

AVALIAÇÃO DO EFEITO DA DISTRAÇÃO NA CONDUÇÃO: ESTUDO COMPARATIVO ENTRE POLICIAIS E MOTORISTAS REGULARES

Andrey Zuriel Ebeling Bonatto

Diego Lopes Dutra

Rafael Pinto Pereira

Christine Tessele Nodari

Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Laboratório de Sistemas de Transportes (LASTRAN)

Tiago Silva Duarte

MO3 Gestão Operacional

RESUMO

O presente artigo se propõe a realizar uma análise comparativa entre motoristas regulares e policiais rodoviários federais quando submetidos a uma distração provocada pela apresentação de uma mensagem de texto durante uma atividade em simulador, tendo como objetivo compreender os efeitos desta experiência sobre os motoristas em termos de desempenho de condução e percepção do entorno. Para tanto, foram coletados dados referentes ao controle longitudinal (velocidades médias e suas variações) e lateral (distância do bordo da pista), além da aplicação da metodologia SAGAT para a avaliação da consciência situacional. Os resultados demonstram que a introdução da distração resultou em variações no controle dos veículos nos diferentes grupos estudados. Conclui-se esse trabalho apresentando suas limitações metodológicas, destacando a importância da utilização de simuladores em trabalhos envolvendo a segurança viária e reforçando o alerta para a utilização de dispositivos celulares durante a direção.

ABSTRACT

This article proposes to perform a comparative analysis between regular drivers and federal road police when subjected to a distraction caused by the presentation of a text message during a simulator activity, aiming to understand the effects of this experience on drivers in terms of driving performance and perception of the environment. In order to do so, the study assessed data on the longitudinal control i.e. mean speeds and its variations and lateral control i.e. distance (DASP). For the evaluation of the situation awareness the SAGAT methodology was issued. The results show that the distraction did interfere on vehicle control on all studied groups. Methodological limitations of this work are provided. The conclusion highlights the importance of the use of simulator in road safety experiments and emphasize the alert on the usage of mobile phones on driving.

1. INTRODUÇÃO

A atividade de dirigir exige que a atenção do motorista esteja permanentemente voltada para a via e seu entorno, permitindo-o perceber e reagir aos mais diversos eventos e situações que se apresentam no trânsito, tais como a sinalização e o comportamento dos demais motoristas. Nesse contexto, a concentração é um elemento muito importante do componente humano da segurança viária. Van Dam *et al.* (2019) argumentam que motoristas distraídos têm o seu desempenho afetado negativamente, apresentando variações no controle do veículo e na sua velocidade, além de ter a percepção do seu entorno prejudicada.

Um aspecto que tem sido muito estudado no campo da segurança viária é o perigo representado pela realização de uma segunda tarefa junto à direção, principalmente o uso de celular em função do fenômeno da massificação do aparelho nos últimos anos (Klauer *et al.*, 2014). Atualmente, segundo relatório da Fundação Getúlio Vargas (Meirelles, 2019), há cerca de 230 milhões de celulares em uso no Brasil, número que representa mais de um dispositivo por habitante. Apesar de apresentar usos positivos como o auxílio na navegação e a possibilidade de realizar chamadas de emergência, as diversas funcionalidades presentes nesses aparelhos representam sério prejuízo à atenção dos motoristas e, conseqüentemente, ao seu desempenho (Van Dam *et al.*, 2019). Dados da National Highway Traffic Safety Administration mostram que os efeitos da distração foram responsáveis por 9% de todos os

acidentes com vítimas fatais nas rodovias americanas em 2017, e entre os acidentes envolvendo distração, 14% foram ocasionados pelo uso do celular (NHTSA, 2019).

Diversos estudos procuram identificar os efeitos da distração sobre motoristas de diferentes faixas etárias e experiência. Em um estudo envolvendo mais de 3500 participantes, Guo *et al.* (2016) identificaram que os grupos de jovens e idosos apresentaram maiores riscos de segurança quando sob efeito de distração do que os grupos de adultos de idade intermediária. Rumschlag *et al.* (2015), trabalhando com motoristas entre 18 e 59 anos, verificaram que as saídas de pista (quando o centro do veículo se desloca para fora da faixa de rolamento) não foram observadas na ausência de mensagens de texto, mas que na presença destas, 66% das pessoas incorreram no desvio de direção, sendo as maiores variações encontradas entre os grupos com condutores mais velhos. Também estudando os efeitos do uso de celular na direção, Choudhary e Velaga (2019) procuraram comparar o desempenho entre motoristas inexperientes e profissionais, concluindo que, apesar de os jovens com menos experiência de condução apresentarem maior dificuldade de controlar o veículo, ambos os grupos tiveram o seu desempenho prejudicado, resultado que reforça o alerta para os perigos do uso do celular independente da experiência de direção.

Neste contexto, visando melhor compreender os efeitos da experiência sobre o desempenho do condutor, este estudo se propõe a realizar uma análise comparativa entre o desempenho de motoristas regulares e policiais membros da Polícia Rodoviária Federal (que receberam treinamento para direção defensiva), quando submetidos a uma distração. A distração estudada neste experimento foi provocada pela apresentação de uma mensagem de texto durante a condução em um trecho rodoviário em um simulador de direção. Trabalha-se, portanto, com a hipótese de que o uso do aparelho celular durante a direção prejudica o desempenho do motorista, assim como sua percepção do entorno, ambos os elementos essenciais para a manutenção da segurança viária.

Este artigo está estruturado em seis seções, incluindo esta introdução. A segunda seção contém um referencial teórico, onde são apresentados os conceitos considerados chave para a elaboração deste experimento. A terceira seção apresenta o procedimento metodológico utilizada neste estudo, onde são fornecidas informações sobre o simulador e dados coletados, a amostra e avaliação de consciência situacional. A quarta seção apresenta o detalhamento dos procedimentos e aplicação do método. A quinta seção demonstra os resultados obtidos e a sua discussão. Finalmente, a sexta seção conclui o trabalho e discorre sobre as suas limitações.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Distração

No contexto da segurança viária, pode-se definir a distração como qualquer ocorrência que direcione a atenção do motorista para além da tarefa de conduzir o veículo e responder às situações da via. Kaplan. *et al.* (2015), definem três tipos principais de distração capazes de afetar os condutores: a distração visual, quando o motorista afasta sua visão da pista, a distração cognitiva, que ocorre ao desempenhar tarefas como conversar ao telefone e a distração motora, resultante do ato de desviar as mãos do sistema câmbio/direção. No contexto do experimento aqui apresentado, trabalhou-se com a possibilidade dos motoristas enfrentarem os dois primeiros tipos de distração durante a atividade no simulador.

Diferentes metodologias são empregadas para identificar a distração e seus efeitos. Entre os parâmetros mais consolidados para medir o desempenho dos motoristas estão: a velocidade, o

desvio padrão do posicionamento da faixa de rodagem, obtido a partir do afastamento lateral e a percepção da situação (Choudhary e Velaga, 2019; Dozza *et al.*, 2015). Oviedo-Trespalacios *et al.* (2016) destacam os estudos dedicados a analisar as variações no desempenho do motorista através de métricas como a velocidade, controle lateral do veículo, tempos de reação e *headway*. Existe também um esforço no desenvolvimento de tecnologias veiculares capazes de monitorar, detectar e alertar os motoristas que apresentem sinais de distração, sonolência e até mesmo embriaguez. Em seu trabalho, Kaplan *et al.* (2015) apresentam um dispositivo que utiliza sensores para monitorar a atenção do motorista através do posicionamento da cabeça e direção do olhar, tais equipamentos também podem ser úteis ao estudo da segurança viária. Vieira *et al.*, 2015, conduziram um experimento em simulador onde a atenção dos condutores foi avaliada através do rastreamento dos seus movimentos oculares, concluindo que a demanda cognitiva aplicada aos participantes não foi suficiente para provocar distrações significativas.

Nesse contexto, surge a atenção para o fenômeno da compensação de risco ou autorregulação. Entende-se que os motoristas podem regular o seu comportamento quando sujeitos à um efeito de distração com o objetivo de reduzir sua margem de risco (Oviedo-Trespalacios *et al.*, 2016). No entanto, trata-se de um mecanismo bastante discutido e controverso na literatura; alguns estudos sugerem sua ocorrência em termos de variação de velocidade e controle do veículo (Haigney *et al.*, 2000; Choudhary e Velaga, 2017). Outros estudos não encontraram resultados que endossam sua significância (Caird *et al.*, 2008; Fitch *et al.*, 2017).

2.2 Consciência situacional

Inicialmente concebida no contexto da aviação militar, a consciência situacional (do inglês “situation awareness” ou SA) é definida por Endsley (1995) como “a percepção dos elementos do ambiente dentro de um intervalo de tempo e espaço, a compreensão do seu significado e a projeção de sua situação futura”. Com esse conceito, o autor identifica três níveis de consciência que são exercidos pelos pilotos em sua leitura do ambiente: compreensão (nível 1), percepção (nível 2) e projeção (nível 3). Ao trazer a consciência situacional para o contexto da direção veicular, Matthews (2001) a identifica como uma sequência de tomada de decisão nos níveis operacional, tático e estratégico. O primeiro estaria relacionado à condução do veículo e monitoramento do ambiente, o segundo refere-se aos objetivos de curto prazo, como o posicionamento do veículo para uma manobra de conversão, já o último refere-se aos objetivos de longo prazo, onde se tem o destino da viagem e a rota traçada para atingi-lo.

O método SAGAT (*Situational Awareness Global Assessment Technique*), pode ser empregado para verificar se, e o quanto, a consciência situacional do ambiente varia entre os diversos tipos de condutores. A SAGAT é a métrica de consciência situacional mais citada na literatura. Desenvolvida por Endsley (1988), é considerada uma medição objetiva, em que questões sobre o ambiente simulado são propostas aos participantes. Os resultados podem ser apresentados de acordo com o número absoluto ou porcentagem de acertos, e permitem aos pesquisadores fazerem inferências sobre o grau de consciência dos participantes nos diferentes níveis acima descritos.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Neste estudo foi realizada uma pesquisa aplicada com abordagem híbrida onde foram usadas técnicas quantitativas (medidas de velocidade e posicionamento lateral) e qualitativas (questionário SAGAT) para abordar o problema de pesquisa. Quanto aos seus objetivos, esta pesquisa caracteriza-se como explicativa utilizando procedimentos técnicos experimentais.

Este estudo foi organizado a partir de 2 macro etapas metodológicas: i) delineamento do experimento; e ii) seleção das métricas e ferramentas de análise.

3.1. Delineamento do experimento

Para avaliar os efeitos da condução sob a influência de distrações, foi desenvolvido um experimento de simulação de direção em ambiente virtual, onde é possível testar diferentes cenários e avaliar diversos parâmetros de desempenho de direção de uma forma controlável, segura e padronizada (Winter *et al.*, 2012). Nesta macro etapa foram definidos os elementos de distração que deveriam estar presentes no cenário de estudo e as orientações que seriam passadas aos participantes.

Ainda nessa etapa foi feito o plano amostral, conforme Tabela 1, para medir o efeito da distração sobre diferentes grupos de condutores. O tamanho mínimo da amostra deste experimento foi de 30 condutores, este valor foi estimado a partir de amostragem aleatória simples considerando um grau de confiança de 95%, erro admissível de 5% e um coeficiente de variação de 13,79%, obtido a partir de dados de trabalho anterior em simulador semelhante (Oliveira *et al.*, 2018). As variáveis utilizadas foram a condição do trajeto (com ou sem distração), o gênero dos participantes e o fato de eles terem ou não treinamento especial para condução defensiva.

Tabela 1: Plano Amostral

Cenário:	PoliciaL		Motorista Regular	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
Com mensagem	4	4	4	4
Sem mensagem	4	4	4	4

3.2. Seleção das métricas e ferramentas de análise

As variáveis de análise selecionadas para medir a distração dos condutores foram selecionadas com base no referencial teórico. Nesse estudo adotaram-se três medidas, sendo duas quantitativas e uma qualitativa. As medidas quantitativas selecionadas foram a variável velocidade (de onde se fez uma análise da velocidade média e do desvio padrão da velocidade) e o afastamento lateral (onde se analisou o desvio padrão da posição lateral). Para a análise de variáveis quantitativas e aplicação de técnicas estatísticas, foram realizados testes de análise de variância (ANOVA) e de correlação para analisar os dados coletados por meio do experimento, visando identificar os fatores que levaram a alterar os parâmetros de desempenho utilizados no estudo. Diversas comparações foram feitas entre os grupos da amostra de modo a conhecer quais relações poderiam ser consideradas significativamente explicativas.

A medida qualitativa adotada foi um questionário baseado no método SAGAT. Neste experimento, a aplicação do questionário deu-se após a conclusão do percurso no simulador, devido a limitações do sistema de realidade virtual utilizado que inviabilizam a sua aplicação ao longo do percurso. As questões propostas aos participantes envolveram apenas os dois primeiros níveis de consciência (percepção e compreensão), o terceiro e último nível, relacionado à projeção de situações futuras não foi utilizado pois o questionário foi desenvolvido para ser aplicado após a conclusão da atividade no simulador, devido a limitações do sistema.

4. REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado nas dependências da Superintendência da Polícia Rodoviária Federal em Porto Alegre-RS, em um Simulador de Direção Imersiva, baseado no sistema SidiSDK, operado com o auxílio de óculos de realidade virtual e montado em uma base estática, conforme apresentado na figura 1.



Figura 1: À esquerda, equipamento do simulador; à direita, participante realizando o experimento de simulação.

O cenário da simulação era composto de um trecho de aproximadamente 3,3 km em pista simples, terreno ondulado, contendo quatro curvas, conforme a Figura 3. Foram desenvolvidos dois tipos de cenários com percursos e situações idênticas, entretanto, no primeiro cenário (com mensagens), os condutores receberam mensagens de texto no painel do veículo como distração, e o segundo cenário (sem mensagens) não continha o recebimento de tais mensagens, sendo tratado como um grupo de controle. No cenário com mensagens, ao longo do trajeto, três mensagens apareciam em locais predeterminados, juntamente com um sinal sonoro de alerta, de modo a chamar a atenção do condutor durante alguns segundos. A leitura das mensagens não era obrigatória, apenas era informado no início do experimento que as mensagens poderiam ser relevantes para o trajeto no simulador.



Figura 2: Painel do veículo de simulação, no canto inferior direito pode-se ver a tela por onde as mensagens eram transmitidas.

As mensagens de texto foram apresentadas no painel do veículo com objetivo de simular uma situação similar ao recebimento de mensagens no celular (figura 2). As mensagens foram apresentadas aos condutores em pontos predeterminados pelos pesquisadores. Logo após cada mensagem havia na rodovia elementos específicos. Foram introduzidos alguns elementos: um ciclista no acostamento, uma pista interditada, veículos estacionados no acostamento e um ciclista que cruza a pista antes da passagem do condutor. No questionário adaptado do método SAGAT foram feitas questões acerca desses elementos. Um recorte do Questionário utilizado como exemplo de uma questão respondida pelos condutores de ambos os cenários ao final do percurso está apresentado na figura 4.



Figura 3: À esquerda, o traçado da rodovia e onde ocorreram as mensagens. À direita, a visão dos condutores durante o experimento.

Parte 2: Percepção Situacional

1. Quantos ciclistas você viu durante o trajeto?

- a. Nenhum
- b. 1
- c. 2
- d. 3
- e. Não sei

2. Quantos veículos estavam parados na ocorrência do acidente na pista?

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. Não sei

3. Quantas ocorrências no acostamento você identificou (excluindo o acidente)?

- a. 1
- b. 2
- c. 3
- d. 4
- e. 5
- f. Não sei

4. Qual a cidade indicada na placa de sinalização?

- a. _____
- b. Não sei

5. Havia trecho onde a sinalização horizontal permitia manobras de ultrapassagem ao longo do

Figura 4: Recorte do Questionário realizado para avaliar a consciência Situacional.

4.1. Participantes

O estudo contou com uma amostra de 38 condutores entre 23 e 58 anos, todos com carteira nacional de habilitação de categoria mínima B, pelo menos um ano de experiência dirigindo frequentemente. A amostra era dividida entre policiais e não policiais, homens e mulheres, aqueles que receberam mensagens e os que não receberam, de acordo com a tabela 2.

Tabela 2: Número de participantes em cada categoria durante o experimento.

Cenário:	Policial		Motorista Regular	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
Com mensagem	6	4	5	4
Sem mensagem	6	4	4	5

4.2. Procedimentos

Antes do início da atividade, os participantes receberam orientações gerais sobre o funcionamento do simulador, instruindo-os a conduzir de acordo com a legislação de trânsito. Também foram informados da presença de um painel (responsável por simular o celular) no veículo, no qual poderiam receber mensagens da equipe dos pesquisadores. Após esse momento, os participantes foram conduzidos ao simulador, onde percorreram um trecho de adaptação antes de iniciar o experimento, com duração total de aproximadamente cinco minutos.

Os participantes foram aleatoriamente alocados em um dos dois cenários disponíveis. Finalizada a simulação, cada participante respondeu ao questionário onde foram coletadas informações pessoais sobre o indivíduo, juntamente com uma avaliação da consciência situacional através do método SAGAT, contendo nove questões objetivas. Nesse momento também foi verificado se o participante sentiu algum tipo de mal-estar durante a atividade, porque de acordo com o estudo de Nodari *et al.* (2017), podem haver diferentes reações de mal-estar durante a simulação. O questionário também tinha perguntas descritivas para avaliar a experiência da simulação e a sua realidade.

Durante o trajeto no simulador, os dados de velocidade e afastamento lateral foram registrados a cada vinte metros, gerando perfis de velocidade e de afastamento lateral com uma boa precisão para cada um dos participantes ao longo da rodovia. A partir destes dados, foram calculados o desvio padrão da velocidade, a média da velocidade e o desvio padrão do afastamento lateral. Esses registros, juntamente com os resultados do questionário SAGAT, serviram como variáveis quantitativas para a análise e comparação da performance dos condutores neste estudo.

5. RESULTADOS

Uma vez realizado o experimento, fez-se uma análise dos dados obtidos para as variáveis medidas: o perfil de velocidade, o afastamento lateral e a consciência situacional.

5.1. Análise do perfil de Velocidade

Tendo como base a informação da velocidade a cada vinte metros, é possível determinar a velocidade média de cada condutor e o desvio padrão da velocidade durante o trajeto, além do perfil de velocidade obtido para o grupo de policiais e não policiais nos dois cenários do experimento. Conforme apresentado na Figura 5, o perfil de velocidades permite identificar

dois pontos de valores mínimos acentuados; esses foram os instantes onde foram propostas intervenções na pista exigindo uma reação do motorista (mudança de pista e ciclista atravessando a rodovia). Para o primeiro cenário, três mensagens foram enviadas aos motoristas como indutor de distração, sendo a primeira no início do percurso e as demais em instantes antes das intervenções mencionadas anteriormente. A combinação do recebimento da mensagem e da presença da intervenção na pista provocaram redução de velocidade nos quilômetros 2,3 e 3,1. No entanto, observa-se a redução também no conjunto de condutores que não recebeu a mensagem.

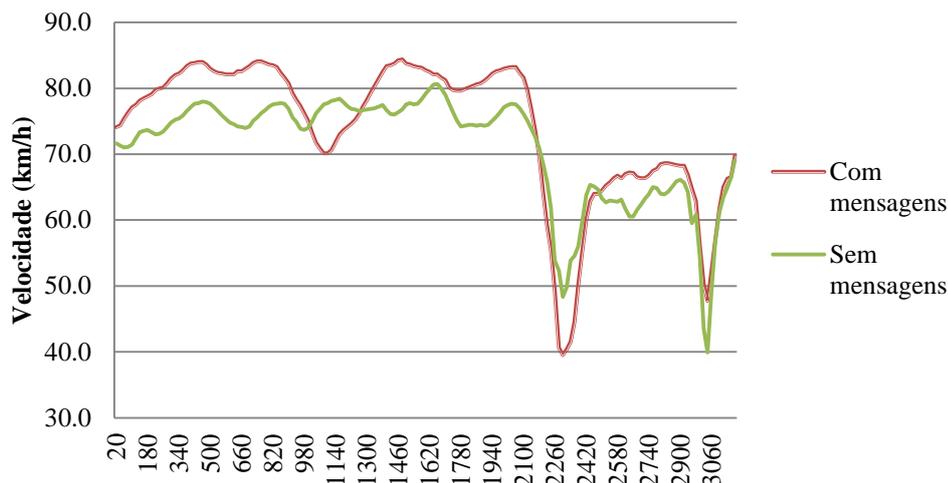


Figura 5: Perfis de velocidade dos cenários 1 e 2.

Apesar de os policiais terem desenvolvido uma média de velocidade ligeiramente maior do que os não-policiais (76,30 km/h contra 72,55 km/h), a análise de variância não atestou significância para o resultado da amostra. Por outro lado, a mesma análise verificou que os policiais variaram menos sua velocidade ao longo do percurso do que os não policiais, sugerindo um maior controle longitudinal neste grupo de condutores.

Tabela 3: Comparação entre não policiais no cenário com e sem mensagens.

Grupo	Pista	Variável	Contagem	Média	Variância	valor-P
Não Policiais	Com Mensagens	Desvio padrão da velocidade	8	13.059	1.547	0.0129
	Sem Mensagens		9	10.240	6.571	

Tabela 4: Comparação entre policiais e não policiais.

Grupo	Variável	Contagem	Média	Variância	valor-P
Policiais e Não Policiais	Velocidade média	21	76.298	142.614	0.251415
		17	72.551	40.196	

Considerando ainda os parâmetros envolvendo a velocidade, o estudo não apresentou diferença significativa entre homens e mulheres. Quando analisada somente a velocidade média, não houve diferença significativa entre categorias, seja, policiais contra não policiais, seja o cenário com mensagens contra o cenário sem mensagens.

5.2. Análise do Afastamento Lateral

A partir dos dados de afastamento do veículo em relação ao bordo da pista, foi realizada a análise da variância do desvio padrão dessa medida. O uso do desvio padrão do afastamento lateral como medida de análise permite avaliar o quanto irregular foi a condução do veículo. Quanto maior o desvio padrão, maior foi a oscilação da posição do veículo transversalmente à pista ao longo do percurso. Parte-se do pressuposto que a distração provoca uma maior oscilação nessa medida. Esta análise retornou um pior desempenho para o grupo dos policiais. Esse aumento do desvio do deslocamento lateral aconteceu tanto no teste de policiais no cenário com mensagens contra o cenário sem mensagens, quanto no teste do cenário com mensagens de policiais contra não policiais, ambos os resultados para uma confiança de 90%. Ao contrário do que foi observado no estudo da velocidade, nesta análise os policiais apresentaram maior variação da posição lateral do que os não policiais, sugerindo menor controle lateral do veículo. No entanto, devido à natureza de um dos elementos na pista (simulação de acidente), alguns policiais ficaram confusos sobre como proceder, não sabendo se deveriam fazer alguma abordagem, necessitando de orientações adicionais. Essa situação pode justificar os maiores desvios observados neste grupo de estudo.

Tabela 5: Comparação entre categorias do desvio do afastamento lateral.

<i>Grupo</i>	<i>Pista</i>	<i>Variável</i>	<i>Contagem</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	<i>valor-P</i>
Policiais	Com Mensagens	Desvio padrão do afastamento lateral	10	0.717	0.016	0.0521
	Sem Mensagens		11	0.612	0.011	
Policiais e Não Policiais	Com Mensagens	Desvio padrão do afastamento lateral	10	0.717	0.016	0.0649
			8	0.616	0.006	

Todavia, novamente na análise entre homens e mulheres e entre as faixas etárias, não houve uma diferença significativa para a variação do afastamento lateral.

5.3. Análise do Questionário adaptado do método SAGAT

A nota questionário poderia variar de 0 até 9, sendo que todas as questões tinham valor um. O objetivo do questionário era avaliar a consciência situacional dos participantes no ambiente virtual do cenário experimental. Os resultados dos questionários são apresentados na figura 6.

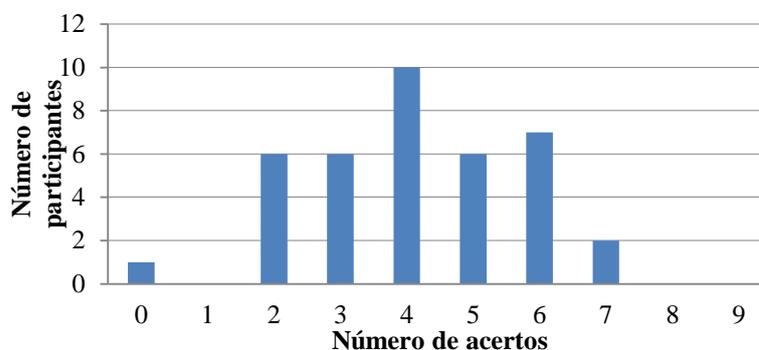


Figura 6: Resultados do teste SAGAT.

Os resultados do questionário que apresentaram significância estatística contradizem a hipótese de que os motoristas apresentam pior consciência situacional quando submetidos a distrações. Ao agregar os dois grupos (policiais e não policiais), a análise da variância provou

que as notas obtidas no questionário foram superiores entre aqueles que percorreram o cenário 1 com mensagens em relação aos que os que percorreram o cenário 2, sem mensagens. Para a amostra de policiais não houve diferença estatística entre a consciência situacional dos policiais que receberam e que não receberam mensagem ao longo do trajeto percorrido.

Tabela 6: Comparação entre categorias, na pontuação do questionário.

<i>Grupo</i>	<i>Pista</i>	<i>Variável</i>	<i>Contagem</i>	<i>Média</i>	<i>Variância</i>	<i>valor-P</i>
Policiais e Não Policiais	Com Mensagens Sem Mensagens	Pontuação no Questionário	18 20	4.667 3.600	2.000 2.779	0.0415

Este resultado poderia ser explicado pelo fato de que os participantes não foram instruídos a obrigatoriamente ler as mensagens. Alguns percebendo que sua atenção era mais necessária na pista, poderiam acabar por ignorar as mensagens fornecidas no painel para prestar mais atenção no cenário. De alguma forma, aqueles que receberam as mensagens compensaram a tentativa de distração que receberam e pontuaram melhor no questionário que aqueles que não receberam mensagens.

O experimento permitiu medir as reações diversas quanto à exposição de distrações, para os diferentes grupos, entre policiais e não policiais. As três variáveis medidas durante o estudo apresentaram diferenças significativas, a velocidade, o afastamento lateral e a consciência situacional. Quanto às perguntas sobre o bem-estar que foram preenchidas após a realização do experimento, cerca de 70% dos participantes relataram algum tipo de tontura ou enjoo durante a simulação e um participante não conseguiu concluir o teste devido a fortes enjoos, diminuindo a amostra coletada que primeiramente era de 39 participantes.

6. CONCLUSÃO E LIMITAÇÕES DO TRABALHO

O avanço de tecnologias imersivas oportuniza o desenvolvimento de cenários de simulação de condução suficientemente realistas para o uso em pesquisas de segurança viária. Por outro lado, algumas conhecidas limitações ainda precisam ser destacadas. Entre elas estão a dificuldade de simular elementos físicos como a real percepção de velocidade e aceleração e o desconforto causado pelo uso do equipamento. Este último tendo sido reportado por grande parte dos participantes do experimento realizado neste trabalho.

O propósito deste estudo foi avaliar os efeitos da distração causada pelo recebimento de mensagens de texto durante a condução do veículo sobre o desempenho e percepção do entorno dos motoristas. Na sua maioria, os resultados obtidos contrariam o esperado pelo senso comum. Ao contrário do comumente esperado, os condutores que receberam mensagens tiveram uma pontuação no questionário de consciência situacional superior aqueles que não receberam. Isto pode ser explicado pelo fato de que os condutores não foram orientados a obrigatoriamente ler as mensagens, ignorando as mensagens e concentrando-se mais ainda no ato de conduzir. Outra possibilidade seria o fato de que aqueles condutores que receberam mensagens passaram a estar mais atentos e perceberam melhor o seu entorno, enquanto aqueles que não receberam nenhuma mensagem tiveram uma condução mais desatenta pelo fato de não serem exigidos.

Os policiais e os não policiais apresentaram diferentes reações quando submetidos a distração testada neste experimento. Os policiais reagiram alterando a sua posição na pista ao longo do trajeto, enquanto mantinham a sua velocidade estável. Os não policiais fizeram ao contrário,

variando mais a sua velocidade e se mantendo mais estáveis no posicionamento transversal na pista. Essa diferença pode ser explicada pelo treinamento policial que os fez manter a velocidade constante, compensando a diferença no deslocamento lateral na pista. Além disso, a diferença dos parâmetros medidos entre os grupos do sexo masculino e feminino e entre faixas etárias não encontrou diferenças significativas.

Este estudo veio a mostrar a partir dos parâmetros analisados, que a distração pode sim alterar significativamente a performance dos motoristas durante a condução. Essa alteração ocorreu tanto entre policiais rodoviários federais que receberam treinamento especial de condução defensiva, quanto em não policiais, ainda que de modo diferente. Ainda que a distração envolvesse apenas a leitura, e não atividades que exigissem maior atividade cognitiva, fica mais uma vez demonstrado os prejuízos de direção pelo uso de telefone celular.

No que se refere às orientações dadas durante a etapa de preparação para a atividade no simulador, houve a preocupação de padronizar esse procedimento visando garantir que todos os participantes dispusessem das mesmas informações. No entanto, notou-se que muitos participantes, especialmente os policiais, apresentaram dúvidas se deveriam tomar alguma ação com relação às situações em que lhes foram apresentadas na pista (veículos parados no acostamento e um acidente de trânsito), esses momentos de confusão ocasionaram, em alguns casos, desvios laterais e reduções de velocidade desnecessárias, as quais podem ter interferido em alguns resultados individuais. Na fase inicial de orientação aos participantes, maior atenção deveria ter sido dada à realidade da corporação policial, em que faz parte da rotina de seus membros o atendimento in situ de ocorrências desta natureza.

A realização deste estudo revelou algumas oportunidades de melhoria no que se refere às orientações dadas durante a realização do experimento, ao ambiente em que o trabalho foi conduzido e ao método SAGAT utilizado para avaliação da consciência situacional. Deve-se destacar que, devido a limitações do sistema do simulador utilizado, não foi possível realizar a aplicação do questionário durante a simulação, através do congelamento da tela conforme especificado na metodologia originalmente proposta por Endsley (1998). Dessa forma, o questionário foi aplicado imediatamente após a finalização do cenário. Por isso, seus resultados podem ter sofrido algum viés decorrente da capacidade de memorização dos participantes.

REFERÊNCIAS

- Choudhary, P., e Velaga, N. R. (2017) Mobile phone use during driving: Effects on speed and effectiveness of driver compensatory behaviour. *Accident Analysis & Prevention*, 106, 370–378. doi:[10.1016/j.aap.2017.06.021](https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.06.021)
- Choudhary, P., e Velaga, N. R. (2019) Effects of phone use on driving performance: A comparative analysis of young and professional drivers. *Safety Science*, 111, 179–187. doi:[10.1016/j.ssci.2018.07.009](https://doi.org/10.1016/j.ssci.2018.07.009)
- Dozza, M., Flannagan, C. A. C., e Sayer, J. R. (2015) Real-world effects of using a phone while driving on lateral and longitudinal control of vehicles. *Journal of Safety Research*, 55, 81–87. doi:[10.1016/j.jsr.2015.09.005](https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.09.005)
- Duarte T.S., Bittencourt J. R., Cassol V. R., (2018). *SidiSDK - Simulador de direção imersiva*. Universidade do Vale do Rio dos Sinos
- Endsley, M. R. (1988) Situation awareness global assessment technique (SAGAT). *Proceedings of the IEEE 1988 National Aerospace and Electronics Conference* (p. 789–795). Apresentado em IEEE 1988 National Aerospace and Electronics Conference, IEEE, Dayton, OH, USA. doi:[10.1109/NAECON.1988.195097](https://doi.org/10.1109/NAECON.1988.195097)
- Endsley, M. R. (1995) Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 37(1), 32–64. doi:[10.1518/001872095779049543](https://doi.org/10.1518/001872095779049543)
- Fitch, G., Toole, L., Grove, K., Soccolich, S., Hanowski, R. J. (2017) Investigating drivers' compensatory behaviour when using a mobile phone. National Surface Transportation Safety Center for Excellence

- Guo, F., Klauer, S. G., Fang, Y., Hankey, J. M., Antin, J. F., Perez, M. A., Lee, S. E., e Dingus, T. A. (2016) The effects of age on crash risk associated with driver distraction. *International Journal of Epidemiology*, dyw234. doi:[10.1093/ije/dyw234](https://doi.org/10.1093/ije/dyw234)
- Haigney, D. E., Taylor, R. G., e Westerman, S. J. (2000) Concurrent mobile (cellular) phone use and driving performance: task demand characteristics and compensatory processes. *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 3(3), 113–121. doi:[10.1016/S1369-8478\(00\)00020-6](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(00)00020-6)
- Kaplan, S., Guvensan, M. A., Yavuz, A. G., e Karalurt, Y. (2015) Driver Behavior Analysis for Safe Driving: A Survey. *IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems*, 16(6), 3017–3032. doi:[10.1109/TITS.2015.2462084](https://doi.org/10.1109/TITS.2015.2462084)
- Klauer, S. G., Guo, F., Simons-Morton, B. G., Ouimet, M. C., Lee, S. E., e Dingus, T. A. (2014) Distracted Driving and Risk of Road Crashes among Novice and Experienced Drivers. *New England Journal of Medicine*, 370(1), 54–59. doi:[10.1056/NEJMsa1204142](https://doi.org/10.1056/NEJMsa1204142)
- Matthews, M. L., Bryant, D. J., Webb, R. D. G., e Harbluk, J. L. (2001) Model for Situation Awareness and Driving: Application to Analysis and Research for Intelligent Transportation Systems. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 1779(1), 26–32. doi:[10.3141/1779-04](https://doi.org/10.3141/1779-04)
- Meirelles, F. S. (2019) 30ª pesquisa anual de uso de TI nas empresas. Fundação Getúlio Vargas (FGV): Centro de tecnologia de informação aplicada.
- NHTSA (2019). Distracted driving in fatal crashes, 2017. National Highway Traffic Safety Administration (NHTSA). Obtido de <https://crashstats.nhtsa.dot.gov/#/PublicationList/41>
- Nodari, C. T., Oliveira, M. C. de, Veronez, M. R., Bordin, F., Jr., L. G., Larocca, A. P., e Framarim, C. (2017) Avaliação do realismo e da sensação de mal-estar (simulador sickness) no uso de simulador imersivo de direção. Anais do 31º Congresso ANPET 2018. Apresentado em 31º Congresso de Ensino e Pesquisa em Transportes, Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, Recife, PE.
- Oliveira, M. C. de, Nodari, C. T., Veronez, M. R., Bordin, F., e Jr., L. G. (2018) EFEITO DAS LINHAS DE CENTRO E DE BORDO DE UMA RODOVIA SOBRE A VELOCIDADE PRATICADA POR CONDUTORES EM SIMULADOR DE DIREÇÃO IMERSIVO. Anais do 32º Congresso ANPET 2018 (p. 3390–3401). Apresentado em 32º Congresso de Pesquisa e Ensino em Transporte da ANPET, Gramado/RS.
- Oviedo-Trespalacios, O., Haque, Md. M., King, M., e Washington, S. (2016) Understanding the impacts of mobile phone distraction on driving performance: A systematic review. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 72, 360–380. doi:[10.1016/j.trc.2016.10.006](https://doi.org/10.1016/j.trc.2016.10.006)
- Rumschlag, G., Palumbo, T., Martin, A., Head, D., George, R., e Commissaris, R. L. (2015) The effects of texting on driving performance in a driving simulator: The influence of driver age. *Accident Analysis & Prevention*, 74, 145–149. doi:[10.1016/j.aap.2014.10.009](https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.009)
- Van Dam, J., Kass, S. J., e VanWormer, L. (2019) The effects of passive mobile phone interaction on situation awareness and driving performance. *Journal of Transportation Safety & Security*, 1–18. doi:[10.1080/19439962.2018.1564947](https://doi.org/10.1080/19439962.2018.1564947)
- Vieira, F. S., Torquato, T. L. de L., Larocca, A. P. C., e Simões, A. dos S. A. (2015) Análise da fixação ocular de condutores através de teste de carga mental. Apresentado em XXIX Congresso Nacional de Pesquisa em Transporte da ANPET, Associação Nacional de Ensino e Pesquisa em Transportes, Ouro Preto, MG. Obtido de http://146.164.5.73:20080/ssat/interface/content/anais_2015/TrabalhosFormatados/AC838.pdf
- Winter, J.D., & Happee, R. (2012). Advantages and Disadvantages of Driving Simulators: A Discussion. Proceedings of Measuring Behavior 2012 (Utrecht, The Netherlands, August 28-31, 2012)

Andrey Zuriel Ebeling Bonatto (andrey.bonatto@gmail.com)

Diego Lopes Dutra (diegold01@gmail.com)

Rafael Pinto Pereira (rafa.lu.lucas@gmail.com)

Christine Tessele Nodari (piti@producao.ufrgs.br)

Laboratório de Sistemas de Transportes – Departamento de Engenharia de Produção e Transportes

Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS

Av. Osvaldo Aranha, 99 – Porto Alegre, RS, Brasil

Tiago Silva Duarte (tiagoduarte6@gmail.com)

MO3 Gestão Operacional

Rua José de Alencar, 868 - Sala 704, Porto Alegre, RS, Brasil.