



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

**EFEITO DISTRATOR DO TELEFONE CELULAR SOBRE A
CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEIS:
SITUAÇÕES DE USO MANUAL E VIVA-VOZ**

Bethânia Graick Carizio

BAURU - SP

2016

BETHÂNIA GRAICK CARIZIO

**EFEITO DISTRATOR DO TELEFONE CELULAR SOBRE A CONDUÇÃO
SIMULADA DE AUTOMÓVEIS: SITUAÇÕES DE USO MANUAL E VIVA-VOZ**

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

2016

Carizio, Bethânia Graick.

Efeito distrator do telefone celular sobre a condução simulada de automóveis: situações de uso manual e viva-voz / Bethânia Graick Carizio, 2016. 108 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Sergio Tosi Rodrigues.

Dissertação (Mestrado em Design)- Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Bauru, 2016.

1. Motorista de automóvel. 2. Telefone móvel. 3. Simulador de direção. 4. Distrator. 5. Ergonomia. I. Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação. II. Título.

FOLHA DE APROVAÇÃO

Aprovado em: _____ / ____ / _____.

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.^a Dr.^a Paula F. Polastri Zago
Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho-
UNESP.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela dádiva da vida e o dom da esperança.

Aos meus familiares em especial minha mãe Sueli Graick Carizio e meu pai José Carlos Carizio, que sempre me respaldaram e nos quais eu me inspiro sempre. Minha querida irmã Walkíria Graick Carizio Cuchiaro, por todo apoio e carinho e ao meu cunhado e amigo André Luiz Cuchiaro, por toda ajuda nos momentos mais críticos.

Agradeço a todos meus amigos do programa de pós graduação em especial minha grande amiga Adriana Francisca de Araújo, parceira de pesquisas e muitos sufocos e também minha grande amiga Juliana Bononi.

Aos meus amigos integrantes do laboratório Livia (Laboratório de Informação, visão e ação), alunos e professores, Prof.^a Dr.^a Paula F. Polastri Zago e Prof. Dr. Fábio Augusto Barbieri por todo apoio, em especial as minhas grandes amigas Juliana Cristina de Ângelo e Gisele Chiozi Gotardi, no qual sem elas este trabalho não seria concluído, obrigada mesmo!

Aos professores do programa PPG-Design em especial ao professor Luiz Carlos Paschoarelli, por toda instrução a mim dedicada, além de toda paciência e gentileza. Ao Grande professor Fausto Orsi Medola, pela forma especial, calma e prestativa de ensinar.

Aos queridíssimos secretários do programa Luiz Augusto Campagnani Ferreira, Silvio Carlos Decimone e Helder Gelonezi por toda paciência e gentileza que sempre me dispenderam.

Aos colegas de trabalho e grande amigos do Centro Universitário UNIFAFIBE, por todo apoio e dedicação.

Ao CNPQ Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pela concessão de apoio financeiro para o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço a todos aqueles que de certa forma fizeram parte desta jornada, meu muito obrigada e que Deus abençoe a todos!

Por fim faço um agradecimento em especial ao meu grande orientador, Professor Dr. Sérgio Tosi Rodrigues, o qual tenho imensa admiração por sua competência, criatividade, força, extrema inteligência e igualmente imensa humildade. Sinto-me muito honrada em poder tê-lo como orientador, muito obrigada!

Se clamares por conhecimento, e por inteligência alçares a tua voz, se como a prata a buscares e como a tesouros escondidos a procurares, então entenderás o temor do Senhor, e acharás o conhecimento de Deus. (PROVÉRBIOS 2:3-5).

RESUMO

CARIZIO, B. G. *Efeito distrator do telefone celular sobre a condução simulada de automóveis: situações de uso manual e viva-voz*. 2016. 108f. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2016.

O uso de telefone celular durante a condução de automóvel é uma causa importante de risco aumentado de acidentes. Distratores, como conversar ao telefone celular no modo viva-voz ou segurando o equipamento na mão, interferem no mecanismo atencional, e tendem a perturbar o comportamento perceptual e motor dos motoristas. O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito distrator de usar o telefone celular (condições viva-voz e na mão) sobre o comportamento perceptivo-motor de motoristas durante a direção simulada de automóvel. Dez motoristas novatos e dez experientes tiveram a cinemática de olhos e cabeça mensurada enquanto dirigiam em um simulador de direção sob condições de 80-120 km/h de velocidade, luz do dia, trajetória linear e baixo nível de tráfego. De modo geral, os resultados mostraram que o número de fixações aumentou, o tempo relativo de fixação diminuiu, a variância horizontal e vertical do olhar, a variância da posição e da orientação da cabeça aumentou durante as condições de uso do celular viva-voz e na mão, comparadas à condição controle (sem conversa). Efeitos dos grupos de experiência não foram observados. Em suma, conversar ao telefone celular tende a perturbar a atenção devido à diminuição da estabilidade de olho e da cabeça; conseqüentemente, à obtenção de informação visual relevante para a segurança da direção. Áreas de estudo como o design ergonômico podem efetivamente auxiliar o planejamento de equipamentos e de aparelhos que atendem às demandas cognitivas, perceptuais e motoras dos motoristas, contribuindo para a segurança no trânsito.

Palavras chave: Motorista de automóvel. Telefone celular. Simulador de direção. Distrator. Ergonomia.

ABSTRACT

CARIZIO, B, G. *Distractor effect of cell phone on the simulated driving car: Manual and speakerphone use situations*. 2016. 108f. Dissertação (Mestrado em Design) – Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Bauru, 2016.

Using a mobile phone while driving a car is an important cause of increased risk of accidents. Distractors such as talking on a cell phone in speakerphone mode or holding the device in hand interfere in the attentional mechanism and tend to disrupt drivers' perceptual and motor behavior. The aim of this study was to evaluate the distractor effect of using a cell phone (speakerphone mode and in hand conditions) on drivers' perceptual-motor behavior during simulated car driving. Ten novices and ten experienced drivers had eyes and head kinematics measured while driving in a driver simulator under conditions of 80-120 Km/h velocity, day light, linear trajectory, and low traffic level. Generally, results showed that number of fixations increased, relative fixation time decreased, horizontal and vertical gaze variance increased, and variance of head position and orientation increased during both speakerphone mode and in hand conditions of mobile phone use, as compared to the control (no talking) condition. Effects of experience group were not observed. In sum, talking on a mobile phone tends to disturb attention due to decrease in eyes and head stability and, consequently, pickup of relevant visual information for safety driving. Areas of study as ergonomic design can effectively help in the planning of equipment or devices that meet the cognitive, perceptual and motor drivers' demands, contributing to road safety.

Keywords: Car driving. Mobile phone. Driving simulator. Distractor. Ergonomics.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1 - Redes Atencionais (alerta, orientação e executiva)..... | 28 |
| FIGURA 2 – Eyetracker..... | 41 |
| FIGURA 3 - Imagem do olho registrada em vídeo pelo Eyetracker através do software ASL..... | 42 |
| FIGURA 4 - Imagem das coordenadas X e Y (localização do olhar na cena) registrada pelo Eyetracker através do software ASL..... | 43 |
| FIGURA 5a - .Cockpit (Logitech)..... | 43 |
| FIGURA 5b - Participante no Cockpit com o Eyetracker | 43 |
| FIGURA 6 - Dimensões do Cockpit..... | 44 |
| FIGURA 7 - Volante e suporte do celular | 45 |
| FIGURA 8 - Câmera filmadora (vídeo externo da cena) | 45 |
| FIGURA 9a - Simulador de direção..... | 46 |
| FIGURA 9b - Layout da rodovia | 46 |
| FIGURA 10 - Modelo do celular utilizado no experimento..... | 46 |
| FIGURA 11 - Teste de Snellen de acuidade visual | 48 |
| FIGURA 12a - Ponto de partida da tarefa câmera da cena do Eyetracker..... | 51 |
| FIGURA 12b - Ponto de partida da tarefa na câmera externa | 51 |
| FIGURA 13a - Começo das condições MÃO e VIV, toque do celular, câmera Eye tracker | 52 |
| FIGURA 13b - Começo das condições MÃO e VIV, toque do celular, câmera Externa..... | 52 |
| FIGURA 14 - Cena do experimento na condição controle (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente)..... | 53 |
| FIGURA 15 - Cena do experimento Início da condição MÃO. (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente). | 54 |
| FIGURA 16: Cena do experimento fim da condição MÃO. (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente). | 54 |
| FIGURA 17 - Cena do experimento Início da condição VIV. (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente). | 55 |
| FIGURA 18 - Cena do experimento fim da condição VIV. (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente). | 56 |
| FIGURA 19 - Escala de percepção para o simulador de direção..... | 57 |

| | |
|---|----|
| FIGURA 20 - Coordenadas espaciais: (A) Vista Superior: ângulo azimutal da cabeça; (B) Vista Lateral: ângulo de elevação da cabeça; (C) Vista posterior: ângulo de torção da cabeça..... | 59 |
| FIGURA 21 - Número de fixações registrado nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$ | 60 |
| FIGURA 22 - Tempo relativo de fixação (%) nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$ | 61 |
| FIGURA 23 - Variância da posição horizontal do olhar nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$ | 62 |
| FIGURA 24 - Variância da posição vertical do olhar nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$ | 63 |
| FIGURA 25 - Variância do ângulo azimutal da cabeça, nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$ | 64 |
| FIGURA 26 - Variância do ângulo de elevação da cabeça nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$ | 65 |
| FIGURA 27 - Variância do ângulo de elevação da cabeça nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$ | 66 |
| FIGURA 28 - Variância da cabeça no eixo Z nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$ | 67 |
| FIGURA 29a - Mapa de temperatura da condição CON de uma participante | 68 |
| FIGURA 29b - Mapa de temperatura da condição MÃO de uma participante..... | 68 |
| FIGURA 29c - Mapa de temperatura da condição VIV de uma participante | 69 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|--|----|
| TABELA 1 - Processos conscientes <i>versus</i> automáticos | 21 |
| TABELA 2 - Lapsos associados aos processos automáticos..... | 22 |
| TABELA 3 - Estruturas cerebrais e redes atencionais | 28 |
| TABELA 4 - Aspetos essenciais do modelo de “Holofote” | 32 |
| TABELA 5 - Aspetos essenciais do modelo “lente <i>zoom</i> ” | 33 |
| TABELA 6 - Descrição das tarefas dos dois grupos..... | 49 |
| TABELA 7 - Roteiros das conversas | 50 |

LISTA DE SIGLAS

| | |
|----------|---|
| ASL | <i>Applied Sciences Laboratories</i> |
| CON | Condição controle – somente dirigir |
| D | Dioptria |
| DENATRAN | Departamento Nacional de trânsito |
| DETRAN | Departamento Estadual de Trânsito |
| LIVIA | Laboratório de Informação, Visão e Ação |
| MÃO | Condição – Falar no celular segurando-o na mão |
| NHTSA | National Highway Traffic Safety Administration |
| TCLE | Termo de Consentimento Livre Esclarecido |
| VIV | Condição – falar com o celular no modo Viva-Voz |

SUMÁRIO

| | |
|---|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 12 |
| 1.1 Objetivo | 13 |
| 1.1.1 Objetivo geral | 13 |
| 1.1.2 Objetivos específicos | 13 |
| 1.2 Hipóteses | 13 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 15 |
| 2.1 Ergonomia cognitiva | 15 |
| 2.1.1 Fenômeno da atenção | 18 |
| 2.1.2 Redes neurais de atenção | 26 |
| 2.1.3 Movimento dos olhos e atenção visual | 29 |
| 2.2 Efeito distrator do telefone celular na condução de automóveis e segurança no trânsito | 33 |
| 3 MÉTODO | 38 |
| 3.1 Participantes | 38 |
| 3.1.1 Critérios de inclusão | 41 |
| 3.2 Equipamentos | 41 |
| 3.3 Procedimentos | 47 |
| 3.4 Imagens do experimento | 52 |
| 3.5 Resultado do teste de percepção do simulador de direção | 56 |
| 3.6 Tratamento e análise dos dados | 58 |
| 4 RESULTADOS | 60 |
| 5 DISCUSSÃO | 70 |
| 5.1 Implicações do estudo | 79 |
| 5.2 Limitações do estudo | 79 |
| 6 CONCLUSÃO | 81 |
| REFERÊNCIAS | 84 |
| ANEXOS | 92 |
| ANEXO I - Formulário Pré - Coleta | 93 |
| ANEXO II – Formulário Pós - Coleta | 95 |
| ANEXO III – Termo de Consentimento Livre esclarecido | 97 |
| ANEXO IV - Análise estatística ANOVA | 99 |

1 INTRODUÇÃO

Investigação sobre o uso de telefones celulares e a condução de automóveis têm sido o foco de um grande número de publicações internacionais nos últimos tempos. Segundo Caird et al. (2008), o primeiro estudo a investigar especificamente o impacto de telefones sobre a condução de automóveis foi publicado por Brown, Tickner e Simmonds (1969). Muito embora a tecnologia utilizada fosse ados telefones celulares que temos atualmente, foi constatado que a tarefa dupla de dirigir e conversar em um telefone acoplado ao carro (via rádio) prejudicou a percepção e a tomada de decisão dos 24 participantes frente ao desafio de julgar se o carro passaria ou não em aberturas similares a um túnel. Pesquisas sobre condução de veículos e utilização de telefones celulares é crescente no exterior; no entanto, a investigação sobre os perigos da utilização de telefones celulares durante a condução ainda não é consistente (CAIRD et al., 2008). No Brasil são raras as iniciativas de pesquisas científicas com esta temática.

Dentre os múltiplos estímulos ao ser humano, é dada a capacidade de focalizar parte deles, selecionando uns em detrimento de outros (LENT, 2005). Distratores que possam requisitar a visão e demais mecanismos atencionais, bem como causar perturbações a motoristas, como no caso dos telefones celulares, são motivos relevantes para estudos no âmbito da segurança de trânsito. Embora a legislação de trânsito brasileira não permita o uso de telefones celulares em situação de direção, é permitido o uso de telefones celulares no modo viva-voz. De qualquer forma, o uso é frequente e causa danos importantes aos motoristas e a pedestres (CAIRD et al., 2008; MCEVOY et al., 2005). Áreas do conhecimento, como o design ergonômico, podem contribuir de forma efetiva para a projeção de aparelhos ou dispositivos que se adéquem às demandas cognitiva, perceptual e motora de motoristas na ação de guiar automóveis.

O risco associado ao falar em um telefone celular é de grande interesse para pesquisa de trânsito, pois compreende a tarefa de uso mais comumente realizada por motoristas no ato de dirigir (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION, 2013); porém, falar ao celular no ato da direção pode, de fato, caracterizar-se como um evento distrator para o motorista? Falar com um celular portátil, segurando-o na mão seria mais ariscado ao motorista do que falar com o celular no modo viva-voz?

É importante investigar fatores que possam contribuir para a queda do desempenho de motoristas de automóveis, a fim de se evitarem possíveis acidentes e de melhorar a segurança no trânsito. O telefone celular, confirmado como aspecto distrator ao condutor de veículo, merece a busca de mecanismos de melhoramentos relativos ao design do aparelho, à interface com o usuário e ao aumento de suas características de segurança. O presente estudo centraliza-se na compreensão do mecanismo atencional durante a condução simulada de automóvel simultânea ao uso de telefone celular sob distintos níveis de carga de trabalho mental, por meio de análise de medidas do comportamento do olhar e da cabeça do motorista.

1.1 Objetivo

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o efeito distrator do uso de telefone celular sobre a condução simulada em motoristas de automóveis.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Analisar o comportamento do olhar e da cabeça de motoristas durante a condução simulada de veículos e uso simultâneo de telefone móvel.
- b) Comparar os efeitos distratores das tarefas de atender e conversar em telefone celular (portátil e viva-voz) sobre a tarefa de condução simulada.
- c) Identificar o efeito da experiência em condução sobre o comportamento do olhar e da cabeça de motoristas durante a condução simulada de veículos e uso simultâneo de telefone móvel.

1.2 Hipóteses

Espera-se que o comportamento do olhar e da cabeça dos participantes durante a condução simulada de automóvel seja afetado pelo uso simultâneo do telefone celular em referência à condição controle (sem conversa), particularmente na situação na qual o ato de conversar ocorre através do manuseio do aparelho.

Adicionalmente, espera-se que, no contexto proposto, os participantes iniciantes sejam relativamente mais afetados que os participantes experientes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Esta seção abordará os temas da ergonomia cognitiva, do mecanismo atencional e do impacto do uso de telefone celular sobre as ações humanas. A análise ergonômica trata das características cognitivas, perceptuais e motoras frente às demandas de uso de tecnologia. A análise do fenômeno da atenção dá ênfase às bases cognitivas e a redes neurais associadas, particularmente descrevendo o vínculo entre os movimentos dos olhos e a atenção espacial. Finalizando, o efeito distrator do telefone celular na condução de automóveis será considerado de acordo com seu impacto sobre o comportamento perceptual e motor humano e de acordo com suas implicações à segurança do trânsito.

2.1 Ergonomia cognitiva

A Ergonomia Cognitiva é uma vertente da ergonomia que investiga a implicação dos processos cognitivos de indivíduos frente às circunstâncias de resolução de problemas, em seus múltiplos níveis de complexidade (ABRAHAO; SILVINO; SARMET, 2005). Este tipo de investigação serve de balizadora para a criação de soluções tecnológicas adequadas às características e às necessidades dos usuários (MARMARAS; KONTOGIANNIS, 2001). A Ergonomia Cognitiva é amplamente baseada na Psicologia Cognitiva; ciência que investiga o modo como o indivíduo percebe, aprende, recorda e processa a informação (STERNBERG, 2000). Nessa abordagem, a Ergonomia Cognitiva tece um referencial teórico e metodológico que permite investigar como e quanto a cognição humana interfere no desempenho do trabalho, bem como quanto o trabalho afeta a cognição do indivíduo (HOLLNAGEL, 1997). É necessário ressaltar que o conceito de trabalho pode ser generalizado para qualquer atividade independentemente de seus fins laborais, como é o caso da atividade investigada no presente estudo: a condução de automóveis durante conversa concomitante ao telefone celular.

A Ergonomia Cognitiva tem por finalidade analisar os processos cognitivos envolvidos na realização de tarefas. Tais processos dizem respeito à percepção, à memória (de curto e longo prazo), às estratégias operatórias e à atenção, que são necessários para perceber, armazenar e evocar informações, a fim de compreender as demandas cognitivas necessárias para a realização de uma determinada tarefa

(CAÑAS; WAERNS, 2001). Ademais, a realização de tarefas envolve aspectos cognitivos compostos de sequências de ação, de modo operatório, de sucessões de busca, de tratamento de informações e também de identificações de perturbações envolvendo a tomada de decisão. Esses aspectos e processos cognitivos caracterizam a tarefa efetiva realizada pelo indivíduo (WEILL, 1990). Inicialmente, aborda-se o conceito de percepção.

A percepção é um conjunto de processos pelos quais os estímulos ambientais são reconhecidos, organizados e entendidos através dos sentidos (STERNBERG, 2000). As sensações servem como instrumento para a apreensão de um dado objeto ou ambiente (NOBREGA, 2008), pois trata-se de como o indivíduo acessa seu entorno. O sistema sensorial é formado por vias neurais aferentes e eferentes. As vias aferentes são responsáveis por captar e enviar informações do meio externo (captadas através dos sentidos) ao sistema nervoso central para serem processadas, a fim de possibilitar o envio de uma resposta através das vias eferentes (NOBREGA, 2008). Imagine a situação do motorista na qual desvia o carro, quando avista uma árvore caída na pista, com base nas informações oriundas do sentido da visão. Essas reações que o organismo produz, frente a estímulos ou sensações captadas do ambiente não são decorrentes apenas da atividade da percepção. Para compreensão da captação e processamento de informações apreendidas, é necessária a análise dos demais processos cognitivos.

A memória opera por meio de processos integrados à retenção e à recuperação de informação sobre a experiência passada. Há três estágios no processamento da memória: codificação (as informações sensoriais são transformadas em representações mentais ou símbolos; trata-se da forma mental de reconhecimento de coisas e eventos que estão fora do indivíduo), *armazenamento* (a informação codificada é conservada na memória), e recuperação (a informação armazenada é evocada para a aplicação) (STERNBERG, 2000).

O armazenamento da memória classifica-se em três tipos. O armazenamento sensorial, que é capaz de conservar quantidades relativamente limitadas de informação durante períodos muito breves de tempo; são informações apreendidas pelos sentidos. Dá-se o nome de armazenamento icônico à memória sensorial visual. O armazenamento de curto prazo, que é capaz de manter pequenas quantidades de informação por períodos mais longos do que o armazenamento sensorial; porém, por poucos instantes depois do fenômeno vivenciado. Assim, a

informação pode ser esquecida, se não for mais evocada ou movida para a memória a longo prazo (ALBUQUERQUE, 2001). O armazenamento de longo prazo, capaz de armazenar grandes quantidades de informação quase indefinidamente, e é bastante evocada durante a realização de tarefas (STERNBERG, 2000).

Em relação à memória de longo prazo, a literatura apresenta uma subdivisão em memória explícita (ou declarativa) e memória implícita (ou de procedimentos). Na memória explícita, o indivíduo tem acesso consciente ao conteúdo da informação (HELENE; XAVIER, 2003); enquanto a memória implícita não requer a evocação consciente ou intencional de informações, que é recrutada na execução de tarefas automatizadas (SCHACTER, 1987).

Para a realização de qualquer tipo de tarefa é necessária, além da ativação da percepção e a evocação da memória, uma estratégia eficaz para o sucesso da operação, chamada de estratégia operatória. Esta estratégia trata dos processos cognitivos responsáveis por categorizar, resolver problemas e tomar decisões, culminando no modo operatório empregado pelo indivíduo no ato da interação; seja o homem-máquina seja a realização de quaisquer tarefas (SILVINO; ABRAHÃO, 2003). Na execução de tarefas, as estratégias operatórias geram o modo operatório, que é a regulação entre os objetivos, os meios de realização de tarefas, o estado interno do executor e os resultados produzidos. O modo operatório é regulado através do grau de complexidade da tarefa, visando sempre solucionar os problemas, bem como antecipar incidentes (GUÉRIN et al., 2001). Uma série de passos é elencada para a resolução de problemas: a identificação do problema, a elaboração de uma estratégia de resolução, o arranjo das informações, a alocação de recursos cognitivos, o gerenciamento e a avaliação da resolução (STERNBERG, 2000).

Na execução de uma tarefa ou ação, são necessárias captação de informações provenientes do ambiente (percepção), evocação de experiências passadas (memória) e elaboração de um modo operatório eficiente. No entanto, todos esses processos seriam insuficientes para a compreensão da execução de uma tarefa com êxito, sem a consideração do mecanismo atencional.

2.1.1 Fenômeno da atenção

A atenção é considerada uma série de processos cognitivos que tem por finalidade selecionar ou priorizar algumas categorias de informação no processamento delas. Dessa forma, atenção é o termo referente aos processos pelos quais se dá tal seleção (HELENE; XAVIER, 2003). A atenção é um processo comportamental e cognitivo de concentrar-se seletivamente sobre um aspecto distinto da informação recebida, seja considerada subjetiva seja objetiva, ignorando outras informações perceptíveis (ANDERSON, 2000). Atentar-se para algo é focalizar a consciência de experiências percebidas, convergindo os processos mentais para uma específica tarefa principal, e elencando as demais para plano de fundo (LENT, 2005).

William James foi um importante pensador da mente humana do fim do século XIX. Desde 1890 preocupou-se com o conceito de atenção e com o caráter seletivo dos processos cognitivos (PELEGRINI, 2001; LIMA, 2005). Segundo ele, a essência da atenção está na focalização, na concentração da consciência (EDELMAN, 1992). Para que esta seleção ocorra, o Sistema Nervoso é capaz de manter um contato seletivo com as informações que chegam através dos órgãos sensoriais, dirigindo a atenção para aqueles que são comportamentalmente relevantes, que garantem uma interação eficaz como meio (PELEGRINI, 2001). Nessa interação, a consciência está presente quando atividades, tarefas ou apreensão de objetos são processados voluntariamente (PELEGRINI, 2001). Consciência é um conceito emitido para nomear um grupo de múltiplos eventos e de processos que compartilham a capacidade de serem vivenciados, já que consciência é um conjunto de processos, não uma única faculdade mental, ou um objeto (FLANAGAN, 1991).

William James descreve três importantes características da atenção. A primeira característica está relacionada à possibilidade de se exercer um controle voluntário da atenção. A segunda característica refere-se à inabilidade em acatar diversos estímulos simultâneos; o caráter seletivo da focalização. A terceira característica é a capacidade limitada do processamento atencional (KANDEL, 1997). A atenção também tem sido entendida como a alocação de recursos de processamento limitados (ANDERSON, 2000).

A atenção trata da disposição do indivíduo em responder majoritariamente aos estímulos que lhe são significativos em detrimento de outros; no processamento,

o sistema nervoso seleciona as informações recebidas pelos órgãos sensoriais, priorizando aqueles que são comportamentalmente relevantes, e permite uma interação ativa como meio (BRANDÃO, 1995).

Atenção é “o fenômeno pelo qual processamos ativamente uma quantidade limitada de informações disponíveis através de nossos sentidos, de nossas memórias armazenadas e de outros processos cognitivos” (STERNBERG, 2000, p. 78). A partir dessa concepção, o fenômeno da atenção possibilita o uso criterioso dos limitados recursos mentais.

Tudo aquilo que se percebe depende diretamente de onde a atenção está dirigida. Neste contexto, o ato de prestar atenção independe da modalidade sensorial, pois essa ação aumenta a sensibilidade perceptual para a discriminação de alvo, além de reduzir a interferência causada por estímulos distratores (PESSOA; KASTNER; UNGERLEIDER, 2003).

As diferentes modalidades sensoriais têm a disposição de detectar seletivamente os estímulos recebidos (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002). No caso do sistema visual, é possível concentrar-se em um único produto no meio de vários outros, em uma gôndola do mercado, por exemplo. No caso do sistema auditivo, em uma festa, é possível prestar atenção em uma única conversa em detrimento das demais.

Até aqui, foram apresentadas algumas definições de atenção, sua relação com a consciência, a memória e a percepção. Adicionalmente, categorizar os tipos de atenção pode ajudar a entender seus mecanismos e suas diferenciações. Com referência ao caráter multifatorial da atenção, pode-se dividir seu estudo em diferentes vertentes. Com relação à sua natureza e à origem, a atenção pode ser voluntária ou involuntária (DALGALARRONDO, 2000). Outros termos correspondentes encontrados na literatura são atenção controlada ou automática, respectivamente (LIMA, 2005).

A atenção controlada (voluntária) envolve a seleção ativa e intencional do indivíduo em uma determinada tarefa, que está diretamente ligada às expectativas, motivações e interesses (DALGALARRONDO, 2000). “Os processos automáticos não envolvem o controle consciente, em comparação, os processos controlados não somente são acessíveis ao controle consciente, mas também o exigem”. (STERNBERG, 2000, p. 81). Michael Posner e Charles Snyder, psicólogos norte-americanos e importantes pesquisadores dos fenômenos da atenção, em trabalho

publicado por eles no ano de 1975, sugeriram três características dos processos automáticos: por sua definição, os processos automáticos são ocultos da consciência, involuntários e consomem poucos recursos de atenção. Muitas tarefas que começam com processo controlado podem se tornar automáticas (STERNBERG, 2000), como nos casos de dirigir um carro, aprender um instrumento musical, uma nova língua e andar de bicicleta. Essas ações possuem, no início, um processamento controlado, porém, com a experiência, elas passam por um estágio de automação. É comum no aprendizado da direção de um automóvel o iniciante olhar frequentemente para o câmbio ao mudar a marcha; que revela que o processamento da informação ainda é voluntário, exigindo um respaldo sensorial, que neste exemplo foi a visão e o tato, reforçando assim o aprendizado da tarefa.

A atenção voluntária é intermediada pelo processamento de controles superiores das informações, no qual os efeitos facilitadores da tarefa desempenhada são acompanhados pelos efeitos inibidores sobre as atividades concorrentes (MACAR, 2001). Desse modo, ao realizar uma tarefa de leitura, por exemplo, outras modalidades podem ficar inibidas, como escutar o barulho da rua, sendo esta inibição essencial para que aconteça a concentração na tarefa (BEAR; CONNORS; PARADISO, 2002).

Na Tabela 1, observam-se tarefas que foram aprendidas em tempos remotos na vida como amarrar sapatos ou andar de bicicleta. Essas tarefas são, muitas vezes, exclusivamente automáticas e menos acessíveis ao conhecimento consciente do que conhecimentos mais complexos adquiridos posteriormente, como dirigir um carro ou aprender uma segunda língua. “O processo que muda do estado de altamente consciente para o estado relativamente automático é *automatização*” (STERNBERG, 2000, p. 82)

TABELA 1 - Processos conscientes *versus* automáticos

| Características | Processos conscientes | Processos automáticos |
|--|---|--|
| Quantidade de esforço intencional | Exigem esforço intencional | Exigem pouca ou nenhuma intenção ou esforço (e o esforço intencional pode até ser exigido para evitar comportamentos automáticos) |
| Grau de conhecimento consciente | Exigem completo conhecimento consciente | Geralmente ocorrem fora do conhecimento consciente, embora alguns processos automáticos possam ser acessíveis à consciência. |
| Uso dos recursos da atenção | Consumem muitos recursos de atenção | Consumem recursos de atenção insignificante |
| Tipo de processamento | Realizados serialmente (uma etapa de cada vez) | Realizados pelo processamento paralelo (com muitas operações ocorrendo simultaneamente ou pelo menos sem qualquer ordem sequencial específica) |
| Rapidez de processamento | Execução consome tempo, relativamente maior, quando comparados aos processos automáticos | Relativamente rápidos |
| Novidade relativa das tarefas | Tarefas não-experimentadas ou com muitos aspectos variáveis. | Tarefas conhecidas ou altamente praticadas, com características de tarefa muito estável. |
| Nível de processamento | Níveis relativamente altos de processamento cognitivo (exigindo análise ou síntese) | Níveis relativamente baixos de processamento cognitivo (análise ou síntese mínimas) |
| Dificuldades das tarefas | Tarefas geralmente difíceis | Em geral, tarefas relativamente fáceis, mas mesmo tarefas relativamente complexas podem ser automatizadas, dada uma prática suficiente. |
| Processo de aquisição | Com prática suficiente, muitos procedimentos rotineiros e relativamente estáveis podem automatizar-se, de modo que processos altamente conscientes podem tornar-se parcial ou até automáticos; naturalmente, aumenta a quantidade de prática exigida para automatizações. | |

Fonte: Adaptado de Sternberg (2000, p. 82)

Os processos atencionais podem ser involuntários ou automáticos (TABELA1). O processamento das informações da atenção involuntária é regido por automação e não requer controle consciente do indivíduo (MACAR, 2001). A reação de orientação, quando o indivíduo movimenta os olhos e a cabeça em direção ao estímulo a fim de processá-lo está intimamente ligada à atenção involuntária ou ao processamento automático da atenção. (BRANDÃO, 1995).

Automatização é o processo pelo qual um procedimento muda do estado de altamente consciente para o estado relativamente automático. Baseado na experiência, a automatização acontece com a prática. No exemplo de dirigir um automóvel, com as muitas repetições da mesma operação, o motorista vai automatizando os movimentos da tarefa (STERNBERG, 2000). Como a

automatização da tarefa requer um mínimo processamento, nesse estágio, é possível acontecerem lapsos; são erros na realização de tarefas, podendo ocorrerem quando uma ação automática é interrompida abruptamente durante sua execução (REASON et al., 1990). Exemplos de lapsos estão descritos na Tabela 2.

TABELA 2 - Lapsos associados aos processos automáticos

| TIPO DE ERRO | DESCRIÇÃO DO ERRO | EXEMPLO DO ERRO |
|--------------------------------------|---|---|
| Erros de apreensão | Pretendemos desviar de uma atividade rotineira que estamos executando nos arredores conhecidos, mas, em um ponto em que devíamos sair da rotina, não conseguimos prestar atenção e recuperar o controle do processo; conseqüentemente o processo automático apreende nosso comportamento e não conseguimos desviar da rotina. | O Psicólogo Willian James (1890), citou um exemplo pessoal no qual ele deveria se despir das roupas de trabalho para ir jantar, porém acabou colocando seu pijama e ao deitar-se na cama lembrou que iria sair para jantar. |
| Omissões | Uma interrupção de atividade rotineira pode levar-nos a pular uma etapa ou duas na execução da parte remanescente da rotina. | Quando um indivíduo, estando em sua casa, sai de um aposento e vai para outro em busca de uma tesoura, neste exato tempo toca o telefone, o que acontece? Ele volta para seu primeiro aposento sem ter pegado o objeto que foi buscar. |
| Perseveraões | Após ter-se completado um procedimento automático, uma ou mais etapas desse procedimento automático, podem repetir-se. | Um indivíduo, após ligar o carro, pode se distrair com um pedestre e, girar a chave de ignição novamente. |
| Erros de descrição | Um erro na descrição interna do comportamento pretendido leva ao desempenho da ação correta, porém com o objeto errado. | Ao guardar os comestíveis, você pode terminar colocando o sorvete no armário e uma lata de sopa no congelador. |
| Erros de direção dos dados | A informação sensorial que chega pode terminar invadindo as variáveis pretendidas numa sequência de ações automáticas. | Enquanto tenta discar um número telefônico conhecido, se você ouvir alguém dizer outra série de algarismo, você pode terminar discando alguns daqueles algarismos, em vez dos que você pretendia discar. |
| Erros de ativação associativa | Fortes associações podem desencadear a rotina automática errada. | Você está esperando alguém à porta, se o telefone tocar, você pode atendê-lo e falar: "Entre!". |
| Erros de perda de ativação | A ativação de uma rotina pode ser insuficiente para levá-la à sua conclusão | Muito frequentemente nós já experimentamos a sensação de ir a um aposento para fazer algo, e perguntar-se: "O que estou fazendo aqui?" ou pensar: "Sei que deveria estar fazendo alguma coisa, mas não lembro o quê". Até que algo no ambiente desencadeie nossa lembrança. |

Fonte: Adaptado de Sternberg (2000, p. 85)

A Tabela 2 mostra exemplos de lapsos bastante corriqueiros, podendo acometer indivíduos em tarefas automáticas. Nos casos citados, os lapsos são inofensivos, porém podem acontecer em situações perigosas; como no caso de um motorista experiente dirigindo um veículo em alta velocidade na pista; de repente seu celular toca, o toque pode ocasionar um lapso por interromper abruptamente a tarefa de dirigir (que já estava automatizada), podendo aumentar o risco de acidente.

A automação de tarefas é um recurso cognitivo e fisiológico necessário, pois exige processamento menos complexos do sistema nervoso central do que na realização de tarefas altamente conscientes, possibilitando a realização da tarefa dupla, pois, como já mencionado, os recursos de processamento são limitados (ANDERSON, 2000).

Dando continuidade aos tipos de atenção, a literatura oferece uma subdivisão da atenção baseada no modo como é operacionalizada, que resulta em quatro tipos de atenção: seletiva, sustentada, alternada e dividida (DALGALARRONDO, 2000; SARTER, GIVENS, BRUNO, 2001). A atenção seletiva é entendida como a habilidade de o indivíduo selecionar distintos estímulos em detrimento de outros; é a predisposição de focar a atenção para uma determinada porção do ambiente, enquanto os demais estímulos ao redor são ignorados (DALGALARRONDO, 2000; NAHAS, 2001). Está diretamente ligada ao mecanismo clássico atencional, o foco.

A atenção sustentada ou vigilância representa a aptidão que o indivíduo tem em manter o foco atencional em um devido estímulo ou conjunto deles, ao longo de um determinado tempo para a realização de uma tarefa. Trata-se de um estado de prontidão por um longo período de tempo (SOHLBERG; MATEER, 2009; DALGALARRONDO, 2000; STERNBERG, 2000; SARTER; GIVENS; BRUNO, 2001; NAHAS, 2001). A atenção alternada é a capacidade de flexibilidade mental que permite que os indivíduos mudem seu foco de atenção, movendo-se entre tarefas com diferentes exigências cognitivas. Equivale a desengajar o foco de um estímulo (tarefa) e engajar-se em outro (SOHLBERG; MATEER, 2009; LIMA, 2005).

A atenção dividida é a capacidade de responder simultaneamente a várias tarefas ou múltiplas demandas. Essa capacidade possibilita o desempenho de duas tarefas simultâneas (SOHLBERG; MATEER, 2009; SARTER; GIVENS; BRUNO, 2001). Para que haja a divisão da atenção na realização de tarefas simultâneas, uma das tarefas deve estar automatizada para que a outra tenha caráter consciente (LIMA, 2005). Assim, ao contrário do que se pode pensar, ouvir música e estudar é

um exemplo de atenção alternada; não de atenção dividida, pois ambas demandam processamentos complexos. Para o motorista experiente, ao falar em um telefone celular enquanto conduz seu automóvel, sua atenção será dividida, pois o ato de dirigir estará automatizado e a conversa no celular será consciente, exigindo processamento mais complexo do que a tarefa de dirigir. Porém, para o motorista novato, falar ao celular nas mesmas condições exigirá processamento complexo tanto para a tarefa do dirigir, como para a tarefa de conversar, enquadrando-se na categoria de atenção alternada.

Para Posner e Fan (2001), a atenção também pode ser executiva. É aquele tipo de atenção requisitada em situações que envolvem planejamento ou tomada de decisões, detecção de erros e resposta a ações não habituais (autorregulação), gerando uma nova ação ou novos ajustes no percurso.

A atenção pode, adicionalmente, ter outros estímulos além dos sensoriais (extrínsecos, obtidos pelo meio), podendo voltar-se para processos mentais (intrínsecos), tais como as memórias, pensamentos, recordações, execução de cálculos mentais. Quando a atenção é voltada para o ambiente externo, denomina-se percepção seletiva, pois está extrínseco ao indivíduo (fora dele). Quando a atenção está voltada ao ambiente interno, pode ser chamada de cognição seletiva (LIMA, 2005).

Além dos tipos de atenção, a literatura mostra distintas teorias que investigam como a atenção é processada. Vários modelos teóricos foram propostos desde as considerações de William James. O foco desses modelos era determinar o momento em que os estímulos seriam selecionados (LIMA, 2005).

Para Sternberg (2000), a teoria atencional do filtro, proposta por Broadbent, em 1958, é uma das mais importantes teorias psicológicas sobre atenção. Ela tem como cerne o processamento da informação, incluindo todas as vertentes do processamento cerebral de dados; em particular os sinais sensoriais. Como o próprio nome sugere, a teoria do filtro assume que é restrita a quantidade de informação a ser processada, logo se faz necessária a filtragem dos estímulos significantes do ambiente, no qual o indivíduo está inserido, de acordo com suas características físicas, antes de sua identificação (LACHTE; FORSTER, 2004; STERNBERG, 2000; ANDRADE; SANTOS; BUENO, 2004; GAZZANIGA; YVRY; MANGUN, 2006). Segundo esta perspectiva, as informações sensoriais entrariam no sistema em paralelo e seriam temporariamente arquivadas em um sistema de

armazenamento de curta duração para posterior filtragem. Somente os estímulos com as características especificadas (desejadas) alcançariam o sistema de processamento de categorização ou reconhecimento. (ANDRADE; SANTOS; BUENO, 2004; LACHTER; FORSTER, 2004; MORENO; MARÍN, 2006).

Autores como Deutsch e Deutsch (1963) e Treisman (1960) questionaram o modelo atencional do filtro, sugerindo que os estímulos que não são selecionados, não deveriam ser totalmente eliminados mas atenuados (ANDRADE; SANTOS; BUENO, 2004; MORENO; MARIN, 2006). Esses autores formularam respectivamente a teoria atencional da seleção da resposta e a teoria atencional do filtro atenuador, que abonaram elucidações alternativas para os mecanismos atencionais e seus respectivos processamentos da informação.

A teoria atencional de seleção da resposta, apresentada por Deutsch e Deutsch (1963), expressa a ideia da seleção tardia dos estímulos (CASTRO, 2008). Para a teoria, todos os estímulos sensoriais incidentes sobre o organismo seriam constantemente analisados em um nível superior. Há um vasto sistema de processamento das informações, independentemente de o indivíduo ter ou não prestado atenção a elas (ANDRADE; SANTOS; BUENO, 2004). Contudo, a totalidade das informações obtidas pelos sistemas sensoriais passaria por todas as fases de processamento até alcançarem sua representação na memória (MORENO; MARÍN, 2006).

Treisman (1960) descreve que, com sua teoria atencional do filtro atenuador, pretendeu criar uma teoria de atenção seletiva envolvendo um tipo diferente de mecanismo de filtragem, na qual o mecanismo meramente atenuaria os outros estímulos que não constituem o estímulo alvo. Esse processo de atenuação seria uma operação protetora para o sistema atencional, a fim de reduzir a interferência que os estímulos irrelevantes poderiam produzir no processamento dos estímulos a serem atendidos (STERNBERG, 2000).

Sternberg (2000) observa que ambas as teorias anteriormente apresentadas possuem uma espécie de gargalo de garrafa, diferenciando-se basicamente no posicionamento do filtro, têm o processamento dos estímulos precoce ou tardio. Porém, em ambas existe uma seleção de informações a serem processadas. Para esclarecer um pouco sobre regiões cerebrais de processamento da informação, segue uma breve descrição que abordará as redes neurais de atenção.

2.1.2 Redes neurais de atenção

O mecanismo atencional representa uma das principais funções mentais, e devido à sua complexidade e importância para sobrevivência humana, insita o interesse de muitos estudiosos. O neuropsicólogo Alexandre Luria (1981) foi um dos primeiros estudiosos a teorizar sobre as bases biológicas do mecanismo de atenção, reconhecendo a formação reticular, a parte superior do tronco encefálico, o sistema límbico e a região frontal, como regiões envolvidas no processo. Para Luria, a estrutura do sistema límbico e a região frontal seriam responsáveis pelo reconhecimento seletivo de um determinado estímulo, inibindo respostas a estímulos irrelevantes. As estruturas da parte superior do tronco encefálico e a formação reticular estariam envolvidas na manutenção da atividade cortical de vigília e manifestação da reação de alerta geral (GONÇALVES; MELO, 2009).

A partir da década de 1990, com o advento de novas tecnologias de exame e popularização das já existentes, como a ressonância magnética, avançou-se a visualização do processo atencional em tempo real, favorecendo o enriquecimento de teorias sobre o assunto. Uma teoria que se amplificou nessa época foi a das redes atencionais. Existem quatro estados que compõem o sistema atencional: “excitação, orientação motora, detecção da novidade e organização executiva” (RATEY, 2002, p. 131). Por meio desses estados é que os indivíduos interagem com o ambiente. Em suma, o sistema atencional “inicia-se no centro de excitação do tronco cerebral, subindo através do sistema límbico até ao córtex, onde no final efetua uma conexão entre o córtex frontal e o temporal” (RATEY, 2002, p. 131). Para a ocorrência desse trajeto, neurotransmissores, como a dopamina, serotonina e a norepinefrina, são requisitados:

O responsável pelo processo de excitação no tronco cerebral é o sistema ativador reticular ou formação reticular, que faz parte de uma estrutura cerebral filogeneticamente bem arcaica. Está localizado na região central do tronco cerebral e tem relações bidirecionais com todo o córtex cerebral, tálamo, hipotálamo, sistema límbico, cerebelo, nervos cranianos e com a medula espinhal. Entre a sua variedade de funções está a regulação do sono e vigília, a atenção seletiva, a integração dos reflexos (centro respiratório e centro vasomotor), controle motor somático, mediação dos ajustes posturais que sustentam os movimentos, controle neuroendócrino e controle do sistema nervoso autônomo. É responsável pela ativação e manutenção do estado de alerta e faz a interação entre o córtex cerebral, o sistema límbico, o tronco cerebral e os órgãos sensoriais.

O sistema ativador reticular, funciona como uma “estrutura mediadora entre os estímulos externos e o mundo interno, pois, através de mecanismos reguladores como a atenção, seleciona os estímulos e permite uma

interação com o meio”. Suas vias aferentes ativam o córtex cerebral de duas formas, uma especializada e localizada (ex. visão, audição, etc) e outra inespecífica, e pulverizada que produz um estado geral de vigília. O sistema reticular (sendo bidirecional) também recebe comandos eferentes de inibição e/ou ativação oriundos da região cortical. (GAERTNER, 2013, p. 71)

As funções da formação reticular em tempos coordenam os tipos de ativação de neurônios motores locais, comprometidos em comportamentos motores somáticos e viscerais; bem como em momentos articula a excitabilidade de neurônios mais afastados do prosencéfalo e da medula espinhal (LENT, 2008).

O modelo de Posner e Petersen (1990), expandido por Posner e Raichle (1994), tem como base a atenção visoespacial. Esse modelo indica a existência de três redes atencionais com funções distintas, mas inter-relacionadas, que cumprem primeiramente a função de “otimização no processamento do estímulo selecionado”; segundo, cumprem o processamento do estímulo [...] seguindo para ações pautadas na tarefa”; e, terceiro, a “manutenção do estado de alerta” (GAERTNER, 2013 p. 71). Posner e Petersen (1990) e Posner e Fan (2001) sugerem a existência de três redes atencionais: a de alerta, a de orientação e a executiva. Para os autores, a rede de alerta ou vigilância atua no cerne do foco atencional; a rede de orientação tem dois elementos, um automático (exógeno) de recepção e um voluntário (endógeno) sendo o voluntário ativado no estado de vigilância; a rede executiva interfere no domínio voluntário e na coordenação das atividades requisitadas.

De acordo com Posner e Raichle (1994), a rede de vigilância é incumbida pelo estado de alerta e de manutenção da atenção; principalmente em situações de estado de atenção prolongado com estímulos intermitentes. A rede é composta do tronco cerebral e suas conexões de lateralização, assimétrica privilegiando o córtex frontal direito (POSNER; PETERSEN, 1990; POSNER; RAICHLE, 1994; POSNER; FAN, 2001).

Na Tabela 3, é apresentado o resumo das estruturas cerebrais que compõem as redes atencionais, e os neuromoduladores presentes em cada rede e com suas respectivas áreas de atuação.

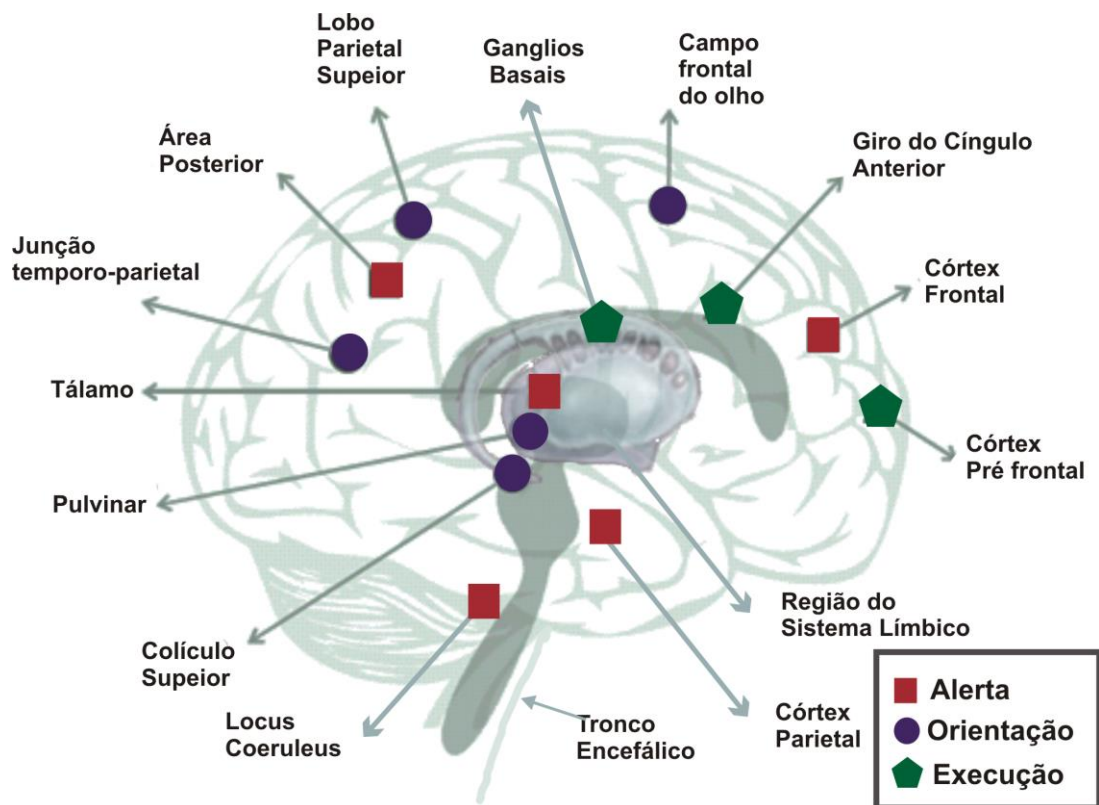
TABELA 3 - Estruturas cerebrais e redes atencionais.

| FUNÇÃO ESTRUTURAS | FUNÇÃO ESTRUTURAS | FUNÇÃO ESTRUTURAS | FUNÇÃO ESTRUTURAS |
|--------------------------|---|-------------------|--------------------------|
| Orientação | Córtex Parietal superior Junção Têmporo-parietal Região Fronto-orbital Colículo Superior | Acetilcolina | V1, A1, S1 |
| Alerta | Locus Coeruleus; Córtex Frontal direito Córtex Parietal direito | Norepinefrina | Sistema de Orientação |
| Atenção Executiva | Cingulado Anterior Ventral lateral Pré-frontal Gânglios Basais | Dopamina | Todas as áreas cerebrais |

Fonte: Gaertner, (2013, p. 74), adaptado de Posner e Fan (2001).

A Figura 1 mostra a posição das áreas do encéfalo onde estão organizados os subsistemas da rede atencional.

FIGURA 1 - Redes Atencionais (alerta, orientação e executiva).



Fonte: Posner e Fan (2001), adaptado pela autora.

Em suma, as redes neurais da atenção percorrem a parte superior do tronco encefálico, o córtex límbico e a região do lobo frontal e lateralizando para o temporal, sofrendo poucas variações, de acordo com os estados do sistema atencional, validando assim as especulações de Luria.

2.1.3 Movimento dos olhos e atenção visual

O olho humano é o órgão receptor de raios luminosos do meio externo, e o mecanismo capaz de permitir essa captação acontece graças às estruturas da córnea – película transparente que protege o olho, à camada mais externa do olho, à íris– que regula a quantidade de luz recebida por meio de uma abertura chamada pupila, ao cristalino, uma espécie de lente interna que é responsável pelo foco da imagem sobre a retina. Na retina, existem mais de cem milhões de células fotorreceptoras que transformam as ondas luminosas em impulsos eletroquímicos, que são levados até o lobo occipital do cérebro para serem decodificados. A fóvea é a região da retina onde está concentrada a maior parte das células fotorreceptoras que decodificam as cores, chamadas de cones. A alta densidade de cones possibilita maior resolução espacial da imagem (HELENE; HELENE, 2011). A fóvea cobre somente de um a dois graus da área central da retina, e para se ter uma imagem nítida, é necessário que todo mecanismo muscular ocular direcione a imagem a ser formada nesta região. A nitidez da imagem diminui conforme o estímulo move-se para a periferia da retina; ao redor da fóvea, onde há a parafóvea, que cobre cerca de dez graus do arco visual. Na direção periférica, as células fotorreceptoras diminuem sua densidade, dando lugar a outro tipo de células, os bastonetes, que são mais sensíveis à luz e ao movimento (RODRIGUES, 2001). A capacidade do olho humano jovem e normal é de prontamente focalizar objetos – tanto próximos quanto distantes – podendo alterar o seu foco ou acomodar-se (WERNER et al., 2000). O processo responsável pelas alterações da condição refrativa do olho, permitindo que a imagem seja focalizada no centro retinal, é denominada de acomodação (SÁ; PLUTT, 2001). A “lente” interna do olho humano, o cristalino, possui raios de curvatura que se modificam, permitindo focar imagens mais próximas ou mais distantes (HELENE; HELENE, 2011). Helmholtz (1962) comprovou que o mecanismo de acomodação visual, provido pelo músculo ciliar (músculo periférico ao cristalino), é acompanhado por um incremento na curvatura das faces biconvexas do cristalino, levando a um aumento de sua espessura ao centro.

A distância mínima necessária para a obtenção da visão nítida denomina-se ponto proximal. Dioptria (D) é a medida da acomodação – a distância do foco ocular até o objeto de análise. Para a distância de 1 metro é necessária uma acomodação

de 1 D, para 1/2 metro, 2 D e para 1/3 metro, 3 D (SÁ; PLUTT, 2001). O ponto próximo é alterado de acordo com a idade, pessoas acima de 40 anos tendem a ter um ponto próximo aumentado em distância devido ao envelhecimento dos mecanismos de acomodação; disfunção denominada de presbiopia. A amplitude de foco até os 40 anos é, em média, de + 4,0 D, ou seja, o ponto próximo está a menos de 25 cm. Após a quarta década de vida, essa amplitude cai para +2,0 D, o ponto próximo ou a distância mais perto em que se pode focar, aumenta para mais de 50 cm (WERNER et al., 2000). Para Grandjean (1998), o ponto próximo mostra, em média, os seguintes valores: pessoa com 16 anos: 8 cm; com 32 anos: 12,5 cm; com 44 anos: 25 cm; com 50 anos: 50 cm e com 60 anos: 100 cm.

Os músculos do sistema ocular são responsáveis pela iniciação, coordenação e conclusão dos movimentos oculares. Os globos oculares estão contidos na cavidade orbitária por meio de uma complexa matriz de fâscias e músculos (GUYTON, 1981). Os músculos extrínsecos, situados na parte externa do globo ocular circundando-o; e são seis, sendo que quatro retos e dois oblíquos. Os músculos retos são o reto medial, o reto lateral, o reto superior e o reto inferior. Os músculos oblíquos são dois: o oblíquo inferior e o oblíquo superior. O músculo reto lateral tem a função de abduzir o olho, e o músculo reto medial tem a função de aduzir o olho. Os outros músculos têm funções que variam conforme a posição do olho. Os músculos retos superior e inferior, bem como os músculos oblíquos, têm ainda funções de ciclotorsão do globo ocular. Os músculos oculares são inervados pelo III nervo craniano (reto medial, reto superior, reto inferior, oblíquo inferior e elevador da pálpebra), pelo VI nervo craniano (reto lateral) e pelo IV nervo craniano (oblíquo superior) (GUYTON, 1981).

A mobilidade do olho humano não está restrita a simples ações musculares, porque ela também está envolvida com comportamentos oculares relacionados à atenção visual, que são amplamente estudados em situação de esportes e no âmbito da ergonomia. Os estudos são crescentes na área de direção de automóveis.

Os comportamentos dos olhos mais estudados são fixação, perseguição, sacádico e o reflexo vestibulo-ocular. As fixações permitem um processamento de informações detalhadas retiradas do ambiente; por serem comportamentos nos quais o olho permanece estacionário em algum aspecto do ambiente. A imagem gerada permanece situada na região foveal. O comportamento de perseguição trata do conjunto de movimentos, lentos e contínuos dos olhos, no qual a velocidade

ocular é análoga à velocidade do objeto que se acompanha (RODRIGUES, 2001). A sacada é um movimento ocular rápido, empregado para dimensionar uma porção nova da cena à fóvea. O reflexo vestibulo-ocular é composto de movimentos conjugados compensatórios dos olhos, induzidos por movimentos da cabeça (COSTA; SOARES; TEIXEIRA, 2007). Esses movimentos estabilizam o olhar, favorecendo a manutenção do objeto de interesse na região foveal durante os movimentos da cabeça (RODRIGUES, 2001).

Após esta breve descrição de nomenclaturas anatômicas relativas às estruturas dos olhos, bem como os comportamentos do olhar humano, é possível abordar a relação entre os temas da atenção e da percepção visual.

O ser humano tem a capacidade mental de focar em apenas uma porção da cena visual ou eleger apenas uma parte da informação contida no ambiente. A esta capacidade é dado o nome de atenção seletiva. Na tarefa de dirigir automóvel, por exemplo, a atenção seletiva se dá em momentos de ultrapassagem em pista simples, nos quais o olhar do motorista tem que focar à frente na pista para garantir que nenhum carro se aproxime de tal maneira a colidir com o automóvel do motorista em questão.

Diversos pesquisadores levantaram indagações relevantes acerca da atenção seletiva; entre eles estão William James (1890) e Edward B. Titchener (1908). Entretanto, foi a partir do advento da Psicologia Cognitiva, na década de 1950, que o estudo sobre atenção seletiva foi vastamente revisitado (ROSSINI; GALERA, 2006). A partir da década de 1970, houve uma modificação na abordagem das pesquisas em atenção, e também um maior interesse nas investigações que empregavam estímulos visuais. Essa disposição na investigação do sistema visual na atenção persiste até a atualidade e tem permitido a elaboração de vários exemplos sofisticados a respeito do processamento atento da informação (ROSSINI; GALERA, 2006). Dentro desse contexto, Posner, Snyder e Davidson (1980) expuseram dois modelos referentes às etapas que permeiam a acomodação dinâmica de recursos atentos no campo visual: o modelo do “holofote” e o modelo da “lente *zoom*”.

O modelo proposto por Posner et al. (1980) preconiza que os recursos atentos são focalizados em uma dada localização espacial como um “holofote” que atende a uma área pouco flexível, ao passo que C. Eriksen e St. James (1986) preconizam que a focalização dos recursos atentos pode ser ajustada conforme a área dos estímulos a serem processados, atuando

desta forma como o "zoom" de uma lente de aumento (ROSINI; GALERA, 2010, p. 154).

O modelo "Holofote" (TABELA 4) apropria-se da metáfora de um foco luminoso similar ao feixe da luz de um holofote que ilumina uma área específica de um palco de teatro. A informação que poderá ser processada é somente aquela que está sendo iluminada pelo feixe luminoso (GAERTNER, 2013).

TABELA 4 - Aspectos essenciais do modelo de "Holofote"

| | |
|------|---|
| I. | o foco possui um diâmetro de um grau de ângulo visual e os estímulos que ficam dentro desta graduação são processados rápida e integralmente; |
| II. | Os estímulos situados além do foco não são atendidos; |
| III. | Existe só um foco e de tamanho fixo, não sendo possível atender a duas regiões simultaneamente; |
| IV. | As mudanças de foco ocorrem com a mudança abrupta de um ponto a outro, sem processamento do trajeto intermediário ou com processamento de todo o trajeto de deslocamento até ao alvo; |

Fonte. Adaptado de Gaertner (2013, p. 55)

O modelo do "holofote" é bastante restritivo em relação à percepção visual, pois prioriza apenas uma área pequena da cena, desconsiderando as demais; já no modelo "lente zoom", o foco pode ser ampliado (ajustado) de acordo com a área de interesse.

O modelo da "lente zoom" traz uma analogia do ajuste de foco de uma máquina fotográfica, com o ajuste do foco do olho humano. Ambos têm a possibilidade de diminuir ou ampliar o foco visual; no caso da câmera fotográfica, este ajuste é feito através de um mecanismo ótico denominado diafragma. Em relação ao olho humano, o efeito é realizado pela pupila em congruência com outros componentes visuais. O modelo preconiza que com o foco aumentado o processamento é mais genérico, porém a informação é captada com menor resolução. Já com um foco estreito, o processamento é mais específico e detalhado (GAERTNER, 2013) (Tabela 5).

TABELA 5 - Aspectos essenciais do modelo “lente zoom”

| | |
|------|---|
| I. | A atenção tem possibilidade de atender distintas áreas do campo visual, mas os recursos destinados a cada uma delas são distintos, sendo que a atenção plena ocorre dentro do foco; |
| II. | O foco tem um tamanho variável, de acordo com a demanda situacional; |
| III. | Quanto menor o foco, maior a precisão; |
| IV. | Informações fora do foco são processadas, parcialmente, principalmente as mudanças repentinas; |
| V. | O deslocamento do foco de um ponto a outro é feito de forma gradual com inclusão do processamento do trajeto; |
| VI | A atenção é distribuída uniformemente dentro de todo foco visual. |

Fonte: Adaptado de Gaertner (2013, p. 55)

Em relação ao modelo da “lente zoom”, pode-se afirmar que existe uma relação invertida entre a eficiência e a eficácia do processamento da informação em relação ao tamanho da área a ser focalizada (ROSSINI; GALERA, 2006). Quanto menor a área focada, maior qualidade terá a informação visual.

2.2 Efeito distrator do telefone celular na condução de automóveis e segurança no trânsito

Dirigir automóveis de forma distraída é um comportamento que põe em perigo a segurança dos motoristas, passageiros e pedestres. Dentre as principais distrações que acometem, motoristas norte-americanos estão: falar ou escrever mensagens de texto em celular, e comer e conversar com passageiros (INSURANCE INFORMATION INSTITUTE III, 2016). Pesquisa realizada pela *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA), em 2010, revelou que, nos Estados Unidos, 3.092 pessoas foram mortas (9 % de todos os acidentes fatais), e 416.000 pessoas ficaram feridas (18 % de todos os acidentes de lesão), em acidentes envolvendo motoristas distraídos. Das pessoas mortas em acidentes afetados por distração, 408 (13%) ocorreram em acidentes dos quais pelo menos um dos motoristas estava usando o telefone celular no momento do acidente (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION, 2012).

Em 2013, houve 2.910 acidentes fatais cometidos por motoristas distraídos, totalizando 10% de todos os acidentes fatais nos Estados Unidos: 18% das colisões com ferimentos e 16 % de todos os acidentes com automóveis. Dentre as colisões desse ano, 411 estavam envolvidas com o uso do telefone celular por motoristas. A utilização de celulares na condução de veículos foi reportada como causa de 14%

dos acidentes fatais. Ainda em 2013, 445 pessoas morreram em acidentes que envolviam o uso de celulares e de outras atividades relacionadas à telefonia celular por motoristas nos Estados Unidos (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION, 2013).

Distrações contidas no carro, como sistemas de navegação, rádio, passageiros que conversam ao lado, podem ser gerenciadas pelo condutor; porém, o telefone celular, ao tocar, pode gerar uma certa ansiedade, pois o motorista não sabe o que o espera, perturbando assim a capacidade do condutor para atender a questões no trânsito (WOO; LIN, 2001).

O uso de telefone celular durante a condução de automóveis tem sido relacionado a aumento de risco de acidente, em nível de análise epidemiológico (CHRISTIANSEN, 1997; AVEN, 1998; AHRENS; WASHINGTON, 1999; WAUGH et al., 2000; CAIRD et al., 2008; MCEVOY et al., 2005). Pesquisas realizadas em 1997 nos Estados Unidos revelam que existe um aumento de quatro vezes em risco quando um telefone celular é utilizado durante a condução de um automóvel (DONALD; ROBERT, 1997). Diversas pesquisas têm demonstrado que os motoristas que utilizam telefones celulares durante a condução têm o mesmo desempenho que teriam se dirigissem alcoolizados (WOO; LIN, 2001).

O aumento da carga cognitiva em função do uso do telefone celular na condução de automóveis pode interferir na capacidade do processamento cognitivo em atender e interpretar informação relevante da cena do tráfego, aumentando o risco de acidentes (ALM; NILSSON, 1994). O condutor pode utilizar o celular de diversas formas, cada qual com seus respectivos níveis de distração. Segundo o relatório de National Highway Traffic Safety Administration (2013), nos Estados Unidos, a principal forma de uso do celular executadas por motoristas é conversar. Esta atividade, no entanto, requer várias sub tarefas visuais e manuais para iniciar uma chamada ou atender e desligar o celular. Sub tarefas visuais e manuais são uma preocupação por exigirem do motorista, muitas vezes, o desvio dos olhos da estrada, e concomitantemente a retirada das mãos do volante para serem realizadas. Um condutor pode demandar grandes recursos de processamento para as tarefas realizadas no telefone celular, em vez de se concentrar inteiramente na execução da tarefa de conduzir. Além disso, muitos motoristas também parecem superestimar sua capacidade na condução de um veículo (CAIRD et al., 2008), sem se dar conta do cuidado a mais ao usar o telefone celular. Interfaces de telefone

celular mais recentes estão sendo projetadas para simplificar o uso do aparelho, permitindo aos motoristas iniciar e encerrar chamadas por comandos de voz ou por um único botão. Os avanços em tecnologias de bordo para carros também são crescentes, permitindo que o motorista conecte seu celular por *Bluetooth* ao computador de bordo, acionando-o com um botão situado no volante. *Bluetooth* é uma tecnologia sem fio que permite a troca de informações entre telefones celulares por meio de uma frequência de rádio de curto alcance (PROTESTE, 2016).

O número de assinantes de telefonia celular tem aumentado exponencialmente em todo mundo desde a sua introdução na década de 1980. Pesquisa realizada pela National Highway Traffic Safety Administration (2001) nos Estados Unidos observou que 54% dos condutores de veículos motorizados têm um telefone celular em seu veículo ou transportam telefones celulares quando dirigem. Cerca de 80% desses motoristas deixam o seu telefone celular ligado durante a condução, e 73% assumiram ter falado enquanto dirigiam.

No Japão, a maioria dos acidentes relacionados com o telefone celular é associada à discagem ou ao atendimento, enquanto os dados dos Estados Unidos sugerem que a maioria de acidentes relacionados com o telefone celular ocorre durante a conversação (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION, 1997).

No Brasil, segundo dados do Detran do Estado de São Paulo, em 2007, somente na capital paulista, foram registradas 237 mil autuações de motoristas falando ao celular. É a quarta infração de trânsito no ranking da cidade no mesmo ano (SÃO PAULO, 2007). Na cidade do Rio de Janeiro, o número de multas aplicadas a motoristas que falam ao celular enquanto dirigem chegou a 9mil em 2008 (RIO DE JANEIRO, 2008). Exceder a velocidade, avançar o sinal vermelho e a parada obrigatória e dirigir utilizando telefone celular foram as principais infrações cometidas no trânsito de Goiânia, em 2007 e 2008 (GOIÁS, 2008). No estado do Mato Grosso do Sul, em 2008, foram registradas 9.600 multas pelo uso de telefone celular por motoristas; 11,5% do total das multas por infrações de trânsito no estado (MATO GROSSO DO SUL, 2008). Na cidade de Fortaleza, em 2008, aconteceram 21.724 multas pelo uso de celular por motoristas (CEARÁ, 2008). No *ranking* das multas autuadas em 2008 na cidade de Belo Horizonte (com total de 640,9 mil), dirigir com fones ou celular aos ouvidos ficou em terceiro lugar (MINAS GERAIS, 2008).

Caird et al. (2008) analisaram 22 estudos e Horrey e Wickens (2006) 23 estudos com a temática do uso de celular na condução de veículos. Os resultados comuns a ambos foram os efeitos negativos do uso do telefone móvel, caracterizando o aumento do tempo de reação dos indivíduos e a deterioração do controle lateral do veículo na pista. “O tempo de reação pode ser definido como o intervalo temporal observado entre a percepção de algum evento ou estímulo ambiental e o início da resposta motora” (BRUZI et al., 2013, p. 1), e quanto menor o tempo de reação, melhor o desempenho na tarefa.

Chisholm et al. (2006) realizaram estudo com 40 voluntários: 20 novatos com até 6 meses de habilitação e outros 20 com habilitação acima de 10 anos, durante a tarefa de dirigir automóveis em uma pista urbana a 50km/h, utilizando um simulador de direção. Em um determinado instante, o celular tocava e o participante tinha de atender e conversar utilizando o aparelho. Durante a conversa, surgia um pedestre na rua. O resultado dessa tarefa é que sete dos participantes novatos causaram acidentes, contra apenas dois dos participantes experientes.

Estatísticas da polícia de Taiwan revelam que, durante oito meses terminados em março de 2001, 2.407 acidentes de trânsito foram causados pelo uso de telefones celulares por motoristas. Nove mortes e 354 feridos estavam envolvidos com telefones celulares, enquanto cinco mortes e 89 ferimentos foram causados por motoristas que utilizaram o celular no modo viva-voz. (TAIPEI JOURNAL, 2001)

Pesquisa meta-analítica tem mostrado que falar durante a condução de automóveis prejudica seriamente múltiplos aspectos do desempenho desta tarefa (CAIRD et al., 2008; HORREY, WICKENS, 2006). Estudos têm constatado efeitos deletérios no ato de falar a um telefone celular durante a condução de automóveis: aumento do tempo de reação a eventos inesperados na pista, como o aparecimento de pedestres; e diminuição de velocidade e aumento de carga cognitiva, sobrecarregando o sistema atencional (STRAYER, 2001; RECARTE; NUNES, 2003; RAKAUSKAS; GUGERTY; WARD, 2004).

Pesquisa realizada por NOPUS e NHTSA, em 2011 nos Estados Unidos, estima que motoristas utilizam 9 % do total de tempo de condução para manusear o celular, segurando na mão ou no modo viva-voz (PICKRELL; YE, 2011).

Muitas pessoas acreditam que conversar em um celular no modo viva-voz é menos perturbador do que segurando o aparelho na mão; porém, é mostrado que o desempenho do motorista é altamente prejudicado em ambas as atividades

(STRAYER; JOHNSTON, 2001). Utilizar o celular segurando o aparelho na mão ou no modo viva-voz produz riscos de acidentes comparáveis (MCEVOY et al., 2005).

Compreender as bases do mecanismo atencional, suas teorias, vias de processamento e tipos de atenção é importante para compreender como funcionam os efeitos distratores: o telefone celular é um objeto distrator para motoristas, independentemente de como e para que ele é usado.

3 MÉTODO

Para a criação do método utilizado neste experimento, foram realizados três estudos piloto. O primeiro foi realizado com simulador, câmbio e pedais, porém sem a estrutura de *cockpit*, e a imagem do simulador era projetada em um telão por um projetor. O objetivo é mensurar o efeito distrator do telefone celular (modelo *touchscreen* e de botão) no ato da direção em situação simulada. As condições são estas: controle (participante somente dirigindo), escrever uma frase nos dois modelos celulares (situação randomizada) e conversar ao celular segurando o aparelho na mão; participaram 6 voluntários. Este método não obteve completo sucesso devido ao alto grau de dificuldade da tarefa de escrever em um celular de botão e de dirigir concomitantemente. Assim, a metodologia foi alterada para o piloto subsequente.

O segundo piloto recebeu o sistema completo: o simulador com o *cockpit*. Seis voluntários participaram do experimento, no qual foi utilizado apenas um modelo de celular *touchscreen*. O objetivo continuou o mesmo, porém as condições mudaram. As condições foram elencadas como: controle, falar ao celular com o aparelho na mão e escrever uma frase no celular. Este experimento, metodologicamente, foi bem ajustado, porém não havia muitos estudos que lidavam com as condições de escrita e fala ao mesmo tempo.

Para o terceiro piloto, o objetivo continuou o mesmo, porém as condições mudaram novamente: o controle, falar com o celular segurando na mão direita e falar com o celular no modo viva-voz. Cinco pessoas participaram deste experimento. O método foi assim refinado, e mais estudos similares foram encontrados, pesquisados e inseridos na revisão de literatura. O presente estudo utiliza a metodologia do terceiro piloto.

3.1 Participantes

A fim de coletar os dados dos participantes, foi aplicado um formulário pré-coleta. Vinte indivíduos habilitados em dirigir automóveis, com idades entre 18 e 40 anos, de ambos os gêneros e destros, participaram do estudo. Os participantes foram divididos igualmente em dois grupos, denominados novatos e experientes. O grupo dos novatos foi caracterizado com indivíduos com até 15.000km rodados

durante a vida, enquanto no grupo dos experientes, os participantes teriam que ter mais de 30.000km rodados. Esta metodologia para quantificar motoristas experientes foi adotada no estudo realizado por Lehtonen et al. (2014), que investigou o efeito da experiência de motoristas em antecipação das fixações na curva de pistas. Lehtonen et al. (2014) fundamentou a quantificação da experiência, baseado em estudos de Summala, Nieminen e Punto (1996), que constataram que depois de 30.000 km, o motorista é capaz de usar sua visão periférica de forma eficaz, para a manutenção das posições na pista. Para o grupo dos novatos, foi adotado até 15.000km a fim de obter um intervalo plausível entre os grupos. Esta contagem da quilometragem foi feita através de questionário intitulado “Formulário pré-coleta” (em anexo), com perguntas do teor: Dirige quantas vezes por semana? Há quantos anos? Quantos quilômetros dirige por semana? Somente após coletar estes dados dos participantes foi possível quantificar a quilometragem mais próxima da real. A participação de todos os voluntários foi condicionada à autorização por escrito, através do termo de consentimento livre e esclarecido, devidamente aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências da UNESP – Campus de Bauru, CAAE nº 41371515.2.0000.5663, submetida em 03/02/2015.

O grupo dos novatos foi composto por cinco homens e cinco mulheres; e, ambos os grupos apresentaram média de idade de 21 anos (DP=3,07), e média do tempo em que dirigem automóveis: 2,78 anos (DP=2,68). O grupo dirige em média 2,7 dias por semana (DP=2,32). Dos participantes novatos, quatro tinham hábitos de jogar videogames com tema de direção de automóveis, cinco já haviam jogado em um *cockpit* e nenhum deles havia dirigido em um simulador de direção. Três tinham problemas oftalmológicos, corrigidos por óculos. O resultado do teste de Snellen foi o seguinte: seis participantes com 20/25, três com 20/20 e um com 20/25 com correção. Em relação aos hábitos de uso do celular concomitante ao ato de dirigir automóveis, somente um participante admitiu usar o aparelho várias vezes. Cinco usaram poucas vezes e três nunca fizeram uso. Os relatos de tarefas realizadas no celular pelos participantes novatos enquanto dirigem, incluem: conversa no modo viva-voz, assinalado por cinco participantes; quatro participantes responderam ler mensagens, e dois escreveram mensagens. Os participantes poderiam assinalar mais de uma alternativa.

Todos os novatos concordaram que o uso do telefone celular concomitante ao ato de dirigir automóveis oferece risco à saúde de motoristas. As tarefas elencadas

mais perigosas foram as de escrever (nove participantes), segurar o celular na mão (nove), ler mensagens (um), somente falar ao celular (um). Eles poderiam assinalar mais de uma alternativa. Também foi perguntado aos participantes qual das duas tarefas ofereceria mais risco ao motorista no ato da direção: guiar e conversar ao celular segurando-o com uma mão (nove votos), ou guiar e conversar no celular no modo viva-voz (um voto).

O grupo dos experientes também foi composto por cinco homens e cinco mulheres com média de idade de 31 anos (DP=12), e média do tempo em que dirigem automóveis de 11,1 anos (DP=6). O grupo dirige em média 6,6 dias por semana (DP=0,9). Dos participantes experientes, somente um respondeu ter hábitos de jogar videogames com tema de direção de automóveis, embora a maioria não tenha hábito de jogar videogames com tema de direção. Sete participantes já haviam jogado em um *cockpit* e somente dois já haviam dirigido em um simulador de direção. Cinco participantes têm problemas oftalmológicos, porém quatro corrigidos com óculos; um participante tem o problema bem ameno e não usava óculos para dirigir. O resultado do teste de Snellen é este: quatro participantes com 20/25 três com 20/20 e três 20/25 com correção

Em relação aos hábitos de uso do celular concomitante ao ato de dirigir automóveis, seis participantes admitiram usar o aparelho várias vezes; por quatro poucas vezes. As tarefas realizadas no celular pelos participantes experientes enquanto dirigem são: conversa no viva-voz, assinalado por três participantes; segurar o celular na mão enquanto dirige, assinalado por cinco; seis dos participantes responderam ler mensagens; e somente dois escrevem mensagens, e somente um assinalou todos os quesitos acima. Os participantes poderiam assinalar mais de uma alternativa.

Todos os participantes experientes concordaram que utilizar o telefone celular concomitante ao ato de dirigir automóveis oferece risco à saúde de motoristas. E as tarefas mais perigosas são: escrever, respondido por nove participantes; e ler mensagens, respondido por somente um participante. Em relação a qual das duas tarefas traria mais risco ao motorista no ato da direção: todos responderam guiar e conversar no celular segurando com uma mão e nenhum respondeu guiar e conversar no celular no modo viva-voz.

3.1.1 Critérios de inclusão

Os critérios de inclusão para os participantes foram: (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) possuir Carteira Nacional de Habilitação; e (v) ter idade entre 18 e 40 anos.

3.2 Equipamentos

Para mensurar o comportamento do olhar e da cabeça, foi utilizado o sistema de análise dos movimentos dos olhos, chamado *Eyetracker*, com a opção de integração de dados olho-cabeça, da marca *Applied Sciences Laboratories* (ASL, modelo H6) (Figura 2). Esse sistema tem acurácia de 1° de ângulo visual, é monocular, e funciona detectando a posição da pupila e da reflexão da córnea (uma pequena fonte de luz quase-infra-vermelha refletida na superfície da córnea) numa imagem de vídeo do olho.

FIGURA 2 - *Eyetracker*



Fonte: Elaborada pela autora

No *Eyetracker* (Figura 2), há duas micro câmeras no sistema: uma que filma o olho do sujeito (imagem refletidas na parte interna de um visor acoplado a um suporte fixo à cabeça de quem usa o sistema) (Figura 3) e outra que filma diretamente a cena que o sujeito está vendo (Figura 4). Na imagem da câmera do olho, as posições relativas da pupila (branco) e da reflexão na córnea de uma fonte

de luz aplicada coaxialmente ao eixo de filmagem da câmera do olho (preto) são identificadas em tempo real por um *software* da marca ASL, com base nos seus distintos níveis de contraste.

FIGURA 3 - Imagem do olho registrada em vídeo pelo *Eyetracker* através do *software* ASL



Fonte: Elaborada pela autora

Em seguida, os centróides da pupila e da reflexão na córnea são calculados e suas coordenadas horizontais e verticais (em unidades de vídeo) são usadas 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 (Figura 4), para indicar onde o sujeito está olhando naquele instante (RODRIGUES, 2001). Este sistema possui aparato magnético que mede adicionalmente o movimento da cabeça (posição e orientação tridimensionais), e, com calibração extra, possibilita a integração dos dados entre olhos e cabeça. Todos esses dados são adicionalmente gravados em formato numérico. A frequência de aquisição de dados foi de 60 Hz.

FIGURA 4 - Imagem das coordenadas X e Y (localização do olhar na cena) registrada pelo *Eyetracker* através do software ASL.



Fonte: Elaborada pela autora

Para familiarização com a tarefa e com o contexto experimental, foi utilizado um *Cockpit*, da marca Logitech, contendo um banco, câmbio de seis marchas, direção, pedais de acelerador, freio e embreagem e uma televisão de tela plana de 46 polegadas, conforme ilustrado nas Figuras 5a e 5b.

FIGURA 5a - .Cockpit (Logitech)



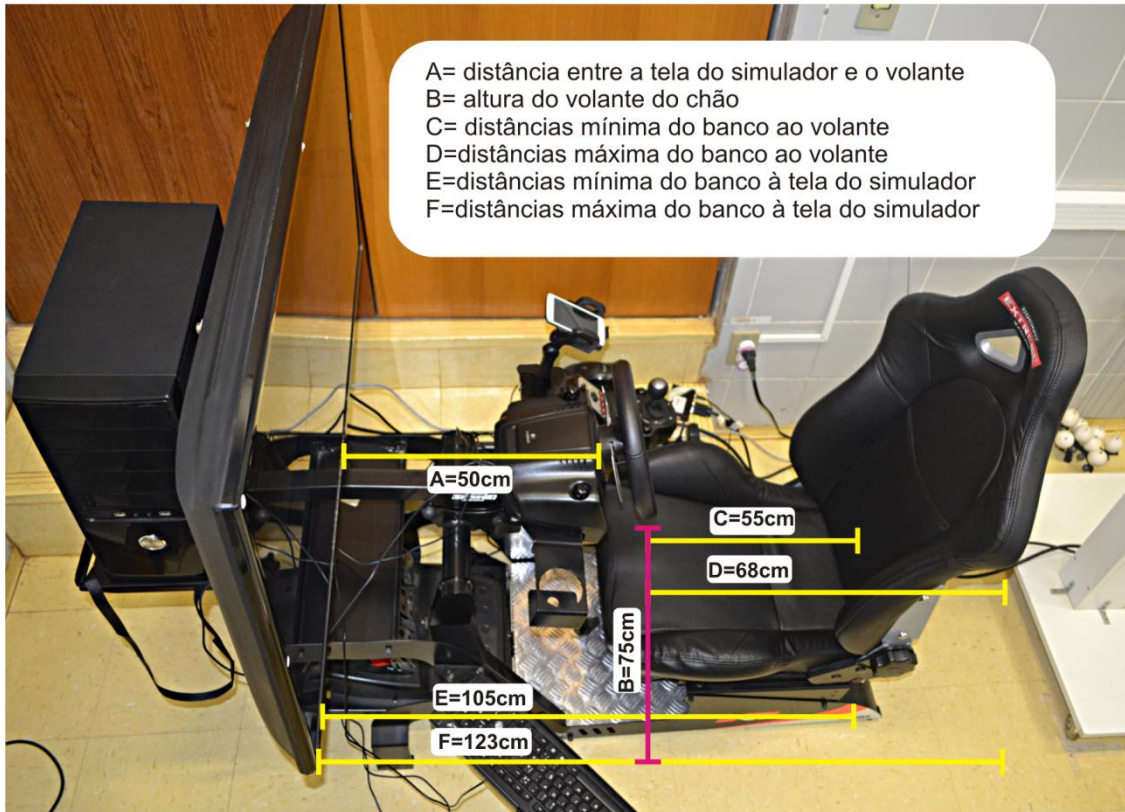
FIGURA 5b - Participante no Cockpit com oEyetracker.



Fonte: Elaboradas pela autora

Na Figura 6 estão descritas as dimensões do *cockpit*. O banco regula em sentido anteroposterior. O suporte para o celular está representado na Figura 7, bem como sua distância do volante e altura da base.

FIGURA 6 - Dimensões do *Cockpit*



Fonte: Elaborada pela autora

FIGURA 7 - Volante e suporte do celular



Fonte: Elaborada pela autora

A câmera usada para filmar o ambiente da coleta (câmera externa) foi da marca Sony, modelo DCR-SR68 (Figura 8).

FIGURA 8 - Câmera filmadora (vídeo externo da cena)



Fonte: Elaborada pela autora

O Simulador de direção utilizado foi o *City Car Driving* da empresa *Forward Developmetes* (versão 1.0) (Figura 9a). Esse simulador permite várias possibilidades de cenários: vias urbanas, rodoviárias e estradas; diferentes climas (sol, chuva, neblina); bem como distintos períodos do dia (manhã, tarde e noite). Também é possível regular a quantidade de tráfego em percentual. A escolha para este estudo foi de uma rodovia, com pista dupla, com quatro faixas cada, tráfego de 10% (mínimo de tráfego na pista), e clima ensolarado, pela manhã (Figura 9b).

FIGURA 9a - Simulador de direção

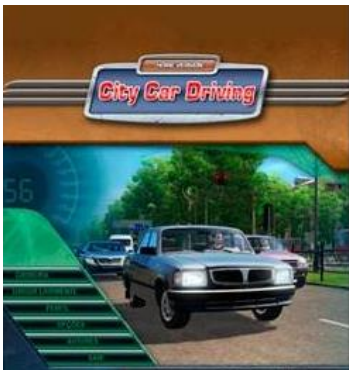


FIGURA 9b - Layout da rodovia



Fonte: Elaboradas pela autora

O celular utilizado para o experimento foi um Smartphone Samsung, modelo Galaxy SIII Slim, G3812, dual chip, Android 4.2.2, tela 4.5 polegadas, 8GB 3G WI-FI, câmera 5MP, branco (Figura 10).

FIGURA 10 - Modelo do celular utilizado no experimento



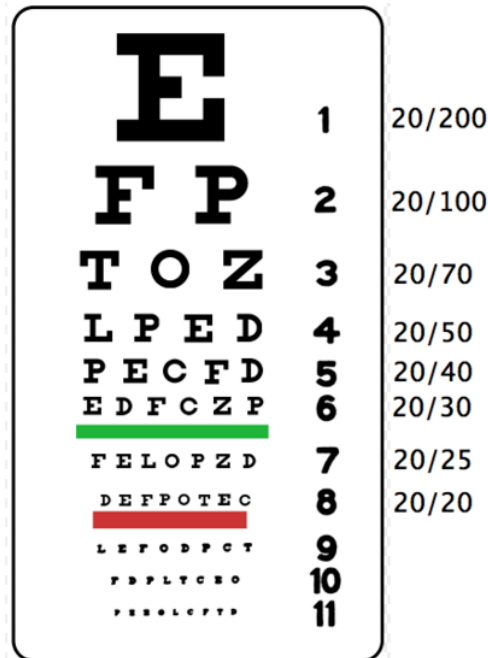
Fonte: Telefones Celulares Lojas Extra

Os sistemas descritos foram sincronizados para possibilitar a análise integrada dos dados. Além dos softwares de cada sistema, foram utilizadas as rotinas do software *Matlab* (*The Matworks Inc.*, 2010 – versão 7.10.0.499), escritas especificamente para o presente estudo para cálculo das variáveis de interesse; assim como o software SPSS (*SPSS Inc.*, 2008 - versão 17.0.1) para as análises estatísticas necessárias.

3.3 Procedimentos

A participação de cada sujeito na coleta de dados ocorreu em um único dia. A duração aproximada da coleta com cada participante foi de 40 minutos. Inicialmente foi necessário preparar o laboratório de Informação, Visão e Ação (LIVIA) para o experimento. Os equipamentos foram devidamente acoplados e ligados aos computadores do *Cockpíte* do *Eyetracker*, assim como a câmera externa foi posicionada. Ao chegar ao laboratório, o voluntário era conduzido a preencher o Termo de Consentimento Livre Esclarecido (TCLE) e um formulário pré-coleta (em anexo), no qual o voluntário descrevia qual é sua condição de motorista (experiente ou novato), hábitos de dirigir utilizando o celular, qualidade da visão, além de dados pessoais. Ao término do preenchimento, o voluntário era posicionado de pé para realizar o teste de Snellen (Figura 11). Trata-se de um teste de visão para medir o valor de acuidade visual, que é a medida da resolução visual/capacidade para discriminar detalhes. A acuidade visual normal em humanos está na faixa de 20/25 a 20/20 (SALOMÃO, 2007).

FIGURA 11 - Teste de Snellen de acuidade visual



Fonte: Salomão (2007).

O procedimento do teste é bastante simples. O indivíduo é colocado a uma distância de 1,80m da figura do teste de Snellen (Figura 8) impressa em uma folha A4 e o indivíduo tem que soletrar as letras conforme indicadas pelo aplicador do exame. Se o indivíduo soletrar até a linha sete ou oito, sua visão é saudável, dentro da normalidade. Foi possível a utilização de corretores oculares conforme o necessário.

Após os procedimentos prévios (assinatura do TCLE, formulário pré-teste e teste de Snellen), os participantes individualmente eram conduzidos à sala com o simulador de direção. Dava-se assim início à etapa de familiarização com os equipamentos. Nessa etapa, o participante se acomodava no *Cockpit*, ajustava a distância e a inclinação da poltrona; e após a acomodação, as instruções das tarefas eram fornecidas, conforme descritas na tabela 6. Em seguida, acontecia a familiarização com o celular (por 1 minuto); o participante atendia o celular tanto no modo normal (segurando na mão direita) como no viva-voz, aprendia a destravar a tela do celular e também se familiarizava com o toque sonoro do aparelho. Após esse período, acontecia a familiarização com o *Cockpit*, onde o participante aprendia os mecanismos básicos: como ligar o carro, como retirar o freio de mão, e como acionar as marchas (por 1 minuto). Por fim, acontecia a familiarização com o simulador de direção com duração total de 8 minutos (com duas sessões de 4

minutos). O cenário era exatamente igual ao do experimento; e passados os 4 minutos iniciais, o participante retornava ao início da cena, treinando assim 2 vezes no mesmo trajeto em que iria percorrer a etapa final do experimento.

Passada a familiarização com os equipamentos, ocorria a calibração dos sistemas de movimentos dos olhos e cabeça (Figura 2). O equipamento era acoplado à cabeça do participante por meio de um tipo de capacete, em que a lente frontal é usada para captar a imagem do olho por reflexão. O sensor de movimento da cabeça era acoplado à parte superior desse capacete. Após a calibração, o experimento iniciava. Os participantes que usavam corretor ocular (óculos ou lentes) para dirigir em situação real, também o utilizavam no experimento.

Todos os participantes foram orientados a dirigir a uma velocidade entre 80 e 120km/h, em todas as tarefas, mantendo a simulação mais próxima do real, pois tratava-se de uma rodovia com pista dupla com quatro faixas cada. A primeira tarefa foia condição controle. Nessa tarefa, o participante dirigia durante 4 minutos, e foi gravado o comportamento dos olhos e registrados também o movimento da cabeça. Com uma câmera externa, foi registrado o comportamento do participante frente à tarefa. Após a condição controle, foi verificada a calibração do *Eyetracker*. Sempre que necessário, a calibração foi refeita entre as tarefas.

A seguir, o simulador era colocado em seu ponto inicial (partida do carro) (Figura 12a e 12b). E a segunda tarefa começava. Nela, a ordem entre as condições: MÃO (dirigir e falar ao celular segurando o aparelho com a mão direita, mantendo a esquerda no volante) e VIV (dirigir e falar ao celular no modo viva-voz, mantendo as duas mão no volante), randomizadas (Tabela 6).

TABELA 6 - Descrição das tarefas dos dois grupos

| Condições | Controle (CON) | Celular na mão (MÃO) | Celular no viva-voz (VIV) |
|--|------------------------------------|---|---|
| Grupo Experiente (mais de 30.000km) | Dirigir rodovia sem usar o celular | Atender ao celular segurando na mão direita e responder às perguntas solicitadas. | Atender ao celular no modo Viva-voze responder às perguntas solicitadas. |
| Grupo novatos (menos de 15.000km) | Dirigir rodovia sem usar o celular | Atender ao celular segurando na mão e responder às perguntas solicitadas. | Atender ao telefone móvel no Viva-voz e responder as perguntas solicitadas. |

Fonte: Elaborada pela autora

Na condição MÃO, o participante foi orientado a dirigir naturalmente, seguindo as leis nacionais de trânsito, e, ao toque do celular (devidamente acoplado em um suporte a esquerda do volante), deveria pegá-lo com a mão direita e responder brevemente às perguntas conforme descritas na tabela 7; não retirando a mão esquerda do volante. Foram elaborados quatro roteiros de conversas (para não haver repetição com o mesmo participante), com sete perguntas breves sobre o cotidiano e preferências dos participantes. Todas são parecidas no conteúdo, e as respostas requerem demanda cognitiva similares. Esses roteiros de conversas foram randomizados, tanto para condição MÃO como VIV.

TABELA 7 - Roteiros das conversas

| Roteiros de conversas | |
|------------------------------|---|
| Roteiro da conversa 1 | |
| 1- | Alô, quem está falando? |
| 2- | (nome do participante), qual seu endereço? |
| 3- | Quantos anos você tem? |
| 4- | Você estuda? O quê? |
| 5- | Você trabalha? No quê? |
| 6- | O que pretende fazer nas férias? |
| 7- | Do que tem mais medo? |
| 8- | (nome do participante), obrigada por participar! |
| Roteiro da conversa2 | |
| 1- | Alô, quem está falando? |
| 2- | (nome do participante)Você tem irmãos ou é filho único? |
| 3- | Se sim, qual o nome deles? |
| 4- | Qual o nome de seus pais? |
| 5- | O que você mais gosta de fazer nos momentos de lazer? |
| 6- | Você sabe cozinhar? Qual sua comida predileta? |
| 7- | Você gosta mais de frio ou de calor? Por quê? |
| 8- | (nome do participante), obrigada por participar! |
| Roteiro da conversa3 | |
| 1- | Alô, quem está falando? |
| 2- | (nome do participante),você tem animal de estimação? |
| 3- | Se sim qual o nome dele(s)? |
| 4- | O que você gosta de assistir na TV? Por quê? |
| 5- | Qual sua cor predileta? |
| 6- | Tem uma marca de roupa preferida? Qual? |
| 7- | Se pudesse viajar de graça iria para onde? Por quê? |
| 8- | (nome do participante), obrigada por participar! |
| Roteiro da conversa4 | |
| 1- | Alô, qual seu nome? |
| 2- | (nome do participante)O que você mais gosta de comprar? |
| 3- | Se ganhasse na mega sena o que compraria primeiro? |
| 4- | Gosta de ler? Se sim, qual seu livro favorito? |
| 5- | Qual lugar de sua cidade você gosta de ir para passear? |
| 6- | Você dorme muito? Quantas horas por dia? |
| 7- | Você gosta de acordar cedo? |
| 8- | (nome do participante), obrigada por participar! |

Fonte: Elaborada pela autora

Na condição VIV, similarmente à condição MÃO, o participante era orientado a dirigir normalmente, e, ao toque do celular, atendê-lo preso ao suporte (Figura 7). Depois de atender, deveria conversar mantendo as duas mãos no volante, e responder brevemente às perguntas conforme descritas na Tabela 7. Ambas as condições (MÃO e VIV) tinham a seguinte sequência nas cenas (Figuras 12a e 12b e Figuras 13a e 13b). As conversas tinham em média um minuto cada, e a condição da rodovia era sempre em linha reta. A cena em que aparecia a quarta torre na parte inferior direita era o ponto em que o celular devia tocar; porém, em alguns casos, o sinal de celular estava mais lento passando dessa cena. Ao término da conversa, era filmado um pouco mais, e cada tentativa tinha por volta de quatro minutos.

Para todas as condições (CON, MÃO e VIV), foi estipulada realização de apenas uma tentativa. A tentativa era repetida somente em casos de colisão do participante com algum carro ou com a lateral da pista; também em caso de descalibração do equipamento *Eyetracker*; quando esses eventos aconteciam. O experimento era interrompido e iniciado novamente. Para o grupo dos novatos em todo o experimento foram registradas oito colisões, e para o grupo dos experientes somente três colisões.

FIGURA 12a - Ponto de partida da tarefa câmera da cena do Eyetracker



FIGURA 12b - Ponto de partida da tarefa na câmera externa



Fonte: Elaboradas pela autora

FIGURA 13a - Começo das condições MÃO e VIV, toque do celular, câmera Eye tracker

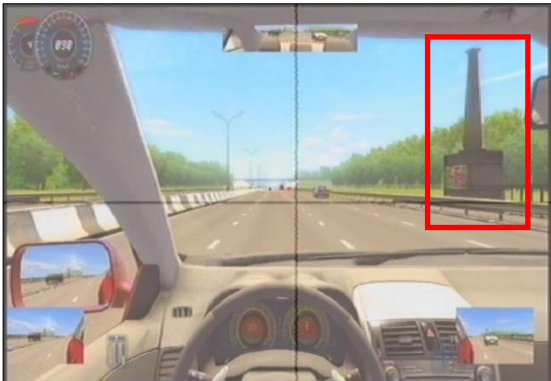


FIGURA 13b - Começo das condições MÃO e VIV, toque do celular, câmera externa



Fonte: Elaboradas pela autora

Na última etapa do experimento, o participante respondia a um formulário pós-coleta sobre a percepção do simulador e do *Cockpit*, sobre se a experiência era similar ou não ao ato de dirigir um automóvel, e sobre apontamentos de pontos similares e não similares. Também foi perguntado sobre a condição mais difícil de ser realizada ao dirigir um automóvel: se a controle, MÃO ou VOZ e por quê? Assim, após agradecimentos ao participante, finalizava-se o experimento.

3.4 Imagens do experimento

Este capítulo irá apresentar cenas de vídeos do experimento nas diferentes condições CON, MÃO e VIV que utilizam uma participante experiente. O tempo total de cada tentativa do experimento, para todos os participantes, foi de quatro minutos em média; porém, somente um minuto foi utilizado para processamento dos dados das variáveis (posição e orientação do olho e cabeça) - tempo em que acontecia a tarefa dupla nos condições MÃO e VIV a partir do toque do celular; e na condição CON foi estipulado um sinal da cena, a quarta torre, que contou comum minuto após esse. Também para as condições MÃO e VIV, o celular deveria tocar ao aparecer a quarta torre na cena; entretanto, por inconstância do sinal, o toque do celular na maioria das vezes acontecia um pouco depois.

Na Figura 14, está registrada uma cena da filmagem da condição controle (início do 1 minuto); nela está contido o registro do olho da participante (14a) e o registro da cena com coordenadas do olho (14b); ambas registradas pela câmera do

Eyetracker e o ambiente do experimento (14c) coletada por meio de uma câmera de vídeo.

Pode-se perceber a boa calibração do *Eyetracker*, pois os cursores das coordenadas x e y estão visíveis na imagem do olho (14a) e da cena (141b); e estava olhando para pista. As fixações são representadas graficamente pela intersecção das retas que representam as coordenadas X e Y. Para a condição controle CON, no geral, não houve muita variação da posição das fixações dos participantes de ambos os grupos; concentraram-se em média no centro da tela do simulador um pouco acima do volante do carro, conforme ilustra a figura (14b).

FIGURA 14 - Cena do experimento na condição controle (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente).



Fonte. Elaborada pela autora.

A Figura 15 representa o início da tarefa MÃO; mais precisamente o momento no qual a participante alcança o celular com a mão direita. Percebe-se que neste instante os cursores desaparecem nas imagens 15a e 15b enquanto a participante olha para o celular, fora da pista. Para o presente estudo, foi quantificada a quantidade de fixações e duração das fixações, presentes em 1 minuto em cada uma das condições CON, MÃO e VIV; porém, quando os participantes olhavam para fora da pista (tela do simulador de direção), as fixações não eram registradas pelo sistema do *Eyetracker*.

FIGURA 15 - Cena do experimento Início da condição MÃO. (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente).



Fonte. Elaborada pela autora.

Para o fim da condição MÃO (Figura 16), a participante está com o celular em sua orelha, mas fixa o olhar numa região central da cena; um pouco acima do volante (figura 16b): uns 8 centímetros na tela do simulador acima do volante; região de fixação bastante parecida com a região da condição CON.

FIGURA 16: Cena do experimento fim da condição MÃO. (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente).



Fonte. Elaborada pela autora

A cena mostrada na Figura 17 é o início da condição VIV. Similarmente ao início da condição MÃO, o cursor da coordenada X (horizontal) desapareceu, isso se deu em função de a participante olhar em direção ao celular, para fora da tela do simulador de direção; neste caso, as fixações não são registradas pelo sistema do *Eyetracker*.

FIGURA 17 - Cena do experimento Início da condição VIV. (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente).



Fonte. Elaborada pela autora

Ao fim da condição VIV (Figura 18) o olhar retoma a região central da tela, 4 centímetros acima do volante, similarmente à condição controle.

FIGURA 18 - Cena do experimento fim da condição VIV. (A imagem do olho), (B imagem das coordenadas do olho) (C imagem do ambiente).



Fonte. Elaborada pela autora

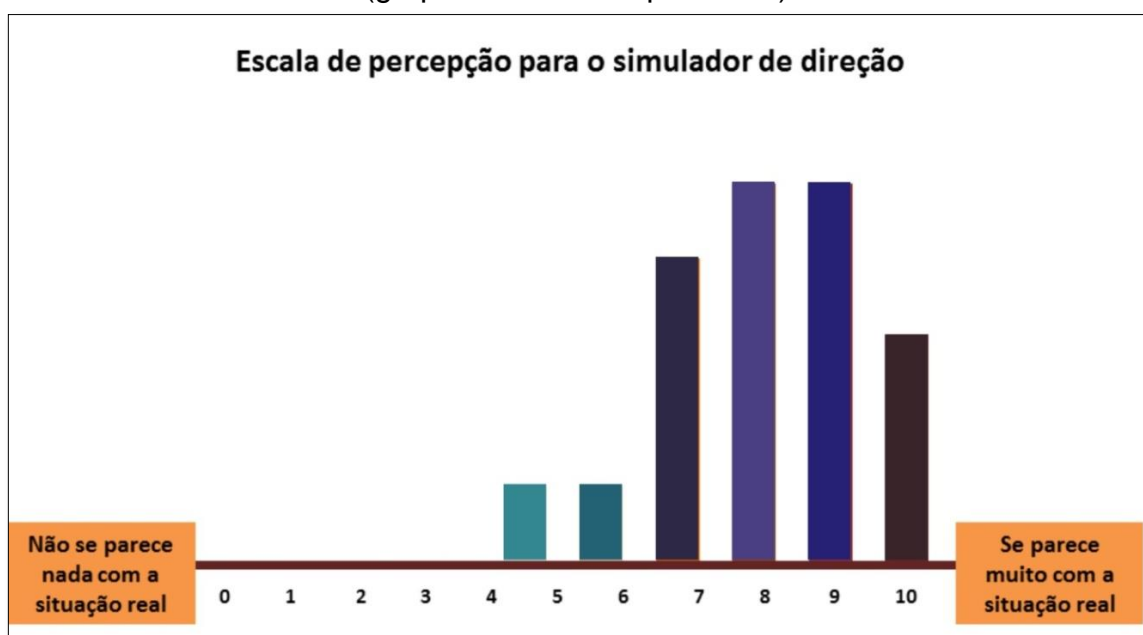
3.5 Resultado do teste de percepção do simulador de direção

Após a coleta de dados com o simulador de direção, foi aplicado um questionário para avaliar qual das tarefas (condições) realizada na coleta foi a mais difícil: CON (somente dirigir em um simulador), MÃO (dirigir em um simulador e conversar com um celular segurando-o com a mão direita) ou VIV (dirigir em um simulador e conversar com um celular no modo viva-voz); além de avaliar a percepção dos participantes frente ao simulador de direção. Para os participantes novatos, a tarefa mais difícil foi a MÃO (nove participantes), e somente um votou na VIV. Para os novatos, a tarefa MÃO foi mais difícil, pois era necessário dirigir só com uma mão e a outra segurar o celular (cinco participantes); dificuldade de prestar atenção na estrada e conversar com o celular na mão (três participantes); segurar o celular com a mão direita inviabilizava a mudança de marcha, pois esta é feita com a mão direita (dois participantes). Todos os experientes responderam que a tarefa mais difícil foi a MÃO. Eles relataram que esta atividade é mais difícil, pois: nestas condições é complexo prestar atenção na pista (quatro participantes), dirigir com a mão esquerda enquanto a direita segura o celular (quatro participantes) e dificuldades em trocar a marcha (três participantes).

Em relação à percepção do simulador de direção frente à situação de direção real, nove dos dez participantes novatos responderam que o simulador de direção é similar à situação real de direção. O que mais se assemelha com a situação real seria o *layout* da pista (cinco participantes), o câmbio (três participantes), o *cockpit* (dois participantes), tráfego (um participante). Para os experientes também nove dos dez participantes responderam que o simulador de direção é similar à situação real de direção, foi o tráfego (sete participantes), e o *layout* do simulador (três participantes), o *cockpit* (três participantes) e tempo de frenagem (um participante). O que menos se assemelha à situação real de direção, de acordo com a percepção dos participantes novatos é: volante muito sensível (seis participantes), o carro não afoga se utilizar a marcha incorreta (três participantes), sensibilidade dos pedais (dois participantes). Para os experientes, o que menos se assemelha é a sensação de velocidade (quatro participantes), e sensibilidade do volante (três participantes).

Na figura 16, está descrita uma escala de percepção para o simulador de direção, que descreve o quanto o simulador se assemelha à situação real (se parece muito com a situação real) ou o quanto difere (não se parece nada com a situação real). Nesta condição, estão agregados os valores do grupo de novatos juntamente com os experientes, que tem como resultados maior índice para a semelhança do simulador com a situação de direção real.

FIGURA 19 - escala de percepção para o simulador de direção (grupo novatos e experientes).



Fonte: Elaborada pela autora

No geral, os graus de similaridade do simulador com a situação real do ato de dirigir automóveis, de acordo com a percepção dos 20 participantes, são elevados (Figura 19). Os principais itens apontados como positivos foram o design do *cockpit*, o tráfego de veículos e o *layout* do simulador. Os principais pontos de não similaridade apontados pelos participantes foram: a sensibilidade excessiva do volante e a falta de sensibilidade dos pedais, bem como a resposta equivocada da marcha, pois o carro pode atingir 80km/h com a 1ª marcha, por exemplo, e sem afogar. Estes detalhes do sistema provocaram desconfortos aos participantes no ato da coleta; no entanto, para este tipo de experimento, o ambiente de laboratório é muito mais seguro e preciso, frente à situação de direção em pista real.

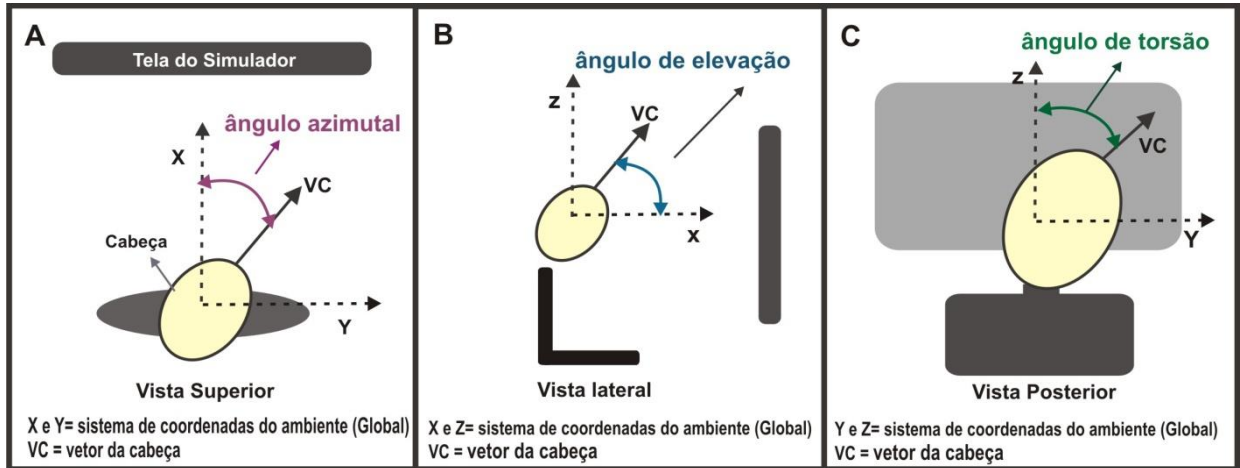
3.6 Tratamento e análise dos dados

Em cada condição experimental, havia um evento que determinava o início do período de 60 segundos de dados a serem analisados: na condição controle o evento era o aparecimento de uma torre na imagem (Figura 12), enquanto nas condições MÃO e VOZ o evento era o instante no qual tocava o celular a ser atendido. Os dados de posição e orientação da cabeça e de localização do olhar na tela, além de dados de número e duração das fixações desse período (ilustradas na Figura 20) foram utilizados pela rotina em Matlab para calcular as seguintes variáveis dependentes deste estudo:

- a) Número de fixações (números);
- b) duração média das fixações (segundos);
- c) variabilidade (desvio padrão) da duração das fixações (segundos);
- d) temporelativo de fixação (%) (porcentagem em relação ao tempo total de 60s no qual o participante ficou fazendo fixação)
- e) variância da posição horizontal do olhar (cm);
- f) variância da posição vertical do olhar (cm);
- g) variância da cabeça no eixo x (cm), sentido anteroposterior;
- h) variância da cabeça no eixo y (cm), sentido lateromedial;
- i) variância da cabeça no eixo z (cm), flexão e extensão da coluna cervical;
- j) variância do ângulo azimutal da cabeça (graus), representado na figura 20A;
- k) variância do ângulo de elevação da cabeça (graus), representado na figura 20B;

l) variânciado ângulo de torção da cabeça (graus), representado na figura 20C;

FIGURA 20 - Coordenadas espaciais: (A) Vista Superior: ângulo azimutal da cabeça; (B) Vista Lateral: ângulo de elevação da cabeça; (C) Vista posterior: ângulo de torção da cabeça.



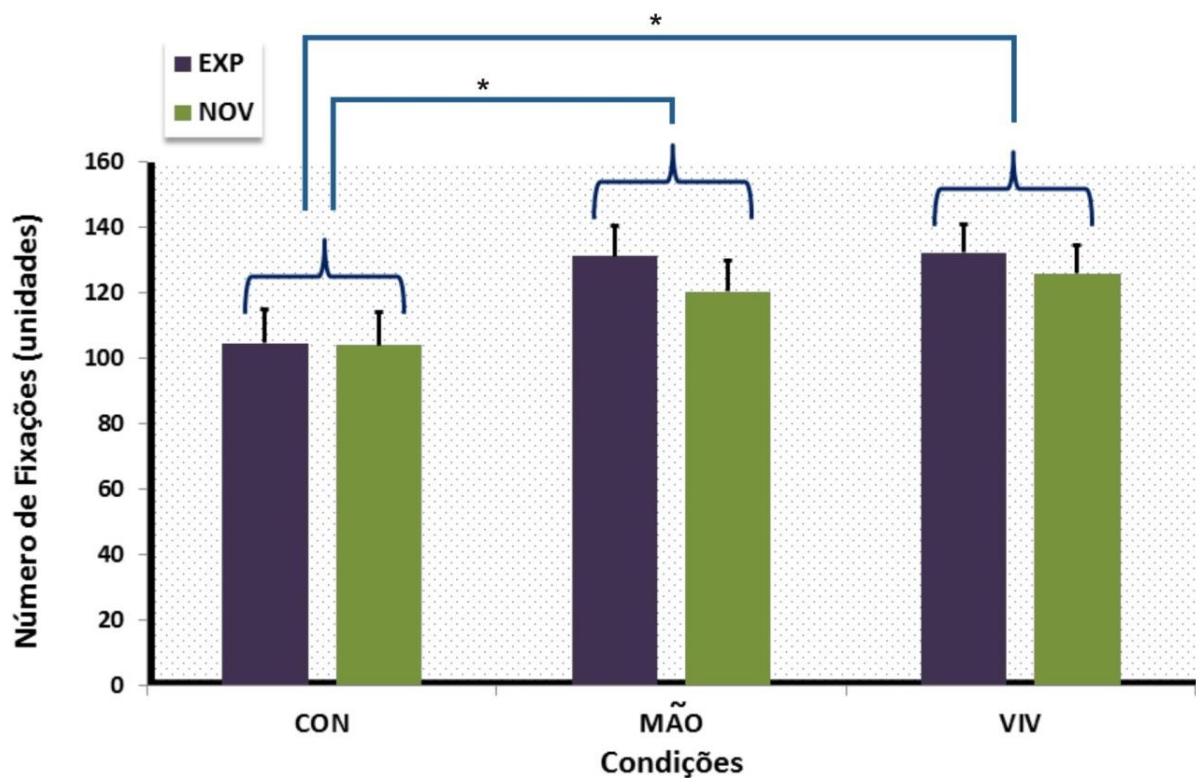
Fonte: Elaborada pela autora

Os dados de cada variável dependente foram submetidos à análise de variância (ANOVA) de Grupo (experientes e novatos em direção) por Condição (Controle, Mão e Voz), com medidas repetidas no segundo fator. Houve somente uma tentativa para cada condição. O nível de significância adotado foi de 0,05 para todas as análises. Comparações aos pares (*post-hoc*) foram realizadas através do Teste LSD de Tukey. Ajustes de probabilidade de Bonferroni e ajustes de graus de liberdade de Greenhouse-Geisser foram utilizados conforme necessário (MAXWELL; DELANEY, 1990).

4 RESULTADOS

O número de fixações é afetado significativamente pelas condições experimentais, $F(2,36) = 14,16$, $p < 0,001$. O número de fixações da condição MÃO é significativamente maior que da condição controle CON ($p = 0,001$). Similarmente, o número de fixações da condição VIV é significativamente maior que da condição CON ($p = 0,001$), conforme ilustra a Figura 21.

FIGURA 21 - Número de fixações registrado nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$.



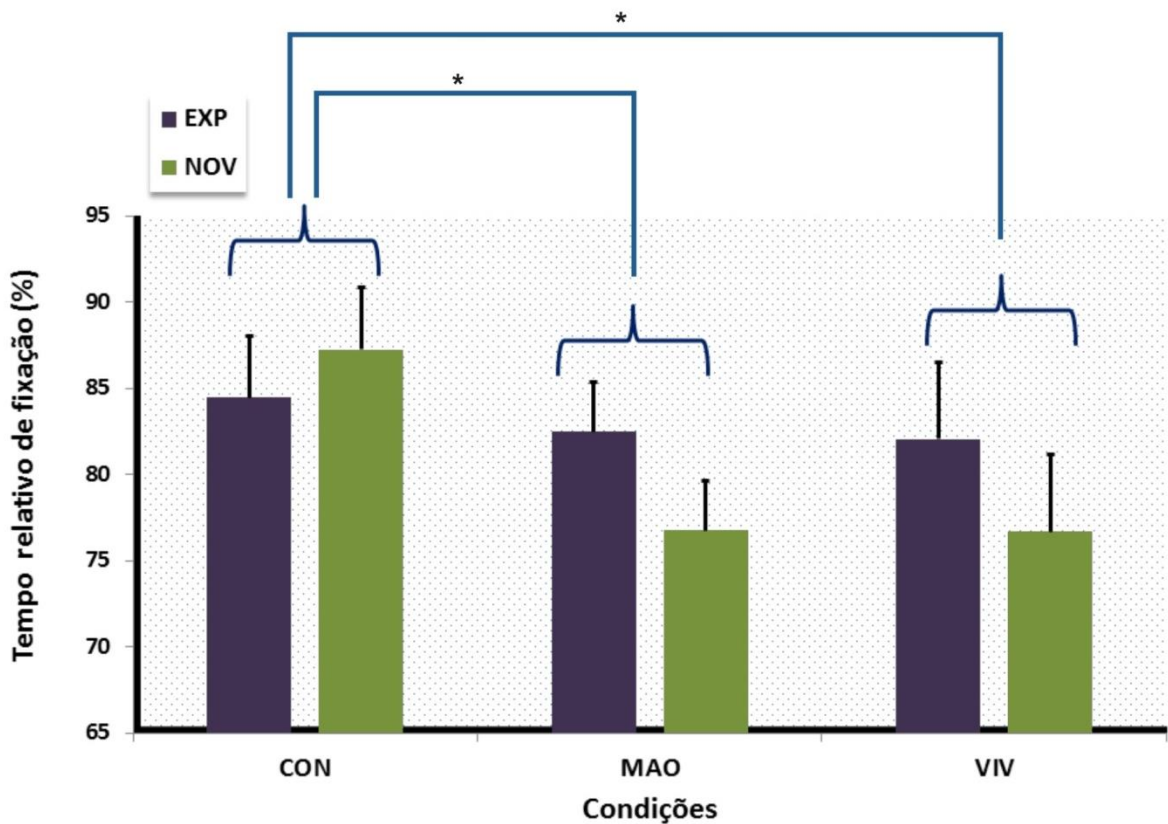
Fonte: Elaborada pela autora

A duração das fixações ($M = 0,57s$, $EP = 0,16$) não é significativamente afetada pelas condições experimentais, nem pelo efeito de grupo ou pela interação da condição por grupo. A variabilidade da duração das fixações não é significativamente afetada pelas condições experimentais, pelo efeito de grupo, nem pela interação grupo por condição.

O tempo relativo de fixação (porcentagem em relação ao tempo total de 60s no qual o participante faz fixação) é afetado significativamente pelas condições

experimentais, $F(2,36) = 7,34$, $p = 0,002$. O tempo relativo de fixação da condição MÃO é significativamente menor que da condição controle CON ($p = 0,021$). Similarmente, o tempo relativo de fixação da condição VIV é significativamente menor que da condição CON ($p = 0,010$), conforme ilustra a Figura 22.

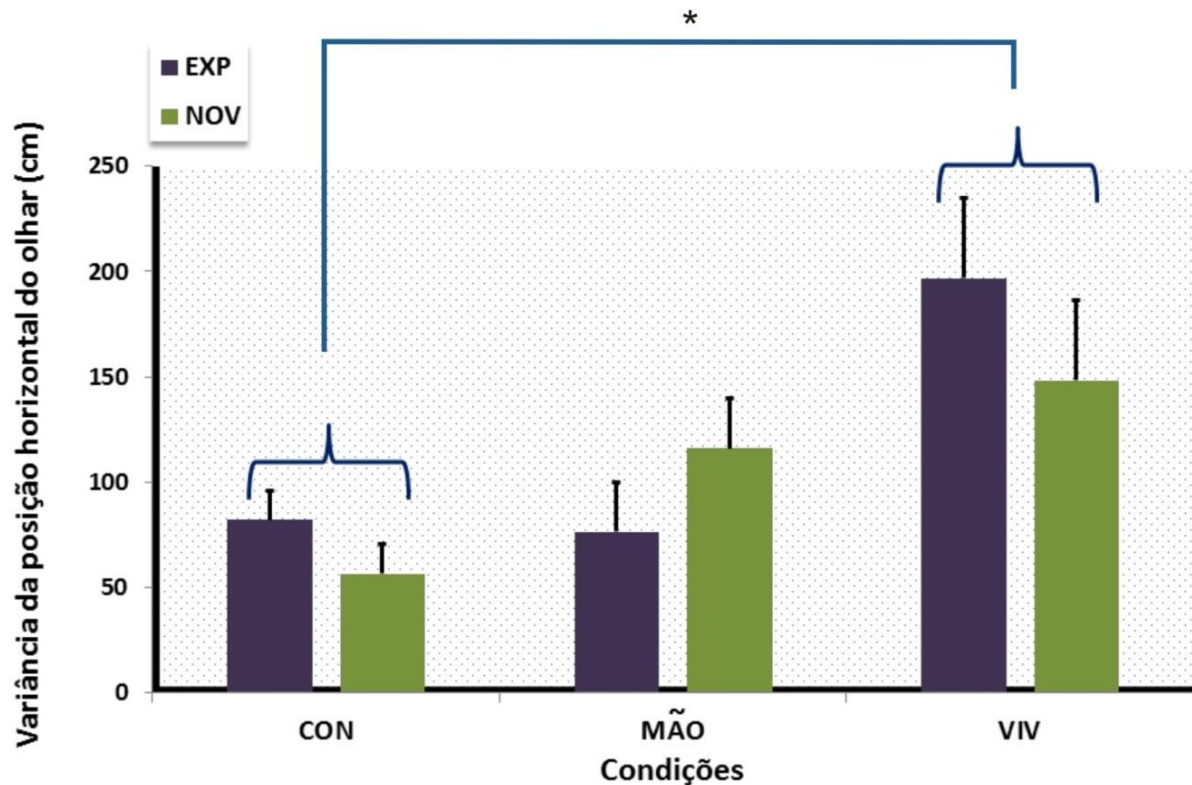
FIGURA 22 - Tempo relativo de fixação (%) nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$.



Fonte: Elaborada pela autora

A variância da posição horizontal do olhar é significativamente afetada pelas condições experimentais, $F(1,6, 29,6) = 8,09$, $p = 0,003$. A variância da posição horizontal do olhar durante a condição VIV é significativamente maior do que durante a condição controle CON ($p=0,005$), conforme mostra a Figura 23. As outras comparações aos pares não alcançam significância. A variância da posição horizontal do olhar não é significativamente afetada pelo fator grupo, nem pela interação grupo por condição.

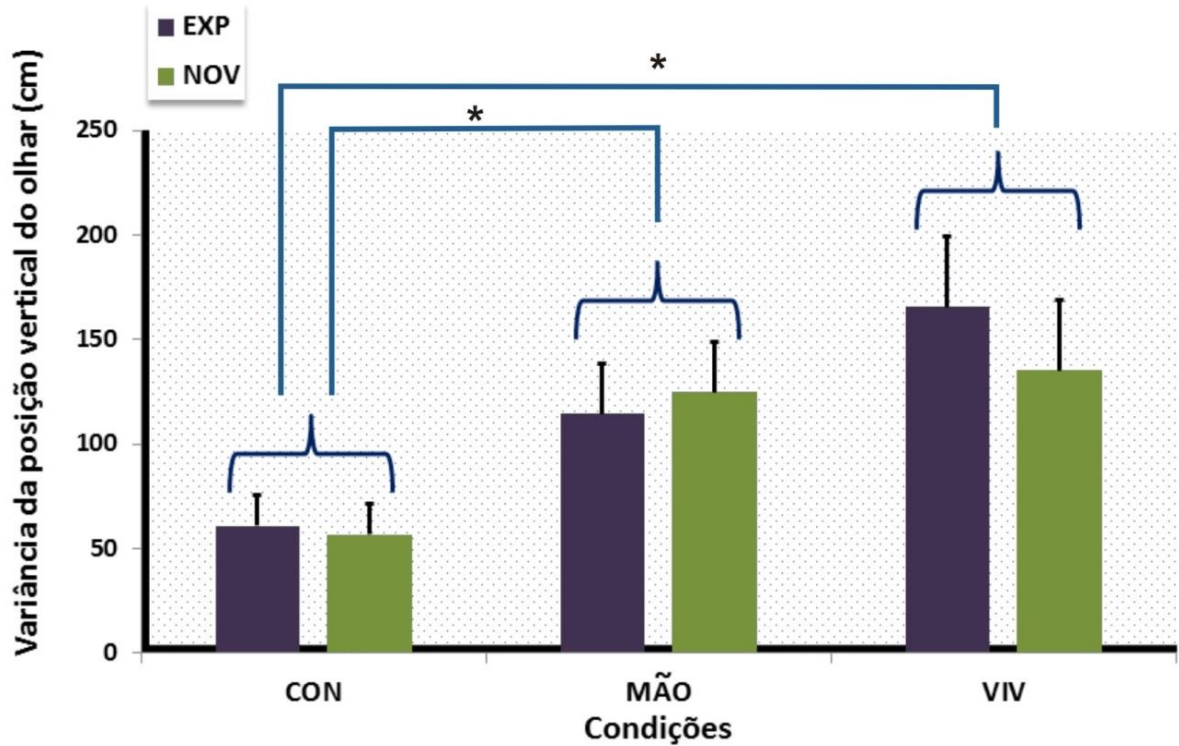
FIGURA 23 - Variância da posição horizontal do olhar nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$.



Fonte: elaborada pela autora

A variância da posição vertical do olhar é significativamente afetada pelas condições experimentais, $F(1,5, 27,2) = 7,57$, $p = 0,005$. A variância vertical do olhar na condição MÃO é significativamente maior que na condição CON ($p=0,009$); similarmente, esta variável na condição VIV é significativamente maior que na condição CON ($p = 0,003$), conforme ilustra a Figura 24.

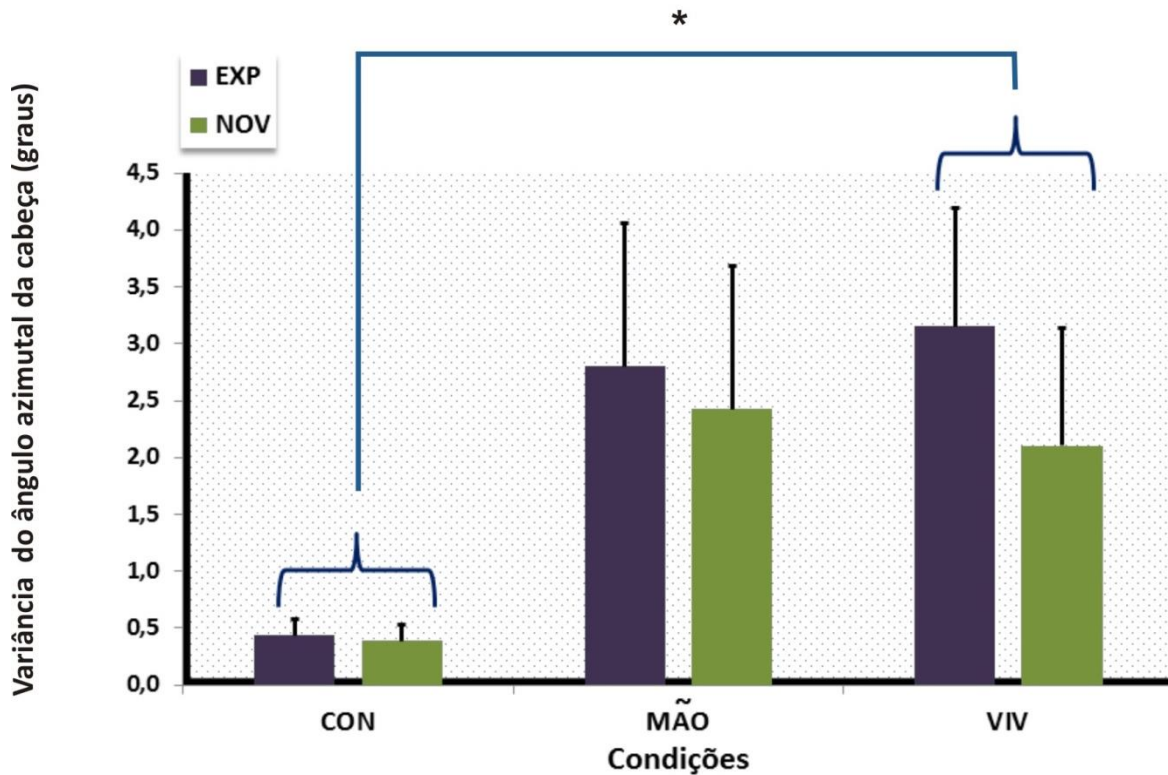
FIGURA 24 - Variância da posição vertical do olhar nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$.



Fonte: Elaborada pela autora

A variância do ângulo azimutal(AZ) da cabeça é afetada significativamente pelas condições experimentais, $F(1,5, 27,5) = 3,65$, $p = 0,05$. A variância do ângulo azimutal na condição VIV é significativamente maior que na condição CON ($p = 0,017$), conforme mostra a Figura 25.

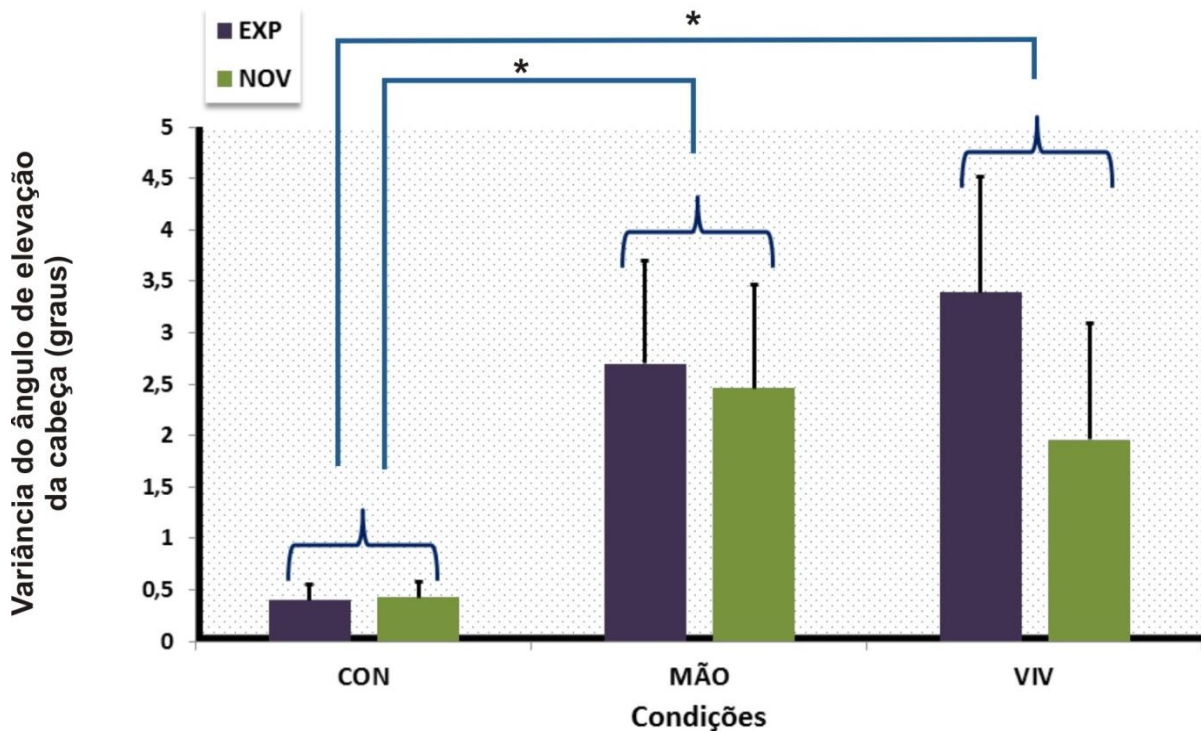
FIGURA 25 - Variância do ângulo azimutal da cabeça, nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$.



Fonte. Elaborada pela autora

A variância do ângulo de elevação da cabeça é afetada significativamente pelas condições experimentais, $F(1,6, 28,3) = 4,35$, $p = 0,03$. A variância do ângulo de elevação da cabeça na condição MÃO é significativamente maior que na condição CON ($p = 0,023$). Similarmente, este ângulo na condição VIV é significativamente maior que na condição CON ($p = 0,026$), conforme ilustra a Figura 26. A variância do ângulo de torção da cabeça ($M = 2,2$, $EP = 1,0$ graus) não é afetada significativamente pelo grupo, condição ou interação grupo por condição.

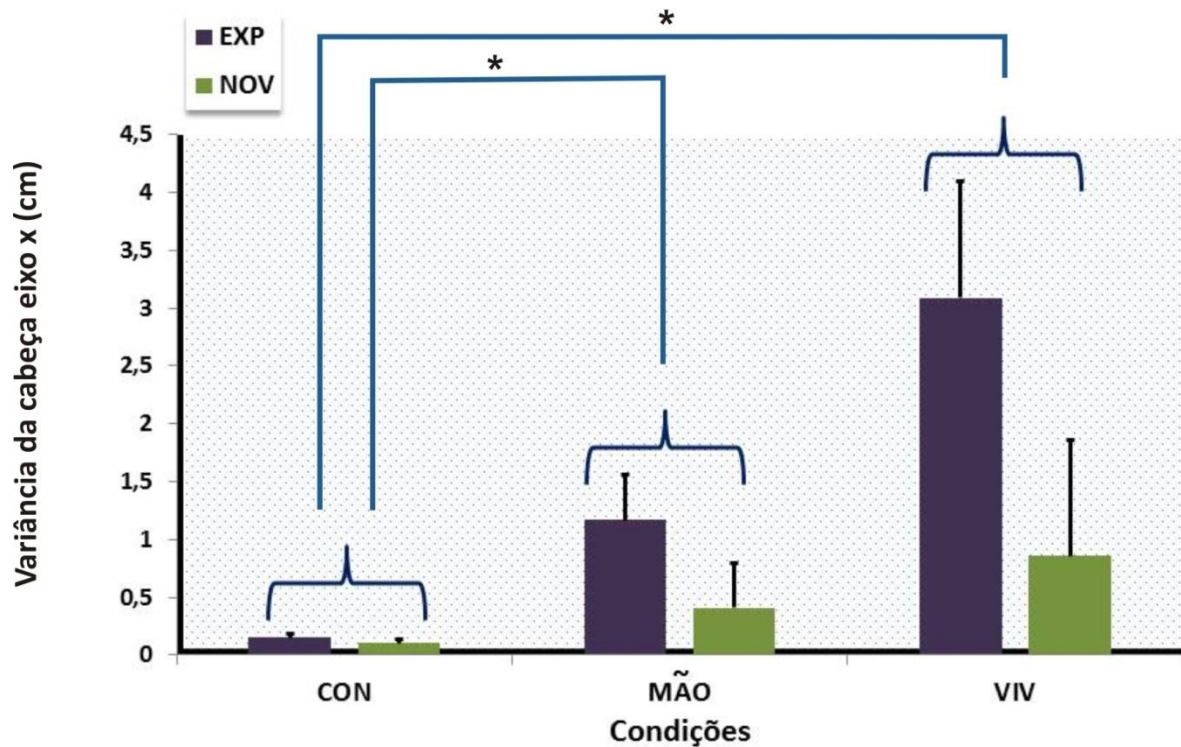
FIGURA 26 - Variância do ângulo de elevação da cabeça nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$.



Fonte. Elaborada pela autora

A variância da cabeça no eixo X foi afetada significativamente pela condição experimental, $F(1,2, 22,3) = 5,46$ $p = 0,023$. A variância da cabeça no eixo X na condição VIV é significativamente maior que na condição CON ($p = 0,049$), como ilustrado na Figura 27. As outras comparações da variância da cabeça no eixo X entre pares de condições não alcançam significância. A variância da cabeça no eixo Y ($M = 0,52$ graus, $EP = 0,24$) não é afetada pelo grupo, pela condição ou interação grupo por condição.

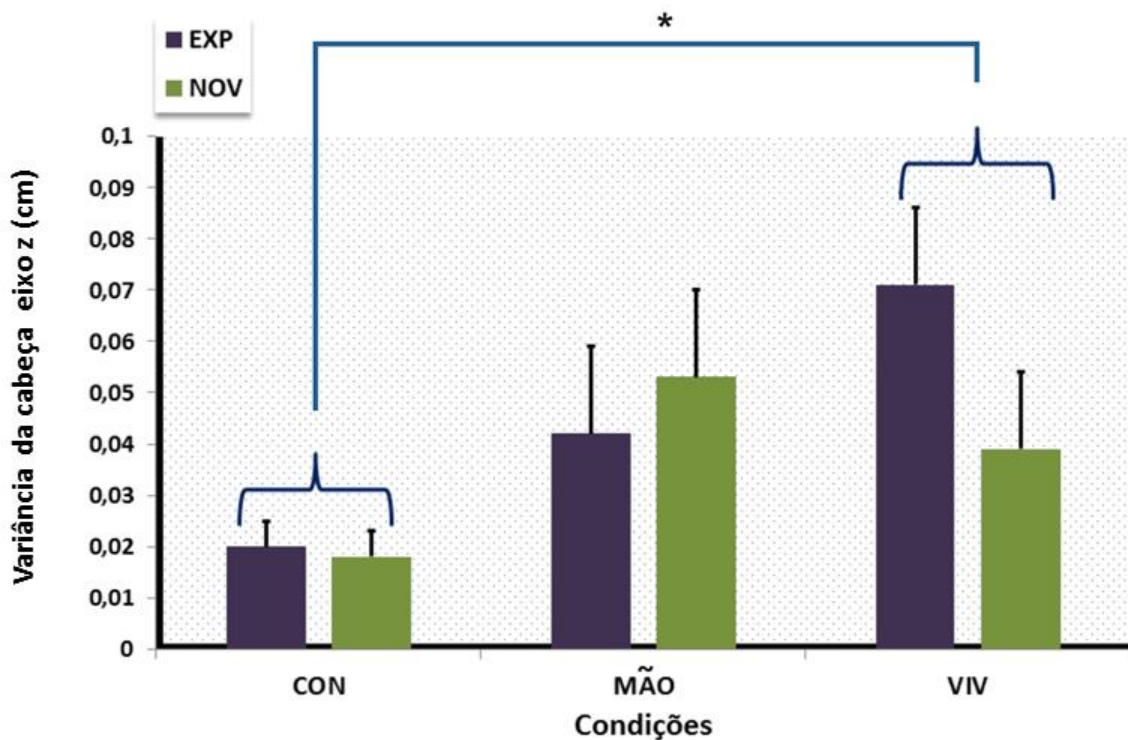
FIGURA 27 - Variância do ângulo de elevação da cabeça nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$.



Fonte: Elaborada pela autora

A variância da cabeça no eixo Z é afetada significativamente pela condição experimental, $F(1,9, 33,8) = 5,31$ $p = 0,011$. A variância da cabeça no eixo Z na condição VIV é significativamente maior que na condição CON ($p = 0,006$), conforme mostra a Figura 28. As outras comparações da variância da cabeça no eixo Z entre pares de condições não alcançam significância.

FIGURA 28 - Variância da cabeça no eixo Z nas condições controle (CON), com celular na mão (MÃO) e viva-voz (VIV) pelos grupos de experientes (EXP) e novatos (NOV). * $p < 0,05$.

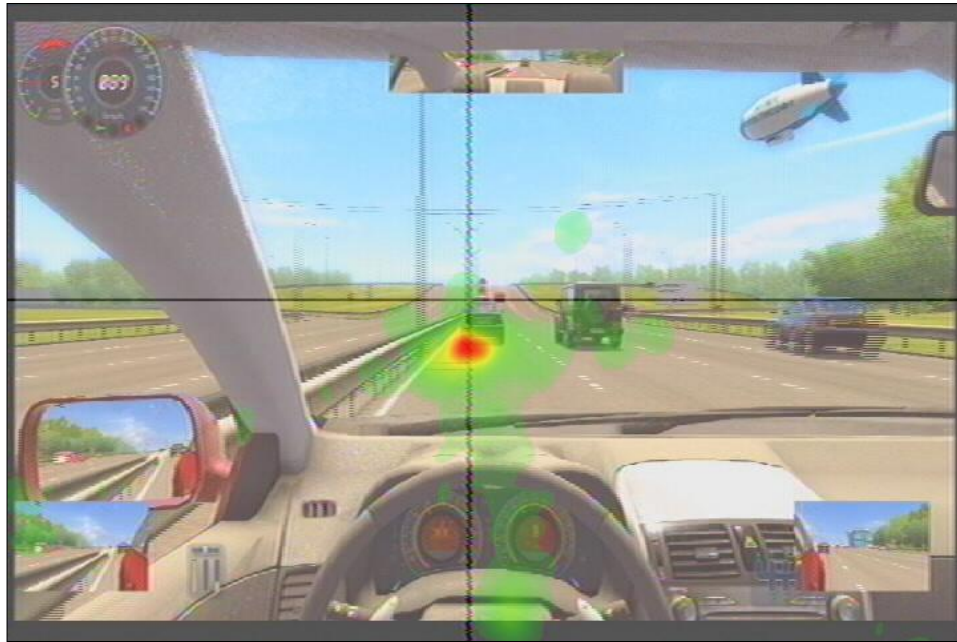


Fonte: Elaborada pela autora

A distribuição espacial dos dados do olhar pode ser mais bem ilustrada por meio de exemplos de uma das participantes. Trata-se de três representações por mapas de temperatura, obtidos ao final dos 60 segundos de cada uma das três condições experimentais (veja Figura 26 a,b e c, respectivamente, para as condições CON, MÃO e VIV). Como a cena visual está constantemente em mudança durante a tarefa, essas figuras podem ser interpretadas como se o ponto que a linha do olhar “fura” o parabrisa do carro estivesse representado pelas cores: mais quentes (vermelho) para as durações mais longas e mais frias (verde) para as durações mais curtas; que ficariam acumuladas ao longo de toda tentativa. Percebe-se que, da Figura 29a, passagem pela Figura 29b e até a Figura 29c, a área em vermelho parece gradativamente aumentar, assim como aumentam também as áreas ao redor desse vermelho, com tons para o laranja e amarelo escuro, além do aumento do distanciamento entre as marcações em verde. Assim, relativamente menos tempo parece ser dedicado pelo olhar à área central a frente do veículo, com ampliação do tempo maior gasto em áreas mais periféricas, de distanciamento crescente. Esse perfil dos mapas de temperatura pode ser associado à alocação de atenção espacial

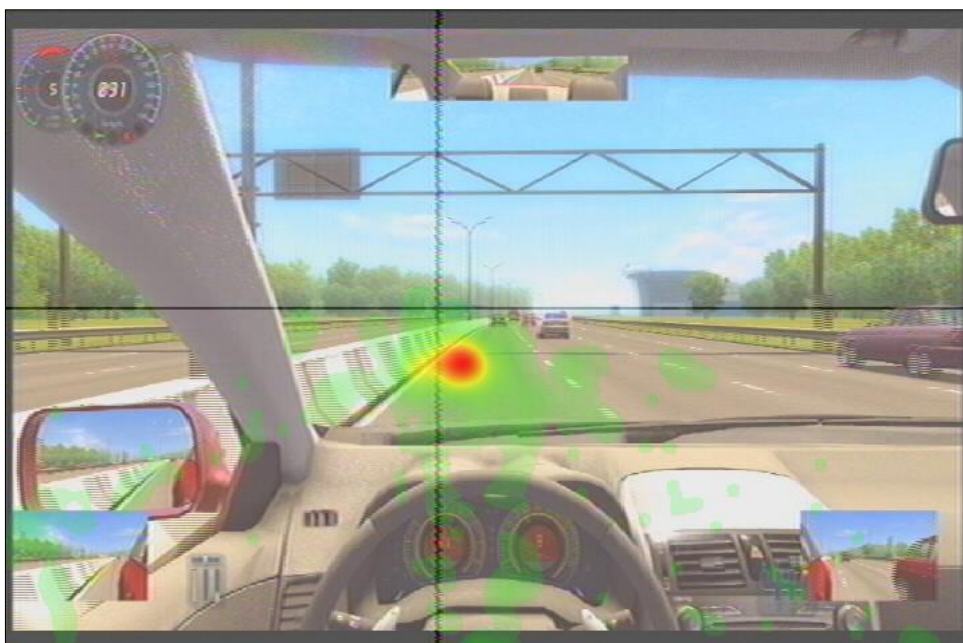
nessas condições experimentais, mostrando que o uso do celular concomitante à condução do veículo leva a uma maior distribuição da atenção a áreas mais periféricas. Com esse perfil confirmado com a análise total dos dados do presente estudo, seria um indicativo de risco aumentado na tarefa, confirmando as estatísticas de segurança no trânsito e a literatura específica da área.

FIGURA 29a - Mapa de temperatura da condição CON de uma participante



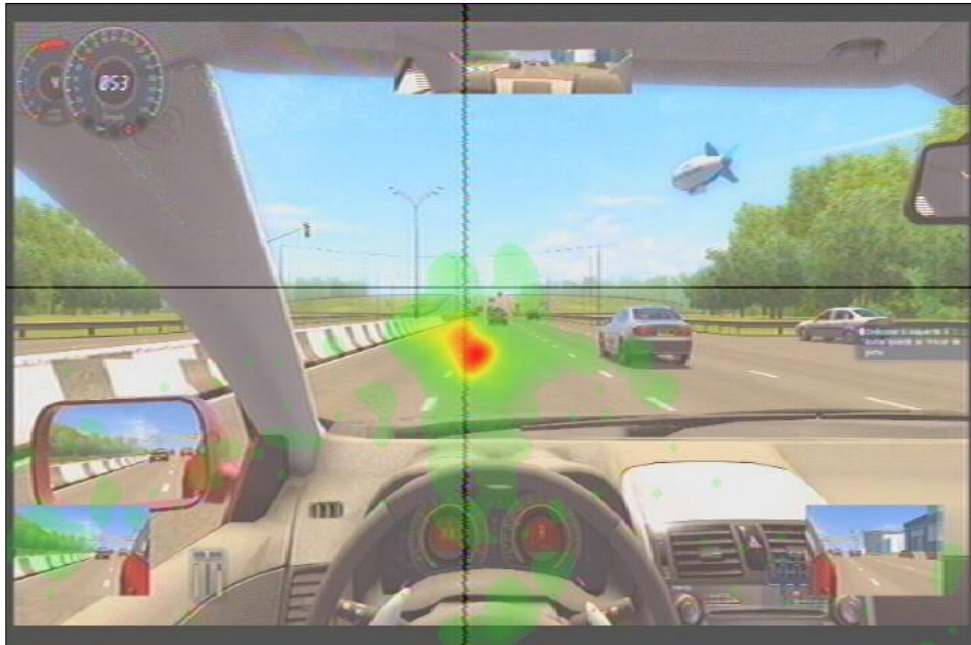
Fonte: Elaborada pela autora

FIGURA 29b - Mapa de temperatura da condição MÃO de uma participante



Fonte: Elabora pela autora

FIGURA 29c - Mapa de temperatura da condição VIV de uma participante



Fonte: Elaborada pela autora

5 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo é avaliar o efeito distrator do uso de telefone celular sobre a condução simulada em motoristas de automóveis. Mais especificamente, este estudo busca identificar tanto o efeito das tarefas de atender e conversar ao telefone celular portátil e viva-voz; quanto ao efeito da experiência do motorista sobre seu comportamento do olhar e da cabeça durante a referida condução simulada. Embora estudos sobre condução de veículos e utilização do celular sejam crescentes no exterior (CAIRD et al., 2008), no Brasil são raras as iniciativas de pesquisas científicas com esta temática; mais ainda com o uso de simulador de direção. Estudos com simuladores de direção no Brasil são relevantes devido à obrigatoriedade desses aparelhos em autoescolas desde início do ano de 2016. A resolução Nº 543 do DENATRAN, de 15 de julho de 2015, instituiu um prazo de implantação dos simuladores até dia 31 de dezembro de 2015. Atualmente, para tirarem a habilitação na categorial B, para veículos leves, os candidatos têm de realizar, no mínimo, 25 horas de aulas práticas, das quais cinco horas são em simulador de direção, anteriormente às aulas práticas nas ruas (BRASIL, 2015).

O método proposto para o presente estudo garante aos participantes, apesar dos distintos níveis de experiência entre os grupos, requerimentos similares na execução das tarefas. Os critérios para avaliação da experiência na condução de automóveis (LEHTONEN et al., 2014; SUMMALA; NIEMINEN; PUNTO, 1996), baseados em estimativa das distâncias percorridas ao longo da vida, permitiu diferenciação clara entre os grupos. Os grupos estavam balanceados em relação ao gênero, e todos os participantes eram adultos jovens com visão normal. Os participantes foram capazes de executar as tarefas com êxito pleno, e as tentativas que apresentaram falhas (colisões) foram removidas da análise. Assim, assumiu-se que diferenças atencionais e de demanda cognitiva na realização das tarefas entre as condições (CON, MÃO e VIV) e grupos (experientes e novatos) poderiam ser identificadas por meio das variáveis dependentes relativas ao comportamento dos olhos e da cabeça.

Há literatura internacional rica e diversa sobre o tema da utilização de telefones celulares no ato da direção de automóveis, bem como a segurança de motoristas. Embora muitos resultados apontem o alto risco da utilização de celular ao dirigir (FITCH et al., 2013), o uso de aparelhos celulares em situação de trânsito é

crecente. Muitos estudos confirmam a exigência de altas demandas de carga de trabalho cognitivo para a realização da dupla tarefa de dirigir e falar ao celular. Demandas que podem interferir na capacidade do motorista em atender e interpretar informações relevantes da cena do tráfego (ALM; NILSSON, 1994; HOOGE; ERKELENS, 1996; MCCARLEY, et al. 2004). No entanto, estudos confiáveis sobre o comportamento de motoristas brasileiros são bastante escassos. O presente estudo busca preencher essa lacuna, particularmente descrevendo o perfil de movimentos dos olhos e da cabeça de participantes enquanto dirigem automóvel em situação simulada, com tráfego relativamente simples, em velocidade realista (entre 80 e 120 Km/h) e em trajetória retilínea. Sob essas condições, os efeitos do uso do celular e da experiência do motorista são os principais aspectos investigados neste estudo.

De modo geral, os resultados apontaram que, por um lado, o uso de celular na condução simulada de automóvel altera o perfil espaço-temporal de olhos e da cabeça dos participantes, enquanto, por outro lado, a experiência dos participantes não afeta tal perfil. Assim, a hipótese de efeito do uso do celular sobre movimentos dos olhos e da cabeça é confirmada parcialmente, uma vez que se esperava um efeito mais acentuado da condição MÃO quando comparada à condição VIV; o que não ocorreu. A hipótese de efeito da experiência dos participantes em conduzir automóveis sobre os movimentos de olhos e cabeça é refutada porque os grupos de experientes e iniciantes mostraram comportamento semelhante nas tarefas propostas por este estudo.

Quantificar o local das fixações de motoristas ao interagir com um telefone celular é essencial para a compreensão de como o uso do telefone celular pode afetar o desempenho do motorista e sua atenção na tarefa de dirigir (FITCH et al., 2013). É sabido que os recursos de processamentos atencionais são limitados (ANDERSON, 2000), pois são necessários filtros dos estímulos para concentrar a atenção em uma determinada tarefa (GAERTNER, 2013), já que a tarefa de dirigir pode ou não ser automatizada, dependendo da experiência do motorista (STERNBERG, 2000). A dupla tarefa de dirigir e de falar ao celular causaria menos riscos e fosse a atenção dividida (uma consciente e outra automatizada) e não alternada (duas tarefas conscientes) (DALGALARRONDO, 2000; SARTER; GIVENS; BRUNO, 2001). No presente estudo, a comparação entre a situação ideal de condução do veículo, sem interferências do uso de celular (controle), e as situações com o uso do celular na mão do participante ou em modo viva-voz

mostram alterações na aquisição de informação e na atenção visual; manifesta na dinâmica de olhos e de cabeça. O uso do celular, independentemente do tipo de uso, aumenta significativamente o número de fixações em relação à condição controle. Apesar das variáveis - duração média das fixações e variabilidade dessa duração não ter sido afetadas significativamente pelo uso do celular - o tempo relativo de fixação (que expressa o somatório dos tempos de cada fixação) é significativamente reduzido da condição controle para as condições de celular na mão ou em viva-voz. Do ponto de vista da distribuição espacial do olhar durante a tarefa, as variâncias horizontal (condição VIV) e vertical (condição MÃO e VIV) aumentam significativamente durante o uso do celular.

Uma análise feita pela *National Highway Traffic Safety Administration* (NHTSA) em 2011 nos Estados Unidos, publicada em relatório, corrobora os achados do presente estudo. Esse relatório mostra investigação sobre os efeitos da distração na condução de veículos, juntamente com a utilização de três tipos de telefones celulares: celular portátil, celular no modo viva-voz e celular integrado ao carro, no computador de bordo. As condições experimentais foram a condição controle, na qual os participantes somente dirigiam, e as condições de atender o celular, ler e escrever mensagem e somente falar utilizando o aparelho. O estudo foi de caráter naturalista, com uso de condução real. Foram recrutados 204 motoristas que relatam falar em um telefone celular durante a condução, pelo menos uma vez por dia. Para o experimento, os participantes foram continuamente filmados durante o período médio de 31 dias. Os resultados mostraram que os participantes utilizaram o celular 10,6% do tempo em que estavam dirigindo. Através da análise de risco de segurança crítica (SCE) e análise de variância, constata-se que executar tarefas visuais e manuais, como atender o celular, digitar números ou letras e ler mensagens em telefones celulares portáteis (segurando na mão) degrada o desempenho de motorista, diminui a fixação do olhar na pista e aumenta o risco de SCE.

Os dados do presente estudo, relativos às características das fixações e da distribuição espacial do olhar, oferecem evidências semelhantes ao do estudo americano de National Highway Traffic Safety Administration (2013). Porém, somente falar em um telefone celular, independentemente do tipo de interface, não é associado a um aumento do risco SCE. Ainda é quantificado o tempo das ligações. Ao dirigir a velocidades superiores a 8km/h, motoristas falaram mais em telefones

celulares no modo viva-voz do que em telefones celulares integrados ao carro ou telefones celulares portáteis, segurados na mão. Ainda, neste estudo é analisado o tempo em que os participantes permaneciam sem olhar à frente da pista, realizando dupla tarefa de dirigir e falar, ler e escrever ao celular portátil, viva-voz e integrado ao carro; Constata-se que as médias das fixações fora da pista dos motoristas - quando liam mensagens de texto, navegavam na internet ou escreviam - são significativamente maiores do que quando olham para a localização de um telefone celular, apertam um botão para iniciar uma ligação no modo viva-voz, ou apertam um botão para iniciar ou terminar uma chamada no celular integrado ao automóvel. Mas a percentagem média das fixações fora da pista diminui significativamente ao conversarem utilizando um telefone celular portátil, segurando na mão.

No presente estudo, o tempo relativo de fixação na condição CON indica que os participantes fixaram na pista (do simulador) em média 86% do tempo total. Nas condições MÃO e VIV, respectivamente, esse percentual baixou para 80% e 79%. Estatisticamente, essa redução do tempo relativo de fixação nas duas condições com uso de celular foi significativa, não sendo observada diferença entre as condições MÃO e VIV. Estes dados do presente estudo são indícios importantes de desatenção nas condições MÃO e VIV, decorrentes do uso do celular. Como a fixação é o comportamento do olhar no qual ocorre o melhor processamento de informação e engajamento atencional (RODRIGUES, 2001), a redução desse período evidencia que a probabilidade de piores respostas comportamentais está aumentada; especialmente se houver aumento dos requerimentos da tarefa de condução do automóvel, como, por exemplo, aumento da velocidade, necessidade de respostas rápidas a estímulos inesperados, contextos noturno e de chuva, entre outros. De outro modo, o relatório realizado pela National Highway Traffic Safety Administration (2011) constata que, nas tarefas visuais e manuais, as demandas cognitivas são superiores às que se manifestam somente na fala; e não oferecem risco ao motorista

Os dados do presente estudo indicam que as condições de dupla tarefa (MÃO e VIV) distraem o olhar para fora da pista por mais tempo do que na condição controle. Em ambos os grupos, causam risco ao motorista. No Japão, um estudo realizado em 2001 tem resultados parecidos sobre o efeito deletério de atenção em relação à tarefa dupla (dirigir e falar ao celular segurando o aparelho na mão). O estudo japonês foi realizado com 50 participantes e teve como intuito investigar o

efeito distrator do uso do celular (no modo portátil e viva-voz) e do ato de ouvir rádio ao dirigir. Foi quantificado o quanto os participantes olhavam para o celular portátil ou o viva-voz e para o rádio, durante a tarefa de dirigir e falar ao mesmo tempo. A média do tempo de fixações no celular segurado pela mão (portátil) durante a tarefa é significativamente superior em relação ao tempo em que os participantes olhavam para o celular no modo viva-voz. As fixações no celular viva-voz também são significativamente superiores às fixações no aparelho de rádio. Estes resultados indicam que os motoristas, ao segurarem o celular na mão, fixam-se menos na pista e mais no aparelho do que quando utilizavam o celular no modo viva-voz e ouviam rádio (ISHIDA; MATSUURA, 2001). O presente estudo corrobora os achados De Ishida e Matsuura (2001), de modo parcial, uma vez que mostra o efeito do uso de celular sobre a duração das fixações, mas não encontra diferenças entre o uso na mão e no modo viva-voz.

Outro estudo importante que tratou das demandas atencionais em dupla tarefa foi realizado por McCarley et al. (2004), que objetivou avaliar os efeitos de distração sobre os movimentos dos olhos e a codificação visual em uma tarefa de detecção de alterações no ambiente da pista, juntamente com a conversação naturalista simulando o celular no modo viva-voz. Na situação controle, os participantes assistiam a um vídeo com cenas de tráfego de trânsito no ambiente urbano e deveriam detectar o aparecimento de uma figura geométrica na cena apertando um botão. Na situação dupla tarefa, o participante assistia ao vídeo e concomitantemente conversava com outra pessoa (que estava em outra sala) por meio de um microfone simulando a conversa de um celular com o modo viva-voz. A conversa era de cunho casual com temas sobre entretenimento televisivo. Os resultados indicaram que a carga de trabalho cognitiva imposta pela conversa casual pode ter dificultado a detecção de mudanças na cena do tráfego. Houve um aumento do número de fixações e diminuição das durações das fixações na dupla tarefa em relação à tarefa controle. Esses achados são similares aos dados de aumento do número de fixações e de redução do tempo relativo de fixação observados no presente estudo.

McCarley et al. (2004) também observou falhas da percepção na dupla tarefa dificultando a visualização das figuras geométricas na cena. Segundo Reanson et al. (1990), essas falhas da percepção são denominados lapsos, que são erros perceptivos na execução de tarefas. Podem ocorrer quando uma ação automática é

interrompida inesperadamente durante sua execução. A explicação de McCarley et al. (2004) é que os lapsos podem ter ocorrido devido à grande quantidade de fixações com tempo muito curtos. As durações de fixação curtas durante a conversa permitiram pouco tempo para a codificação adequada da informação visual pela fóvea, não atingindo níveis superiores de processamento; podem-se, então, ser caracterizados como lapsos ou falhas. Os dados desse experimento indicam que a análise foveal (processamento da imagem) durante a busca visual torna-se mais propenso a erros quando a duração das fixações é reduzida (HOOGE; ERKELENS, 1996).

O estudo de McCarley et al. (2004) corrobora os achados do presente estudo, uma vez que houve maior número de fixações para a condição MÃO e VIV em relação a CON, com durações relativas das fixações relativas ao tempo total menores quando comparadas ao CON; ambos estudos sugerem que, nas tarefas duplas, como dirigir e falar ao celular (segurando na mão ou no modo viva-voz) concomitantemente, há maior demanda atencional, e chances aumentadas de ocorrência de lapsos ou erros na condução do veículo, potencializando acidentes de trânsito. Os resultados referentes às variâncias horizontal e vertical do olhar concordam com efeitos significativos do uso de celular sobre a aquisição de informação visual observados anteriormente. Conforme ilustrado pelos mapas de temperatura das três condições experimentais na Figura 26, a área coberta pelas fixações tende a aumentar com o aumento da demanda atencional, que é oriunda do uso de celular, desconcentrando espacialmente a localização do olhar em relação à cena visual disponível durante a condução do automóvel, possibilitando efeito de aspectos distratores.

Em estudo realizado na Universidade de Utah, nos Estados Unidos, Strayer e Johnston (2001) recrutaram quarenta universitários, adultos jovens habilitados, com visão normal ou corrigida para normal. Dos 23 participantes que possuíam um telefone celular, 83% relataram que utilizavam seu telefone enquanto dirigiam. Essa pesquisa examinou os efeitos de conversas ao telefone celular viva-voz frente à condução simulada, e objetivou avaliar se conversas ao celular prejudicam o desempenho da condução, desviando a atenção visual da cena, induzindo a uma forma de “cegueira atencional”. Os participantes foram familiarizados com o simulador de direção por 20 minutos. Na execução do experimento, o participante tem que seguir um carro que se dirigia na faixa da direita da rodovia. Ambos

conversando por meio de um celular no modo viva-voz. Em dado momento, o carro da faixa ao lado jogaria o carro em direção ao participante, e este deveria frear para não colidir. Os resultados desse experimento indicam que o tempo de reação dos motoristas na frenagem são aumentados quando estavam envolvidos em conversas de telefone celular, prejudicando o desempenho. Adicionalmente, este estudo expôs os participantes a *outdoors* durante a condução simulada. Ao fim da tarefa, tinham de passar por um teste de memória em relação aos *outdoors*. Os resultados indicam que conversar a um telefone celular prejudica a memória de reconhecimento para elementos apresentados na cena de condução. Em pesquisa anterior, Strayer e Johnston (2001) constatam que o ato de dirigir e conversar a um telefone celular faz com que os participantes percam mais sinais de trânsito do que quando estão dirigindo sem a distração causada pelo uso do telefone celular. Similarmente, McCarley et al. (2004) também observam que conversas ao telefone celular interferem na detecção de cenas de tráfego.

Eriksen e James (1986) preconizam que a “focalização dos recursos atentos pode ser ajustada conforme a área dos estímulos a serem processados, atuando desta forma como uma lente de aumento” (ROSINI; GALERA, 2008, p. 154). Adicionalmente, observa-se que os recursos de processamento desta “focalização” é limitado; e no ato de dirigir e falar ao celular, o motorista tem que elencar o que da cena é mais importante para focar em detrimento dos demais estímulos visuais. Dessa forma, podem-se perder informações importantes da cena do tráfego.

Em suma, os achados discriminados anteriormente mostram relação entre alterações no processamento de informações - oriundas de aumento de demanda atencional decorrente do uso de celular concomitantemente à condução de automóvel - e as respectivas alterações no comportamento do olhar. Esses indicativos são, de modo geral, confirmados pelos resultados do presente estudo.

De modo geral assim, os resultados relativos à posição e à orientação da cabeça do participante coincidem com as características discutidas para os movimentos dos olhos e para as fixações. Há efeitos significativos do uso do celular sobre a variância da orientação da cabeça nos ângulos azimutal e de elevação, bem como sobre a variância da posição da cabeça nos eixos x e z. Em relação à posição e à orientação da cabeça para as condições MÃO e VIV, ocorrem diferenças significativamente maiores que na condição CON para o eixo x e ângulo de

elevação. Entretanto, somente na condição VIV, houve aumento significativo de instabilidade de cabeça no eixo Z e do ângulo azimutal, em relação a condição CON.

Esses resultados sugerem que o perfil cinemático da cabeça está associado à maior instabilidade postural, decorrente provavelmente tanto de influências cognitivas quanto atencionais para as condições de uso do celular. Porém, na condição MÃO, não há instabilidade significativamente maior que na condição CON; na variação da cabeça no eixo Z e do ângulo azimutal. Isso pode ter ocorrido pela necessidade de se segurar e ajustar manualmente a posição do celular à área do ouvido, podendo ter influenciado a diminuição de movimentos da cabeça descritos na condição MÃO. Contudo não há diferenças significativas entre os grupos representados pelas condições MÃO e VIV.

Instabilidade postural (associada à movimentação da cabeça) e elevados movimentos oculares são indicativos de altas demandas cognitivas, que podem diminuir a capacidade de concentração em tarefas; conforme constatado no presente estudo. Os dados da cabeça e dos olhos mostram-se mais instáveis nas condições MÃO e VIV. Em conjunto, os dados do presente estudo sugerem que as duplas tarefas de falar ao celular segurando-o na mão, bem como falar no modo viva-voz no ato de dirigir, causam demandas perceptuais e cognitivas maiores do que as da tarefa de simplesmente dirigir.

Ishida e Matsuura (2001), em estudo realizado no Japão, avaliam o desempenho do motorista frente a um trajeto com cones. O desempenho do motorista esteve altamente ligado à instabilidade postural, podendo ser indicado pela variação da cabeça, conforme mensurado no presente estudo; que avaliou se o efeito distrator do uso do celular (no modo portátil e viva-voz) e do ato de ouvir rádio ao dirigir. Enquanto os participantes ouviam o rádio, sete sujeitos fizeram contato com os cones (três pessoas fizeram um único contato, quatro fizeram dois ou mais). Utilizando-se o dispositivo de mão, o número aumentou para treze: oito fizeram um único contato, e cinco fizeram dois ou mais. Para viva-voz, o número de participantes foi de seis (cinco fizeram um único contato, e apenas um contato com mais de uma vez). Nessa etapa o experimento avalia as possíveis colisões que os participantes poderiam sofrer em situação de trânsito normal, tendo como maior risco de colisão os motoristas conversando ao celular segurando-o na mão (13 colisões) em contraposição aos motoristas que ouvem rádio (7 colisões) e aos que falam em um celular no viva-voz (6 colisões).

Ainda, nesse estudo, é avaliada a velocidade dos motoristas frente às tarefas e constata-se que, das três condições de condução, a velocidade mais lenta é alcançada pelos motoristas ao utilizarem o celular segurando na mão. Essa redução da velocidade pode acontecer devido à alta demanda cognitiva da tarefa, que exige mais segurança na direção. Contudo, tal comportamento ao volante pode causar interrupção no fluxo de tráfego (EVANS, 1991). Este estudo também detecta um aumento na instabilidade do veículo com o motorista falando ao celular segurando-o na mão, que pode ser relacionado à instabilidade postural, corroborando os achados no presente trabalho.

Com relação ao efeito da experiência dos motoristas participantes do presente estudo, os resultados indicam a ausência de efeitos significativos sobre as variáveis relativas ao comportamento do olhar e da cabeça. Por um lado, este pode ser considerado um indicativo em que os mecanismos de percepção e de ação envolvidos na movimentação de olhos e cabeça são fundamentais para os humanos e não estão sujeitos a alterações em função dos efeitos associados à experiência na condução de automóveis. No entanto, é relevante reconhecer que as exigências da tarefa de condução utilizada no presente estudo são moderadas. Se exigências mais acentuadas dificultassem a tarefa nos aspectos perceptuais, cognitivos e motores, pode ser que as diferenças de experiência se tornassem mais salientes, influenciando os resultados. Essas possibilidades deveriam ser exploradas em estudos futuros para melhor compreender e distinguir aspectos mais biológicos e básicos dos mecanismos de percepção e ação daqueles de mais alto nível cognitivo, resultantes de aprendizagem e prática; talvez mais conectados com aspectos atencionais.

Os estudos analisados neste capítulo, bem como os demais citados no presente trabalho, vêm indicar que a dupla tarefa de dirigir e falar ao celular, não importando a forma, causa considerável distração ao motorista, podendo induzir acidentes de trânsito. Vale salientar que todos os estudos analisados são de origem estrangeira, podendo ser generalizado para a realidade brasileira. No entanto, faz-se necessário produzir investigações científicas em nível nacional, a fim de se caracterizar a realidade do motorista brasileiro, envolvido por aspectos sociais e culturais bastante distintos; frente às demandas atencionais da tarefa de dirigir e falar ao celular.

5.1 Implicações do estudo

Investigação em 2010 mostra que dispositivos de voz em veículo permite que os condutores mantenham a fixação do olhar na estrada por mais tempo, acompanhando sua rota de forma mais consistente; exigindo demandas cognitivas inferiores ao controle manual do celular (OWENS; MCLAUGHLIN; SUDWEEKS, 2010). No entanto, sistemas de integração (celular - carro) disponíveis não garantem que os motoristas vão deixar de manipular seus celulares a fim de iniciar e terminar chamadas; e também não restringem os motoristas a utilizarem seus celulares manualmente para ler mensagens enquanto se comunicam verbalmente pelo seu computador de bordo via *Bluetooth* (FITH et al., 2013).

Embora os telefones celulares utilizados no modo viva-voz por condutores favoreçam as mãos ao volante, ainda se faz necessária a manipulação física do dispositivo, para, por exemplo, atender e desligar as ligações (FITCH et al. , 2013). Uma alternativa de projeto seria a integração do telefone celular com o veículo. Equipamento compreendendo tecnologia *Bluetooth*, computador de bordo, microfones, alto-falantes, botões do volante e *software* de reconhecimento de voz instalado no veículo pelo fabricante permite que todas as subtarefas de telefone celular possam ser realizadas enquanto o condutor mantém suas mãos no volante e seus olhos na estrada (NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION, 2013). Tais sistemas são exemplos de integração do celular ao carro e estão presentes em diversos modelos recentes de automóveis

No relatório de National Highway Traffic Safety Administration (2013), constata-se que os motoristas, ao utilizarem o celular no modo viva-voz, fazem mais chamadas por minuto de condução do que quando tinham acesso a telefones celulares integrados ao sistema do carro, ou portátil segurando na mão. Isso pode demonstrar que a interface com o aparelho pode influenciar a quantidade de ligações a fazer no ato da condução de veículos, favorecendo o uso deste tipo de interface.

5.2 Limitações do estudo

Uma das preocupações com estudos de método baseado em simuladores é a limitação de sua validade ecológica. Há uma variedade de vantagens no uso de

simuladores, conforme argumentado anteriormente, mas as conclusões obtidas não deixam de ser indicativos de possíveis comportamentos em situação real de trânsito.

Uma das causas da não observação de diferenças significativas entre os grupos de novatos e experientes nas variáveis aqui investigadas pode estar associada ao grau de dificuldade muito ameno das tarefas impostas nas condições experimentais. Uma possibilidade a ser testada em estudos futuros seria aumentar a dificuldade das tarefas, manipulando recursos do simulador, como o aumento do tráfego e a alteração de suas características, a mudança do cenário, que pode ser noturno e com chuva, ou com neblina, ou a alteração do cenário urbano em vez de rodovia, por exemplo. Atualmente, os simuladores, independentemente do modelo, são ricos em possibilidades de situações de trânsito. É possivelmente um dos motivos pelos quais o DENATRAN o instituiu em autoescolas a partir deste ano. O uso do simulador pode ser limitante à situação real, não provocando a sensação exata do ato de dirigir em ambiente natural, mas essas limitações têm sido reduzidas com os avanços tecnológicos.

6 CONCLUSÃO

Este estudo avalia o efeito distrator do uso de telefone celular sobre a condução simulada em motoristas de automóveis por meio da análise do comportamento do olhar e da cabeça dos participantes. Os resultados obtidos revelam que o uso do aparelho celular concomitante ao ato de dirigir, em comparação à condição controle, está associado a um número maior de fixações, com reduzido tempo relativo delas. As condições de uso do celular (MÃO e VIV) apresentam relativa semelhança entre si. Assim, esse padrão de aquisição de informação visual expresso pelas fixações na condição controle é compatível com uma menor demanda de atenção na tarefa requerida das participantes. De outro modo, a necessidade de alternância espacial possibilitada por sacadas e consequente maior interrupção das fixações, responsável pelo aumento de seu número, pode refletir as restrições impostas pela tarefa de conversar simultaneamente à condução do veículo com ou sem manipulação do aparelho celular (condições MÃO e VIV).

A análise tridimensional da posição e da orientação da cabeça confirma uma redução da estabilidade espacial da postura do motorista durante a condução do automóvel nas situações nas quais ele conversa ao celular, independentemente de manipular o celular ou somente conversar (condições MÃO e VIV). Diferentemente, a condição controle revela estabilidade na posição e na orientação da cabeça, como suporte mais eficiente para a atividade perceptual de busca de informação visual relevante na cena por meio do movimento dos olhos. Assim, o padrão de fixações e o movimento da cabeça dos motoristas sinalizam, de modo consistente, que a manutenção do desempenho na condução do veículo enquanto se conversava ao celular gerou alteração nas estratégias de aquisição de informação visual, resultantes de específica dinâmica olho-cabeça.

O modo de uso do celular, no entanto, não teve forte impacto sobre as referidas estratégias, sendo os dados semelhantes das condições MÃO e VIV. O aumento da distribuição espacial do olhar, observado nas dimensões horizontal e vertical durante a tarefa dupla de condução e do uso do celular, corrobora a tradição da área de atenção visual, segundo a qual a redução espacial da movimentação do olhar está associada à concentração atencional e melhor processamento visual.

Em síntese, a hipótese de efeito distrator do uso do celular sobre movimentos dos olhos e da cabeça é confirmada parcialmente. O efeito mais acentuado do uso do celular com a mão, em relação à informação sonora apenas, na condição em que se usou o modo viva-voz, não ocorreu. Adicionalmente, a hipótese de efeito da experiência dos participantes em conduzir automóveis sobre os movimentos de olhos e de cabeça não é confirmada no contexto proposto; um aspecto que requer investigação adicional.

A tecnologia pode favorecer ou até mesmo incentivar a ação de tarefas múltiplas, no contexto da condução de veículos e celular, devido à facilitação da realização dessas tarefas. Os veículos com modelos recentes estão sendo equipados com a tecnologia *Bluetooth* e computador de bordo, facilitando a ativação de voz, permitindo que as mãos fiquem livres no uso do celular. Isso pode levar ao menor uso de telefones portáteis (segurando na mão) utilizados durante a condução no futuro. Pesquisa realizada por McEvoy et al. (2005) indica que a tecnologia *Bluetooth* pode não eliminar o risco de acidentes, inclusive aumentando a utilização do celular em carros, e, portanto, contribui para a geração de acidentes. A tendência do uso de celulares em carros é crescente, apesar da grande quantidade de estudos evidenciando o risco. Porém, cabe a instâncias públicas, fiscalização e adequação de leis, baseando-se em estudos confiáveis e evidências que protejam o motorista de forma mais efetiva, favorecendo a segurança no trânsito.

Modelos recentes de automóveis vêm ganhando o mercado com sistemas inteligentes na promessa de proporcionar maior conforto e segurança ao motorista. O projeto *European Large-Scale Field Operational TestsonIn-Vehicle Systems*, pesquisa realizada na Europa durante o ano de 2010, envolveu 28 parceiros, incluindo os principais fabricantes europeus de veículos; os principais fornecedores de tecnologia automotiva e institutos de pesquisa. A pesquisa foi de caráter realista, com novos sistemas inteligentes para veículos. O objetivo foi de melhorar a qualidade do tráfego rodoviário europeu, sendo testados em mais 1000 veículos de nove marcas Europeias. Este projeto permitiu avaliar a eficácia de oito sistemas inteligentes de automóveis, incluindo piloto automático, estacionamento automático por sensores, aviso de aproximação de veículos e possíveis colisões, dentre outros dispositivos de segurança. Todos foram testados em estradas reais. O teste de campo possibilitou também a análise da aceitação do usuário (FORD; FORD, 2012).

Em relação às novas tecnologias voltadas ao celular e automóveis, é necessário cautela pelos projetistas e designers, a fim de não otimizar demasiadamente a ação de múltiplas tarefas no sistema, vulnerabilizando o usuário. Para esses profissionais, cabe estudo com afinco sobre os processos atencionais e comportamento humano, frente às múltiplas tarefas, a fim de mensurar possíveis riscos.

O design tem o papel essencial na projeção de sistemas de interação homem-máquina que satisfaçam a demanda operacional do sistema, respeitando os limites motores e atencionais dos usuários. A união das ciências da saúde com o design é inevitável e cada vez mais imprescindível; e a tecnologia não pode isentar a interação humana nos processos de controle de veículos, bem como o uso de celulares. O controle consciente em dispositivos permite ao ser humano a tomada de decisão e o julgamento de valores, possibilitando conjecturar o limite de sua atuação, não sobrecarregando seu sistema atencional.

REFERÊNCIAS

- ABRAHÃO, J. I.; SILVINO, A. M. D.; SARMET, M. M. Ergonomia, cognição e trabalho informatizado. *Psicologia: Teoria e Pesquisa*, Brasília, v. 21, n. 2, p. 163-171, maio/ago. 2005.
- AHRENS, F.; WASHINGTON, P. Cognitive workload while driving and talking on a cellular phone or to a passenger. PROCEEDINGS OF THE HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY ANNUAL MEETING, Jul. 2000 44: 6-276-6-279, 1999.
- ALBUQUERQUE, E. P. V. *Memória implícita e processamento: do subliminar à formação de imagens*. Braga: Centro de Estudos em Educação e Psicologia, Instituto de Educação e Psicologia, Universidade do Minho, 2001.
- ALBUQUERQUE, L. C. Definições de regras. In: GUILHARDI, H. J. et al. (Orgs.). *Sobre comportamento e cognição: expondo a variabilidade*. Santo André, SP: Arbytes, 2001. v. 7, p. 132-140.
- ALM, H.; NILSSON, L. Changes in driver behaviour as a function of hands free mobile phone. *Accident Analysis and Prevention*, v. 26, p. 441-451, 1994.
- ANDERSON, J. R. *Cognitive psychology and its implications*. 5th. New York: Worth Publishers, 2000.
- ANDRADE, V. M.; SANTOS, F. H.; BUENO, O. F. A. *Neuropsicologia hoje*. São Paulo: Artes Médicas, 2004.
- AVEN, P. State may be hung up on mobile phones. *Denver Business Journal*, 19 Jan. 1998.
- BEAR, M. F.; CONNORS, B. W.; PARADISO, M. A. *Neurociências: desvendando o sistema nervoso*. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002.
- BRANDÃO, M. L. (Org). *Psicofisiologia*. São Paulo: Atheneu, 1995.
- BRASIL. Ministério das Cidades. Departamento Nacional de Trânsito. *Resolução nº 543, de 15 de julho de 2015*. Altera a Resolução CONTRAN nº168, de 14 de dezembro de 2004, com a redação dada pela Resolução CONTRAN nº 493, de 05 de junho de 2014, que trata das normas e procedimentos para a formação de condutores de veículos automotores e elétricos. Brasília, DF, 2015. Disponível em: <<http://www.denatran.gov.br/download/Resolucoes/Resolucao5432015.pdf>>. Acesso em: 7 jan. 2016.
- BROADBENT, D. E. *Perception and communication*. New York: Oxford University Press, 1958.
- BROWN, I. D.; TICKNER, A. H.; SIMMONDS, D. C. V. Interference between concurrent tasks of driving and telephoning. *Journal of Applied Psychology*, v. 53, n. 5, p. 419-424, 1969.

- BRUZI, A. T. et al. Comparação do tempo de reação entre atletas de basquetebol, ginástica artística e não atletas. *Rev. Bras. Ciênc. Esporte*, Porto Alegre, v. 35, n. 2, p. 469-480, jun. 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-32892013000200015&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 24 nov. 2015.
- CAIRD, J. K. et al. *The effects of cellular telephones on driving behaviour and accident risk: results of a meta-analysis*. Edmonton, Alberta, Canadá: Canadian Automobile Association (CAA); Foundation for Traffic Safety, 2004.
- CAIRD, J. K. et al. A meta-analysis of the effects of cell phones on driver performance. *Accid Anal Prev.*, v. 40, n. 4, p. 1282-1293, Jul. 2008. doi: 10.1016/j.aap.2008.01.009. Epub 2008 Feb 25.
- 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.
- 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.
- CASTRO, N. R. *Construction of a visual selective attention test*. 2008. Dissertação (Mestrado em Psicologia)-Universidade São Francisco, Itatiba, 2008.
- CEARÁ. Governo do Estado. Secretaria das Cidades. Departamento Estadual de Trânsito. 2008. Disponível em: <<http://www.detran.ce.gov.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.
- CHISHOLM, S. et al. Novice and experienced driver performance with cell phones. In: PROCEEDINGS OF THE 50th ANNUAL HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS MEETING, HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY, Santa Monica, C.A., 2006. p. 2354-2358.
- CHRISTIANSEN, D. Medical Tribune: Family Physician Edition, 1997.
- COSTA, R. A.; SOARES, H. L. R.; TEIXEIRA, J. A. C. Benefícios da atividade física e do exercício físico na depressão. *Revista do Departamento de Psicologia da UFF*, Niterói, RJ, v. 19, n. 1, p. 269-276. 2007.
- DALGALARRONDO, P. *Psicopatologia e semiologia dos transtornos mentais*. Porto Alegre: Artmed, 2000. ISBN 85-7307-595-3,
- DEUTSCH, J. A.; DEUTSCH, D. Attention: some theoretical considerations. *Psychological Review*, n. 70, n. 1, p. 80-90, Jan. 1963. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1037/h0039515>>. Acesso em: 15 nov. 2015.
- DONALD, A. R.; ROBERT, J. T. Association between cellular telephone calls and motor vehicle collisions. *The New England Journal of Medicine*, v. 336, n. 7, p. 453-458, 1997.

HELENE, O.; HELENE, A. F. Alguns aspectos da óptica do olho humano. *Rev. Bras. Ensino Fís.*, São Paulo, v. 33, n. 3, set. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-11172011000300012&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 26 ago. 2014.

HELMHOLTZ, H. V. *Treatise on physiological optics*. New York: Dover Publications, 1962.

HOLLNAGEL, E. Cognitive ergonomics: it's all in the mind. *Ergonomics*, v. 40, n. 10, p. 1170-1182, 1997. Disponível em: <<http://doi.org/10.1080/001401397187685>>. Acesso em: 1 jan. 2016.

HOOGE, I. T. C.; ERKELENS, C. J. Control of fixation duration during a simple search task. *Perception and Psychophysics*, v. 58, p. 969-976, 1996.

HORREY, W. J.; WICKENS, C. D. The impact of cell phone conversations on driving using meta-analytic techniques. *Human Factors*, v. 48, n. 1, p. 196-205, 2006.

INSURANCE INFORMATION INSTITUTE III. *Distracted Driving*. January 2016. Disponível em: <<http://www.iii.org/issue-update/distracted-driving>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

ISHIDA, T.; MATSUURA, T. The effect of cellular phone use on driving performance. *IATSS Research*, v. 25, n. 2, p. 6-14, 2001.

JAMES, W. *His life and thought*. London: Yale University Press, 1890.

KANDEL, E. R. *Em busca da memória: o nascimento de uma nova ciência da mente*. São Paulo: Companhia das Letras, 2009.

LACHTER, J.; FORSTER, K. I. Forty-Five Years After Broadbent (1958): Still No Identification Without Attention. *Psychological Review*, v. 111, n. 4, p. 880-913, 2004.

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

LENT, R. *Cem bilhões de neurônios*. São Paulo: Atheneu, 2005.

_____. *Neurociência da mente e do comportamento*. São Paulo: Guanabara Koogan, 2008.

LIMA, R. F. Compreendendo os mecanismos atencionais. *Ciênc. cogn.*, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, jul. 2005. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1806-58212005000200013&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 10 jan. 2016.

MACAR, R. Atenção. In: DORON, R.; PAROT, F. *Dicionário de psicologia*. São Paulo: Ática, 2001. p. 88-89.

MARMARAS, N.; KONTOGIANNIS, T. Cognitive task. In: SALVENDY, G. (Org.). *Handbook of industrial engineering*. New York: John Wiley & Sons, 2001. p. 1013-1040.

MATO GROSSO DO SUL. Governo do Estado. Departamento Estadual de Trânsito. 2008. Disponível em: <<http://www.detran.ms.gov.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

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

MCCARLEY, J. S. et al. Conversation disrupts change detection in complex traffic scenes. *Human Factors*, v. 46, n. 3, p. 423-436, 2004.

MCEVOY, S. P. et al. Role of mobile phones in motor vehicle crashes resulting in hospital attendance: a case-crossover study. *British Medical Journal*, n. 331, 428-433. 2005.

MINAS GERAIS. Polícia Civil. Departamento Estadual de Trânsito. 2008. Disponível em: <<http://www.detran.mg.gov.br/>>. Acesso em: 20 jan. 2016.

MORENO, A. C.; MARIN, A. P. Redes atencionales y sistema visual selectivo. *Revista da Univ. Psychol*, Bogotá, Colômbia, v. 5, n. 2, p. 305-325, 2006.

NAHAS, T. R. Nova perspectiva para tratamento de distúrbios atencionais. *Vox scientiae*, ano 1, n. 2, maio/jun. 2001. Disponível em: <<http://www.eca.usp.br/nucleos/njr/voxscientiae/reportagemtatiana2.html>>. Acesso em: 13 mar. 2015.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION; SYSTAN, Inc. Los Altos, CA, 1997.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION; SYSTAN, Inc. Los Altos, CA, Infrastructure, U.S. House of Representatives. May 9, 2001.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. 2003. Disponível em: <<http://www-nrd.nhtsa.dot.gov/pdf/nrd-12/nads/NADSBrochure.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2015.

NATIONAL HIGHWAY TRAFFIC SAFETY ADMINISTRATION. 2012. *State Laws*. Disponível em: <<http://www.distraction.gov/content/get-the-facts/state-laws.html>>. Acesso em: 28 set. 2015.

NILSSON, L. Behavioural research in an advanced driving simulator- experiences of the VT1 system. PROCEEDINGS OF THE HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY. ANNUAL MEETING. PERGAMON PRESS, 1993.

NOBREGA, T. P. da. Corpo, percepção e conhecimento em Merleau-Ponty. *Estud. psicol.*, Natal, v. 13, n. 2, p. 141-148, ago. 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-294X2008000200006&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 3 jan. 2016. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-294X2008000200006>.

OWENS, J. M.; MCLAUGHLIN, S. B.; SUDWEEKS, J. On-road comparison of driving performance measures when using handheld and voice-control interfaces for mobile phones and portable music players. *SAE International Journal of Passenger Cars-Mechanical Systems*, v. 3, n. 1, p. 734-743, 2010.

PELLEGRINI, A. M. Revisitando a atenção. In: TEIXEIRA, L. A. (Ed.). *Avanços em comportamento motor*. Rio Claro, SP: Movimento, 2001. p. 147-165.

PESSOA, L.; KASTNER, S.; UNGERLEIDER, L. G. Neuroimaging studies of attention: from modulations sensory processing to top-down control. *The Journal of Neuroscience*, v. 15, n. 10, p. 3990-3998, 2003.

PICKRELL, T. M.; YE, T. J. *Driver Electronic Device Use in 2010*. (Traffic Safety Facts Research Notes. Report No. DOT HS 811 517). Washington, D.C.: National Highway Traffic Safety Administration, 2011. Disponível em: <www.distraction.gov/download/researchpdf/8052_TSF_RN_DriverElectronicDeviceUse_1206111_v4_tag.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2015.

POSNER, M. I.; FAN, J. Attention as an organ system. In: POMERANTZ, J. R. (Ed.). *Topics in Integrative Neuroscience*, 2001. p. 31-61.

POSNER, M. I.; PETERSEN, S. E. *The attention system of the human Brain*. Eugene, Oregon. *Annu. Rev. Neurosci.*, n. 13, p. 25-42, 1990.

POSNER, M. I.; RAICHLE, M. E. Images of mind. *Scientific American Books*, 1994.

POSNER, M. I.; SNYDER, C. R. Attention and cognitive control. In: SOLSO, R. L. (Ed.). *Information processing and cognition*. Hillsdale, NJ: Erlbaum, 1975. p. 55-85.

POSNER, M.; SNYDER, C. R.; DAVIDSON, B. Attention and detection of signals. *Journal of Experimental Psychology: General*, n. 109, p. 160-174, 1980.

PROTESTE. Disponível em: <<http://www.proteste.org.br/carros/som-para-carro/noticia/maos-livres-com-bluetooth>>. Acesso em: 16 jan. 2016.

RAKAUSKAS, M., GUGERTY, L.; WARD, N. J. Effects of cell phone conversations with naturalistic conversations. *Journal of Safety Research*, n. 35, p. 453-464, 2004.

RATEY, J. J. *O Cérebro: um guia para o usuário*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2002.

REASON, J. et al. Errors and violations on the road: a real distinction? *Ergonomics*, n. 33, p. 1315-1332, 1990.

RECARTE, M. A.; NUNES, L. M. Mental workload while driving: effects on visual search, discrimination, and decision making. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, v. 9, n. 2, p. 119-137, 2003.

RIO DE JANEIRO. Secretaria de Estado da Casa Civil. Departamento Estadual de Trânsito. 2008. Disponível em: <<http://www.detran.rj.gov.br/>>. Acesso em: 21 jan. 2016.

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.

ROSSINI, J. C.; GALERA, C. Atenção visual: estudos comportamentais da seleção baseada no espaço e no objeto. *Estudos de Psicologia*, Natal, v. 11, n. 1, p. 79-86, jan./abr. 2006.

_____. Focalização da atenção visual. *Psicol. Reflex. Crit.*, Porto Alegre, v. 23, n. 1, p. 153-160, abr. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-79722010000100018&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 24 nov. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-79722010000100018>.

SA, L. C. F. de; PLUTT, Mauro. Acomodação. *Arq. Bras. Oftalmol.*, São Paulo, v. 64, n. 5, out. 2001. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492001000500021&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 16 ago. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27492001000500021>.

SALOMÃO S. R. Desenvolvimento da acuidade visual de grades. *Psicol USP.*, v. 18, n. 2, p. 63-81, 2007.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Planejamento e Gestão. Departamento Estadual de Trânsito. 2007. Disponível em: <<http://www.detran.sp.gov.br/>>. Acesso em: 22 jan. 2016.

SARTER, M.; GIVENS, B.; BRUNO, J. P. The cognitive neuroscience of sustained attention: where top-down meets bottom-up. *Brain Res. Rev.*, v. 35, p. 146-160, 2001.

SCHACTER D. L. Implicit memory: history and current status. *J Exp Psychol: Learn Mem Cogn.*, v. 13, n. 3, p. 501-518, 1987.

SILVINO, A. M. D.; ABRAHAO, J. I. Navegabilidade e inclusão digital: usabilidade e competência. *RAE electron.*, São Paulo, v. 2, n. 2, dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-56482003000200002&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 23 dez. 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-56482003000200002>.

SOHLBERG, M. M.; MATEER, C. A. *Reabilitação cognitiva: uma abordagem neuropsicológica integrativa*. São Paulo: Ed. Santos, 2009. xix, 494 p.

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

STRAYER, D. L. *Conversation disrupts visual scanning of traffic scenes*. PAPER PRESENTED AT THE 9TH VISION IN VEHICLES CONFERENCE, Brisbane, Australia, 2001.

STRAYER, D. L., JOHNSTON, W. A., Driven to distraction: dual-task studies of simulated driving and conversing on a cellular telephone. *Psychological Science*, v. 12, n. 6, p. 1-5, 2001.

SUMMALA, H.; NIEMINEN, T.; PUNTO, M. Maintaining lane position with peripheral vision during in-vehicle tasks. *Hum. Factors*, v. 38, p. 442-451, 1996. <http://dx.doi.org/10.1518/001872096778701944>.

TAIPEI JOURNAL. 12 May 2001.

TITCHENER, E. B. *Elementary psychology of feeling and attention*. New York: The Macmillan, 1908, p. ix, 404,

TREISMAN, A. M. Contextual cues in selective listening. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, v. 12, n. 4, p. 242-248, 1960.
doi:10.1080/17470216008416732

WAUGH, J. D. et al. *Cognitive workload while driving and talking on a cellular phone or to a passenger*. In: PROCEEDINGS OF THE IEA/HFES 2000 CONGRESS, HUMAN FACTORS AND ERGONOMICS SOCIETY, Santa Monica, CA, 2000. p. 6-276-6-279.

WEILL-FASSINA, A. L'Analyse des aspects cognitifs du travail. In: DADOY, M. et al. (Orgs.). *Les analyses du travail: enjeux et formes*. Paris: Cereq., 1990. p.193-198.

WERNER, L. et al. Fisiologia da acomodação e presbiopia. *Arq. Bras. Oftalmol.*, São Paulo, v. 63, n. 6, dez. 2000. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27492000000600011&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em: 26 ago. 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S0004-27492000000600011>.

WOO, T. H.; LIN, J. *Influence of mobile phone use while driving*. *IATSS Research*, v. 25, n. 2, p. 15-19, 2001.

ANEXOS

ANEXO I - Formulário Pré-Coleta



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

(EFEITO DISTRATOR DO TELEFONE CELULAR SOBRE A CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEIS: SITUAÇÕES DE USO MANUAL E VIVA-VOZ).

FORMULÁRIO PRÉ-COLETA

Experiente() Novato ()
(Mais de 30 mil Km)(Menos de 15 mil Km)

NOME
TELEFONE

IDADE / DATA DE NASCIMENTO

1-Tem habilitação e dirige carro há quanto tempo?

2- Dirige quantos dias por semana? _____

3- Quantos Km por Mês? _____

2-Tem hábito de jogar videogames com o tema direção de veículos, Sim () Não ()

Se sim, há quantos anos joga este tipo de jogo? _____

3- Já jogou videogame com *Cockpit*?

Muitas vezes () , poucas vezes () Nunca jogou ()

4 Já dirigiu em um simulador de direção? sim () Não ()

5-Tem algum problema oftalmológico? Sim () Não ()

6- Se sim, faz uso de correção?

Lente () Óculos ()

Se sim, cite qual é, e se afeta um olho ou os dois?

7- Tem hábito de dirigir e utilizar o celular?

Muitas vezes () , poucas vezes () Nunca usou ()

8- Qual(s) tarefa(s) realiza mais no celular enquanto dirige?

a) Conversa: viva-voz() b) segurando o celular na mão () c) Escrever mensagens ()

b) Ler mensagens () d) Todas acima ()

9- Você acha que falar no celular enquanto dirige, oferece risco à sua vida?

A)Sim() B) Não() Se Sim, qual tarefa realizada no celular acha mais perigosa?

10- Qual tarefa acha que oferece mais risco de acidente no trânsito:

a) Guiar e conversar no celular segurando com uma mão? ()

b) Guiar e conversar no celular no viva-voz? ()

c) Nenhuma das tarefas acima oferece mais risco de acidente no trânsito:

RESULTADO DO TESTE OFTAMOLÓGICO: _____

ANEXO II – Formulário Pós – Coleta



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

(EFEITO DISTRATOR DO TELEFONE CELULAR SOBRE A CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEIS: SITUAÇÕES DE USO MANUAL E VIVA-VOZ)

FORMULÁRIO PÓS- COLETA

Experiente() Novato ()

| NOME | IDADE / DATA DE NASCIMENTO |
|------|----------------------------|
| | |

LEGENDA:

| | | |
|------------------------------------|--|--|
| Controle: Dirigir na rodovia | MÃO: Conversar segurando o celular | Viva-Voz: conversar com o celular no viva- voz |
|------------------------------------|--|--|

4- Qual das tarefas achou mais difícil(_____)

4.1- Por quê?

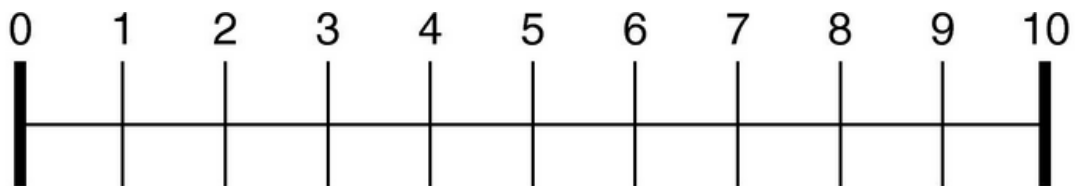
5- Você acredita que o simulador de direção é similar à situação real de direção?

a) Sim () b) Não ()

5.1- O que mais se assemelha à situação real no simulador?

5.2- O que menos se assemelha à situação real no simulador?

6- Assinale o grau que o simulador se parece ou não com a situação de direção REAL



Não se parece
nada com a
situação real

Se parece
muito com a
situação real

ANEXO III – Termo de Consentimento Livre 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

(EFEITO DISTRATOR DO TELEFONE CELULAR SOBRE A CONDUÇÃO SIMULADA DE AUTOMÓVEIS: SITUAÇÕES DE USO MANUAL E VIVA-VOZ)

A pesquisa “Efeito distrator do telefone celular sobre a condução simulada de automóveis: situações de uso manual e viva-voz” tem como objetivo avaliar o efeito no desempenho do condutor de veículo em situação simulada, do ponto de vista atencional, com subsequente manuseio de telefone móvel (celular), a fim de detectar o quanto o telefone móvel (celular) contribuir para a distração do motorista no ato de dirigir automóvel.

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 nenhum desconforto ou risco à sua saúde, tendo em vista que as atividades a serem realizadas fazem parte do cotidiano da maioria das pessoas com habilitação de veículos. Em caso de dúvidas, você será totalmente esclarecido pelos responsáveis da pesquisa antes e durante a realização do experimento, além da possibilidade de entrar em contato por um dos meios divulgados abaixo.

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

Eu, _____,
 RG _____ - SSP/_____, estando ciente das informações acima lidas, concordo em participar da pesquisa **“Efeito distrator do telefone celular sobre a condução simulada de automóveis: situações de uso manual e viva-voz”** 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 2015.

 Assinatura do sujeito

 Pesquisadora Bethânia Graick Carizio

 Prof . Dr. Sergio Tosi Rodrigues
 (orientador)

| | | |
|---|---|---|
| Bethânia Graick Carizio Avenida Raul Furquim, 1295 Bairro: Casagrande CEP: 14701-600 Bebedoro -SP Telefones: (17)981426776/ (17)33423410 email: bethanya.carizio@yahoo.com.br | Prof. Dr. Sérgio Tosi Rodrigues Rua Bairro CEP: Bauru - SP Telefones: (14) email: srodrigu@fc.unesp.br | LIVIA Laboratório de Informação, Visão e Ação PPGDesign – FAAC – UNESPav. Luís E. Carrijo Coube, 14-01 – Vargem Limpa, Bauru, SP, Brasil. CEP 17033-360 / Tel: (14) 3103-6082 –Ramal: 7611 email: livia@fc.unesp.br |
|---|---|---|

ANEXO IV - Análise estatística ANOVA

Análise estatística ANOVA, com medidas repetidas, da variável Tempo Relativo de fixação (FTP) realizada no software SPSS.

Foi utilizada esta mesma rotina estatística para calcular todas as demais variáveis do presente estudo.

```

GET DATA
  /TYPE=TXT
  /FILE='C:\STR\Projetos\celular\estatistica\FTP.txt'
  /DELCASE=LINE
  /DELIMITERS="\t"
  /ARRANGEMENT=DELIMITED
  /FIRSTCASE=2
  /IMPORTCASE=ALL
  /VARIABLES=
  GRUPO A3
  CON F6.3
  MAO F6.3
  VIV F6.3.
CACHE.
EXECUTE.

SAVE OUTFILE='C:\STR\Projetos\celular\estatistica\FTP.sav'
  /COMPRESSED.
GLM CON MAO VIV BY GRUPO
  /WSFACTOR=cond 3 Polynomial
  /METHOD=SSTYPE(3)
  /EMMEANS=TABLES(OVERALL)
  /EMMEANS=TABLES(GRUPO) COMPARE ADJ(BONFERRONI)
  /EMMEANS=TABLES(cond) COMPARE ADJ(BONFERRONI)
  /EMMEANS=TABLES(GRUPO*cond)
  /PRINT=DESCRIPTIVE ETASQ
  /CRITERIA=ALPHA(.05)
  /WSDSIGN=cond
  /DESIGN=GRUPO.

```

General Linear Model

[DataSet1] C:\STR\Projetos\celular\estatistica\FTP.sav

Within-Subjects Factors

Measure: MEASURE 1

| cond | Dependent Variable |
|------|--------------------|
| 1 | CON |
| 2 | MAO |
| 3 | VIV |

Between-Subjects Factors

| | | N |
|-------|-----|----|
| GRUPO | EXP | 10 |
| | NOV | 10 |

Descriptive Statistics

| GRUPO | | Mean | Std. Deviation | N |
|-------|-------|----------|----------------|----|
| CON | EXP | 84.45630 | 14.495939 | 10 |
| | NOV | 87.25790 | 6.742241 | 10 |
| | Total | 85.85710 | 11.096598 | 20 |
| MAO | EXP | 82.49130 | 8.385060 | 10 |
| | NOV | 76.74310 | 9.952130 | 10 |
| | Total | 79.61720 | 9.429506 | 20 |
| VIV | EXP | 82.07240 | 15.942692 | 10 |
| | NOV | 76.68030 | 11.886872 | 10 |
| | Total | 79.37635 | 13.963445 | 20 |

Multivariate Tests^b

| Effect | | Value | F | Hypothesis df | Error df |
|--------------|--------------------|-------|--------------------|---------------|----------|
| cond | Pillai's Trace | .419 | 6.126 ^a | 2.000 | 17.000 |
| | Wilks' Lambda | .581 | 6.126 ^a | 2.000 | 17.000 |
| | Hotelling's Trace | .721 | 6.126 ^a | 2.000 | 17.000 |
| | Roy's Largest Root | .721 | 6.126 ^a | 2.000 | 17.000 |
| cond * GRUPO | Pillai's Trace | .236 | 2.621 ^a | 2.000 | 17.000 |
| | Wilks' Lambda | .764 | 2.621 ^a | 2.000 | 17.000 |
| | Hotelling's Trace | .308 | 2.621 ^a | 2.000 | 17.000 |
| | Roy's Largest Root | .308 | 2.621 ^a | 2.000 | 17.000 |

a. Exact statistic

b. Design: Intercept + GRUPO
Within Subjects Design: cond

Multivariate Tests^b

| Effect | | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|------|---------------------|
| cond | Pillai's Trace | .010 | .419 |
| | Wilks' Lambda | .010 | .419 |
| | Hotelling's Trace | .010 | .419 |
| | Roy's Largest Root | .010 | .419 |
| cond * GRUPO | Pillai's Trace | .102 | .236 |
| | Wilks' Lambda | .102 | .236 |
| | Hotelling's Trace | .102 | .236 |
| | Roy's Largest Root | .102 | .236 |

b. Design: Intercept + GRUPO
Within Subjects Design: cond

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE 1

| Within Subjects Effect | Mauchly's W | Approx. Chi-Square | df | Sig. |
|------------------------|-------------|--------------------|----|------|
| cond | .973 | .472 | 2 | .790 |

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

b. Design: Intercept + GRUPO
 Within Subjects Design: cond

Mauchly's Test of Sphericity^b

Measure: MEASURE 1

| Within Subjects Effect | Epsilon ^a | | |
|------------------------|----------------------|-------------|-------------|
| | Greenhouse-Geisser | Huynh-Feldt | Lower-bound |
| cond | .973 | 1.000 | .500 |

Tests the null hypothesis that the error covariance matrix of the orthonormalized transformed dependent variables is proportional to an identity matrix.

a. May be used to adjust the degrees of freedom for the averaged tests of significance. Corrected tests are displayed in the Tests of Within-Subjects Effects table.

b. Design: Intercept + GRUPO
 Within Subjects Design: cond

Tests of Within-Subjects Effects

Measure: MEASURE 1

| Source | | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F |
|--------------|---------------------------|-------------------------|----------|-------------|--------------|
| cond | Sphericity Assumed | 539.963 | 2 | 269.982 | 7.343 |
| | Greenhouse-Geisser | 539.963 | 1.947 | 277.371 | 7.343 |
| | Huynh-Feldt | 539.963 | 2.000 | 269.982 | 7.343 |
| | Lower-bound | 539.963 | 1.000 | 539.963 | 7.343 |
| cond * GRUPO | Sphericity Assumed | 233.938 | 2 | 116.969 | 3.181 |
| | Greenhouse-Geisser | 233.938 | 1.947 | 120.170 | 3.181 |
| | Huynh-Feldt | 233.938 | 2.000 | 116.969 | 3.181 |
| | Lower-bound | 233.938 | 1.000 | 233.938 | 3.181 |
| Error(cond) | Sphericity Assumed | 1323.707 | 36 | 36.770 | |
| | Greenhouse-Geisser | 1323.707 | 35.041 | 37.776 | |
| | Huynh-Feldt | 1323.707 | 36.000 | 36.770 | |
| | Lower-bound | 1323.707 | 18.000 | 73.539 | |

Tests of Within-Subjects Effects

Measure:MEASURE_1

| Source | | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|--------------------|------|---------------------|
| cond | Sphericity Assumed | .002 | .290 |
| | Greenhouse-Geisser | .002 | .290 |
| | Huynh-Feldt | .002 | .290 |
| | Lower-bound | .014 | .290 |
| cond * GRUPO | Sphericity Assumed | .053 | .150 |
| | Greenhouse-Geisser | .055 | .150 |
| | Huynh-Feldt | .053 | .150 |
| | Lower-bound | .091 | .150 |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure:MEASURE_1

| Source | cond | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F |
|--------------|-----------|-------------------------|----|-------------|--------|
| cond | Linear | 420.001 | 1 | 420.001 | 11.354 |
| | Quadratic | 119.962 | 1 | 119.962 | 3.282 |
| cond * GRUPO | Linear | 167.842 | 1 | 167.842 | 4.537 |
| | Quadratic | 66.096 | 1 | 66.096 | 1.808 |
| Error(cond) | Linear | 665.834 | 18 | 36.991 | |
| | Quadratic | 657.873 | 18 | 36.549 | |

Tests of Within-Subjects Contrasts

Measure:MEASURE_1

| Source | cond | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------|-----------|------|---------------------|
| cond | Linear | .003 | .387 |
| | Quadratic | .087 | .154 |
| cond * GRUPO | Linear | .047 | .201 |
| | Quadratic | .195 | .091 |

Tests of Between-Subjects Effects

Measure:MEASURE_1
Transformed Variable:Average

| Source | Type III Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|-----------|-------------------------|----|-------------|----------|------|---------------------|
| Intercept | 399678.939 | 1 | 399678.939 | 1187.166 | .000 | .985 |
| GRUPO | 115.890 | 1 | 115.890 | .344 | .565 | .019 |
| Error | 6059.995 | 18 | 336.666 | | | |

Estimated Marginal Means

1. Grand Mean

Measure:MEASURE 1

| Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | Lower Bound | Upper Bound |
| 81.617 | 2.369 | 76.640 | 86.594 |

2. GRUPO

Estimates

Measure:MEASURE 1

| GRUPO | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| EXP | 83.007 | 3.350 | 75.969 | 90.045 |
| NOV | 80.227 | 3.350 | 73.189 | 87.265 |

Pairwise Comparisons

Measure:MEASURE 1

| (I) GRUPO | (J) GRUPO | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|-----------|-----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| EXP | NOV | 2.780 | 4.738 | .565 | -7.174 | 12.733 |
| NOV | EXP | -2.780 | 4.738 | .565 | -12.733 | 7.174 |

Based on estimated marginal means

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Univariate Tests

Measure:MEASURE 1

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. | Partial Eta Squared |
|----------|----------------|----|-------------|------|------|---------------------|
| Contrast | 38.630 | 1 | 38.630 | .344 | .565 | .019 |
| Error | 2019.998 | 18 | 112.222 | | | |

The F tests the effect of GRUPO. This test is based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

3. cond

Estimates

Measure:MEASURE 1

| cond | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 85.857 | 2.528 | 80.546 | 91.168 |
| 2 | 79.617 | 2.058 | 75.294 | 83.940 |
| 3 | 79.376 | 3.144 | 72.770 | 85.982 |

Pairwise Comparisons

Measure: MEASURE_1

| (I) cond | (J) cond | Mean Difference (I-J) | Std. Error | Sig. ^a | 95% Confidence Interval for Difference ^a | |
|----------|----------|-----------------------|------------|-------------------|---|-------------|
| | | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| 1 | 2 | 6.240* | 2.048 | .021 | .836 | 11.644 |
| | 3 | 6.481* | 1.923 | .010 | 1.405 | 11.557 |
| 2 | 1 | -6.240* | 2.048 | .021 | -11.644 | -.836 |
| | 3 | .241 | 1.772 | 1.000 | -4.435 | 4.917 |
| 3 | 1 | -6.481* | 1.923 | .010 | -11.557 | -1.405 |
| | 2 | -.241 | 1.772 | 1.000 | -4.917 | 4.435 |

Based on estimated marginal means

*. The mean difference is significant at the .05 level.

a. Adjustment for multiple comparisons: Bonferroni.

Multivariate Tests

| | Value | F | Hypothesis df | Error df | Sig. | Partial Eta Squared |
|--------------------|-------|--------------------|---------------|----------|------|---------------------|
| Pillai's trace | .419 | 6.126 ^a | 2.000 | 17.000 | .010 | .419 |
| Wilks' lambda | .581 | 6.126 ^a | 2.000 | 17.000 | .010 | .419 |
| Hotelling's trace | .721 | 6.126 ^a | 2.000 | 17.000 | .010 | .419 |
| Roy's largest root | .721 | 6.126 ^a | 2.000 | 17.000 | .010 | .419 |

Each F tests the multivariate effect of cond. These tests are based on the linearly independent pairwise comparisons among the estimated marginal means.

a. Exact statistic

4. GRUPO * cond

Measure: MEASURE_1

| GRUPO | cond | Mean | Std. Error | 95% Confidence Interval | |
|-------|------|--------|------------|-------------------------|-------------|
| | | | | Lower Bound | Upper Bound |
| EXP | 1 | 84.456 | 3.575 | 76.946 | 91.967 |
| | 2 | 82.491 | 2.910 | 76.378 | 88.605 |
| | 3 | 82.072 | 4.447 | 72.730 | 91.415 |
| NOV | 1 | 87.258 | 3.575 | 79.747 | 94.768 |
| | 2 | 76.743 | 2.910 | 70.630 | 82.857 |
| | 3 | 76.680 | 4.447 | 67.338 | 86.023 |