

Revista Brasileira de Cartografia (2017), N° 69/2: 279-293
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

EFEITOS DE CINTILAÇÃO EM SÍMBOLOS DE SETAS QUE INDICAM DIREÇÃO DE MANOBRA: AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA E DA CARGA MENTAL DE TRABALHO

*Scintillation Effects in Symbols of Arrows that Indicate Maneuver Direction:
Assessment of Preference and Mental Workload*

**Edmur Azevedo Pugliesi¹, Ana Paula Marques Ramos²,
Vilma Mayumi Tachibana³, Renan Furlan de Oliveira⁴**

¹ Universidade Estadual Paulista – UNESP

Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT; Departamento de Cartografia

Rua Roberto Simonsen, 305, Jardim das Rosas. CEP 19060-900, Presidente Prudente - São Paulo, Brasil
edmur@fct.unesp.br

² Universidade do Oeste Paulista – UNOESTE

Faculdade de Artes, Ciências, Letras e Educação de Pres. Prudente – FACLEPP; Departamento de Geografia

Rua José Bongiovani, 700, Cidade Universitária. CEP 19050-920 - Presidente Prudente – São Paulo, Brasil
anaramos@unoeste.br

³ Universidade Estadual Paulista – UNESP

Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT; Departamento de Estatística

Rua Roberto Simonsen, 305, Jardim das Rosas. CEP 19060-900, Presidente Prudente - São Paulo, Brasil
vilma@fct.unesp.br

⁴ Universidade Estadual Paulista - UNESP

Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT; Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas

Rua Roberto Simonsen, 305, Jardim das Rosas. CEP 19060-900, Presidente Prudente - São Paulo, Brasil
renanfurlanoliveira@hotmail.com

Recebido em 27 de Novembro, 2016/ Aceito em 14 de Janeiro, 2017

Received on November 27, 2016/ Accepted on January 14, 2017

RESUMO

Os símbolos cartográficos podem ser apresentados com o emprego de variáveis estáticas e/ou variáveis de animação. O emprego de cada uma está relacionado com a informação que se pretende transmitir. Este estudo avalia mais especificamente a influência do uso de setas de direção de manobra, cintilantes e estáticas, em um mapa de Sistema de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA), analisando empiricamente a preferência e o índice de Carga Mental de Trabalho (CMT) subjetiva. A CMT subjetiva pode ser determinada por meio da técnica NASA-TLX, a qual consiste em um conjunto de seis escalas: Exigência Mental, Exigência Física, Exigência Temporal, Nível de Esforço, Nível de Satisfação e Nível de Frustração. A cintilação envolveu a mudança repetida de dois estados (ex.: ligado-desligado). Os efeitos de cintilação avaliados neste trabalho compreenderam diferentes combinações da frequência (número de estados por segundo) e do ciclo de repetição (dois ou cinco segundos) às setas que estiveram localizadas sobre a junção em que as manobras deveriam acontecer. Posto isso, um grupo de 30 motoristas participou de um experimento, o qual foi conduzido em um simulador de direção de baixo custo. Os resultados demonstram que os motoristas aceitam

tanto setas estáticas quanto cintilantes para indicar a direção da manobra, porém a seta cintilante exige maior CMT do motorista. As setas cintilantes em mapas de SINGRA teve maior preferência por motoristas do gênero feminino ou de pessoas que tinham baixa experiência com SINGRA. Em termos de proporções, os diferentes efeitos de cintilação tiveram preferências similares; contudo, quanto mais alta a frequência de cintilação e mais longo o ciclo de repetição menor foi a aceitação. Apesar disso, a seta estática exigiu maior demanda física do que a cintilante. A partir das análises conduzidas com a CMT subjetiva, conclui-se que os SINGRA não deveriam indicar a manobra com setas cintilantes porque foram fontes de irritação, cansaço, estresse e distração, ao ponto de interferir na direção e na busca por outras informações que se apresentam no mapa. Discussões sobre os resultados e recomendações de projeto cartográfico podem servir de apoio à indústria. Maiores implicações são apresentadas e discutidas.

Palavras-chave: Carga Mental de Trabalho, Preferência Subjetiva, Sistema de Navegação e Guia de Rota em Automóvel, Cintilação, Diferenças Individuais.

ABSTRACT

Map symbols can be presented by employing visual variables and/or animated variables. The employment of each one is related with the kind of information that should be conveyed. This study evaluates more specifically the influence of using arrows, blinking and static, to indicate maneuver direction in a map of a Route Guidance and Navigation System (RGNS), by analyzing empirically the preference and the index of subjective Mental Workload (MW). The subjective MW may be determined by employing NASA-TLX technique, which consists of six dimensions: Mental Demand, Physical Demand, Temporal Demand, Effort, Performance and Frustration. Blinking involves the repeated changing of two states (ex.: on-off). The effects of blinking which were evaluated in this study are compound of different combinations of frequency (number of states per second) and repeated cycle (two or five seconds) to the arrows that were located on the junction where maneuver should take place. A group of 30 drivers participated in this experiment which was conducted in a low-cost driving simulator. Results showed that drivers accept both static and blinking arrows to indicate change direction, however blinking arrow requires higher drivers' MW. Blinking arrows were more preferred by women or people who declared having low experience with RGNS. In terms of proportion, different effects of blinking had similar preferences; nevertheless, higher the frequency and higher the repeated cycle, lower was the acceptance. Besides, static arrow required higher physical demand compared to blinking arrow. From the analyses conducted by using subjective MW, we conclude that RGNS should not indicate maneuver direction by using blinking arrows because they were source of irritation, fatigue, stress and distraction, and then interfered in the driving and searching for other information presented in the map. Discussions about the results and recommendations of map design may support the industry. More implications are presented and discussed.

Keywords: Mental Workload, Subjective Preference, In-Car Route Guidance, Blinking, Individual Differences.

1. INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA) vêm desempenhando papel importante em setores da economia, como nos transportes e no turismo. Uma série de vantagens pode ser destacada dentre as quais se destacam: redução de custos com combustível, redução do tempo de viagem, facilidade e comodidade para os motoristas, etc.. Além disso, outro importante benefício que tais sistemas proporcionam é o desenvolvimento do mapa cognitivo humano (OLIVER & BURNETT, 2008).

As mídias de pequeno formato, variando de três a sete polegadas (ex.: 'GPS Automotivo', *smartphone*; *tablet*) vêm sendo o padrão adotado para os SINGRA exibirem a informação de navegação ao motorista, e dentre as razões

estão o tamanho adequado para uso dentro dos automóveis e a redução dos custos do sistema. No entanto, boa parte dos problemas de usabilidade dos SINGRA está relacionada ao tamanho reduzido da mídia, associada à densidade de informação visual que é apresentada na tela do sistema (QUARESMA & MORAES, 2011; RAMOS *et al.*, 2014a).

O desenvolvimento tecnológico tem permitido a apresentação de diversos tipos de elementos nos mapas de SINGRA, tais como representação do relevo, setas de manobra, pontos de interesse, toponímia, vegetação e hidrografia. Por outro lado, pesquisas apontam que quanto maior a densidade de informação visual apresentada pelos SINGRA, maior é a Carga Mental de Trabalho (CMT) do motorista e, conseqüentemente, menor é a usabilidade do

sistema (LABIALE, 2001; PUGLIESI *et al.*, 2009; BURNETT & DONKOR, 2012).

A usabilidade é a qualidade que caracteriza o uso de um sistema (CYBIS *et al.*, 2010), a medida na qual um sistema pode ser utilizado por usuários específicos para alcançar objetivos específicos com eficiência, eficácia e satisfação em um dado contexto de uso (ABNT NBR 9241-11, 2002). No contexto de direção de um automóvel e uso de SINGRA, os problemas de usabilidade do sistema podem aumentar os riscos de ocorrência de acidentes de trânsito. Nesse sentido, um dos desafios atuais para a área de Interação Homem-Máquina (*Human Computer Interaction – HCI*) é melhorar a qualidade dos mapas para minimizar, ou mesmo, eliminar os problemas de usabilidade relacionados à leitura de mapa com o automóvel em movimento (LAVIE *et al.*, 2011; LAVIE & ORON-GILAD, 2013; RAMOS *et al.*, 2014b).

Como aponta Kraak (2007), na medida em que a quantidade de informação visual se torna densa, novas proposições de projeto cartográfico são necessárias para manter a legibilidade do mapa e possibilitar a comunicação eficiente da informação. Assim, uma série de temas tem sido foco de interesse na avaliação da usabilidade de SINGRA, dentre as quais o emprego de animação cartográfica (PUGLIESI *et al.*, 2013). A animação cartográfica pode ser definida como a descrição de modificações nos objetos do mapa por meio da apresentação de uma série de mapas em sucessão rápida, e tais mudanças podem ocorrer em função do tempo cronológico ou de outro fator que não envolva o tempo (PETERSON, 1995).

Resultados de estudos apontam que a cintilação parece ser o resultado da mais simples produção de animação que envolve a variável tempo (MACEACHREN, 1995). A cintilação envolve a mudança repetida de dois estados (ex.: ligado-desligado; claro-escuro), a qual compreende a duração de tempo para cada um dos dois estados. A frequência do número de estados em uma unidade de tempo é uma consequência da aplicação da variável dinâmica chamada de duração.

Efeitos de animação têm forte implicação na percepção visual (MACEACHREN, 1995). Um estudo sobre o emprego de animação cartográfica em símbolos de mapas de SINGRA

mostrou que o uso intenso de recursos animados, como certos efeitos de cintilação ou mudanças em variáveis gráficas como cor e tamanho causam distração visual e irritação no motorista (HO; LI, 2004). Por outro lado, tais autores afirmam que os símbolos de indicação de restrição da manobra com efeito de cintilação foram úteis para melhorar o desempenho do motorista nas tarefas de navegação. A tarefa de comunicar mudanças de direção pode ser considerada uma das alternativas mais promissoras para a aplicação de animação cartográfica (TVERSKY *et al.*, 2002). Pugliesi *et al.*, (2009) verificaram que o efeito da cintilação em setas de direção de manobra não teve impacto negativo na demanda visual do motorista ao comparar com o uso de setas estáticas. Além disso, constataram que os motoristas apresentaram preferência similar por ambas as representações de seta, estática ou cintilante. Com a finalidade de determinar símbolos com alta usabilidade, Pugliesi *et al.* (2009) recomendam que futuros estudos investiguem os diferentes efeitos de cintilação, como o emprego de diferentes valores em variáveis dinâmicas de frequência e duração de cintilação em setas que informam a direção da próxima manobra.

Pesquisadores afirmam que animação deveria ser usada somente para atrair a atenção ou para transmitir um processo (DILLON, 2006). Neste contexto, nós decidimos avaliar a preferência e o índice de Carga Mental de Trabalho subjetiva de um grupo de motoristas quando consultam mapa de SINGRA que exibe seta cintilante ou seta estática para indicar a direção da próxima manobra. As questões investigadas são: “Qual representação de seta, cintilante ou estática, induz o aumento do índice de CMT nos motoristas?; “Qual tipo de seta, cintilante ou estática, os motoristas preferem para visualizar a direção da manobra em mapas de SINGRA?; “Qual efeito de cintilação, aplicado na seta, é o mais preferido pelos motoristas?; “Há associação entre o índice de CMT ou preferência subjetiva e o gênero ou a idade ou a experiência com SINGRA?”.

2. MÉTODO

A metodologia empregada para desenvolver a investigação consistiu em: seleção de dois grupos de motoristas, sendo um masculino e

outro feminino; descrição da configuração do simulador utilizado no experimento; preparação da rota de estudo, a qual incluiu a produção do vídeo da rota e o registro da trajetória do deslocamento do automóvel em campo; projeto gráfico dos mapas com ênfase no projeto das setas de apoio a direção da manobra; descrição do protocolo de experimentação para a determinação da Carga Mental de Trabalho e das questões de preferência subjetiva.

2.1 Participantes

Um grupo de 30 motoristas (15 homens e 15 mulheres), com idade entre 23 e 56 anos (média igual a 37,5) e participou deste estudo. O experimento proposto foi simulado em laboratório, e buscou o controle da direção do automóvel pelo condutor. Foram considerados aptos para o experimento motoristas que possuíam carteira de habilitação, declararam não ter deficiência na visão de cores e terem tido experiência com o uso de SINGRA, seja como condutor ou passageiro. A experiência do participante com sistemas de navegação é relevante de ser considerado, uma vez que as pessoas que não possuem este tipo de experiência podem apresentar desempenho inferior durante a fase de experimentação.

2.2 Simulador de direção

O experimento com os motoristas foi realizado em um simulador de direção de baixo custo, o qual fica localizado no Laboratório de Mapeamento Móvel da FCT/UNESP (Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista). Para simular a viagem, o simulador sincroniza a reprodução do vídeo de uma rota percorrida em campo com o deslocamento do automóvel pela rota, a qual é realizada pelo SINGRA (PUGLIESI *et al.*, 2009). O monitor de sete polegadas que exibe o SINGRA foi posicionado na parte central e superior do painel do automóvel e voltado para a face do motorista (Figura 1). O ângulo formado entre o centro do monitor e o centro da via é de aproximadamente 25°, conforme técnica empregada em trabalhos anteriores (PUGLIESI *et al.*, 2009).

2.3 Preparação da rota de estudo

A rota de estudo está localizada na cidade de Álvares Machado, adjacente ao município

de Presidente Prudente/SP. Um total de 18 manobras compõe a rota do experimento. Um vídeo da rota foi coletado em campo, juntamente com um arquivo que registrou as coordenadas da localização do automóvel durante seu deslocamento. A filmagem foi realizada por volta do meio-dia, com o sol próximo ao zênite, com a presença mínima de sombras. Para o levantamento dos dados, foi utilizado um automóvel e dois aparelhos de telefone celulares do tipo *smartphone*, *Samsung Galaxy S3*. Os vidros do automóvel estiveram abertos para possibilitar a gravação dos sons do veículo (ex.: som do motor) e do ambiente externo. Esses cuidados foram tomados para aumentar a sensação do participante de estar envolvido na tarefa de navegação durante a etapa de experimentação.

Os telefones celulares realizaram a filmagem e o registro do deslocamento do automóvel pela rota, de maneira sincronizada. Um dos aparelhos foi responsável pela gravação do vídeo da rota e, para tanto, foi fixado no pára-brisa do automóvel por meio de um suporte de aparelho de SINGRA convencional. A câmara do celular foi direcionada para o centro da via utilizando o modo de paisagem para a gravação. O outro aparelho de celular foi responsável por armazenar a trajetória do automóvel pela rota e, para tanto, foi utilizado o aplicativo *Thomas Wolf NMEA Recorder*. O NMEA (*National Marine Electronics Association*) é um conjunto de especificações de dados para comunicação de dispositivos eletrônicos de navegação e foi utilizado no protótipo do SINGRA para realizar o procedimento de simulação de rota.










Fig. 1 - Imagem ilustrando o aparato

2.4 Projeto gráfico dos mapas

Nesta pesquisa, os mapas consistiram em representações cartográficas dinâmicas, sem a combinação de mensagens de voz, pois o intuito foi o de avaliar o índice de CMT subjetiva que somente as representações visuais geram no motorista. Os mapas foram projetados e produzidos em um protótipo de SINGRA já

existente (PUGLIESI *et al.*, 2009, MARQUES *et al.*, 2012). O mapa é formado por um conjunto de feições consideradas fundamentais para auxiliar na tarefa de navegação em automóvel (Tabela 1). A toponímia de vias também foi adicionada para aumentar o contexto de direção, uma vez que este tipo de informação é fortemente demandado pelos motoristas (PUGLIESI *et al.*, 2014).

Tabela 1: Especificação do projeto gráfico do mapa

Classe de informação	Variável visual cor no sistema R-red, G-green, B-blue	Representação gráfica
Automóvel	255, 0, 99	
Seta de manobra	0, 255, 0	
Rota	0, 0, 0	
Malha viária:		
Vias principais	255, 166, 0	
Vias secundárias	255, 255, 255	
Quadras:		
Preenchimento	222, 223, 222	
Contorno	189, 190, 189	

O projeto representações cartográficas é baseado em resultados de trabalhos anteriores (PUGLIESI *et al.*, 2009; MARQUES *et al.*, 2012; RAMOS *et al.*, 2014b), os quais utilizam os princípios de agrupamento perceptivo e de segregação de figura e fundo, por meio do uso da técnica de contraste às variáveis visuais apropriadas (ex.: matiz da cor), conforme recomendam MacEachren (1995), Dent *et al.* (2009) e Slocum *et al.* (2009). Os mapas do protótipo são exibidos em uma escala única, 1:4.000, e orientados para a mesma visão que o motorista tem da via, enquanto navega (esquema de referência egocêntrico).

2.4.1 Produção das setas de manobra

As setas de indicação da direção de manobra foram projetadas produzidas no *software ArcGIS* e, posteriormente, inseridas no SINGRA. Nesta fase, as setas se apresentavam com característica estática. Para produzir cintilação nas setas, alguns efeitos foram programados utilizando o compilador *Microsoft Visual Basic 6.0*, com a biblioteca de objetos de mapa *ESRI Mapobjects 2.1*, em *Windows XP*, seguindo recomendações de trabalhos anteriores (OLIVEIRA & PUGLIESI, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Um total de 18

setas foi construído, correspondente ao número total de manobras presentes na rota. Desse conjunto, duas tiveram característica estática e as 16 animadas.

Na construção das setas, considerou-se o tipo de movimento a ser realizado na manobra, representado pelo conceito de continuidade. Basicamente, as setas foram compostas de três partes: linha de chegada até a manobra, linha de saída da manobra e a seta. Cada uma destas partes foi denominada de ‘unidade compositiva’ da seta. Quanto à seta, as duas linhas oblíquas que se unem em relação a um eixo horizontal foram construídas para formar um ângulo de abertura de aproximadamente 45°. Conforme constatações antropológicas sobre percepção visual humana esta angulação é apropriada para produzir a indicação de movimento (DONDIS, 1973; FRUTIGER, 2001).

A implementação das setas cintilantes ocorreu pelo emprego das variáveis dinâmicas ‘frequência’ e ‘duração’ (DIBIASE *et al.*, 1992 *apud* MACEACHREN, 1995). O número de estados ligados por segundo e a duração da cintilação foram denominados de Frequência de Cintilação (FC) e Tempo para o Ciclo de Repetição (TCR). A FC corresponde ao número

de vezes que a seta irá aparecer durante o intervalo de tempo de um segundo. O TCR corresponde à duração em que a seta irá permanecer cintilando. Um total de quatro efeitos de cintilação foi projetado e produzido: FC de uma vez por segundo; FC de duas vezes por segundo; TCR de 2,0 segundos; e TCR de 5,0 segundos. Estas combinações foram nomeadas de cintilação: Lenta e que Dura Pouco Tempo (LPT); Lenta e que Dura Bastante Tempo (LBT); Rápida e que Dura Pouco Tempo (RPT); e Rápida e que Dura Bastante Tempo (RBT) (Tabela 2). Cada efeito de cintilação foi usado em quatro setas, totalizando 16 manobras com setas cintilantes.

Tabela 2: Efeitos da Cintilação

Efeito	Frequência (FC)	Ciclo (TCR)
LPT	1	2,0
LBT	1	5,0
RPT	2	2,0
RBT	2	5,0

Na FC de uma vez por segundo, a seta é exibida durante meio segundo e permanece oculta durante este mesmo de tempo. Na FC de duas vezes por segundo, a seta é exibida durante um quarto de segundo e permanece oculta durante o mesmo período, com isso, a seta é exibida e oculta duas vezes por segundo. Para qualquer combinação, após a cintilação, a seta permanece estática até o automóvel chegar ao local onde será preciso realizar a manobra. Os limiares definidos para a FC e o TCR tiveram o intuito de verificar se o aumento ou a diminuição, tanto da frequência de cintilação quanto da duração para o ciclo de repetição, causam incômodo ao motorista ou se contribuem para a

rápida localização e compreensão da direção da manobra no mapa.

A apresentação de cada seta, estática ou cintilante, foi precedida por um som de *beep*, cuja função é alertar o motorista quanto à aproximação do local onde deveria ocorrer a manobra. As setas foram exibidas no mapa após o *beep*, aproximadamente 100 metros antes de cada local de manobra. O período de tempo decorrido entre o momento de disparo do *beep* e a chegada ao local da manobra correspondeu à realização da tarefa tática, isto é, a preparação para a realização da manobra. Devido às características da rota e velocidade permitida na via, o período da tarefa tática variou de uma manobra para outra. A Figura 2, utilizada no experimento, ilustra os dois momentos para a seta cintilante: um em que é exibida (a), e outro em que é oculta (b). A seta é oculta no mapa, em definitivo, quando o automóvel finaliza a realização da manobra, ou seja, quando se encontra na próxima via.

2.5 Procedimento

No laboratório, o participante foi convidado a ler o termo de consentimento livre e esclarecido e, em caso de concordância, a assinar as duas vias do termo. Em seguida, o participante respondeu o questionário de caracterização individual. A etapa subsequente consistiu no experimentador realizar uma explanação da pesquisa, enfatizando a razão de se utilizar um simulador de direção para garantir a segurança do motorista. Foi apresentado ao participante o roteiro do teste, com o objetivo de prepará-lo para a realização de uma suposta viagem por uma rota desconhecida, usando um SINGRA. No roteiro, foi esclarecido que o tempo de viagem

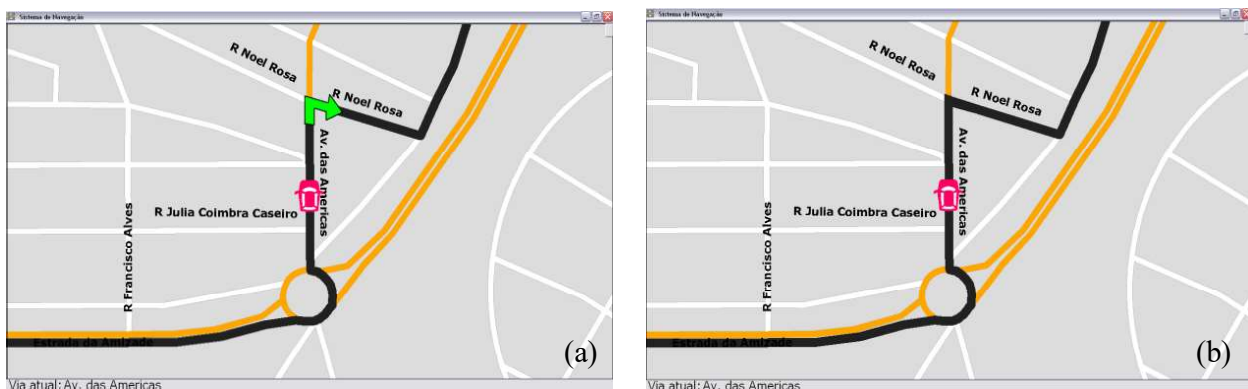


Fig. 2 - Exemplo de uma representação cartográfica com seta cintilante: (a) momento em que a seta é exibida, (b) momento em que a seta é oculta.

seria de aproximadamente nove minutos, e que o motorista deveria realizar, basicamente, três tipos de tarefas. A tarefa principal seria prestar a máxima atenção no vídeo da rota, como se estivesse dirigindo o automóvel no mundo real, pois, com isso, os riscos de acidente no trânsito poderiam ser evitados.

As tarefas secundárias deveriam ser realizadas sucessivamente. Depois de ouvir o *beep*, o qual informa a disponibilidade de uma seta de direção de manobra, o motorista deveria consultar o monitor de navegação para obter a informação de direção. Segundo, o motorista deveria informar, em voz alta, a direção de manobra que compreendeu. Para informação de manobra simples, o motorista foi orientado a responder “direita” ou “esquerda”, enquanto que para informação de manobra em rotatória deveria dizer “rotatória”. Além disso, o motorista foi orientado a corrigir a direção de manobra, caso julgasse necessário. Adicionalmente, o experimentador enfatizou que poderia girar o volante para aumentar a sensação de direção, porém o uso de qualquer instrumento do veículo não representaria qualquer mudança no cenário da simulação.

A próxima etapa consistiu na apresentação do ‘manual de símbolos’ do SINGRA, para familiarizar o motorista com cada tipo de representação cartográfica que seria exibida durante a simulação. Um total de cinco tipos de representações foi exibido, correspondente ao número equivalente de combinações das diferentes FC e TCR, bem como um exemplo de seta estática. O funcionamento de cada representação foi explicado em detalhes. Finalmente, o motorista foi convidado a entrar no automóvel e colocar o cinto de segurança. Em seguida, o experimentador indagou se poderia ser iniciada a simulação da viagem.

O vídeo da rota foi executado de maneira sincronizada com o SINGRA. Cada motorista utilizou representações com setas cintilantes e também com setas estáticas. Encerrada a viagem, o motorista permaneceu no veículo, e o experimentador apresentou novamente os tipos de representações que foram exibidas na simulação, porém somente para o caso de uma manobra e sem o vídeo. Esta abordagem objetivou recordar o motorista quanto às diferentes representações de seta, a fim de

auxiliá-lo a responder dois questionários, um sobre a Carga Mental de Trabalho, e outro sobre a preferência.

2.5.1 Determinação da CMT e da preferência

Foi utilizado o índice de carga da tarefa para determinar o índice de Carga Mental de Trabalho (CMT) subjetiva, por meio da técnica de classificação subjetiva em nível quantitativo, e, para determinar a preferência dos motoristas foram utilizadas medidas qualitativas, por meio de questionários de preferência. A determinação do índice de carga da tarefa ocorreu por meio da aplicação da técnica NASA-TLX (*National Aeronautics and Space Administration – Task Load Index*), desenvolvida por Hart & Staveland (1988). Para cada motorista, foi obtida a CMT sobre o uso da seta cintilante e da estática, a partir da aplicação de questionários NASA-TLX independentes.

A NASA-TLX é um conjunto de seis escalas (componentes), a saber: Exigência Mental (EM), Exigência Física (EF), Exigência Temporal (ET), Nível de Esforço (NE), Nível de Satisfação (NS) e Nível de Frustração (NF). Cada escala contém um total de 10 gradações, fracionadas de meio em meio, sem a presença de números. O motorista foi orientado a marcar uma das gradações em cada uma das seis escalas. Durante o preenchimento do questionário NASA-TLX, o experimentador leu o texto explicativo para cada uma das escalas, detalhando a representação de seta cintilante ou estática, no contexto da tarefa de navegação que foi realizada.

Cada uma das escalas foi relacionada com o tipo de seta utilizada durante a navegação, cintilante ou estática, com o apoio do SINGRA. O componente “Exigência Mental” foi exemplificado como sendo tarefas do tipo olhar, processar e memorizar as informações exibidas nos mapas. A “Exigência Física” foi exemplificada como sendo tarefas de apertar botão na tela do SINGRA (ex.: mudar a escala do mapa), para obter as informações de interesse, ou de ajustar as configurações no sistema. A componente “Exigência Temporal” foi exemplificada como sendo a pressão sentida pelo motorista, em função de tempo, ao utilizar os mapas. O “Nível de Esforço” foi relacionado ao

nível de concentração exigido do motorista para a realização da tarefa de navegação apoiada pelo SINGRA. A componente “Nível de Satisfação” foi relacionada ao nível de aceitação do motorista por cada tipo de representação proposto para as setas de manobra. A componente “Nível de Frustração” foi exemplificada como sendo a sensação de irritação e a possibilidade de estresse pelo motorista ao utilizar mapas de SINGRA que exibem seta de manobra, cintilante ou estática.

Para avaliar a preferência, aplicou-se um questionário com duas questões. A primeira sobre o tipo (ou efeito) de cintilação preferida, além da razão pela escolha (“Que tipo de seta cintilante você prefere?” e “Por quê?”). As alternativas oferecidas foram: LPT; LBT; RPT; RBT. A segunda questão tratou da preferência e a razão pelo tipo de representação para seta, se cintilante ou estática (“No geral, você prefere seta cintilante ou seta estática?” e “Por quê?”).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados relacionados à preferência e ao índice de CMT subjetiva foram organizados no *Microsoft Excel* e processados no software estatístico SPSS 21.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*). Quatro análises foram conduzidas. A primeira identifica se a representação de seta, cintilante ou estática, induz o aumento do índice de CMT nos motoristas. A segunda investiga qual tipo de seta, cintilante ou estática, os motoristas preferem para visualizar a direção da manobra em mapas de SINGRA. A terceira verifica qual efeito de cintilação (LPT; LBT; RPT; RBT) aplicado na seta é o mais preferido pelos motoristas. A quarta determina

se há associação entre o índice de CMT ou a preferência subjetiva com o gênero, ou com a idade ou com a experiência no uso de SINGRA.

Em razão dos dados obtidos pelo questionário NASA-TLX consistirem em medidas quantitativas, inicialmente, aplicou-se o teste de normalidade de *Kolmogorov-Smirnov* sobre cada um de seus seis componentes. Observou-se que os dados de alguns componentes seguem uma distribuição normal (Tabela 3), porém outros não. Portanto, para o caso de dados com distribuição normal as análises sobre a preferência e a CMT foram desenvolvidas usando a estatística paramétrica (ex.: teste t pareado) e para o caso de dados com distribuição desconhecida utilizou-se a estatística não paramétrica (ex.: Wilcoxon, Mann-Whitney, Qui-Quadrado, Fisher, Multinomial) (Conover, 1999). Encontram-se na Tabela 3, a estatística descritiva para as seis escalas da NASA-TLX, tanto para a seta cintilante quanto para a seta estática, bem como os resultados do teste de normalidade aplicado nestas escalas. Nas análises, fixou-se o nível de significância em menor que 0,1, portanto, nível de confiabilidade maior ou igual a 90%.

3.1 Índice de CMT subjetiva

Para avaliar qual representação de seta, cintilante ou estática, induz o aumento do índice de Carga Mental de Trabalho nos motoristas, analisou-se dois fatores: primeiro, considerando a média aritmética individual de cada componente da NASA-TLX (EM, EF, ET, NE, NF e NS) e, segundo, a média geral dos componentes, denominada de CMT global, isso tanto para a seta cintilante quanto para a estática. Optou-se

Tabela 3: Estatística descritiva e teste de normalidade sobre os componentes da CMT para seta cintilante e seta estática

Componentes da CMT	Seta					
	Cintilante			Estática		
	Média	Desvio-Padrão	p-valor*	Média	Desvio-Padrão	p-valor*
Exigência Mental	2,47	2,51	0,047	1,60	1,32	0,195
Exigência Física	0,63	0,63	0,046	1,13	1,27	0,037
Exigência Temporal	2,75	3,01	0,111	1,47	1,43	0,207
Nível de Esforço	2,42	2,53	0,148	1,73	1,76	0,221
Nível de Frustração	1,78	2,45	0,028	1,07	1,42	0,014
Nível de Satisfação	8,47	1,64	0,090	8,08	2,09	0,053

*Pelo Kolmogorov-Smirnov, se p-valor for superior a 0,05 assume-se que a distribuição é normal para os dados, a um nível de significância de 5%.

por aplicar a NASA-TLX sem a obtenção dos pesos, os quais são utilizados na estimativa da CMT global, isso para reduzir a complexidade e o tempo de aplicação do teste. Para tanto, fez-se necessário desconsiderar a variável ‘Nível de Satisfação’ da estimativa da média geral; portanto, neste trabalho, a CMT global é resultante da média aritmética de cinco escalas: EM, EF, ET, NE e NF.

Na análise do índice global de CMT não se constatou diferença significativa ao se comparar seta cintilante (média = 2,01) e seta estática (média = 1,40) a um nível de confiabilidade de 90% ($p = 0,144$). Estatisticamente, pode-se afirmar que, nos casos estudados, a seta cintilante e a seta estática requerem nível similar de CMT ao serem adotadas nos mapas de SINGRA, se considerado uma análise do índice global de CMT.

Na análise individual de cada componente da NASA-TLX, a variação da média das cinco componentes (Figura 3) mostra que os níveis

de CMT requeridos pela seta cintilante foram maiores comparados à seta estática. Conforme resultados apresentados na Tabela 4, a seta cintilante aumentou significativamente os índices de EM e ET, a um nível de confiabilidade de 95%, e que há uma tendência do NE (p -valor = 0,107) e NF (p -valor = 0,120) apresentarem maiores índices comparado aos índices gerados pela seta estática.

A seta cintilante apresentou maior complexidade na tarefa de compreender a informação de direção da manobra no mapa, exceto para a componente “Exigência Física”, e isso pode ser explicado pelo fato da cintilação ter uma força de atração visual forte, o que demandou menor esforço físico na busca pelo alvo. Embora o movimento físico do olho não tenha sido relacionado com a CMT, alguns motoristas julgaram a tarefa de busca visual pela seta como uma exigência física

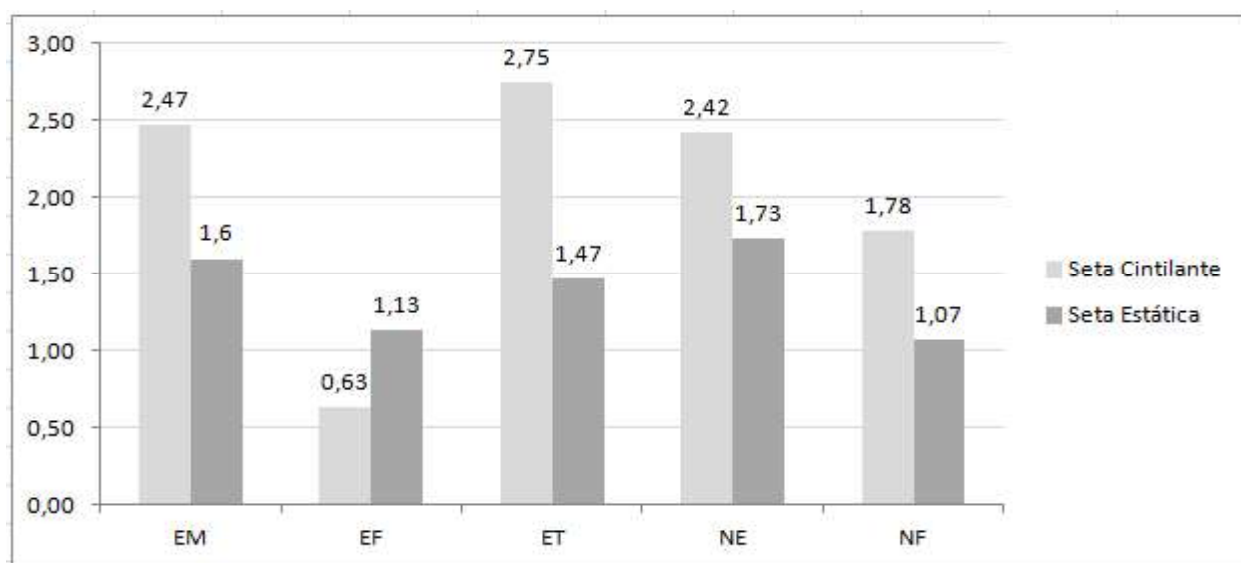


Fig. 3 - Variação média de cinco componentes do NASA-TLX para seta cintilante e

Tabela 4: CMT entre seta cintilante e estática para as componentes da NASA-TLX

Componentes da NASA-TLX	p-valor*	Teste estatístico
Exigência Mental	0,040	Wilcoxon
Exigência Física	0,015	Wilcoxon
Exigência Temporal	0,017	teste t pareado
Nível de Esforço	0,107	teste t pareado
Nível de Frustração	0,120	Wilcoxon
Nível de Satisfação	0,286	teste t pareado

*A diferença da CMT subjetiva foi considerada estatisticamente significativa para p-valor inferior ou igual a 0,05 a um nível de significância de 5%.

3.2 Preferência subjetiva por seta cintilante ou estática

A comparação da preferência pelo tipo de seta revelou que 63% dos motoristas preferem seta cintilante comparado à seta estática, porém esta diferença não é significativa segundo os resultados do teste Qui-Quadrado ($\chi^2 = 2,133$, $p = 0,144$), considerando nível de significância de 10%. Todavia, deve-se destacar que houve uma tendência dos motoristas preferirem a seta cintilante para indicar a direção das manobras, uma vez que este tipo de representação foi preferido por cerca de 2/3 dos motoristas, no caso estudado. Deve-se ressaltar também que houve maior preferência pela seta cintilante por parte do gênero feminino.

De acordo com os comentários das mulheres, a cintilação da seta funcionou como um complemento que reforça a decisão, julgada como necessária de ser tomada. No caso dos homens, estes argumentam que a cintilação funcionou mais como um indicador de perigo. Apesar disso, motoristas de ambos os gêneros afirmaram que o uso de seta cintilante gera irritação, cansaço, estresse e distração na direção. Relatos similares de estresse e irritação foram encontrados na investigação de Ho & Li (2004). No Quadro 1 está mostrada, em função do gênero do motorista, uma síntese dos comentários sobre as vantagens e desvantagens de se consultar um mapa de SINGRA que exibe seta cintilante ou seta estática.

3.3 Influência dos efeitos de cintilação na preferência subjetiva

Na análise que verifica qual efeito de cintilação aplicado na seta é o mais preferido pelos motoristas, os resultados do teste estatístico Multinomial mostraram que os diferentes efeitos de cintilação (LPT, LBT, RPT, RBT) foram igualmente preferidos pelos motoristas a um nível de confiabilidade de 90% ($p = 0,670$). Todavia, vale ressaltar que o efeito de cintilação RBT (rápido e que durou bastante tempo) é o que mais causou algum tipo de incômodo nos motoristas de ambos os gêneros, segundo relatos dos participantes. Uma síntese dos comentários fornecidos pelos motoristas, de diferentes gêneros, sobre cada um dos quatro efeitos de cintilação aplicados nas setas de manobra está apresentada no Quadro 2.

3.4 Influência do gênero no índice de CMT subjetiva e na preferência

Devido não ter sido constatado diferença estaticamente significativa relacionada à preferência pelos diferentes tipos de seta, cintilante à estática, a análise de associação entre a preferência subjetiva e o gênero ou a idade e a experiência dos motoristas com SINGRA foi desconsiderada. Quanto à análise que identifica se há associação entre o índice de CMT e o gênero dos motoristas, esta foi dividida em duas etapas. Na primeira, fez-se a análise considerando motoristas de diferentes gêneros, isto é, investigou-se a relação entre o gênero dos motoristas e o índice de CMT resultante do uso da seta cintilante ou seta estática.

Na segunda etapa da análise, determinou-se o índice de CMT resultante do uso da seta cintilante ou seta estática somente entre motoristas do mesmo grupo, masculino ou feminino. Os resultados dessas duas análises para cada componente da NASA-TLX estão apresentados na Tabela 5. Constata-se (Tabela 5) que a seta cintilante e a seta estática geraram níveis similares de CMT nos motoristas de diferentes gêneros. Isso evidencia que a Carga Mental de Trabalho resultante do uso de seta cintilante ou de seta estática em mapas de SINGRA não é dependente do gênero do motorista.

Na análise considerando apenas motoristas do gênero masculino, tem-se que a ‘Exigência Física’ requerida por ambos os tipos de setas não é similar ($p = 0,061$) a um nível de significância de 10% (Tabela 5). Na comparação das médias deste componente (Figura 4), tem-se que a seta estática (média = 1,40) requer maior demanda física que a seta cintilante (média = 0,60). Na análise apenas com motoristas do gênero feminino, observou-se que o tipo de seta influenciou dois componentes da CMT subjetiva: a ‘Exigência Temporal’ (p -valor = 0,033) e a ‘Exigência Física’ ($p = 0,063$), a um nível de significância de 10% (Tabela 5). Se por um lado a seta cintilante (média = 3,37) exigiu maior demanda temporal comparada à seta estática (média = 1,47); por outro lado, a seta estática (média = 0,87) exigiu maior demanda física comparada à seta cintilante (média = 0,67) (Figura 4). Nesse contexto, e a partir dos

Efeitos de Cintilação em Símbolos de Setas que Indicam Direção de Manobra

resultados apresentados na Tabela 5 e Figura 4, pode-se afirmar que a seta do tipo estática requereu maior demanda física dos motoristas ao ser representada em mapas de SINGRA, isso tanto para motoristas do gênero masculino

quanto feminino. Além disso, infere-se que há tendências para um maior índice de CMT no uso de seta cintilante, em termos de exigência mental e nível de esforço para o gênero masculino.

Quadro 1: Síntese dos comentários dos motoristas pela preferência por seta estática e cintilante

Tipo de seta	Masculino	
	Vantagem	Desvantagem
Cintilante	Chama a atenção para a manobra; indica chegada ao local da manobra; boa para mapa com muita informação.	Incerteza na tomada de decisão; confusão na leitura do mapa; indicação de perigo; incômodo; distração.
Estática	A seta sempre está no local da manobra; não incomoda; não tira a concentração dos outros objetos do mapa.	Maior tempo de busca pela seta.
Tipo de seta	Feminino	
	Vantagem	Desvantagem
Cintilante	Chama a atenção para a manobra; funciona como um reforço; menor tempo na busca pela seta; o alerta é importante.	A cintilação rápida distrai a atenção para a via; distrai a leitura dos demais elementos do mapa; pressão para fazer a manobra.
Estática	Sensação de segurança; sempre presente indicando a direção; mais confiança; a cor e a forma são mais importantes.	Baixa percepção da seta; chamou pouca atenção; parece concorrer com os demais elementos do mapa.

Quadro 2: Síntese dos comentários pela preferência dos efeitos de cintilação na seta

Efeito	Masculino	
	Vantagem	Desvantagem
LPT	Transmite com mais calma; não chama muita atenção; não irrita.	nenhuma
LBT	Não estressa; dá tempo de ver com tranquilidade e conforto; ajuda a fazer a manobra; mais tempo para ver a manobra.	Bastante tempo piscando distrai a atenção.
RPT	Ajuda a decidir rapidamente; melhor para cidade pequena.	Tira o foco dos objetos do mapa; incômodo; irritação no meio da viagem.
RBT	Dá a impressão que está chegando (“vire ali, vire ali”); destaca mais por mais tempo; a chance de ver piscando é maior.	Sensação de desespero; irritação; incômodo; impressão de urgência (“vire aqui rapidamente”); distração.
Efeito	Feminino	
	Vantagem	Desvantagem
LPT	Chama a atenção para a manobra; possível ver os outros elementos do mapa; melhor percepção da manobra.	Não percebe direito a cintilação; parecida com a estática.
LBT	Chama mais a atenção para a manobra; dá mais tempo de pensar e olhar.	Não percebe direito; irritação ao longo do tempo; distração; por ser lenta, pode não ver a seta.
RPT	Chama mais a atenção para a manobra e pára em seguida.	Sensação de urgência; sensação de alerta.
RBT	Chama mais a atenção para a manobra; não precisa ficar procurando a seta.	Estressante; cansaço; irritação; distração.

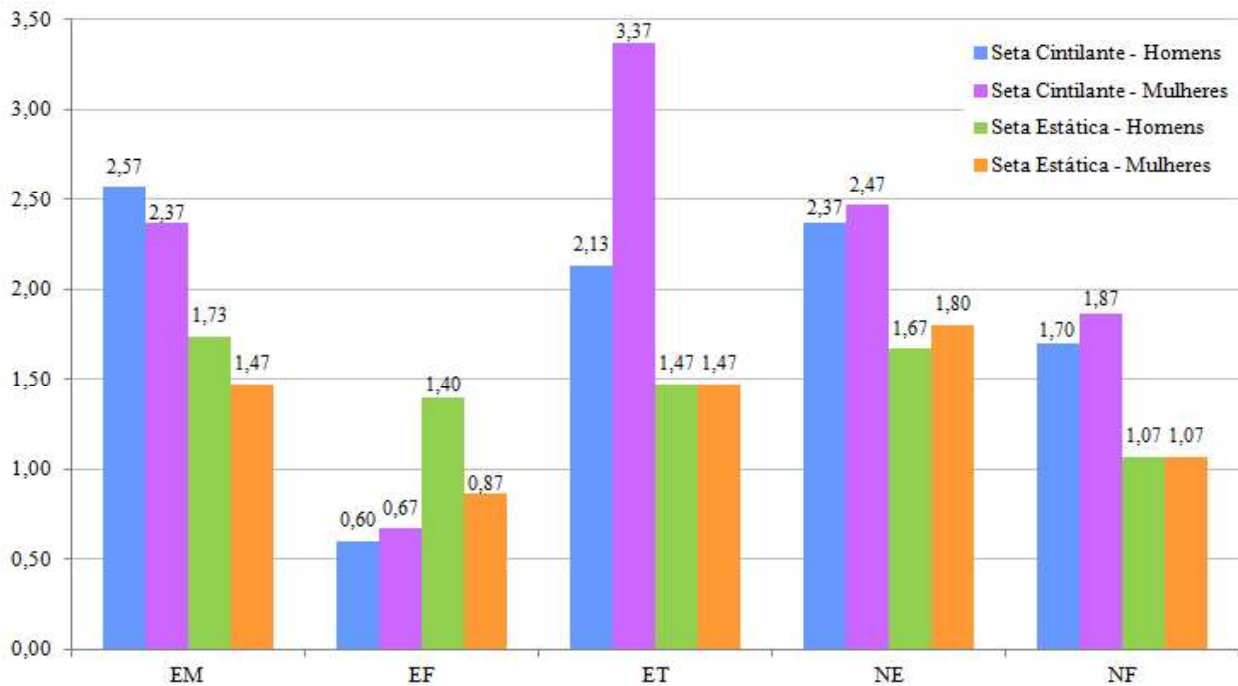


Fig. 4 - Variação média de cinco componentes do NASA-TLX para seta cintilante e estática em função do gênero do motorista.

3.5 Influência das características individuais no índice de CMT subjetiva

Para analisar se há associação entre o índice de CMT e as características dos motoristas (idade ou experiência com SINGRA), fez-se organização dos dados de caracterização individual conforme mostra a Tabela 6. Optou-se por organizar os dados sobre a experiência com SINGRA em duas classes: ‘Pelo menos uma vez por mês’, a qual é formada pelas opções ‘Frequentemente’ e ‘Ocasionalmente’; e ‘Até duas vezes por ano’, neste caso, formada pelas opções ‘Raramente’ e ‘Nunca’.

A relação entre a CMT e as características individuais foi investigada em cada componente do NASA-TLX (Tabela 7). A um nível de significância de 5%, verificou-se que a seta

cintilante aumentou o nível de CMT, em termos de ‘Exigência Temporal’, dos motoristas com idade inferior ou igual a 40 anos ($p = 0,043$). Por outro lado, houve um aumento do nível de ‘Exigência Física’ ao se considerar motoristas com idade superior a 40 anos ($p = 0,041$).

Ao se considerar a variável ‘Experiência com SINGRA’, constatou-se, a um nível de confiabilidade de 90%, que a seta cintilante requer maior ‘Exigência Mental’ ($p = 0,027$) e ‘Nível de Esforço’ ($p = 0,065$) dos motoristas mais experientes com SINGRA. Por outro lado, no caso do grupo de motoristas menos experientes com SINGRA, a seta estática gerou maior ‘Exigência Física’ ($p = 0,017$) fixando-se o nível de significância em 5%

Tabela 6: Organização dos dados de caracterização individual em função do gênero

Gênero	Masculino	Feminino	Total
	15	15	30
Idade			
≤ 40 anos	10	7	17
> 40 anos	5	8	13
Experiência com SINGRA			
Pelo menos uma vez por mês	9	5	14
Até duas vezes por ano	6	10	16

Tabela 7: CMT para seta cintilante e estática em função das características individuais

Componentes NASA-TLX	Idade em anos		Experiência com SINGRA	
	≤ 40	> 40	Pelo menos 1x por mês	Até 2x por ano
Exigência Mental	0,156	0,102	0,027	0,373
Exigência Física	0,112	0,041	0,577	0,017
Exigência Temporal	0,043	0,223	0,106	0,116
Nível de Esforço	0,400	0,203	0,065	0,721
Nível de Frustração	0,395	0,203	0,181	0,413

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a seta cintilante tenha uma tendência em ser preferida pelos motoristas, tem-se que este tipo de representação, para indicar a direção da manobra, foi associado a um maior índice de CMT subjetiva, em termos de Exigência Mental e Exigência Temporal. Além disso, houve uma tendência dos motoristas apresentarem maior nível de esforço e de frustração ao utilizarem mapas de SINGRA com seta cintilante.

Ao se considerar a experiência com SINGRA, constatou-se que a seta cintilante requereu maior Exigência Mental e maior Nível de Esforço dos motoristas mais experientes com SINGRA. Dentre os efeitos de cintilação, aquele com alta frequência e maior duração de tempo no ciclo de repetição se mostrou como o de menor aceitação. No entanto, não foi constatada diferença estaticamente significativa com relação à preferência pelos diferentes tipos de seta, cintilante à estática.

O emprego de setas cintilantes em mapas de SINGRA é uma opção que agrada, sobretudo, os motoristas do gênero feminino ou que tenham pouca experiência com esse tipo de sistema. Para esses motoristas, a seta cintilante exigiu maior Exigência Temporal comparada à seta estática; por outro lado, para ambos os grupos, a seta estática exigiu maior Exigência Física comparada à seta cintilante.

Com base na análise conduzida com a análise da Carga Mental de Trabalho, conclui-se que os SINGRA não deveriam indicar a direção de manobra com setas cintilantes porque as mesmas causam irritação, cansaço, estresse e distração, ao ponto de interferir na direção e na busca por outras informações que se apresentam no mapa.

No processo de avaliação de interfaces deveria ser adotado um número maior de

diferentes variáveis para determinar a usabilidade. Isso porque, a partir dos resultados encontrados, as setas cintilantes e estáticas foram igualmente preferidas pelos motoristas. No entanto, a Carga Mental de Trabalho que essas representações geraram nos motoristas é diferente. O uso de ambos os tipos de setas, estática e cintilante, não apresentaram erros de direção de manobras durante a simulação.

A variável ‘demanda visual’ é objetiva e quantitativa, podendo ser utilizada na caracterização da usabilidade de outras interfaces. Futuros trabalhos podem avaliar o desempenho de símbolos, cintilantes e estáticos, para demais finalidades, as quais incluem advertência e alerta. Recomenda-se que uma futura investigação leve em consideração o projeto e a avaliação do uso de setas estáticas associadas com a mudança de escala do mapa durante a tarefa tática, principalmente para manobras em rotatórias complexas. Além disso, futuras pesquisas de avaliação da usabilidade de SINGRA podem considerar o recrutamento de pessoas que utilizam SINGRA em cidades grandes. Isto porque durante as entrevistas foi possível obter um número maior de razões pelas escolhas, levando-se em consideração fatores não previstos pelo experimentador e que podem ser incorporados no projeto de novas interfaces.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Processo 2012/24859-8) pelo apoio no desenvolvimento do projeto de Iniciação Científica. À colaboração dos motoristas que participaram do experimento no simulador de direção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT) - **Requisitos Ergonômicos para Trabalho de Escritórios com**

Computadores - Parte 11 - Orientações sobre Usabilidade, 2002, Rio de Janeiro. 21p.

BURNETT, G. E.; DONKOR, R. A. Evaluating the impact of Head-Up Display complexity on peripheral detection performance: a driving simulator study. **Advances in Transportation Studies an international Journal Section A**, v. 28. p. 5-16. 2012.

CYBIS, W.; BETIOL, A. H.; FAUST R. **Ergonomia e Usabilidade: Conhecimentos, Métodos e Aplicações**. São Paulo: Novatec, 2010. 344p.

CONOVER, W. J. **Practical nonparametric statistics**. 3rd ed. New York: J. Wiley, 1999. 584p.

DENT, B. D.; TORGUSON, J. S. HODLER, T. W. **Cartography: Thematic Map Design**. 6th ed. Georgia: McGraw-Hill, 2009. 368p.

DILLON, A. HCI Hypermedia: Usability Issues. In: KARWOWSKI, W. **International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. 2^a ed. University of Louisville, Kentucky, USA: Taylor & Francis, pp. 1101-1104. 2006. 3606p.

DONDIS, D. A. **A primer of visual literacy**. 1th ed. London: MIT Press. 1973. 194p.

FRUTIGER, A. **Sinais e Símbolos: Desenho, Projeto e Significado**. 2^a ed. São Paulo: Martins Fontes, 2001. 338p.

HART, S. G.; STAVELAND; L. E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results and theoretical research. In: Hancock, P. A. e N. Meshkati. **Human Mental Workload**. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam. 1988. p. 139-183.

HO, A.; LI, Z. Design of Dynamic Map for Land Vehicle Navigation. **The Cartographic Journal**, v. 41, n. 3, 2004. p. 265-270.

KRAAK, M. J. Cartography and the Use of Animation. In: Cartwright, W.; Peterson, M.; Gartner, G. **Multimedia Cartography** (2nd). Germany: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2007. p. 317-326.

LABIALE, G. Visual search and preferences concerning different types of guidance displays. **Behaviour & Information Technology**, v. 20, n. 3, 2001. p. 149-158.

LAVIE, T.; ORON-GILAD, T.; MEYER, J. Aesthetics and usability of in-vehicle navigation displays. **International Journal of Human-Computer Studies**, v. 69, 2011. p. 80–99.

LAVIE, T.; ORON-GILAD, T. Perceptions of electronic navigation displays. **Behaviour & Information Technology**, v. 32, n. 8, 2013. p. 800–823.

MACEACHREN, A. M. **How Maps Work: Representation, Visualization and Design**. The Guilford Press, London, 1995. 513p.

MARQUES, A. P. S.; DECANINI, M. M. S.; PUGLIESI, E. A. Sistema de Navegação e Guia de Rota áudio-dinâmico com múltiplas escalas automáticas. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 1, n. 64, 2012. p. 57-68.

OLIVEIRA, R. F.; PUGLIESI, E. A.; MARQUES, A. P. S. DECANINI, M. M. S. Desenvolvimento de um módulo de mapas visuais para daltônicos em um protótipo de Sistema de Navegação em Automóvel. **Anais do III Simpósio Brasileiro de Geomática**, Presidente Prudente / SP, 2012. v.1. p 1-6.

OLIVEIRA, R. F.; PUGLIESI, E. A. Projeto e produção de símbolos de setas cintilantes para Sistema de Guia de Rota em Automóvel. In: **Anais do XXIII Congresso de Iniciação Científica da Unesp**, Presidente Prudente/SP, 2011. p. 1-4

OLIVER, K. J.; BURNETT, G. E. Learning-oriented Vehicle Navigation Systems: A Preliminary Investigation in a Driving Simulator. **Proceedings of the MobileHCI**, Amsterdam, Netherlands. 2008. p. 119-126.

PETERSON, M. P. **Interactive and Animated Cartography**. New Jersey: Prentice Hall, 1995. 464p.

PUGLIESI, E. A.; DECANINI, M. M. S.; TACHIBANA, V. M. Evaluation of the Cartographic Communication Performance of a Route Guidance and Navigation System. **Cartography and Geographic Information Science**, v. 36, n. 2, 2009. p. 193-207.

PUGLIESI, E. A., REIS Y. C., DECANINI, M. M. S., TACHIBANA V. M. Drivers' Requirements for In-Car Route Guidance Information: Gender and Individual Differences. **Revista Brasileira**

- de Cartografia**, v. 66, n. 5, 2014. p. 681-690.
- PUGLIESI, E. A.; DECANINI, M. M. S.; RAMOS, A. P. M.; TSUCHIYA, I. Métodos para Avaliação da Usabilidade de Sistemas de Navegação e Guia de Rota. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 3, n. 65, 2013. p. 571-589.
- QUARESMA, M.; MORAES, A. A usabilidade de tarefas típicas de seleção do destino em sistemas de navegação GPS automotivos. **Produção**, v. 21, n. 2, 2011. p. 329-343.
- RAMOS, A. P. M.; PUGLIESI, E. A.; DECANINI, M. M. S.; OLIVEIRA, R. F. Escalas dos mapas de sistemas de guia de rota comercial. **Revista Brasileira de Cartografia**. v. 1, n. 66, 2014a. p. 195-207.
- RAMOS, A. P. M.; PUGLIESI, E. A.; DECANINI, M. M. S.; OLIVEIRA, R. F. Estudo preliminar da preferência de cor para rota e seta de manobra em mapas de sistemas de guia de rota. **Boletim de Ciências Geodésicas**. v. 20, n. 2, 2014b. p. 317-333.
- SLOCUM, T.; MCMASTER, R.; KESSLER, F.; HOWARD, H. Thematic Cartography and Geovisualization. 3rd New Jersey: Pearson Prentice Hall, 2009. 576p.
- TVERSKY, B., MORRISON, J. B.; BETRANCOURT, M. Animation: can it facilitate? **International Journal of Human-Computer Studies**. v. 57, 2002. p. 247-262.