

Revista Brasileira de Cartografia (2014) N^o 66/6: 1379-1393
Sociedade Brasileira de Cartografia, Geodésia, Fotogrametria e Sensoriamento Remoto
ISSN: 1808-0936

AVALIAÇÃO DE ERROS DE DIREÇÃO DE MANOBRA NO USO DE MAPAS EM DIFERENTES ESCALAS EM SISTEMA DE GUIA DE ROTA

Evaluation of Maneuver Direction Errors in the Use of Maps at Different Cartographic Scales for Route Guidance Systems

Ana Paula Marques Ramos¹, Renan Furlan Oliveira¹, Edmur Azevedo Pugliesi¹, Mônica Modesta Santos Decanini¹ & Vilma Mayumi Tachibana²

¹Universidade Estadual Paulista – UNESP

Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT – Departamento de Cartografia

Rua Roberto Simonsen, 305, 19060-900 Presidente Prudente - SP - Brasil

marques.engcart@gmail.com; renanfurlanoliveira@hotmail.com;

edmur@fct.unesp.br;monca@fct.unesp.br

²Universidade Estadual Paulista – UNESP

Departamento de Estatística

Rua Roberto Simonsen, 305, 19060-900 Presidente Prudente - SP - Brasil

vilma@fct.unesp.br

Recebido em 22 de Junho, 2014/ Aceito em 25 de Setembro, 2014

Received on June 22, 2014/ Accepted on September 25, 2014

RESUMO

Os Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA) vêm sendo cada vez mais utilizados para auxiliar os motoristas na tarefa de navegação. Este trabalho propõe uma avaliação preliminar do desempenho de mapas em diferentes escalas utilizando uma das variáveis que determina a eficácia de SINGRA, o ‘erro navegacional’. O intuito é identificar se a escala do mapa influencia na usabilidade destas interfaces ao que se refere à interpretação da direção da manobra. Um total de 52 motoristas (26 homens e 26 mulheres) participou de um experimento simulado que ocorreu em um automóvel estacionado em via urbana. Um conjunto de representações cartográficas, em quatro diferentes escalas (1/1.000, 1/3.000, 1/6.000 e 1/10.000), foi produzido para uma rota composta por treze manobras. As representações foram exibidas em forma de animação no Power Point em um monitor de sete polegadas. A tarefa dos motoristas foi consultar o mapa e, após ouvir um som de beep, informar, em voz alta, qual é a direção da manobra interpretada no mapa. Os resultados revelam uma associação entre o aumento do número de erros e o uso do mapa na escala 1/10.000, tanto em manobras simples quanto complexa. Verificou-se que os mapas apresentam melhor desempenho se projetados em escalas intermediárias, tais como 1/3.000 e 1/6.000. Constatou-se, também, que os maiores índices de erros são significativamente dependentes da complexidade da manobra, particularmente no caso de rotatórias. Nenhuma associação foi estabelecida entre o número de erros e as características individuais dos motoristas. Conclui-se que a escala do mapa influencia diretamente na usabilidade das interfaces de SINGRA, e que a complexidade da manobra deveria ser considerada no processo de seleção da escala do mapa a fim de se manter a eficácia desses sistemas.

Palavras chaves: Sistema de Navegação e Guia de Rota, Mapas em Diferentes Escalas, Erro Navegacional, Usabilidade.

ABSTRACT

The In-Car Route Guidance and Navigation Systems (RGNS) have been used frequently to support drivers on navigation tasks. This work aims to preliminary evaluate the performing of maps at different cartographic scales using the navigational error variable which represents RGNS's effectiveness. We intent to identify if map scale interferes on usability of these systems when related to interpretation of maneuver direction. A total of 52 drivers (26 males and 26 females) participated of an experiment simulated which was performed in a parked vehicle. A set of cartographic representations was produced at four different scales, 1/1.000, 1/3.000, 1/6.000 e 1/10.000, to represent a route test composed of thirteen maneuvers. Cartographic representations were presented in a seven-inch navigation monitor as Power Point animation. Drivers were asked to look at the navigation display to get map information and, after hearing a beep, they should inform aloud the maneuver direction presented on map. Results reveal an association between the increase of navigational errors and the use of maps at 1:10.000 scale. We noted that performance of maps was increased using intermediate scales, such as 1:3.000 and 1:6.000, compared to a smaller scale (1:10.000) or a bigger one (1:1.000). We also indentified that the highest navigation errors index are significantly dependent of maneuver complexity, especially for roundabouts cases. No association was established between navigation error numbers and drivers' individual characteristics. We conclude that map scale has influenced on RGNS' usability and that maneuver complexity should be considered at map scale selection process in order to maintain effectiveness of these systems.

Keywords: Route Guidance and Navigation System, Maps at Different Scales, Navigational Errors, Usability.

1. INTRODUÇÃO

O mercado de Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA) tem crescido significativamente nas últimas três décadas (JENSEN et al. 2010). Esta proliferação é decorrente tanto da redução dos custos desses equipamentos, em razão dos avanços nas áreas de tecnologia de comunicação (BACH et al. 2008), quanto em razão da mobilidade que proporcionam aos motoristas na tarefa de navegação por um ambiente, sobretudo, se realizada em áreas não familiares (EI-WEN LO et al. 2011).

Os principais contextos de uso de um SINGRA são apoiar os usuários nas tarefas de planejamento de rota e de manutenção em rota (PUGLIESI et al. 2009). A manutenção em rota é realizada com o automóvel em movimento, portanto, requer do motorista o processo de dividir a atenção entre a via e a tela do sistema, e isso a caracteriza como uma tarefa complexa, perceptiva e cognitivamente (PETCHENIK, 1989; WICKENS et al. 2004). Esse cenário de uso de SINGRA pode trazer consequências negativas para a segurança no trânsito (BURNETT, 1998), principalmente, se o motorista tem dificuldades em interpretar os mapas de navegação (HO & LI, 2004).

As dificuldades de leitura de mapas são caracterizadas como ruídos no processo de comunicação cartográfica e denominadas de problemas de usabilidade (PUGLIESI et al.

2013). A consequência de tais problemas, no contexto de SINGRA, é o aumento da carga mental de trabalho do motorista (BURNETT & DONKOR, 2012). Sendo assim, estudos empíricos sobre a avaliação da usabilidade de interfaces de sistema de guia de rota são fundamentais para uma melhor compreensão dos processos de comunicação cartográfica nos mapas desse tipo de sistema.

A avaliação da usabilidade de mídias utilizadas dentro dos automóveis vem sendo realizada por meio do uso de um conjunto de medidas objetivas e subjetivas, de acordo com o tipo de tarefa realizada pelo motorista (PUGLIESI et al. 2013). Dentre as variáveis de maior relevância, e pertencente ao grupo de medidas objetivas, destaca-se o erro navegacional (PUGLIESI et al. 2013). Este termo representa o erro de direção cometido pelo motorista na realização de uma manobra (UANG & HWANG, 2003), e é utilizado para indicar a eficácia de um sistema (PUGLIESI et al. 2013). Uma possibilidade de determinar o erro navegacional é solicitar que o motorista responda, em voz alta, qual direção de manobra interpretou, a partir da informação representada no mapa, e gravar sua resposta para posterior análise (LIN et al. 2010; OBATA et al. 1993).

Segundo Andrade e Sluter (2012), a elaboração de mapas eficazes depende que o cartógrafo conheça os processos cognitivos utilizados pelos usuários, quando estes

interpretam a informação representada. Para Christophe et al. (2011), o desempenho de um mapa depende não unicamente da qualidade dos dados, mas também da qualidade do projeto definido para comunicá-los. Marques et al. (2012) afirmam que o projeto de mapas de SINGRA envolve uma série de variáveis, dentre as quais a seleção da escala.

A influência da escala do mapa no desempenho do motorista ao realizar a tarefa de manutenção em rota é um tema recente e de destaque no meio científico (UANG & HWANG, 2003; HO & LI, 2004; DILLEMUTH, 2007, 2009; LEE et al. 2008; SHELEIBY et al. 2008; BINFENG et al. 2012; MARQUES et al. 2012; RAMOS et al. 2014a). O esforço das investigações está em propor soluções de projeto que aumentem o desempenho dos motoristas na navegação, sem acarretar prejuízos à tarefa de direção. A seleção da escala, em função do contexto de direção do motorista, é apontada por Marques et al. (2012) como uma forma de se aumentar a legibilidade do mapa e de contribuir para a eficiência do processo de comunicação cartográfica. Mapas com boa legibilidade podem favorecer o motorista compreender rápida e facilmente a direção da manobra e induzir a redução de erros navegacionais.

Um projeto preliminar de mapas em diferentes escalas para SINGRA foi proposto por Marques et al. (2012), no intuito de apoiar os motoristas na realização da tarefa de manutenção em rota, particularmente ao que se refere à tarefa tática. Esta tarefa representa a preparação para a realização da manobra (MICHON, 1985) e, por isso, é caracterizada como de maior demanda cognitiva para o motorista (BURNETT, 1998; LABIALE, 2001; KABER et al. 2012). Contudo, Marques et al. (2012) não avaliaram os mapas junto a um grupo de motoristas. Sabe-se que as proposições de projeto para um produto, incluindo-se aquelas voltadas para apoiar às indústrias que desenvolvem SINGRA, devem ser estabelecidas depois de serem avaliadas junto a um grupo de pessoas que representam os usuários finais desse produto.

Assim, o trabalho que segue tem por objetivo realizar uma avaliação preliminar dos erros navegacionais no uso de mapas em diferentes escalas em um protótipo de Sistema de sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel.

As questões investigadas são: “Quais escalas de representação contribuem para a interpretação da direção da manobra?”; “O nível de complexidade da manobra tem influência sobre a ocorrência de erros navegacionais?”; e “A ocorrência dos erros no uso de escalas específicas depende do gênero ou da experiência do motorista com SINGRA?”. A partir dos resultados obtidos, pretende-se auxiliar no processo de seleção de escalas para mapas de SINGRA de forma a contribuir com a eficácia destes sistemas.

2. MÉTODO

O método de coleta dos dados consistiu em apresentar uma série de mapas em diferentes escalas a dois grupos de motoristas, e solicitar que estes fornecessem a direção da manobra a partir da interpretação do mapa, após ouvirem o disparo de um *beep*. O procedimento de avaliação foi dividido nas seguintes etapas: seleção dos participantes; preparação do ambiente de teste; seleção das escalas; definição da rota; elaboração das representações cartográficas e; aplicação do teste.

2.1 Seleção dos participantes

Um total de 52 motoristas (26 homens e 26 mulheres) participou voluntariamente do teste. Os motoristas são moradores da cidade de Presidente Prudente/SP e possuem idade entre 20 e 38 anos - média de 26 e desvio-padrão de 4,43 anos. A seleção dos participantes foi baseada nos seguintes critérios: possuir Carteira Nacional de Habilitação (CNH); ter experiência na direção de automóvel por pelo menos dois anos para se caracterizarem como motoristas regulares; não possuir disfunção na visão de cores, pois esta influencia na interação com o mapa (MACEACHREN, 1995); e ter idade até 40 anos, uma vez que por volta dos 45, a habilidade de acomodação visual se deteriora (SEKULER & SEKULER, 2000). Além destas características individuais, também foram coletadas a formação educacional do motorista e sua experiência com sistemas de guia de rota. Para identificar a experiência com SINGRA, aplicou-se a seguinte pergunta: “Com que frequência você utiliza GPS de navegação para dirigir?”. As opções oferecidas foram: ‘frequentemente’ (uma ou mais vezes por semana); ‘ocasionalmente’ (no máximo uma vez por mês); ‘raramente’ (uma

ou duas vezes por ano); ou ‘nunca’. Toda a caracterização dos motoristas foi realizada por meio de um questionário aplicado em forma de entrevista estruturada (YOUNG & STANTON, 2005).

2.2 Preparação do ambiente de teste

O teste foi realizado em um automóvel estacionado em via urbana para simular o uso de um sistema de navegação. Manteve-se o automóvel com condicionador de ar e motor ligados para aumentar o estado de atenção do motorista e proporcionar conforto durante o teste. A mídia utilizada como monitor de navegação consistiu em um dispositivo visual do tipo *tablet* (*Asus FonePad ME371MG*) com tela de sete polegadas e resolução de vídeo de 1024 x 768 *pixels*. O monitor de navegação foi fixado no para-brisa do automóvel, a partir de um suporte veicular apropriado (Figura 1), e direcionado à face do motorista em um ângulo menor que 30°, entre o centro da via e o centro do monitor, para facilitar o processo de busca visual no mapa (BURNETT et al. 2012; WITTMANN et al. 2006). O *tablet* também foi utilizado para gravar as respostas fornecidas por meio da voz dos motoristas.

2.3 Seleção das escalas e caracterização da rota

Um total de quatro escalas foi selecionado para os mapas de navegação, quais sejam: 1/1.000, 1/3.000, 1/6.000 e 1/10.000. A seleção destas escalas foi baseada no projeto de mapas em múltiplas escalas para SINGRA proposto por Marques, Decanini e Pugliesi (2012), bem como nos resultados do estudo realizado por Ramos et al. (2014a) relativo às escalas



Fig. 1 – Cenário do teste.

utilizadas nos mapas de alguns sistemas de guia de rota comercializados no Brasil (IGO My Way, Garmin Nüvi 1450 e MioMap v 3.3). A razão de se adotar escalas similares às selecionadas para os mapas de SINGRA comerciais foi avaliar o desempenho de mapas com nível de detalhamento próximo ao que os mapas desses sistemas oferecem aos motoristas.

A rota de estudo pertence à cidade de Álvares Machado/SP e cuja extensão é de 3,4 km. Um total de 13 manobras compõe a rota, dentre as quais manobras simples e manobras complexas. Manobras simples são junções em que o motorista dispõe somente da opção de virar à direita, à esquerda ou de seguir em frente ao chegar na junção das vias (LABIALE, 2001; PUGLIESI et al. 2009). Manobras complexas aquelas compostas por junções que oferecerem várias possibilidades de vias de saída ou que apresentam trechos sinuosos antes ou após a junção, os quais podem dificultar o processo de decisão do motorista a respeito de qual via tomar (BURNETT, 1998; LABIALE, 2001). As rotatórias são um exemplo de manobra complexa (BURNETT, 2000). A rota de estudo tem três manobras em rotatória com diferentes números de vias de saída.

Para que cada motorista visualizasse a rota nas quatro diferentes escalas, fez-se a subdivisão da rota em quatro partes similares, sendo cada parte representada por uma escala específica. Na subdivisão da rota, foi assegurado que o motorista visualizasse um número similar de manobras em cada escala, incluindo-se manobras simples e complexas. Além disso, para evitar que a ordem de apresentação das escalas influenciasse nas respostas dos motoristas, dividiu-se os participantes em dois grupos similares de 13 homens e 13 mulheres, conforme se mostra na Tabela 1.

2.4 Produção das representações cartográficas

Um conjunto de representações foi elaborado nas quatro diferentes escalas - 1/1.000, 1/3.000, 1/6.000 e 1/10.000 - para apoiar o procedimento de avaliação do erro navegacional. O projeto cartográfico das representações foi baseado em um protótipo de sistema de guia de rota desenvolvido em trabalhos anteriores (PUGLIESI et al. 2009; MARQUES et al. 2012),

bem como nos resultados obtidos por Ramos et al. (2014b) quanto à preferência dos motoristas pela cor da rota e cor da seta de manobra em mapas de SINGRA.

As representações foram produzidas no *ArcGIS ArcInfo 10.0* e, posteriormente, convertidas para o formato imagem a fim de serem exibidas no *Microsoft Power Point*. Nas quatro diferentes escalas, as representações simbolizam o automóvel a partir de 100 metros da manobra, a fim de representar o início da tarefa tática, conforme abordagem utilizada por Pugliesi (2007). No entanto, para as representações na escala 1/1.000, também foi necessário simbolizar o automóvel a 20 m da manobra para que as junções pudessem ser visualizadas por completo no monitor de navegação. Para as representações na escala 1/3.000, este procedimento de simbolizar o automóvel a 20 m da manobra foi necessário somente no caso de manobras em rotatórias.

Para simular o deslocamento do automóvel pelas 13 manobras da rota, ou seja, a tarefa tática, fez-se a apresentação dos mapas com a sequência de escalas apresentadas na Tabela 1 em forma de animação no *Microsoft Power Point*. Cada quadro da animação (cada mapa) foi exibido durante cinco segundos. O início da tarefa tática foi caracterizado pelo disparo de um som abstrato de *beep* em sincronia com a exibição dos mapas que mostram o automóvel a 100 m da manobra, independentemente da escala selecionada, se 1:1.000, 1:3.000, 1:6.000 ou 1:10.000. Na Figura 2 ilustram-se os mapas em diferentes escalas para algumas das manobras presentes na rota de estudo.

2.5 Aplicação do teste

O teste foi aplicado individualmente. O procedimento de teste foi iniciado com a entrada do motorista no automóvel e sua preparação como se fosse dirigir o veículo. Na sequência, o participante preencheu o questionário de caracterização individual, leu e assinou o termo de consentimento livre e esclarecido. Para familiarizar o motorista com os símbolos de mapas que foram exibidos na tela do monitor de navegação, o experimentador fez a apresentação de um mapa com rótulos explicativos para cada feição visual, bem como fez a apresentação do *beep* que foi utilizado no teste.

A etapa seguinte consistiu em exibir a animação que contém a sequência de representações nas diferentes escalas. A tarefa principal do motorista foi orientar sua atenção para detectar o deslocamento do automóvel pela rota, como se estivesse dirigindo o automóvel no mundo real. A tarefa secundária do motorista foi, após ouvir o *beep*, informar, em voz alta, a direção da manobra, a qual foi representada por meio de setas de manobras. Um total de 13 *beeps* foi disparado, um para cada manobra da rota.

O procedimento de solicitar que o motorista informasse a direção da manobra permitiu a coleta dos dados de erros navegacionais. Neste trabalho, caracterizou-se como um erro de direção todas as vezes que o motorista deixou de informar a direção da manobra ou forneceu respostas erradas de direção devido à dificuldade de interpretação da informação nos mapas. Um erro de direção ocorre quando, por exemplo, o motorista diz ‘Vire à direita’, enquanto na realidade a manobra correta seria ‘Vire à esquerda’.

3 RESULTADOS

Os resultados foram analisados em três etapas: uma análise de estatística descritiva e aplicação de teste de normalidade para a definição dos tipos de métodos estatísticos a serem aplicados nas análises; uma análise para a determinação do número de erros navegacionais em função das quatro diferentes escalas (1:1.000, 1:3.000, 1:6.000 e 1:10.000) adotadas no teste; e uma análise do número de erros navegacionais em função das características individuais e do gênero dos motoristas.

3.1 Estatística descritiva

A estatística descritiva e o resultado do teste de normalidade aplicado nos dados da variável dependente ‘erro navegacional’ estão na Tabela 2. Constatou-se que um total 189 erros cometidos pelos 52 motoristas, durante a navegação pelas 13 manobras da rota. Este número corresponde a 27,96% do total de erros de direções possíveis na rota de teste ($52 \times 13 = 676$). Notou-se também que todos os motoristas cometeram, pelo menos, um erro de direção. A média de aproximadamente quatro erros aponta que os motoristas tiveram dificuldades em interpretar em mais de 1/3 das direções da

Tabela 1: Características das manobras da rota e ordem de exibição das escalas para os motoristas

Nome da manobra	Tipo de ponto de decisão	Direção da manobra	Tipo de manobra	Ordem de exibição das escalas para cada grupo de motorista	
				grupo 1	grupo 2
1	Intersecção	Direita	Simple	1/1.000	1/10.000
2	Intersecção	Esquerda	Simple		
3	Rotatória - sete vias de saída	4ª saída	Complexa		
4	Intersecção	Direita	Simple		
5	Intersecção	À esquerda após o cruzamento sinuoso	Complexa	1/3.000	1/6.000
6	Rotatória - quatro vias de saída	2ª saída	Complexa		
7	Intersecção	Direita	Simple		
8	Intersecção	Esquerda	Simple	1/6.000	1/3.000
9	Intersecção	Direita	Simple		
10	Intersecção	Esquerda	Simple		
11	Intersecção	1ª à direita	Simple	1/10.000	1/1.000
12	Intersecção	2ª à direita	Complexa		
13	Rotatória - quatro vias de saída	2ª saída	Complexa		

manobra nos mapas exibidos.

Pelo fato do resultado do teste de Shapiro-Wilk revelar que os dados não possuem uma distribuição de probabilidade normal (Tabela 2), as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se de técnicas não-paramétricas, quais sejam: prova Q de Cochran, teste de Mann-Whitney U, teste Qui-Quadrado (χ^2) e teste exato de Fisher (SIEGEL, 1975; CONOVER, 1999). Fez-se o processamento dos dados, com o nível de confiabilidade em 95%, no SPSS 16.0 (*Statistical Package for the Social Sciences*).

3.2 Erros navegacionais

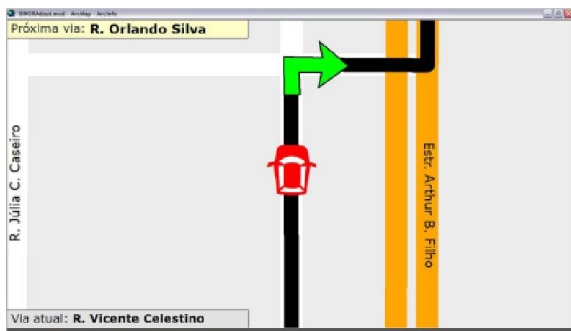
Na Tabela 3, tem-se a organização dos dados da variável 'erro navegacional' em função das quatro diferentes escalas adotadas no procedimento de teste. Os resultados revelam que mais de 80% dos erros de direção ocorreram quando a informação foi exibida nas escalas 1/1.000 (34,92%) ou 1/10.000 (45,50%). A quantidade de erros cometidos ao utilizar os mapas em 1/3.000 ou 1/6.000 foi similar e da ordem de 10% em cada uma.

Ao se considerar a ocorrência de erros

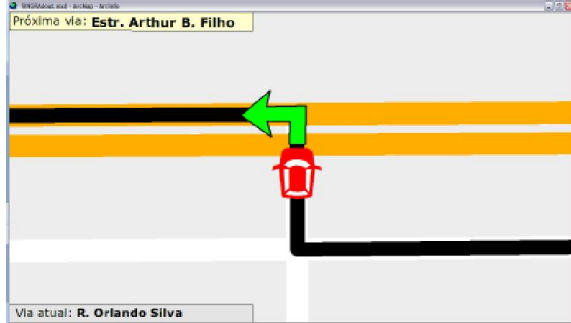
de direção em relação ao número total de erros possíveis, verifica-se na Tabela 3 que o número de 66 erros para o mapa na escala 1/1.000 corresponde a 36,26% do total de erros possíveis (182), enquanto que esta porcentagem aumenta em aproximadamente 11% para o mapa em 1/10.000 (47,25%). A menor ocorrência de erros novamente foi observada nas escalas 1/3.000 e 1/6.000, 10,90% (17) e 12,82% (20) respectivamente.

O histograma de frequência dos erros apresentado na Figura 3 mostra que a distribuição dos erros não é uniforme nas 13 manobras da rota. Para nível de significância de 5%, o teste de Q de Cochran confirmou ser significativa esta discrepância no número de erros ($p < 0,0001$). Diante disso, tem-se que os motoristas apresentaram maior dificuldade em interpretar a direção de determinadas manobras comparadas a outras manobras. No intuito de identificar se o número de erros de direção está correlacionado ao tipo de manobra, simples ou complexa, visualizado pelo motorista, fez-se a organização dos dados de erros de direção em função da complexidade da manobra, como ilustrado na

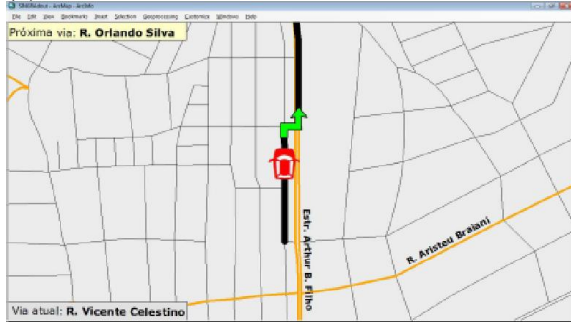
Avaliação de Erros de Direção de Manobra No Uso de Mapas



(a) Escala 1/1.000: manobra 1.



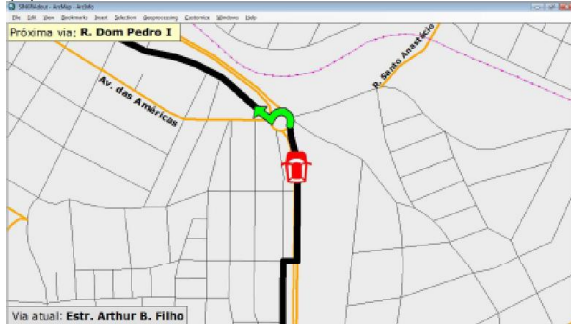
(b) Escala 1/1.000: manobra 2.



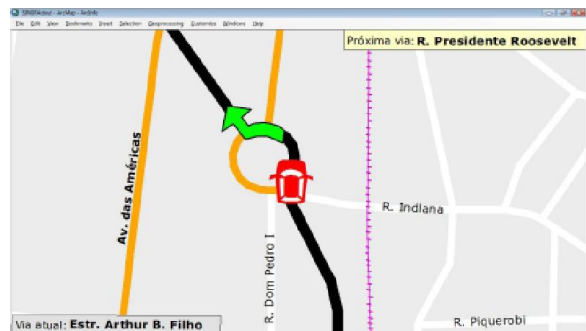
(c) Escala 1/10.000: manobra 1 e 2.



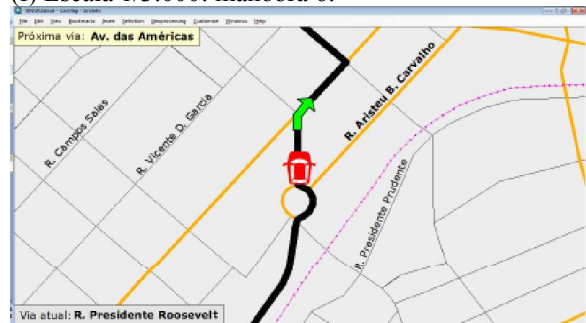
(d) Escala 1/1.000: manobra 3.



(e) Escala 1/10.000: manobra 3.



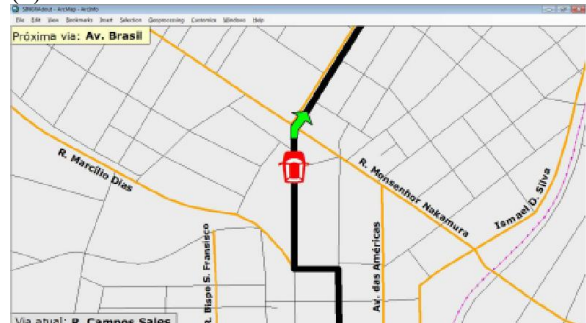
(f) Escala 1/3.000: manobra 6.



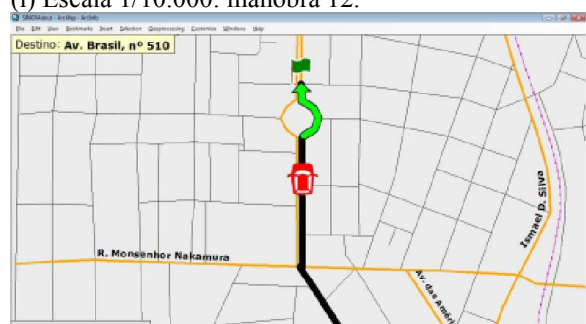
(g) Escala 1/6.000: manobra 7.



(h) Escala 1/1.000: manobra 12.



(i) Escala 1/10.000: manobra 12.



(j) Escala 1/10.000: manobra 13.

Fig. 2 – Representações de manobras em diferentes escalas.

Tabela 2: Estatística descritiva e teste de normalidade

Soma dos erros de direção ocorridos	Número mínimo e máximo de erros de direção cometido por participante	Média / Desvio-padrão / Mediana	Shapiro-Wilk
189	1 e 7	3,63 / 1,63 /	p-valor ^a = 0,018

Tabela 4. Nota-se que 78,31% (148) dos erros ocorreram em manobras complexas, quais sejam manobras de número 3, 5, 6, 12 e 13, enquanto que o restante dos erros (21,69%) ocorreu em manobras simples (manobras 1, 2, 4, 7, 8, 9, 10 e 11). Nota-se ainda que do total de erros em manobras complexas, 79,73% (118) ocorreram para os mapas exibidos nas escalas 1/1.000 ou 1/10.000 (Tabela 4)

Tem-se que em 8 manobras (número 1, 4, 5, 7, 8, 9, 10 e 11), o total de erros foi inferior a 3%, e que, destas 8, sete (87,50%) são manobras simples e visualizadas em 1/3.000 ou 1/6.000 (Tabela 4). Para os casos estudados, tem-se que mapas em escalas intermediárias, tais como 1/3.000 ou 1/6.000, possibilitam a redução do número de erros de direção em, pelo menos, 68,64% quando comparados aos mapas em escala pequena (ex.: 1/10.000) ou grande (ex.: 1/1.000). Esses resultados sugerem que o desempenho do mapa depende tanto da complexidade da manobra quanto da escala de representação.

Ainda com base na Tabela 4, pode-se afirmar que os motoristas apresentaram dificuldade em interpretar a direção a ser tomada em cada uma das três rotatórias que compõe a rota de teste: manobras de número 3, 6 e 13.

Dentre os 66 erros cometidos ao usar o mapa na escala 1/1.000, verificou-se que 39 (59,09%) são decorrentes de manobras em rotatória. Para o mapa na escala 1/10.000, este número é de 49 (56,98%); para os mapas nas escalas 1/3.000 ou 1/6.000 este número correspondeu a 14 (82,35%) e 15 (75%), respectivamente. Sendo assim, para manobras complexas do tipo rotatória, infere-se que os mapas nas quatro diferentes escalas apresentam problemas de usabilidade, pois não favoreceram a interpretação correta do número da saída indicada pela seta de manobra. Contudo, uma exceção foi constatada na terceira rotatória, quando esta foi visualizada na escala 1/1.000. Comparado ao mapa em 1/10.000, o mapa na escala 1/1.000 teve melhor desempenho ($p=0,003$).

Outra influência observada com a variação da escala do mapa, porém em manobra simples, foi na manobra de número 2 (Tabela 4). Constatou-se que quando esta manobra foi visualizada na escala 1/1.000, o desempenho do motorista melhorou significativamente ($p<0,0001$). Verificou-se que 19 motoristas (73,08%) interpretaram erroneamente a direção desta manobra quando a visualizaram na escala 1/10.000 (Figura 2c), enquanto que apenas 01 (um) motorista errou a direção da manobra ao visualizá-la na escala 1/1.000 (Figura 2b). O alto índice de erro com o uso do mapa em escala 1/10.000 pode estar associado à forma de representação utilizada para a seta de manobra e não necessariamente à escala do mapa. Tais evidências sugerem que a solução gráfica de agrupamento de setas deveria ser evitada para representar manobras simples separadas por trechos de segmentos relativamente curtos.

Tabela 3: Organização dos dados da variável dependente em função das escalas de representação

Escala	Total de erros de direção possíveis ^a	Soma dos erros de direção ocorridos	Porcentagem de erros em relação ao total de erros ocorridos	Porcentagem de erros em relação ao total de erros possíveis
1/1.000	7*26 = 182	66	66/189 = 34,92%	66/182 = 36,26%
1/3.000	6*26=156	17	17/189 = 8,99%	17/156 = 10,90%
1/6.000	6*26 = 156	20	20/189= 10,58%	20/156 = 12,82%
1/10.000	7*26 = 182	86	86/189 = 45,50%	86/182 = 47,25%
Total	676	189	-	189/676 = 27,96%

^a número total de erros de direção que pode ocorrer no conjunto de manobras visualizado nos mapas em diferentes escalas. Para o mapa na escala 1/1.000, por exemplo, tem-se 04 manobras visualizadas por 26 motoristas (grupo 1), e mais 03 manobras visualizadas por outros 26 motoristas (grupo 2), totalizando 07 manobras.

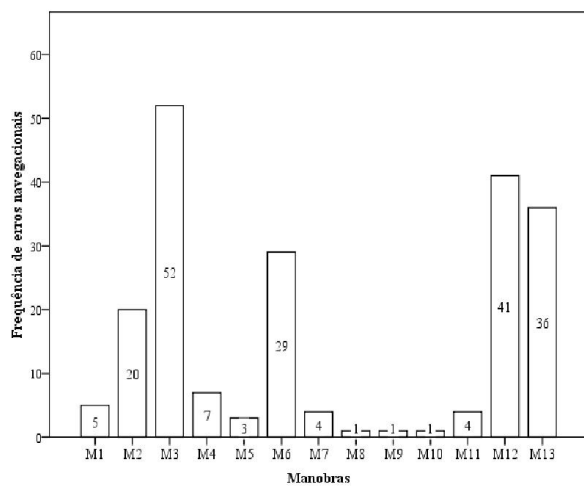


Fig. 3- Histograma do erro por manobra.

3.3 Erros navegacionais e as características individuais e de gênero dos motoristas

Os erros de direção foram analisados em função de duas características individuais: a formação educacional e experiência com SINGRA (Tabela 5). Os dados referentes à característica ‘Formação Educacional’ foram organizados a partir de duas categorias: a categoria ‘A’ que compreende os sujeitos habilitados a produzir e interpretar mapas (ex: engenheiro cartógrafo, engenheiro ambiental, geógrafo, geólogo ou arquiteto), e a categoria ‘B’ que compreende os sujeitos sem esta habilitação profissional ou com formação apenas de nível médio. Os dados referentes à característica individual ‘experiência com SINGRA’ foram organizados da seguinte forma: agrupou-se as opções ‘frequentemente’ e ‘ocasionalmente’ na subclasse ‘Pelo menos uma vez por mês’, e as opções ‘raramente’ e ‘nunca’ na subclasse ‘Até duas vezes por ano’.

Na Tabela 6, encontra-se a estatística descritiva dos erros de interpretação de manobra estimada em função dessas duas características individuais, bem como em função do gênero dos motoristas, e na Figura 3, encontra-se o histograma de frequência destes erros também para as características individuais e de grupo dos motoristas.

Pelo histograma de frequência referente à característica individual ‘Formação Educacional’ (Figura 4a), constatou-se que os motoristas habilitados profissionalmente a produzir e interpretar mapas cometeram 25% mais erros de direção comparados aos motoristas sem

esta habilitação profissional. Enquanto que pelo histograma referente à característica ‘Experiência com SINGRA’ (Figura 4b), constatou-se que os motoristas mais experientes com tais sistemas (‘Pelo menos uma vez por mês’) cometeram 38,5% menos erros de direção comparados aos motoristas menos experientes (Até duas vezes por ano). Todavia, ao analisar se essas discrepâncias no número de erros são estatisticamente significativas, concluiu-se, pelo teste de Mann-Whitney U (Tabela 6), que nenhuma associação pode ser estabelecida tanto com formação educacional ($p=0,224$) quanto com a experiência do motorista com sistema de guia de rota ($p=0,252$); ou seja, os erros de interpretação de manobra ocorreram independentemente das características individuais dos motoristas.

Em relação à característica de grupo, novamente, os resultados do teste de Mann-Whitney evidenciaram não existir correlação entre o número de erros e o gênero do motorista ($p=0,948$). Assim, para os casos estudados, o desempenho ao utilizar mapas em diferentes escalas não é correlacionado à experiência com sistema de navegação ou à formação educacional.

4. DISCUSSÃO

A discussão se concentra nas manobras com número de erro navegacional superior a 35% do total de erros possíveis por manobra. Estas são as manobras de número 2, 3, 6, 12 e 13 (Tabela 4). O intuito é compreender se os altos índices de erro são decorrentes de problemas de legibilidade do mapa. No caso da manobra simples de número 2, constatou-se que o maior número de erros ocorreu para o mapa na escala 1/10.000 e que, possivelmente, este alto índice seja em razão da solução gráfica utilizada para simbolizar a seta de manobra. Conforme mostra a Figura 2c, o mapa na escala 1/10.000 simboliza duas manobras (manobras 1 e 2) por meio de uma única seta. Essa fusão de setas contribuiu para a legibilidade do mapa, sobretudo, porque se tratam de manobras próximas entre si. Todavia, a maioria dos motoristas não compreendeu que havia duas manobras representadas por uma única seta. Neste sentido, conclui-se que, embora a solução gráfica possa ter auxiliado a manter a legibilidade do mapa na escala 1/10.000, a mesma solução não foi eficaz, visto que o número de erros aumentou significativamente usando

Tabela 4: Número de erros navegacionais por manobra

Nome da manobra	Escalas de representação / erro de direção				Total de erros cometido por manobra	Porcentagem em relação ao total de erros cometidos	Porcentagem em relação ao total de erros possíveis por manobra ^a	Teste estatístico e p-valor ^b
	1 /1.000	1/ 3.000	1/ 6.000	1/ 10.000				
1	4	-	-	1	5	2,65%	9,61%	Fisher p= 0,350
2	1	-	-	19	20	10,58%	38,46%	χ^2 p<0,0001
3	26	-	-	26	52	27,51%	100%	-
4	5	-	-	0	5	2,65%	9,61%	Fisher p=0,051
5	-	1	0	-	1	0,53%	1,92%	Fisher p=1,000
6	-	14	15	-	29	15,34%	55,77%	χ^2 p=0,780
7	-	0	4	-	4	2,12%	7,69%	Fisher p=0,110
8	-	1	0	-	1	0,53%	1,92%	Fisher p=1,00
9	-	1	0	-	1	0,53%	1,92%	Fisher p=1,000
10	-	0	1	-	1	0,53%	1,92%	Fisher p=1,000
11	1	-	-	3	4	2,12%	7,69%	Fisher p=0,610
12	16	-	-	14	30	15,87%	57,69%	χ^2 p=0,575
13	13	-	-	23	36	19,05%	69,23%	χ^2 p=0,003
Total	66	17	20	86	189	100%	-	-

^a O número total de erros possíveis por manobra é de 52, pois cada manobra foi visualizada por todos os motoristas.

^b Para as manobras com frequência esperada (de erro navegacional) inferior a 5, adotou-se o teste de Fisher conforme recomenda a literatura (CONOVER, 1999).

este tipo de representação.

A dificuldade de interpretação da manobra 2 é confirmada pelas respostas dos motoristas. Em 69% dos casos, as respostas consistiram em 'vire à direita', ao invés de "vire à direita e, em seguida, vire à esquerda". Esta decisão dos motoristas em priorizar a primeira manobra (manobra 1) e a ignorar a segunda (manobra 2) foi constatada em pesquisas anteriores (BURNETT, 1998; MAY *et al.*, 2003). Segundo essas pesquisas, isto decorre do fato do motorista ter a tendência a priorizar a manobra mais próxima e a ignorar as manobras seguintes como mecanismo de simplificar a tarefa que está sendo realizada.

Outro ponto importante a ser destacado é o aumento do número de tarefas que o motorista teve que realizar para interpretar a direção destas manobras. O motorista deveria realizar um total

de três tarefas. A primeira seria compreender que a seta fornece a direção de mais de uma manobra. A segunda tarefa seria desmembrar mentalmente a seta em duas para identificar qual a direção da primeira manobra (manobra 1). A terceira seria realizar uma rotação mental do mapa para compreender a direção da segunda manobra (manobra 2), visto que somente a primeira seta é exibida no sentido egocêntrico. Para o caso estudado, infere-se que o uso de setas com várias unidades compositivas (Figura 2c) pode ser associado a uma maior exigência de processamento mental do motorista comparado ao uso de setas com poucas unidades (Figura 2a). Esta demanda de processamento pode explicar o aumento do número de erros de direção. Dingus e Hulse (1993) afirmam que a redução de desempenho em uma tarefa é consequência do aumento da demanda cognitiva, como forma

Tabela 5: Características dos participantes do teste

Formação Educacional	Categoria A	Categoria B	Total
	32	20	
Experiência com SINGRA	Pelo menos uma vez por mês	Até duas vezes por ano	Total
	18	34	

de compensação do esforço exigido.

No caso das manobras em rotatória, verificou-se que apenas em uma rotatória (manobra 13) os erros de direção são correlacionados à escala selecionada para o mapa. Na primeira rotatória (manobra 3), observou-se que todos os motoristas cometeram erros na instrução da saída, ou seja, não compreenderam a saída indicada pela seta de manobra, isso tanto ao se considerar o mapa em 1/1.000 (Figura 2d) quanto em 1/10.000 (Figura 2e). Mais de 38% dos motoristas afirmaram que deveria ser tomada a 3ª saída na rotatória, enquanto a seta de manobra indicava a 4ª saída. O ruído no processo de comunicação da informação nos mapas, nestas duas escalas, pode ser explicado a partir do projeto gráfico utilizado para este tipo de manobra. A proximidade das vias de saída, associada à semelhança na representação das mesmas, provavelmente favoreceu a formação de agrupamento perceptivo entre as feições e deve ter induzido os motoristas a interpretarem duas saídas como uma única. Outro ponto a ser destacado é o fato de que nem todas as linhas que conectam com a rotatória são vias de mão dupla, o que dificulta a contagem das vias de saída. Uma alternativa neste caso é a diferenciação gráfica entre a saída de interesse e as demais saídas da rotatória. A saída de interesse melhor segregada no mapa pode minimizar o número de erros.

Na segunda rotatória, manobra 6 (Figura 2f), 44% dos motoristas acertaram a saída a ser tomada, a qual é a 2ª. A redução do número de erros nesta manobra pode ser explicada por duas razões. Primeiro, por se tratar de uma rotatória com menor grau de complexidade, pois possui menor número de vias de saída, comparada à primeira rotatória (manobra 3). Segundo, por haver alto contraste entre a rota, em preto, as vias principais, no matiz laranja, e as demais vias, em branco, o que contribui para a segregação da saída de interesse. Infere-se que a redução do número de erros nesta rotatória não foi ainda maior devido à característica assimétrica que a saída de interesse apresenta, a qual é de orientação diagonal. MacEachren (1995) afirma que os objetos na orientação horizontal ou vertical são interpretados mais facilmente comparados aos objetos na orientação diagonal. O homem interpreta a diagonal com certa insegurança e instabilidade (FRUTIGER, 2001) e procura imediatamente por seus eixos de referência, o eixo vertical e o eixo horizontal, por se tratar de eixos sentidos (DONDIS, 2003).

Na terceira rotatória (manobra 13) (Figura 2j), aproximadamente 31% dos motoristas acertaram a saída, a qual é a 2ª. Nesta rotatória há três características que, possivelmente, favoreceram a interpretação da direção da manobra. Primeiro, o baixo número de saídas, em um total de quatro, associado ao fato de todas as linhas que conectam com a rotatória serem vias de entrada e de saída, facilitando a contagem. Segundo, a forma geométrica regular. Terceiro, o fato da saída de interesse estar na mesma via após a manobra. O fato dos motoristas terem cometido maior número de erros nesta manobra comparado à rotatória 2 (manobra 13) pode ser explicado com base na escala de

Tabela 6: Estatística descritiva dos erros de direção com base nas características individuais

Características individuais e de grupo	Número mínimo / máximo de erros por motorista	Média / Desvio-padrão	Mediana	Mann-Whitney
Formação Educacional				
A	1 / 6	3,4	4,0	p=0,224
B	1 / 7	4,0	4,0	
Experiência com SINGRA				
Pelo menos uma vez por mês	1 / 7	4,0	4,0	p=0,252
Até duas vezes por ano	1 / 7	3,4	5,0	
Gênero				
Masculino	1 / 7	3,6 / 1,6	4,0	p=0,948
Feminino	1 / 7	3,6 / 1,7	3,5	

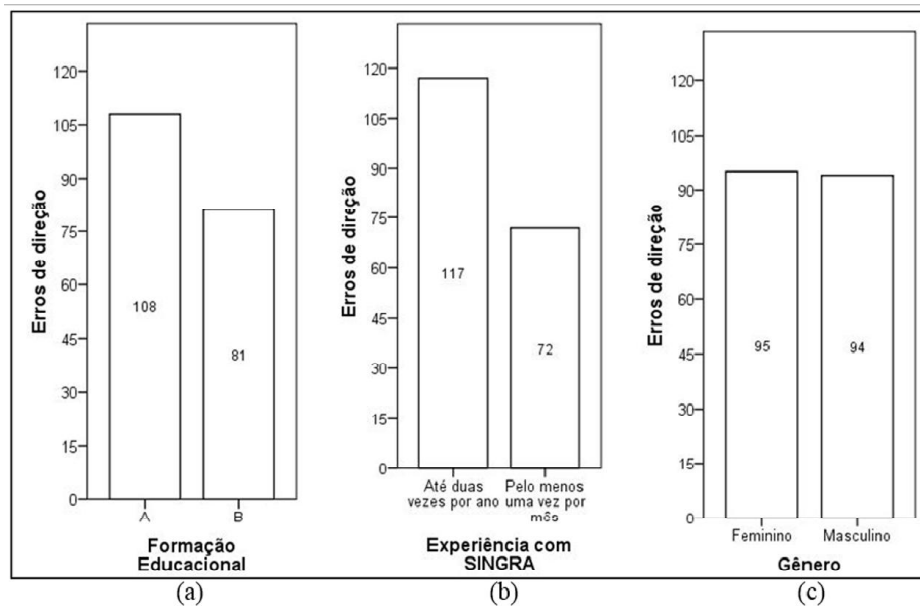


Fig. 4 – Histograma de frequência dos erros com base nas características individuais e de grupo.

representação utilizada. Conforme observado na comparação entre os mapas nas diferentes escalas, 1/1.000 e 1/10.000, o desempenho do motorista na interpretação desta manobra (manobra 13) foi significativamente reduzido ao ser utilizado um mapa mais generalizado. Tais evidências apontam que a complexidade deveria ser considerada no processo de seleção da escala do mapa.

Finalmente, a manobra simples de número 12 (Figura 2h e Figura 2i) consiste em outra junção com alto índice de erro navegacional, porém que não está correlacionado às escalas em 1/1.000 ou 1/10.000, pois não auxiliaram os motoristas a interpretar a direção da manobra, uma vez que os motoristas erraram na mesma proporção os mapas em ambas as escalas. O excesso de detalhe da manobra na escala 1/1.000 (Figura 2h) foi tão prejudicial ao desempenho do mapa quanto a falta de realce da manobra na escala 1/10.000 (Figura 2i). No mapa em 1/1.000, a maioria das instruções fornecidas consistiu em ‘Vire à direita’. Novamente, tem-se evidência para apontar que o motorista prioriza a primeira etapa da manobra. No mapa em 1/10.000, o número de erros pode ser explicado em função dos motoristas terem interpretado a representação como uma manobra à direita, similar ao que realizaram na manobra 07, com o agrupamento de setas para representar a manobra simples (Figura 2g). Nestas duas manobras, 07 e 12, o mesmo tipo de interpretação foi realizado pelos motoristas, como “Vire à direita”. Essa

tendência de generalização da direção da manobra foi destacada por Lynch (1960), bem como por Lee, Forlizzi e Hudson (2008). A partir do estudo do mapa mental de um grupo de motoristas, Lee, Forlizzi e Hudson (2008) concluíram que os motoristas generalizam linhas curvas em linhas retas, e ângulos próximos à 90° em ângulos ortogonais.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Neste trabalho, investigou-se a influência da escala de representação na interpretação da direção da manobra em mapas com diferentes escalas em sistema de guia de rota em automóvel. Constatou-se que a ocorrência dos erros navegacionais pode ser atribuída tanto à escala do mapa quanto à complexidade da manobra, porém não pode ser atribuída à experiência com SINGRA, formação educacional e gênero dos participantes. Conclui-se que há um aumento significativo no número de erros ao se utilizar mapas em escalas grandes ou pequenas, e considera-se as escalas intermediárias (1/3.000 e 1/6.000) como a opção mais eficaz para os mapas de sistemas de guia de rota.

O projeto gráfico utilizado para representar rotatórias seguiu características similares aos mesmos adotados pelos sistemas de navegação Garmin, IGO e MioMap (Ramos *et al.*, 2014a). Particularmente, no caso das manobras em rotatórias, conclui-se que os mapas nas quatro diferentes escalas apresentam problemas de usabilidade, uma vez que a maior concentração

de erros navegacionais foi observada em manobras com este nível de complexidade. Assim, recomenda-se a realização de futuros estudos sobre novas soluções gráficas para representar manobra do tipo rotatória nos mapas de SINGRA.

A decisão de representar duas manobras com uma única seta requer uma investigação mais profunda, pois, nos casos estudados, os motoristas tiveram dificuldades de interpretar a direção da manobra. Além disso, deve-se ressaltar que este tipo de solução gráfica tem sido frequente nos mapas de sistemas de guia de rota comerciais.

O estudo preliminar, realizado neste trabalho, evidencia a influência da escala na interpretação da direção da manobra em mapa de SINGRA. A partir disso, recomenda-se uma avaliação do desempenho dos mapas considerando-se as escalas com menor índice de erro navegacional (1/3.000 e 1/6.000). Sugere-se, também, que novos experimentos sejam conduzidos em contexto dinâmico da tarefa de manutenção em rota, seja em simulador de direção ou em campo a fim de validar o desempenho dos mapas nestas duas diferentes escalas. Recomenda-se ainda que a variável erro navegacional seja associada a outras medidas objetivas (ex.: demanda visual) e subjetivas (ex.: preferência subjetiva), a fim de se quantificar a carga mental de trabalho do motorista e, com isso, caracterizar a usabilidade do sistema.

AGRADECIMENTOS

Os autores desse trabalho agradecem ao CNPq pelo apoio financeiro, aos motoristas que participaram dos testes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, A. F.; SLUTER, C. R. Avaliação de símbolos pictóricos em mapas turísticos. **Boletim de Ciências Geodésicas**. v.18, n. 02. p. 242-261, 2012.

BACH, K. M.; JÆGER, M.; SKOV, M. B. G.; THOMASSEN, N. G. You Can Touch, but You Can't Look: Interacting with In-Vehicle Systems. In: **Proceedings of the annual SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems**, 2008, ACM Press, Florence, Italy. p. 1139-1148.

BINFENG, L.; ZHU, K.; ZHANG, W.; WU, A.; ZHANG, X. A comparative study of two wayfinding aids for simulated driving tasks – single-scale and dual-scale GPS aids. **Behaviour & Information Technology**. iFirst article, p.1-11. 2012.

BURNETT, G. E. **Turn right at the King's Head: Drivers' requirements for route guidance information**. 1998. 341p. PhD Thesis (Doctorate em Philosophy) – Loughborough University, United King.,

BURNETT, G. E. Usable vehicle navigation systems: Are we there yet? In: **Vehicle electronic systems 2000**, European conference and exhibition, 2000. p.3.1.1-3.1.11.

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** 28. p.5-16. 2012.

BURNETT, G.; LAWSON, G.; MILLEN, L.; PICKERING, C.; WEBBER, E. Designing touchpad user-interfaces for right-hand drive vehicles: an investigation into where the touchpad should be located. **Behaviour & Information Technology**. p.1-14. 2012.

CONOVER, W. J. **Practical Nonparametric Statistics**. 3rd. New York: J. Wiley, 1999. 584p.

CHRISTOPHE S.; ZANIN C.; ROUSSAFFA H. Colours harmony in Cartography. In: **Proceedings of International Cartographic Conference**, 2011, Paris, France. p. 01-12.

DILLEMUTH, J. Choosing the scale and extent of maps for navigation with mobile computing systems. **Journal of Location Based Services**. v. 1, n. 1, p. 46-61. 2007.

DILLEMUTH, J. Navigation Tasks with Small-Display Maps: The Sum of the Parts Does Not Equal the Whole. **Cartographica**. v. 44, n. 3, p. 187-200. 2009.

DINGUS, T. A.; HULSE, M. C. Some human factors design issues and Recommendations for automobile navigation Information systems. **Transportation Research Part C**, v. 1, n. 2, p. 119-131. 1993.

- DONDIS, D. A. **Sintaxe da Linguagem Visual**. São Paulo: Martins Fontes, 2003. 248p.
- EI-WEN LO, V.; GREEN, P. A.; FRANZBLAU, A. Where Do People Drive? Navigation System Use by Typical Drivers and Auto Experts. **The journal of navigation**. v. 64, p. 357-373. 2011.
- FRUTIGER, A. **Sinais e Símbolos: Desenho, Projeto e Significado**. 2 ed. Martins Fontes, 2001. 338p.
- HO, A.; LI, Z. Design of Dynamic Map for Land Vehicle Navigation. **The Cartographic Journal**. The British Cartographic Society. v. 41, n. 3, p. 265–270. 2004.
- JENSEN, B. S.; SKOV, M. B.; THIRURAVICHANDRAN, N. Studying Driver Attention and Behaviour for Three Configurations of GPS Navigation in Real Traffic Driving. In: **Proceedings of the CHI 2010 - Driving, Interrupted**, 2010, ACM Press, Atlanta, GA, USA. p. 1271-1280.
- KABER, D. B.; LIANG, Y.; ZHANG, Y.; ROGERS, M. L.; GANGAKHEDKAR, S. Driver performance effects of simultaneous visual and cognitive distraction and adaptation behavior. **Transportation Research Part F**. v. 15, p.491-501. 2012.
- LABIALE, G. Visual search and preferences concerning different types of guidance displays. **Behaviour & Information Technology**. London: Taylor & Francis. v. 20, n. 3, p. 149-158. 2001.
- LEE, J.; FORLIZZI, J.; HUDSON, S. E. Iterative design of MOVE: A situationally appropriate vehicle navigation system. **International Journal of Human-Computer Studies**. v. 66, p. 198-215. 2008.
- LIN, C. T; WU, H. C; CHIEN, T. Y. Effects of e-map format and sub-windows on driving performance and glance behavior when using an in-vehicle navigation system. **International Journal of Industrial Ergonomics**. v. 40, p. 330–336. 2010.
- LYNCH, K. **The Image of the City**. Cambridge, MA: MIT Press. 1960. 194p.
- MACEACHREN, A. M. **How Maps Work: Representation, Visualization and Design**. London: The Guilford Press, 1995. 513p.
- MARQUES, A. P. S.; DECANINI, M. M. S.; PUGLIESEI, E. A. Sistema de Navegação e Guia de Rota áudio-dinâmico com múltiplas escalas automáticas. **Revista Brasileira de Cartografia**. v.1, n. 64. 2012. 12p.
- MAY, A. J.; ROSS, T. BAYER, S. H. Drivers' Information Requirements when Navigating in an Urban Environment. **The Journal of Navigation**. United Kingdom: The Royal Institute of Navigation. v. 56, p. 89-100. 2003.
- MICHON, J. A. A critical view of driver behaviour models. In: EVANS, L.; SCHWING, R. S. **Human Behaviour and Traffic Safety**. University of Groningen, New York: Plenum Press, 1985. 485-520p.
- OBATA, T.; DAIMON, T.; KAWASHIMA, H. A cognitive study of in-vehicle navigation systems: applying verbal protocol analysis to usability evaluation. In: **Proceedings of Vehicle Navigation and Information Systems Conference**, 1993, Piscataway, NJ: Institute of Electrical and Electronics Engineers. p. 232-237.
- PETCHENIK, B. B. The Nature of Navigation: Some Difficult Cognitive Issues in Automatic Vehicle Navigation. **IEEE Explore**. p. 43-48. 1989.
- PUGLIESI, E. A. **Avaliação da Comunicação Cartográfica de um Sistema de Navegação e Guia de Rota em Automóvel**. 2007. 292p. Tese (Doutorado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista. Presidente Prudente.
- 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, p.193-207. 2009.
- 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. 5, n. 65, 2013. 19p.
- 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. p.195-207. 2014a.
- RAMOS, A. P. M.; PUGLIESI, E. A.; DECANINI, M. M. S.; TACHIBANA, V. M. 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. 02. p.317-333 2014b.
- SIEGEL, S. **Estatística não-paramétrica para as ciências do comportamento**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 350p.
- SHELEIBY, M.; MALEK, M. R.; ALESHEIKH, A. Automatic Map Scaling in Car Navigation Systems Using Context-aware Computing. **World Applied Sciences Journal**. v. 3, p. 101-106. 2008.
- SEKULER, R.; SEKULER, A. B. Age-Related, Optical Factors, and Neural Process. **Encyclopedia of Psychology**. American Psychological Association/Oxford University Press. v.8, p. 180-183. 2000.
- UANG, S. T.; HWANG, S. L. Effects on driving behavior of congestion information and of scale of in-vehicle navigation systems. **Transportation Research Part**. v. 1, n. 11, p. 423–438. 2003.
- WICKENS, C. D.; LEE, J. D.; LIU, Y.; BECKER, S. G. **An Introduction to Human Factors Engineering**. 2. ed. California: Pearson Prentice Hall, 2004. 608p.
- WITTMANN, M.; KISS, M.; GUGG, P.; STEFFEN, A.; FINK, M.; PÖPPEL, E.; KAMIYA, H. Effects of display position of a visual in-vehicle task on simulated driving. **Applied Ergonomics**. v. 37, p. 187-199. 2006.
- YOUNG, M. S.; STANTON, N. A. Applying Interviews to Usability Assessment. In: STANTON, N. A.; et al. **The Handbook of Human Factors and Ergonomics Methods**. USA: CRC Press LLC, 2005. Cap. 29. p. 29-1; 29-6.