

## **Análise do uso do telefone celular ao volante com base em Estudo Naturalístico de Direção**

**Resumo:** O uso do telefone celular ao volante tem se destacado como fator de risco para a ocorrência de sinistros de trânsito. Pouco ainda se conhece sobre as características de uso do telefone celular como atividade secundária à condução no cenário brasileiro. O objetivo geral deste trabalho foi produzir e analisar, a partir de uma base de dados naturalísticos, indicadores de desempenho da segurança viária relacionados ao uso do telefone celular ao volante. A metodologia consistiu em um estudo observacional com a análise de 299,08 horas de vídeos obtidos a partir do monitoramento da atividade real de condução de 32 condutores que percorreram mais de 8 mil quilômetros em Curitiba e Região Metropolitana. Os tipos de uso do telefone celular foram classificados segundo as categorias “digitando”, “ligando/mensagem de voz”, “segurando”, “utilizando no suporte”, “verificando/navegando” e “outros”. O uso mais comum foi para verificar/navegar (44,96% da quantidade de usos). A frequência média de uso foi de 8,71 usos/h e a duração de 55,34 segundos por uso. Em média, os condutores reduziram a velocidade em 6,32 km/h após o início do uso, enquanto aumentaram a velocidade em 5,11 km/h após a conclusão do uso do telefone celular. Verificar/navegar foi o tipo de uso com maior adaptação de velocidade, apresentando uma redução média de 7,39 km/h ao iniciar o uso e um aumento médio de 3,55 km/h ao fim do uso. Como conclusão, tem-se que a adaptação da velocidade para o uso do telefone celular foi relacionada à complexidade da atividade, conforme os níveis de demanda manual, visual e cognitiva exigidos. No entanto, o acréscimo de risco devido à realização de ligação ou envio de mensagem de voz não foi percebido pelos condutores, evidenciando a necessidade de medidas mais efetivas para reduzir o engajamento em tarefas secundárias relacionadas ao uso do telefone celular.

**Palavras-chave:** distração ao volante; adaptação de velocidade; compensação do risco.

**Abstract:** *The use of mobile phones while driving has been highlighted as a risk factor for the occurrence of traffic accidents. Little is known about the characteristics of mobile phone use as a secondary task to driving in the Brazilian scenario. The general objective of this work was to produce and analyze, from a naturalistic database, road safety performance indicators related to the use of mobile phones while driving. The methodology consisted of an observational study with the analysis of 299.08 hours of videos obtained from the monitoring of the real driving task of 32 drivers who traveled more than 8 thousand kilometers in Curitiba and the Metropolitan Region. The types of mobile phone use were classified according to the categories “typing”, “calling/voice message”, “holding”, “using on holder”, “checking/browsing” and “others”. The most common use was to checking/browsing (44.96% of the number of uses). The average frequency of use was 8.71 uses/h and the duration was 55.34 seconds per use. On average, drivers reduced speed by 6.32 km/h after starting the use, while increased speed by 5.11 km/h after completing mobile phone use. Checking/browsing was the type of use with the highest speed adaptation, showing an average reduction of 7.39 km/h at the beginning of use and an average increase of 3.55 km/h at the end of use. In conclusion, the speed adaptation for mobile phone use was related to the complexity of the activity, according to the required levels of manual, visual and cognitive demands. However, the increased risk due to making a call or sending a voice message was not perceived by drivers, evidencing the need for more effective measures to reduce engagement in secondary tasks related to mobile phone use.*

**Keywords:** *driver distraction; speed adaptation; road safety; risk compensation.*

## 1 Introdução

A utilização do telefone celular ao volante impacta diretamente nas ações do condutor, assim como no desempenho da sua tarefa de condução (ATWOOD *et al.*, 2018; BACKER-GRØNDAHL e SAGBERG, 2011; BASTOS *et al.*, 2020; CHRISTOPH *et al.*, 2019; MORGENSTERN *et al.*, 2020; OVIEDO-TRESPALACIOS *et al.*, 2018; PHUKSUKSAKUL *et al.*, 2021; SCHNEIDEREIT *et al.*, 2017; WIJAYARATNA *et al.*, 2019; YOUNG e LENNÉ, 2010). Este tipo de tarefa secundária pode levar ao desvio de atenção e à distração manual-visual, de modo que o desempenho é afetado pela alternância repetitiva de foco, pela limitação física do manuseio do dispositivo e pela movimentação do campo visual para dentro do veículo (ATWOOD *et al.*, 2018). Atualmente, o uso do telefone celular (*MPU*) ao volante é considerado uma das distrações mais perigosas no trânsito (YOUNG e LENNÉ, 2010).

Christoph *et al.* (2019) observaram que antes de se iniciar um evento de *MPU* a maioria dos condutores já se encontra em alguma subtarefa relacionada ao dispositivo. A conclusão dos autores é que o ato de segurar o telefone celular por um longo período de tempo pode indicar que o condutor aguarda o “momento apropriado” para sua utilização. O engajamento do condutor no uso do telefone celular varia de acordo com a ocasião e o ambiente. Em determinadas situações de maior complexidade, condutores tendem a evitar atividades secundárias, mantendo maior contato visual com o ambiente de condução (ISMAEEL *et al.*, 2020). Esta precaução é influenciada também pela presença de veículos a frente, pela aproximação de veículos no sentido oposto, pela velocidade (TIVESTEN e DOZZA, 2014) e pela presença de passageiros (BASTOS *et al.*, 2021). É natural também que se observe uma maior utilização do telefone celular em situações de velocidades reduzidas e veículo parado no sinal vermelho (MORGENSTERN *et al.*, 2020).

O Estudo Naturalístico de Direção é um tipo de estudo observacional que se baseia na análise de dados obtidos por veículos instrumentados em uma situação real de tráfego, como parte do contexto da vida cotidiana dos condutores (SIMMONS *et al.*, 2016). Ao analisar dados naturalísticos do *Second Strategic Highway Research Program Naturalistic Driving Study (SHRP 2 NDS)*, Schneidereit *et al.* (2017) verificaram, em uma fração selecionada do banco de dados, 192 eventos de *MPU* relacionados à digitação, com uma média de duração de 180 segundos. Com a mesma base de dados, Atwood *et al.* (2018) obtiveram uma frequência média de 1,6 mensagens de texto e 1,2 ligações por hora dirigida. A pesquisa aponta que, de maneira geral, o risco de sinistros de trânsito aumenta em 6,46% a cada mensagem de texto enviada por hora de tráfego.

Distrações cognitivas podem ocasionar variação de assimilação das informações obtidas pela visão periférica, ou seja, as informações estão em seu campo de visão, mas não necessariamente são absorvidas pelo condutor (SAIFUZZAMAN *et al.*, 2015). Um dos ajustes mais comuns dos condutores é a redução da velocidade, a fim de compensar a demanda cognitiva adicional (TÖRNROS e BOLLING, 2005; KREUSSLEIN *et al.*, 2020). Wijayaratna *et al.* (2019) sugerem, através de um estudo naturalístico, uma redução de 2 a 5% na velocidade durante o uso manual-visual de telefone celular; enquanto usos relativos a engajamento vocal (ligação ou mensagens de áudio) não causam variações na velocidade.

Reforçando a ideia de adaptação do risco, a partir de um estudo naturalístico, Morgenstern *et al.* (2020) compararam as velocidades instantâneas 10 segundos antes ( $I_1$ ) e 10 segundos depois ( $I_2$ ) do início dos eventos de digitação de mensagens ( $\Delta_I = I_2 - I_1$ ), assim como as velocidades instantâneas 10 segundos antes ( $C_1$ ) e 10 segundos depois ( $C_2$ ) da conclusão dos eventos ( $\Delta_C = C_2 - C_1$ ). Para os intervalos analisados no início dos eventos, os condutores reduziram em média 2,12 km/h, enquanto para os intervalos de conclusão dos eventos, os condutores aumentaram em média 2,14 km/h.

Baseado nisso, o objetivo geral deste trabalho foi produzir e analisar, a partir de uma base de dados naturalísticos brasileira, indicadores de desempenho da segurança viária relacionados ao uso do telefone celular ao volante. Os objetivos específicos deste trabalho incluíram: classificar o uso do telefone celular; levantar a porcentagem de tempo de viagem desenvolvendo atividades secundárias de uso do telefone celular (%); levantar a velocidade média durante o uso do telefone celular (km/h); levantar a frequência de usos (usos/h); levantar o tempo médio de uso (s); verificar se a velocidade praticada diminui para a utilização do telefone celular ao volante (como forma de compensação de risco).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Estudo Naturalísticos de Direção Brasileiro

O estudo naturalístico de direção desenvolvido neste trabalho foi projetado conforme o princípio do “protótipo mínimo viável”, com instrumentação dos veículos particulares dos condutores. Foram utilizados para a coleta de dados: *notebook*, inversor de voltagem, dispositivo GPS (*Global Positioning System*) e três câmeras, uma interna e duas externas. Foram coletados imagens e dados de posicionamento e velocidade a cada segundo de viagem, sem gravação de áudio, buscando proporcionar certo nível de privacidade ao condutor.

No total, 32 condutores foram recrutados, somando 924 viagens. As viagens e os estudos foram realizados na região metropolitana de Curitiba, Paraná, Brasil. A primeira viagem de

cada condutor foi descartada a fim de fornecer um período de ambientação aos procedimentos do sistema de monitoramento e apenas tempos válidos foram utilizados para desenvolvimento deste estudo.

## **2.2 Análise de uso do telefone celular (*mobile phone use – mpu*)**

A análise de vídeos da câmera interna do veículo permitiu a identificação de uso do telefone celular ao volante. Os eventos de *MPU* foram classificados em 6 categorias:

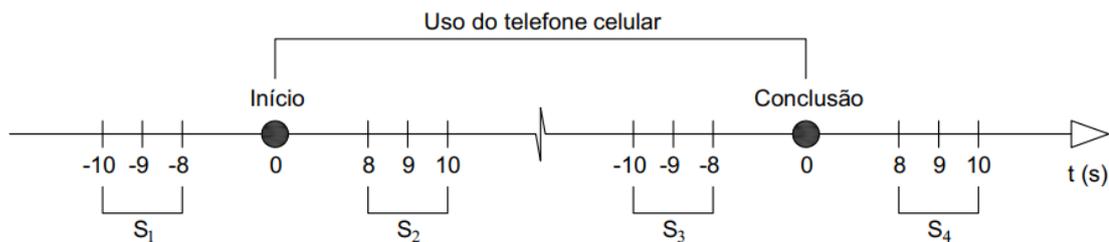
- a) **Digitando:** inicia-se quando o condutor move as mãos em direção ao celular, em seguida toca a tela com uma ou ambas as mãos diversas vezes consecutivas, terminando quando o condutor solta o dispositivo e retoma contato visual com a via ou inicia outra atividade secundária;
- b) **Ligando/mensagem de voz:** inicia-se quando o condutor move as mãos em direção ao celular, em seguida o utiliza para realizar ligações ou ouvir/ enviar mensagem de áudio em aplicativos, terminando quando o condutor solta o dispositivo e retoma contato visual com a via ou inicia outra atividade secundária;
- c) **Segurando:** inicia-se quando o condutor move as mãos em direção ao celular, em seguida o mantém em mãos sem visualizar ou utilizar o dispositivo, terminando quando o condutor solta o dispositivo e retoma contato visual com a via ou inicia outra atividade secundária;
- d) **Utilizando no suporte:** inicia-se quando o condutor move as mãos em direção ao celular, em seguida o utiliza enquanto segurado por um suporte fixado no painel do veículo, terminando quando o condutor finaliza o contato manual ao dispositivo e retoma contato visual com a via ou inicia outra atividade secundária;
- e) **Verificando/navegando:** inicia-se quando o condutor move as mãos em direção ao celular, em seguida toca a tela do celular e mantém contato visual e/ou manual com o aparelho para visualização de conteúdo, terminando quando o condutor solta o dispositivo e retoma contato visual com a via ou inicia outra atividade secundária;
- f) **Outro:** inicia-se quando o condutor move as mãos em direção ao celular, em seguida o utiliza para quaisquer propósitos além dos descritos acima, como tirar uma foto ou utilizar a lanterna do aparelho, terminando quando o condutor solta o dispositivo e retoma contato visual com a via ou inicia outra atividade secundária.

Por meio da codificação manual dos comportamentos identificados nos vídeos, foram identificados 3.620 eventos de *MPU*. Estes eventos geraram 6 indicadores para análise: tempo médio de uso do telefone celular (geral e por categoria) (s); porcentagem de viagens usando o telefone celular (%); porcentagem de tempo usando o telefone celular (geral e por categoria)

(%); frequência de eventos de *MPU* (usos/h); velocidade instantânea média durante o uso do telefone celular (geral e por categoria) (km/h); variação da velocidade instantânea média por categoria de *MPU* comparando à linha de base (sem uso do telefone celular) (km/h).

Para analisar adaptações de velocidade como forma de compensação de risco, foram consideradas quatro velocidades médias para cada evento: velocidade média entre 8 e 10 segundos antes do início do *MPU* ( $S_1$ ); velocidade média entre 8 e 10 segundos depois do início do *MPU* ( $S_2$ ); velocidade média entre 8 e 10 segundos antes da conclusão do *MPU* ( $S_3$ ); velocidade média entre 8 e 10 segundos depois da conclusão do *MPU* ( $S_4$ ). As velocidades  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  e  $S_4$  são dispostas na linha do tempo (segundos) conforme Figura 1:

Figura 1 – Velocidades para análise de adaptação



O estudo para verificação da ocorrência da adaptação da velocidade consistiu na comparação entre as velocidades  $S_1$  e  $S_2$  e entre as velocidades  $S_3$  e  $S_4$  para cada evento de uso do telefone celular. Foram excluídos desta análise quaisquer *MPU* com duração inferior a 20 segundos. Em casos onde o intervalo entre o término de um evento e o início de outro é menor que 10 segundos, ocorre a interferência do evento anterior ao  $S_1$  do evento seguinte, portanto o evento seguinte de cada situação foi descartado a fim de eliminar velocidades  $S_1$  que contém qualquer uso do telefone celular. A partir destes filtros, dos 3.620 eventos de *MPU* identificados no estudo, restaram 1.104 eventos para análise da adaptação de velocidade como estratégia de compensação de risco.

Para validação estatística dos dados comparativos, primeiramente, os dados foram caracterizados de acordo com sua distribuição, em distribuição normal ou distribuição não normal, através do Teste de Normalidade de Anderson-Darling. Nenhum dos conjuntos de dados seguia a distribuição normal, portanto utilizou-se o teste estatístico não paramétrico de comparação de Mann-Whitney para duas populações e o teste não paramétrico de comparação de Medianas de Mood para mais de duas populações, com objetivo de validação estatística das conclusões obtidas pela análise comparativa de dados.

### 3 Resultados

#### 3.1 Categorização dos usos de telefone celular

Ao todo, foram contabilizadas 25,35 horas de uso do telefone celular ao volante, representando 8,61% do tempo válido total. No entanto, quando discretizados por viagem, os condutores apresentaram uma média de 7,31% de tempo de uso do telefone celular por viagem, ou seja, a cada aproximadamente 14 minutos de viagem, foi registrado 1 minuto de atividade secundária relacionada ao uso do telefone celular. Verificar/navegar foi o mais comum (839 usos e duração total de 18.799 segundos), seguido por uso no suporte (695 usos e duração total de 17.149 segundos). A distribuição dos usos, assim como o tempo de duração total para cada tipo de *MPU*, estão detalhados conforme Tabela 1:

Tabela 1 – Quantidade de usos do telefone celular e tempo de duração por categoria.

| <b>Tipo de uso</b>      | <b>Quantidade de usos</b> | <b>Porcentagem de uso (%)</b> | <b>Tempo total de uso (s)</b> | <b>Tempo de uso (%)</b> |
|-------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------|
| Ligando/mensagem de voz | 41                        | 2,20%                         | 7.655                         | 13,72%                  |
| Segurando               | 183                       | 9,81%                         | 7.406                         | 13,27%                  |
| Verificando/navegando   | 839                       | 44,96%                        | 18.799                        | 33,69%                  |
| Usando no suporte       | 695                       | 37,25%                        | 17.149                        | 30,73%                  |
| Digitando               | 95                        | 5,09%                         | 4.332                         | 7,76%                   |
| Outros                  | 13                        | 0,70%                         | 459                           | 0,82%                   |
| <b>TOTAL</b>            | <b>1.866</b>              | <b>100,00%</b>                | <b>55.800</b>                 | <b>100,00%</b>          |

#### 3.2 Duração e frequência dos usos de telefone celular

Analisando todas as viagens válidas realizadas durante a pesquisa, os eventos de *MPU* resultaram em uma frequência média de 8,71 usos/h, ou seja, o condutor tende a realizar um evento de *MPU* a cada, aproximadamente, 7 minutos de viagem. Considerando apenas viagens onde foram registrados usos de telefone celular, o condutor investiu, em média, 56,34 segundos para cada uso. Por tipo de uso, a categoria ligação/mensagem de texto foi mais expressiva, atingindo 3,11 minutos (186,71 segundos) de duração por uso.

A duração de quase um minuto inteiro de atividade secundária por evento de *MPU* também pode ser um alerta para a segurança viária, já que uma velocidade média de 17,06km/h (velocidade média geral identificada entre eventos de *MPU* independente da categoria de uso do telefone celular), durante 56,34 segundos, representa 266,99 metros percorridos alternando foco entre a direção e telefone celular.

### 3.3 Velocidades médias e variação da velocidade para uso do telefone celular

As velocidades médias variam para cada tipo de uso do telefone celular, de acordo com a complexidade da atividade, dependendo também das condições de tráfego na qual o condutor se encontra ao realizar a atividade, e estão descritas na Tabela 2:

Tabela 2 – Velocidades médias e variação de velocidade para cada tipo de MPU.

| <b>Tipo de uso</b>               | <b>Velocidade média (km/h)</b> | <b>Variação média de velocidade (km/h)</b> | <b>Variação da velocidade média (%)</b> |
|----------------------------------|--------------------------------|--|---|
| Ligando/mensagem de voz (n = 60) | 21,04                          | -5,31                                      | -20,45%                                 |
| Segurando (n = 134)              | 18,06                          | -8,47                                      | -32,60%                                 |
| Verificando/navegando (n = 279)  | 14,99                          | -11,00                                     | -42,34%                                 |
| Usando no suporte (n = 154)      | 21,58                          | -4,34                                      | -16,71%                                 |
| Digitando (n = 93)               | 10,25                          | -13,27                                     | -51,10%                                 |
| Outros (n = 16)                  | 13,23                          | -7,99                                      | -30,75%                                 |
| Sem MPU                          | 25,97                          | -  | -                                       |

Durante eventos de MPU relacionados a verificar/navegar e digitar, condutores tenderam a reduzir a velocidade média de forma mais expressiva (redução de 32,34% e 51,10%, respectivamente). Em termos de valores absolutos para velocidades médias, digitar foi o tipo de uso com menor média (10,25km/h), o que pode indicar uma demanda cognitiva, visual e manual mais significativa para a execução dessa atividade secundária; verificar/navegar também exige as mesmas demandas, resultando em velocidades médias relativamente baixas (14,99km/h). Ligação/mensagem de voz, que possui baixa ou nenhuma demanda visual ou perda de contato visual com a via de tráfego, e uso no suporte, que possui baixa demanda manual, atingiram médias que superam 20km/h.

A análise estatística por meio do teste não paramétrico de comparação de Medianas de Mood –  $\chi^2(6, N = 736) = 49,66, p \leq 0,001$  – indicou que (considerando o nível de confiança de 95%): (i) a velocidade praticada durante o uso do telefone celular para escrever mensagem de texto foi estatisticamente menor que a velocidade praticada durante o uso do telefone celular para realizar ligações e envios de mensagens de voz, para verificar/navegar, segurar e usar no suporte; e (ii) a velocidade praticada durante o uso do telefone celular para verificar/navegar foi estatisticamente menor que a velocidade praticada durante o uso do telefone celular no suporte.

### 3.4 Adaptação de velocidade como forma de compensação de risco

Para a análise da possível adaptação da velocidade como forma de compensar o aumento de demanda cognitiva, visual e manual associada ao uso do telefone celular, foram analisados

1.104 eventos de *MPU*. As velocidades médias avaliadas, assim como a variação das velocidades entre  $S_1$  e  $S_2$  e entre  $S_3$  e  $S_4$ , estão detalhadas na Tabela 3:

Tabela 3 – Velocidades médias antes e depois do início e da conclusão de um evento de *MPU*.

| Tipo de uso             | $S_1$<br>(km/h) | $S_2$<br>(km/h) | $S_3$<br>(km/h) | $S_4$ (km/h) | $S_2 - S_1$<br>(km/h) | $S_4 - S_3$<br>(km/h) |
|-------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------|-----------------------|-----------------------|
| Ligando/mensagem de voz | 20,63           | 21,52           | 22,02           | 22,92        | + 0,88                | + 0,90                |
| Segurando               | 22,53           | 16,58           | 13,21           | 17,01        | - 5,95                | + 3,80                |
| Verificando/navegando   | 21,18           | 13,79           | 10,27           | 13,82        | - 7,39                | + 3,55                |
| Usando no suporte       | 22,75           | 17,80           | 14,93           | 18,01        | - 4,96                | + 3,08                |
| Digitando               | 17,16           | 7,22            | 9,40            | 12,85        | - 9,94                | + 3,45                |
| Outros                  | 16,75           | 3,19            | 6,91            | 21,92        | - 13,56               | +15,02                |
| MÉDIA GERAL             | 20,62           | 14,29           | 14,23           | 19,33        | - 6,32                | + 5,11                |

Os usos verificando/navegando e digitando, atividades que causam perda de contato visual com o ambiente de tráfego, apresentaram maiores reduções nas médias de velocidades (-7,39km/h e -9,94km/h, respectivamente) durante o processo de início do evento de *MPU* ( $S_2-S_1$ ). Isso pode indicar uma maior adaptação às condições de risco que estas atividades secundárias podem proporcionar. Dependendo dos usos realizados e categorizados em outros, também pode exigir desvio da visão e demanda cognitiva, o que justificaria a alta redução de velocidade entre  $S_1$  e  $S_2$  (-13,56km/h).

A realização de ligações e envios de mensagens de voz (*calling/voice message*) não apresentou uma redução de velocidade ao se iniciar a atividade ou um aumento de velocidade expressivos ao concluir a atividade, o que leva à interpretação de que este tipo de *MPU* não interferiu na decisão do condutor de adaptar a velocidade como forma de compensação de risco. Verificar/navegar, usar no suporte, segurar e digitar apresentaram aumentos similares (aproximadamente 3km/h) ao se concluir a atividade secundária ( $S_4-S_3$ ), quando os condutores tenderam a retornar gradativamente às velocidades em suas linhas de base (quando não utilizam o telefone celular).

De maneira geral, a redução de velocidade entre  $S_1$  e  $S_2$  foi, em média, de 6,32km/h, e o aumento de velocidade entre  $S_3$  e  $S_4$  foi, em média, de 5,11km/h. Com exceção à modalidade ligação/mensagem de voz, os condutores tenderam a reduzir a velocidade no processo de iniciar o evento de *MPU* e aumentar a velocidade no processo de conclusão do evento de *MPU*, o que pode caracterizar uma adaptação de velocidade com objetivo de compensação de riscos adicionais gerados pela atividade secundária. A estatística descritiva dos valores para as velocidades  $S_1$ ,  $S_2$ ,  $S_3$  e  $S_4$  encontra-se detalhada na Tabela 4:

Tabela 4 – Estatística descritiva das velocidades S<sub>1</sub>, S<sub>2</sub>, S<sub>3</sub> e S<sub>4</sub>.

| Tipo de uso    | Média | Desvio padrão | Mínimo | Q1   | Mediana | Q3    | Máximo |
|----------------|-------|---------------|--------|------|---------|-------|--------|
| S <sub>1</sub> | 22,09 | 21,01         | 0,00   | 1,03 | 19,61   | 36,46 | 137,60 |
| S <sub>2</sub> | 16,89 | 20,13         | 0,00   | 0,14 | 8,11    | 30,93 | 142,59 |
| S <sub>3</sub> | 16,61 | 20,52         | 0,00   | 0,15 | 5,50    | 31,05 | 126,49 |
| S <sub>4</sub> | 21,08 | 20,85         | 0,00   | 0,43 | 18,24   | 35,52 | 125,85 |

Além da comparação simples de valores médios, as amostras também apresentam características que podem ser relacionadas à redução de velocidade durante os eventos de MPU. Foram pontualmente registradas velocidades acima de 100 km/h durante o processo de início e conclusão dos usos de telefone celular, porém não suficientemente recorrentes para caracterizar padrões de comportamento. As máximas atingiram velocidades entre 125 km/h e 142 km/h.

A análise estatística por meio do teste não paramétrico de comparação de Medianas de Mann-Whitney –  $W(N = 1.104) = 1323440,0$ ,  $p \leq 0,001$  – para todos os tipos de uso agregados indicou que os valores de S<sub>1</sub> foram estatisticamente maiores que os valores de S<sub>2</sub> considerando o nível de confiança de 95%. Este resultado demonstra que os condutores compensaram o incremento de risco associado ao engajamento na tarefa secundária do uso do telefone celular com a redução da velocidade praticada, ou ainda, que aguardaram situações de menor velocidade para iniciarem o uso.

Complementarmente, ainda para todos os tipos de uso agregados, a análise estatística por meio do teste não paramétrico de comparação de Medianas de Mann-Whitney –  $W(N = 1.104) = 1126785,5$ ,  $p \leq 0,001$  – indicou que os valores de S<sub>3</sub> foram estatisticamente inferiores aos valores de S<sub>4</sub> considerando o nível de confiança de 95%. Este resultado demonstrou que, finalizado o uso do telefone celular, os condutores voltam a praticar velocidades mais elevadas, ou ainda, que mantêm a utilização do telefone celular até que a velocidade aumente novamente.

Por tipos de uso agregados, os resultados da aplicação do teste não paramétrico de comparação de Medianas de Mann-Whitney, considerando o nível de confiança de 95%, podem ser observados conforme TABELA 6. Os resultados indicaram que: (i) para ligação/mensagem de voz, os valores de S<sub>1</sub> não foram estatisticamente maiores que os valores de S<sub>2</sub>, e os valores de S<sub>3</sub> não foram estatisticamente menores que os valores de S<sub>4</sub>; (ii) para segurar, S<sub>1</sub> foi estatisticamente maior que S<sub>2</sub>, porém S<sub>3</sub> não foi estatisticamente menor que S<sub>4</sub>; (iii) já para verificar/navegar e usar no suporte, S<sub>1</sub> foi estatisticamente maior que S<sub>2</sub>, e S<sub>3</sub> foi

estatisticamente menor que  $S_4$ ; e (iv) para digitar,  $S_1$  foi estatisticamente maior que  $S_2$ , porém  $S_3$  não foi estatisticamente menor que  $S_4$ .

Tabela 6 – Resultados do teste não paramétrico de Mann-Whitney por categoria

| Tipo de uso             | Hipótese    | N   | W(N)     | p-valor      | $\alpha$ | Estatisticamente significativo |
|-------------------------|-------------|-----|----------|--------------|----------|--------------------------------|
| Ligação/mensagem de voz | $S_1 > S_2$ | 37  | 1361,0   | -            | 0,05     | Não                            |
| Ligação/mensagem de voz | $S_3 < S_4$ | 37  | 1379,0   | 0,4655       | 0,05     | Não                            |
| Segurando               | $S_1 > S_2$ | 63  | 4406,0   | 0,0241       | 0,05     | Sim                            |
| Segurando               | $S_3 < S_4$ | 63  | 3668,5   | 0,0529       | 0,05     | Não                            |
| Verificando/navegando   | $S_1 > S_2$ | 337 | 128230,0 | $\leq 0,001$ | 0,05     | Sim                            |
| Verificando/navegando   | $S_3 < S_4$ | 337 | 102631,0 | $\leq 0,001$ | 0,05     | Sim                            |
| Uso no suporte          | $S_1 > S_2$ | 142 | 21760,0  | 0,0138       | 0,05     | Sim                            |
| Uso no suporte          | $S_3 < S_4$ | 142 | 18779,5  | 0,0178       | 0,05     | Sim                            |
| Digitando               | $S_1 > S_2$ | 60  | 4444,0   | $\leq 0,001$ | 0,05     | Sim                            |
| Digitando               | $S_3 < S_4$ | 60  | 3391,5   | 0,1058       | 0,05     | Não                            |

#### 4 Conclusões

O Estudo Naturalístico de Direção Brasileiro (*NDS-BR*) forneceu indicadores através da análise de dados gerados por 32 condutores e 299,08 horas válidas de direção, para as quais foi possível identificar características de comportamento dos condutores diante de situações de uso do telefone celular (*MPU*). O uso do telefone celular para verificar/navegar foi a categoria com maior tempo e quantidade de usos, seguido do uso no suporte. Já ligação/mensagem de voz foi a categoria que atingiu a maior duração por uso, o que indica, juntamente aos dados de adaptação de velocidade, que este uso não foi associado a um nível de percepção de risco por parte dos condutores capaz de fazê-los reduzir a velocidade. Quando comparado a resultados obtidos em estudos internacionais, a duração média das ligações/mensagens de voz realizada neste trabalho foi maior, porém dos envios de mensagens de texto foi menor.

A comparação de velocidades durante os processos de início e conclusão das atividades secundárias proporcionou o cálculo de indicadores que demonstraram, de maneira geral, adaptações de velocidade como forma de compensação de riscos gerados pelo engajamento em atividades secundárias de uso do telefone celular. Por meio de testes estatísticos com nível de confiança de 95%, verificou-se que houve uma redução da velocidade praticada para iniciar uma atividade secundária de uso do telefone celular, ou ainda, a espera por situações de velocidade mais baixa para iniciar o uso. Da mesma forma, durante a conclusão o uso do

dispositivo, os condutores tenderam retomar velocidades mais elevadas, ou ainda, mantiveram a utilização do telefone celular até que a velocidade aumentasse novamente.

As velocidades praticadas pelos condutores durante cada tipo de uso do telefone celular podem ser relacionadas à complexidade da atividade secundária, conforme os níveis de demanda manual, visual e cognitiva. A realização de ligação/envio de mensagem de voz não produziu variação estatisticamente significativa, informação que levanta um alerta importante, visto que os condutores podem não se sentir vulneráveis ao risco desta atividade, evidenciado a necessidade de medidas mais efetivas para a promoção de comportamentos seguros no trânsito. Já as categorias verificar/navegar e usar no suporte produziram resultados estatisticamente significativos de redução de velocidade ao iniciar e aumento de velocidade ao concluir o uso, caracterizando uma adaptação como forma de compensação de risco.

Os resultados obtidos a respeito do uso do telefone celular para realizar ligações/mensagens de voz e a adaptação da velocidade concordaram com resultados de estudos internacionais, nos quais as diferenças entre as velocidades avaliadas na análise de compensação de risco não foram estatisticamente significativas, portanto, não existindo adaptações de velocidade para o caso de ligações/mensagens de voz.

Ainda que, neste presente trabalho, tenham sido verificados 3.620 usos do telefone celular, participaram desta pesquisa apenas 32 condutores, uma amostra relativamente reduzida. A principal recomendação seria o aumento da quantidade de condutores, a fim de ter resultados mais representativos, além de buscar abranger condutores de outras cidades do Brasil, para que os resultados possam ser extrapolados a nível nacional e, eventualmente, possam representar o comportamento do condutor brasileiro. Por meio do aumento da amostra, seria possível analisar, por exemplo, indicadores categorizados por gênero, idade e/ou tempo de habilitação ativa e caracterizar a frequência de uso do telefone celular por hora do dia e/ou dia da semana.

## Referências

- ATWOOD, J., GUO, F., FITCH, G., DINGUS, T. A. **The driver-level crash risk associated with daily cellphone use and cellphone use while driving.** Accident Analysis and Prevention, United States, 119, p. (149-154), 10, 2018.
- BACKER-GRØNDAHL, A., SAGBERG, F.. **Driving and telephoning: Relative accident risk when using hand-held and hands-free mobile phones.** Safety Science, Norway, 49, 2, p. (324-330), 2, 2011.
- BASTOS, J. T., SANTOS, P. A. B., AMANCIO, E. C., GADDA, T. M. C., RAMALHO, J. A., KING, M. J., OVIEDO-TRESPALACIOS, O. **Naturalistic driving study in Brazil: An analysis of mobile phone use behavior while driving.**

- BASTOS, J. T., SANTOS, P. A. B., AMANCIO, E. C., GADDA, T. M. C., RAMALHO, J. A., KING, M. J., OVIEDO-TRESPALACIOS, O. **Is organized carpooling safer? Speeding and distracted driving behaviors from a naturalistic driving study in Brazil.** Accident Analysis and Prevention, Brazil, 152, p. (105992), 3, 2021.
- CHRISTOPH, M., WESSELING, S., VAN NES, N.. **Self-regulation of drivers' mobile phone use: The influence of driving context.** Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Netherlands, 66, p. (262-272), 10, 2019.
- DOZZA, M., FLANNAGAN, C. A. C., SAYER, J. R. **Real-world effects of using a phone while driving on lateral and longitudinal control of vehicles.** Journal of Safety Research, Sweden, 55, p. (81-87), 12, 2015.
- ISMAEEL, R., HIBBERD, D., CARSTEN, O., JAMSON, S. **Do drivers self-regulate their engagement in secondary tasks at intersections? An examination based on naturalistic driving data.** Accident Analysis and Prevention, United Kingdom, 137, p. (105464), 3, 2020.
- KREUSSLEIN, M., MORGENSTERN, T., PETZOLDT, T., KEINATH, A., KREMS, Josef F. **Characterising mobile phone calls while driving on limited-access roads based on SHRP 2 naturalistic driving data.** Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Germany, 70, p. (208-222), 4, 2020.
- MORGENSTERN, T., SCHOTT, L., KREMS, J. F. **Do drivers reduce their speed when texting on highways? A replication study using European naturalistic driving data.** Safety Science, Germany, 128, p. (104740), 3, 2020.
- OVIEDO-TRESPALACIOS, O., HAQUE, M., KING, M., DEMMEL, S. **Driving behaviour while self-regulating mobile phone interactions: A human-machine system approach.** Accident Analysis and Prevention, Australia, 118, p. (253-262), 9, 2018.
- PHUKSUKSAKUL, N., KANITPONG, K., CHANTRANUWATHANA, S. **Factors affecting behavior of mobile phone use while driving and effect of mobile phone use on driving performance.** Accident Analysis and Prevention, Thailand, 151, p. (105945), 3, 2021.
- SAIFUZZAMAN, M., HAQUE, M., ZHENG, Z., WASHINGTON, S. **Impact of mobile phone use on car-following behaviour of young drivers.** Accident Analysis and Prevention, Australia, 82, p. (10-19), 9, 2015.
- SCHNEIDERIT, T., PETZOLDT, T., KEINATH, A., KREMS, J. F. **Using SHRP 2 naturalistic driving data to assess drivers' speed choice while being engaged in different secondary tasks.** Journal of Safety Research, Germany, 62, p. (33-42), 9, 2017.
- SIMMONS, S. M., HICKS, A., CAIRD, J. K. **Safety-critical event risk associated with cell phone tasks as measured in naturalistic driving studies: A systematic review and meta-analysis.**
- TIVESTEN, E., DOZZA, M. **Driving context and visual-manual phone tasks influence glance behavior in naturalistic driving.** Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour, Sweden, 26, PA, p. (258-272), 9, 2014.
- TÖRNOS, J. E. B., BOLLING, A. K. **Mobile phone use – effects of handheld and handsfree phones on driving performance.** Accident Analysis and Prevention, Sweden, 37, 5, p. (902-909), 9, 2005.
- WIJAYARATNA, K. P., CUNNINGHAM, M. L., REGAN, M. A., JIAN, S., CHAND, S., DIXIT, V. V. **Mobile phone conversation distraction: Understanding differences in impact between simulator and naturalistic driving studies.** Accident Analysis and Prevention, Australia, 129, p. (108-118), 8, 2019.
- YOUNG, K. L., LENNÉ, M. G. **Driver engagement in distracting activities and the strategies used to minimize risk.** Safety Science, Australia, 48, p. (326-332), 03, 2010.