimutal (Figura 35) foi afetada significativamente pelo fator notificação, $F(1, 38) = 37,95$, $p < 0,001$, e pelas interações freada por tentativa por grupo, $F(1,80, 68,22) = 3,25$, $p = 0,050$, e notificação por tentativa por grupo, $F(1,96, 74,31) = 3,42$, $p = 0,039$. A variância

da cabeça no ângulo azimutal não foi afetado significativamente pelos fatores freada e tentativa.

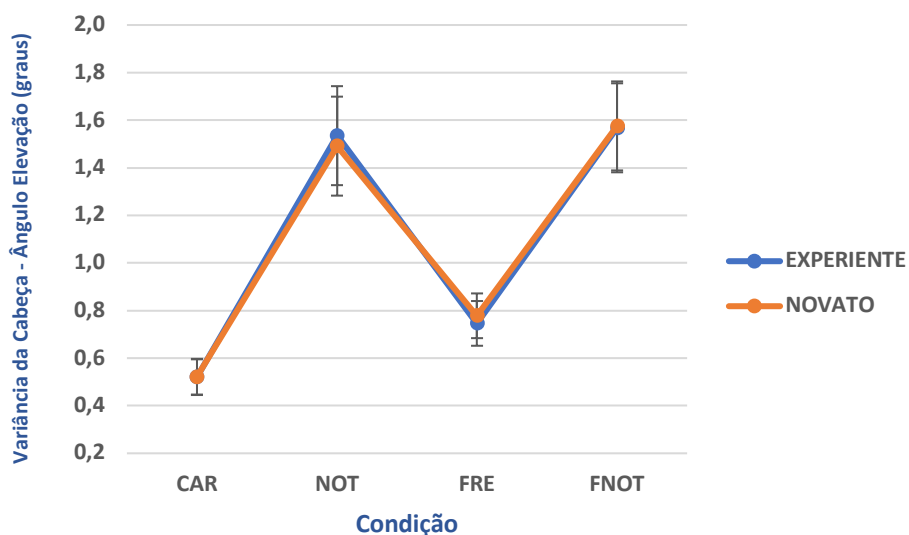
Figura 35 - Variância da cabeça no ângulo azimutal (graus) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A variância da cabeça no ângulo de elevação (Figura 36) foi afetado significativamente pelos fatores freada, $F(1, 38) = 7,70$, $p = 0,009$ e notificação, $F(1, 38) = 48,11$, $p < 0,001$. A variância da cabeça no ângulo de elevação não foi afetada significativamente pelo fator tentativa.

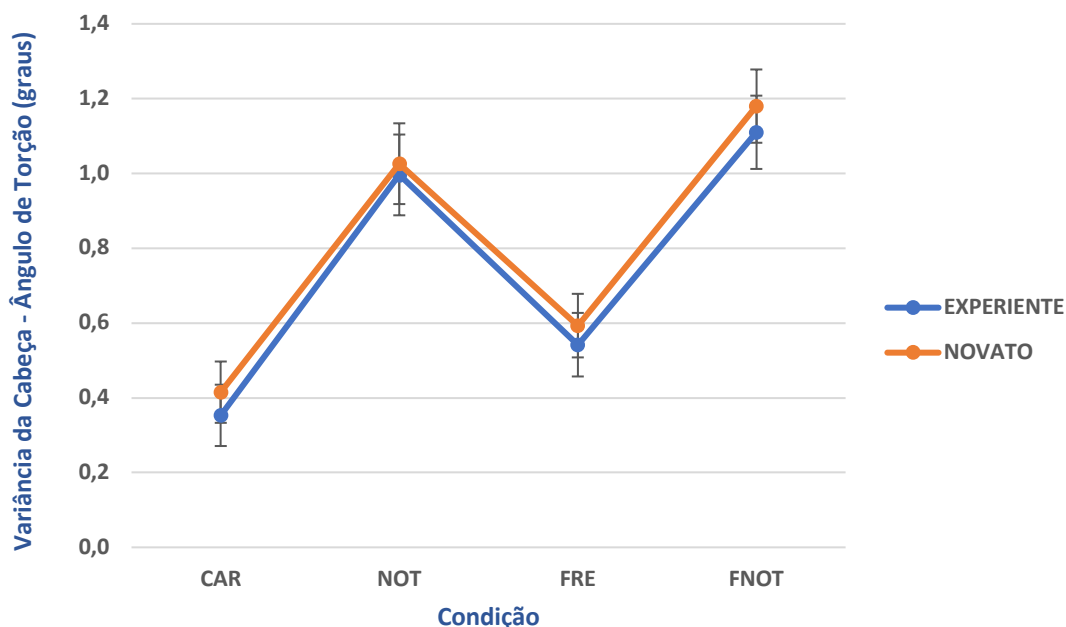
Figura 36 - Variância da cabeça no ângulo de elevação (graus) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A variância da cabeça no ângulo de torção (Figura 37) foi afetado significativamente pelos freada, $F(1, 38) = 14,71$, $p < 0,001$, notificação, $F(1, 38) = 90,52$, $p < 0,001$, e pela interação notificação por tentativa, $F(1,84, 70,02) = 8,83$, $p = 0,030$. A variância da cabeça no ângulo de torção não foi afetada significativamente pelo fator tentativa.

Figura 37 - Variância da cabeça no ângulo de torção (graus) nas condições CAR, NOT, FRE e FNOT de experientes e novatos.



Fonte: Elaborado pelo autor.

6. DISCUSSÃO

O objetivo deste estudo foi determinar o efeito do uso de relógio inteligente para motoristas experientes e novatos durante a condução simulada de automóvel, na tarefa de seguir o automóvel à frente, através da análise de movimento dos olhos, da cabeça e do desempenho do motorista. Em particular, comparando grupos de experiência distinta, este estudo buscou isolar os efeitos da tarefa de freada abrupta e do recebimento de notificação no relógio inteligente, separadamente e de modo combinado, em comparação as suas respectivas condições controle, sobre as variáveis de olhos, cabeça e desempenho na condução. Dadas as novidades do estudo, a literatura aponta, de modo geral, para processamento visual e desempenho da condução mais eficientes nos experientes, assim como para maior comprometimento visual e motor conforme aumenta a dificuldade da tarefa e sobrecarga atencional / cognitiva.

6.1. Grupo

A falta de experiência em lidar com uma grande quantidade de informação em situações complexas e dinâmicas, como a tarefa de conduzir um veículo em um ambiente repleto de distrações, mostrou que os motoristas novatos tiveram, de forma geral, um desempenho pior na tarefa de conduzir o veículo do que os experientes, especialmente no controle da velocidade do carro (Figuras 21, 24 e 25), no controle da movimentação lateral do veículo na faixa (Figura 23) e na quantidade de colisões que ocorreram entre o carro de cada motorista e o automóvel à frente (Figura 22). Os resultados obtidos estão de acordo com o estudo de Horrey e Divekar (2017), que sugere que motoristas novatos apresentam falha em alocar seu foco atencional; eles não direcionam, não priorizam e escolhem inapropriadamente o seu foco atencional durante a condução de um veículo. Desta forma, os motoristas novatos tendem a dificuldades na busca de informação relevante no ambiente para evitar ou antecipar perigos potenciais, enquanto se mantém conduzindo o veículo.

Os motoristas experientes apresentaram maior movimentação lateral do carro nas condições com freada. Tanto novatos quanto experientes tiveram uma

variabilidade maior em sua posição lateral quando receberam notificações no relógio inteligente. Desse modo, tanto a freada quanto a notificação aumentaram a variância da posição do carro do condutor em sua faixa com relação ao meridiano da via.

Os novatos também apresentaram fixações mais longas ($M= 0,995$, $EP= 0,077$) do que os experientes ($M=0,810$, $EP=0,077$) para a região fora da televisão (Figuras 27 e 29), que exibia o ambiente simulado de trânsito, indicando que os novatos concentravam-se por um período de tempo maior na tarefa secundária de leitura da mensagem no relógio inteligente. Ao comparar a duração média das fixações do olhar de motoristas experientes ($M=0,214$, $EP=0,019$) e novatos ($M= 0,254$, $EP=0,019$) dentro (Figura 26 e 28) e fora (Figura 27 e 29) da televisão, notou-se que com o recebimento da notificação houve desvio no foco atencional da tarefa principal de condução do veículo para a leitura da mensagem no relógio inteligente, consequentemente aumentando o risco de acidentes. Além disso, identificou-se que nas condições sem e com freada, a duração média das fixações do olhar na região fora foi mais longa para os experientes, mas ao mesmo tempo, os experientes apresentaram também um número maior de fixações fora (Figura 29). Nestas situações, os motoristas experientes buscaram mais informações no ambiente pois de acordo com Horrey e Divekar (2011) há diferença na forma como os novatos e experientes fixam o olhar e transacionam seu olhar enquanto dirigem. Segundo os pesquisadores, os motoristas novatos movem seu olhar de outras regiões para a pista enquanto que os experientes exploram mais o ambiente transacionando o olhar entre essas regiões antes de voltar sua atenção para a pista.

O fato de a duração média das fixações do olhar na região fora ser maior para os novatos (Figura 31) já foi identificado por Kostantopoulos, Chapman e Crundall (2009). Estes autores mostraram que os motoristas experientes precisam de menos tempo para adquirir informação (Figura 31 - CAR), aspecto evidenciado pela menor duração média da fixação do olhar. Assim, quanto menor for a duração média das fixações, menor será o tempo necessário para processar esta informação visual, que pode ser crucial na antecipação de situações de perigo.

Com relação ao tempo disponível para evitar um acidente em uma situação inesperada de frenagem do carro à frente, motoristas experientes

($M=1,783$, $EP=0,090$) e novatos ($M=1,690$, $EP=0,090$) obtiveram tempo de resposta semelhantes, indicando a mesma competência para tomar a decisão da freada e mover o pé para dar início à freada (Figura 19). No entanto, os motoristas experientes ($M=2,092$, $EP=0,122$) mostraram um tempo maior para contato em comparação com os motoristas novatos ($M=1,651$, $EP=0,122$) (Figura 20). A variável tempo para contato representa o tempo remanescente do carro do participante até o carro à frente, no instante do início da freada, se a velocidade atual for mantida (RODRIGUES et al., 2006; LEE, 1976). Os motoristas experientes empregaram uma estratégia de manter um tempo de segurança maior em relação ao carro da frente que os novatos, para que em um imprevisto de trânsito houvesse tempo suficiente para evitar colisão traseira. Segundo Hoffman e Mortimer (1993), o tempo para contato entre dois carros pode ser estimado através da variabilidade da distância de espaçamento entre os dois veículos; na perspectiva da informação visual, o tempo para contato é obtido através da expansão ou retração da imagem do veículo à frente na retina do motorista que está observando (LEE, 1976). Analogamente, Cavallo e Laurent (1988) complementam que quando um veículo está em rota de colisão com um objeto, seu motorista deve antecipar-se para evitar que a colisão realmente aconteça, fazendo os ajustes necessários para realizar uma frenagem bem-sucedida. Com o aumento da experiência, a estimativa e antecipação para evitar a colisão e o critério de decisão tornam-se mais apurados, permitindo que o motorista experiente crie estratégias, como a manutenção de uma margem de segurança maior, assim como uma taxa de desaceleração segura, para evitar colisões, especialmente em uma situação como a do presente experimento, na qual segue-se um carro à frente, mantendo uma distância relativamente curta e velocidade relativamente alta (CAVALLO e LAURENT, 1988).

A movimentação da cabeça, através da posição no eixo z nos motoristas experientes, apresentou menor variância em comparação com os motoristas novatos. Especialmente para as condições com freada (FRE e FNOT), observou-se ainda que quando aumentava a complexidade da tarefa (de CAR para FNOT), aumentava a variabilidade da movimentação da cabeça na posição z (Figura 34) para experientes, e principalmente, para novatos. Esta movimentação da cabeça, possivelmente ocorreu devido aos novatos apenas elevarem o seu punho no lado esquerdo do campo visual do participante e, a seguir,

movimentarem mais a sua cabeça. Verificou-se esta ação dos participantes novatos a partir das imagens gravadas das tentativas de cada participante, nas quais observaram-se a elevação do braço no momento de leitura e a fixação do olhar ir em direção à região fora. De forma análoga, mas com uma estratégia diferente, os experientes elevavam seu braço para fazer a leitura, porém, movimentavam o braço e o punho para ficar entre a cabeça e a televisão de modo que fosse possível observar a simulação e o relógio no campo visual. Este resultado observado para o grupo de experientes foi observado também no estudo de Giang, Hoeskstra-Atwood e Donmez (2014), no qual os pesquisadores notaram que os participantes também movimentavam o braço em direção à tela de simulação para que fosse possível realizar a tarefa no relógio inteligente enquanto conduziam e observavam a simulação de trânsito.

6.2. Freada

O desempenho dos motoristas (novatos e experientes) foi pior nas condições nas quais havia o fator freada (FRE e FNOT). O excesso de velocidade nas condições com freada foi mais afetado pela leitura das notificações (Figura 21) devido ao fato de, após a frenagem, e a partir das observações dos vídeos de todas as tentativas e cada participante, os novatos acelerarem acima do limite de velocidade da via para finalizar a tentativa. Através do número de colisões com o carro à frente e da instabilidade em manter o carro dentro da faixa, pode-se notar que, quando as freadas eram necessárias, o motorista não conseguia antecipar e evitar a colisão traseira modulando a frenagem. Ainda, os resultados mostraram que na condição FRE os motoristas experientes apresentaram um maior desvio da posição lateral e, baseado na visualização dos vídeos das tentativas, alguns motoristas tentavam evitar a colisão deslocando o carro para a outra faixa, porém como o carro à frente tinha movimento espelhado (ver seção 4.2.5.2), tornava-se impossível desviar do carro à frente com esta estratégia. O número de colisões foi maior para os novatos na condição de freada (FRE), este fato pode ser atribuído a pobre antecipação de perigos deste grupo e a falhas na escolha de informação visual em um contexto altamente rico em detalhes (HORREY e DIVEKAR, 2017). De acordo com Crundall e Underwood (2011), as colisões entre automóveis

acontecem devido aos motoristas falharem na seleção e escolha da informação visual correta, permitindo que uma ação seja desenvolvida no tempo correto.

Os motoristas, na condição com freada, mas sem notificação (FRE), permaneceram muito tempo com o foco atencional em direção à pista, como pode-se concluir através da duração total das fixações dentro (Figura 26). Notou-se ainda que nas condições com notificação (NOT e FNOT), a duração total das fixações dentro (Figura 26), nas condições sem freada, foi menor quando comparada às situações nas quais houve freada. Quando havia notificação o participante desviava seu foco atencional da tela do simulador em direção ao relógio inteligente. Se levarmos em consideração que os participantes estavam em uma via a 110km/h (por volta de 30m/s), cada segundo que o motorista desviava seu olhar fora do trânsito ele percorria 30 metros correndo risco de algum imprevisto acontecer, como uma frenagem de um carro e, por conseguinte, ocasionar um acidente de trânsito. Este resultado pode ser um indicativo de que estes participantes buscavam identificar situações de perigo e, portanto, estavam atentos ao trânsito da simulação (CRUNDALL e UNDERWOOD, 2011). Para a condição FNOT, houve um desvio atencional da tela de simulação em direção ao relógio inteligente. Pode-se verificar esta movimentação do foco atencional na condição FNOT através da comparação entre as condições FRE e FNOT para a variável número de fixações (Figura 28). Além disso, a duração média das fixações também foi mais longa na condição FNOT quando comparada a FRE (Figura 29). Isto indica que nas situações com freada e notificação, o motorista estava com uma demanda de acuidade visual alta para realizar a atividade de leitura da mensagem no relógio inteligente (HORREY, 2017), atividade de atenção seletiva (TRICK e ENNS, 2017) que requer que a duração das fixações seja mais longa. Assim, estes resultados mostraram que uma atividade mais complexa, que demanda uma maior carga cognitiva, como ler a mensagem no relógio inteligente, compreender a mensagem, processar, falar em voz alta e manter o carro na pista (FISHER, POLLATSEK e HORREY, 2011), acabou reduzindo número e duração das fixações na tela, enquanto aumentava essas variáveis para fora da tela.

A movimentação da cabeça na posição x mostrou (Figura 32) que as condições com freada, independentemente da presença de notificação, apresentaram maior variabilidade do que as condições sem freada. Nas

condições FRE e FNOT houve maior movimentação da cabeça do que nas condições CAR e NOT, respectivamente. Nas condições NOT e FNOT, atribui-se esta variabilidade da movimentação à leitura da mensagem de texto no relógio inteligente, tarefa que requer que o participante mova o punho e braço e, posteriormente, a cabeça para fazer a leitura da mensagem no relógio inteligente.

6.3. Notificação

O tempo de resposta representa o somatório dos intervalos da tomada de decisão e de retirada do pé direito do acelerador e início do movimento de pressão sobre o pedal do freio. Assim, notou-se que para o tempo de resposta, a partir do momento no qual o carro à frente teve o freio acionado, ligando a luz vermelha de freio na traseira do carro, foi maior na condição com freada (FRE) e notificação FNOT (Figura 19). As distrações na tarefa de dirigir são desvios de atenção da condução do automóvel para algum objeto, pessoa e atividade não relacionada à direção do veículo na qual o motorista tem uma redução da sua consciência na direção, na tomada de decisão e em seu desempenho (REGAN e HALLETT, 2011). Assim, ao receber a mensagem de texto no relógio inteligente há o desvio atencional da condução do veículo para elevar o relógio até uma posição na qual se possa fazer a leitura da mensagem, identificar a última mensagem que foi enviada e, por fim, fazer a leitura da mensagem em voz alta. Logo, o desvio atencional reflete também diretamente na tomada de decisão e, posteriormente, na realização da ação motora escolhida para que a ação resultante da visualização da luz de freio no carro a frente seja a escolha correta (escolher pisar no pedal do freio ou girar o volante em uma via de dois sentidos, por exemplo) e modulada (qual a intensidade e frequência do pisar no freio para evitar uma colisão) de acordo com a aproximação do carro a frente e com a velocidade relativa entre ambos.

O desvio de atenção da pista, na situação de freada com notificação (FNOT), requer um tempo maior de resposta para que o motorista consiga voltar sua atenção para a pista, analisar as condições de tráfego, identificar uma situação de perigo, processar esta informação para assim, selecionar e executar uma resposta condizente com a situação. Segundo Fisher, Pollatsek e Horrey

(2011), há aumento significativo das chances da ocorrência de um acidente no trânsito quando há o desvio do olhar da atividade de direção do automóvel para uma outra atividade não relacionada a dirigir, mesmo que por um pequeno período de tempo. Assim, devido ao fator notificação, notou-se que o desempenho dos motoristas foi afetado significativamente através da leitura da mensagem no relógio inteligente (Figuras de 21 a 25). Este resultado está de acordo com o estudo de Samost et al. (2015) que verificou que os participantes tenderam à distração maior em situações nas quais estavam interagindo com um smartphone. De forma análoga, este resultado também está de acordo com o estudo de Giang, Hoeskstra-Atwood e Donmez (2014), que identificou que o desempenho de participantes em sua pesquisa foi afetado pelo uso de relógios inteligentes enquanto dirigiam. Com relação ao controle de posicionamento lateral do carro na faixa, nas condições que apresentam notificação, a manutenção do carro foi afetada devido ao desvio atencional da atividade principal de direção em prol da leitura da mensagem de texto no relógio inteligente, resultado também encontrado no estudo de Giang, Chen e Donmez (2017).

O olhar em direção ao relógio inteligente nas situações em que havia o fator notificação gerou elevação da duração total das fixações, do número total das fixações e da duração média das fixações, quando comparadas à condição sem notificação. Nas condições de tarefa dupla na qual o participante deveria manter a direção e fazer a leitura da mensagem de texto no relógio inteligente, houve desvio atencional da pista para o relógio; esse desvio aumenta o requerimento de atenção para que a mensagem seja identificada e, depois, a leitura desta mensagem em voz alta seja realizada. Logo, o aumento no número de fixações do olhar em direção ao relógio (Figura 29) está associado diretamente com as durações mais longas dessas fixações do olhar nas condições NOT e FNOT quando comparadas as condições CAR e FRE, resultado semelhante ao obtido por de Giang et al. (2015), pois os participantes precisavam de durações mais longas da fixação do olhar em direção ao relógio inteligente para compreender a mensagem, fazer a leitura do texto, guardar na memória de curta duração para assim falar este texto em voz alta. Ainda, o aumento da duração média das fixações (Figura 31) em direção ao relógio inteligente (NOT e FNOT) também pode ser atribuído à pequena tela do relógio

inteligente, a qual dispõe de pouco espaço e requer do usuário maior esforço para aquisição da informação (GIANG et al., 2015; GIANG, HOESKSTRA-ATWOORD, DONMEZ, 2014). Além disso, notou-se que nas condições sem notificação, sem e com freada (CAR e FRE), a duração média das fixações dentro (Figura 30) foi mais longa do que nas condições com notificação (NOT e FNOT). Por outro lado, a duração média das fixações fora (Figura 31) foi mais longa nas condições com notificação, sem e com freada (NOT e FNOT), do que nas condições sem notificação. Este resultado mostra a atividade de atenção seletiva (IIDA e BUARQUE, 2016) na qual as variáveis de duração das fixações e número de fixações do olhar alternam-se entre dentro e fora, caracterizando diferença no foco atencional do motorista.

Para as condições com notificação, houve aumento significativo da variabilidade nos três eixos de movimentação da cabeça: azimutal, de elevação e torção. Ao receber uma mensagem no relógio inteligente, os participantes buscavam a melhor estratégia para continuar conduzindo o carro na pista e ao mesmo tempo fazer a leitura da mensagem de texto no relógio. Assim, houve a movimentação da cabeça de forma a alternar a atenção visual entre o relógio e a pista na televisão, de forma a dividir a atenção em prol da realização das duas atividades. Por isso, assim como identificado no trabalho de Giang, Hoeskstra-Atwood e Donmez (2014), pode-se atribuir esta maior variabilidade a, principalmente, elevação do punho com o relógio a uma altura próxima ou a frente do campo visual para fazer a leitura da mensagem de texto.

6.4. Tentativa

Cabe salientar que uma variedade de análises envolvendo o fator tentativa mostrou efeito principal ou interações significativas. No entanto, as análises post-hoc não revelaram interpretações claras e coerentes; não foram observados aumento ou redução significativa entre os três níveis desse fator na mesma direção. Desta forma, estas diferenças significativas foram reportadas no texto e as informações descritivas alocadas no Apêndice III. O fator tentativa foi incluído na análise como uma forma metodologicamente rigorosa de testar possíveis efeitos sistemáticos de adaptação, fadiga, entre outros, ao longo das três repetições da tarefa em cada célula do delineamento experimental; apesar

desses fatores não serem parte do objetivo deste estudo, poderiam limitar suas conclusões. Em particular, o efeito da experiência foi isolado no presente estudo através do fator grupo. Uma explicação para esses efeitos significativos relacionados ao fator tentativa, mas não claramente interpretáveis pode residir no método de aleatorização adotado neste estudo. Com a finalidade de evitar possíveis efeitos de ordem na realização das diversas condições experimentais, optou-se por incluir não só os fatores freada e notificação, mas também as tentativas nessa aleatorização, o que está de acordo com os fundamentos de delineamentos mistos e análises de variância de medidas repetidas (MAXWELL e DELAYNE, 1990). No entanto, isso pode ter aumentado a variabilidade das respostas registradas para todas variáveis dependentes, uma vez que a primeira, segunda e terceira tentativas de cada célula do delineamento não foram realizadas uma imediatamente após a outra, impulsionando o alcance da significância estatística para o fator tentativa mas sem relevância para sua interpretação.

7. CONCLUSÕES

Este estudo analisou o efeito do uso de relógio inteligente para motoristas experientes e novatos durante a condução simulada de automóvel. Em síntese, pode-se concluir que a freada e a leitura de notificação em um relógio inteligente contribuem, tanto de forma individual quanto combinada, para a piora do desempenho da atividade de condução de veículo automotor de motoristas experientes e novatos, o que confirma a importância de estudos na área de ergonomia cognitiva. Adicionalmente, em acordo com o esperado, confirmou-se que motoristas experientes apresentaram, em relação aos novatos, melhor desempenho em termos de movimentos dos olhos, da cabeça e na execução da tarefa de condução.

O comportamento do olhar foi mais afetado quando a notificação foi recebida no relógio inteligente, devido à mudança do foco atencional e da necessidade de buscar e adquirir informação visual em outro plano de ação. Além disso, em situações com freada combinada ao fator distrator da notificação, ocorreu deterioração ainda maior no desempenho referente à aquisição de informação através dos olhos.

Ainda, a variabilidade da movimentação da cabeça mostrou-se mais afetada nas situações de freada e notificação, sugerindo que, mediante necessidade de adquirir informação visual, o motorista movimenta sua cabeça em diversas direções ocasionando o afastamento da atenção no trânsito.

Como indicativo aplicado do presente estudo, as autoescolas podem informar de modo mais objetivo a seus alunos sobre os perigos em potencial ao utilizar um relógio inteligente. Ademais, os fabricantes desses tipos de relógio poderiam incluir um mecanismo de detecção da movimentação do punho ao volante, mapeando este tipo de atividade a fim de notificar e, possivelmente, educar os motoristas quanto aos perigos de se utilizar este tipo de relógio no trânsito.

Por fim, estudos futuros visando comparar os relógios inteligentes com outros efeitos distratores no ambiente interno do carro podem ajudar na identificação do grau de distração causada por este aparelho.

8. REFERÊNCIAS

ABERGO. Associação Brasileira de Ergonomia. Norma ERG BR 1002 - Código de Deontologia do Ergonomista Certificado. Disponível em: <http://www.abergo.org.br/arquivos/normas_ergbr/norma_erg_br_1002_deontologia.pdf> [2003]. Acessado em: 08. ago. 2015.

AMAZEEN, Eric L.; AMAZEEN, Polemnia G.; BEEK, Peter J. Eye movements and the selection of optical information for catching. *Ecological Psychology*, v. 13, n. 2, p. 71-85, 2001.

ANATEL, Brasil registra queda de 14,09 milhões de linhas móveis nos últimos doze meses, Agência Nacional de Telecomunicações. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/dados/destaque-1/283-movel-acessos-maio>>. Acesso em: 20 de junho de 2017. 2017.

ANGELONI, M. T. (Org.) Organizações do Conhecimento: infraestrutura, pessoas e tecnologia, 2. Ed. – São Paulo: Saraiva, 2008.

CAIRD, J. K.; DEWAR, R. E. Driver distraction. In: DEWAR, R. E.; OLSEN, R. (Eds.). *Human factors in traffic safety*. 2nd. Tucson, AZ: Lawyers & Judges Publishing, 2007, p. 195-229.

CAIRD, J.K., DEWAR, R.E., 2007. Driver distraction. In: Dewar, R.E., Olsen, R. (Eds.), *Human Factors in Traffic Safety*, second ed. Lawyers & Judges Publishing, Tucson, AZ, pp. 195–229.

CANALYS, 18 milion Apple Watches ship in 2017, up 54% on 2016, Palo Alto, Disponível em: < <https://www.canalys.com/newsroom/18-million-apple-watches-ship-2017-54-2016>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2018. 2018.

CANÃS, J. J.; WAERNS, Y. Ergonomía cognitiva: aspectos psicológicos de la interacción de las personas con la tecnología de la información. Madrid: Editorial Medica Panamericana, 2001.

CARIZIO, B. G. Efeito distrator do telefone celular sobre a condução simulada de automóveis: situações de uso manual e viva-voz. 2016.

CASTRO, J. R., Qual foi a gravidade da recessão no Brasil e qual a força da recuperação. *Nexo Jornal*. Disponível em: <[https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/02/06/Qual-foi-a-gravidade-da-recessão-no-Brasil-e-qual-a-força-da-recuperação](https://www.nexojornal.com.br/expresso/2018/02/06/Qual-foi-a-gravidade-da-recessao-no-Brasil-e-qual-a-forca-da-recuperacao)>. Acesso em: 20 de junho de 2018. 2018.

CAVALLO, Viola; LAURENT, Michel. Visual information and skill level in time-to-collision estimation. *Perception*, v. 17, n. 5, p. 623-632, 1988.

CECCHINATO, M. E.; COX, A. L.; BIRD, J. Smartwatches: the Good, the Bad and the Ugly?. In: *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference extended abstracts on human factors in computing systems*. ACM, 2015. p. 2133-2138.

CORDEIRO, F., São Paulo bate recorde de trânsito no ano na saída para o feriado. *Jornal Estadão São Paulo*. Disponível em: <<https://sao->

paulo.estadao.com.br/noticias/geral,sao-paulo-bate-recorde-de-transito-no-ano-na-saida-para-o-feriado,70002287044>. Acesso em: 20 de junho de 2018. 2018.

CET-SP, Fatos e Estatísticas de Acidentes de Transito em São Paulo, São Paulo, Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br/dados/destaque-1/283-movel-acessos-maio>>. Acesso em: 20 de junho de 2017. 2011.

CNova Marketplace, O crescimento do mercado mobile no brasil e no mundo, CNova Marketplace Blog. Disponível em: <<http://marketplace.br.cnova.com/artigo/crescimento-do-mercado-mobile-no-brasil-e-no-mundo/>>. Acesso em: 20 de junho de 2017.

CORRÊA, Vanderlei Moraes; BOLETTI, Rosane Rosner. Ergonomia: fundamentos e aplicações. Bookman Editora, 2015.

CRUNDALL, David; UNDERWOOD, Geoffrey. Visual attention while driving: measures of eye movements used in driving research. In: Handbook of traffic psychology. 2011. p. 137-148.

CRUNDALL, David; PRADHAN, Anuj K. Hazard Avoidance in Young Novice Drivers: Definitions and a Framework. In: Handbook of Teen and Novice Drivers. CRC Press, 2016. p. 81-94.

CYBIS, W A.; BETIOL, A. H; FAUST, R.. Ergonomia e Usabilidade 3ª edição: Conhecimentos, Métodos e Aplicações. Novatec Editora, 2015.

SILVA, G. A., PASCHOARELLI, L. C., RODRIGUES, S. T. Avaliação qualitativa da usabilidade e motivações de usuários de relógios inteligentes. Blucher Engineering Proceedings, v. 3, n. 3, p. 1104-1113, 2016.

SILVA, G. A.; MEDOLA, F. O.; RODRIGUES, S T. Smartwatch: um possível dispositivo eletrônico vestível de tecnologia assistiva. Blucher Engineering Proceedings. 2017.

DENIS, R. C. Uma introdução à história do design. São Paulo: Edgard Blucher, 2000.

Departamento de Polícia Rodoviária Federal do Ministério da Justiça e Segurança Pública, Acidentes Agrupados por ocorrências, Dados Abertos. Disponível em: <<https://www.pr.f.gov.br/portal/dados-abertos/acidentes/acidentes>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2018. 2018.

DETRAN-PR, Multa fica mais cara para quem usa o celular na direção, Departamento de Trânsito do Paraná, Curitiba. Disponível em: <<http://www.detrان.pr.gov.br/modules/noticias/article.php?storyid=1962>>. Acesso em: 19 de junho de 2017.

DI STASI, Leandro L. et al. Towards a driver fatigue test based on the saccadic main sequence: A partial validation by subjective report data. Transportation research part C: emerging technologies, v. 21, n. 1, p. 122-133, 2012.

DIVEKAR, Gautam; HORREY, William J. Attention Allocation and Maintenance in Novice and Teen Drivers. In: Handbook of Teen and Novice Drivers. CRC Press, 2016. p. 95-104.

DORN, Lisa; SULLMAN, Mark (Ed.). Advances in traffic psychology. Ashgate Publishing, Ltd., 2012.

FISHER, Donald L. et al. (Ed.). Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology. CRC Press, 2011.

FISHER, Donald L. et al. (Ed.). Handbook of driving simulation for engineering, medicine, and psychology. CRC Press, 2011.

FISHER, Donald L. et al. (Ed.). Handbook of teen and novice drivers: Research, practice, policy, and directions. CRC Press, 2016.

FISHER, Donald L.; POLLATSEK, Alexander; HORREY, William J. Eye behaviors: how driving simulators can expand their role in science and engineering. 2011.

GIANG, Wayne CW et al. Smartwatches vs. Smartphones: A preliminary report of driver behavior and perceived risk while responding to notifications. In: Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. ACM, 2015. p. 154-161.

GIANG, Wayne CW; CHEN, Huei-Yen Winnie; DONMEZ, Birsen. Smartwatches vs. Smartphones: Notification Engagement while Driving. International Journal of Mobile Human Computer Interaction (IJMHCI), v. 9, n. 2, p. 39-57, 2017.

GIANG, Wayne CW; HOEKSTRA-ATWOOD, Liberty; DONMEZ, Birsen. Driver engagement in notifications: a comparison of visual-manual interaction between smartwatches and smartphones. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. Sage CA: Los Angeles, CA: Sage Publications, 2014. p. 2161-2165.

GODIEN, R., & THEEUWES, J. The relationship between exogenous and endogenous saccades and attention. In The Mind's Eye, p. 3-26. 2003.

GODIEN, Richard; THEEUWES, Jan. Parallel allocation of attention prior to the execution of saccade sequences. Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, v. 29, n. 5, p. 882, 2003.

GOTARDI, G. C.; SCHOR, P. ; NAVARRO, M. ; RODRIGUES, S. T. . Efeitos de ansiedade e reinvestimento sobre o comportamento do olhar de motoristas experientes e novatos. In: VIII Congresso Brasileiro de Comportamento Motor, 2016, João Pessoa, Paraíba, Brasil. VIII Congresso Brasileiro de Comportamento Motor. São Paulo: Brazilian Journal of Motor Behavior, 2016. v. 10. p. 45-45.

GRANDJEAN, Etienne; KROEMER, Karl HE. Fitting the task to the human: a textbook of occupational ergonomics. CRC press, 1997.

HOFFMANN, Errol R.; MORTIMER, Rugolf G. Drivers' estimates of time to collision. Accident Analysis & Prevention, v. 26, n. 4, p. 511-520, 1994.

HOLLNAGEL, E. (1997). Cognitive ergonomics: It's all in the Mind. Ergonomics, 40(10), 1170-1182.

HORREY, W. J. On allocating the eyes: Visual attention and in-vehicle technologies. Human factors of visual and cognitive performance in driving, p. 151-166, 2009.

IBGE, Aplicativo web de Projeção da População brasileira, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Brasília. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/apps/populacao/projecao/>>. Acesso em: 17 de junho de 2017.

IIDA, I. BUARQUE, L. Ergonomia: Projeto e Produção-3 edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2016.

IIDA, I. Ergonomia: Projeto e Produção-2 edição. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

Justiça do Brasil, Art. 252 do Código de Trânsito Brasileiro - Lei 9503/97. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/topicos/10596806/artigo-252-da-lei-n-9503-de-23-de-setembro-de-1997>>. Acesso em 20 de junho de 2017.

KONSTANTOPOULOS, Panos; CHAPMAN, Peter; CRUNDALL, David. Exploring the ability to identify visual search differences when observing drivers' eye movements. Transportation research part F: traffic psychology and behaviour, v. 15, n. 3, p. 378-386, 2012.

KOWLER, Eileen. Eye movements: The past 25 years. Vision research, v. 51, n. 13, p. 1457-1483, 2011.

KROEMER, Karl HE. Fitting the Human: Introduction to Ergonomics/Human Factors Engineering. CRC Press, 2017.

LAND, M.F., MENNIE, N., RUSTED, J. The roles of vision and eye movements in the control of activities of daily living. Perception 28, 1311–1328. 1999.

LAND, Michael F. Eye movements and the control of actions in everyday life. Progress in retinal and eye research, v. 25, n. 3, p. 296-324, 2006.

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

LEHTONEN, Esko et al. Effect of driving experience on anticipatory look-ahead fixations in real curve driving. Accident Analysis & Prevention, v. 70, p. 195-208, 2014.

MAXWELL, S. E.; DELANEY, H. D. Designing experiments and analyzing data: a model comparison approach. Belmont, CA: Wadsworth, 1990.

MAXWELL, S. E.; DELANEY, H. D. Designing experiments and analyzing data: a model comparison approach. Belmont, CA: Wadsworth, 1990.

MCDONALD, C. C., SOMMERS, M. S., WINSTON, . K., Novice Teen Driver Crash Patterns: Hazard avoidance in young novice drivers: Definitions and a framework. Handbook of teen and novice drivers: Research, practice, policy, and directions, p. 47-58, 2016.

MORAES, A. de; MONTALVÃO, C. Ergonomia: conceitos e aplicações. Teresópolis: 2AB. 4 edição, 2012.

MORAES, A. de; MONTALVÃO, C. Ergonomia: conceitos e aplicações. Teresópolis: 2AB. 4 edição, 2012.

NORMAN, Donald A. O design do dia-a-dia. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 2006.

Painel de Mobilidade Segura, Folha de São Paulo, São Paulo. Disponível em: <<http://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2016/11/1828364-dirigir-ao-celular-passa-a-ser-infracao-gravissima-a-partir-desta-terca-1.shtml>>. Acesso em 18 de junho de 2017.

PASCHOARELLI, L. C.; SILVA, J. C. P. (orgs). Design Ergonômico: Estudos e Aplicações. Bauru: Canal6, 2013.

PRADHAN, A. K.; CRUNDALL, D. Hazard avoidance in young novice drivers: Definitions and a framework. Handbook of teen and novice drivers: Research, practice, policy, and directions, p. 61-74, 2016.

PRADHAN, Dipesh; SUJATMIKO, Nugroho. Can smartwatch help users save time by making processes efficient and easier. Master's thesis. University of Oslo, v. 18, 2014.

QUARESMA, Manuela; GONÇALVES, Rafael Cirino; RODRIGUES, Marcela. Contextual Analysis of Strategies and Interaction Motivations with Smartphones in Vehicles. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2016. p. 1103-1107 .

RiGGS, L.A. (1965). Visual acuity. In Graham, C.H., (Ed.), Vision and visual perception (pp. 321–349). New York: Wiley

ROCHA, H.; BARANAUSKAS, M. Design e Avaliação de Interfaces Humano-Computador. Campinas: Instituto de Computação UNICAMP. 2003.

RODRIGUES, S. T. O movimento dos olhos e a relação percepção-ação. In: TEIXEIRA, L. A. (Org.). Avanços em comportamento motor. Rio Claro, SP: Movimento, 2001. p. 122-146.

RODRIGUES, S. T. O Movimento dos Olhos e a Relação Percepção-Ação In: Avanços em Comportamento Motor ed.Rio Claro, SP : Movimento, 2001, p. 122-146.

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

RODRIGUES, S. T., SCHIAVON, R., MACEGOZA, J. O tipo de trajetória não afeta o controle visual da freada em ciclistas. Revista Brasileira de Educação Física e Esporte, v.26, p.473-483, 2012.

SAMOST, Aubrey et al. Comparing the relative impact of smartwatch and smartphone use while driving on workload, attention, and driving performance. In: Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting. Sage CA: Los Angeles, CA: SAGE Publications, 2015. p. 1602-1606.

SANTA ROSA, J. G.; MORAES, A. Avaliação e Projeto no Design de Interfaces. Teresópolis: 2AB, 2012.

SHIRAZI, Alireza Sahami; HENZE, Niels. Assessment of notifications on smartwatches. In: Proceedings of the 17th International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services Adjunct. ACM, 2015. p. 1111-1116.

SILVA, G. A., PASCHOARELLI, L. C., MEDOLA, F. O., RODRIGUES, S. T. Avaliação qualitativa da usabilidade e motivações de usuários de relógios inteligentes. Blucher Engineering Proceedings, v. 3, n. 3, p. 1104-1113, 2016.

STERNBERG, R. J. Psicologia cognitiva. Porto Alegre: Artmed, 2000.

STERNBERG, R. J.; STERNBERG, K.. Cognitive psychology. Nelson Education, 2016.

TERKEN, Jacques; VISSER, Henk-Jan; TOKMAKOFF, Andrew. Effects of speech-based vs handheld e-mailing and texting on driving performance and experience. In: Proceedings of the 3rd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. ACM, 2011. p. 21-24.

TRICK, Lana M.; ENNS, James T. A two-dimensional framework for understanding the role of attentional selection in driving. Human factors of visual and cognitive performance in driving, p. 63-73, 2009.

UNDERWOOD, Geoffrey et al. Visual search while driving: skill and awareness during inspection of the scene. Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, v. 5, n. 2, p. 87-97, 2002.

APÊNDICE

APÊNDICE I – Configuração de hardware e software

Para fazer a coleta de dados durante o procedimento experimental, foi utilizada uma arquitetura de configuração entre os hardwares de forma customizada, integrando os 3 computadores utilizados neste experimento: o Dell Precision Tower 5811 (PC1), o notebook Macbook Pro 13" 9,2 (MAC1) e o Computador Asus (PC2), permitindo que eles trabalhassem em conjunto para atender os requisitos do procedimento experimental deste trabalho.

O objetivo desta configuração é exibir o painel de controle do Simulador STISIM Drive a ser utilizado pelo pesquisador no monitor Dell de 19", exibir na televisão Samsung de 46" o ambiente simulado para o participante conduzir o veículo virtual, replicar a mesma imagem do ambiente simulado, e em tempo real, no monitor Samsung de 15" para o pesquisador acompanhar a simulação e replicar a mesma imagem do ambiente simulado e, também em tempo real, no canal de vídeo de estímulo do software do ASL Eye Tracker 6000. Adicionalmente, foi configurada uma rede de computadores privada, através do roteador D-Link 524G, com acesso à internet, para garantir a comunicação sem fio entre MAC1 e o smartphone iPhone 5, permitindo assim, que não houvesse nenhuma interferência com outros equipamentos eletrônicos e fosse minimizado quaisquer possibilidades de latência na troca de mensagens entre esses dois equipamentos.

O PC2 ficou responsável pela captura de medida do movimento da cabeça e dos olhos de cada participante através de um Eye Tracker. O EyeTracker ASL H6 (Figura 38) possui, em seu tipo de capacete, uma câmera que filma o ambiente e está posicionada na parte frontal do capacete acima da região da testa. Uma segunda câmera fica perpendicular ao eixo de rotação vertical da cabeça. Ela é responsável pela detecção da posição da pupila e da reflexão da córnea numa imagem de vídeo do olho, na qual uma pequena fonte de luz infravermelho é refletida na superfície da córnea através de uma lente, que fica acoplado ao suporte fixo da cabeça de quem utiliza o Eye Tracker. Deste modo, há uma câmera que filma o olho do sujeito e uma segunda câmera que filma a cena que o sujeito está vendo; no caso do presente estudo, esta segunda entrada de vídeo foi substituída pelo vídeo da cena gerada pelo simulador de automóvel.

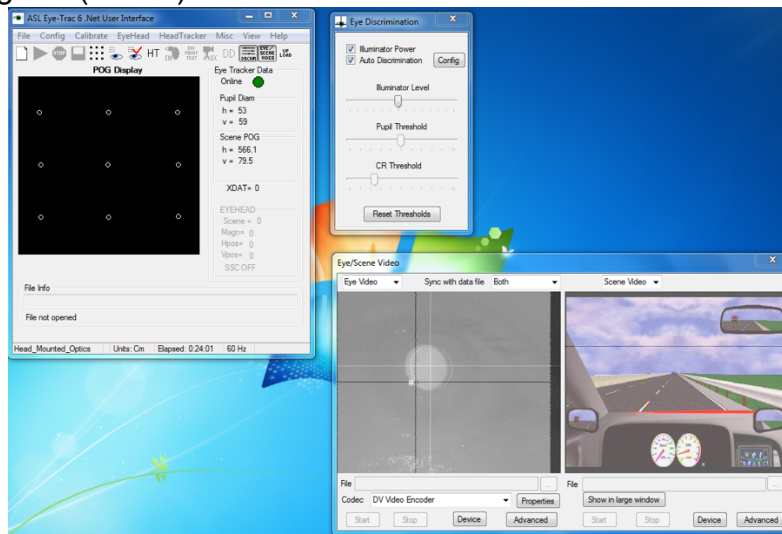
Figura 38 - Imagem do capacete do Eye Tracker ASL H6 da Applied Sciences Laboratories.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Na imagem da câmera do olho, as posições relativas da pupila e da reflexão na córnea foram identificadas em tempo real pelo software ASL Eye Tracker 6000 (Figura 39), com base nos seus distintos níveis de contraste. A seguir, os centroides da pupila e da reflexão na córnea foram calculados e suas coordenadas horizontais e verticais (em unidades de vídeo) foram utilizadas para determinar a linha do olhar em relação ao sistema óptico do aparato. Com base na posição da linha do olhar e em informações oriundas do procedimento de calibração, o sistema gera um cursor que é adicionado a cada quadro de imagem da câmera da cena, para indicar onde o sujeito está olhando naquele instante (Rodrigues, 2001). Este sistema possui ainda um aparato magnético que mede o movimento da cabeça (posição e orientação tridimensionais) e, com calibração adicional, possibilita a integração entre os dados dos olhos e cabeça e esses dados são adquiridos a uma frequência 60 Hz.

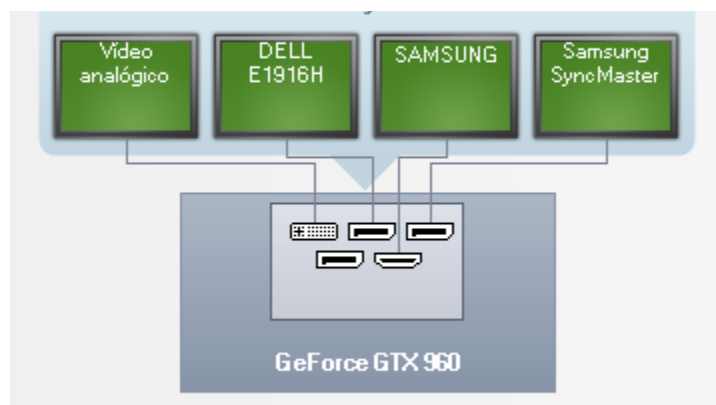
Figura 39 - Imagem do software ASL Eye Tracker 6000 mostrando o painel de controle (superior esquerdo), o painel de ajustes de brilho e contraste da câmera responsável pela captura do movimento dos olhos (centro acima) o painel (inferior direito) que mostra em tempo real o olho do participante com as marcações das linhas de detecção da pupila e da córnea do olho (esquerda) e a cena que ele está observando na televisão Samsung 46" (direita).



Fonte: Elaborado pelo autor.

Foi instalada uma placa Nvidia GTX 960 no PC1. Esta placa de vídeo possui 5 conexões de saídas de vídeo independentes, permitindo que cada uma delas seja configurada para clonar a exibição de outra saída de vídeo ou estender a área de trabalho do computador, de forma que esta seja uma tela de exibição adicional. Em uma das saídas de vídeo do tipo Display Port foi conectado um adaptador de Display Port para VGA e na conexão VGA foi instalado o monitor Samsung de 15". Na saída de vídeo HDMI foi conectada a televisão Samsung de 46"; na saída de vídeo DVI foi conectado um adaptador de DVI para VGA e, nesta conexão ainda, foi conectada a "entrada" do Splitter através do cabo VGA de 10 metros e em outra saída de vídeo Display Port foi conectado um monitor Dell de 19". A Figura 40 mostra um esquema das saídas de vídeo e suas respectivas conexões. A "saída 1" do Splitter foi conectada ao hardware de gerenciamento do Eye Tracker que, por conseguinte, foi conectado ao computador Asus, garantindo assim a conexão de vídeo entre o PC1 e o PC2.

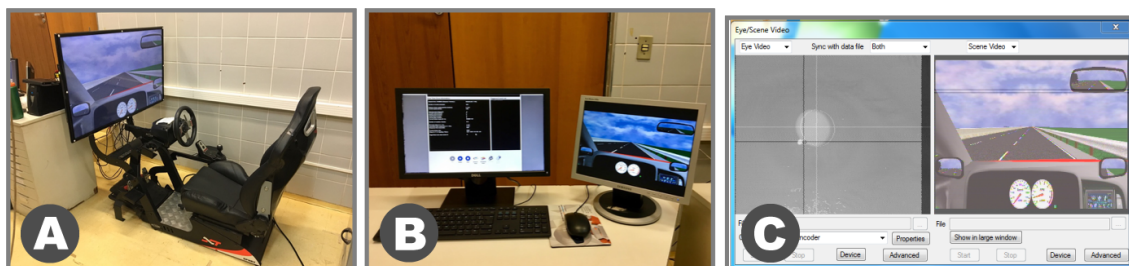
Figura 40 - Esquema mostrado pelo software de Painel de Controle da placa de vídeo Nvidia, mostrando as 5 conexões de saída (3 Display Port, 1 HDM e 1 DVI) e o nome do monitor que está conectado aquela conexão. Observa-se na imagem o Monitor Dell de 19", a televisão Samsung de 46", o monitor Samsung de 15" e o cabo de 10 metros que se conecta no Splitter de vídeo.



Fonte: Elaborador pelo autor.

O monitor Dell de 19" do PC1 foi configurado como principal e a área de trabalho na TV Samsung de 46" estendida. Através do software de gerenciamento da placa de vídeo Nvidia, configuraram-se as saídas de vídeo do monitor Samsung e do cabo de 10 metros para clonar a imagem exibida na TV. Deste modo, o pesquisador consegue assistir a tentativa do participante ao mesmo tempo em que verifica as informações no painel de gerenciamento do software simulador sobre cada tentativa de direção no simulador em tempo real, antecipando e verificando se o participante está realmente realizando corretamente a tarefa que a ele foi dada. A figura 41 mostra os quatro canais de vídeo em funcionamento e nota-se a mesma imagem sendo exibida em tempo real em 40A, 40B e 40C.

Figura 41 - A: Imagem da televisão Samsung de 46" exibindo a imagem do simulador. B: Tela de controle do pesquisador mais a tela de replicação da imagem que o participante vê na televisão. C: Imagem do olho do participante mais a replicação da tela que o participante está observando.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No PC1 também está conectado, instalado e configurado, através de uma porta USB, o acessório Gamer da Logitech (modelo G27) – no qual seu volante, câmbio e pedais foram previamente acoplados ao Cockit e neste computador foi instalado o software simulador de direção STISIM DRIVE versão 3.14.01. Na figura 42 tem-se a imagem do Cockit com a televisão e os pedais, volante e câmbio instalados.

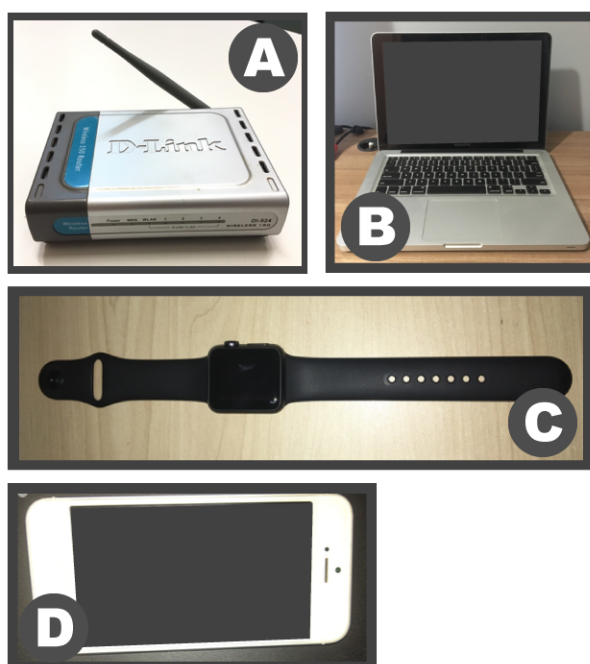
Figura 42 - Estrutura montada do Cockpit com banco de couro reclinável e ajustável, o suporte para a televisão Samsung 46" e kit de acessório Gamer Logitech G27 acoplado ao Cockpit.



Fonte: Elaborado pelo autor.

O roteador com rede sem fio D-Link 524G (Figura 43A) foi instalado e configurado para ser acessado exclusivamente pelos equipamentos: PC1, MAC1 (Figura 43B), iPhone 5 (Figura 43D) e relógio inteligente Apple Watch Series 1 (Figura 43C). Ele estava habilitado para acessar a internet da universidade para que este equipamento também fornecesse acesso à rede mundial de computadores para a simulação de troca de mensagens entre os eletrônicos conectados nesta rede. Desta forma, houve a comunicação sem fio entre esses equipamentos, garantindo a troca de dados, e, portanto, minimizando efeitos de latência.

Figura 43 - A: Roteador D-link 524G 54mb. B: Notebook Macbook Pro 13,3" Mid 2012 da fabricante Apple. C: Relógio inteligente Apple Watch Series 1 da fabricante Apple. D: Celular smartphone iPhone 5 16Gb da fabricante Apple.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No computador MAC1 foi instalado o aplicativo “Notas” - um editor de texto – e o aplicativo de mensagens instantâneas “Mensagens” ambos da fabricante Apple. O aplicativo “Mensagens” permite a comunicação entre pessoas que utilizam qualquer produto da fabricante Apple de forma gratuita e através da internet; este aplicativo é fornecido gratuitamente mediante a compra de um dos equipamentos desta fabricante de eletrônicos. Assim, para haver a comunicação entre MAC1 e o celular smartphone, 2 contas de acesso (chamada

de Apple Id) a este mensageiro de mensagens instantâneas da Apple foram disponibilizadas: uma para o pesquisador e a outra para o participante voluntário da pesquisa. A mesma conta de participante foi utilizada para todos os voluntários da pesquisa.

O celular smartphone iPhone 5 foi configurado para trabalhar em conjunto com o relógio inteligente Apple Watch através de sua conexão sem fio via Bluetooth. O relógio Apple Watch Series 1 é necessariamente dependente de um telefone celular do tipo smartphone do mesmo fabricante para realizar algumas tarefas, processar um volume maior de dados e acessar a internet, por exemplo.

A câmera Nikon D5100 (Figura 44A), com a lente Nikkor DX FX 18-55mm (Figura 44B) e o microfone Rode VideoMic Go (Figura 44C) conectado em sua entrada auxiliar de áudio para microfones, foi utilizada. O microfone é do tipo direcional com uma maior sensibilidade de captação de áudio do que o microfone já existente na câmera. Este microfone permitiu que fossem gravados áudios a uma certa distância, de forma nítida e com uma boa clareza e volume de captura de áudio. A câmera possui três níveis (baixo, médio e alto) de sensibilidade de volume de captura de áudio para microfones externos; neste experimento foi utilizado o nível médio.

Figura 44 - A: Câmera DSLR Nikon D5100 da fabricante Nikon. B: Lente AF-S Nikkor DX 18-55mm 1:3.5-5.6G da fabricante Nikon. C: Microfone Direcional P2 Video Mic Go da Fabricante Rode.



Fonte: Elaborado pelo autor.

A câmera foi acoplada a um tripé e posicionada perpendicularmente e aproximadamente a 1 metro de distância do banco do Cockpit em uma angulação de 120 graus. A lente e microfone foram direcionados ao rosto do participante e a abertura da lente foi configurada para exibir, em sua imagem, o

participante sentado realizando a movimentação dos pedais, volante e câmbio.
A câmera foi configurada para funcionar no modo filmadora.

APÊNDICE II – Método de randomização

Para contrabalançar os possíveis efeitos de ordem, as doze tentativas foram completamente randomizadas. Nesta operação, atribuiu-se a cada uma das tentativas um código de 1 até 12 (Tabela 5). Através de um algoritmo (vide apêndice) feito na linguagem de programação PHP, fez-se uma lista com 40 conjuntos de tentativas para cada um dos 40 participantes; assim, a ordem das 12 tentativas foi estabelecida para cada participante (Tabela 6). A partir desta tabela, foi feita a substituição dos números de 1 a 12 para o código de cenário referente a cada condição (Figura 7).

TABELA 4 - Nomeação das condições de direção para cada grupo para gerar conjuntos de sequência de condição de forma aleatória pelo algoritmo.

<i>Condição</i>	<i>Cenário</i>	<i>Tentativa por Cenário</i>	<i>Código do Cenário</i>
<i>CAR</i>	1	1	1
		2	2
		3	3
<i>NOT</i>	2	1	4
		2	5
		3	6
<i>FRE</i>	3	1	7
		2	8
		3	9
<i>FNOT</i>	4	1	10
		2	11
		3	12

Fonte: Elaborador pelo autor.

TABELA 5 - Exemplo da tabela de tentativas para o procedimento de randomização. Mostra-se as 6 primeiras linhas da tabela. Na tabela, tem-se tentativas (T) para cada um dos participantes (P) da pesquisa. Os números de 1 a 12 representam os códigos para as possíveis condições e suas repetições.

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
P1	6	12	8	11	5	10	9	1	7	4	3	2
P2	12	6	5	7	3	1	2	10	9	8	4	11
P3	9	5	10	8	2	4	1	12	7	6	11	3
P4	10	12	7	9	2	3	4	1	8	6	5	11
P5	8	4	10	1	6	2	7	11	12	5	3	9
P6	4	5	1	8	11	2	10	12	7	6	3	9

Fonte: Elaborado pelo autor.

TABELA 6 - 6 primeiras linhas da tabela de sequencias para cada participante. Tabela das tentativas (T) para cada um dos participantes (P).

	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	T11	T12
P1	NOT	FNOT	FRE	FNOT	NOT	FNOT	FRE	CAR	FRE	NOT	CAR	CAR
P2	FNOT	NOT	NOT	FRE	CAR	CAR	CAR	FNOT	FRE	FRE	NOT	FNOT
P3	FRE	NOT	FNOT	FRE	CAR	NOT	CAR	FNOT	FRE	NOT	FNOT	CAR
P4	FNOT	FNOT	FRE	FRE	CAR	CAR	NOT	CAR	FRE	NOT	NOT	FNOT
P5	FRE	NOT	FNOT	CAR	NOT	CAR	FRE	FNOT	FNOT	NOT	CAR	FRE
P6	NOT	NOT	CAR	FRE	FNOT	CAR	FNOT	FNOT	FRE	NOT	CAR	FRE

Fonte: Elaborado pelo autor.

APÊNDICE III – Tabela das Variáveis com Fator Tentativa Significativo

		CAR			NOT			FRE			FNOT		
Variável Dependente	Grupo	Tentativa 1	Tentativa 2	Tentativa 3	Tentativa 1	Tentativa 2	Tentativa 3	Tentativa 1	Tentativa 2	Tentativa 3	Tentativa 1	Tentativa 2	Tentativa 3
Excesso de velocidade (%)	EXP	0,06 ± 0,06	0,09 ± 0,09	0,04 ± 0,06	0,08 ± 0,08	0,10 ± 0,09	0,12 ± 0,09	0,18 ± 0,11	0,19 ± 0,08	0,18 ± 0,09	0,18 ± 0,12	0,20 ± 0,10	0,19 ± 0,09
	NOV	0,15 ± 0,12	0,10 ± 0,10	0,12 ± 0,11	0,14 ± 0,10	0,16 ± 0,11	0,18 ± 0,10	0,28 ± 0,10	0,18 ± 0,10	0,19 ± 0,10	0,22 ± 0,10	0,22 ± 0,13	0,19 ± 0,08
Número de colisões (unidades)	EXP	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,3 ± 0,47	0,35 ± 0,49	0,5 ± 0,51	0,35 ± 0,49	0,45 ± 0,51	0,35 ± 0,49
	NOV	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0,11 ± 0,32	0,11 ± 0,46	0,74 ± 0,45	0,58 ± 0,51	0,47 ± 0,51	0,63 ± 0,50	0,42 ± 0,51	0,37 ± 0,50
Desvio Padrão da Posição Lateral (m)	EXP	0,16 ± 0,10	0,10 ± 0,05	0,12 ± 0,08	0,27 ± 0,20	0,17 ± 0,09	0,19 ± 0,10	0,14 ± 0,10	0,18 ± 0,10	0,27 ± 0,33	0,52 ± 0,52	0,23 ± 0,11	0,20 ± 0,11
	NOV	0,11 ± 0,08	0,14 ± 0,11	0,16 ± 0,07	0,45 ± 0,60	0,35 ± 0,27	0,32 ± 0,20	0,15 ± 0,07	0,19 ± 0,10	0,16 ± 0,08	0,39 ± 0,27	0,35 ± 0,29	0,28 ± 0,14
Velocidade Média (Km/h)	EXP	92,93 ± 22,20	99,25 ± 6,53	97,83 ± 4,83	95,41 ± 8,10	94,68 ± 5,31	94,72 ± 10,47	100,75 ± 5,62	96,75 ± 6,17	97,32 ± 7,41	97,93 ± 13,18	96,20 ± 7,96	94,64 ± 8,03
	NOV	103,51 ± 7,55	102,87 ± 8,79	101,85 ± 4,87	101,08 ± 8,54	101,27 ± 9,62	92,76 ± 19,08	105,05 ± 7,31	100,46 ± 7,99	101,28 ± 8,76	103,23 ± 10,17	98,83 ± 12,79	93,94 ± 6,30
Desvio Padrão da Velocidade Média (km/h)	EXP	8,43± 19,89	3,51 ± 1,83	3,01 ± 1,36	5,20 ± 2,28	5,12 ± 2,43	4,35 ± 2,66	9,45 ± 5,19	11,85 ± 6,54	12,48 ± 7,17	9,02 ± 5,46	10,94 ± 5,02	8,63 ± 4,22
	NOV	4,41 ± 2,20	4,42 ± 2,55	2,82 ± 2,95	4,72 ± 2,33	4,67 ± 3,08	5,57 ± 3,86	8,75 ± 5,69	10,68 ± 6,80	10,37 ± 5,30	8,88 ± 4,28	11,54 ± 4,72	11,53 ± 5,18
Duração Média das Fixações – Fora (s)	EXP	0,16 ± 0,10	0,10 ± 0,05	0,12 ± 0,08	0,27 ± 0,20	0,17 ± 0,09	0,19 ± 0,10	0,14 ± 0,10	0,18 ± 0,10	0,27 ± 0,33	0,52 ± 0,52	0,23 ± 0,11	0,20 ± 0,11
	NOV	0,11 ± 0,08	0,14 ± 0,11	0,16 ± 0,07	0,45 ± 0,60	0,35 ± 0,27	0,32 ± 0,20	0,15 ± 0,07	0,18 ± 0,10	0,16 ± 0,08	0,39 ± 0,27	0,35 ± 0,29	0,28 ± 0,14

Variância cabeça no ângulo azimutal (graus)	EXP	0,33 ± 0,23	0,22 ± 0,17	0,32 ± 0,21	1,67 ± 1,41	2,03 ± 2,18	1,35 ± 1,20	0,48 ± 0,40	0,48 ± 0,46	0,66 ± 0,59	1,78 ± 1,26	1,52 ± 1,41	1,54 ± 1,19
	NOV	0,34 ± 0,38	0,31 ± 0,22	0,37 ± 0,37	1,93 ± 1,97	1,75 ± 1,31	2,18 ± 2,30	0,49 ± 0,19	0,58 ± 0,45	0,36 ± 0,20	2,46 ± 2,14	1,97 ± 2,04	1,87 ± 1,82
Variância da cabeça no ângulo de torção (graus)	EXP	0,41 ± 0,42	0,28 ± 0,27	0,37 ± 0,29	0,90 ± 0,48	1,21 ± 1,21	0,87 ± 0,56	0,41 ± 0,40	0,48 ± 0,44	0,74 ± 0,62	1,04 ± 0,61	1,23 ± 0,71	1,06 ± 0,51
	NOV	0,40 ± 0,46	0,33 ± 0,25	0,51 ± 0,90	0,91 ± 0,55	1,08 ± 0,50	1,08 ± 0,70	0,59 ± 0,39	0,66 ± 0,67	0,53 ± 0,60	1,14 ± 0,61	1,22 ± 0,45	1,18 ± 0,55

ANEXOS

ANEXO I – Algoritmo para gerar as sequencias de tentativas

```
<?php
```

```
function randomGen($min, $max, $quantity) {  
    $numbers = range($min, $max);  
    shuffle($numbers);  
    return array_slice($numbers, 0, $quantity);  
}
```

```
echo (randomGen(1,12,55));  
for($i=1;$i<=55;$i++){  
    print_r( randomGen(1, 12, 12));  
}  
?>
```

ANEXO II – Formulário de seleção e classificação de participantes

Dados Condução de Veículos

- **Você possui Carteira Nacional de Habilitação (CNH)?**

(☐) Sim (☐) Não

- **Você dirige:**

(☐) Carro (☐) Moto (☐) Carro e Moto (☐) Outro?

- **Há quanto tempo você tem a CNH?**

- **Você dirige carro toda semana?** (☐) Sim (☐) Não

Se sim, há quanto tempo você dirige carro toda semana?

- **Quantos dias por semana você dirige carro?**

- **Em média, quantos quilômetros você dirige carro por dia?**

- **Com que frequência você dirige carro em estradas ou rodovias?**

(☐) Nunca

(☐) Raramente (1 viagem a cada 6 meses)

(☐) Mensalmente (no mínimo 1 viagem por mês)

(☐) Semanalmente (no mínimo 1 viagem por semana)

(☐) Diariamente

ANEXO III – Temo de Consentimento Livre e Esclarecido



Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”

Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação

Programa de Pós-graduação em Design

LIVIA - Laboratório de Informação, Visão e Ação

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

(TERMINOLOGIA OBRIGATÓRIO EM ATENDIMENTO A RESOLUÇÃO 196/96 –CNS-MS)

A pesquisa “ERGONOMIA COGNITIVA DO USO DE SMARTWATCH DURANTE CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL: MOVIMENTO DOS OLHOS E DESEMPENHO DE MOTORISTAS” tem como objetivo Identificar como o uso de relógios inteligentes afetam a condução de automóvel de motoristas experientes e novatos no trânsito, através da análise de movimento dos olhos e do desempenho de motoristas ao volante enquanto utilizam um relógio inteligente.

Para a coleta de dados será utilizado um sistema de medidas do movimento dos olhos e cabeça, por meio de câmeras, a direção de automóvel será em situação simulada. Nenhum dos procedimentos será invasivo e não causará desconforto algum ou risco à sua saúde, tendo em vista que as atividades a serem realizadas fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas com habilitação de veículos. Toda a sessão será gravada em áudio e vídeo, porém, nenhuma informação pessoal, imagem ou identificação dos participantes será divulgada na pesquisa. Em caso de dúvidas, você será totalmente esclarecido pelos responsáveis da pesquisa antes e durante a realização do experimento, além da possibilidade de entrar em contato por um dos meios divulgados abaixo.

Este “Termo de Consentimento Livre e Esclarecido” atende a Resolução 196/96-CNS-MS e o “Código de Deontologia do Ergonomista Certificado – Norma ERG BR 1002 – ABERGO”.

Eu, _____, RG _____ - SSP/_____, estando ciente das informações acima lidas, concordo em participar da pesquisa “**ERGONOMIA COGNITIVA DO USO DE SMARTWATCH DURANTE CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEL: MOVIMENTO DOS OLHOS E DESEMPENHO DE MOTORISTAS**” e entendo que as informações cedidas por mim são confidenciais, autorizando a sua divulgação no meio científico e acadêmico de forma anônima e global, tendo a minha identidade totalmente preservada. Estou ciente de que sou voluntário e, portanto, não receberei nenhum benefício por participar desta pesquisa, bem como não terei ônus algum. Tenho total liberdade para aceitar ou recusar fazer parte deste estudo e sei que a minha recusa, em qualquer momento do experimento, não acarretará nenhum prejuízo para mim.

Bauru, _____ de _____ de 2017.

Assinatura do participante

Pesquisador Gustavo de Andrade Silva

Prof . Dr. Sergio Tosi Rodrigues
(orientador)

ANEXO IV – Formulário de Caracterização de Participante

**Estudo sobre a condução de veículos em Ambiente Simulado,
utilizando relógio inteligente.**

Dados Participante

Sequencia # _____

Grupo _____

Nome Completo			
Idade		Celular	
Gênero	() Feminino () Masculino		
E-mail			
Profissão			
Peso (Kg)		Altura (cm)	
Data/Hora	__/__/2017 - __:__		
Teste Oftalmológico	D() E() Ambos()		

- Você tem algum problema oftalmológico? () Sim () Não

Se sim, qual problema? _____

() Olho direito () Olho esquerdo () Ambos

- Faz uso de alguma forma de correção para visão?

() Lentes () Óculos

- Você toma algum medicamento de uso contínuo?

Se sim, qual?

- Você utiliza ou já utilizou relógio de pulso comum? () Sim () Não

- Em qual braço você utiliza ou utilizou relógio de pulso?

() Esquerdo () Direito

- Você possui um celular do tipo smartphone? () Sim () Não

Se sim, quais seriam os 5 aplicativos que você mais utiliza neste aparelho?

- Você possui ou já utilizou um relógio inteligente (smartwatch)?

() Sim, possuo () Sim, já utilizei () Não

Se sim, por quanto tempo você utilizou este relógio? _____

Se sim, qual foi a sua motivação para comprá-lo?

Se sim, qual(ais) aplicativos você mais usa no relógio?

Se sim, qual(ais) funcionalidades você mais usa no seu relógio inteligente?

Dados Condução de Veículos

- Você cometeu e recebeu multa por alguma infração de trânsito desde que recebeu a sua CNH (exemplo, excesso de velocidade, estacionar em local proibido dentre outros)?

Se sim, quando e qual foi a infração?

- Você se envolveu em algum acidente de trânsito desde que recebeu a sua CNH? Liste todos que você lembrar, por favor.

Se sim, qual o motivo do acidente?

Se sim, quando este acidente ocorreu?

- No último ano, você cometeu alguma infração de trânsito ou se envolveu em algum acidente enquanto estava dirigindo?

- Com que frequência você utiliza o seu celular enquanto está dirigindo?

- () Nunca
- () Raramente (1 ou 2 duas vezes por semana)
- () Algumas vezes (de 3 a 5 vezes por semana)
- () Regularmente (de 6 a 10 vezes por semana)
- () Sempre (mais de 10 vezes por semana)

- Se você tem o hábito de utilizar o seu celular enquanto dirige, qual atividade ou quais aplicativos você utiliza enquanto está dirigindo?

ANEXO V – Formulário sobre experiência do participante no simulador

Dados Participante – Pós Coleta

- Você tem o hábito de jogar videogames com jogos de corrida ou que permitem condução de veículos?

() Sim () Não

Se sim, há quanto tempo você joga esse tipo de jogo? _____

- Já jogou jogos de videogame com Cockpit?

() Sim () Não

Se sim, você utilizou volante, pedais e câmbio? _____

- Você já dirigiu em um simulador de direção?

() Sim () Não

- Você acredita que o simulador de direção é similar à situação real de direção?

() Sim () Não

- Assinale na escala abaixo, o grau em que o simulador se parece com a situação de condução de veículo. Em que 0 significa que o simulador não se parece em nada com uma situação real enquanto que 9 significa que o simulador se parece muito com a situação real de direção.

