

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
ESCOLA DE ENGENHARIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

Fábio Antônio Dalla Vecchia

**SISTEMÁTICA DE AVALIAÇÃO DE  
TAREFAS SECUNDÁRIAS AO DIRIGIR -  
UMA ABORDAGEM MULTICRITERAL**

Porto Alegre

2019

Fábio Antônio Dalla Vecchia

**SISTEMÁTICA DE AVALIAÇÃO DE TAREFAS SECUNDÁRIAS AO DIRIGIR -  
UMA ABORDAGEM MULTICRITERAL**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Engenharia de Produção, na área de concentração em Sistemas de Produção.

Orientador: Professor Fernando Gonçalves Amaral, Dr.

Porto Alegre

2019

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer primeiramente ao meu orientador Fernando Amaral, que sempre esteve disponível para ajudar e trazer luz aos meus pensamentos nos momentos em que não era possível avançar com o trabalho. Aos meus colegas da UFRGS, Wagner Pietrobelli, Franco da Silveira, Rafael Volquind, Eduardo Fernandes e Bruno Miranda pela parceria, companheirismo e trabalhos juntos.

Gostaria de agradecer também a minha mãe, Neiva que sempre me deu suporte, carinho e compreendeu minhas ausências por muitos finais de semana sem ir para Caxias do Sul. Ao meu pai, que sempre me encorajou, me fez acreditar e perseguir meus sonhos e fez eu me tornar quem eu sou hoje. Me mostrou, por seu exemplo, o que significa ser uma pessoa boa e justa e hoje, tenho certeza que está orgulhoso de seu filho.

Quero agradecer também à minha irmã Veridiana Dalla Vecchia e ao irmão que a vida me deu Juliano Bruni e ao meu grande amigo Rodrigo Duarte.

Especialmente, quero agradecer à Gabriele Guarnieri, que me acompanhou, me encorajou e me deu suporte em todos os momentos desde que resolvi trocar de curso de engenharia até este momento. Sem ela, tenho certeza que não teria chegado até aqui.

*Everyone gets lucky once in a while, but no one is  
consistently lucky.*

*Doyle Brunson*

## RESUMO

Todas as tarefas não necessárias para a condução de um veículo com segurança podem ser consideradas tarefas secundárias. Estas tarefas consistem em um comportamento complementar e intrinsecamente ligado ao ato de conduzir um veículo. Dessa forma, manusear um celular, comer, beber, programar GPS, ajustar instrumentos ou achar uma estação de rádio, pode ser considerada uma tarefa secundária. Essas tarefas exigem do motorista esforços físicos e cognitivos e são responsáveis por grande parte dos acidentes de trânsito devido às distrações que causam. O objetivo principal da dissertação é a compreensão das tarefas secundárias ao dirigir, suas particularidades, suas demandas e entender quais fatores acarretam na maior criticidade em relação à segurança. Para alcançar o objetivo principal, foram propostos objetivos secundários, correspondentes aos três artigos que compõe este trabalho. O primeiro artigo compreendeu uma revisão sistemática da literatura, afim de entender as tarefas secundárias, explorar suas características e de que forma elas podem ser classificadas. Buscou-se também entender quais as principais consequências que a execução dessas tarefas pode trazer em relação ao desempenho, segurança do motorista e ao ambiente externo. O segundo artigo trouxe a perspectiva dos métodos de análise das tarefas secundárias. O objetivo foi evidenciar os principais métodos de análise de tarefas secundárias e seus resultados. Demonstrar quais métodos são recomendados para cada tipo de objetivo estudado e explorar suas vantagens e desvantagens. Finalmente, no terceiro artigo, foi desenvolvido e aplicado uma sistemática de análise e avaliação das tarefas secundárias por meio do processo de análise multicriterial (AHP) com base na pesquisa realizada nos artigos anteriores. A análise considerou as características das tarefas extraídas por análise de vídeo e a percepção da dificuldade de execução pelo viés do motorista. Os resultados corroboram com os estudos anteriores acerca do grande impacto que a execução de tarefas secundárias ao dirigir em relação ao desempenho e segurança. Foi possível diagnosticar fragilidades nos métodos atuais de avaliação das tarefas secundárias e, ainda, o modelo híbrido de análise com a aplicação de multicritérios permitiu extrair informações mais completas sobre as tarefas secundárias, pois considerou fatores distintos que não são abordados simultaneamente pelos métodos de análise tradicionais.

**Palavras-chave:** motorista, tarefa secundária, distração, análise multicriterial, AHP.

## ABSTRACT

All tasks not required to drive a vehicle safely can be considered as secondary tasks. These tasks consist of complementary behavior and are intrinsically linked to the act of driving a vehicle. That way, handling a cell phone, eating, drinking, programming GPS, adjusting instruments or finding a radio station can be considered a secondary task. These tasks require the driver's physical and cognitive efforts and are responsible for most of traffic accidents due to the distractions they cause. The main objective of this work is the understanding of secondary tasks when driving, their particularities, their demands and to understand which factors lead to greater safety criticality. To reach the general objective, specific objectives were proposed, corresponding to the three articles that compose this work. The first article included a systematic review of the literature, in order to understand the secondary tasks, to explore their characteristics and classifications. It was also sought to understand the main consequences that the task execution can bring in relation to the performance, the driver safety and the external environment. The second article brought the methods perspective used to analyze secondary tasks. The objective was to highlight the secondary tasks, the main methods and their results, thus demonstrating which methods are recommended for each type of goal studied and explore its advantages and disadvantages. Finally, in the third article, a systematic analysis and evaluation of secondary tasks were developed and applied through the multi-criteria analysis process (AHP) based on the research carried out in previous articles. The analysis considered the characteristics of the tasks extracted by video analysis and the difficult perception by the driver bias. The results corroborate with the previous studies about the great impact that the execution of secondary tasks while driving brings to performance and safety. Also, it was possible to diagnose weaknesses in the current methods of evaluation. Finally, the hybrid model of analysis with the application of multi-criteria allowed to extract more complete information about the secondary tasks, considering different factors, not approached simultaneously by the traditional methods of analysis.

**Keywords:** *drivers, secondary task, distraction, multicriteria analysis, AHP.*

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapeamento da dissertação. ....	17
Figura 2 - Avaliação e seleção dos artigos.....	23
Figura 3 - Grafo de relações entre causas e efeitos gerado pelo VOSviewer® .....	27
Figura 4 - Sistemática de análise e avaliação das tarefas secundárias. ....	63
Figura 5 - Motorista durante o trabalho. ....	64
Figura 6 - Sistema MS Excel/VBA para registrar as tarefas realizadas ao longo do tempo .....	65
Figura 7 – Rota percorrida pelo motorista (Início: 30° 8'34.91"S, 51° 7'47.33"O; Fim: 30° 1'53.82"S, 51°13'40.49"O). ....	67
Figura 8 - Distribuição das tarefas secundárias ao longo do tempo – Uma volta (124min) .....	68
Figura 9 - Distribuição do tempo gasto executando tarefas secundárias. ....	69

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Perguntas de pesquisa de acordo com os critérios PICO.....	21
Tabela 2 - Etapas de seleção de artigos.....	22
Tabela 3 - Artigos selecionados pela revisão bibliográfica .....	24
Tabela 4 - Características abordadas pelos artigos analisados.....	25
Tabela 5 - Tarefas secundárias categorizadas nos três níveis de complexidade. ....	31
Tabela 6 - Etapas de seleção de artigos.....	45
Tabela 7 - Índice aleatório correspondente ao número de fatores da matriz.....	66
Tabela 8 - Dificuldade de execução das tarefas secundárias .....	71
Tabela 9 - Valor de cada fator analisado da tarefa.....	71
Tabela 10 - Relação pareada dos fatores.....	72
Tabela 11 - Consistência dos fatores e pesos relativos. ....	72
Tabela 12 - Classificação das tarefas secundárias.....	72



## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	11
1.2. TEMA e JUSTIFICATIVA.....	12
1.3. QUESTÕES DE PESQUISA.....	13
1.4. OBJETIVOS.....	14
1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	14
1.6. DELIMITAÇÕES DA PESQUISA.....	15
1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO.....	15
2. ARTIGO 1 - IMPACTOS GERADOS PELA EXECUÇÃO DE TAREFAS SECUNDÁRIAS AO DIRIGIR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA. ....	18
2.1. INTRODUÇÃO.....	18
2.2. METODOLOGIA E CONTEXTUALIZAÇÃO.....	20
2.2.1. Questão de Pesquisa.....	20
2.2.2. Pesquisa no Banco de Dados e Seleção.....	21
2.2.3. Critérios de Inclusão e Exclusão.....	21
2.2.4. Rede de Interações.....	23
2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
2.3.1. Estudos Contemplados.....	24
2.3.2. Riscos envolvidos na execução de tarefas secundárias ao dirigir.....	29
2.3.3. Características das tarefas secundárias que provocam maior impacto ao dirigir....	30
2.3.4. Consequências mais relevantes relacionadas às características das tarefas secundárias.....	32
2.3.5. Conclusão.....	32
2.4. REFERÊNCIAS.....	34
3. ARTIGO 2 - MÉTODOS DE ANÁLISE DE DISTRAÇÃO EM TAREFAS SECUNDÁRIAS: CONCEITOS E APLICAÇÕES.....	42
3.1. INTRODUÇÃO.....	42
3.2. MATERIAIS E MÉTODOS.....	44
3.2.1. Simulação.....	46
3.2.2. Testes controlados.....	47
3.2.3. Naturalistic Driving Studies.....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
3.3. DISCUSSÃO.....	49
3.4. CONCLUSÃO.....	51
3.5. REFERÊNCIAS.....	52

4. ARTIGO 3 - SISTEMÁTICA DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE TAREFAS secundárias AO DIRIGIR por meio de análise Multicriterial .....	60
4.1. INTRODUÇÃO .....	60
4.2. MATERIAIS E MÉTODOS .....	62
4.2.1. Condições Iniciais .....	63
4.2.2. Análise dos dados de vídeo .....	64
4.2.3. Análise do questionário .....	65
4.2.4. Analytic Hierarchy Process (AHP) .....	65
4.3. RESULTADOS .....	67
4.3.1. Definições de pesquisa .....	67
4.3.2. Análise dos dados de vídeo .....	67
4.3.3. Percepção da dificuldade pelos motoristas .....	70
4.3.4. Comparação de resultados do questionário com tarefas secundárias extraídas por vídeo .....	71
4.4. DISCUSSÃO .....	73
4.5. CONCLUSÃO .....	75
4.6. REFERÊNCIAS .....	76
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	81
5.1. CONCLUSÕES .....	81
5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS .....	82
6. REFERÊNCIAS .....	83
APÊNDICE A .....	85

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Para conduzir um veículo, o motorista deve realizar uma série de tarefas. Entre elas, estão o controle do volante, freios, sinalizações, controle dos espelhos e sinalizações de trânsito. Estas tarefas, que são imprescindíveis para a condução, são definidas como tarefas principais. Porém, há outras muitas tarefas que também são executadas ao dirigir, como por exemplo, ajustar o rádio, configurar uma rota no GPS ou utilizar um celular (Lee et al., 2018; Peng et al., 2014). Todas essas outras tarefas, que não são essenciais à condução com segurança, são definidas como tarefas secundárias (Huemer and Vollrath, 2011).

A execução de tarefas secundárias ao dirigir é uma preocupação constante e tem ganhado muita importância nos últimos anos devido ao aumento e disseminação de dispositivos tecnológicos que equipam os automóveis (Atchley et al., 2012), conhecido como IVIS (*in-vehicle information systems*) ou que os próprios motoristas levam consigo, como os telefones celulares. Por muitas vezes as tarefas secundárias são tidas como responsáveis pelas distrações no trânsito (Baumann et al., 2004; Briggs et al., 2017; Prat et al., 2015; Regan et al., 2009).

Cada tipo de tarefa secundária possui características particulares com efeitos diferentes (Patel et al., 2008). Podem ser tarefas de características físicas ou mecânicas, cognitivas ou ainda uma mescla das duas condições. As tarefas físicas são as que necessitam movimentos e olhares específicos, já as cognitivas são aquelas que não necessitam da realização de movimentos físicos corporais e sem necessidade de tirar o olhar da via, mas exigem dos motoristas uma maior carga mental (Bärgman et al., 2015; Briggs et al., 2017). Nestas últimas seus efeitos são extensos e vão desde a falha nos controles básicos de condução, como saídas de pista e retardo em frenagens até falhas na percepção de sinais de trânsito ou de condições de risco iminente de acidentes (Krause et al., 2015; Noy et al., 2004; Reed-Jones et al., 2008).

O entendimento dessas tarefas e suas implicações para a tarefa principal de dirigir é importante para proporcionar avanços relacionados à segurança das vias. Por exemplo, como no caso de dispositivos embarcados, os estudos acerca das tarefas secundárias proporcionam avanços em seu desenvolvimento, incluindo o design, o posicionamento no painel e sua operacionalização (Birrell and Young, 2011; Kandemir et al., 2018). Tais avanços permitem que o motorista melhore sua acuidade visual com menos tempo para olhar o display, consiga

operar somente com o tato, sem necessitar desviar o olhar, ou ainda otimizar as operações para melhorar a usabilidade e deixá-las mais intuitivas.

Todavia, os experimentos para entender as tarefas secundárias possuem restrições devido as suas particularidades, pois além de possuírem carga física e cognitiva também são influenciadas pelas condições reais do ambiente interno e externo do veículo. Assim, a forma com que o motorista conduz um veículo é muito diferente nas simulações e testes controlados do que na vida real (Beratis et al., 2017; Dozza et al., 2015). Nas simulações e testes controlados, por exemplo, o motorista dificilmente terá a sensação de perigo da situação real. Por mais que se tente planejar e simular, o sujeito estará preparado para situações adversas ou a espera por eventos excepcionais.

Pode-se observar que existem cada vez mais dispositivos associados à tarefa principal em função de novas tecnologias. Tais aparelhos muitas vezes auxiliam na condução, mas também induzem ao motorista uma maior carga de trabalho. Neste caso, pode-se depreender que um motorista profissional exposto a condições adversas durante o tráfego em grandes cidades e a um grande número de tarefas secundárias estará mais exposto a acidentes durante o trabalho de condução de veículos.

Portanto, se faz necessário para a melhor percepção das tarefas secundárias, a aplicação de abordagens distintas para analisar e avaliar os riscos de um mesmo problema, já que a aplicação de um único método isolado resultará em respostas enviesadas. Ou seja, a complementariedade das informações sobre os efeitos causados sob diferentes pontos de vista, torna possível entender de maneira mais ampla e completa o que uma determinada característica da tarefa secundária causa ao motorista e ao seu entorno, proporcionando informações mais fiéis à realidade. Dessa forma, permitem que os esforços em busca de soluções mais bem adaptadas às necessidades dos motoristas possam realmente melhorar as condições de saúde e segurança.

## 1.2. TEMA E JUSTIFICATIVA

A presente dissertação explora a Execução de Tarefas Secundárias ao Dirigir. Aborda seu entendimento, características, suas causas, consequências e as formas particulares de análise e diagnóstico.

O maior problema relacionado à execução de tarefas secundárias ao dirigir são as consequências trágicas que afetam toda a população de modo global. Somente nos Estados

Unidos, anualmente mais de 300 mil pessoas foram feridas e cerca de três mil pessoas tiveram suas vidas ceifadas pelo envolvimento em acidentes de trânsito originados por distrações (Kahn and Gotschall, 2015). No Brasil, segundo o Observatório Nacional de Segurança Viária (ONSV), os últimos dados disponíveis mostraram mais de 38 mil mortes registradas em 2015 (“Observatório,” n.d.). Somente nas rodovias federais, segundo o Ministério do Transporte, foram registrados entre 2007 e 2016 mais de 15 mil mortos e 276 mil feridos relacionados à falta de atenção ao dirigir (Ministério da Infraestrutura). Nesse sentido, avanços para que as tarefas secundárias diminuam seus impactos sobre a segurança e saúde dos motoristas, mesmo que pequenos, podem representar ganhos significativos para a sociedade.

Os motoristas de transporte público são possivelmente os mais afetados pelas tarefas secundárias devido ao grande número de variáveis e frequência de execução excessiva. Desta forma, frente ao contexto laboral vivenciado pelos motoristas de transporte público (condições de tráfego, violência, carga e horários de trabalho, etc.), verificou-se a necessidade de aprofundar os conhecimentos quanto às tarefas secundárias e seus impactos. Entretanto, existe um grande potencial de otimizar essas tarefas por meio de desenvolvimentos tecnológicos, análise e eliminação de tarefas não essenciais, ou até mesmo o *redesign* de dispositivos. Portanto, o melhor entendimento dos aspectos que envolvem as atividades secundárias pode permitir um avanço no dimensionamento adequado das tarefas, bem como o reprojeto de situações de trabalho e de produtos relacionados com a atividade de dirigir.

De outra forma, os métodos existentes de análise das condições reais ao dirigir contemplam tradicionalmente aspectos objetivos como tomadas de informação pelo olhar, tempos e frequência de movimentos. Logo, há a necessidade de complementar estas análises considerando a complexidade das tarefas secundárias, incluindo os aspectos subjetivos relacionados com a percepção e dificuldade de execução sob o viés do motorista. A utilização de análises de cunho multicriterial, pode possibilitar um aprofundamento sobre as condições das tarefas, levando a mitigar de forma mais eficaz os riscos mais impactantes relacionados à saúde e segurança do motorista e do trânsito de modo geral.

### 1.3. QUESTÕES DE PESQUISA

Considerando os diferentes aspectos, características e percepção dos motoristas frente às tarefas secundárias executadas ao volante, a necessidade de se respeitar as regras de

trânsito e o bom senso em relação ao entorno, questiona-se: ‘Quais são os tipos de tarefas secundárias oferecem os maiores riscos à segurança dos motoristas?’ ‘Quais são os seus impactos?’ ‘Como avaliar as tarefas secundárias incluindo a percepção dos motoristas?’

#### 1.4. OBJETIVOS

O objetivo principal da dissertação é a compreensão das tarefas secundárias ao dirigir, suas particularidades, suas demandas, bem como entender quais fatores acarretam na maior criticidade em relação à segurança. Para tanto, os seguintes objetivos secundários também são propostos:

- i. Definir, com base na revisão sistemática da literatura, o que são tarefas secundárias e explorar suas características e classificações (Artigo 1);
- ii. Entender quais são as principais consequências da execução de tarefas secundárias e quais os possíveis riscos ao desempenho, segurança e ao ambiente externo estão relacionados a estas tarefas (Artigo 1);
- iii. Evidenciar os principais métodos de análise de tarefas secundárias e seus resultados, bem como suas aplicabilidades para cada tipo de objetivo com suas vantagens e desvantagens (Artigo 2);
- iv. Propor e aplicar, com base nas demandas exigidas para a execução e na dificuldade percebida pelos motoristas, uma sistemática de análise e avaliação multicriterial de tarefas secundárias para permitir a priorização de ações de melhorias nos processos e mitigar os riscos à segurança (Artigo 3).

#### 1.5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente dissertação é de natureza aplicada por desenvolver uma sistemática de análise e avaliação multicriterial das tarefas secundárias ao dirigir para possibilitar a priorização de ações de melhorias. A classificação da abordagem é quantitativa uma vez que as informações extraídas são quantificáveis, podendo numerar, mensurar e analisar dados e conceitos. Do ponto de vista de seus objetivos, caracteriza-se com explicativa, já quanto aos procedimentos, o trabalho caracteriza-se como estudo aplicado, uma vez que utiliza os estudos, métodos e técnicas anteriores para o desenvolvimento de uma sistemática de análise e avaliação das tarefas, no qual juntamente com uma empresa de transporte público colaboradora, foi aplicado em um cenário real.

O estudo parte de uma revisão sistemática da literatura sob o enfoque da execução de tarefas secundárias ao dirigir. Esta é utilizada para reexaminar uma questão claramente formulada usando métodos sistemáticos, avaliar criticamente as pesquisas primárias

relevantes e extrair dados destes estudos. Além disso, identificar as fontes de complexidade e mapear possíveis intervenções nos principais aspectos evidenciados para a resolução de determinada questão (Petticrew, et al., 2015). As principais classificações das tarefas, conforme suas características, possíveis riscos e consequências envolvidas em sua execução também foram diagnosticados nessa etapa. Após, são estudados os principais modelos experimentais presentes na literatura e evidenciadas suas vantagens e desvantagens. Finalmente, pelos dados objetivos e subjetivos das tarefas obtidos em tempo real, foi proposta uma sistemática para a avaliação e análise das tarefas secundárias e aplicada para elencar a criticidade destas em relação as suas características e percepção dos usuários.

## 1.6. DELIMITAÇÕES DA PESQUISA

O trabalho contempla as tarefas secundárias, suas características e análise de seus impactos sobre o motorista ao dirigir. Dessa forma, não foram abordadas as relações da execução de tarefas secundárias com as leis de trânsito, uso de entorpecentes, ou qualquer outra questão que não fosse a execução da tarefa em si.

Contudo, visto que o presente estudo busca entender uma questão que acontece globalmente, limitações acerca do tamanho da amostra dos dados coletados para a análise devem ser mencionados. Estas são provenientes apenas de uma única fonte, uma rota específica em uma única cidade. Podendo tornar os resultados válidos apenas para um grupo específico da população. Outra limitação importante é a quantidade de fatores analisados, sendo contemplados para a análise os fatores dificuldade, tempo e frequência. Assim, não foram consideradas no estudo as condições externas ao veículo, como o clima, o tráfego ou ainda as condições psicológicas dos motoristas durante os trajetos analisados.

## 1.7. ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

A condução de cada artigo seguiu uma sequência lógica onde os resultados do artigo prévio permitiram o desenvolvimento do estudo seguinte proporcionando o desdobramento do objetivo da dissertação. O mapeamento deste estudo está representado na Figura 1.

Este trabalho está organizado em cinco capítulos. O primeiro capítulo introduz o assunto pesquisado, os objetivos e as justificativas, assim como o método de pesquisa adotado. Por fim, são expostas a estrutura do trabalho e as suas delimitações.

O segundo capítulo compreende o primeiro artigo do estudo. Constituído por uma revisão sistemática sobre a execução de tarefas secundárias ao dirigir. Nele são apresentadas as principais tarefas secundárias analisadas na literatura, além dos principais métodos

utilizados para análise. Por fim, o artigo também aborda a relação entre as características das tarefas com os efeitos referentes à segurança causados para o motorista e ao ambiente em seu entorno.

O terceiro capítulo traz o segundo artigo em que o foco está na compreensão de como os estudos acerca da distração e da execução de tarefas secundárias são realizados. Mostra que o tipo de estudo e métodos para as análises das tarefas secundárias dependem do objetivo desejado. Apresenta as vantagens e desvantagens dos principais métodos de análise de distração e tarefas secundárias.

O quarto capítulo é referente ao terceiro artigo em que é realizado um estudo de caso com o objetivo de criar uma classificação de risco à segurança da execução de tarefas secundárias. Para tal, desenvolveu-se uma nova metodologia de estudo, onde foi levado em consideração dados quantitativos extraídos da análise de câmeras veiculares e a percepção dos motoristas sobre a dificuldade de executar determinadas tarefas secundárias.

O quinto e último capítulo traz as conclusões deste trabalho, em que são avaliados os principais resultados obtidos e as limitações encontradas durante a pesquisa, incluindo futuros possíveis avanços na pesquisa sobre o tema.



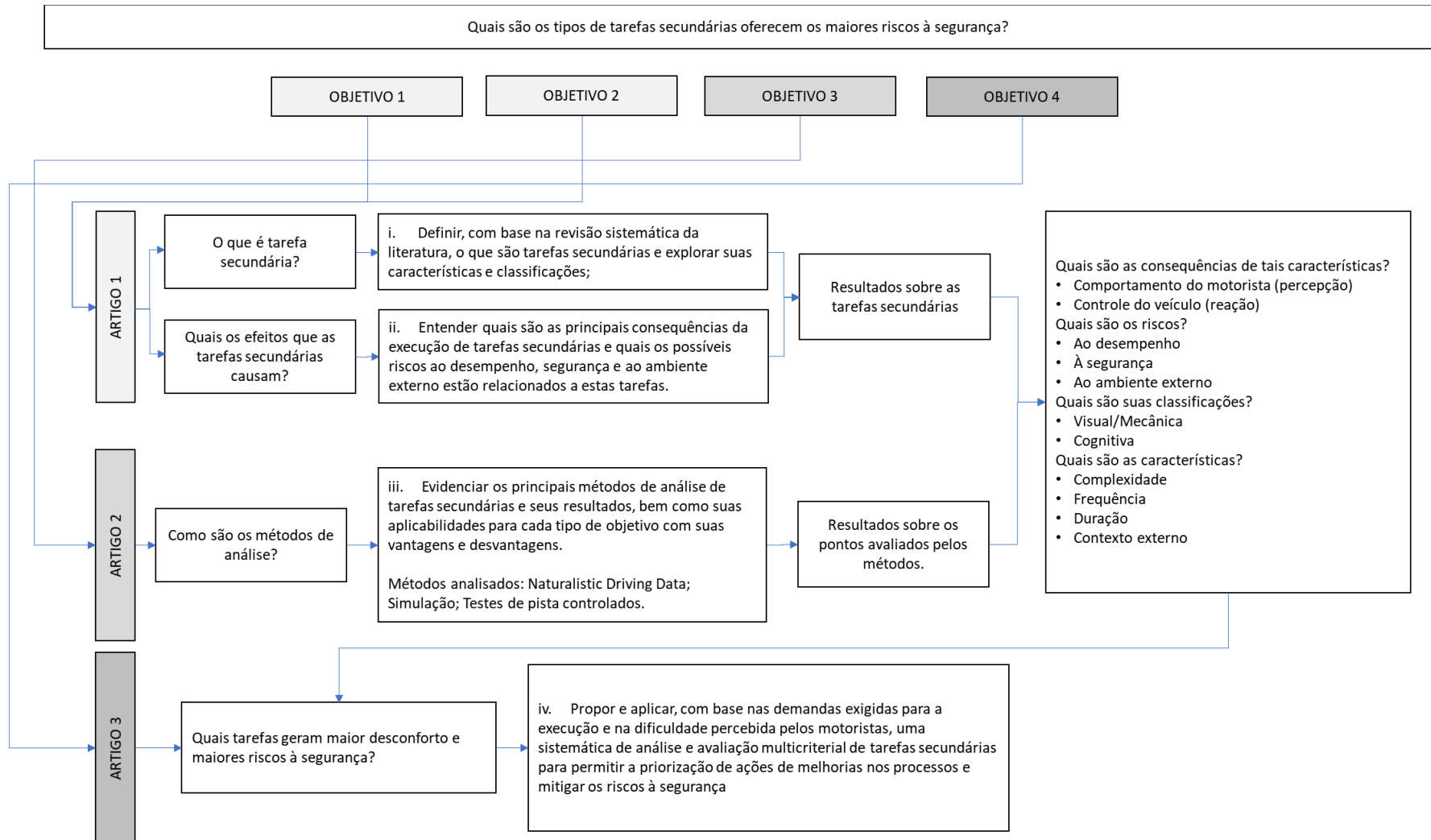


Figura 1 - Mapeamento da dissertação.

## 2. ARTIGO 1 - IMPACTOS GERADOS PELA EXECUÇÃO DE TAREFAS SECUNDÁRIAS AO DIRIGIR: UMA REVISÃO SISTEMÁTICA

### RESUMO

Realizar tarefas secundárias durante a condução é uma característica comum e presente para todos os motoristas. Comer alimentos, manipular telefone ou GPS ou até mesmo falar com os passageiros são exemplos de tarefas secundárias. Embora muitas tarefas auxiliem o motorista, principalmente devido ao uso de dispositivos tecnológicos, como auxílio de localização ou instalações de comunicação, eles estão diretamente conectados à distração ao volante, que é responsável por muitos acidentes. Assim, o objetivo deste estudo é compreender as características das tarefas secundárias, quais os riscos que sua execução traz, bem como analisar as consequências mais relevantes relacionadas às características das mesmas. Para isso, foi realizada uma revisão sistemática, e 48 artigos foram utilizados na parte final deste estudo. Os principais resultados mostraram que as tarefas secundárias podem ser classificadas em diferentes níveis de riscos relacionados à segurança e que sua execução pode impactar desde a habilidade do motorista na condução do veículo até a percepção de eventos externos a ele. Além disso, tarefas com uma carga cognitiva mais alta, embora tenham características e consequências diferentes, são tão impactantes quanto as tarefas visuais e podem resultar no mesmo nível de risco.

### 2.1. INTRODUÇÃO

A condução de veículos automotores exige dos motoristas a execução de tarefas complexas que estão relacionadas ao controle específico do veículo e à atenção com o tráfego em seu entorno (Cuenen et al., 2015; Tivesten and Dozza, 2015), fazendo parte de sua carga de trabalho. Entre os motoristas, estas tarefas podem ser divididas entre tarefa principal, que é a condução do veículo e as secundárias, que dizem respeito a todas as outras complementares que são comuns à maioria dos motoristas (Huemer and Vollrath, 2011). Estas abrangem, entre várias situações, a utilização de telefone, a conversação com passageiros e a ingestão de alimentos. Além dessas tarefas, a utilização de *in-vehicle information systems* (IVIS), como GPS, rádio e outros equipamentos tecnológicos embarcados nos automóveis modernos também são consideradas tarefas secundárias.

Alguns estudos na literatura buscam analisar a tarefa de conduzir um veículo envolvendo a execução de tarefas secundárias e sua relação com acidentes, devido ao aumento da carga de trabalho cognitiva que retira a atenção da tarefa principal e distrai o motorista (Faure et al., 2016; Harbluk et al., 2007). Segundo Baumann et al. (2004), Jin et al. (2015a) e Prat et al. (2015) a distração ao volante está fortemente relacionada com a execução dessas tarefas. De acordo com o relatório do Departamento de Transporte dos Estados Unidos – NHTSA (2015), acidentes relacionados à distração causam no país, ao menos, U\$40 bilhões em custos, além de serem responsáveis por mais de 3.000 mortes por ano (Kahn and Gotschall, 2015). Entre os diversos fatores impactados pela distração apontados por Papantoniou et al. (2017), estão falhas no controle do veículo, tempo de reação e medidas de carga de trabalho. Esses fatores estão diretamente relacionados à segurança e desempenho ao dirigir.

A carga de trabalho dos motoristas também exerce forte influência ao dirigir e é comumente associada ao ‘esforço mental’ na execução de alguma determinada tarefa (Curry et al., 1979; Hart and Wickens, 1990; Paas and Van Merriënboer, 1993; Vicente et al., 1987). Segundo Cain (2007), não há uma definição universal e comumente aceita sobre a carga de trabalho, porém pode ser caracterizada como uma construção mental que reflete o resultado da execução de uma tarefa em condições específicas, juntamente com a capacidade do operador para responder a tais demandas.

Segundo Gopher & Donchin (1986), a carga de trabalho mental pode ser vista como a relação entre a capacidade de processamento de informações para que a tarefa satisfaça às expectativas e a capacidade disponível a qualquer momento. Com relação ao nível de desempenho de tarefa esperado, este é estabelecido pelo desempenho da mesma tarefa em um contexto ideal ou menos exigente. Dessa forma, é possível medir a dificuldade da tarefa por meio da diferença entre o desempenho esperado e o real.

Visto que os recursos cognitivos de processamento de informação dos operadores são limitados e as tarefas secundárias resultam no aumento da carga de trabalho do motorista (Abernethy, 1988), a tarefa secundária pode ser entendida como qualquer tarefa que consuma capacidade do operador e concorra com a tarefa principal. Entende-se neste contexto que toda tarefa desnecessária para controlar o veículo com segurança é considerada uma tarefa secundária.

Neste contexto, para identificar e entender melhor as causas e relações da influência que as tarefas secundárias trazem à tarefa principal é preciso entender o trabalho realizado pelo motorista. A análise do trabalho busca principalmente melhorar processos, desempenho e mitigar os riscos à saúde e segurança. Porém, diferentemente das tarefas realizadas em ambientes fixos, como nas linhas de produção, onde profissionais podem observar e interagir diretamente, não é possível realizar o mesmo tipo de abordagem com a tarefa de conduzir um veículo. Assim, as tarefas que envolvem veículos são mais complexas de serem analisadas (Horrey et al., 2012). Portanto, é comum para esses casos, a utilização de simuladores, gravações (*naturalistic driving data*) e testes em ambientes controlados.

Desta forma, o objetivo desta revisão sistemática é identificar a importância e a criticidade das tarefas secundárias para uma condução segura; e, ainda, identificar quais os principais parâmetros e características que essas tarefas possuem, capazes de influenciar a capacidade de dirigir com segurança.

## 2.2. METODOLOGIA E CONTEXTUALIZAÇÃO

Este estudo foi realizado com base no protocolo PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses*) (Moher et al., 2009), metodologia originária da saúde e das ciências sociais, porém seus princípios são também aplicáveis a outros campos de estudo. Consiste em quatro passos principais: (i) definir a questão de pesquisa que permita a pesquisa sistemática, além da base de dados de pesquisa e termos de busca; (ii) identificar explicitamente os critérios de inclusão e exclusão dos artigos para análise; (iii) realizar a avaliação do conteúdo, neste passo ocorre a avaliação qualitativa dos artigos selecionados; e (iv) avaliar de maneira mais aprofundada os artigos selecionados. Essa abordagem fornece a possibilidade para uma síntese de pesquisa transparente e reprodutível, oferecendo maior clareza e validade (Booth et al., 2016).

Dessa forma, a revisão sistemática foi realizada com o enfoque de analisar a criticidade das tarefas secundárias para uma condução segura de motoristas, assim como tentar identificar eventuais fatores que possam influenciar a segurança ao dirigir.

### 2.2.1. Questão de Pesquisa

A fim de obter questões mais claras e objetivas, a questão-chave desse estudo foi estruturada em três outras perguntas distintas, de acordo com os critérios PICO

(população/problema, intervenção, controle e resultados) apresentados na tabela 1: (Q1) Quais são os riscos envolvidos na execução de tarefas secundárias ao dirigir; (Q2) Quais são as características das tarefas secundárias que trazem ao motorista maior impacto ao dirigir; e (Q3) Quais são as consequências mais relevantes relacionadas às características das tarefas secundárias.

*Tabela 1 - Perguntas de pesquisa de acordo com os critérios PICO.*

Questões	(P) População	(I) Intervenção/exposição	(C) Controle	(O) Resultados
Q1		Impactos diretos à segurança, saúde e desempenho.	na	
Q2	Condutores de veículos públicos e privados.	Impactos devido à atenção necessária, carga de tarefas, manuseio de instrumentos, etc.	na	Estrutura de classificação e comparação de atividades com evidências sintetizadas.
Q3		Relacionado a medidas de desempenho decorrentes das consequências de tarefas secundárias.	na	

### 2.2.2. Pesquisa no Banco de Dados e Seleção

A busca nos bancos de dados ScienceDirect e IEEEExplore resultou em uma amostra inicial de 1025 artigos. A estratégia incluiu as palavras-chave relacionadas aos seguintes termos: (i) *bus driver*; (ii) *distraction*, (iii) *risk* e (iv) *secondary task*. Foram empregados os seguintes termos na forma booleana: *bus driver OR driver AND secondary task*; *bus driver AND secondary task*; *driver AND secondary task*; *driver AND distract\**; *"secondary task" AND "bus driver"*; *"secondary task" AND "driver" AND risk*; e *"secondary task" AND "driver" OR risk*.

A revisão sistemática foi realizada com a utilização dos softwares StArt (Fabbri et al., 2016; Montebelo et al., 2000), planilhas do MS Excel e o software de gerenciamento de referências Mendeley, como ferramenta de apoio. O software StArt auxilia em todas as fases da revisão sistemática, como objetivos, pergunta de pesquisa e critérios de inclusão e exclusão. A partir da seleção final dos artigos, o MS Excel foi utilizado para o apontamento das informações mais relevantes, classificações e características dos assuntos abordados.

### 2.2.3. Critérios de Inclusão e Exclusão

O período considerado nesta revisão sistemática não foi limitado e incluiu todos os artigos publicados nas bases de dados até 2018. Não foi estipulada uma data mínima para a seleção dos artigos devido à hipótese de que, com a evolução tecnológica, as

características e complexidades das tarefas realizadas nos veículos pode afetar a carga de trabalho do motorista (Atchley et al., 2012; NHTSA, 2008). No entanto, devido aos critérios de inclusão e exclusão apresentados a seguir, não houve artigos anteriores a 2003 classificados na seleção final.

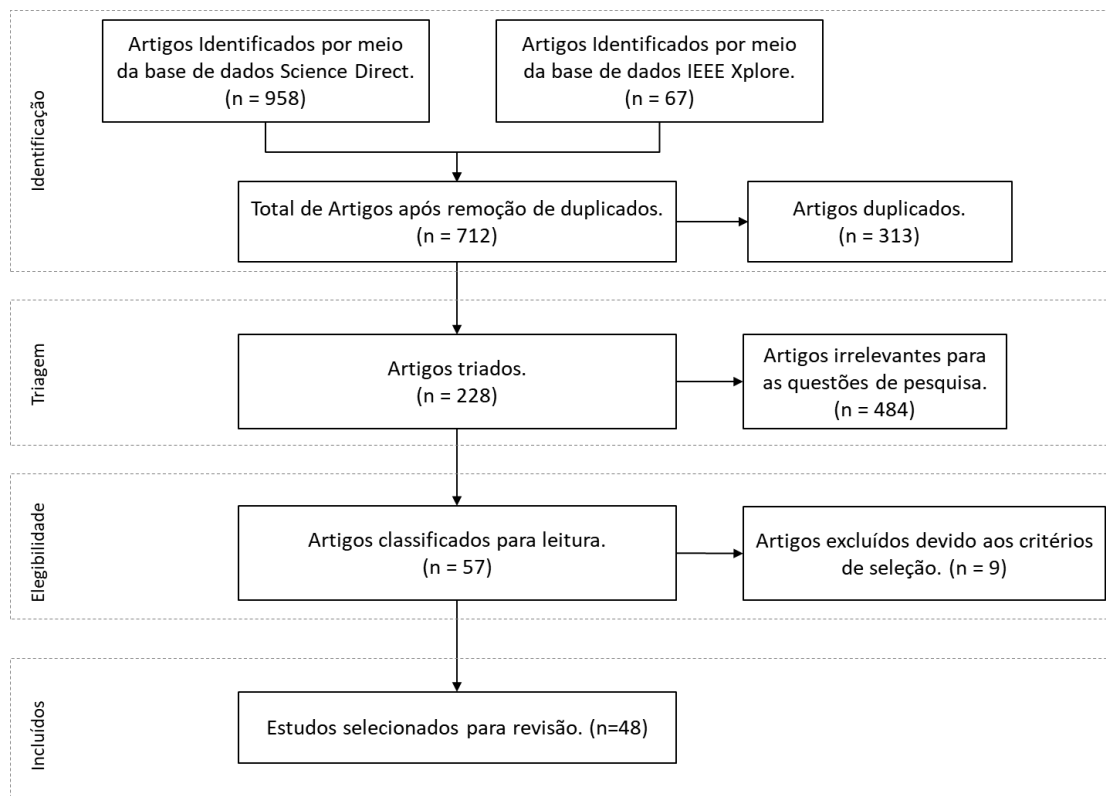
Os critérios de inclusão compreendem as etapas e afirmações presentes na tabela 2. A seleção preliminar compreende a leitura dos títulos e abstracts para identificar os artigos relacionados com as perguntas de pesquisa. Na etapa 2, foram lidas as introduções e conclusões dos artigos e todas as afirmações (tabela 2) deveriam ser verdadeiras. Posteriormente, os artigos classificados passaram para a etapa 3 onde pelo menos uma das afirmações deveria ser verdadeira.

*Tabela 2 - Etapas de seleção de artigos*

Etapas	Informações
Seleção preliminar	Autores Título Ano Periódico Palavras-chave Técnica utilizada
Etapa 2	Objetivos Os objetivos do artigo são claros. Os objetivos envolvem Tarefas Secundárias ou distração ao dirigir. O estudo apresenta uma caracterização do fator analisado. O estudo mostra resultados claros e possíveis desdobramentos. Os resultados não estão relacionados a fatores externos. As principais conclusões do estudo são claras.
Etapa 3	Pergunta de Pesquisa O estudo aponta consequências à segurança, saúde e desempenho. O estudo aborda dificuldades das tarefas, atenção necessária ou complexidade. O estudo mostra os efeitos ocasionados por determinada tarefa secundária. O estudo aborda os riscos envolvidos nas atividades secundárias. O estudo classifica tipo de tarefas ou categorias.
Dados Extraídos	objetivo/problema fatores analisados (inputs) Objetivo/problema detectado ( <i>findings</i> ) consequências observadas ( <i>outputs</i> )

Os critérios de exclusão consideravam artigos que contemplavam tópicos que fugiam dos objetivos desta pesquisa, como por exemplo, tópicos sobre patentes, desenvolvimento de software e equipamentos eletrônicos, estudos médicos ou externos ao veículo e motorista, como propostas de modificações em leis de trânsito, sinalizações ou marketing nas vias. Além disso, estudos sobre uso de substâncias, como por exemplo, álcool ou outros entorpecentes e estudos exclusivamente sobre comportamento não foram considerados, a menos que fossem relevantes em algum

aspecto para as perguntas de pesquisa. A figura 2 apresenta as fases e resultado da avaliação dos artigos.



*Figura 2 - Avaliação e seleção dos artigos.*

Após a remoção de artigos duplicados, 712 artigos foram deixados para análise. Na primeira fase, uma seleção inicial foi feita através da análise do título. Nesse momento, 484 artigos foram retirados por não abordarem as questões de análise desta pesquisa, levando à segunda etapa da análise 228 artigos onde o filtro foi aplicado com base na análise da seção de introdução e conclusão dos artigos. Finalmente, na terceira fase, 57 artigos foram classificados como elegíveis para leitura completa. Destes, nove foram excluídos por ser estudos que abordam questões específicas sobre dispositivos ou sobre a disposição ou tendência de se envolver em distrações. O resultado foi 48 artigos incluídos na seleção final.

#### **2.2.4. Rede de Interações**

Os efeitos das tarefas foram analisados a partir de uma rede de associação de relações. Para isso, o software VOSviewer (van Eck and Waltman, 2010) foi utilizado para analisar as relações das características das tarefas secundárias estudadas nos artigos. Sendo que os dados previamente extraídos foram compilados em um único

arquivo em formato bibtext para permitir a importação para o software VOSviewer e finalmente poder criar as relações dos pontos coletados.

## 2.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção, são apresentados os resultados e principais achados dos estudos contemplados na revisão sistemática. Mais especificamente, são apresentadas as principais características das tarefas secundárias encontradas, quais são os efeitos que tais características implicam e quais são os riscos envolvidos nessas tarefas. São apresentados também, argumentos que respondam às perguntas desta pesquisa acerca da execução de tarefas secundárias ao dirigir.

### 2.3.1. Estudos Contemplados

A avaliação dos estudos anteriores ratifica a afirmação de que as tarefas secundárias têm influência importante no desempenho e segurança no trânsito. Os estudos selecionados analisados na presente revisão estão apresentados na Tabela 3.

*Tabela 3 - Artigos selecionados pela revisão bibliográfica*

	Autores	Ano	País
1	Harms, L.; Patten, C.	2003	Denmark
2	Noy, Y. I.; Lemoine, T. L.; Klachan, C.; Burns, P. C.	2004	Canada
3	Patten, C.J.D.; Kircher, A.; Östlund, J.; Nilsson, L.	2004	Sweden
4	Victor, T. W.; Harbluk, J. L.; Engström, J. A.	2005	Sweden
5	Wittmann, M.; Kiss, M.; Gugg, P.; Steffen, A.; Fink, M.; Pöppel, E.; Kamiya, H.	2006	Germany
6	Blanco, M.; Biever, W. J.; Gallagher, J. P.; Dingus, T. A.	2006	USA
7	Harbluk, J.L.; Noy, Y. I.; Trbovich, P. L.; Eizenman, M.	2007	Canada
8	Horrey, W. J.; Lesch, M. F.; Garabet, A.	2008	USA
9	Patel, J.; Ball, D. J.; Jones, H.	2008	UK
10	Reed-Jones, J.; Trick, L. M.; Matthews, M.	2008	Canada
11	Horrey, W. J.; Lesch, M. F.	2009	USA
12	Liang, Y.; Lee, J. D.	2010	USA
13	Ersal, T.; Fuller, H. J. A.; Tsimhoni, O.; Stein, J. L.; Fathy, H. K.	2010	USA
14	Huemer, A. K.; Vollrath, M.	2011	Germany
15	Hurts, K.	2011	Netherlands
16	Metz, B.; Schömig, N.; Krüger, H.	2011	Germany
17	Muhrer, E.; Vollrath, M.	2011	Germany
18	Birrell, S. A.; Young, M. S.	2011	UK
19	Salmon, P. M.; Young, K. L.; Regan, M. A.	2011	Australia
20	Owens, J. M.; McLaughlin, S. B.; Sudweeks, J.	2011	USA
21	Minin, L.; Benedetto, S.; Pedrotti, M.; Re, A.; Tesauri, F.	2012	Italy
22	Kaber, D. B.; Liang, Y.; Zhang, Y.; Rogers, M. L.; Gangakhedkar, S.	2012	USA
23	Young, K. L.; Salmon, P. M.	2012	Australia
24	Ou, Y.; Liu, Y.; Shih, F.	2013	Taiwan
25	Xie, C.;Zhu, T.;Guo, C.;Zhang, Y.	2013	China
26	Grane, C.; Bengtsson, P.	2013	Sweden
27	Bakiri, S. et al.	2013	France
28	Hibberd, D. L.; Jamson, S. L.; Carsten, O. M.J.	2013	UK
29	Ye, Z.; Wang, Y.; Wen, Y.	2013	China
30	Simons-Morton, B. G.; Guo, F.; Klauer, S. G.; Ehsani, J. P.; Pradhan, A. K.	2014	USA
31	He, J. et al.	2014	USA
32	Peng, Y.; Boyle, L. Ng; Lee, J. D.	2014	USA
33	Caird, J. K.; Johnston, K. A.; Willness, C. R.; Asbridge, M.; Steel, P.	2014	Canada



34	Bärgman, J.; Lisovskaja, V.; Victor, T.; Flannagan, C.; Dozza, M.	2015	Sweden
35	Owens, J. M.; Angell, L.; Hankey, J. M.; Foley, J.; Ebe, K.	2015	USA
36	Tivesten, E.; Dozza, M.	2015	Sweden
37	Jin, L.; Xian, H.; Niu, Q.; Bie, J.	2015	China
38	Wang, Y.K.; Jung, T. P.; Lin, C. T.	2015	Taiwan
39	Saifuzzaman, M.; Haque, M.; Zheng, Z.; Washington, S.	2015	Australia
40	Lansdown, T. C.; Stephens, A. N.; Walker, G. H.	2015	UK
41	Krause, M.; Angerer, C.; Bengler, K.	2015	Germany
42	Metz, B.; Landau, A.; Hargutt, V.	2015	Germany
43	Kandemir, C.; Handley, H. A. H.; Thompson, D.	2016	USA
44	Choudhary, P.; Velaga, N. R.	2017	India
45	Papantoniou, P.; Papadimitriou, E.; Yanniss, G.	2017	Greece
46	Briggs, G. F.; Hole, G. J.; Turner, J. A.J.	2017	UK
47	Zahabi, M.; Kaber, D.	2018	USA
48	Lee, J. D.; Bärgman, J.; Reimer, B.	2018	USA

As principais características e fatores analisados dos estudos classificados foram extraídos e compilados na Tabela 4. Os termos foram mantidos em inglês propositalmente para preservar as relações obtidas na aplicação do software VosViewer e utilizados na literatura. Os pontos mais abordados pelos estudos envolvem a distração por meio da utilização de tecnologias nas tarefas secundárias, que é explicado pelo rápido aumento de dispositivos embarcados ou, acessíveis aos motoristas. Outro ponto importante identificado é a recorrência de determinadas consequências relacionadas às tarefas secundárias, como a diminuição do tempo do olhar na via, alterações no tempo de resposta para os eventos relacionados à condução do veículo (atraso nas manobras, freadas com retardo) e aumento da variação de posicionamento lateral, que indica o aumento de correções para a manutenção do veículo na pista.

*Tabela 4 - Características abordadas pelos artigos analisados*

Sigla	Fator/Característica	Artigos
Rtime	Tempo de resposta	3 5 7 8 10 12 17 19 22 23 28 33 38 39 40 42 44 47 48
EyesOTR	Olhos fora da via	4 5 12 16 20 22 23 24 26 30 33 34 36 37 39 40 41 47 48
LatVariance	Variação lateral	2 5 8 10 12 19 21 23 24 26 29 31 32 33 39 40 41
Technology	Distrações relacionadas à tecnologia	10 19 21 25 27 30 33 36 37 39 40 41 44 47 48
CrashRisk	Risco de colisão	4 28 30 34 37 39 40 44 47 48
Meanheadway	Variação da distância média	17 22 23 32 33 39 41 42 48
LITS	Redução de inspeções de sinalizações	4 7 12 19 22 23 25 26 40
SpeedDecrease	Diminuição de velocidade	7 23 31 32 33 39 40 42
PVR	Redução da visão periférica	3 4 7 17 22 23 25 37 40
VFFR	Redução do campo funcional visual	3 4 7 19 23 25 39 40
Cabin	Distrações relacionadas à cabine	19 21 25 29 30 37 41 47
Personal	Distrações pessoais	8 11 14 19 27 30 37 44
Crash	Acidentes	27 29 33 34 36 44 48
Headwayvariance	Variação da distância	23 31 32 33 39 40 42
UOsteering	manobrar demais ou de menos	19 20 22 23 26 29
MTCST	Mais tempo para a tarefa secundária	10 23 38 40 47 48
Operational	Distrações operacionais	19 29 30 37 40 41
Icollisions	Aumentar colisões	16 23 33 34 47

LCIM	Redução do controle de instrumentos e espelhos	7 19 23 25 37
Hardbraking	Travagem brusca	7 8 19 23 42
Environmental	Distrações relacionadas ao ambiente	19 27 29 30
SpeedVariance	Varição de velocidade	8 23 33
Minheadway	Diminuição da distância	23 33 42
Stoplighterror	Não perceber sinal vermelho	8 19 23
SteeringAbrupt	Direção mais abrupta	12 19 23
FPDI	Falha ao detectar ações de outros motoristas	22 23 37
Passenger	Distrações relacionadas ao passageiro	19 30

As tarefas observadas nos estudos foram classificadas entre visuais e cognitivas. As visuais, quando exigem que o motorista olhe para o dispositivo da tarefa secundária (Blanco et al., 2006; Harbluk et al., 2007; Metz and Krueger, 2010), ou seja, que impeça de olhar para o trânsito, sinalizações e instrumentos do veículo, para prender a atenção na tarefa que não está diretamente ligada à tarefa principal, esse comportamento é identificado como “*eyes off the road*” (Noy et al., 2004; Owens et al., 2011; Victor et al., 2005). Já as tarefas cognitivas, são as que exigem atenção, porém sem a necessidade centrar e concentrar a visão. A distração cognitiva ocorre então quando o motorista desvia o foco para outra tarefa (Liang, 2010), mesmo sem deixar de olhar para a rua, “*mind off the road*” (Kaber et al., 2012; Muhrer and Vollrath, 2011). Sistemas ativados por voz ou conversações ao telefone pelo sistema embarcado do veículo, são exemplos de ações cognitivas.

Foi possível identificar, através da tarefa analisada, os efeitos ocasionados na tarefa principal. A figura 3 apresenta um grafo com as relações entre os fatores, atividades e suas implicações. Foram identificadas as duas principais classificações de tarefas (visual e cognitiva) e quatro clusters formados pelos fatores analisados.

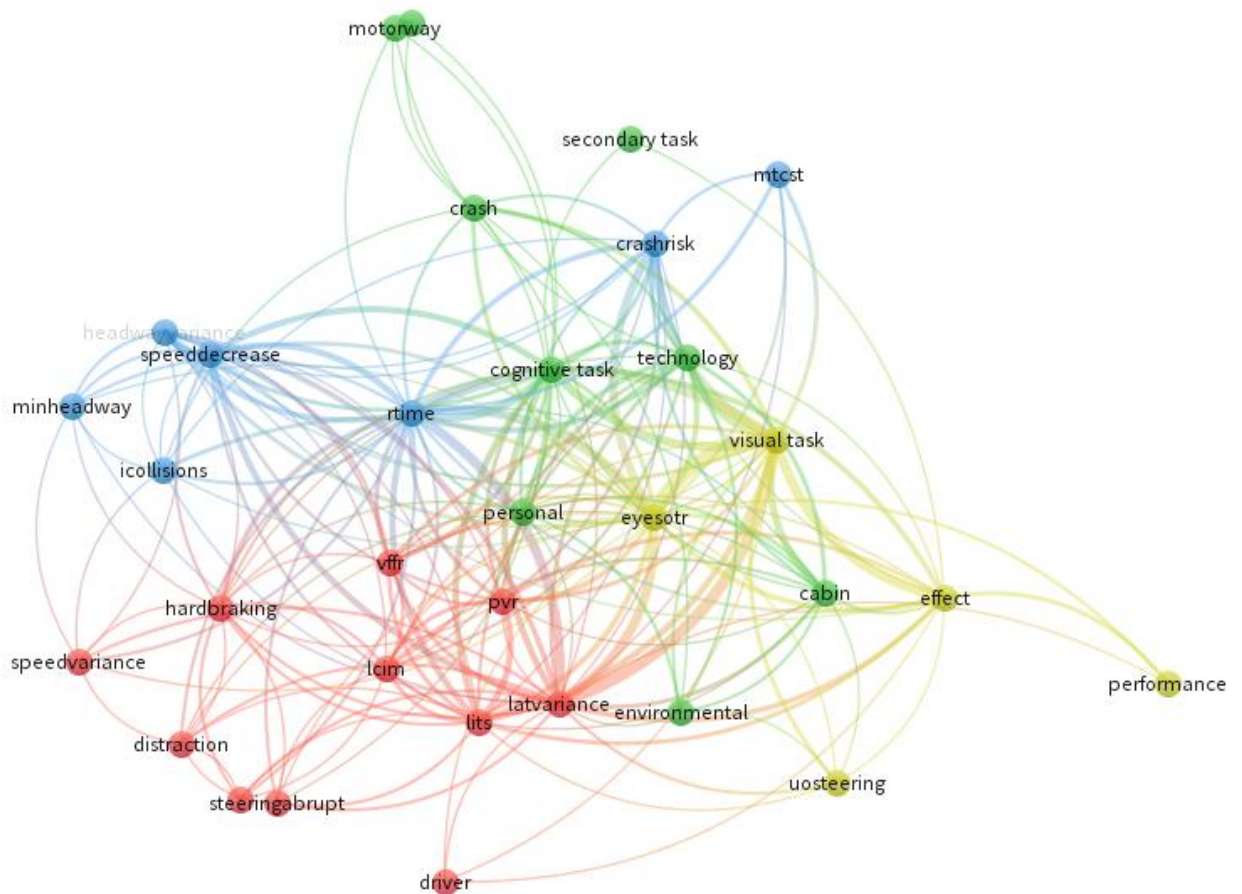


Figura 3 - Grafo de relações entre causas e efeitos gerado pelo VOSviewer®

O primeiro cluster identificado pertence ao fator [visual task] e está diretamente ligado ao efeito [eyesotr] (*eyes off the road*). Isto significa que as atividades visuais aumentam o tempo em que o motorista não olha para a via (Bärgman et al., 2015; Jin et al., 2015a). Outro fator ligado com a tarefa visual é a variação lateral [latvariance]. A variação lateral são as alterações da forma de dirigir padrão, onde se detecta variações da aceleração lateral, do posicionamento em relação à faixa lateral e correções do volante (Choudhary and Velaga, 2017a; Jamson and Jamson, 2010). Esta pode ser explicada devido ao aumento do tempo e quantidade de desvios do olhar da tarefa principal para as tarefas secundárias (Ou et al., 2013; Victor et al., 2005; Young et al., 2014).

Tanto as tarefas visuais quanto as tarefas cognitivas possuem uma relação próxima com o [rtime] (tempo de reação). O fator [rtime] forma um outro cluster com as consequências diretas relacionadas com a falha de resposta no tempo ideal, como por exemplo, as variações de distância em relação ao carro líder [headwayvariance] e

ajustes de velocidade [speeddecrease]. No terceiro cluster está o fator [cognitive task], esse fator está próximo ao fator [technology]. Tal ocorrência é explicável devido ao aumento considerável de dispositivos tecnológicos embarcados ou não, cada vez mais utilizados pelos motoristas (Chen and Donmez, 2016; Liang and Lee, 2014). Pode-se explicar esse resultado devido às demandas cognitivas que a utilização dos dispositivos exige dos motoristas. Nesse cluster também pode-se observar que existe uma relação importante do uso das tecnologias com o contexto, ou seja, há uma proximidade de causas e efeitos com a forma ou o tipo de dispositivo que está sendo empregado. Por exemplo, os dispositivos tecnológicos não embarcados, utilizados de forma alheia ao veículo, são relacionados ao fator [personal] (distrações pessoais), como a utilização de celulares. Já no caso de dispositivos embarcados, que estão presentes no ambiente, ou seja, relacionados com o veículo, estão relacionados com o fator [environmental] (relacionadas ao ambiente), como rádios, GPS ou sistemas de comunicação.

No quarto e último cluster, estão fatores que são implicações características dos efeitos causados principalmente pelas tarefas cognitivas. São impactos muitas vezes não perceptíveis através de medições do comportamento do veículo como, por exemplo, redução do campo funcional de visão [vffr], redução do controle de instrumentos e espelhos [lcim] e redução da visão periférica [pvr]. O aumento da presença desses fatores é especialmente crítico por dois motivos: Primeiro porque os estudos demonstram que os fatores cognitivos são tão impactantes quanto os fatores visuais (Blanco et al., 2006; Harbluk et al., 2007). E, segundo, porque devido às suas características, não podem ser observados diretamente por agentes externos. Ou seja, ao contrário das tarefas visuais, que podem ser fiscalizadas, controladas e proibidas, não há como controlar os fatores cognitivos como, por exemplo, o nível de atenção do motorista. Assim, o controle dos níveis desses fatores deve ser estudado e medidas preventivas adotadas para mitigar seus efeitos (Kountouriotis et al., 2016; Li et al., 2017; Liang et al., 2007).

*Finding:* As tarefas visuais e cognitivas podem contribuir para um mesmo nível de risco, embora as cognitivas sejam menos perceptíveis em termos de consciência situacional do condutor.

### **2.3.2. Riscos envolvidos na execução de tarefas secundárias ao dirigir**

A execução de tarefas secundárias aumenta o risco do motorista se envolver em acidentes e quase acidentes (Briggs et al., 2017; Simons-Morton et al., 2014a; Young and Salmon, 2012). Os estudos apontam que os motoristas distraídos ou envolvidos em tarefas secundárias apresentam reduções expressivas no desempenho e em fatores relacionados com a segurança do motorista e de outros veículos e pedestres.

As tarefas secundárias, portanto, trazem riscos decorrentes de suas realizações. A falta de percepção ideal dos sinais de trânsito (Harbluk et al., 2007; Salmon et al., 2011; Xie et al., 2013) e a capacidade reduzida de antecipar eventos de outros motoristas (Jin et al., 2015b; Kaber et al., 2012; Young and Salmon, 2012), por exemplo, são consequências comumente relacionadas a execução de tarefas secundárias com carga cognitiva, pois expõem um nível de desatenção acima do normal do motorista.

Já as consequências relacionadas ao controle do veículo, como alterações sobre o controle do posicionamento lateral do veículo, aumento de correções de direção nas mudanças de pista, aumento das variações de posicionamento em relação à faixa lateral (Krause et al., 2015; Noy et al., 2004; Reed-Jones et al., 2008) e deficiências no controle da distância em relação ao veículo que está a sua frente (Caird et al., 2014; Metz et al., 2015; Peng and Boyle, 2015; Wang et al., 2015) estão relacionadas com as tarefas visuais ou tarefas que exigem atenção visual.

Um fator amplamente analisado na literatura, o comportamento do olhar, é frequentemente estudado por ser considerado muito importante e fundamental na avaliação dos níveis de riscos que a execução da tarefa secundária traz à segurança (Caird et al., 2014; Krause et al., 2015; Wittmann et al., 2006). Além disso, o comportamento do olhar não só é afetado nas tarefas visuais, como também sofre alterações importantes nas tarefas cognitivas (Victor et al., 2005).

Nas tarefas visuais, o tempo da duração de um único olhar, age de forma direta e positiva sobre o risco de acidentes e quase acidentes. Assim, quanto maior o tempo do olhar para fora da pista, maior o risco de acidentes (Bärgman et al., 2015; Simons-Morton et al., 2014b). Ainda, Simons-Morton et al., (2014), também mostraram que o risco pode aumentar 1,7 vezes, quando um único olhar fora da via for de um segundo e, cerca de seis vezes maior, caso o tempo seja de três segundos; isto independentemente do tipo de tarefa secundária. Tais afirmações são corroboradas pelas diretrizes da

Comissão Europeia de Trânsito (1998), assim como a NHTSA (2013), que recomendam dois segundos como o tempo máximo de duração do olhar fora da via.

Já as tarefas cognitivas causam efeitos de forma diferente no olhar. Quando há uma carga de trabalho cognitiva elevada, concorrente com a tarefa principal, a visão do motorista é alterada: Embora o olhar se mantenha na via, a visão fica concentrada na parte central da pista (Saifuzzaman et al., 2015). Além disso, o campo de visão periférica é reduzido e, por consequência, a percepção dos eventos do ambiente (Jin et al., 2015). Tal característica pode elevar os riscos de acidentes devido à falta de percepção do que ocorre no entorno, como prever o comportamento de outros motoristas e pedestres ou ainda na identificação e resposta à sinaleiras e placas de trânsito (Victor et al., 2005).

*Findings:* Não olhar para a via, que muitas vezes é uma demanda para a execução de tarefas secundárias, aumenta a probabilidade de acidentes e quase acidentes. Além disso, um único e longo desvio do olhar da via é mais impactante do que vários desvios breves do olhar. Em geral, o risco de acidentes e quase acidentes aumenta quanto maior o tempo de distração, independentemente do tipo de tarefa secundária executada.

### **2.3.3. Características das tarefas secundárias que provocam maior impacto ao dirigir.**

A complexidade da tarefa principal de condução de um veículo e suas demandas físicas e mentais são apontadas como fatores determinantes de impacto na segurança e na performance do condutor. Logo, a associação da execução de uma tarefa secundária, que é toda tarefa executada além das estritamente relacionadas à condução do veículo, implica em um risco ainda maior (Choudhary and Velaga, 2017b; Metz et al., 2011; Patten et al., 2004; Xie et al., 2013). Por exemplo, tirar a visão da pista por um longo período é considerado um comportamento de alto risco que pode estar associado com algum tipo de tarefa secundária que demande muita atenção (Simons-Morton et al., 2014b). Neste contexto, dependendo das características e complexidade da tarefa, sua execução pode exigir que o motorista aumente o nível de concentração e o número de movimentos oculares para a tarefa secundária e, dessa forma, afetar a tarefa principal por tal concorrência (Minin et al., 2012; Saifuzzaman et al., 2015).

Segundo Klauer et al. (2006), as tarefas secundárias podem ser classificadas em três categorias: (i) simples; que podem geralmente ser concluídas com apenas um toque

ou um rápido olhar, ou até mesmo sem o movimento das mãos ou olhos; (ii) Tarefas moderadas, que envolvem o movimento de uma das mãos de forma repetitiva e/ou de 1 a 3 olhares rápidos; (iii) Tarefas de alta complexidade, que envolvem as duas mãos e/ou olhares acima de 2 segundos ou, segundo Owens et al. (2015), tarefas com elevada demanda cognitiva. A Tabela 5 apresenta alguns exemplos de tarefas classificadas em cada categoria.

*Tabela 5 - Tarefas secundárias categorizadas nos três níveis de complexidade.*

Tarefas Secundárias Simples	Tarefas Secundárias Moderadas	Tarefas Secundárias Complexas
Ajuste de rádio	Amarrar o cabelo	Discar de um telefone
Ajustar dispositivos integrados (IVI)	Conversa ao telefone	Localizar/procurar/atender PDAs
Falar/cantar sozinho	Conversa com viva voz	Operar um smartphone
Interagir com outro(s) ocupante(s)	Comer	Visualizar smartphone
Ajustar o cinto de segurança	Olhar para objeto externo	Ler mensagens de texto
Ajustar óculos de sol ou óculos	Procurar algum objeto	Escrever, mandar mensagens de texto, etc.
Beber de um recipiente		Procurar objeto em movimento
		Aplicar maquiagem

A categorização da complexidade das tarefas pode ser também explicada por meio do esforço para a sua execução (Aust et al., 2011). Dessa forma, uma tarefa amplamente aprendida, que é executada de forma automatizada, pode ser considerada uma tarefa simples. Conseqüentemente, uma tarefa que exigir um controle motor mais aprimorado, ou que demande o envolvimento do córtex pré-frontal, como tomada de decisão, planejamento e outras funções executivas (Roberts et al., 1998), provavelmente o desempenho sofrerá impactos negativos na execução dessa tarefa ou na tarefa principal (Diamond et al., 2007).

*Findings:* Um dos principais fatores para decidir se um acidente pode ser evitado ou não é o tempo de reação do motorista, mesmo que perceba o perigo com 1,5s de antecedência, não haverá tempo suficiente para reagir em mais de 30% das vezes, caso esteja envolvido em alguma tarefa secundária simples.

#### **2.3.4. Consequências mais relevantes relacionadas às características das tarefas secundárias**

Através dos estudos e simulações, pode-se observar que as tarefas secundárias afetam o desempenho de condução (Blanco et al., 2006; Xie et al., 2013). As tarefas complexas, devido às suas características, são as que mais impactam no desempenho e as que trazem os maiores riscos de acidentes e quase acidentes (Patten et al., 2004). Por outro lado, tarefas simples e moderadas não aumentam necessariamente os riscos de segurança. Isso se deve às consequências dessas tarefas, os resultados observados nas simulações e outros estudos apontam para características preventivas, como o aumento da distância média ao carro ou a diminuição da velocidade média do veículo. Também é apontado por Diamond (2007) que a adição de tarefas simples pode aumentar o nível de excitação, aumentando a atenção em geral. Isso pode evitar acidentes causados por monotonia, muitas vezes relacionados a acidentes em viagens longas.

Portanto, é possível afirmar que tarefas secundárias geram impactos positivos e negativos, dependendo de suas características e nível de complexidade. Tarefas simples e moderadas podem ser consideradas tarefas de baixo impacto, ou até gerar impactos positivos. Por outro lado, a tarefa de alta complexidade, considerada de maior risco, afeta o desempenho e pode ter consequências de acordo com sua carga visual e cognitiva. De acordo com Victor (2005), a principal fonte de risco nas tarefas visuais é a considerável redução do tempo de visão na via. No entanto, nas tarefas cognitivas, mesmo com os olhos na via, os riscos residem na falta de concentração da tarefa principal, o que é evidenciado pelo foco na área central da via, afetando a visão periférica. Esse comportamento afeta a capacidade de detectar eventos e causar falhas em manobras de correção e desvios de obstáculos (Briggs et al., 2017).

*Findings:* Assim como a tarefa visual, a tarefa cognitiva também leva a um aumento da carga de trabalho, dividindo a concentração do motorista entre a tarefa secundária e a primária, oferecendo os mesmos riscos de uma tarefa visual. No entanto, em situações de distração e sonolência causadas pela monotonia durante a condução, a adição de tarefas simples pode aumentar o nível de excitação e atenção do motorista e, portanto, pode reduzir o risco de acidentes.

#### **2.3.5. Conclusão**

Por meio da revisão sistemática, foi possível identificar que os riscos em acidentes, quase acidentes e impacto no desempenho vêm das duas principais fontes de



tarefas secundárias: visual e cognitiva. No entanto, dificilmente as tarefas podem ser classificadas como exclusivamente visuais ou exclusivamente cognitivas, uma vez que a tarefa realizada costuma ter uma carga visual (ou mecânica) e cognitiva.

Os artigos destacaram os riscos colocados pelas tarefas secundárias. Neles, destacam-se importantes resultados na redução do desempenho e na tendência do motorista a se envolver em situações consideradas inseguras. O risco da tarefa visual está relacionado à condição de olhar para a tarefa, onde a relação com acidentes ou quase acidentes é diretamente proporcional ao tempo que olha para fora da via. Por outro lado, os riscos relacionados às tarefas cognitivas se devem ao esforço mental que desvia a atenção da condução para uma tarefa secundária, o que pode reduzir a percepção de eventos e afetar a capacidade dos processos, como planejamento, tomada de decisão e percepção (Young and Salmon, 2012). Ambas as tarefas visuais e cognitivas afetam o desempenho e a segurança na condução.

Independentemente de serem visuais ou cognitivas, as tarefas secundárias podem ter sérias consequências. Estas consequências estão associadas ao grau de risco das tarefas e dependem de suas características e complexidades. Verificou-se que as tarefas secundárias podem ser classificadas como simples, moderada ou complexa. Esta categorização pode ser dada de acordo com o número de movimentos dos membros superiores e de olhares no caso das tarefas visuais e do esforço mental para sua execução no caso das tarefas cognitivas.

Apesar das tarefas secundárias proporcionarem certo grau de risco, nem todas as tarefas devem ser consideradas prejudiciais. Alguns estudos mostraram que a execução de tarefas simples, ou até mesmo moderadas, podem evitar situações relacionadas à monotonia, como por exemplo, dormir ao volante. Ainda, algumas tarefas secundárias causam efeitos preventivos, devido a um comportamento involuntário ou não intencional do motorista, que pode compensar o risco da própria tarefa, como por exemplo, a diminuição da velocidade ao executar uma tarefa visual.

Portanto, as tarefas secundárias executadas implicam em consequências de diversas formas e que podem afetar em níveis variados o desempenho que vão desde efeitos compensatórios, até impactos na destreza da manipulação dos controles do veículo; ou ainda, em formas menos evidentes, como a falta de percepção e reação a eventos imprevisíveis externos ao veículo. Assim, as tarefas secundárias executadas

apresentam um certo nível de esforço e complexidade, o que proporciona um risco à segurança e um impacto na performance do condutor que, por sua vez, pode ser considerado aceitável ou não, dependendo do tipo de tarefa, em que momento são executadas e em relação às leis de trânsito.

#### 2.4. REFERÊNCIAS

- Abernethy, B., 1988. *Journal of human movement studies.*, Journal of Human Movement Studies. Teviot Scientific.
- Atchley, P., Hadlock, C., Lane, S., 2012. Stuck in the 70s: The role of social norms in distracted driving. *Accid. Anal. Prev.* 48, 279–284. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.01.026>
- Auflick, J.L., 2015. Resurrecting Driver Workload Metrics: A Multivariate Approach. *Procedia Manuf.* 3, 3160–3167. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.865>
- Aust, M.L., Eugensson, A., Ivarsson, J., Petersson, M., 2011. Thinking About Distraction – a Conceptual Framework for Assessing Driver-Vehicle on-Road Performance in Relation To Secondary Task Activity, in: In 22nd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) No 11-0320. pp. 1–9.
- Bärgman, J., Lisovskaja, V., Victor, T., Flannagan, C., Dozza, M., 2015. How does glance behavior influence crash and injury risk? A ‘what-if’ counterfactual simulation using crashes and near-crashes from SHRP2. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 35, 152–169. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.10.011>
- Baumann, M., Keinath, A., Krems, J.F., Bengler, K., 2004. Evaluation of in-vehicle HMI using occlusion techniques: Experimental results and practical implications. *Appl. Ergon.* 35, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.011>
- Beratis, I.N., Pavlou, D., Papadimitriou, E., Andronas, N., Kontaxopoulou, D., Fragkiadaki, S., Yannis, G., Papageorgiou, S.G., 2017. Mild Cognitive Impairment and driving: Does in-vehicle distraction affect driving performance? *Accid. Anal. Prev.* 103, 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.03.014>
- Birrell, S.A., Young, M.S., 2011. The impact of smart driving aids on driving performance and driver distraction. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 484–493. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.08.004>
- Blanco, M., Biever, W.J., Gallagher, J.P., Dingus, T.A., 2006. The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. *Accid. Anal. Prev.* 38, 895–906. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.02.015>
- Booth, A., Papaioannou, D., Sutton, A., 2016. Systematic approaches to a successful literature review.
- Briggs, G.F., Hole, G.J., Turner, J.A.J., 2017. The impact of attentional set and situation awareness on dual tasking driving performance. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.08.007>
- Cain, B., 2007. A Review of the Mental Workload Literature. *Def. Res. Dev. Toronto* 4-

1-4-34.

- Caird, J., Horrey, W., 2011. Twelve practical and useful questions about driving simulation.
- Caird, J.K., Johnston, K.A., Willness, C.R., Asbridge, M., Steel, P., 2014. A meta-analysis of the effects of texting on driving. *Accid. Anal. Prev.* 71, 311–318. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.06.005>
- Chen, H.Y.W., Donmez, B., 2016. What drives technology-based distractions? A structural equation model on social-psychological factors of technology-based driver distraction engagement. *Accid. Anal. Prev.* 91, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.015>
- Choudhary, P., Velaga, N.R., 2017a. Analysis of vehicle-based lateral performance measures during distracted driving due to phone use. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 44, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.11.002>
- Choudhary, P., Velaga, N.R., 2017b. Modelling driver distraction effects due to mobile phone use on reaction time. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 77, 351–365. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.02.007>
- Choudhary, P., Velaga, N.R., 2017c. Mobile phone use during driving: Effects on speed and effectiveness of driver compensatory behaviour. *Accid. Anal. Prev.* 106, 370–378. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.06.021>
- Crundall, E., Large, D.R., Burnett, G., 2016. A driving simulator study to explore the effects of text size on the visual demand of in-vehicle displays. *Displays* 43, 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2016.05.003>
- Cuënen, A., Jongen, E.M.M., Brijs, T., Brijs, K., Lutin, M., Van Vlierden, K., Wets, G., 2015. Does attention capacity moderate the effect of driver distraction in older drivers? *Accid. Anal. Prev.* 77, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.011>
- Curry, R., Henry, J., Levison, W., Stassen, H., 1979. Mental Workload, in: *Human Factors for Highway Engineers*. pp. 235–236.
- Diamond, D.M., Campbell, A.M., Park, C.R., Halonen, J., Zoladz, P.R., 2007. The temporal dynamics model of emotional memory processing: A synthesis on the neurobiological basis of stress-induced amnesia, flashbulb and traumatic memories, and the Yerkes-Dodson law. *Neural Plast.* 2007. <https://doi.org/10.1155/2007/60803>
- Dozza, M., Flannagan, C.A.C., Sayer, J.R., 2015. Real-world effects of using a phone while driving on lateral and longitudinal control of vehicles. *J. Safety Res.* 55, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.09.005>
- Ersal, T., Fuller, H.J.A., Tsimhoni, O., Stein, J.L., Fathy, H.K., 2010b. Model-Based Analysis and Classification of Driver Distraction Under Secondary Tasks. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 11, 692–700. <https://doi.org/10.1109/TITS.2010.2049741>
- Esbjörnsson, M., Juhlin, O., Weilenmann, A., 2007. Drivers using mobile phones in traffic: An ethnographic study of interactional adaptation. *Int. J. Hum. Comput. Interact.* 22, 37–58. [https://doi.org/10.1207/s15327590ijhc2201-02\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327590ijhc2201-02_3)

- Evans, L., 2004. Traffic safety.
- Fabbri, S., Silva, C., Hernandes, E., Octaviano, F., Di Thommazo, A., Belgamo, A., 2016. Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. *Proc. 20th Int. Conf. Eval. Assess. Softw. Eng. - EASE '16* 1–5. <https://doi.org/10.1145/2915970.2916013>
- Faure, V., Lobjois, R., Benguigui, N., 2016. The effects of driving environment complexity and dual tasking on drivers' mental workload and eye blink behavior. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 40, 78–90. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.04.007>
- Godley, S.T., Triggs, T.J., Fildes, B.N., 2002. Driving simulator validation for speed research. *Accid. Anal. Prev.* 34, 589–600. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00056-2](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00056-2)
- Goodman, M., 1997. An investigation of the safety implications of wireless communications in vehicles.
- Gopher, D., Donchin, E., 1986. Workload - An examination of the concept. *Handb. Percept. Hum. performance*, Vol. 2, *Cogn. Process. Perform.* 2, 41,1–41,49.
- Harbluk, J.L., Noy, Y.I., Trbovich, P.L., Eizenman, M., 2007. An on-road assessment of cognitive distraction: Impacts on drivers' visual behavior and braking performance. *Accid. Anal. Prev.* 39, 372–379. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.08.013>
- Hart, S.G., Wickens, C.D., 1990. Workload Assessment and Prediction, in: *Manprint*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 257–296. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-0437-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-94-009-0437-8_9)
- He, J., Chaparro, A., Nguyen, B., Burge, R.J., Crandall, J., Chaparro, B., Ni, R., Cao, S., 2014. Texting while driving: Is speech-based text entry less risky than handheld text entry? *Accid. Anal. Prev.* 72, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.07.014>
- Horrey, W.J., Lesch, M.F., 2009. Driver-initiated distractions: Examining strategic adaptation for in-vehicle task initiation. *Accid. Anal. Prev.* 41, 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.10.008>
- Horrey, W.J., Lesch, M.F., Dainoff, M.J., Robertson, M.M., Noy, Y.I., 2012. On-board safety monitoring systems for driving: Review, knowledge gaps, and framework. *J. Safety Res.* 43, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.11.004>
- Huemer, A.K., Vollrath, M., 2011. Driver secondary tasks in Germany: Using interviews to estimate prevalence. *Accid. Anal. Prev.* 43, 1703–1712. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.03.029>
- Hurts, K., 2011. Driver distraction, crosstalk, and spatial reasoning. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 300–312. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.02.003>
- ITO, H., ATSUMI, B., UNO, H., AKAMATSU, M., 2001. Visual Distraction While Driving. *IATSS Res.* 25, 20–28. [https://doi.org/10.1016/S0386-1112\(14\)60067-4](https://doi.org/10.1016/S0386-1112(14)60067-4)
- Jamson, S.L., Jamson, A.H., 2010. The validity of a low-cost simulator for the assessment of the effects of in-vehicle information systems. *Saf. Sci.* 48, 1477–

1483. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.07.008>
- Jin, L., Xian, H., Niu, Q., Bie, J., 2015a. Research on safety evaluation model for in-vehicle secondary task driving. *Accid. Anal. Prev.* 81, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.08.013>
- Jin, L., Xian, H., Niu, Q., Bie, J., 2015b. Research on safety evaluation model for in-vehicle secondary task driving. *Accid. Anal. Prev.* 81, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.08.013>
- Kaber, D.B., Liang, Y., Zhang, Y., Rogers, M.L., Gangakhedkar, S., 2012. Driver performance effects of simultaneous visual and cognitive distraction and adaptation behavior. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 15, 491–501. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.05.004>
- Kahn, C.A., Gotschall, C.S., 2015. The economic and societal impact of motor vehicle crashes, 2010 (Revised). *Ann. Emerg. Med.* 66, 194–196. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.06.011>
- Kandemir, C., Handley, H.A.H., Thompson, D., 2018. A workload model to evaluate distracters and driver's aids. *Int. J. Ind. Ergon.* 63, 18–36. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.09.004>
- Kandemir, C., Handley, H.A.H., Thompson, D., 2015. A workload model to evaluate distracters and driver's aids. *Int. J. Ind. Ergon.* <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.09.004>
- Kircher, K., Ahlstrom, C., 2016. Evaluation of methods for the assessment of attention while driving. *Accid. Anal. Prev.* <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.03.013>
- Klauer, S.G., Klauer, S.G., Dingus, T. a., Dingus, T. a., Neale, V.L., Neale, V.L., Sudweeks, J.D., Sudweeks, J.D., Ramsey, D.J., Ramsey, D.J., 2006. The Impact of Driver Inattention On Near Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data. *Analysis* 226. <https://doi.org/DOT HS 810 594>
- Kountouriotis, G.K., Spyridakos, P., Carsten, O.M.J., Merat, N., 2016. Identifying cognitive distraction using steering wheel reversal rates. *Accid. Anal. Prev.* 96, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.07.032>
- Krause, M., Angerer, C., Bengler, K., 2015. Evaluation of a Radio Tuning Task on Android while Driving. *Procedia Manuf.* 3, 2642–2649. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.334>
- Lee, J.D., Strayer, D.L., 2004. Preface to the Special Section on Driver Distraction. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 46, 583–586. <https://doi.org/10.1518/hfes.46.4.583.56811>
- Lee, J.Y., Lee, J.D., Bärghman, J., Lee, J., Reimer, B., 2018. How safe is tuning a radio?: using the radio tuning task as a benchmark for distracted driving. *Accid. Anal. Prev.* 110, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.10.009>
- Li, P., Merat, N., Zheng, Z., Markkula, G., Li, Y., Wang, Y., 2017. Does cognitive distraction improve or degrade lane keeping performance? Analysis of time-to-line crossing safety margins. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 2014. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.10.002>

- Liang, Y., 2010. Combining cognitive and visual distraction: Less than the sum of its parts. *Accid. Anal. Prev.* 42, 881–890. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.05.001>
- Liang, Y., Lee, J.D., 2014. A hybrid Bayesian Network approach to detect driver cognitive distraction. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 38, 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.10.004>
- Liang, Y., Reyes, M.L., Lee, J.D., 2007. Real-time detection of driver cognitive distraction using support vector machines. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 8, 340–350. <https://doi.org/10.1109/TITS.2007.895298>
- Liu, B.S., Lee, Y.H., 2006. In-vehicle workload assessment: Effects of traffic situations and cellular telephone use. *J. Safety Res.* 37, 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2005.10.021>
- Metz, B., Krueger, H.-P., 2010. Measuring visual distraction in driving: the potential of head movement analysis. *IET Intell. Transp. Syst.* 4, 289. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2009.0116>
- Metz, B., Landau, A., Hargutt, V., 2015. Frequency and impact of hands-free telephoning while driving - Results from naturalistic driving data. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 29, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.12.002>
- Metz, B., Landau, A., Just, M., 2014a. Frequency of secondary tasks in driving – Results from naturalistic driving data. *Saf. Sci.* 68, 195–203. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.04.002>
- Metz, B., Schoch, S., Just, M., Kuhn, F., 2014b. How do drivers interact with navigation systems in real life conditions?: Results of a field-operational-test on navigation systems. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 24, 146–157. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.011>
- Metz, B., Schömig, N., Krüger, H.-P., 2011. Attention during visual secondary tasks in driving: Adaptation to the demands of the driving task. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 369–380. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.04.004>
- Minin, L., Benedetto, S., Pedrotti, M., Re, A., Tesauri, F., 2012. Measuring the effects of visual demand on lateral deviation: A comparison among driver's performance indicators. *Appl. Ergon.* 43, 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.08.001>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., Altman, D., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J.A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J.J., Devereaux, P.J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., Gøtzsche, P.C., Grimshaw, J., Guyatt, G., Higgins, J., Ioannidis, J.P.A., Kleijnen, J., Lang, T., Magrini, N., McNamee, D., Moja, L., Mulrow, C., Napoli, M., Oxman, A., Pham, B., Rennie, D., Sampson, M., Schulz, K.F., Shekelle, P.G., Tovey, D., Tugwell, P., 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med.* 6. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Montebelo, R., Orlando, A., Porto, D., Zaniro, D., Fabbri, S., 2000. SRAT ( Systematic Review Automatic Tool ) – Uma Ferramenta Computacional de Apoio à Revisão Sistemática 13–22.
- Muhrer, E., Vollrath, M., 2011. The effect of visual and cognitive distraction on driver's

- anticipation in a simulated car following scenario. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 555–566. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.06.003>
- NHTSA, 2008. National Motor Vehicle Crash Causation Survey Report to Congress 1–47.
- Noy, Y.I., Lemoine, T.L., Klachan, C., Burns, P.C., 2004. Task interruptability and duration as measures of visual distraction. *Appl. Ergon.* 35, 207–213. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.012>
- Ou, Y.-K., Liu, Y.-C., Shih, F.-Y., 2013. Risk prediction model for drivers' in-vehicle activities – Application of task analysis and back-propagation neural network. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 18, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.12.013>
- Owens, J.M., Angell, L., Hankey, J.M., Foley, J., Ebe, K., 2015. Creation of the Naturalistic Engagement in Secondary Tasks (NEST) distracted driving dataset. *J. Safety Res.* 54, 33.e29-36. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.07.001>
- Owens, J.M., McLaughlin, S.B., Sudweeks, J., 2011. Driver performance while text messaging using handheld and in-vehicle systems. *Accid. Anal. Prev.* 43, 939–947. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.019>
- Paas, F.G.W.C., Van Merriënboer, J.J.G., 1993. The Efficiency of Instructional Conditions: An Approach to Combine Mental Effort and Performance Measures. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 35, 737–743. <https://doi.org/10.1177/001872089303500412>
- Papantoniou, P., Papadimitriou, E., Yannis, G., 2017. Review of driving performance parameters critical for distracted driving research. *Transp. Res. Procedia* 25, 1801–1810. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.148>
- Patel, J., Ball, D.J., Jones, H., 2008. Factors influencing subjective ranking of driver distractions. *Accid. Anal. Prev.* 40, 392–395. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.07.006>
- Patten, C.J.D., Kircher, A., Östlund, J., Nilsson, L., 2004. Using mobile telephones: Cognitive workload and attention resource allocation. *Accid. Anal. Prev.* 36, 341–350. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(03\)00014-9](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(03)00014-9)
- Peng, Y., Boyle, L.N., 2015. Driver's adaptive glance behavior to in-vehicle information systems. *Accid. Anal. Prev.* 85, 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.002>
- Peng, Y., Boyle, L.N., Lee, J.D., 2014. Reading, typing, and driving: How interactions with in-vehicle systems degrade driving performance. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 27, 182–191. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.06.001>
- Prat, F., Planes, M., Gras, M.E., Sullman, M.J.M., 2015. An observational study of driving distractions on urban roads in Spain. *Accid. Anal. Prev.* 74, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.003>
- Reed-Jones, J., Trick, L.M., Matthews, M., 2008. Testing assumptions implicit in the use of the 15-second rule as an early predictor of whether an in-vehicle device produces unacceptable levels of distraction. *Accid. Anal. Prev.* 40, 628–634. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.08.018>

- Regan, M.A., Lee, J.D., Young, K.L., 2009. Driver distraction : theory, effects, and mitigation. CRC Press.
- Roberts, A.C., Robbins, T.W., Weiskrantz, L., 1998. The Prefrontal Cortex Executive and Cognitive Functions. Oxford University Press.  
<https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198524410.001.0001>
- Saifuzzaman, M., Haque, M.M., Zheng, Z., Washington, S., 2015. Impact of mobile phone use on car-following behaviour of young drivers. *Accid. Anal. Prev.* 82, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.05.001>
- Salmon, P.M., Young, K.L., Regan, M.A., 2011. Distraction “on the buses”: A novel framework of ergonomics methods for identifying sources and effects of bus driver distraction. *Appl. Ergon.* 42, 602–610.  
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.07.007>
- Simons-Morton, B.G., Guo, F., Klauer, S.G., Ehsani, J.P., Pradhan, A.K., 2014a. Keep Your Eyes on the Road: Young Driver Crash Risk Increases According to Duration of Distraction. *J. Adolesc. Heal.* 54, S61–S67.  
<https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.11.021>
- Simons-Morton, B.G., Guo, F., Klauer, S.G., Ehsani, J.P., Pradhan, A.K., 2014b. Keep Your Eyes on the Road: Young Driver Crash Risk Increases According to Duration of Distraction. *J. Adolesc. Heal.* 54, S61–S67.  
<https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.11.021>
- Sinelnikov, S., Wells, B.M., 2017. Distracted driving on the job: Application of a modified stages of change model. *Saf. Sci.* 94, 161–170.  
<https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.01.007>
- Talbot, R., Fagerlind, H., Morris, A., 2013. Exploring inattention and distraction in the SafetyNet Accident Causation Database. *Accid. Anal. Prev.* 60, 445–455.  
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.031>
- Tivesten, E., Dozza, M., 2015. Driving context influences drivers’ decision to engage in visual–manual phone tasks: Evidence from a naturalistic driving study. *J. Safety Res.* 53, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.03.010>
- van Eck, N.J., Waltman, L., 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics* 84, 523–538.  
<https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vicente, K.J., Thornton, D.C., Moray, N., 1987. Spectral Analysis of Sinus Arrhythmia: A Measure of Mental Effort. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 29, 171–182. <https://doi.org/10.1177/001872088702900205>
- Victor, T.W., Harbluk, J.L., Engström, J.A., 2005. Sensitivity of eye-movement measures to in-vehicle task difficulty. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 8, 167–190. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2005.04.014>
- Wang, Y.K., Jung, T.P., Lin, C.T., 2015. EEG-Based Attention Tracking During Distracted Driving. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 23, 1085–1094.  
<https://doi.org/10.1109/TNSRE.2015.2415520>
- Wittmann, M., Kiss, M., Gugg, P., Steffen, A., Fink, M., Pöppel, E., Kamiya, H., 2006. Effects of display position of a visual in-vehicle task on simulated driving. *Appl.*



- Ergon. 37, 187–199. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.06.002>
- Xie, C., Zhu, T., Guo, C., Zhang, Y., 2013. Measuring IVIS Impact to Driver by On-road Test and Simulator Experiment. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 96, 1566–1577. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.178>
- Young, K.L., Rudin-Brown, C.M., Patten, C., Ceci, R., Lenné, M.G., 2014. Effects of phone type on driving and eye glance behaviour while text-messaging. *Saf. Sci.* 68, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.02.018>
- Young, K.L., Salmon, P.M., 2012. Examining the relationship between driver distraction and driving errors: A discussion of theory, studies and methods. *Saf. Sci.* 50, 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.07.008>
- Zahabi, M., Kaber, D., 2018. Effect of police mobile computer terminal interface design on officer driving distraction. *Appl. Ergon.* 67, 26–38. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.09.006>

### **3. ARTIGO 2 - MÉTODOS DE ANÁLISE DE DISTRAÇÃO EM TAREFAS SECUNDÁRIAS: CONCEITOS E APLICAÇÕES**

#### **RESUMO**

A tarefa de dirigir é executada em movimento, não só o motorista está em movimento como também o próprio posto de trabalho a ser observado. Portanto, não é possível realizar a análise da tarefa de forma tradicional, ou seja, em um ambiente fixo ou estático. Consequentemente, foram desenvolvidos métodos alternativos para solucionar tal problema, porém estes podem não ser suficientes para avaliar com clareza todos os aspectos que envolvem as tarefas secundárias. Devido a esse contexto, o objetivo deste estudo foi realizar uma revisão sistemática para identificar e analisar os métodos utilizados na avaliação das tarefas secundárias. Buscou-se esclarecer quais métodos são recomendados para cada tipo de objetivo estudado e explorar suas vantagens e desvantagens. Os resultados indicaram que os métodos mais difundidos são por meio de simulações, a utilização de testes de direção em pistas controladas e estudos de dados naturalísticos. Também apontaram itens importantes a serem considerados em cada tipo de método. Nos experimentos de simulação, a repetição e controle de variáveis é uma vantagem, porém o comportamento do motorista é comprometido. Nos estudos naturalísticos, o comportamento do motorista pode ser observado sem qualquer intervenção externa, porém não é possível criar situações específicas. Finalmente, com relação aos testes de pista controlada apresentam dificuldades de execução e de segurança, porém têm a vantagem de imprimir ao motorista a percepção do risco, podendo tornar as tomadas de decisão mais semelhantes ao mundo real.

#### **3.1. INTRODUÇÃO**

Grande parte dos acidentes de trânsito é devida a distrações dos motoristas. Elas são responsáveis pelas falhas do motorista ao executar comandos na condução, assim como a não perceber os eventos que proporcionam risco à segurança nas vias.

Existem aparatos e dispositivos ao alcance das mãos que podem ser uma fonte significativa de distrações (Birrell and Young, 2011; Owens et al., 2011). Ainda, os veículos atuais, possuem sistemas de tecnologia embarcados que também desviam a atenção do motorista (Birrell and Young, 2011; Blanco et al., 2006; Peng et al., 2014). Apesar de serem pensados para impactar o mínimo possível (Huemer and Vollrath, 2011; Salmon et al., 2011; Sinelnikov and Wells, 2017; Zahabi and Kaber, 2018),

mesmo assim exigem do motorista um nível de esforço e redirecionamento do foco da tarefa principal para a tarefa secundária (Auflick, 2015; Kandemir et al., 2015; Victor et al., 2005; Wittmann et al., 2006). Tal redirecionamento pode ser o desvio do olhar, movimentos dos membros superiores, ou até mesmo o desvio da atenção necessária de dirigir para a tarefa secundária, como no caso de uma tarefa cognitiva (Crundall et al., 2016; Ersal et al., 2010a).

Os estudos sobre os riscos que a distração e execução de tarefas secundárias proporcionam ao dirigir são comuns (Ersal et al., 2010b; Hurts, 2011; ITO et al., 2001; Talbot et al., 2013). Muito embora a distração e a execução de tarefas secundárias sejam frequentemente citadas como das principais causas de acidentes e quase acidentes, a forma que os diferentes tipos de distração afetam a direção e as formas de medição dessas atividades ainda não é um senso comum.

Além disso, não há uma definição clara sobre qual é o limite aceitável para o envolvimento em alguma tarefa secundária. No caso de dirigir um veículo, se entende como tarefa secundária toda a tarefa que não está explicitamente conectada à tarefa principal de dirigir com segurança. Dessa forma, qualquer outro tipo de esforço que o motorista faça, seja ele visual, físico ou cognitivo, será considerado como parte ou mesmo uma tarefa secundária completa. Portanto, utilizar um celular, mexer no rádio ou no GPS (*Global Positioning System*), comer, beber, ou até mesmo conversar com outros passageiros é considerado uma tarefa secundária.

Assim como o desenvolvimento tecnológico dos dispositivos embarcados dos veículos, nos métodos de estudos, também existem avanços. Na maioria dos estudos analisados os pesquisadores usam tarefas secundárias para simular a distração, bem como diferentes ambientes de direção e medidas de desempenho. Além disso, abordam a execução de tarefas secundárias por meio de análises com o auxílio de simuladores ou estudos naturalísticos.

O objetivo deste trabalho é esclarecer como os estudos acerca da distração e da execução de tarefas secundárias são realizados. Entender qual forma de estudo se adapta melhor para os objetivos desejados. Em outras palavras, entender quais as vantagens e desvantagens dos principais métodos de análise de distração e tarefas secundárias.

### 3.2. MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo principal desta revisão visa esclarecer como os modelos utilizados para a análise das tarefas secundárias se comportam e quais são os resultados proporcionados. Dessa forma, a questão-chave da pesquisa foi dividida em duas questões distintas: (i) Entender a melhor adequação do método a sua proposta original. (ii) Identificar as vantagens e desvantagens dos principais métodos utilizados para a análise da execução de tarefas secundárias ao conduzir um veículo.

A revisão sistemática foi realizada com a utilização dos softwares StArt (Fabbri et al., 2016; Montebelo et al., 2000), planilhas do MS Excel e o software de gerenciamento de referências Mendeley como ferramenta de apoio. O software StArt auxiliou em todas as fases da revisão sistemática, como objetivos, pergunta de pesquisa e critérios de inclusão e exclusão. A partir da seleção final dos artigos, o MS Excel foi utilizado para o apontamento das informações mais relevantes, classificações e características dos assuntos abordados.

A pesquisa foi realizada por meio de uma revisão sistemática, ou seja, uma revisão abrangente da literatura científica, com busca nos bancos de dados ScienceDirect e IEEEExplore. Os termos de pesquisa empregados foram: (i) bus driver; (ii) distraction, (iii) risk e (iv) secondary task. Os termos utilizados na forma booleana foram: bus driver OR driver AND secondary task; bus driver AND secondary task; driver AND secondary task; driver AND distract\*; "secondary task" AND "bus driver"; "secondary task" AND "driver" AND risk; e "secondary task" AND "driver" OR risk. 1025 artigos foram retornados dos critérios de pesquisa acima. Estes foram revisados usando os critérios de inclusão e exclusão.

Após a remoção de artigos duplicados, 712 artigos foram deixados para análise. Para a seleção final dos artigos, foram aplicados filtros de elegibilidade distribuídos em três fases. A primeira fase compreendeu a seleção inicial através da análise do título. Nesse momento, 484 artigos foram retirados por não abordarem as questões de análise desta pesquisa, levando à segunda etapa da análise 228 artigos onde o filtro foi aplicado com base na análise da seção de introdução e conclusão dos artigos. Finalmente, na terceira fase, 57 artigos foram classificados como elegíveis para leitura completa. Destes, nove foram excluídos por ser estudos que abordam questões específicas sobre dispositivos ou sobre a disposição ou tendência de se envolver em distrações.

Apenas publicações de periódicos foram considerados para inclusão. O período considerado nesta revisão sistemática não foi limitado e incluiu todos os artigos publicados nas bases de dados até 2018. Não foi estipulada uma data mínima para a seleção dos artigos devido à hipótese de que, com a evolução tecnológica, as características e complexidades das tarefas realizadas nos veículos pode afetar a carga de trabalho do motorista (Atchley et al., 2012; NHTSA, 2008). No entanto, devido aos critérios de inclusão e exclusão apresentados a seguir, não houve artigos anteriores a 2003 classificados na seleção final.

Os critérios de inclusão compreendem a leitura dos títulos e abstracts para identificar os artigos relacionados com as perguntas de pesquisa. Foram incluídos estudos com objetivos claros envolvendo a execução de tarefas secundárias ao dirigir. Deveriam apresentar uma caracterização do fator analisado e explicitar o método utilizado para a análise. Deveriam também abordar questões como a dificuldade das tarefas, efeitos causados ou características das tarefas secundárias. Foram classificadas para a análise final 48 publicações. Desses, 23 artigos abordaram métodos de simulação, oito utilizaram testes de pista controlados, três contemplaram dados de estudos naturalísticos. Os demais 14 artigos restantes versavam sobre outros tipos de estudo, mas foram considerados por tratarem do tema especificamente. Na tabela 6 são apresentados as etapas e os critérios de inclusão da revisão sistemática.

*Tabela 6 - Etapas de seleção de artigos*

Etapas	Informações
Seleção preliminar	Autores Título Ano Periódico Palavras-chave
Etapa 2	Objetivos Os objetivos e conclusão do artigo são claros. Os objetivos envolvem Tarefas Secundárias ou distração ao dirigir. O estudo mostra resultados claros e possíveis desdobramentos. Os resultados não estão relacionados a fatores externos. O estudo descreve claramente o método utilizado.
Etapa 3	Perguntas de Pesquisa O estudo aponta consequências à segurança, saúde e desempenho. O estudo aborda dificuldades das tarefas, atenção necessária ou complexidade. O estudo mostra os efeitos ocasionados por determinada tarefa secundária. O estudo descreve o método utilizado O estudo aponta as limitações do método de análise utilizado. O estudo evidencia os fatores que podem ser avaliados e/ou afetados pelo método.
Dados Extraídos	Objetivo/problema. Fatores analisados (inputs). Método utilizado para a análise. Resultados.

Os critérios de exclusão foram artigos que contemplavam tópicos e métodos que fugiam dos objetivos desta pesquisa, como por exemplo, sobre patentes, desenvolvimento de software e equipamentos eletrônicos, estudos médicos ou externos ao veículo e motorista, como propostas de modificações em leis de trânsito, sinalizações ou marketing nas vias. Além disso, estudos sobre uso de substâncias, como por exemplo, álcool ou outros entorpecentes e estudos exclusivamente sobre comportamento não foram considerados, a menos que fossem relevantes em algum aspecto para as perguntas de pesquisa.

Desta forma, a seguir são apresentados os principais métodos identificados ressaltando suas aplicações, vantagens e desvantagens metodológicas.

### **3.2.1. Simulação**

Os experimentos realizados por meio de simulações costumam ter objetivos claros e definidos. Estes são realizados com o auxílio de softwares que simulam a condução de um automóvel e contam com equipamentos eletrônicos e mecânicos que buscam trazer da forma mais fiel possível o comportamento e design dos controles do veículo, como a presença de pedais de freio e aceleração, volante, manopla de câmbio de marchas e outros equipamentos que possam fazer parte do objetivo do experimento.

Uma das vantagens dos métodos de simulação é a possibilidade de manipulação da previsibilidade. É possível, nos experimentos realizados por essa metodologia, definir claramente qual é a condição ideal da condução e a partir deste ponto, adicionar e combinar variáveis controláveis. Dessa forma, pode-se obter resultados mais claros dos efeitos que as variáveis independentes estudadas causam ao motorista, à segurança, etc.

Outra característica desse método é a possibilidade de comparação em uma ação ou comportamento específico de alguma tarefa. É possível replicar as mesmas condições inúmeras vezes, podendo ser aplicada a toda amostra do experimento. Dessa forma, obtém-se resultados mais precisos de como uma condição específica estudada é realizada pelos motoristas. Além disso, a medição dos efeitos de distração de certas tarefas na direção é um exemplo de pesquisa potencialmente perigosa e por isso, frequentemente conduzida em simuladores de direção (Xie et al., 2013).

Por outro lado, o controle absoluto do momento em que as demandas são requeridas podem causar distorções nos resultados quando comparados aos dados obtidos dos motoristas em momentos reais, ou seja, não simulados. Isto se deve porque o motorista, muitas vezes, adapta o modo de condução ou o melhor momento para executar alguma tarefa secundária (Beratis et al., 2017; Choudhary and Velaga, 2017c; Dozza et al., 2015; Liu and Lee, 2006), fator que dificilmente pode ser observado em um experimento de simulação onde as demandas devem ser realizadas nos momentos propostos pelo experimento.

A diferença do comportamento do motorista nas simulações em relação à realidade e em testes controlados também é apontada como uma limitação importante (Godley et al., 2002). Segundo Kaber et al., (2012), em uma simulação, o motorista que faz parte do experimento estará em uma situação pré-condicionada e, mesmo que não intencionalmente, poderá não agir de forma natural. Evans (2004), relata que devido às limitações inerentes das configurações experimentais, os efeitos das tarefas na direção podem ser diferentes daqueles relatados nos experimentos. Além disso, se os motoristas estão cientes dos riscos de executar tarefas secundárias e dirigir, apresentarão desempenho em estudos experimentais diferentes, condicionados pelos mesmos ou pelos pesquisadores (Caird and Horrey, 2011).

### **3.2.2. Testes controlados**

Os testes controlados podem ser considerados um meio termo entre os métodos de estudos naturalísticos e de simulação. Eles permitem analisar alguns pontos que não são possíveis unicamente através da simulação, como no caso de análises de percepção de riscos (Godley et al., 2002), e repetir situações de forma semelhante (Blanco et al., 2006; Harbluk et al., 2007), gerando assim dados comparativos com variáveis controladas.

Outra possibilidade que os testes controlados proporcionam, é examinar as estratégias de segurança adaptativa dos motoristas. Por ser um trajeto desenvolvido pelo próprio estudo, é possível desenvolver trajetos conforme sua classificação de dificuldade considerando as condições da pista, trânsito ou sinalizações. De acordo com Horrey e Lesch (2009), o comportamento adaptativo pode ser caracterizado pela coincidência do início das tarefas secundárias no veículo com as partes da pista que exigem menor demanda do motorista.

No entanto, uma grande e evidente desvantagem deste método é a dificuldade de execução. Para realizar um estudo de teste de pista controlado, além de um veículo e equipamentos para as medições, é preciso que a pista atenda às características necessárias para o estudo (Horrey and Lesch, 2009; Kircher and Ahlstrom, 2016). Estes são pré-requisitos que muitas vezes tornam impossível a realização de tais testes.

Outro ponto negativo para tal método são os riscos sobre a segurança. Ao se utilizar um veículo e pista reais, o motorista o trânsito e os pedestres (quando realizado em locais públicos) poderão estar expostos a riscos que as demandas do estudo exigem, com o objetivo de evidenciar as consequências de executar determinadas tarefas secundárias (Goodman, 1997; Jin et al., 2015a).

### **3.2.3. Estudos de Condução Naturalísticos**

Os estudos de condução naturalísticos (*Naturalistic Driving Studies – NDS*) reúnem uma extensa quantidade de informações sobre a condução de veículos. É realizado para obter informações sobre o comportamento do motorista, registrando por um longo período de tempo através de câmeras, tudo que ocorre no interior e exterior do veículo. Também são captados sinais do veículo através de sensores, radares e sistemas de GPS.

Os estudos mais relevantes desse tipo são o norte-americano SHRP2 (*second Strategic Highway Research Program*) realizado no triênio 2010-2013 e os Europeus PROLOGUE (*Promoting real Life Observations for Gaining Understanding of road user behaviour in Europe*) no triênio 2009-2011 e o mais recente UDRIVE (*European naturalistic Driving and Riding for Infrastructure & Vehicle safety and Environment*) que esteve ativo entre 2012 e 2017, sendo o maior projeto deste tipo realizado na Europa. Essa abordagem comprovou, através de estudos secundários, grande contribuição para a compreensão dos eventos e comportamentos que resultam em acidentes e quase acidentes.

Os NDS têm como ponto central obter informações sobre o comportamento e desempenho do motorista. Com esse método, o comportamento dos usuários da via é observado discretamente em um cenário natural. São registrados detalhes do motorista, do veículo e do ambiente através de equipamentos de coleta de dados discretos e sem controle experimental durante viagens e uso no dia-a-dia do veículo por um longo período de tempo.



De acordo com o Projeto SHRP2, o NDS contribui para o desenvolvimento de um entendimento de como o motorista interage e se adapta ao veículo, ao ambiente de tráfego, às características da via, aos controles de tráfego e a outros recursos ambientais. Também inclui a avaliação das mudanças no risco de colisão associadas a cada um desses fatores e interações. Essas informações permitirão o desenvolvimento de contramedidas para aumentar a segurança nas vias.

Uma diferença importante entre o NDS e as abordagens experimentais é que os motoristas que participam do NDS podem escolher quando e onde participar das tarefas secundárias enquanto dirigem. Em experimentos sobre o impacto de distração, os motoristas são normalmente informados pelo experimentador quando devem realizar as atividades secundárias, podendo trazer uma distorção dos resultados do experimento em relação à realidade (Metz et al., 2014a).

### 3.3. DISCUSSÃO

Foram evidenciados três principais métodos de análises de distração envolvendo tarefas secundárias: simulações, testes de pista controlados e estudos com dados naturalísticos. O primeiro se refere a experimentos envolvendo simuladores e softwares, que são adaptados aos objetivos do estudo e, adicionado a situação normal de direção, tarefas secundárias e outras demandas. Assim como nas simulações, os testes controlados também possuem demandas controladas. No entanto, os experimentos são realizados conduzindo um veículo de fato podendo ser ou não em vias públicas e com uma série de cuidados para garantir a segurança. Por último, os estudos com dados naturalísticos são estudos realizados através da análise de uma grande quantidade de veículos por longos períodos que são captados por meio de equipamentos instalados nos mesmos. Com estes dados é possível avaliar uma grande quantidade de variáveis, incluindo o comportamento, desempenho ou reações do motorista.

Dentre os métodos discutidos verificou-se vantagens e desvantagens destes e, sobretudo, que ainda que não há um método absolutamente aceito que contemple todos os predicados para atender às perguntas que esse assunto tão complexo aborda. Como apontado pelos estudos contemplados neste artigo, existem muitas demandas de tarefas secundárias que influenciam o desempenho e a segurança ao dirigir. Classificadas em físicas/mecânicas, quando existe movimentos físicos ou desvio do olhar, ou cognitivas,

que são quando exigem um esforço mental, resultam em consequências distintas e exigem modelos que permitam a análise de tais consequências com eficácia.

Quando o objetivo for analisar uma determinada tarefa e quais são as consequências possíveis, a simulação acaba sendo o modelo mais indicado. Apesar da possibilidade de distorções no comportamento dos participantes, muitas vezes não sendo exatamente iguais caso estivessem em uma via física real que possua os componentes completos da direção e uma real sensação de risco. Mesmo em uma via fechada, como nos testes de pista controlados, uma perda de controle do veículo ou um acidente ocasionado pelas demandas do teste teria consequências mais significativas do que em um simulador (Xie et al., 2013).

Alguns estudos sobre análise de tarefas secundárias do motorista aproveitam as situações controladas oferecidas pelos simuladores. Saifuzzaman (2015) e He et al., (2014) utilizaram simulação para avaliar o desempenho de seguir um carro líder enquanto utiliza um telefone celular. Da mesma forma, Birrel e Young (2011) utilizaram esse método para avaliar o impacto que os dispositivos inteligentes podem ter no desempenho e distração do motorista. Wittmann (2006) realizou um estudo para diagnosticar qual posição no carro era apropriada para exibir informações sem colocar em risco a segurança do motorista. Para tal, é necessário fazer testes variados e possivelmente em alguns destes, poderia colocar a segurança do experimentador em risco.

Por outro lado, nos estudos sobre carga de trabalho, adaptação estratégica e comportamento, que são características mais evidentes das tarefas cognitivas, os testes em situação real podem apresentar melhores resultados, pois normalmente dão liberdade para o motorista escolher o melhor momento de executar as tarefas (Esbjörnsson et al., 2007; Horrey and Lesch, 2009). Segundo Lee e Strayer (2004), os motoristas não executam as tarefas instantaneamente quando são requeridas, mas sim gerenciam a execução dessas atividades. Assim, os experimentos que forçam as tarefas, podem não capturar o potencial adaptativo e não corresponder às decisões dos motoristas no mundo real.

Finalmente, os estudos de dados naturalísticos revelam o comportamento estratégico e tático em relação ao próprio veículo. Esses estudos refletem o comportamento do motorista em condições reais e com pressões reais. Além disso, os

estudos de dados naturalísticos têm como vantagem a ausência dos pesquisadores, o que elimina o viés condicional do experimento. Assim, supõe-se que os condutores são menos influenciados pelas condições de medição do que em outros estudos (Metz et al., 2014b).

Os estudos de dados naturalísticos também apresentam algumas limitações. Segundo Horrey e Lesch (2009), os motoristas podem executar ações que sejam perigosas, porém isso não reflete na análise naturalística porque é o tráfego que reage, evitando um possível acidente e não o condutor do veículo instrumentado. Além disso, este método pode não revelar a influência de fatores intrínsecos, como normas sociais, atitudes e a condição psicológica do motorista, enquanto outros métodos direcionados podem. De acordo com Tivesten e Dozza (2015), os dados de condução naturalistas são úteis para estudar o que os motoristas realmente fazem na direção do mundo real, enquanto outros métodos como simulação e testes de pistas controlados são úteis para estudar por que os motoristas agem e quais as consequências.

### 3.4. CONCLUSÃO

Com base nos estudos apresentados e nos objetivos de cada experimento, foi possível concluir que cada método apresenta vantagens e desvantagens. Não há um método melhor, mas sim, características que, dependendo do objetivo do estudo, torna o método mais adequado.

Os experimentos de simulação possibilitam a repetição de uma situação e é possível controlar as variáveis com muita facilidade e segurança, porém falham ao analisar o comportamento do motorista. Já nos estudos naturalísticos, o comportamento do motorista pode ser observado e analisado com exatidão, porém não é possível criar uma situação ideal de modo a isolar variáveis e obter um ponto de comparação. Finalmente, os testes de pista controlada possuem dificuldades de execução e fragilidades comparáveis com as simulações, porém a importância da percepção do risco sentida pelo motorista é mais evidente, podendo tornar as tomadas de decisão mais semelhantes ao mundo real.

Este estudo buscou esclarecer e elucidar as diferenças de cada um dos principais métodos utilizados em estudos sobre tarefas secundárias. É importante também mencionar a existência de outros métodos existentes, como questionários e análises de dados de acidentes, porém devido às limitações desta pesquisa não foram abordados.

Um aspecto importante que pode ser investigado e desenvolvido em pesquisas futuras é um modelo de análise que consiga apresentar informações sobre o desempenho de tarefas secundárias com uma abordagem naturalística. Ou seja, analisar ambientes em que os eventos e condições não sejam controlados pelo pesquisador, permitindo dessa forma, obter resultados de desempenho de performance ao dirigir com e sem tarefas secundárias, evitando que o comportamento do motorista seja guiado e afetado pelo experimento.

### 3.5. REFERÊNCIAS

- Abernethy, B., 1988. *Journal of human movement studies.*, Journal of Human Movement Studies. Teviot Scientific.
- Atchley, P., Hadlock, C., Lane, S., 2012. Stuck in the 70s: The role of social norms in distracted driving. *Accid. Anal. Prev.* 48, 279–284. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.01.026>
- Auflick, J.L., 2015. Resurrecting Driver Workload Metrics: A Multivariate Approach. *Procedia Manuf.* 3, 3160–3167. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.865>
- Aust, M.L., Eugensson, A., Ivarsson, J., Petersson, M., 2011. Thinking About Distraction – a Conceptual Framework for Assessing Driver-Vehicle on-Road Performance in Relation To Secondary Task Activity, in: *In 22nd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) N° 11-0320*. pp. 1–9.
- Bärgman, J., Lisovskaja, V., Victor, T., Flannagan, C., Dozza, M., 2015. How does glance behavior influence crash and injury risk? A ‘what-if’ counterfactual simulation using crashes and near-crashes from SHRP2. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 35, 152–169. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.10.011>
- Baumann, M., Keinath, A., Krems, J.F., Bengler, K., 2004. Evaluation of in-vehicle HMI using occlusion techniques: Experimental results and practical implications. *Appl. Ergon.* 35, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.011>
- Beratis, I.N., Pavlou, D., Papadimitriou, E., Andronas, N., Kontaxopoulou, D., Fragkiadaki, S., Yannis, G., Papageorgiou, S.G., 2017. Mild Cognitive Impairment and driving: Does in-vehicle distraction affect driving performance? *Accid. Anal. Prev.* 103, 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.03.014>
- Birrell, S.A., Young, M.S., 2011. The impact of smart driving aids on driving performance and driver distraction. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 484–493. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.08.004>
- Blanco, M., Biever, W.J., Gallagher, J.P., Dingus, T.A., 2006. The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. *Accid. Anal. Prev.* 38, 895–906. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.02.015>
- Booth, A., Papaioannou, D., Sutton, A., 2016. Systematic approaches to a successful literature review.

- Briggs, G.F., Hole, G.J., Turner, J.A.J., 2017. The impact of attentional set and situation awareness on dual tasking driving performance. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.08.007>
- Cain, B., 2007. A Review of the Mental Workload Literature. *Def. Res. Dev. Toronto* 4-1-4–34.
- Caird, J., Horrey, W., 2011. Twelve practical and useful questions about driving simulation.
- Caird, J.K., Johnston, K.A., Willness, C.R., Asbridge, M., Steel, P., 2014. A meta-analysis of the effects of texting on driving. *Accid. Anal. Prev.* 71, 311–318. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.06.005>
- Chen, H.Y.W., Donmez, B., 2016. What drives technology-based distractions? A structural equation model on social-psychological factors of technology-based driver distraction engagement. *Accid. Anal. Prev.* 91, 166–174. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.015>
- Choudhary, P., Velaga, N.R., 2017a. Analysis of vehicle-based lateral performance measures during distracted driving due to phone use. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 44, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.11.002>
- Choudhary, P., Velaga, N.R., 2017b. Modelling driver distraction effects due to mobile phone use on reaction time. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 77, 351–365. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.02.007>
- Choudhary, P., Velaga, N.R., 2017c. Mobile phone use during driving: Effects on speed and effectiveness of driver compensatory behaviour. *Accid. Anal. Prev.* 106, 370–378. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.06.021>
- Crundall, E., Large, D.R., Burnett, G., 2016. A driving simulator study to explore the effects of text size on the visual demand of in-vehicle displays. *Displays* 43, 23–29. <https://doi.org/10.1016/j.displa.2016.05.003>
- Cuinen, A., Jongen, E.M.M., Brijs, T., Brijs, K., Lutin, M., Van Vlieden, K., Wets, G., 2015. Does attention capacity moderate the effect of driver distraction in older drivers? *Accid. Anal. Prev.* 77, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.011>
- Curry, R., Henry, J., Levison, W., Stassen, H., 1979. Mental Workload, in: *Human Factors for Highway Engineers*. pp. 235–236.
- Diamond, D.M., Campbell, A.M., Park, C.R., Halonen, J., Zoladz, P.R., 2007. The temporal dynamics model of emotional memory processing: A synthesis on the neurobiological basis of stress-induced amnesia, flashbulb and traumatic memories, and the Yerkes-Dodson law. *Neural Plast.* 2007. <https://doi.org/10.1155/2007/60803>
- Dozza, M., Flannagan, C.A.C., Sayer, J.R., 2015. Real-world effects of using a phone while driving on lateral and longitudinal control of vehicles. *J. Safety Res.* 55, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.09.005>
- Ersal, T., Fuller, H.J.A., Tsimhoni, O., Stein, J.L., Fathy, H.K., 2010b. Model-Based Analysis and Classification of Driver Distraction Under Secondary Tasks. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 11, 692–700. <https://doi.org/10.1109/TITS.2010.2049741>

- Esbjörnsson, M., Juhlin, O., Weilenmann, A., 2007. Drivers using mobile phones in traffic: An ethnographic study of interactional adaptation. *Int. J. Hum. Comput. Interact.* 22, 37–58. [https://doi.org/10.1207/s15327590ijhc2201-02\\_3](https://doi.org/10.1207/s15327590ijhc2201-02_3)
- Evans, L., 2004. Traffic safety.
- Fabbri, S., Silva, C., Hernandez, E., Octaviano, F., Di Thommazo, A., Belgamo, A., 2016. Improvements in the StArt tool to better support the systematic review process. *Proc. 20th Int. Conf. Eval. Assess. Softw. Eng. - EASE '16* 1–5. <https://doi.org/10.1145/2915970.2916013>
- Faure, V., Lobjois, R., Benguigui, N., 2016. The effects of driving environment complexity and dual tasking on drivers' mental workload and eye blink behavior. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 40, 78–90. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.04.007>
- Godley, S.T., Triggs, T.J., Fildes, B.N., 2002. Driving simulator validation for speed research. *Accid. Anal. Prev.* 34, 589–600. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00056-2](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00056-2)
- Goodman, M., 1997. An investigation of the safety implications of wireless communications in vehicles.
- Gopher, D., Donchin, E., 1986. Workload - An examination of the concept. *Handb. Percept. Hum. performance*, Vol. 2, *Cogn. Process. Perform.* 2, 41,1–41,49.
- Harbluk, J.L., Noy, Y.I., Trbovich, P.L., Eizenman, M., 2007. An on-road assessment of cognitive distraction: Impacts on drivers' visual behavior and braking performance. *Accid. Anal. Prev.* 39, 372–379. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.08.013>
- Hart, S.G., Wickens, C.D., 1990. Workload Assessment and Prediction, in: *Manprint*. Springer Netherlands, Dordrecht, pp. 257–296. [https://doi.org/10.1007/978-94-009-0437-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-94-009-0437-8_9)
- He, J., Chaparro, A., Nguyen, B., Burge, R.J., Crandall, J., Chaparro, B., Ni, R., Cao, S., 2014. Texting while driving: Is speech-based text entry less risky than handheld text entry? *Accid. Anal. Prev.* 72, 287–295. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.07.014>
- Horrey, W.J., Lesch, M.F., 2009. Driver-initiated distractions: Examining strategic adaptation for in-vehicle task initiation. *Accid. Anal. Prev.* 41, 115–122. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2008.10.008>
- Horrey, W.J., Lesch, M.F., Dainoff, M.J., Robertson, M.M., Noy, Y.I., 2012. On-board safety monitoring systems for driving: Review, knowledge gaps, and framework. *J. Safety Res.* 43, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.11.004>
- Huemer, A.K., Vollrath, M., 2011. Driver secondary tasks in Germany: Using interviews to estimate prevalence. *Accid. Anal. Prev.* 43, 1703–1712. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.03.029>
- Hurts, K., 2011. Driver distraction, crosstalk, and spatial reasoning. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 300–312. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.02.003>
- ITO, H., ATSUMI, B., UNO, H., AKAMATSU, M., 2001. Visual Distraction While

- Driving. *IATSS Res.* 25, 20–28. [https://doi.org/10.1016/S0386-1112\(14\)60067-4](https://doi.org/10.1016/S0386-1112(14)60067-4)
- Jamson, S.L., Jamson, A.H., 2010. The validity of a low-cost simulator for the assessment of the effects of in-vehicle information systems. *Saf. Sci.* 48, 1477–1483. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.07.008>
- Jin, L., Xian, H., Niu, Q., Bie, J., 2015a. Research on safety evaluation model for in-vehicle secondary task driving. *Accid. Anal. Prev.* 81, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.08.013>
- Jin, L., Xian, H., Niu, Q., Bie, J., 2015b. Research on safety evaluation model for in-vehicle secondary task driving. *Accid. Anal. Prev.* 81, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.08.013>
- Kaber, D.B., Liang, Y., Zhang, Y., Rogers, M.L., Gangakhedkar, S., 2012. Driver performance effects of simultaneous visual and cognitive distraction and adaptation behavior. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 15, 491–501. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.05.004>
- Kahn, C.A., Gotschall, C.S., 2015. The economic and societal impact of motor vehicle crashes, 2010 (Revised). *Ann. Emerg. Med.* 66, 194–196. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.06.011>
- Kandemir, C., Handley, H.A.H., Thompson, D., 2018. A workload model to evaluate distracters and driver's aids. *Int. J. Ind. Ergon.* 63, 18–36. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.09.004>
- Kandemir, C., Handley, H.A.H., Thompson, D., 2015. A workload model to evaluate distracters and driver's aids. *Int. J. Ind. Ergon.* <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.09.004>
- Kircher, K., Ahlstrom, C., 2016. Evaluation of methods for the assessment of attention while driving. *Accid. Anal. Prev.* <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.03.013>
- Klauer, S.G., Klauer, S.G., Dingus, T. a., Dingus, T. a., Neale, V.L., Neale, V.L., Sudweeks, J.D., Sudweeks, J.D., Ramsey, D.J., Ramsey, D.J., 2006. The Impact of Driver Inattention On Near Crash/Crash Risk: An Analysis Using the 100-Car Naturalistic Driving Study Data. *Analysis* 226. <https://doi.org/DOT HS 810 594>
- Kountouriotis, G.K., Spyridakos, P., Carsten, O.M.J., Merat, N., 2016. Identifying cognitive distraction using steering wheel reversal rates. *Accid. Anal. Prev.* 96, 39–45. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2016.07.032>
- Krause, M., Angerer, C., Bengler, K., 2015. Evaluation of a Radio Tuning Task on Android while Driving. *Procedia Manuf.* 3, 2642–2649. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.334>
- Lee, J.D., Strayer, D.L., 2004. Preface to the Special Section on Driver Distraction. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 46, 583–586. <https://doi.org/10.1518/hfes.46.4.583.56811>
- Lee, J.Y., Lee, J.D., Bärghman, J., Lee, J., Reimer, B., 2018. How safe is tuning a radio?: using the radio tuning task as a benchmark for distracted driving. *Accid. Anal. Prev.* 110, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.10.009>
- Li, P., Merat, N., Zheng, Z., Markkula, G., Li, Y., Wang, Y., 2017. Does cognitive

- distraction improve or degrade lane keeping performance? Analysis of time-to-line crossing safety margins. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 2014. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.10.002>
- Liang, Y., 2010. Combining cognitive and visual distraction: Less than the sum of its parts. *Accid. Anal. Prev.* 42, 881–890. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.05.001>
- Liang, Y., Lee, J.D., 2014. A hybrid Bayesian Network approach to detect driver cognitive distraction. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 38, 146–155. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2013.10.004>
- Liang, Y., Reyes, M.L., Lee, J.D., 2007. Real-time detection of driver cognitive distraction using support vector machines. *IEEE Trans. Intell. Transp. Syst.* 8, 340–350. <https://doi.org/10.1109/TITS.2007.895298>
- Liu, B.S., Lee, Y.H., 2006. In-vehicle workload assessment: Effects of traffic situations and cellular telephone use. *J. Safety Res.* 37, 99–105. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2005.10.021>
- Metz, B., Krueger, H.-P., 2010. Measuring visual distraction in driving: the potential of head movement analysis. *IET Intell. Transp. Syst.* 4, 289. <https://doi.org/10.1049/iet-its.2009.0116>
- Metz, B., Landau, A., Hargutt, V., 2015. Frequency and impact of hands-free telephoning while driving - Results from naturalistic driving data. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 29, 1–13. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.12.002>
- Metz, B., Landau, A., Just, M., 2014a. Frequency of secondary tasks in driving – Results from naturalistic driving data. *Saf. Sci.* 68, 195–203. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.04.002>
- Metz, B., Schoch, S., Just, M., Kuhn, F., 2014b. How do drivers interact with navigation systems in real life conditions?: Results of a field-operational-test on navigation systems. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 24, 146–157. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.04.011>
- Metz, B., Schömig, N., Krüger, H.-P., 2011. Attention during visual secondary tasks in driving: Adaptation to the demands of the driving task. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 369–380. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.04.004>
- Minin, L., Benedetto, S., Pedrotti, M., Re, A., Tesauri, F., 2012. Measuring the effects of visual demand on lateral deviation: A comparison among driver's performance indicators. *Appl. Ergon.* 43, 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.08.001>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D.G., Altman, D., Antes, G., Atkins, D., Barbour, V., Barrowman, N., Berlin, J.A., Clark, J., Clarke, M., Cook, D., D'Amico, R., Deeks, J.J., Devereaux, P.J., Dickersin, K., Egger, M., Ernst, E., Gøtzsche, P.C., Grimshaw, J., Guyatt, G., Higgins, J., Ioannidis, J.P.A., Kleijnen, J., Lang, T., Magrini, N., McNamee, D., Moja, L., Mulrow, C., Napoli, M., Oxman, A., Pham, B., Rennie, D., Sampson, M., Schulz, K.F., Shekelle, P.G., Tovey, D., Tugwell, P., 2009. Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Med.* 6. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- Montebelo, R., Orlando, A., Porto, D., Zaniro, D., Fabbri, S., 2000. SRAT ( Systematic



Review Automatic Tool ) – Uma Ferramenta Computacional de Apoio à Revisão Sistemática 13–22.

- Muhrer, E., Vollrath, M., 2011. The effect of visual and cognitive distraction on driver's anticipation in a simulated car following scenario. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 555–566. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.06.003>
- NHTSA, 2008. National Motor Vehicle Crash Causation Survey Report to Congress 1–47.
- Noy, Y.I., Lemoine, T.L., Klachan, C., Burns, P.C., 2004. Task interruptability and duration as measures of visual distraction. *Appl. Ergon.* 35, 207–213. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.012>
- Ou, Y.-K., Liu, Y.-C., Shih, F.-Y., 2013. Risk prediction model for drivers' in-vehicle activities – Application of task analysis and back-propagation neural network. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 18, 83–93. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2012.12.013>
- Owens, J.M., Angell, L., Hankey, J.M., Foley, J., Ebe, K., 2015. Creation of the Naturalistic Engagement in Secondary Tasks (NEST) distracted driving dataset. *J. Safety Res.* 54, 33.e29-36. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.07.001>
- Owens, J.M., McLaughlin, S.B., Sudweeks, J., 2011. Driver performance while text messaging using handheld and in-vehicle systems. *Accid. Anal. Prev.* 43, 939–947. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.019>
- Paas, F.G.W.C., Van Merriënboer, J.J.G., 1993. The Efficiency of Instructional Conditions: An Approach to Combine Mental Effort and Performance Measures. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 35, 737–743. <https://doi.org/10.1177/001872089303500412>
- Papantoniou, P., Papadimitriou, E., Yannis, G., 2017. Review of driving performance parameters critical for distracted driving research. *Transp. Res. Procedia* 25, 1801–1810. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.148>
- Patel, J., Ball, D.J., Jones, H., 2008. Factors influencing subjective ranking of driver distractions. *Accid. Anal. Prev.* 40, 392–395. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.07.006>
- Patten, C.J.D., Kircher, A., Östlund, J., Nilsson, L., 2004. Using mobile telephones: Cognitive workload and attention resource allocation. *Accid. Anal. Prev.* 36, 341–350. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(03\)00014-9](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(03)00014-9)
- Peng, Y., Boyle, L.N., 2015. Driver's adaptive glance behavior to in-vehicle information systems. *Accid. Anal. Prev.* 85, 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.08.002>
- Peng, Y., Boyle, L.N., Lee, J.D., 2014. Reading, typing, and driving: How interactions with in-vehicle systems degrade driving performance. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 27, 182–191. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.06.001>
- Prat, F., Planes, M., Gras, M.E., Sullman, M.J.M., 2015. An observational study of driving distractions on urban roads in Spain. *Accid. Anal. Prev.* 74, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.003>

- Reed-Jones, J., Trick, L.M., Matthews, M., 2008. Testing assumptions implicit in the use of the 15-second rule as an early predictor of whether an in-vehicle device produces unacceptable levels of distraction. *Accid. Anal. Prev.* 40, 628–634. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.08.018>
- Regan, M.A., Lee, J.D., Young, K.L., 2009. *Driver distraction : theory, effects, and mitigation*. CRC Press.
- Roberts, A.C., Robbins, T.W., Weiskrantz, L., 1998. *The Prefrontal Cortex Executive and Cognitive Functions*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780198524410.001.0001>
- Saifuzzaman, M., Haque, M.M., Zheng, Z., Washington, S., 2015. Impact of mobile phone use on car-following behaviour of young drivers. *Accid. Anal. Prev.* 82, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.05.001>
- Salmon, P.M., Young, K.L., Regan, M.A., 2011. Distraction “on the buses”: A novel framework of ergonomics methods for identifying sources and effects of bus driver distraction. *Appl. Ergon.* 42, 602–610. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2010.07.007>
- Simons-Morton, B.G., Guo, F., Klauer, S.G., Ehsani, J.P., Pradhan, A.K., 2014a. Keep Your Eyes on the Road: Young Driver Crash Risk Increases According to Duration of Distraction. *J. Adolesc. Heal.* 54, S61–S67. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.11.021>
- Simons-Morton, B.G., Guo, F., Klauer, S.G., Ehsani, J.P., Pradhan, A.K., 2014b. Keep Your Eyes on the Road: Young Driver Crash Risk Increases According to Duration of Distraction. *J. Adolesc. Heal.* 54, S61–S67. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.11.021>
- Sinel'nikov, S., Wells, B.M., 2017. Distracted driving on the job: Application of a modified stages of change model. *Saf. Sci.* 94, 161–170. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.01.007>
- Talbot, R., Fagerlind, H., Morris, A., 2013. Exploring inattention and distraction in the SafetyNet Accident Causation Database. *Accid. Anal. Prev.* 60, 445–455. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.031>
- Tivesten, E., Dozza, M., 2015. Driving context influences drivers' decision to engage in visual–manual phone tasks: Evidence from a naturalistic driving study. *J. Safety Res.* 53, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.03.010>
- van Eck, N.J., Waltman, L., 2010. Software survey: VOSviewer, a computer program for bibliometric mapping. *Scientometrics* 84, 523–538. <https://doi.org/10.1007/s11192-009-0146-3>
- Vicente, K.J., Thornton, D.C., Moray, N., 1987. Spectral Analysis of Sinus Arrhythmia: A Measure of Mental Effort. *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 29, 171–182. <https://doi.org/10.1177/001872088702900205>
- Victor, T.W., Harbluk, J.L., Engström, J.A., 2005. Sensitivity of eye-movement measures to in-vehicle task difficulty. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 8, 167–190. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2005.04.014>
- Wang, Y.K., Jung, T.P., Lin, C.T., 2015. EEG-Based Attention Tracking During

- Distracted Driving. *IEEE Trans. Neural Syst. Rehabil. Eng.* 23, 1085–1094.  
<https://doi.org/10.1109/TNSRE.2015.2415520>
- Wittmann, M., Kiss, M., Gugg, P., Steffen, A., Fink, M., Pöppel, E., Kamiya, H., 2006. Effects of display position of a visual in-vehicle task on simulated driving. *Appl. Ergon.* 37, 187–199. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2005.06.002>
- Xie, C., Zhu, T., Guo, C., Zhang, Y., 2013. Measuring IVIS Impact to Driver by On-road Test and Simulator Experiment. *Procedia - Soc. Behav. Sci.* 96, 1566–1577. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.08.178>
- Young, K.L., Rudin-Brown, C.M., Patten, C., Ceci, R., Lenné, M.G., 2014. Effects of phone type on driving and eye glance behaviour while text-messaging. *Saf. Sci.* 68, 47–54. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2014.02.018>
- Young, K.L., Salmon, P.M., 2012. Examining the relationship between driver distraction and driving errors: A discussion of theory, studies and methods. *Saf. Sci.* 50, 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.07.008>
- Zahabi, M., Kaber, D., 2018. Effect of police mobile computer terminal interface design on officer driving distraction. *Appl. Ergon.* 67, 26–38. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.09.006>

#### **4. ARTIGO 3 - SISTEMÁTICA DE ANÁLISE E AVALIAÇÃO DE TAREFAS SECUNDÁRIAS AO DIRIGIR POR MEIO DE ANÁLISE MULTICRITERIAL**

##### **RESUMO**

Executar tarefas secundárias durante a condução é uma característica comum para todos os motoristas. Muitas tarefas estão presentes para facilitar o trabalho o motorista, e outras, no caso de motoristas profissionais, necessárias para a execução do trabalho. A execução dessas tarefas, podem aumentar a carga de trabalho do motorista e muitas vezes provocar distrações ao volante e até mesmo acidentes. Este estudo tem como objetivo desenvolver uma sistemática de análise e avaliação de tarefas secundárias realizadas por motoristas de veículos de transporte público utilizando o processo de análise multicriterial (AHP). A metodologia consistiu na extração de dados por duas fontes: (i) observação de câmeras de segurança dos veículos, de modo a captar todas as tarefas executadas pelos motoristas, e (ii), um questionário com os próprios motoristas de modo a obter dos mesmos a percepção da dificuldade em executar as tarefas secundárias necessárias para o trabalho. Vinte e três participantes se voluntariaram para participar. Foram considerados para a análise do AHP três fatores: dificuldade, frequência e tempo de execução das tarefas. Os resultados da análise de tarefas permitiu identificar as tarefas mais críticas de serem executadas em relação ao desempenho e segurança. Além disso, a análise dos dados demonstrou que o fator dificuldade foi o mais importante e que o esforço cognitivo para a execução das tarefas secundárias traz maiores impactos para o motorista. Como não é possível eliminar as tarefas secundárias por serem parte intrínseca do trabalho do motorista profissional, este estudo buscou elucidar as causas e nortear possíveis ações de melhorias para mitigar os efeitos mais impactantes que a execução de tarefas secundárias causam ao desempenho e à segurança quando se dirige um veículo.

##### **4.1. INTRODUÇÃO**

A tarefa de dirigir um veículo requer a destreza e atenção do motorista. Além do manejo dos controles direcionais e de movimento, é necessário perceber eventos e sinais e fornecer informações a outros veículos e pedestres (Cuenen et al., 2015; Tivesten and Dozza, 2015). Essas ações são identificadas como constituintes da tarefa principal. Por essa razão, dirigir um veículo é uma tarefa complexa e a inclusão de outras tarefas pode

levar a uma carga de trabalho maior causando distração (Faure et al., 2016; Harbluk et al., 2007).

A maioria das informações apresentadas aos motoristas é de natureza visual, como sinais de trânsito, sistemas de bordo, sinais de veículos e pedestres. Isso requer percepção e processamento de quantidades consideráveis de informações (Lansdown, 2002). Quando o motorista está em uma situação de distração, onde uma atividade compete por sua atenção, haverá maiores chances de exposição a riscos de acidentes e quase acidentes. De acordo com Regan et al. (2009), a distração foi identificada como um dos principais fatores contribuintes para acidentes.

Uma tarefa secundária pode ser entendida como qualquer tarefa que não esteja explicitamente conectada à tarefa principal de dirigir com segurança. Assim, qualquer outro tipo de esforço que o motorista faça, seja visual, físico ou cognitivo, será considerado uma tarefa secundária. Muitos estudos procuram identificar riscos executando tarefas secundárias durante a condução. Esses estudos têm grande relevância no desenvolvimento de novas tecnologias e sistemas embarcados, além de contribuir para novas regulamentações e leis de segurança.

Estudos mostraram a conexão entre distração e relação de tarefas secundárias com acidentes. Uma das principais razões é o aumento da carga cognitiva que retira a atenção da tarefa principal e causa distração (Faure et al., 2016; Harbluk et al., 2007). Baumann et al. (2004), Jin et al. (2015a) e Prat et al. (2015) também apontam que a distração do motorista está fortemente relacionada à execução dessas tarefas.

Segundo a *Automobile Association Foundation for Traffic Safety* (AAAFTS), distração ocorre quando há uma falha em reconhecer as informações necessárias para realizar a tarefa com segurança porque algum evento, atividade, objeto ou pessoa dentro ou fora do veículo induziu ou forçou a atenção do motorista para longe da tarefa de dirigir (Kircher, 2007). Além disso, a distração pode ser causada por diversos fatores, como cansaço, preocupações e execução de tarefas simultaneamente (Bakiri et al., 2013; Choudhary and Velaga, 2017b; Liang, 2010; Talbot et al., 2013).

Como a tarefa de conduzir o veículo é executada em movimento, existem restrições na condução das análises causadas pela incapacidade de observá-lo do ponto de vista externo. Portanto, não é possível realizar o mesmo tipo de abordagem em uma tarefa de dirigir um veículo como em um ambiente fixo (Horrey et al., 2012). Assim, é

comum em tais casos, o uso de simuladores (Briggs et al., 2017; Minin et al., 2012; Saifuzzaman et al., 2015), gravações (*Naturalistic Driving Data*) (Bärgman et al., 2015; Precht et al., 2017; Tivesten and Dozza, 2015) e testes de pista sob ambientes controlados (Harbluk et al., 2007; Harms and Patten, 2003; Owens et al., 2011).

Os métodos mais utilizados para analisar as tarefas secundárias, como as simulações ou testes específicos para observar tarefas, permitiram avanços para sua compreensão. No entanto, a aplicação de um único método não é capaz de considerar todos os fatores que influenciam e são influenciados pelas tarefas secundárias. A simulação permite a repetição e variáveis controladas, seguras e fáceis de aplicar, mas não analisa o comportamento do motorista. Estudos naturalísticos fornecem resultados mais precisos sobre o comportamento do motorista, mas não é possível criar uma situação ideal e repetitiva, e não é possível eliminar variáveis e obter um ponto de comparação preciso. Por fim, o teste controlado de pista é mais complexo e, em muitos casos, não pode ser feito por razões de segurança. No entanto, o motorista mostra a percepção de risco na execução das tarefas, o que torna a tomada de decisão mais parecida com o mundo real.

Essas dificuldades e fraquezas apontadas criam a necessidade de desenvolver outra forma de análise, que contemple os efeitos causados pela dificuldade da tarefa em si e pela percepção do motorista em cumpri-la. O objetivo principal deste trabalho é desenvolver uma análise sistemática e avaliação das principais tarefas secundárias capazes de influenciar na segurança e performance do motorista. Neste contexto, foi realizada uma avaliação das tarefas secundárias baseado em análise de vídeo e dificuldades de tarefa pelo viés do motorista de transporte público utilizando análise multicriterial. Esse modelo foi escolhido devido à repetibilidade do percurso, às operações e à necessidade de executar tarefas secundárias, como por exemplo, a troca de dinheiro e lidar com passageiros. Para isso, a pesquisa foi realizada com motoristas de micro-ônibus de uma empresa de transporte coletivo.

#### 4.2. MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa foi estruturada em quatro etapas. Na primeira foram identificadas as condições, características e dificuldades encontradas na empresa e levantados os principais dados disponíveis ou indicadores relacionados ao processo organizacional dos serviços. A segunda etapa referiu-se à análise de vídeos que permite a compreensão

de tarefas secundárias, frequência e tempo de trabalho. Na terceira etapa, com base nas informações extraídas dos vídeos, foi aplicado um questionário com os motoristas para melhor entender sua percepção sobre essas tarefas. O questionário é apresentado do Apêndice A. Por fim, na quarta e última etapa, foi realizada uma análise para classificar as tarefas secundárias realizadas, contemplando a dificuldade e riscos à segurança incluindo a percepção dos motoristas por meio da Análise Multicriterial. A figura 4 apresenta as etapas da sistemática de análise e avaliação das tarefas secundárias.

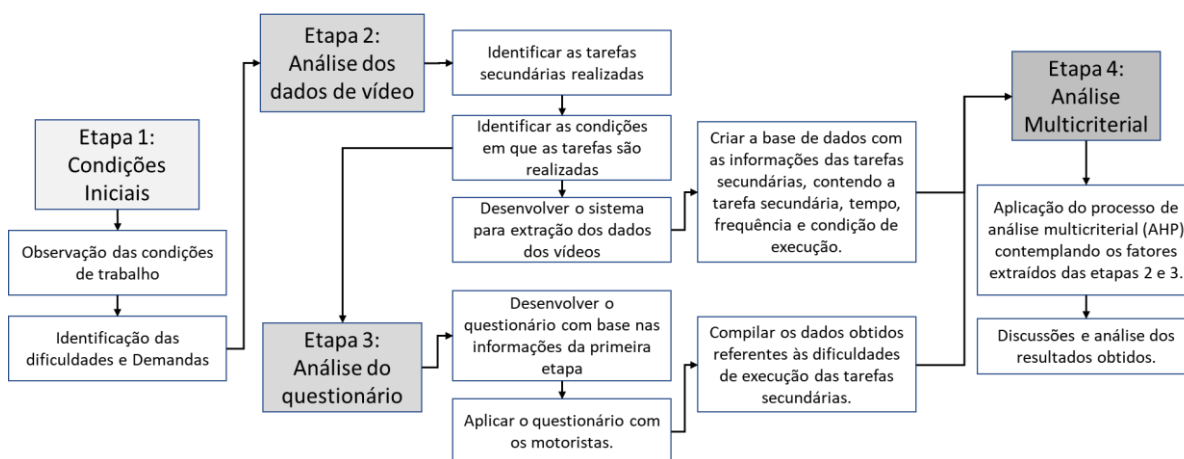


Figura 4 - Sistemática de análise e avaliação das tarefas secundárias.

#### 4.2.1. Condições Iniciais

Foi realizado um trabalho com motoristas de micro-ônibus de transporte público coletivo urbano, chamados de lotação, para entender melhor as condições de trabalho e desenvolver possíveis soluções para melhorar a segurança e o desempenho. Segundo a empresa prestadora do serviço, o ponto crítico diz respeito às operações das linhas de micro-ônibus. Trata-se de ônibus menores, que não usam as faixas de ônibus exclusivas nas ruas. Por estas razões, estão expostos a um tráfego pesado e dividem as ruas com veículos particulares. Além disso, não há estações de parada definidas, ou seja, eles podem parar em qualquer local para a entrada e saída de passageiros. A ausência de cobradores aumenta consideravelmente a carga de trabalho do motorista, que acaba acumulando também a função de cobrança da passagem. A modalidade aceita além dos cartões pré-pagos de transporte, dinheiro em espécie, o que exige do motorista controle de caixa (pagamentos e troco).

#### 4.2.2. Análise dos dados de vídeo

Com o acesso às gravações dos veículos foram definidas quais câmeras ofereceriam melhores condições de detectar as tarefas secundárias executadas para a futura análise das tarefas. A figura 5 mostra o motorista e o *cockpit*. Com as imagens, foi possível observar todas as tarefas realizadas pelos motoristas e identificar sua frequência, duração e em que condições foram executadas, seja com o veículo parado ou em movimento.



*Figura 5 - Motorista durante o trabalho.*

A análise de vídeo foi realizada em duas etapas. Primeiramente, as tarefas realizadas foram identificadas e após decidido quais pontos seriam inseridos na análise. Algumas tarefas foram condensadas em uma única tarefa para simplificar e facilitar a compreensão da análise. Como no caso de pegar, guardar ou contar dinheiro [manusear dinheiro] ou procurar objetos, onde alguns são necessários para a operação, mas outros eram objetos pessoais [busca por objetos]. Além disso, as tarefas que somente são possíveis de serem realizadas com o veículo parado, como na entrada e saída de passageiros, não foram consideradas.

O segundo passo corresponde ao desenvolvimento do sistema para armazenar as informações extraídas. O MS Excel foi escolhido para salvar os dados por sua facilidade de acesso e possibilidade de personalização. Para fazer isso, uma rotina computacional (Figura 6) foi programada em VBA (*Virtual Basic for Applications*) para registrar ao longo do tempo as tarefas executadas pelos motoristas, se ela foi executada com o veículo parado ou em movimento, e a duração da tarefa secundária. Em seguida, procedeu-se a visualização completa dos vídeos e gravação dos dados. Com base nos



dados tratados foi feita análise estatística descritiva de maneira a identificar e melhor compreender a distribuição do tempo e as frequências das principais tarefas secundárias.

	Iniciar	Parar		
Tempo(s)	Tarefa	Dir./Parado	Andando	Parado
53206	53206	46	Usar dispositivo de passag.	
46513	2		Dinheiro nas mãos	
46525	9		Contar/Trocar dinheiro	
46547	0		Fazer anotações em papel	
46552		D	Fazer Alongamentos	
46626	9		Procurar Objetos	
46689	5		Sem as mãos ao volante	
46702	0		Usar smartphone	
46880	7		Ajustar Instrumentos	
46911	0		Fim da tarefa	
46965		P		Usar dispositivo de contagem de passageiros. 9
46975		D		Contar, trocar, receber dinheiro. 8
46977	7			Manusear smartphone. 7
47137		P		Procurar objetos. 6
47148	0			Fazer anotações em papel. 5
47154		D		Andar sem as mão no volante. 4
47208	7			Fazer alongamentos. 3
47213	0			Dirigir segurando dinheiro nas mãos. 2
47559	-			Ajustar Instrumentos. 1
				Fim da tarefa. 0

Figura 6 - Sistema MS Excel/VBA para registrar as tarefas realizadas ao longo do tempo.

#### 4.2.3. Análise do questionário

Por meio das informações obtidas na etapa anterior, realizou-se a aplicação de um questionário com os motoristas da empresa para avaliar sua opinião sobre a dificuldade de executar as tarefas secundárias observadas nos vídeos.

O questionário foi aplicado aos motoristas da empresa no início de seus respectivos turnos. Eles foram convidados a responder voluntariamente as perguntas divididas em duas partes. Na primeira parte, foram incluídas questões pessoais relativas ao tempo de trabalho, características pessoais (idade, altura, peso, etc.), ou mesmo se já se envolveram em acidentes durante o horário de trabalho. A segunda parte buscou classificar uma série de afirmações sobre as tarefas secundárias extraídas da análise de vídeo em uma escala de 1 a 5, de acordo com a dificuldade de execução. Cada sujeito levou menos de 15 minutos para preencher o questionário e foi aplicado em fevereiro de 2019.

#### 4.2.4. Analytic Hierarchy Process (AHP)

Os efeitos causados pela execução de tarefas secundárias possuem fatores objetivos e subjetivos. Como o objetivo do estudo é classificar tais tarefas em relação ao impacto gerado aos motoristas, é necessário incorporar, além dos fatores objetivos,

fatores subjetivos ou intangíveis, como a sensação e o conforto do motorista em realizar determinada tarefa. A forma encontrada para mesclar essas duas condições foi através da aplicação do *Analytic Hierarchy Process* (AHP), utilizando para isto as questões da segunda parte do questionário.

O AHP é uma ferramenta que relativiza as características comparando-as uma a uma, definindo quanto uma característica é mais importante em relação à outra (Huang et al., 2011). Os fatores quantitativos foram extraídos da análise de vídeo, considerando o número de vezes que uma tarefa é executada e o tempo total gasto na execução da tarefa. Por outro lado, o fator qualitativo representa a média das respostas sobre a dificuldade de executar a tarefa secundária extraídas do questionário aplicado.

O método AHP é usado para derivar escalas de proporção de comparações pareadas discretas e contínuas (Saaty, 1987). Geralmente, o processo de aplicação do AHP é dividido em três passos. Primeiro, é estabelecido uma estrutura hierárquica do problema da decisão. Após, monta-se uma matriz pareada de comparação para indicar a importância relativa das alternativas. Finalmente, calcula-se o peso prioritário das alternativas de acordo com a matriz pareada (Deng et al., 2014).

Para garantir a consistência, todas as comparações devem ser verificadas por meio da Razão de Consistência (CR) determinada de acordo com a equação 1 (Skibniewski e Chao, 1992).

$$CR = \frac{\lambda_{max} - n}{\frac{n-1}{RI}} \quad (1)$$

O índice aleatório (RI) corresponde a um valor tabelado (tabela 7). O  $\lambda_{max}$  é o autovalor principal da matriz pareada e (n) é o número de fatores considerados na matriz. De acordo com Saaty (1987), se as prioridades são comparáveis, pequenos erros não afetam a ordem de magnitude das respostas e, portanto, as prioridades relativas permanecem. Para que isso aconteça, os valores de CR até 0,1 são aceitáveis.

*Tabela 7 - Índice aleatório correspondente ao número de fatores da matriz.*

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
0	0	0,58	0,9	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Fonte: Saaty, (1980)

### 4.3. RESULTADOS

#### 4.3.1. Definições de pesquisa

As informações obtidas sobre as rotas, horários de trabalho e população dos sujeitos da pesquisa indicaram a situação atual da organização do trabalho na empresa. Esta possui duas rotas de micro-ônibus que são atendidas por 38 veículos e 69 motoristas. Todos os carros possuem câmbio manual e ar-condicionado e comportam 21 passageiros sentados. Além disso, estes são equipados com câmeras de segurança, sensor de entrada e saída de passageiros, sistema de controle manual de passageiros e GPS (*Global Positioning System*). Foram apontados pela empresa a necessidade de os motoristas executarem tarefas secundárias com muita frequência, além de lidar com o controle de entrada e saída de passageiros e cobrança da tarifa de transporte. A rota principal da empresa foi escolhida considerando a distância percorrida, o maior número de veículos e motoristas disponíveis, bem como o maior fluxo de passageiros. A figura 7 mostra o trajeto da linha, sendo a distância total percorrida de 52,6 km.

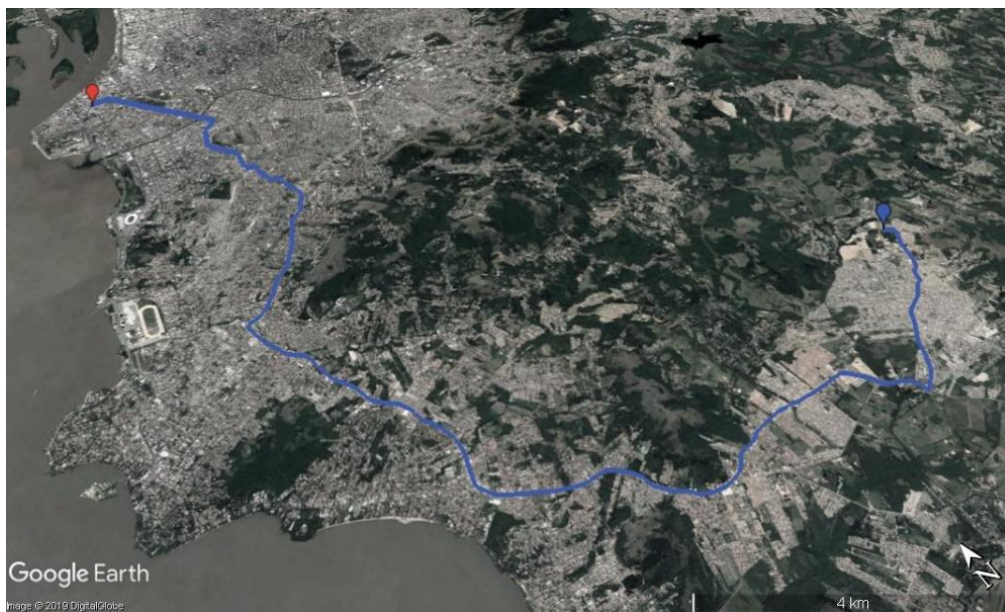


Figura 7 – Rota percorrida pelo motorista (Início: 30° 8'34.91"S, 51° 7'47.33"O; Fim: 30° 1'53.82"S, 51°13'40.49"O).

#### 4.3.2. Análise dos dados de vídeo

Foram analisadas 14,8 horas de imagens e extraídos os dados da análise de vídeo das tarefas secundárias, observou-se que em 74% do tempo total de viagem o motorista está realizando algum tipo de tarefa secundária. Este fato ratifica a importância da questão levantada sobre a alta demanda que os motoristas deste sistema de transporte

público precisam realizar. O gráfico de tempo de execução das tarefas secundárias apresentado na figura 8, mostra a intensa atividade do motorista ao longo de uma volta, que é iniciada no bairro e finalizada no centro da cidade. Os pontos acima da linha central são as atividades secundárias realizadas com o veículo estacionário e as marcações abaixo indicam as tarefas executadas com o veículo em movimento.

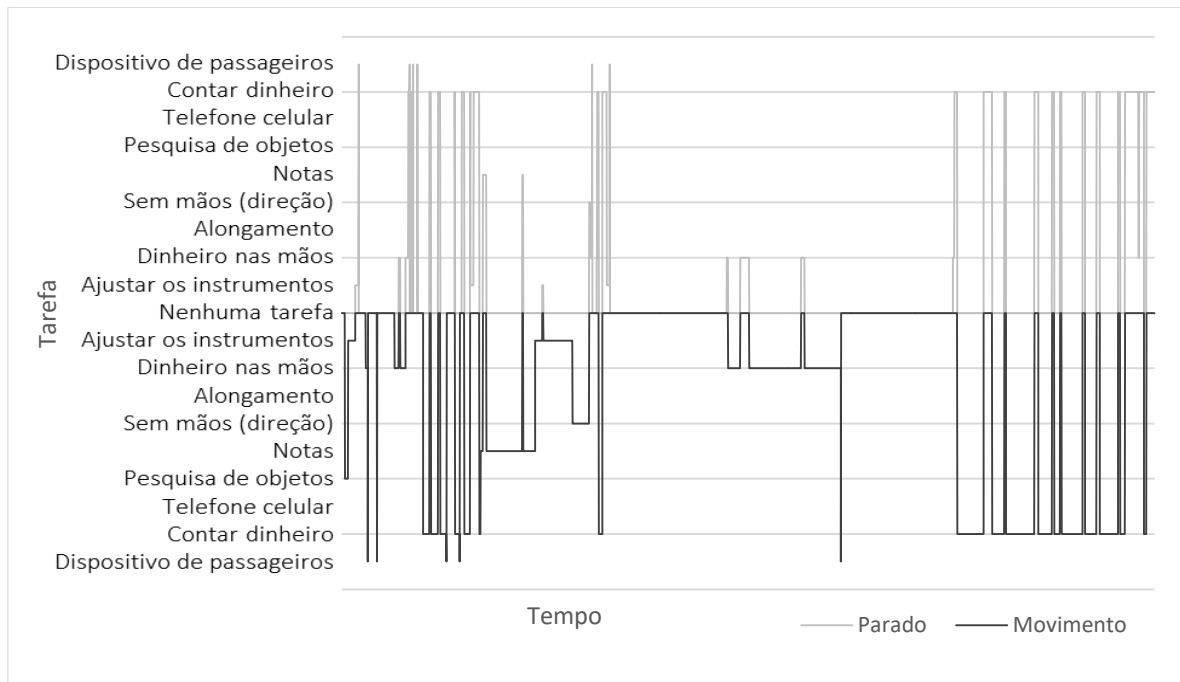


Figura 8 - Distribuição das tarefas secundárias ao longo do tempo – Uma volta (~50min)

Foi possível identificar os trechos com maior atividade de tarefas secundárias. As atividades no início correspondem ao ponto de partida, e regiões próximas do ponto de saída, onde há movimentação intensa para a entrada de passageiros ao veículo. O veículo, após atingir a lotação máxima, não realiza mais paradas para o embarque, somente para a descida dos passageiros. Já as atividades no final da linha correspondem ao final da rota que é no centro da cidade, nessa parte há mais passageiros a desembarcar do micro-ônibus. Nesta parte da rota, há um intenso movimento de passageiros saindo e, logo em seguida, entrando no veículo para o retorno ao bairro. Esse fluxo intenso de passageiros gera a necessidade de realizar mais tarefas secundárias e pode ser considerado o mais crítico. Além disso, é normalmente associado a um tráfego intenso de veículos e pedestres nesta parte da cidade, o que pode contribuir para algumas situações não seguras tal como sugerido por Teh et al. (2018).

Outro ponto importante para a análise é quando a tarefa secundária é executada: com o veículo parado ou em movimento. O gráfico temporal (figura 8) revela uma intensa atividade de tarefas secundárias, onde são executadas praticamente em todos os momentos. Muitas vezes as atividades começam com o veículo parado e terminam quando este já está em movimento e vice-versa.

A Figura 9 mostra a distribuição do tempo gasto na execução de tarefas secundárias. As nove tarefas secundárias extraídas da análise de vídeo, juntas, representam 74% do tempo total. Isso significa que em apenas 26% do tempo o motorista não está executando alguma tarefa secundária. Além disso, se pôde observar também, que na maior parte do tempo, as tarefas são executadas com o veículo em movimento. Considerando o tempo total em que o motorista realiza alguma tarefa secundária, em 77% do tempo, o veículo está em movimento.

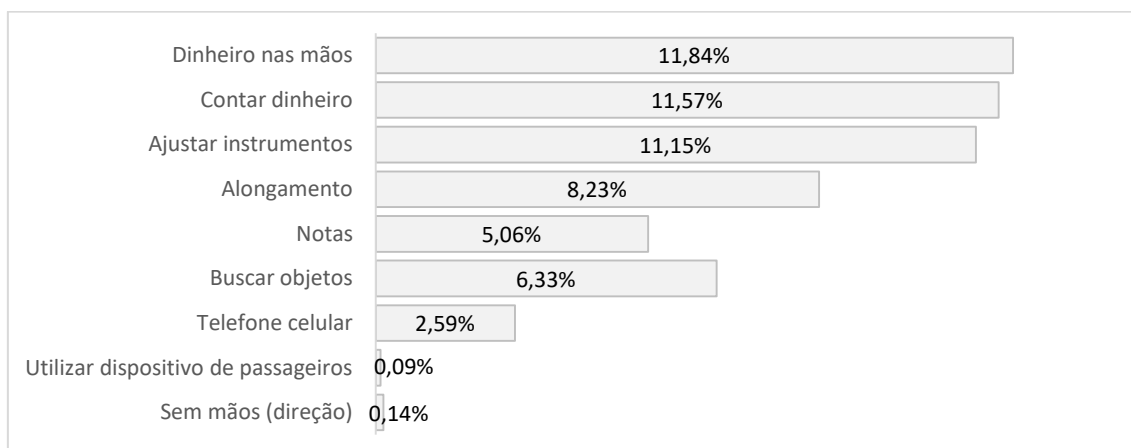


Figura 9 - Distribuição do tempo gasto executando tarefas secundárias em movimento.

Existem algumas tarefas secundárias obrigatórias para o motorista, como por exemplo contar dinheiro, que poderiam ser executadas com o veículo parado. Também algumas outras desnecessárias deveriam ser totalmente evitadas, como no caso de manusear um telefone celular. Dessa forma, seria possível evitar distrações e eventos relacionados que pudessem colocar o motorista, passageiros e outros atores presentes nas ruas em risco com a segurança. No entanto, a eliminação destas situações restritivas torna-se impossível pela existência de outras demandas mais prementes, como o tempo restrito para completar o itinerário, as dificuldades causadas pelo tráfego intenso ou por outros veículos e congestionamentos.

Assim como o tempo gasto necessário para a execução da tarefa, o número de vezes em que elas são executadas também impactam o motorista. Na tabela 8 são apresentadas as frequências, calculadas pelo número de ocorrências de execução das tarefas secundárias com o veículo em movimento, dividido pelo total de horas analisadas.

*Tabela 8 - Frequência média por minuto da execução das tarefas secundárias realizadas.*

Tarefas	Ocorrências	Frequência Média (Hora)
Dinheiro nas mãos	64	5,60
Utilizar dispositivo de passageiros	56	4,90
Contar dinheiro	43	3,76
Ajustar instrumentos	18	1,58
Buscar objetos	11	0,96
Notas	11	0,96
Telefone celular	4	0,35
Alongamento	4	0,35
Sem mãos (direção)	1	0,09

#### **4.3.3. Percepção da dificuldade pelos motoristas**

A amostra foi composta por 23 sujeitos voluntários de um total de 69 motoristas da empresa. O horário de trabalho é de sete horas e 20 minutos diários, cobrindo cerca de 200 quilômetros. Todos os motoristas são do sexo masculino. O tempo na função é de  $11,2 \pm 6,5$  anos, com idade de  $39,1 \pm 6,3$  anos, peso de  $86,1 \pm 13,7$  kg e altura de  $175 \pm 7$  centímetros. Nenhum dos motoristas entrevistados tinha ensino superior, cinco eram fumantes regulares e 73,9% já se envolveram em acidentes de trânsito durante o trabalho.

Apesar da relevância que apresentaram nos vídeos, as tarefas 2, 3 e 4 (dirigir com o dinheiro nas mãos, dirigir sem as mãos ao volante e fazer alongamentos) foram removidas das questões de dificuldade porque não eram especificamente uma tarefa, mas sim comportamento do motorista e poderia ser evitado através de treinamento específico e controle efetivo das regras da empresa. Assim, as tarefas: ajustar instrumentos; fazer anotações de papel; busca por objetos; manusear telefone celular; contar dinheiro e usar o dispositivo de controle de passageiros (respectivamente tarefas 1, 5, 6, 7, 8 e 9), permanecem para a análise. É importante ressaltar que dirigir usando o aparelho celular é expressamente proibido pela legislação. Neste caso, os resultados apresentados representam a opinião geral dos motoristas sobre determinadas tarefas, quer elas sejam executadas ou não na função analisada neste trabalho, como no caso o

uso de celular. A tabela 9 mostra a percepção da dificuldade dos motoristas ao executar as tarefas secundárias.

*Tabela 9 - Dificuldade de execução das tarefas secundárias*

<b>Tarefa</b>	<b>Descrição</b>	<b>Dificuldade</b>
7	Ler e escrever em um celular	4,70
5	Ler e escrever em papel	3,13
8	Receber dinheiro, contar e dar troco	2,57
6	Procurar objetos no interior do veículo	2,52
9	Utilizar o sistema de controle de passageiros	1,78
1	Ajustar instrumentos (ar condicionado, espelhos, etc.)	1,74

#### **4.3.4. Comparação de resultados do questionário com tarefas secundárias extraídas por vídeo**

Os dados analisados foram comparados par a par entre si para cada fator analisado e os valores normalizados para que não houvesse distorções entre eles. A Tabela 10 apresenta os valores de cada tarefa realizada e seu peso correspondente referente ao fator analisado.

*Tabela 10 - Valor de cada fator analisado da tarefa.*

<b>Tarefa</b>	<b>Dificuldade</b>	<b>Frequência</b>	<b>Tempo</b>
1 - Ajustar instrumentos	0,11	0,12	0,28
5 – Anotações em Papel	0,19	0,14	0,19
6 – Procurar objetos	0,15	0,07	0,15
7 – Manusear um smartphone	0,29	0,02	0,07
8 – Manusear dinheiro	0,16	0,27	0,31
9 – Utilizar o sistema de controle de passageiros	0,11	0,37	0,00

No AHP, os fatores são comparados em pares, buscando identificar a relação de importância relativa entre eles. A comparação é feita atribuindo-se os graus de 1, 3 ou 5 para cada relação, onde 1 significa a mesma importância, 3 quando é mais que seu par e, finalmente, 5, quando o primeiro é muito mais importante que o segundo.

Para comparar os fatores, um por um, precisa-se definir um peso para cada fator. O fator de dificuldade foi definido com o maior peso. Este fator contempla a complexidade e a demanda cognitiva da tarefa secundária, características que impactam o nível de risco à saúde e segurança na realização dessas tarefas secundárias (Blanco et al., 2006; Harbluk et al., 2007; Muhrer and Vollrath, 2011). Os seguintes fatores são

frequência e tempo, respectivamente. Segundo Noy et al. (2004), a duração das tarefas não pode discriminar se elas são significativamente mais exigentes ou menos seguras. Assim, como todas as tarefas analisadas podem ser interrompidas, o fator de frequência ganhou um peso maior que o fator tempo. No entanto, a duração da tarefa é importante ao avaliar a adequação das tarefas entre o compartilhamento de tempo e a direção, por isso também é considerada. A Tabela 11 mostra a relação pareada.

*Tabela 11 - Relação pareada dos fatores.*

<b>Fator</b>	<b>Dificuldade</b>	<b>Frequência</b>	<b>Tempo</b>
Dificuldade	1,0	3,0	5,0
Frequência	0,3	1,0	3,0
Tempo	0,2	0,3	1,0
Soma	1,5	4,3	9,0

Em relação ao conjunto de variáveis, o autovalor principal ( $\lambda_{max}$ ) resultou em 3,04 e o teste de consistência deu um índice de 0,03. Para calcular a taxa de consistência, o índice aleatório (IR) foi usado para 3 fatores, com um valor de 0,58 (tabela 7). Assim, o RC resultou em 0,033, menos que o máximo exigido 0,1. Conseqüentemente, com os dados validados, foi possível prosseguir com a análise. A Tabela 12 apresenta a consistência e pesos relativos de cada fator.

*Tabela 12 - Consistência dos fatores e pesos relativos.*

<b>Fator</b>	<b>Dificuldade</b>	<b>Frequência</b>	<b>Tempo</b>	<b>Vetor</b>	<b>Consistência</b>	
					<b>Matriz</b>	<b>Autovalor</b>
Dificuldade	0,65	0,69	0,56	0,63	1,95	3,07
Frequência	0,22	0,23	0,33	0,26	0,79	3,03
Tempo	0,13	0,08	0,11	0,11	0,32	3,01

Finalmente, atribuindo o peso específico de cada fator em relação ao valor correspondente para cada tarefa, obtém-se a classificação final das tarefas analisadas apresentadas na tabela 13. Onde a tarefa secundária com o maior valor é a mais crítica em relação ao desempenho e riscos à segurança, contemplando o tempo necessário para a execução, a frequência com que é realizado e a dificuldade percebida pelos motoristas.

*Tabela 13 - Classificação das tarefas secundárias.*

<b>Tarefa Secundária</b>	<b>Risco</b>
8 – Manusear dinheiro	0,202



7 - Manusear um smartphone	0,194
5 - Anotações em Papel	0,178
9 - Utilizar o sistema de controle de passageiros	0,166
6 - Procurar objetos	0,132
1 - Ajustar instrumentos	0,128

#### 4.4. DISCUSSÃO

As tarefas secundárias são consideradas na literatura como toda tarefa executada que não está diretamente ligada ao ato de conduzir o veículo com segurança (Huemer and Vollrath, 2011). Além disso, são as maiores responsáveis pelas causas de distrações e situações inseguras (Briggs et al., 2017; Prat et al., 2015; Regan et al., 2009). Neste caso específico, elas também fazem parte do trabalho do motorista e não podem ser evitadas. No entanto, existem ações possíveis capazes de mitigar os principais efeitos relacionados à sua execução. Como observado na análise dos vídeos, alguns comportamentos observados, como dirigir com o dinheiro em mãos, dirigir sem as mãos ao volante, ou mesmo fazer alongamentos, poderia ser evitado por meio de treinamentos e esclarecimentos sobre os riscos de tais comportamentos. (Chen et al., 2016; Young and Lenné, 2010).

Com base na análise prévia dos vídeos, foi possível observar o motorista em seu posto e extrair todas as tarefas que são demandadas pelo trabalho. Ficou evidenciada a necessidade de executar tarefas básicas e comuns aos motoristas, como ajustar instrumentos, porém tarefas muito específicas ao trabalho ou que sequer são permitidas por lei estiveram presentes, como por exemplo, fazer anotações em papel e manusear um telefone celular. O uso do celular é referido como sendo uma das principais razões das situações inseguras causadas por pedestres (Nasar et al., 2008) e fonte importante de distração para o motorista através de mudanças na carga de trabalho (Owens et al., 2011; Patten et al., 2004).

Outro aspecto importante que deve ser considerado é a análise da tarefa principal. Foi possível observar algumas questões durante a execução da tarefa principal e que devem ser tomadas ações para melhorias tanto quanto as tarefas secundárias. Por exemplo, a grande quantidade de ajustes de instrumentos realizados pelo motorista (e.g. ajuste de espelhos retrovisores, ar condicionado, banco) pode resultar em desconfortos do ponto de vista ergonômico com relação à postura principal de trabalho. O fato de todos os veículos possuírem câmbio manual faz com que seja necessário realizar uma

quantidade muito elevada de movimentos dos braços e pernas em relação a um veículo automático, o que pode acarretar em maior desgaste e fadiga ao motorista podendo ainda ser fonte de acidentes (Shinar et al., 1998).

A forma como as tarefas foram avaliadas levaram em consideração o tempo de execução, a frequência com que se repetem e a dificuldade percebida pelos motoristas. O peso dado para cada fator levou em consideração estudos prévios de tarefas secundárias (Lee et al., 2008; Papantoniou et al., 2017; Young and Salmon, 2012). Há na literatura uma grande quantidade de estudos sobre tarefas secundárias onde são avaliados suas características e principais efeitos (Bärgman et al., 2015; Krause et al., 2015; Patel et al., 2008). Entende-se que as tarefas predominantemente físicas podem causar retardo nos reflexos do motorista, evidenciados por freadas bruscas, desvio de posicionamento da pista ou esterçar o volante de forma incorreta nas curvas (Choudhary and Velaga, 2017a; Jamson and Jamson, 2010). Por outro lado, as tarefas com maior carga cognitiva causa no motorista um déficit de atenção aos eventos externos ao veículo, como falhas na percepção de sinais de trânsito ou de situações inseguras (Blanco et al., 2006; Harbluk et al., 2007).

A dificuldade percebida pelos motoristas pode estar relacionada com os efeitos da carga cognitiva. De acordo com os resultados avaliados, são consideradas mais difíceis as tarefas que não são executadas de forma automática, ou seja, que necessitam a atenção do motorista e o tiram de uma zona de conforto. Já os fatores tempo e frequência, avaliam melhor os aspectos físicos devido a movimentação dos braços e desvios de olhar necessários para a execução da tarefa.

A análise multicriterial tornou possível mesclar dados objetivos das tarefas com a dificuldade percebida pelos motoristas. Sendo a tarefa secundária classificada como a de maior risco foi contar dinheiro. Isso pode ser explicado devido à complexidade e ao esforço cognitivo necessário para sua execução (Atchley et al., 2012; Faure et al., 2016; Harbluk et al., 2007). Além disso, essa tarefa corresponde a aproximadamente 15% do tempo total de trabalho, sendo uma das tarefas que mais consomem o tempo do motorista. Por outro lado, o ajuste de instrumentos foi classificado como o de menor risco. Embora também demorado, foi a tarefa avaliada como sendo a de menor dificuldade para ser executada. Esse índice corrobora as observações de Aust et al., (2011), onde uma tarefa amplamente aprendida e executada automaticamente pode ser considerada uma tarefa simples e demanda um baixo esforço cognitivo para sua

execução. Além disso, é a única tarefa analisada onde não é necessário tirar os olhos da via para ser executada (Bärgman et al., 2015; Simons-Morton et al., 2014b).

Deve-se considerar ainda alguns aspectos particulares deste trabalho, que não necessariamente podem ser repetidos em outros estudos. Primeiro com relação às condições de trânsito e suas leis que podem ser diferentes em outros países e influenciar as condições de trabalho dos motoristas. Além disso, a cidade onde for realizado o estudo pode ter ou não faixas exclusivas para transporte público, bem como outras condições como: a conservação das vias, a educação no trânsito dos outros motoristas e dos passageiros, fluxo de veículos das ruas, a segurança em relação à assaltos e até mesmo as características do veículo, se possui ar condicionado, direção elétrica ou câmbio automático, que são facilitadores da tarefa principal.

#### 4.5. CONCLUSÃO

O entendimento das tarefas secundárias permitiu compreender melhor as dificuldades e a dimensão da carga de trabalho em que muitas tarefas, por sua complexidade, expõem os operadores, neste caso em particular os motoristas de transporte público de lotação.

A sistemática de análise e avaliação das tarefas secundárias contemplou a análise de vídeos em tempo real, bem como a observação da opinião dos envolvidos para tomada de decisão quanto aos principais riscos identificados, permitiram um melhor entendimento do problema e fatores de risco. Além disso, o auxílio da análise multicriterial foi um elemento importante para tal, pois permitiu uma caracterização mais acurada das condições de trabalho relacionadas com as tarefas secundárias ao dirigir.

Este estudo apresentou evidências de que a condução de micro-ônibus no transporte público possui alta demanda por tarefas secundárias. Como outros trabalhos, este estudo não está livre de limitações, porém obteve resultados satisfatórios na avaliação da dificuldade de dirigir. Embora os dados reais possam estar sujeitos a vieses individuais, como efeitos de conveniência (por exemplo, oposição ao uso do dispositivo de controle de passageiros), uma vez que a amostra representa mais de 30% dos motoristas da empresa, esses efeitos parecem mínimos.

Esses dados podem ser usados para direcionar contramedidas para atenuar os efeitos das tarefas secundárias executadas. Como por exemplo, o uso exclusivo de cartão de crédito ou pré-pago (Cartão de Transporte Integrado – TRI) para o pagamento da passagem, ou até mesmo o desenvolvimento de um sistema automático de controle de rotas que liberaria o motorista de fazer anotações. Além disso, desenvolver treinamentos sobre comportamento e segurança e prover melhores condições de trabalho, por exemplo, aumentando o tempo de descanso entre as voltas.

Mais estudos sobre os mecanismos por trás da necessidade de tarefas secundárias durante a condução e formas de mitigar comportamentos que possam aumentar o risco de acidentes serão importantes. Além disso, estudos sobre a relação entre tráfego, carga de trabalho do motorista e as condições em que ocorrem acidentes e quase acidentes seriam de grande valor para melhor compreender a complexidade do contexto dos motoristas de transporte público.

Ainda neste mesmo foco, surge a possibilidade de contemplar mais fatores que permitam uma análise mais aprofundada das tarefas secundárias. Quantidade e comportamento dos passageiros, pressão do tempo para cumprir o itinerário e o fluxo de veículos nas ruas possivelmente influenciam o modo de condução do motorista e podem também ser incorporados como fatores em futuros trabalhos.

#### 4.6. REFERÊNCIAS

- Atchley, P., Hadlock, C., Lane, S., 2012. Stuck in the 70s: The role of social norms in distracted driving. *Accid. Anal. Prev.* 48, 279–284. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.01.026>
- Aust, M.L., Eugensson, A., Ivarsson, J., Petersson, M., 2011. Thinking About Distraction – a Conceptual Framework for Assessing Driver-Vehicle on-Road Performance in Relation To Secondary Task Activity, in: In 22nd International Technical Conference on the Enhanced Safety of Vehicles (ESV) No 11-0320. pp. 1–9.
- Bakiri, S., Galéra, C., Lagarde, E., Laborey, M., Contrand, B., Ribéreau-Gayon, R., Salmi, L.-R., Gabaude, C., Fort, A., Maury, B., Lemercier, C., Cours, M., Bouvard, M.-P., Orriols, L., 2013. Distraction and driving: Results from a case-control responsibility study of traffic crash injured drivers interviewed at the emergency room. *Accid. Anal. Prev.* 59, 588–592. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2013.06.004>
- Bärgman, J., Lisovskaja, V., Victor, T., Flannagan, C., Dozza, M., 2015. How does glance behavior influence crash and injury risk? A ‘what-if’ counterfactual simulation using crashes and near-crashes from SHRP2. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 35, 152–169. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.10.011>

- Baumann, M., Keinath, A., Krems, J.F., Bengler, K., 2004. Evaluation of in-vehicle HMI using occlusion techniques: Experimental results and practical implications. *Appl. Ergon.* 35, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.011>
- Blanco, M., Biever, W.J., Gallagher, J.P., Dingus, T.A., 2006. The impact of secondary task cognitive processing demand on driving performance. *Accid. Anal. Prev.* 38, 895–906. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.02.015>
- Briggs, G.F., Hole, G.J., Turner, J.A.J., 2017. The impact of attentional set and situation awareness on dual tasking driving performance. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.08.007>
- Chen, H.-Y.W., Donmez, B., Hoekstra-Atwood, L., Marulanda, S., 2016. Self-reported engagement in driver distraction: An application of the Theory of Planned Behaviour. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 38, 151–163. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.02.003>
- Choudhary, P., Velaga, N.R., 2017a. Modelling driver distraction effects due to mobile phone use on reaction time. *Transp. Res. Part C Emerg. Technol.* 77, 351–365. <https://doi.org/10.1016/j.trc.2017.02.007>
- Choudhary, P., Velaga, N.R., 2017b. Analysis of vehicle-based lateral performance measures during distracted driving due to phone use. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 44, 120–133. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.11.002>
- Cuenen, A., Jongen, E.M.M., Brijs, T., Brijs, K., Lutin, M., Van Vlierden, K., Wets, G., 2015. Does attention capacity moderate the effect of driver distraction in older drivers? *Accid. Anal. Prev.* 77, 12–20. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.01.011>
- Deng, X., Hu, Y., Deng, Y., Mahadevan, S., 2014. Supplier selection using AHP methodology extended by D numbers. *Expert Syst. Appl.* 41, 156–167. <https://doi.org/10.1016/J.ESWA.2013.07.018>
- Faure, V., Lobjois, R., Benguigui, N., 2016. The effects of driving environment complexity and dual tasking on drivers' mental workload and eye blink behavior. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 40, 78–90. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2016.04.007>
- Harbluk, J.L., Noy, Y.I., Trbovich, P.L., Eizenman, M., 2007. An on-road assessment of cognitive distraction: Impacts on drivers' visual behavior and braking performance. *Accid. Anal. Prev.* 39, 372–379. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2006.08.013>
- Harms, L., Patten, C., 2003. Peripheral detection as a measure of driver distraction. A study of memory-based versus system-based navigation in a built-up area. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 6, 23–36. [https://doi.org/10.1016/S1369-8478\(02\)00044-X](https://doi.org/10.1016/S1369-8478(02)00044-X)
- Horrey, W.J., Lesch, M.F., Dainoff, M.J., Robertson, M.M., Noy, Y.I., 2012. On-board safety monitoring systems for driving: Review, knowledge gaps, and framework. *J. Safety Res.* 43, 49–58. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2011.11.004>
- Huang, I.B., Keisler, J., Linkov, I., 2011. Multi-criteria decision analysis in environmental sciences: Ten years of applications and trends. *Sci. Total Environ.* 409, 3578–3594. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2011.06.022>

- Huemer, A.K., Vollrath, M., 2011. Driver secondary tasks in Germany: Using interviews to estimate prevalence. *Accid. Anal. Prev.* 43, 1703–1712. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.03.029>
- Jamson, S.L., Jamson, A.H., 2010. The validity of a low-cost simulator for the assessment of the effects of in-vehicle information systems. *Saf. Sci.* 48, 1477–1483. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2010.07.008>
- Jin, L., Xian, H., Niu, Q., Bie, J., 2015. Research on safety evaluation model for in-vehicle secondary task driving. *Accid. Anal. Prev.* 81, 243–250. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.08.013>
- Kircher, K., 2007. Driver distraction - A review of the literature (VTI rapport 594A). VTI Rapp. 594A 64.
- Krause, M., Angerer, C., Bengler, K., 2015. Evaluation of a Radio Tuning Task on Android while Driving. *Procedia Manuf.* 3, 2642–2649. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.334>
- Lansdown, T.C., 2002. Individual differences during driver secondary task performance: verbal protocol and visual allocation findings. *Accid. Anal. Prev.* 34, 655–662. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(01\)00065-3](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(01)00065-3)
- Lee, J., Young, K., Regan, M., 2008. Defining Driver Distraction. *Driv. Distraction* 44, 31–40. <https://doi.org/doi:10.1201/9781420007497.ch3>
- Liang, Y., 2010. Combining cognitive and visual distraction: Less than the sum of its parts. *Accid. Anal. Prev.* 42, 881–890. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2009.05.001>
- Minin, L., Benedetto, S., Pedrotti, M., Re, A., Tesauri, F., 2012. Measuring the effects of visual demand on lateral deviation: A comparison among driver's performance indicators. *Appl. Ergon.* 43, 486–492. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.08.001>
- Muhrer, E., Vollrath, M., 2011. The effect of visual and cognitive distraction on driver's anticipation in a simulated car following scenario. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 555–566. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.06.003>
- Nasar, J., Hecht, P., Wener, R., 2008. Mobile telephones, distracted attention, and pedestrian safety. *Accid. Anal. Prev.* 40, 69–75. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.04.005>
- Noy, Y.I., Lemoine, T.L., Klachan, C., Burns, P.C., 2004. Task interruptability and duration as measures of visual distraction. *Appl. Ergon.* 35, 207–213. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.012>
- Owens, J.M., McLaughlin, S.B., Sudweeks, J., 2011. Driver performance while text messaging using handheld and in-vehicle systems. *Accid. Anal. Prev.* 43, 939–947. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2010.11.019>
- Papantoniou, P., Papadimitriou, E., Yannis, G., 2017. Review of driving performance parameters critical for distracted driving research. *Transp. Res. Procedia* 25, 1801–1810. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2017.05.148>
- Patel, J., Ball, D.J., Jones, H., 2008. Factors influencing subjective ranking of driver distractions. *Accid. Anal. Prev.* 40, 392–395. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.07.006>

- Patten, C.J.D., Kircher, A., Östlund, J., Nilsson, L., 2004. Using mobile telephones: Cognitive workload and attention resource allocation. *Accid. Anal. Prev.* 36, 341–350. [https://doi.org/10.1016/S0001-4575\(03\)00014-9](https://doi.org/10.1016/S0001-4575(03)00014-9)
- Prat, F., Planes, M., Gras, M.E., Sullman, M.J.M., 2015. An observational study of driving distractions on urban roads in Spain. *Accid. Anal. Prev.* 74, 8–16. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.003>
- Precht, L., Keinath, A., Krems, J.F., 2017. Identifying effects of driving and secondary task demands, passenger presence, and driver characteristics on driving errors and traffic violations – Using naturalistic driving data segments preceding both safety critical events and matched baselines. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 51, 103–144. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.09.003>
- Regan, M.A., Lee, J.D., Young, K.L., 2009. *Driver distraction : theory, effects, and mitigation.* CRC Press.
- Saaty, R.W., 1987. The analytic hierarchy process—what it is and how it is used. *Math. Model.* 9, 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Saaty, T.L., 1980. *The analytic hierarchy process : planning, priority setting, resource allocation.* McGraw-Hill International Book Co.
- Saifuzzaman, M., Haque, M.M., Zheng, Z., Washington, S., 2015. Impact of mobile phone use on car-following behaviour of young drivers. *Accid. Anal. Prev.* 82, 10–19. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.05.001>
- Shinar, D., Meir, M., Ben-Shoham, I., 1998. How Automatic Is Manual Gear Shifting? *Hum. Factors J. Hum. Factors Ergon. Soc.* 40, 647–654. <https://doi.org/10.1518/001872098779649346>
- Simons-Morton, B.G., Guo, F., Klauer, S.G., Ehsani, J.P., Pradhan, A.K., 2014. Keep Your Eyes on the Road: Young Driver Crash Risk Increases According to Duration of Distraction. *J. Adolesc. Heal.* 54, S61–S67. <https://doi.org/10.1016/j.jadohealth.2013.11.021>
- Skibniewski, M.J., Chao, L., 1992. Evaluation of Advanced Construction Technology with AHP Method. *J. Constr. Eng. Manag.* 118, 577–593. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)0733-9364\(1992\)118:3\(577\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1992)118:3(577))
- Talbot, R., Fagerlind, H., Morris, A., 2013. Exploring inattention and distraction in the SafetyNet Accident Causation Database. *Accid. Anal. Prev.* 60, 445–455. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.03.031>
- Teh, E., Jamson, S., Carsten, O., 2018. Mind the gap: Drivers underestimate the impact of the behaviour of other traffic on their workload. *Appl. Ergon.* 67, 125–132. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2017.09.012>
- Tivesten, E., Dozza, M., 2015. Driving context influences drivers' decision to engage in visual–manual phone tasks: Evidence from a naturalistic driving study. *J. Safety Res.* 53, 87–96. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.03.010>
- Young, K.L., Lenné, M.G., 2010. Driver engagement in distracting activities and the strategies used to minimise risk. *Saf. Sci.* 48, 326–332. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2009.10.008>

Young, K.L., Salmon, P.M., 2012. Examining the relationship between driver distraction and driving errors: A discussion of theory, studies and methods. *Saf. Sci.* 50, 165–174. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2011.07.008>



## 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este capítulo apresenta as conclusões da dissertação e sugestões para trabalhos futuros.

### 5.1. CONCLUSÕES

Com o anseio de melhorar as condições de trabalho e segurança dos motoristas, identificou-se que as tarefas secundárias executadas são uma parcela importante das razões que causam acidentes e situações inseguras. O estudo da execução de tarefas secundárias executadas consiste em diagnosticar o nível de atenção que é demandado pelas tarefas secundárias e concorrentes com a tarefa principal, sejam elas físicas ou cognitivas. Para tanto, além dos impactos que as tarefas exercem sobre o motorista, é preciso também analisar os componentes e características que cada tipo de tarefa secundária. Esta dissertação teve como objetivo principal entender quais são os tipos de tarefas secundárias que oferecem os maiores riscos à segurança.

Tal estudo é importante para dar suporte à priorização de ações que permitam mitigar os efeitos que as tarefas mais impactantes causam ao trabalho e aos motoristas. Para tanto, os três objetivos traçados definidos foram contemplados sequencialmente em cada artigo desenvolvido.

Inicialmente, foram identificados os tipos de tarefas secundárias, suas classificações quanto ao modo de execução e quanto à dificuldade. Se observou que podem demandar do motorista esforços físicos, cognitivos ou ambos. Além disso, foi possível identificar fatores que permitem classificar as tarefas em uma escala de complexidade e que determinadas características das tarefas possuem relações com efeitos correspondentes.

Após o estudo das tarefas secundárias, foi necessário um maior entendimento das formas de análise dessas tarefas para esclarecer o que cada método utilizado proporciona ao pesquisador. Foram analisados os três principais métodos utilizados nos estudos: (i) simulações, (ii) testes de pista controlados e, (iii) estudos de dados naturalísticos. Foi possível concluir que cada método possui particularidades na forma de avaliação das tarefas e que não é possível contemplar todos os seus componentes com um único método.

Finalmente, com os dados dos objetivos alcançados nas etapas anteriores, desenvolveu-se uma sistemática de análise e avaliação das tarefas secundárias que permitiu ranquear em ordem de importância sob a perspectiva do risco proporcionado, as tarefas secundárias executadas pelos motoristas. Para isso se utilizou das demandas exigidas para a execução das tarefas secundárias e na dificuldade de execução percebida pelos motoristas. Foi aplicado um questionário com os próprios motoristas que relataram sua percepção acerca da dificuldade e o quanto estão confortáveis ao executar as tarefas secundárias. Já as demandas das tarefas foram extraídas de eventos reais por meio da análise de vídeo de motoristas de transporte público em suas rotinas diárias.

## 5.2. SUGESTÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Pesquisas futuras podem ser desenvolvidas com base na metodologia aplicada neste trabalho, de modo a complementar a análise das tarefas secundárias. Dessa forma, os seguintes fatores podem ser adicionados à análise multicriterial:

- a) Fatores relacionados ao nível de ansiedade e estresse do motorista causado pelos eventos internos ao veículo, como por exemplo, a relação com os passageiros, conversas, discussões, número de pessoas ou a lotação do veículo.
- b) A influência dos fatores externos ao veículo, como tráfego, congestionamentos, condições estruturais e de conservação das vias e segurança.
- c) Fatores relacionados à execução das demandas do trabalho, como o cumprimento dos horários estabelecidos para as chegadas e partidas das estações de parada.
- d) Por fim, fatores ergonômicos da execução da tarefa secundária, como frequência de tomadas de informações visuais e movimentos posturais relacionados.

## 6. REFERÊNCIAS

- Atchley, P., Hadlock, C., Lane, S., 2012. Stuck in the 70s: The role of social norms in distracted driving. *Accid. Anal. Prev.* 48, 279–284. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2012.01.026>
- Bärgman, J., Lisovskaja, V., Victor, T., Flannagan, C., Dozza, M., 2015. How does glance behavior influence crash and injury risk? A ‘what-if’ counterfactual simulation using crashes and near-crashes from SHRP2. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 35, 152–169. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2015.10.011>
- Baumann, M., Keinath, A., Krems, J.F., Bengler, K., 2004. Evaluation of in-vehicle HMI using occlusion techniques: Experimental results and practical implications. *Appl. Ergon.* 35, 197–205. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.011>
- Beratis, I.N., Pavlou, D., Papadimitriou, E., Andronas, N., Kontaxopoulou, D., Fragkiadaki, S., Yannis, G., Papageorgiou, S.G., 2017. Mild Cognitive Impairment and driving: Does in-vehicle distraction affect driving performance? *Accid. Anal. Prev.* 103, 148–155. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.03.014>
- Birrell, S.A., Young, M.S., 2011. The impact of smart driving aids on driving performance and driver distraction. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 14, 484–493. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2011.08.004>
- Briggs, G.F., Hole, G.J., Turner, J.A.J., 2017. The impact of attentional set and situation awareness on dual tasking driving performance. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2017.08.007>
- Dozza, M., Flannagan, C.A.C., Sayer, J.R., 2015. Real-world effects of using a phone while driving on lateral and longitudinal control of vehicles. *J. Safety Res.* 55, 81–87. <https://doi.org/10.1016/j.jsr.2015.09.005>
- Huemer, A.K., Vollrath, M., 2011. Driver secondary tasks in Germany: Using interviews to estimate prevalence. *Accid. Anal. Prev.* 43, 1703–1712. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2011.03.029>
- Kahn, C.A., Gotschall, C.S., 2015. The economic and societal impact of motor vehicle crashes, 2010 (Revised). *Ann. Emerg. Med.* 66, 194–196. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2015.06.011>
- Kandemir, C., Handley, H.A.H., Thompson, D., 2018. A workload model to evaluate distracters and driver’s aids. *Int. J. Ind. Ergon.* 63, 18–36. <https://doi.org/10.1016/j.ergon.2016.09.004>
- Krause, M., Angerer, C., Bengler, K., 2015. Evaluation of a Radio Tuning Task on Android while Driving. *Procedia Manuf.* 3, 2642–2649. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2015.07.334>
- Lee, J.Y., Lee, J.D., Bärgman, J., Lee, J., Reimer, B., 2018. How safe is tuning a radio?: using the radio tuning task as a benchmark for distracted driving. *Accid. Anal. Prev.* 110, 29–37. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2017.10.009>
- Ministério da Infraestrutura [WWW Document], n.d. URL <http://www.transportes.gov.br/component/content/article/110-artigos/7129-avalia.html?ccedil;=&atilde;o-da-seguran=&ccedil;a->

- vi=&acute;ria-nas-rodovias-federais= (accessed 4.9.19).
- Noy, Y.I., Lemoine, T.L., Klachan, C., Burns, P.C., 2004. Task interruptability and duration as measures of visual distraction. *Appl. Ergon.* 35, 207–213.  
<https://doi.org/10.1016/j.apergo.2003.11.012>
- Observatório [WWW Document], n.d. URL <http://iris.onsv.org.br/iris-beta/#/stats/maps> (accessed 4.9.19).
- Patel, J., Ball, D.J., Jones, H., 2008. Factors influencing subjective ranking of driver distractions. *Accid. Anal. Prev.* 40, 392–395.  
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.07.006>
- Peng, Y., Boyle, L.N., Lee, J.D., 2014. Reading, typing, and driving: How interactions with in-vehicle systems degrade driving performance. *Transp. Res. Part F Traffic Psychol. Behav.* 27, 182–191. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2014.06.001>
- Prat, F., Planes, M., Gras, M.E., Sullman, M.J.M., 2015. An observational study of driving distractions on urban roads in Spain. *Accid. Anal. Prev.* 74, 8–16.  
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2014.10.003>
- Reed-Jones, J., Trick, L.M., Matthews, M., 2008. Testing assumptions implicit in the use of the 15-second rule as an early predictor of whether an in-vehicle device produces unacceptable levels of distraction. *Accid. Anal. Prev.* 40, 628–634.  
<https://doi.org/10.1016/j.aap.2007.08.018>
- Regan, M.A., Lee, J.D., Young, K.L., 2009. *Driver distraction : theory, effects, and mitigation.* CRC Press.

## APÊNDICE A

### PESQUISA SOBRE TRABALHO DOS MOTORISTAS DE LOTAÇÃO

Motorista: \_\_\_\_\_

Tempo como motorista profissional: \_\_\_\_\_ anos.

Idade: \_\_\_ Gênero: \_\_\_ Tempo na Função: \_\_\_ Peso: \_\_\_ Altura: \_\_\_ Escolaridade: \_\_\_\_\_

Destro.  Canhoto.

Já se envolveu em algum acidente de trânsito durante o trabalho?  Sim.  Não.

Você tem se afastado do trabalho nos últimos 12 meses?  Sim  Não

Se Sim, causa \_\_\_\_\_

Você é fumante?  Sim  Não

Pratica atividades esportivas no mínimo 1 vez por semana?  Sim  Não

3. Você tem hobbies, atividades extraprofissionais que exigem esforço físico ou outro: construção, jardinagem, trabalhos manuais, atividades domésticas?

Nenhuma  Um pouco  Muita

-----  
1 – Dirigir em horários de pico aumenta a dificuldade para executar todas as tarefas.

- Discordo totalmente  
 Discordo parcialmente  
 Não concordo nem discordo  
 Concordo Parcialmente  
 Concordo Totalmente

2 – Dirigir com mais velocidade aumenta a dificuldade para executar as tarefas.

- Discordo totalmente  
 Discordo parcialmente  
 Não concordo nem discordo  
 Concordo Parcialmente  
 Concordo Totalmente

3 – Durante o percurso, os demais motoristas influenciam diretamente na minha forma de dirigir.

- Discordo totalmente  
 Discordo parcialmente  
 Não concordo nem discordo  
 Concordo Parcialmente  
 Concordo Totalmente

4 – Os sinais de trânsito nem sempre são identificáveis, claros e visíveis.

- Discordo totalmente  
 Discordo parcialmente  
 Não concordo nem discordo  
 Concordo Parcialmente  
 Concordo Totalmente

5 – Quanto estou cansado tenho mais dificuldades de executar todas as tarefas necessárias ao dirigir.

- Discordo totalmente  
 Discordo parcialmente  
 Não concordo nem discordo  
 Concordo Parcialmente  
 Concordo Totalmente

6 – O sinal amarelo perturba minha dirigibilidade.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

7 – A pressão do tempo influencia na segurança ao dirigir.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

8 – Conversar com passageiros me distrai de algumas tarefas que preciso realizar.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

9 – Falar no celular me distrai de algumas tarefas que preciso realizar.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

10 – Conversar com algum passageiro altera minha forma de conduzir durante o trajeto.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

11 - Discutir com algum passageiro me deixa nervoso e altera minha forma de conduzir na sequência do trajeto.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

12 - Confusão ou agitação descontrolada entre os passageiros me deixam nervoso e alteram minha forma de dirigir.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não concordo nem discordo
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

13 – É mais difícil conduzir com o carro lotado do que vazio ou com poucos passageiros.

- Discordo totalmente
- Discordo parcialmente
- Não há diferença
- Concordo Parcialmente
- Concordo Totalmente

14 – Ler e/ou escrever no celular atrapalha a minha tarefa de dirigir.

- Discordo totalmente

- ( ) Discordo parcialmente  
 ( ) Não há diferença  
 ( ) Concordo Parcialmente  
 ( ) Concordo Totalmente

15 – Ler e/ou escrever em papel atrapalha a minha tarefa de dirigir.

- ( ) Discordo totalmente  
 ( ) Discordo parcialmente  
 ( ) Não há diferença  
 ( ) Concordo Parcialmente  
 ( ) Concordo Totalmente

Em uma escala de 1 a 5, sendo 1 para muito fácil e 5 para muito difícil, qual grau de dificuldade você atribui para as seguintes tarefas e/ou situações **enquanto está dirigindo**:

- 16 – Buscar objetos no interior do veículo: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( )  
 17 – Utilizar o sistema de controle de passageiros: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( )  
 18 – Ler e escrever no celular: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( )  
 19 – Ajustar instrumentos do veículo (ar condicionado, espelhos, banco, etc.): 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( )  
 20 – Receber dinheiro, contar, dar troco: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( )  
 21 – Ler e escrever em papel: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( )  
 22 – Conversar com passageiros: 1 ( ) 2 ( ) 3 ( ) 4 ( ) 5 ( )

Avaliação de carga de trabalho – NASA-TLX

Fatores	Valores extremos	Descrição
Demanda Mental (DM)	Baixa	A tarefa exige pouca atividade mental e perceptual (p.ex. pensar, calcular, decidir, lembrar, procurar, etc.). A tarefa é fácil, simples e não exige exatidão.
	Alta	A tarefa exige bastante atividade mental e perceptual (p. ex. pensar, calcular, decidir, lembrar, procurar, etc.). A tarefa é difícil, complexa e exige exatidão.
Demanda Física (DF)	Baixa	Pouco esforço físico é requerido (p.ex. puxar, empurrar, levantar, virar, controlar). Os movimentos são lentos, leves ou calmos.
	Alta	Bastante esforço físico é requerido (p.ex. puxar, empurrar, levantar, virar, controlar). Os movimentos são rápidos, pesados, ou muito agitados.
Demanda Temporal (DT)	Baixa	A pressão de tempo que você sente devido a frequência em que a tarefa ou elementos ocorrem é baixa. O ritmo é lento e tranquilo.
	Alta	A pressão de tempo que você sente devido a frequência em que a tarefa ou elementos ocorrem é alta. O ritmo é rápido e frenético.
Desempenho (DS)	Bom	Você está satisfeito com o seu desempenho. Acha que realizou a tarefa com sucesso, sem erros.
	Ruim	Você não está satisfeito com o seu desempenho. Acha que poderia ter feito melhor.
Esforço (ES)	Baixo	O esforço (mental e físico) que você despendeu para alcançar seu nível de desempenho foi baixo. Você não se sente muito cansado ao final de um ciclo de trabalho.
	Alto	O esforço (mental e físico) que você despendeu para alcançar seu nível de desempenho foi alto. Você se sente muito cansado ao final de um ciclo de trabalho.
Nível de Frustração (NF)	Baixo	Você se sente seguro, satisfeito, contente, relaxado e tolerante durante a tarefa.
	Alto	Você se sente inseguro, desestimulado, irritado, estressado durante a tarefa.

Comparação pareada dos fatores:

Selecione o fator de cada par que apresenta a mais importante fonte de carga de trabalho na tarefa que você executa.

1. Demanda Física [ ] X      Demanda Mental [ ]
2. Demanda Temporal [ ] X Demanda Mental [ ]
3. Desempenho [ ] X Demanda Mental [ ]
4. Nível de Frustração [ ] X Demanda Mental [ ]
5. Esforço [ ] X      Demanda Mental [ ]
6. Demanda Temporal [ ] X Demanda Física [ ]
7. Desempenho [ ] X      Demanda Física [ ]
8. Nível de Frustração [ ]      X      Demanda Física [ ]
9. Esforço [ ] X      Demanda Física [ ]
10. Demanda Temporal [ ] X      Desempenho [ ]
11. Demanda Temporal [ ] X      Nível de Frustração [ ]
12. Demanda Temporal [ ] X      Esforço [ ]
13. Desempenho [ ] X      Nível de Frustração [ ]
14. Desempenho [ ] X      Esforço [ ]
15. Esforço [ ] X      Nível de Frustração [ ]

Peso de importância dos fatores:

DM =	DS =	DT =
DF =	NF =	ES =

Escala de valores

Marque um "X" sobre a escala de modo a representar a magnitude de cada fator na execução da sua tarefa:

1. Demanda Física

Baixa	Alta
-------	------

2. Demanda Mental

Baixa	Alta
-------	------

3. Demanda Temporal

Baixa	Alta
-------	------

4. Desempenho

Bom	Ruim
-----	------

5. Esforço

Baixa	Alta
-------	------

6. Nível de Frustração

Baixa	Alta
-------	------