

---

# INVESTIGAÇÃO DAS MENSAGENS SONORAS APRESENTADAS POR SISTEMAS DE GUIA DE ROTA EM AUTOMÓVEL COMERCIAIS

RENAN FURLAN DE OLIVEIRA <sup>1</sup>  
ANA PAULA MARQUES RAMOS <sup>2</sup>  
EDMUR AZEVEDO PUGLIESI <sup>3</sup>  
MÔNICA MODESTA SANTOS DECANINI <sup>4</sup>

<sup>1, 3, 4</sup> Universidade Estadual Paulista (UNESP) - Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT)

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas – PPGCC

<sup>3, 4</sup> Departamento de Cartografia

<sup>1</sup>{renanfurlanoliveira@hotmail.com}; <sup>3</sup>{edmur@fct.unesp.br}; <sup>4</sup>{monca@fct.unesp.br}

<sup>2</sup> Universidade do Oeste Paulista (UNOESTE) - Faculdade de Artes, Ciências, Letras e Educação de Pres. Prudente (FACLEPP)

Departamento de Geografia  
{anaramos@unoeste.br}

---

**RESUMO** – Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA) comunicam a informação de apoio a navegação ao motorista por meio de mapas e/ou comandos de voz (mensagens sonoras). Pesquisas têm investigado o uso de mapas, porém pouco tem sido investigado sobre as mensagens sonoras. O objetivo deste trabalho é comparar as características das mensagens sonoras apresentadas por dois diferentes SINGRA. A partir da seleção dos sistemas e rotas de estudo, fez-se o levantamento de dados por meio da gravação das mensagens disparadas pelos sistemas. As mensagens foram organizadas em função de categorias, permitindo a análise do comportamento dos SINGRA. Os resultados mostram que a distância até a manobra é o critério que determina o momento de apresentação das mensagens para auxiliar o motorista na tarefa de preparação para a realização da manobra. A complexidade da manobra influencia na quantidade de mensagens apresentadas pelos sistemas, o que está diretamente relacionado ao número de unidades de informação utilizadas para comunicar a instrução de apoio a navegação. Outro fator importante é que os sistemas não apresentam padrões quanto às categorias de informação utilizadas para comunicar as instruções de navegação ao motorista. Cabe ressaltar que a investigação proposta nesse trabalho contribui com o desenvolvimento de projetos relacionados à comunicação da informação sonora em SINGRA.

**ABSTRACT** – In-Vehicle Route Guidance and Navigation Systems (RGNS) communicate information to support navigation to the driver by maps and/or voice commands. Researchers have investigated the use of maps, but little has been investigated on sound messages. This work aims to compare the characteristics of sound messages presented by two different RGNS. From the selection of systems and routes, we made up the survey data by saving the messages presented by the systems. Messages were organized according to categories, allowing the analysis of the behavior of RGNS. The results show that the distance to the maneuver is the criterion that determines the timing of the presentation of messages to help the driver in the task of preparing for the maneuver. The complexity of the maneuver influences the amount of presented messages by the systems, which is directly related to the number of information units used to communicate the instruction of support for navigation. Another important factor is that the systems do not have standards as to categories of information used to communicate navigation instructions to the driver. The research proposed in this paper contributes to the development of projects related to the communication of sound information in RGNS.

---

## 1 INTRODUÇÃO

Os Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel (SINGRA), conhecidos popularmente como GPS automotivos, têm como finalidade auxiliar os motoristas nas tarefas de navegação, principalmente quando se encontram em locais pouco ou totalmente desconhecidos (BURNETT, 1998; LO et al., 2011). As principais tarefas de navegação são o planejamento de rota e a manutenção em rota. A primeira antecede a navegação e, consiste basicamente, no momento em que o motorista com o automóvel estático, determina a sua posição atual e onde deseja chegar, podendo estabelecer os trechos de vias e os locais que gostaria de percorrer até alcançar o seu destino final. Enquanto que a manutenção em

rota se refere à tarefa desempenhada pelo motorista durante a navegação e é neste estágio que o motorista necessita de auxílio dos sistemas para tomar decisões corretas que o levarão até o seu destino final, de maneira segura.

Para auxiliar os motoristas nas tomadas de decisões durante a navegação, principalmente na tarefa de manutenção em rota, os SINGRA têm apresentado instruções de direção ao usuário por meio de diferentes modalidades de comunicação (BURNETT, 1998; LABIALE, 2001), as quais estão relacionadas com os estímulos perceptivos do ser humano (ALM, 1990). As modalidades mais utilizadas por estes sistemas são a visual e a sonora que, muitas vezes, são utilizadas em conjunto caracterizando a modalidade multimodal (BURNETT, 2000; LIU, 2000; SARTER, 2006).

Na modalidade visual, as informações de apoio a navegação podem ser apresentadas por meio de mapas dinâmicos, esquema de seta, barra de contagem regressiva, textos não toponímicos, entre outros (BURNETT, 1998; KRYGIER, 2008; PUGLIESI; DECANINI, 2009). Segundo Labiale (2001), o uso do mapa proporciona ao motorista a formação de uma representação mental não ambígua do espaço, o que contribui para o desenvolvimento do seu mapa cognitivo. Cabe ressaltar que os mapas cognitivos são representações análogas aos mapas armazenadas na memória do ser humano ou representações metafóricas que possibilitam o indivíduo agir como se estivesse tendo acesso a um mapa (GOLLEDGE, 1999). Por outro lado, na modalidade sonora, as informações são transmitidas ao motorista por meio de comandos de voz (som natural) e/ou sons abstratos. A principal vantagem desta modalidade está ligada ao fato do motorista não precisar tirar os olhos da via enquanto recebe as informações provenientes do sistema (BURNETT, 2000). Independentemente da forma como são produzidas e transmitidas, o uso apropriado das mensagens de voz requer considerar as características do som, como volume, timbre, dentre outros, bem como considerar o tipo de informação que deverá ser transmitida. Vale lembrar que muitos dos sistemas disponíveis no mercado permitem até que o motorista escolha qual o tipo de voz será utilizado na transmissão das informações, se masculina ou feminina (GREEN et al., 1994; ROSS et al., 1995; MARQUES, 2011).

Diversos são os tipos de mensagens de voz que o motorista pode receber no intuito de auxiliá-lo na tarefa de preparação para realização de manobras. Exemplos de mensagens são “vire à direita”, “vire à esquerda”, “siga em frente”, “vire à direita a seguir” (BURNETT, 2000). Alguns sistemas, também, utilizam as informações sobre a distância restante até a manobra para comunicar a informação de direção, tal como “a 100 metros, vire à direita” ou “vire à esquerda em 300 metros” ou “vire à direita em 200 metros” (BURNETT, 1998, 2000). Em cenários mais complexos, como é o caso das rotatórias, a informação pode ser, por exemplo, “pegue a 3ª saída”, “na rotatória, pegue a 4ª saída”, “à direita, na rotatória, pegue a 2ª saída” (BURNETT, 1998). Associar pontos de referência às instruções de direção consiste em outro tipo de mensagem sonora apresentada por SINGRA, como “vire à esquerda na igreja” ou “após o semáforo, vire à direita” ou “na estação rodoviária, vire à direita” (BURNETT, 2000; ROSS; BURNETT, 2001; ROGER et al., 2011). Estudos apontam que a ordem de apresentação das informações nas mensagens sonoras influencia no desenvolvimento do mapa cognitivo do motorista (JACKSON, 1998). Além disso, apresentar o nome do ponto de referência após a direção da manobra (ex.: “vire à direita na igreja”) contribui de maneira positiva para o desenvolvimento cognitivo humano, pois reforça a direção da manobra. Quanto aos sons abstratos, presentes também nas mensagens disparadas pelos sistemas, estes podem se referir a sinais de *beep*, os quais, em geral, precedem as mensagens de voz a fim de chamar a atenção do motorista para o recebimento da informação (LIU, 2000; LABIALE, 2001; PUGLIESI, 2007; RAMOS, 2015).

Quando combinada com a representação da informação por meio de mapas dinâmicos, o uso de mensagens de voz em sistemas de navegação pode ser fundamental para proporcionar eficácia e segurança ao motorista, enquanto este realiza suas tarefas de navegação (BURNETT, 2000). Assim, a modalidade multimodal (visual e sonora) deve permitir que o motorista perceba mais informações do dispositivo, sem que haja um aumento da sua carga de trabalho mental (LIU, 2000). Uma aplicação dessa modalidade é observada na combinação de esquema de seta com curtas mensagens sonoras que, segundo Liu (2000), pode aperfeiçoar o desempenho do motorista na direção do automóvel, pois resulta em baixa demanda visual e menor erro navegacional. Pesquisas sobre fatores humanos têm investigado três importantes fatores a serem considerados em projetos de mensagens sonoras para SINGRA, quais sejam: “o quê?” (o tipo de informação que deve ser apresentado), “quando?” (o momento que a informação deve ser apresentada) e “como?” (a maneira de apresentar a informação) (BURNETT; JOYNER, 1997; BURNETT, 1998; REAGAN; BALDWIN, 2006). Neste sentido, investigar a forma de apresentação das instruções de orientação de manobra, no que diz respeito ao momento de apresentação da informação (quando), ao tipo de unidade de informação (o que) e a ordem das unidades de informação (como) que compõem as mensagens sonoras apresentadas por diferentes SINGRA comerciais consiste em uma necessidade, porém, até o presente momento, pouco explorada. Sendo assim, o objetivo deste trabalho é comparar as características das mensagens sonoras apresentadas por dois diferentes SINGRA comerciais vendidos no Brasil. As questões investigadas são ‘Como os SINGRA comerciais comunicam a tarefa de preparação para a realização de manobra complexa do tipo rotatória por meio da modalidade sonora?’; ‘Qual o critério adotado pelos sistemas para apresentar as mensagens?’ e ‘A complexidade da rotatória influencia no tipo de informação apresentada nas mensagens?’.

A importância de se investigar as instruções sonoras apresentadas por SINGRA, durante a realização da tarefa de preparação para realização de manobras em rotatórias, deve-se ao aumento do número de unidades de informação das mensagens, o qual pode sobrecarregar a memória de trabalho do motorista e, conseqüentemente, aumentar a carga mental de trabalho (WU et al., 2009; DALTON et al., 2013). Este aumento da carga mental pode prejudicar a atenção do motorista em relação à via, aumentando os riscos de acidentes de trânsito (GREEN, 1996; WU et al., 2009; DALTON et al., 2013).

## 2 MÉTODO

Para realizar a investigação das mensagens sonoras apresentadas por diferentes SINGRA comerciais, com ênfase na comunicação da informação de navegação ao motorista, foram realizadas as seguintes etapas: seleção dos sistemas de navegação e guia de rota em automóvel comerciais, seleção do aparato tecnológico, definição da área e das rotas de estudo, levantamento dos dados em campo e organização dos dados.

### 2.1 Seleção dos sistemas de navegação e guia de rota em automóvel comerciais

A primeira etapa realizada no presente trabalho consistiu na seleção dos SINGRA comerciais. Para isto, foram considerados os sistemas que comunicam as informações de apoio a navegação ao motorista por meio da combinação das modalidades visual e sonora (multimodal), embora o interesse do presente trabalho consiste apenas na apresentação da informação na modalidade sonora (mensagens sonoras). A partir deste critério, um total de oito sistemas foram pré-selecionados, porém somente dois desses sistemas foram utilizados na realização dos testes e análises. Isto porque estes dois sistemas apresentam características gerais bastante distintas entre si (Quadro 1) tornando a comparação interessante. Em relação aos navegadores utilizados em cada um dos sistemas selecionados, tanto o IGO *My Way* quanto o *MioMap* têm sido utilizados amplamente pelos usuários de SINGRA nos últimos tempos.

Quadro 1- Características dos sistemas selecionados.

Características dos SINGRA	SINGRA 1	SINGRA 2
Distribuidor	FOSTON	Midi Japan
Navegador	IGO <i>My Way</i>	<i>MioMap</i>
Fabricante	Nav N Go	Mio

### 2.2 Aparato tecnológico

O aparato tecnológico consistiu de equipamentos e aplicativos. Dentre os equipamentos utilizados, destacam-se: Câmera digital Sony; Automóvel; Sistema de Navegação IGo *My Way* (SINGRA 1); Sistema de Navegação *MioMap* (SINGRA 2) e Computador. Em relação aos aplicativos, utilizou-se o *Windows Media Player*.

### 2.3 Definição da área e das rotas de estudo

A área de estudo consistiu na cidade de Presidente Prudente situada a oeste do Estado de São Paulo. Por tratar-se de uma cidade de médio porte (cerca de 200 mil habitantes), observa-se um leiaute urbano com diferentes elementos, como por exemplo diferentes tipos de pontos nodais (LYNCH, 1997), tais como cruzamentos de vias e rotatórias. Além disso, a cidade em questão é composta por diversas vias com características geométricas distintas (largas, estreitas, longas, curtas, retas, curvilíneas, etc.). Estes aspectos, por sua vez, favoreceram a definição de rotas que compreendem trechos com diferentes características e complexidades, o que possibilita a acompanhar as mensagens, visuais e sonoras, disparadas pelos sistemas para auxiliar na realização da tarefa de manutenção em rota.

Dentre os pontos nodais mencionados anteriormente, as rotatórias têm sido consideradas importantes elementos do ambiente urbano no que se refere a avaliação da apresentação da informação visual e/ou sonora em SINGRA, devido à complexidade geométrica destes elementos (BURNETT; JOYNER, 1997; LABIALE, 2001; PUGLIESI et al., 2009). Por essa razão, foi estabelecida a comparação dos sistemas, levando-se em consideração a realização de manobra em rotatória somente. No caso em estudo, as rotatórias consideradas foram apenas aquelas que apresentam maior fluxo de circulação de automóveis diariamente. A partir disso, um total de três rotatórias foram selecionadas, as quais se localizam em cruzamentos de vias principais da cidade de Presidente Prudente.

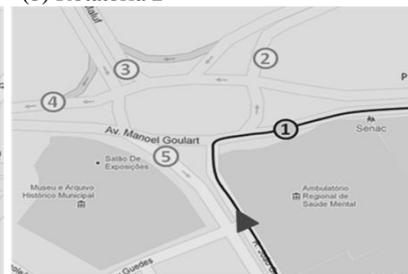
Após a definição das rotatórias, três rotas de estudo foram planejadas, sendo que cada uma abrange uma rotatória diferente. No planejamento das rotas, para ambos os sistemas, o procedimento de entrada de dados de origem e de destino foi realizado por meio da opção de 'busca por endereço'. Entretanto, quando não foi possível utilizar esta opção por desconhecimento dos nomes das vias de acesso, foi utilizada a opção 'selecionar no mapa', conforme em Oliveira e Ocanha (2012).

O início da tarefa de navegação (representada pelo som do *beep*) foi considerado como um fator importante para marcar o início de cada percurso, a fim de determinar a distância do automóvel até a manobra. Para a rotatória 1 (Figura 1a), o percurso teve início a uma distância de 1000 metros (m) da manobra, enquanto que, para a rotatória 2 (Figura 1b) e rotatória 3 (Figura 1c), os percursos foram iniciados a 700 m e 850 m antes das manobras, respectivamente.

(a) Rotatória 1



(b) Rotatória 2



(c) Rotatória 3



Figura 1 - Rotatórias e rotas de estudo.

## 2.4 Levantamento dos dados em campo

A etapa de levantamento dos dados foi realizada tanto utilizando o navegador IGO *My Way* quanto o *MioMap*, para cada uma das três rotas planejadas, individualmente. Os levantamentos foram realizados no período da tarde por duas pessoas. Enquanto uma dirigia o automóvel seguindo as instruções fornecidas pelos sistemas, uma segunda pessoa, no banco de passageiro, registrava os dados por meio de texto e de áudio. O áudio das mensagens sonoras apresentadas por cada sistema foi capturado com o auxílio de uma câmera digital (câmera digital Sony). É importante destacar que durante a realização de cada rota, mesmo seguindo as instruções fornecidas pelos sistemas, obedeceu-se às regras de trânsito estabelecidas, como, por exemplo, o limite máximo de velocidade permitido nas vias. Para as três rotas, a velocidade máxima permitida correspondeu a 40 km/h.

## 2.5 Organização dos dados

A organização das mensagens sonoras foi iniciada pela transferência dos arquivos de áudio para o computador, os quais se encontravam no formato .mp3. O aplicativo *Windows Media Player* foi utilizado na reprodução das mensagens, possibilitando a extração das informações e a organização destas em cada mensagem gravada no levantamento de campo. Verificou-se um total de 10 mensagens sonoras disparadas por cada SINGRA nas três rotatórias em estudo. Três mensagens foram apresentadas pelos sistemas durante a realização da tarefa de preparação para realização da manobra para a rotatória 1 e rotatória 2, totalizando seis mensagens, e outras quatro mensagens foram disparadas durante a preparação para realização da manobra para a rotatória 3. O Quadro 2 apresenta a organização dessas mensagens sonoras para o navegador IGO *My Way*, e o Quadro 3 apresenta a organização das mensagens disparadas pelo navegador *MioMap*.

Quadro 2 - Organização das mensagens sonoras para o navegador IGO *My Way*.

SINGRA 1	Sequência de mensagens	
Rotatória 1	1°	Beep   Prepare-se para   manter à esquerda   a 990 metros.
	2°	Beep   Prepare-se para   manter à esquerda   a 300 metros.
	3°	Beep   a 100 metros   mantenha à esquerda.
Rotatória 2	1°	Beep   Prepare-se para   dobrar à direita   a 670 metros.
	2°	Beep   Prepare-se para   dobrar à direita   a 300 metros.
	3°	Beep   entre na próxima à direita.
Rotatória 3	1°	Beep   Prepare-se para   entrar à esquerda   na rotatória   a 780 metros.
	2°	Beep   Prepare-se para   entrar à esquerda   na rotatória   a 300 metros   e pegar a quarta saída.
	3°	Beep   a 100 metros   entre à esquerda   na rotatória   pegando a quarta saída.
	4°	Beep   pegue a quarta saída.

Quadro 3 - Organização das mensagens sonoras para o MioMap.

SINGRA 2	Sequência de mensagens	
Rotatória 1	1°	Beep   Prepare-se para   virar à direita   a 820 metros.
	2°	Beep   Prepare-se para   virar à direita   a 300 metros.
	3°	Beep   entre na próxima à direita   depois atravesse a rotatória.
Rotatória 2	1°	Beep   Prepare-se para   virar à direita   na rotatória   a 590 metros.
	2°	Beep   Prepare-se para   virar à direita   na rotatória   a 300 metros   pegando a primeira saída.
	3°	Beep   a 100 metros   vire à direita   na rotatória   pegando a primeira saída.
Rotatória 3	1°	Beep   Prepare-se para   fazer a curva acentuada   à esquerda   a 800 metros.
	2°	Beep   Prepare-se para   fazer a curva acentuada   à esquerda   a 300 metros.
	3°	Beep   entre na próxima curva acentuada   à esquerda   depois   entre na próxima à direita.
	4°	Beep   entre na próxima à direita.

Tanto no Quadro 2 quanto no Quadro 3, nota-se que cada mensagem sonora foi subdividida. Cada parte da mensagem corresponde a uma unidade de informação que, por sua vez, pode ser constituída de um *beep*, bem como de uma ou mais palavras, denominadas aqui de itens ou unidades compositivas. Essa organização foi de suma importância para apoiar a realização das análises, as quais levam em consideração o fato da memória de trabalho possuir limites de capacidade e tempo quanto ao armazenamento e processamento da informação (MILLER, 1956; IIDA, 2005; SAMMAN; STANNEY, 2006). Outros trabalhos relacionados com a apresentação da informação para apoio à navegação consideram o conceito de complexidade da informação apresentada na modalidade visual (uso de mapas), por meio da definição do número de unidade de informação (LABIALE, 1990; LIU, 2000).

A proposta do presente trabalho em particionar a mensagem sonora possibilita verificar o tipo de informação contida em cada unidade de informação e o número de unidades de informação que são apresentadas em cada mensagem. Exemplos de unidades de informação são chamada de atenção por som abstrato (“*beep*”), chamada de atenção por som realístico (“prepare-se para”), direção de manobra (“virar à direita”), ponto de referência (“na igreja”) e distância restante até a próxima manobra (“a 590 metros”). A unidade de informação também pode ser classificada quanto ao número de elementos que a compõem. Por exemplo, na mensagem “Beep | Prepare-se para | virar à direita | a 820 metros”, a mensagem é composta por quatro unidades de informação, a unidade ‘Beep’ refere-se ao tipo de informação ‘chamada de atenção por som abstrato’, enquanto a unidade de informação ‘Prepare-se para’ refere-se ao tipo de informação ‘chamada de atenção por som realístico’, ‘Virar à direita’ refere-se ao tipo de informação de direção da próxima manobra, e ‘A 820 metros’ refere-se ao tipo de informação de distância restante até a próxima manobra. Assim, ao analisar a estrutura das mensagens sonoras pode-se detectar se uma determinada mensagem é caracterizada como complexa ou não.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados sugerem diversas diferenças entre os sistemas de guia de rota no que tange às categorias das mensagens apresentadas durante a tarefa de preparação para realização das manobras em rotatória. A fim de quantificar e analisar essas diferenças, foi elaborado o Quadro 4, o qual se refere à categorização das mensagens com o uso do navegador IGO *My Way*, e o Quadro 5, o qual se refere à categorização das mensagens com o uso do navegador e *MioMap*.

Quadro 4 – Categorização das mensagens sonoras apresentadas pelo navegador IGO MY WAY.

CATEGORIAS	SINGRA 1									
	ROTATÓRIA 1			ROTATÓRIA 2			ROTATÓRIA 3			
Quantidade de mensagens apresentadas	3			3			4			
Número de unidades de informação	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	4°
	4	4	3	4	4	2	5	6	5	2
Tipo e ordem de apresentação das unidades de informação	CAA CAR DPM DIR	CAA CAR DPM DIR	CAA DIR DPM	CAA CAR DPM DIR	CAA CAR DPM DIR	CAA DPM	CAA CAR DPM PPR DIR	CAA CAR DPM PPR DIR NSR	CAA DIR DPM PPR NSR	CAA NSR
Duração da mensagem (segundos)	7	6	4	8	6	3	8	9	7	3
Distância restante até a próxima manobra (metros)	990	300	100	670	300	NA	780	300	100	NA

CAA – Chamada de Atenção com som Abstrato.  
 CAR – Chamada de Atenção com som Realístico.  
 DPM – Direção da Próxima Manobra.  
 DIR – Distância Restante até a próxima Manobra.  
 PPR – Presença de Ponto de Referência.  
 NSR – Número da Saída da Rotatória.  
 NA – Não Apresentado.

Quadro 5 - Categorização das mensagens sonoras apresentadas pelo navegador MioMap.

CATEGORIAS	SINGRA 2									
	ROTATÓRIA 1			ROTATÓRIA 2			ROTATÓRIA 3			
Quantidade de mensagens apresentadas	3			3			4			
Número de unidades de informação	1°	2°	3°	1°	2°	3°	1°	2°	3°	4°
	4	4	4	5	6	5	5	5	5	2
Tipo e ordem de apresentação das unidades de informação	CAA CAR DPM DIR	CAA CAR DPM DIR	CAA DPM CAR PPR	CAA CAR DPM PPR DIR	CAA CAR DPM PPR DIR NSR	CAA DIR DPM PPR NSR	CAA CAR PPR DPM DIR	CAA CAR PPR DPM DIR	CAA PPR DPM CAR DPM	CAA DPM
Duração da mensagem (segundos)	6	5	5	6	7	6	6	6	6	3
Distância restante até a próxima manobra (metros)	820	300	NA	590	300	NA	800	300	NA	NA

CAA – Chamada de Atenção com som Abstrato.  
 CAR – Chamada de Atenção com som Realístico.  
 DPM – Direção da Próxima Manobra.  
 DIR – Distância Restante até a próxima Manobra.  
 PPR – Presença de Ponto de Referência.  
 NSR – Número da Saída da Rotatória.  
 NA – Não Apresentado.

Na comparação entre os sistemas (SINGRA 1 e SINGRA 2), observou-se que a ‘distância restante até a próxima manobra’ consistiu no critério que determinou o momento de disparo do *beep*. Assim, tem-se que os SINGRA comerciais comunicam o início da tarefa de preparação para a realização de manobra por meio do uso do som de *beep*. Em relação à questão ‘Como os SINGRA comerciais comunicam a tarefa de preparação para a realização de manobra complexa do tipo rotatória, por meio da modalidade sonora?’, propôs-se a classificação desse tipo de informação em diferentes categorias. Essa categorização é baseada em Burnett (1998) e está apresentada no Quadro 2 e no Quadro 3. Constatou-se, em ambos os sistemas, uma quantidade de três mensagens para auxiliar na realização da rotatória 1 e da rotatória 2, enquanto que para a rotatória 3, foram apresentadas quatro mensagens. Essa ocorrência se justifica por esta rotatória possuir um maior número de vias de saída comparado às rotatórias 1 e 2.

Quanto à duração das mensagens, verificou-se que, para o navegador IGO *My Way*, as mensagens apresentaram duração entre 3 e 9 segundos, enquanto que, para o navegador *MioMap*, as mensagens apresentaram duração entre 3 e 7 segundos. Segundo Kimura et al. (1997) as orientações por mensagens sonoras não devem ser superiores a 5 ou 7 segundos, uma vez que longos comandos de voz exigem maior processamento mental do motorista, o que pode prejudicar o desempenho no processo de dividir a atenção entre o sistema e a direção do veículo. Outro fator que pode prejudicar o desempenho do motorista é a complexidade da mensagem, evidenciado pela grande quantidade de unidades de informação que a compõe. O número de unidades de informação de uma mensagem não deve ser superior a 3 ou 4, pois pode sobrecarregar a memória de curta duração (GREEN, 1996), a qual apresenta capacidade de armazenamento equivalente a 7 itens (unidades), podendo variar de mais ou menos dois itens.

Outro aspecto importante constatado nos casos de estudo do presente trabalho refere-se ao tipo de informação que compõe cada mensagem sonora. Entre os diversos tipos de informação, cabe ressaltar a importância exclusivamente dos pontos de referências, os quais facilitam o desempenho na navegação e a formação do mapa cognitivo do usuário (BURNETT, 2000; GREEN, 1996; JACKSON, 1998; KIMURA et al., 1997). Observou-se que o navegador IGO *My Way* disparou a informação de ponto de referência apenas nas mensagens para apoiar a manobra na rotatória 3, enquanto que o *MioMap* apresentou a informação de ponto de referência, pelo menos uma vez, em cada uma das mensagens para apoiar a manobra nas rotatórias 1, 2 e 3, evidenciando o grau de importância dessa informação para o motorista.

Para a categoria ‘Distância restante até a próxima manobra’, alguns valores apresentados, em ambos os sistemas, foram 990 m e 670 m para o navegador IGO *My Way*, e 820 m e 590 m para o navegador *MioMap*. Isso aumenta o número de elementos que representam a unidade de informação referente a informação de distância restante até a próxima manobra. Por exemplo, o número 900 (novecentos) apresenta apenas um elemento, enquanto que o número 990 (novecentos e noventa) apresenta dois elementos. Assim, verifica-se que a primeira situação apresenta um menor número de elementos comparada a segunda situação, e que o aumento do número de elementos que representam a unidade de informação pode se tornar mais extenso, contribuindo para a complexidade da mensagem que o motorista deve processar.

#### 4 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O presente trabalho investigou como dois diferentes sistemas de navegação e guia de rota comerciais apresentam as instruções de apoio à navegação na modalidade sonora. Para os dois sistemas em estudo, conclui-se que a distância até a manobra é o critério que determina o momento de apresentação das mensagens sonoras para o auxiliar o motorista na tarefa de preparação para a realização da manobra. Conclui-se, também, que a complexidade da manobra influencia na quantidade de mensagens sonoras apresentadas pelos sistemas, o que está diretamente relacionado ao número de unidades de informação utilizadas para comunicar a instrução de apoio a navegação ao motorista. Outra conclusão deste trabalho é que os sistemas analisados não apresentam informação sobre nome de rua em nenhum momento da navegação. Além disso, os sistemas não apresentam padrões quanto às categorias de informação utilizadas para comunicar as instruções de navegação.

A investigação proposta nesse trabalho contribui com o desenvolvimento de projetos relacionados à comunicação da informação sonora em SINGRA. Recomenda-se que os sistemas em estudo sejam avaliados junto a um grupo de motoristas, de modo que sejam coletadas medidas, objetivas e subjetivas, para quantificar a eficácia e eficiência de cada sistema. Sugere-se, ainda, outros testes em manobras simples, tal como “virar à direita” ou “virar à esquerda”, de maneira que seja possível realizar comparações com as categorias de informação analisadas no presente estudo.

#### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALM, H. **Drivers cognitive models of routes**. DRIVE project V1041 (GIDS). Groningen, The Netherlands: University of Groningen, Traffic Research Centre. 1990.

BURNETT, G. E. **"Turn right at the King's Head": Drivers' requirements for route guidance information**. PhD Thesis, Loughborough University, UK. 1998.

BURNETT, G.E. Usable vehicle navigation systems: Are we there yet? **In: Vehicle Electronic Systems 2000 - European conference and exhibition**, ERA Technology Ltd 29-30, ISBN 0 7008 0695 4, p. 3.1.1-3.1.11. June. 2000.

BURNETT, G.E.; JOYNER, S.M. An assessment of moving map and symbol-based route guidance systems. In Y. Ian Noy (Ed.), **Ergonomics and safety of intelligent driver interfaces** (pp. 115-136). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 1997.

DALTON, P., AGARWAL, P., FRAENKEL, N., BAICHO, J., MASRY, A. Driving with navigational instructions: Investigating user behaviour and performance. **Accident Analysis & Prevention**, 50, 298-303. 2013.

GOLLEDGE, R.: Human Wayfinding and Cognitive Maps. In: GOLLEDGE, R. **Wayfinding Behavior - Cognitive Mapping and Other Spatial Processes**. Baltimore, USA: Johns Hopkins, p.5-45. 1999.

GREEN, P. In-Vehicle Information: Design of Driver Interfaces for Route Guidance. **Paper presented at the Transportation Research Board Meeting in Washington, D.C**, EUA. January, 1996.

GREEN, P.; LEVISON, W.; PAELKE, G.; SERAFIN, C. Suggested Human Factors Design Guidelines for Driver Information Systems. **Technical Report UMTRI-93-21**. FHWA-RD-94-087. 1994.

IIDA, I. **Ergonomia: Projeto e Produção**. 2 ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005.

JACKSON, P. G. In search of better route guidance instructions. **Ergonomics**, vol. 41, nº. 7, p. 1000-1013. 1998.

KRYGIER, J. Making Maps with Sound. **University Park**, PA. 2008.

LABIALE, G. Visual search and preferences concerning different types of guidance displays. **Behaviour & Information Technology**. London: Taylor & Francis. Nº 3, vol. 20, p. 149-158. May 2001.

LIU, Y. Effect of advanced traveler information system displays on younger and older drivers' performance. **Displays - Elsevier Science**, Taiwan. v. 21, p.161-168. Sept. 2000.

LO, E-W. 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.

LYNCH, K. **A imagem da Cidade**. São Paulo. Martins Fontes, 1997.

MARQUES, A. P. S. **Generalização Cartográfica para um Sistema de Navegação e Guia de Rota em Automóvel áudio- dinâmico com múltiplas escalas**. 2011. 100p. Dissertação (Mestrado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

MILLER, G. The magical number seven plus or minus two: some limits on our capacity for processing information. **Psychological Review**. v. 63, n. 2, p. 81-97. 1956.

OLIVERIA, H.C.; OCANHA, E. K. Desenvolvimento de um módulo de planejamento de rotas para um sistema de navegação e guia de rotas em automóvel. **IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação**. Recife. 2012.

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. Mapa ou Esquema de Seta: qual modalidade os motoristas preferem para Sistemas de Navegação e Guia de Rota em Automóvel? **Boletim de Ciências Geodésicas**. Curitiba-PR, v.15, n.1, p. 03-15, abril. 2009.

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. Apr. 2009.

RAMOS, A. P. M. **Avaliação da Usabilidade de Representações Cartográficas em Diferentes Escalas para Sistema de Navegação e Guia de Rota em Automóvel**. 2015. 278p. Tese (Doutorado em Ciências Cartográficas) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, Universidade Estadual Paulista, Presidente Prudente.

REAGAN, I; BALDWIN, C. L. Facilitating Route Memory with Auditory Route Guidance Systems. **Journal of Environmental Psychology**, vol. 26, p. 146–155. 2006.

ROGER, M., BONNARDEL, N., LE BIGOT, L. Landmarks' use in speech map navigation tasks. **Journal of Environmental Psychology**, 31(2), 192-199. 2011.

ROSS, T.; BURNETT, G. E. Evaluating the human-machine interface to vehicle navigation systems as an example of ubiquitous computing. **International Journal of Human-Computer Studies, USA**. Academic Press. vol. 55, p. 661-674. May 2001.

ROSS, T.; VAUGHAN, G.; ENGERT, A.; PETERS, H.; BURNETT, G. E.; MAY, A. J. Human factors guidelines for information presentation by route guidance and navigation systems (**DRIVE II V2008 HARDIE, Deliverable 19**). Loughborough, UK: HUSAT Research Institute. 1995.

SAMMAN, S. N.; STANNEY, K. M. Multimodal Interaction. In: KARWOWSKI, W. **International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors**. 2 ed. University of Louisville, Kentucky, USA: Taylor & Francis, p.1202-1206. 2006.

SARTER, N. B. Multimodal information presentation: Design guidance and research challenges. **International journal of industrial ergonomics**, 36(5), 439-445. 2006.

WU, C.-F., HUANG, W.-F., WU, T.-C. A study on the design of voice navigation of car navigation system. In: **Proceedings of the 13th International Conference on Human-Computer Interaction**. Part III. Ubiquitous and Intelligent Interaction. 2009.