

# PROJETO CARTOGRÁFICO DE SISTEMA DE NAVEGAÇÃO E GUIA DE ROTA EM AUTOMÓVEL COM PONTOS DE REFERÊNCIA DE ALTA ICONICIDADE

*Cartographic Design of In-Car Navigation System and Route Guidance with Landmarks of High Iconicity*

**Edmur Azevedo Pugliesi<sup>1</sup>**  
**Mônica Modesta Santos Decanini<sup>2</sup>**

**<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista – UNESP**  
**Pós-Graduação em Ciências Cartográficas – PGCC**  
Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, SP, Brasil, CEP 19060-900  
edmur\_pugliesi@hotmail.com

**<sup>2</sup>Universidade Estadual Paulista – UNESP**  
**Departamento de Cartografia**  
Rua Roberto Simonsen, 305, Presidente Prudente, SP, Brasil, CEP 19060-900  
monca@fct.unesp.br

## RESUMO

Resultados de pesquisas anteriores indicam que os motoristas preferem sistemas de navegação e guias de rota em automóvel (SNGRA) com símbolos de pontos de referência, quando estão em ambientes urbanos desconhecidos. Esses tipos de representações podem ser apresentados ao motorista em variados níveis de iconicidade. Os símbolos de alto nível de iconicidade podem contribuir para o desenvolvimento do mapa cognitivo do motorista, devido ao elevado grau de similaridade com os objetos do mundo real. Assim, o objetivo deste trabalho é projetar e produzir representações cartográficas de alta iconicidade de pontos de referência, para auxiliar motoristas em tarefas de manutenção em rota. A etapa de projeto cartográfico trata da determinação das variáveis interdependentes e da seleção de pontos de referência relevantes para auxiliar manobras e manutenção ao longo dos trechos de rota. A segunda etapa aborda a produção cartográfica por meio da construção da interface visual, do tratamento gráfico dos símbolos e da implementação dos mesmos no sistema de navegação. Futuros trabalhos deveriam construir símbolos de pontos de referência de diferentes níveis de iconicidade, e avaliar a eficiência e a eficácia dessas representações.

**Palavras chaves:** Projeto e Produção Cartográfica, Pontos de Referência, Sistema de Navegação, Manutenção em Rota.

## ABSTRACT

Results from previous researches point out that drivers prefer in-car navigation systems and route guidance with landmarks symbols, when they are in unfamiliar areas. These kinds of representations can be presented to the driver according to different iconicity levels. The symbols of high iconicity level might help the development of driver's cognitive map, due to the high level of similarity with objects of the real world. The aim of this work is to design and produce cartographic representations of high iconicity landmarks, in order to help drivers in route following tasks. In the cartographic design the independent variables are defined, which includes the selection of salient landmarks for helping to turn and following each route segment. The second stage reports the cartographic production by means of the development of a visual interface, the symbol production, and the implementation in the system. Future studies should develop landmark symbols with different iconicity levels; as well evaluate the efficiency and effectiveness of these representations.

**Keywords:** Map Design and Production, Landmarks, Navigation System, Route Following.

## 1. INTRODUÇÃO

A decisão de pesquisar o uso de pontos de

referência em sistemas de navegação leva em consideração a constatação de que os sistemas dessa natureza deveriam incluir informações que estão

contidas nas representações internas dos motoristas, isto é, em seus mapas cognitivos (BURNETT, 1998). Pesquisas mostram que a maioria dos motoristas prefere sistemas de navegação que apresentam pontos de referência para auxílio à orientação de manobras e manutenção em trechos de rota (BURNETT, 1998; BURNETT, 2000; LABIALE, 2001; ROSS, *et al.*, 2004; PUGLIESI, 2007). Quanto à forma de representação de pontos de referência em sistemas de navegação para apoio à manutenção em rota, Burnett (1998) estudou a preferência subjetiva por representações abstratas, enquanto Labiale (2001) investigou símbolos pictóricos genéricos e Pugliesi (2007) testou representações cartográficas com símbolos de pontos de referência de alta iconicidade, acompanhados de seta de orientação de manobras sobre a junção.

Dentro disso, este trabalho apresenta o projeto e a produção de representações cartográficas de alta iconicidade de pontos de referência, para navegação em automóvel, com ênfase à manutenção em rota. Pretende-se assim, aproximar a representação cartográfica do sistema de navegação com a realidade do motorista, a fim de contribuir para o desenvolvimento do mapa cognitivo do motorista.

O presente trabalho está dividido em duas partes. A primeira trata do projeto cartográfico, ao qual foi incluída a seleção dos pontos de referência para auxílio à navegação em ambientes urbanos desconhecidos. A segunda constitui-se da produção cartográfica, em que se descreve a construção da interface visual básica, o tratamento gráfico de símbolos verossimilhantes e vero-simplificados, e a inserção dos mesmos no sistema de navegação.

## 2. PONTOS DE REFERÊNCIA: SELEÇÃO E REPRESENTAÇÃO

### 2.1 Determinação de pontos de referência

A representação da informação espacial consiste de pontos, linhas, áreas e superfícies (GOLLEDGE, 1999), as quais estão relacionadas com as características do espaço urbano, determinadas por Kevin Lynch (1960) como um conjunto básico de cinco elementos: vias, limites, zonas, pontos nodais e pontos de referência. De acordo com Golledge (1999), durante o processo de manutenção em rota, os pontos de referência favorecem o desenvolvimento do mapeamento cognitivo humano, e geralmente são notados e lembrados porque dominam visualmente, por sua forma e estrutura, ou por causa da importância sócio-cultural (APPLEYARD, 1969 *apud* GOLLEDGE, 1999). Diversas pesquisas têm indicado sua importância nas tarefas da navegação humana (BOARD, 1978; ALLEN, 1999; GÄRLING 1999; STERN e PORTUGALI 1999; GOLLEDGE, 1999; SORROWS e HIRTLE, 1999; BURNETT, 1998; BURNETT, 2000; LABIALE, 2001; LEE *et al.*, 2001, RAUBAL e WINTER, 2002).

A seleção de pontos de referência para auxílio à navegação pode ocorrer por meio dos fatores que os identificam como referências. Sorrows e Hirtle (1999) propuseram a seguinte classificação para os pontos de referência, determinados por Lynch (1960): visual, cognitiva / semântica e estrutural. A fim de enriquecer as instruções de navegação, a partir do uso de pontos de referência, Raubal e Winter (2002) utilizaram a classificação dos pontos de referência de Sorrows e Hirtle (1999), e determinaram propriedades que identificam a relevância de cada um. Uma outra abordagem de seleção de pontos de referência, determinada por Burnett (1998), leva em consideração que a carga de trabalho gerada pelo processamento da informação de navegação em automóvel deve ser mínima. Esse estudo empírico permitiu estabelecer um conjunto de atributos relevantes, os quais deveriam ser considerados quando se escolhe pontos de referência para um sistema de navegação (BURNETT, 1998):

#### Detecção do ponto de referência:

- *Permanência:* um ponto de referência permanente, provavelmente, não se move de lugar;
- *Visibilidade:* se o observador estiver olhando em sua direção, um ponto de referência visível é fácil de ver, a partir de uma determinada distância;
- *Notabilidade:* um ponto de referência notável prenderá a atenção, mesmo que o observador não esteja olhando especificamente em sua direção;
- *Previsibilidade em localização:* um ponto de referência com localização previsível é fácil de encontrar, porque é simples saber onde olhar para localizar, como por exemplo, é o caso dos postes de iluminação que, geralmente, se encontram nos passeios públicos;
- *Desobstrução:* um ponto de referência altamente desobstruído, geralmente, não está escondido por outros objetos, tais como caminhões e caçambas.

#### Identificação do ponto de referência:

- *Familiaridade:* o ponto de referência é familiar e conhecido, como por exemplo, a logomarca de uma rede de supermercados;
- *Previsibilidade em aparência:* se um ponto de referência tem aparência previsível, se torna fácil prever sua aparência (por exemplo: igrejas católicas, postos de combustíveis, semáforos, etc.);
- *Unicidade:* se o ponto de referência é único, não haverá diferentes tipos do mesmo elemento, similares em aparência (por exemplo: uma estação ferroviária central);
- *Grau de separação:* um ponto de referência com alto grau de separação não permanece próximo de outros da mesma classe (por exemplo: estações do metrô).

Integração dos pontos de referência com a configuração da rede viária:

- *Importância da localização e da compacidade:* permite que o motorista associe um determinado ponto de referência com o ambiente em que o mesmo se encontra. Para auxiliar a realização de manobras, um ponto de referência tem localização

importante quando se encontra relacionado com cantos de quadra. Um elemento com alto grau de compacidade permite que o mesmo seja relacionado com uma manobra específica.

## 2.2 Tratamento gráfico da figura imitativa

A representação de símbolos cartográficos pode ocorrer por meio de diferentes graus de iconicidade e, portanto, pode variar da forma arbitrária a mimética (ROBINSON *et al.*, 1984; MACEACHREN, 1995). Assim, a representação de pontos de referência para auxílio à manutenção em rota nos sistemas de navegação pode ocorrer por meio de diferentes graus de iconicidade. No que concerne à construção dos símbolos, Horton (1996) apresenta cinco diferentes categorias de detalhe e realismo para simbolizar um objeto: fotografia, desenho (verossimilhança), caricatura (estilização), contorno (simplificação) e silhueta (simplificação) (Fig. 1).



Fig. 1 - Tratamento gráfico da figura imitativa. Fonte: adaptado de Horton (1996).

Segundo Lessa (1995), o processo de construção de um símbolo, a partir de um determinado objeto, pode ser realizado de três maneiras: a seleção fiel de tudo que é aparente (verossimilhança), a seleção daquilo que é essencial (simplificação), a seleção e a alteração de traços particulares (estilização). Entretanto, Lessa (1995) afirma que sempre haverá certo grau de verossimilhança nas figuras imitativas simplificadas ou estilizadas, e que o potencial de representação dos objetos poderá variar de baixo a alto, conforme seu grau de complexidade no mundo real (Fig. 2).

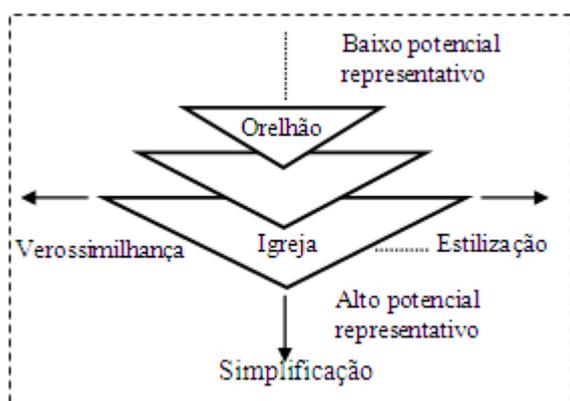


Fig. 2 - Potencial de representação dos objetos. Fonte: adaptado de Lessa (1995).

## 3. PROJETO E PRODUÇÃO CARTOGRÁFICA DO SNGRA

### 3.1 Projeto Cartográfico

Na fase da elaboração do projeto cartográfico, determinaram-se um conjunto de variáveis interdependentes (KEATES, 1989; DECANINI e IMAI, 2001) conforme seqüência apresentada:

- *Propósito do mapa*: auxiliar o motorista a realizar manutenção em rota, tanto para orientar a direção da manobras quanto para manter-se ao longo dos trechos da rota;

- *Área geográfica de estudo*: a cidade de Álvares Machado, estado de São Paulo, foi selecionada para a realização do presente estudo pelas seguintes razões: proximidade com a cidade de Presidente Prudente, fator favorável, pois exigiu diversas visitas em campo; disponibilidade de uma base cartográfica vetorial de vias com boa precisão, fator relevante para navegação em automóvel;

- *Forma de apresentação*: utilizou-se um monitor de navegação (XENARC LCD 700-TSV) para projetar o sistema. A escolha deste modelo se deve ao fato de possuir pequena dimensão, além de ser apropriado para instalação em automóvel e poder ser conectado em um computador com placa de vídeo de alta resolução;

- *Seleção e organização da informação*: as informações de auxílio ao motorista são apresentadas no Quadro 1, conforme o tipo de tarefa de navegação (manobra e manutenção ao longo dos trechos de rota); hierarquia e categoria de representação cartográfica. A seleção dos pontos de referência está descrita no item seguinte.

QUADRO 1 – HIERARQUIA DOS ELEMENTOS DE INFORMAÇÃO

Tarefa de navegação	Hierarquia	Elementos de informação	Categoria
Manobra / manutenção em trecho de rota	1ª	Automóvel e rota	Tema
	2ª	Seta e ponto de referência	Tema
	3ª	Eixo viário	Base cartográfica
	4ª	Textos	Informação marginal

- *Escala*: a escala do mapa foi determinada em função da legibilidade da informação. Para determiná-la, consideraram-se as dimensões das quadras da cidade e dos comprimentos de alguns trechos de vias. Estas quadras foram representadas na tela do monitor de navegação e o comprimento aproximado obtido na área central variou de 90 a 150 metros, enquanto na periferia da cidade chegou a 170 metros. Outro fator envolvido na determinação da escala do mapa foi o limite de

velocidade nas vias da rota selecionada, o qual é de 40 km/h, com exceção de dois trechos em que o limite chega a 60 km/h. Pelo fato das velocidades serem relativamente baixas, pôde-se determinar uma escala relativamente grande para representar poucas quadras na tela do monitor e, conseqüentemente, obter um mapa com quantidade de informação suficiente para informar direção de manobra, localização e contexto espacial. Entretanto, a interface gráfica da tela do monitor de navegação se apresenta um pouco achatada no eixo vertical. Este fato ocorre em razão da proporção da tela do monitor de navegação (16:9) ser diferente da proporção da tela do monitor do *notebook* utilizado (4:3). Logo, para representar cerca de duas quadras e meia na área central da cidade, no eixo vertical da tela, determinaram-se duas escalas: uma para o eixo horizontal (1:2700) e outra para o eixo vertical (1:3400);

- *Sistema de coordenadas e sistema de referência:* para a área urbana da cidade optou-se pelo sistema de coordenadas UTM (*Universal Transversal of Mercator*) e o sistema de referência WGS84.

### 3. 2 Seleção e classificação dos pontos de referência

O critério de seleção de cada ponto de referência foi baseado na atratividade visual, cognitiva / semântica e estrutural, proposta por Sorrows e Hirtle (1999), nas propriedades formais desenvolvidas por Raubal e Winter (2002), e no ponto de vista do motorista durante a manutenção na rota, conforme sugestão de Lee *et al.* (2001). Além disso, consideraram-se os atributos para o estágio de detecção e identificação do ponto de referência, bem como para o estágio de integração dos pontos de referência com os caminhos, estabelecidos por Burnett (1998).

As etapas envolvidas no levantamento dos elementos de informação foram: (a) reconhecimento preliminar da área de interesse, (b) levantamento fotográfico preliminar e análise das fotografias e, (c) levantamento fotográfico final.

A primeira etapa foi reconhecer a área de interesse. Localizaram-se os pontos de referência

potenciais, as concentrações urbanas com maior densidade de ocupação, as características das vias da cidade, as vias periféricas e centrais, os vários tipos de cruzamentos de vias, bem como a relação de vias pavimentadas.

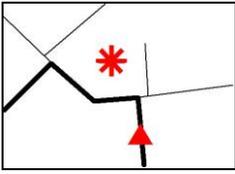
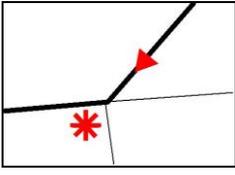
Na segunda etapa, realizou-se um levantamento fotográfico preliminar de diversos pontos de referência, em algumas vias da cidade em que as áreas possuíam maior densidade de ocupação. Para tanto, foi utilizada uma câmera digital Sony W5. As fotografias foram tomadas conforme o ponto de vista do motorista, durante a navegação, e posteriormente examinadas em programa de exibição de imagens. O horário de tomada das fotografias foi aproximadamente ao meio-dia, do mês de janeiro, com pouca interferência de sombras.

Fizeram-se novas visitas em campo e fotografaram-se outros objetos potenciais, através de um processo interativo. Considerando-se os critérios apresentados (BURNETT, 1998; SORROWS e HIRTLE, 1999; RAUBAL e WINTER, 2002), selecionou-se os pontos de referência importantes para um motorista localizar-se no espaço e ser apoiado nas decisões de manobras e manutenção ao longo dos trechos da rota.

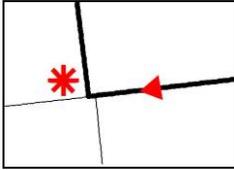
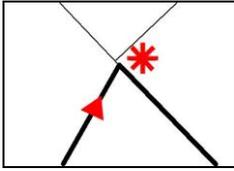
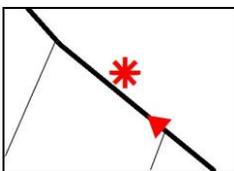
A classificação atribuída aos pontos segue as categorias de Burnett (1998), Sorrows e Hirtle (1999) e Raubal e Winter (2002), a qual foi concretizada após observações em campo e estudo das fotografias. Os pontos de referência foram classificados de acordo com as categorias visual, cognitiva e estrutural, bem como os estágios de processamento da informação.

Os resultados obtidos a partir da análise de um subconjunto de pontos de referência, selecionados em uma rota teste, são apresentados nos Quadros 2, 3 e 4. Esses objetos foram os que mais se destacaram da paisagem, considerando-se a localização e o sentido de deslocamento do automóvel, conforme esquemas apresentados nos quadros (automóvel = seta; ponto de referência = asterisco; rota = linha espessa).

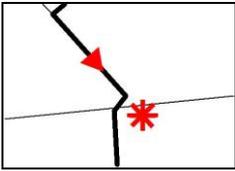
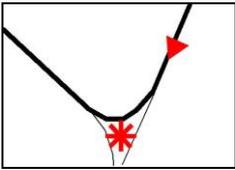
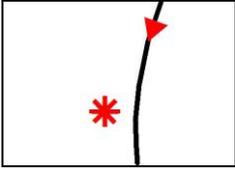
QUADRO 2 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS DE REFERÊNCIA COM ALTO POTENCIAL REPRESENTATIVO

Tarefa de navegação	Ponto de referência	Localização	Categorias e atributos
Manobra			<p><b>Visual:</b> forma, cor e visibilidade.  <b>Cognitiva:</b> importância histórica e cultural.  <b>Detecção:</b> permanência e visibilidade.  <b>Identificação:</b> unicidade.  <b>Integração:</b> importância da localização.</p>
Manobra			<p><b>Visual:</b> forma, cor e visibilidade.  <b>Detecção:</b> permanência, visibilidade e desobstrução.  <b>Identificação:</b> unicidade.  <b>Integração:</b> importância da localização e compacidade.</p>

QUADRO 3 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS DE REFERÊNCIA COM MÉDIO POTENCIAL REPRESENTATIVO

Tarefa de navegação	Ponto de referência	Localização	Categorias e atributos
Manobra	<p>Mercado</p> 		<p><b>Visual:</b> área da fachada, visibilidade e cor.  <b>Detecção:</b> permanência, visibilidade e desobstrução.  <b>Integração:</b> importância da localização.</p>
Manobra			<p><b>Visual:</b> área da fachada, forma, cor, visibilidade e textura.  <b>Detecção:</b> permanência, visibilidade previsibilidade em localização e desobstrução.  <b>Identificação:</b> previsibilidade em aparência e unicidade.  <b>Integração:</b> importância da localização.</p>
Manutenção ao longo dos trechos de rota	<p>Caixa de água</p> 		<p><b>Visual:</b> forma, cor e visibilidade.  <b>Detecção:</b> permanência, previsibilidade em localização, visibilidade e desobstrução.  <b>Identificação:</b> familiaridade, previsibilidade em aparência, unicidade e grau de separação.</p>

QUADRO 4 – LOCALIZAÇÃO E CLASSIFICAÇÃO DOS PONTOS DE REFERÊNCIA COM BAIXO POTENCIAL REPRESENTATIVO

Tarefa de navegação	Ponto de referência	Localização	Categorias e atributos
Manobra	<p>Semáforo</p> 		<p><b>Visual:</b> visibilidade.  <b>Estrutural:</b> ponto nodal.  <b>Detecção:</b> permanência, visibilidade, previsibilidade em localização e desobstrução.  <b>Identificação:</b> familiaridade, previsibilidade em aparência e unicidade.  <b>Integração:</b> importância da localização.</p>
Manobra	<p>Ponto de ônibus</p> 		<p><b>Visual:</b> forma, cor e visibilidade.  <b>Detecção:</b> permanência, previsibilidade em localização, visibilidade e desobstrução.  <b>Identificação:</b> familiaridade, previsibilidade em aparência, unicidade e grau de separação.</p>
Manutenção ao longo dos trechos de rota	<p>Posto de combustível</p> 		<p><b>Visual:</b> área da fachada, forma, cor e visibilidade.  <b>Detecção:</b> permanência, visibilidade e desobstrução.  <b>Identificação:</b> familiaridade, previsibilidade em aparência, unicidade.</p>

## 2.3 Produção Cartográfica do Sistema

### 2.3.1 Interface Visual Básica

O processo de criação da interface visual básica do sistema de navegação envolveu a organização dos elementos da janela principal do sistema, com

exceção do mapa. A fim de criar uma composição visual que pudesse enfatizar as informações de localização e direção de manobra, consideraram-se os seguintes elementos básicos de organização da percepção visual: o contraste de valor, contraste de cor, processo de leitura da informação visual no ocidente (da esquerda para a direita), bem como o diagrama de sensibilidade

retinal (DENT, 1993; MACEACHREN, 1995; FRUTIGER, 2001; DONDIS, 2003).

Desenvolveu-se a interface visual básica do SNGRA no compilador Microsoft Visual Basic (Fig. 3). Quanto à barra de título (tarja superior e horizontal), empregou-se o esquema de cor prateado, disponível nas propriedades de vídeo do sistema operacional Windows XP, com variação de brilho do cinza escuro (RGB = 178) até o branco, de cima para baixo, respectivamente. Pretendeu-se utilizar um esquema de cor que não se sobressaísse à informação cartográfica, e pudesse favorecer um processo de atenção para as representações do mapa, durante a navegação. A barra do texto que informa o nome da via (Via atual) permaneceu na cor cinza (RGB = 227), da mesma forma que a barra de ferramentas (botões localizados à direita) (RGB = 231,231,214). O nome da via em que o automóvel se encontra permaneceu localizado no canto inferior esquerdo para minimizar possíveis interferências na leitura do mapa.

A barra de ferramentas do sistema desaparece no momento em que é realizada a conexão com o GPS (primeiro ícone, de cima para baixo – Fig. 3), ou a simulação de uma rota percorrida (terceiro ícone). Neste momento, a mesma passa a ser substituída por um pequeno botão na cor cinza, o qual permanece localizado no canto superior direito (abaixo do ícone geral de encerramento da aplicação) (Fig. 4). Sendo assim, a interface visual básica contou com uma quantidade mínima de elementos, com cores que recuam aos olhos.

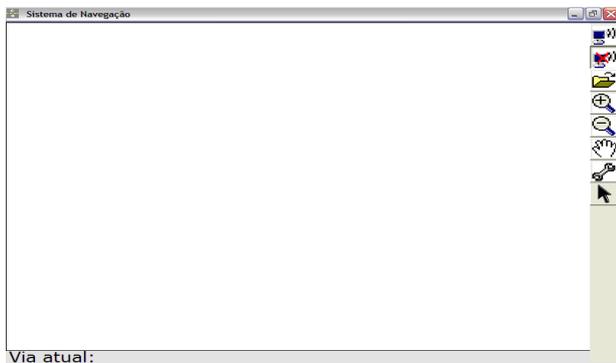


Fig. 3 - Interface visual básica do sistema com a barra de ferramentas exibida.



Fig. 4 - Interface visual básica do sistema com a barra de ferramentas oculta.

### 2.2.3 Tratamento gráfico dos pontos de referência

Com exceção dos pontos de referência de logomarcas de empresas, como agência bancária e posto de combustível, realizou-se a concepção dos símbolos por meio do processo de seleção de detalhes e produção de representações verossimilhantes e verossimplificadas, conforme procedimentos de tratamento gráfico da figura imitativa apresentados por Lessa (1995) e Horton (1996). Além disso, consideraram-se as constatações de Forrest e Castner (1985), bem como as de Blok (1987), quanto à dimensão do símbolo pictórico (altura e largura), para garantir sua legibilidade no mapa.

No processo de construção dos símbolos, considerou-se o fator perspectiva, de acordo com o ponto de vista do motorista na via, conforme sugestão de LEE *et al.* (2001). Considerando-se a localização do motorista, no momento em que o objeto foi registrado com a câmera, alguns pontos de referência se apresentavam parcialmente escondidos por árvores e veículos. Para resolver este problema, durante a construção dos símbolos cartográficos, foi necessário fazer novas visitas em campo.

Os símbolos dos pontos de referência foram construídos em duas etapas sequenciais: produção em ambiente CAD (Computer Aided Design) e migração do desenho para o ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica). Na primeira etapa, as tarefas de construção foram: (a) simplificação; (b) georreferenciamento e redimensionamento e; (c) rotação do símbolo para ser visto de acordo com o sentido da rota.

Na tarefa de tratamento gráfico da figura imitativa, cada símbolo foi vetorizado individualmente sobre a fotografia, no CAD Microstation. Utilizaram-se as ferramentas básicas de construção de linha com formação de polígono, agrupamento de polígonos e representação preliminar dos símbolos por meio da aplicação de cores correspondentes às dos pontos de referência. A representação preliminar foi feita com o auxílio das ferramentas *pan* e *zoom*, observando-se os mesmos, em dimensão reduzida, na tela do monitor. Por meio de um processo interativo, a simplificação de cada símbolo passou por várias etapas de edição até alcançar forte grau de verossimilhança com o ponto de referência. Foram necessárias várias etapas de generalização, a fim de manter a legibilidade do símbolo no monitor e ao mesmo tempo o grau de verossimilhança com o ponto de referência.

Quanto à tarefa de georreferenciamento e redimensionamento, ainda no CAD, inseriu-se cada símbolo sobre a base cartográfica vetorial de vias (referência de contexto espacial), posicionando-o do lado da manobra (como informação de apoio à realização da manobra e contexto espacial), ou do lado do trecho da rota (como informação de contexto espacial). No processo de redimensionamento do símbolo utilizou-se a ferramenta de mudança de escala, e na tarefa de rotação do símbolo, empregou-se a ferramenta de rotação nos eixos x e y, a fim de ajustá-lo

ao sentido da rota, de acordo com o ponto de vista do motorista, durante a navegação.

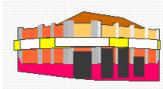
A migração do símbolo para o ambiente SIG foi necessária para sua representação cartográfica (*rendering*) na biblioteca de objetos de mapa MapObjects com o compilador Microsoft Visual Basic. Realizou-se a segunda etapa de acordo com as tarefas de: (a) conversão de formato CAD para formato *coverage* / ArcInfo; (b) validação topológica do símbolo; (c) aplicação de valores de atributos de cor para cada polígono que compõe o símbolo e; (d) conversão de formato *coverage* para *Shapefile*.

No ArcInfo, converteu-se cada símbolo do formato CAD para *coverage* / ArcInfo. Aplicou-se correção topológica para garantir o fechamento e a adjacência dos polígonos que compõem o símbolo, em sua forma simplificada. Adicionou-se um atributo chamado COR, de formato texto, à tabela do tema correspondente ao símbolo e, para cada polígono, editou-se os valores do atributo com o nome da cor correspondente (por exemplo, atribuiu-se o texto “vermelho claro” para os polígonos cujas partes correspondentes do ponto de referência possuem a cor

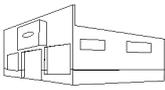
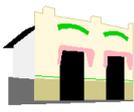
parecida com o vermelho claro).

O resultado é um conjunto de símbolos de pontos de referência obtidos a partir de objetos com diferentes potenciais de representatividade (Quadro 5, Quadro 6 e Quadro 7). O símbolo vero-simplificado apresenta o resultado de uma simplificação que, embora reduzido a um menor número de unidades, mantém a similaridade com o ponto de referência no mundo real. No Quadro 5 tem-se a fotografia e os produtos resultantes das etapas do processo de simplificação dos símbolos provenientes de objetos com alto potencial representativo. O Quadro 6 apresenta os símbolos dos pontos de média complexidade e, consequentemente, com médio potencial representativo, respectivamente. O Quadro 7 mostra os símbolos produzidos a partir de pontos de referência com baixo potencial representativo. É importante notar que, geralmente, os prédios públicos possuem uma estrutura visual mais complexa do que um semáforo e, portanto, podem apresentar um maior número de representações possíveis. Esta razão exigiu um maior número de etapas no processo de simplificação progressiva.

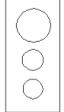
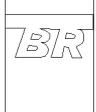
QUADRO 5 – SÍMBOLOS RESULTANTES DE OBJETOS DE ALTO POTENCIAL REPRESENTATIVO

Fotografia	Vetorizado	Verossimilhante	Vero-simplificado
Loja comercial 			
Prefeitura 			

QUADRO 6 – SÍMBOLOS RESULTANTES DE OBJETOS DE MÉDIO POTENCIAL REPRESENTATIVO

Fotografia	Vetorizado	Vero-simplificado
Mercado 		
Mercearia 		
Caixa de água 		

QUADRO 7 – SÍMBOLOS RESULTANTES DE OBJETOS DE BAIXO POTENCIAL REPRESENTATIVO

Fotografia	Vetorizado	Vero-simplificado
Semáforo 		
Ponto de ônibus 		
Posto de combustível 		

### 2.3.2 Representações Cartográficas no SNGRA

O desenvolvimento do sistema foi realizado no compilador Microsoft Visual Basic com a biblioteca de mapas ESRI MapObjets. Produziu-se o mapa com base nos princípios e técnicas de agrupamento perceptivo e segregação de figura e fundo (ROBINSON *et al* 1984; SHARPE, 1974 apud DENT, 1993; FORREST e CASTNER, 1985; DENT, 1993; MACEACHREN, 1994; MACEACHREN, 1995; SLOCUM, 1999; FRUTIGER, 2001; GOMES FILHO, 2002; GRANHA, 2002; DONDIS, 2003), e na estrutura do diagrama de sensibilidade retinal para a escolha das cores (WADE e SWANSTON, 1991 *apud* MacEachren, 1995).

Os símbolos de ponto de referência foram inseridos no ambiente de programação utilizando-se as propriedades e funções dos objetos de representação de mapa (*renderização*) (Fig. 5 a Fig. 12). Traçou-se um contorno de cor cinza (RGB = 64) em cada símbolo, a fim de auxiliar o processo de formação de figura, segregando-o de seu fundo branco. Padronizou-se o esquema de cores das representações de automóvel, seta de manobra, rota e eixo viário da seguinte maneira: o símbolo de automóvel e seta permaneceram na cor vermelha (RGB = 255,0,0), a fim de avançar aos olhos e ser percebido fácil e rapidamente para informar a localização do motorista ao longo da via e a direção de manobra, respectivamente. Para a rota e o eixo viário selecionou-se a cor preta, porque apresenta alto contraste com o fundo branco, diferindo apenas na espessura da linha. Além disso, ao redor das setas de manobras foram desenhadas linhas na cor preta para facilitar a segregação com o fundo e criar sensação de continuidade da rota.

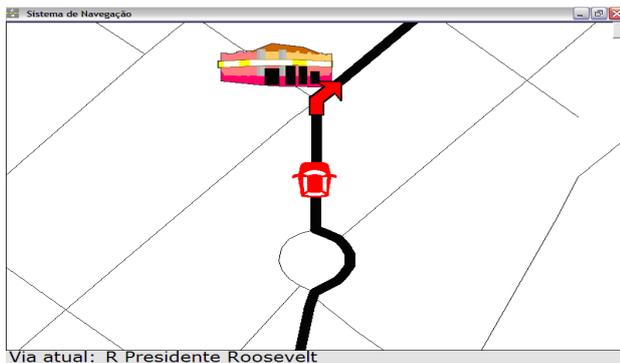


Fig. 5 – Representação cartográfica com símbolo de alto potencial representativo – loja comercial.

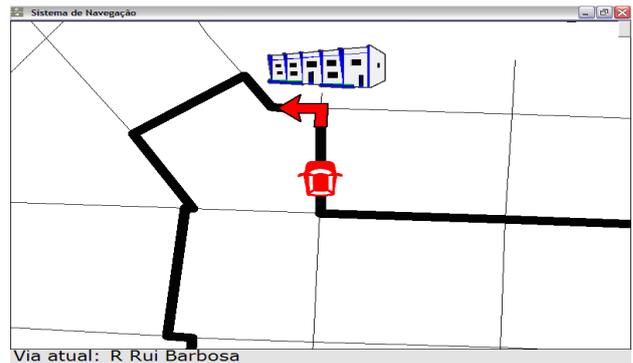


Fig. 6 – Representação cartográfica com símbolo de alto potencial representativo – edifício público.

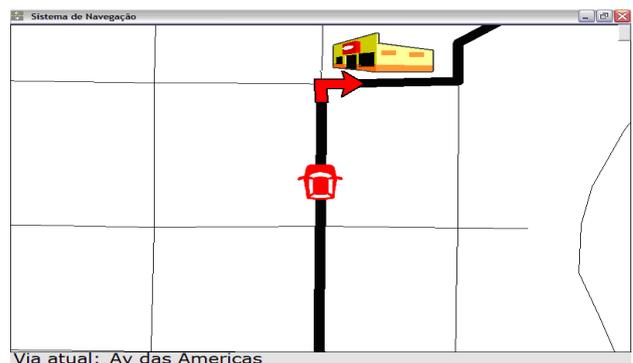


Fig. 7 – Representação cartográfica com símbolo de médio potencial representativo – supermercado.

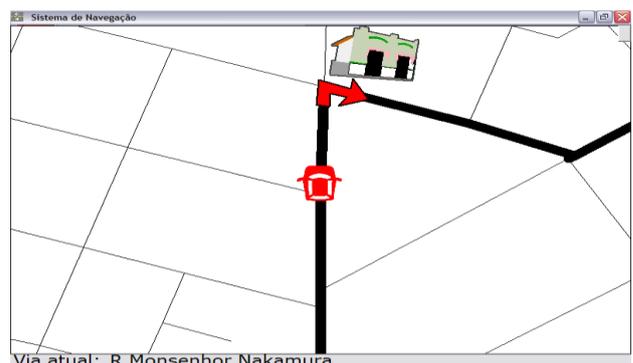


Fig. 8 – Representação cartográfica com símbolo de médio potencial representativo – mercearia.

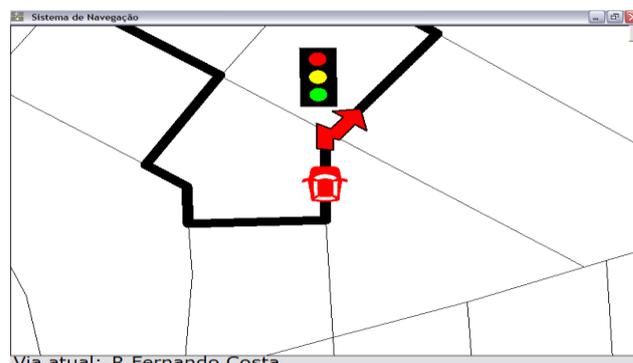


Fig. 9 – Representação cartográfica com símbolo de baixo potencial representativo – semáforo.

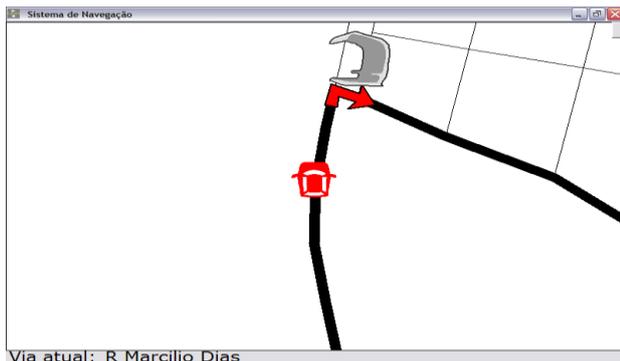


Fig. 10 – Representação cartográfica com símbolo de baixo potencial representativo – ponto de ônibus.

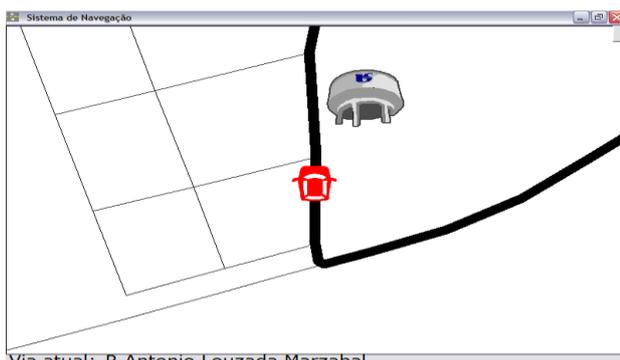


Fig. 11 – Representação para manutenção no trecho de rota – caixa de água.

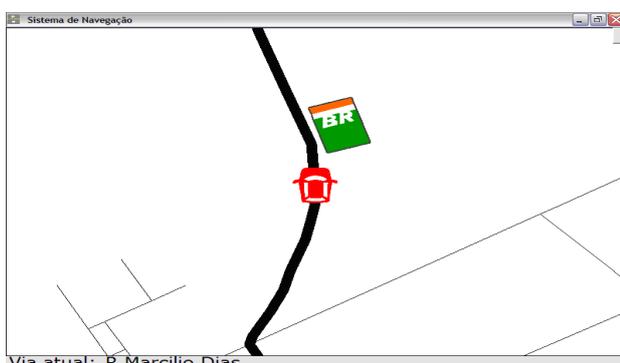


Fig.12 – Representação para manutenção no trecho de rota – posto de combustível.

### 3. DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conforme resultados de pesquisas anteriores, foi constatado que a maioria dos motoristas prefere sistemas de navegação que apresentam pontos de referência, para direção em ambientes urbanos desconhecidos. Considerando-se a relevância da aplicação de pontos de referência em sistemas de navegação, o presente trabalho tratou do projeto e construção de representações cartográficas com símbolos de alta iconicidade, a fim de apoiar as tarefas de manutenção em rota. Pretendeu-se aproximar a representação cartográfica do sistema de navegação com a realidade do motorista, a fim de contribuir para o desenvolvimento de seu mapa cognitivo. O resultado obtido foi um conjunto de representações cartográficas,

as quais foram projetadas com base nos princípios e técnicas de agrupamento perceptivo e segregação de figura e fundo, bem como na estrutura do diagrama de sensibilidade retinal, para a escolha das cores.

É importante destacar que a qualidade das fotografias dos pontos de referência dependeu de alguns fatores, como a época do ano (preferencialmente em dias mais longos) e o horário do registro fotográfico (com pouca formação de sombras). Pelo fato das fotografias terem sido obtidas no mês de janeiro e aproximadamente ao meio-dia, as mesmas apresentaram boa qualidade. A posição geográfica da cidade, em aproximadamente, 22° S e 51° W de latitude e longitude, respectivamente, se mostrou favorável à obtenção das fotografias.

A produção gráfica dos símbolos a partir dos objetos de médio e baixo potencial representativo, principalmente das logomarcas, se apresentou fácil de desenhar. A partir dos resultados obtidos de testes em ambiente simulado, realizado por Pugliesi (2007), foi constatado que os símbolos icônicos se apresentaram legíveis e com alto grau de similaridade com os objetos correspondentes no mundo real, fatores que permitiram ao motorista fácil associação com o contexto espacial, quando dirigiam.

Algumas desvantagens no processo de tratamento gráfico dos símbolos foram: a construção dos símbolos de objetos com alto potencial representativo foi morosa e exigiu atenção na seleção dos detalhes relevantes; houve relativa dificuldade no processo de desenho de determinados símbolos em que a presença de elementos da paisagem ou de veículos causou ruído na interpretação das formas que compunham o objeto; as tarefas de georreferenciamento, escalonamento, e preparação dos símbolos de alta iconicidade em ambiente CAD e SIG exigiram relevante trabalho, pelo fato de demandar uma série de processamentos.

Recomenda-se que futuros estudos avaliem a eficiência e a eficácia de símbolos de pontos de referência de diferentes graus de iconicidade, junto a grupos de motoristas. Em relação à eficiência sugere-se testar a demanda visual e a carga de trabalho percebida, e em relação à eficácia testar os erros navegacionais, conforme procedimentos utilizados por Hart e Staveland (1988), Ross *et al.* (1995), Burnett (1998) e Labiale (2001). Para tanto, sugere-se a construção de símbolos de pontos de referência com variação no grau de iconicidade, como alto, médio e baixo, mantendo-se as considerações do presente estudo em relação ao potencial de representatividade.

### AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de estudo concedida para a realização da pesquisa; à FAPESP (Processo nº. 04/15476-1) e à professora Dra. Arlete Aparecida Correa Meneguette pela aquisição do monitor de navegação; ao Mestrando Luciano Aparecido Barbosa pelo auxílio na produção dos símbolos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, G. Spatial Abilities, Cognitive Maps, and Wayfinding - Bases for Individual Differences in Spatial Cognition and Behavior. In: Golledge, R. (Ed.), **Wayfinding Behavior - Cognitive Mapping and Other Spatial Processes**, Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 46-80. 1999.
- BLOK, C. Testing symbols on a Dutch Tourist Map, Scale 1:50000. Enshede: **ITC Journal**. 1987.
- BOARD C. Map Reading Tasks Appropriate in Experimental Studies in Cartographic Communication. **The Canadian Cartographic**, v. 15, n. 10, p.32, p. 1-12. 1978.
- BURNETT, G. E. "Turn right at the King's Head": Drivers' requirements for route guidance information. **Tese de Doutorado**, Loughborough University, UK. 1998.
- BURNETT, G. E. Turn right at the traffic lights? The requirement for landmarks in vehicle navigation systems, **The Journal of Navigation**, v. 53(3), p. 499-510. 2000.
- BURNETT, G.E. Usable vehicle navigation systems: Are we there yet?, **Vehicle Electronic Systems 2000 - European conference and exhibition**, ERA Technology Ltd, 29-30 June 2000, pp. 3.1.1-3.1.11, ISBN 0 7008 0695 4. 2000.
- DECANINI, M. M. S.; IMAI, N. N. Mapeamento na Bacia do Alto Paraguai: Projeto e Produção Cartográfica. **Revista Brasileira de Cartografia**, p. 65-75, 2001.
- DENT, B. D. **Cartography: Thematic Map Design**. 3 ed. Dubuque: Wm. C. Brown Publishers, 1993.
- DONDIS, Donis A. **Sintaxe da linguagem visual**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- FORREST, D., CASTNER, H. W. The Design and Perception of Point Symbols for Tourist Maps. **The Cartographic Journal**. v.22, p.11-19, 1985.
- FRUTIGER, A. **Sinais e Símbolos: Desenho, Projeto e Significado**. 2 ed. Martins Fontes, 2001.
- GÄRLING, T. Human Information Processing in Sequential Spatial Choice. In: Golledge, R. (Ed.), **Wayfinding Behavior - Cognitive Mapping and Other Spatial Processes**, Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 81-98. 1999.
- GOLLEDGE, R.: Human Wayfinding and Cognitive Maps. In: Golledge, R. (Ed.), **Wayfinding Behavior - Cognitive Mapping and Other Spatial Processes**, Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 5-45. 1999.
- GOMES FILHO, J. **Gestalt do Objeto: Sistema de Leitura Visual da Forma**. São Paulo: Escrituras Editora. 2000.
- HART, S.G.; STAVELAND, L.E. Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results and theoretical research. In P.A. Hancock & N. Meshkati (Eds.), **Human mental workload** (p. 139-183). Amsterdam: Elsevier Science Publishers B.V. 1988.
- HORTON, W. Designing Icons and Visual Symbols. **Conference Companion on HUMAN Factors in Computing Systems: Common Ground**. 1996.
- LABIALE, G. Visual search and preferences concerning different types of guidance displays. **Behaviour & Information Technology**. v. 20, N 3/Maio 2001. London: Taylor & Francis. 2001.
- LEE, Y. C., KWONG, A., Pun, L. Mack, A. Multi-Media Map for Visual Navigation. **Journal of Geospatial Engineering**, Vol. 3, No. 2, pp. 87-96. 2001
- LESSA, W. D. **Dois Estudos de Comunicação Visual**. Ed: UFRJ, 1995.
- LYNCH, K. **The image of the city**. Cambridge, MA: MIT Press. 1960.
- MACEACHREN, A. M. **How maps work: Representation, Visualization and Design**. London: The Guilford Press. 1995.
- PUGLIESI, E. A. Avaliação da Comunicação Cartográfica de um Sistema de Navegação e Guia de Rota em Automóvel. 2007. 292p. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual Paulista.
- RAUBAL, M., WINTER, S. Enriching Wayfinding Instructions with Local Landmarks. in: M. Egenhofer and D. Mark (Eds.), **Geographic Information Science - Second International Conference GIScience 2002**, Boulder, CO, USA, September 2002. Lecture Notes in Computer Science 2478, pp. 243-259, Springer, Berlin. 2002.
- ROBINSON, A., RANDALL, D. MORRISON, J. **Elements of Cartography**. New York: John Wiley & Sons. 1984.
- 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.

ROSS, T; MAY, A. J., GRIMSLEY, P. J. Using traffic light information as navigational cues: implications for navigation system design. **Transportation Research Part F 7**. p. 119–134. 2004.

SLOCUM, T.A. **Thematic cartography and visualization**. Upper-Saddle River, NJ: Prentice-Hal 293p. 1999.

SORROWS, M. E., HIRTLE, S. C. The nature of landmarks for real and electronic spaces. In C. Freksa & D. M. Mark (Eds.), **Spatial information theory - Cognitive and computational foundations of geographic information science** (pp. 37-50). Berlin: Springer. 1999.

STERN, E., PORTUGALI, J. Environmental Cognition and Decision Making in Urban Navigation. In: Golledge, R. (Ed.), **Wayfinding Behavior - Cognitive Mapping and Other Spatial Processes**, Johns Hopkins University Press, Baltimore, pp. 99-119. 1999.