

PROJETO CARTOGRÁFICO DO MAPA DINÂMICO PARA UM SISTEMA DE NAVEGAÇÃO RODOVIÁRIO

Cartographic design of the dynamic map for a road navigation system

Edmur Azevedo Pugliesi¹
Mônica Modesta Santos Decanini²
Nilton Nobuhiro Imai³
Júlio Kiyoshi Hasegawa⁴

^{1, 2, 3, 4} **Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências e Tecnologia**

^{1, 2, 3, 4} **Programa de Pós-Graduação em Ciências Cartográficas**

Rua Roberto Simonsen, 305

Presidente Prudente – SP CEP 19060-900

¹ edmur.pugliesi@pos.prudente.unesp.br

² monca@prudente.unesp.br

³ nnimai@prudente.unesp.br

⁴ hasegawa@prudente.unesp.br

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados do projeto cartográfico de um mapa dinâmico a ser usado em um Sistema de Navegação Rodoviário (SNR). O protótipo desenvolvido mostra a navegação de um veículo em rodovias, bem como outras informações que possam auxiliar os motoristas nos processos de tomada de decisão. O mapa deste sistema foi projetado para apresentação em *palmtop* (computador de mão), o qual possui pequenas dimensões e restrições de uso em automóvel. A visualização do veículo na rota deve proporcionar, ao usuário, a possibilidade de reconhecer o ambiente e avaliar a situação da viagem. No entanto, o ambiente dinâmico é complexo e o motorista é o componente essencial do sistema de navegação. Dessa forma, as informações extraídas do mapa devem ser capazes de fornecer soluções rápidas a partir do conhecimento gerado. Além disso, alguns eventos geográficos apresentados neste mapa podem ser de natureza dinâmica (ex.: congestionamentos) e/ou estática (ex.: cruzamentos de mesmo nível). Ambos os eventos podem ser representados dinamicamente no mapa. Esses eventos apresentam importantes conceitos de mapeamento dinâmico em mapas de SNC. Este tipo de representação cartográfica será denominado mapa dinâmico. Os resultados finais deste trabalho apresentam funções de navegação, bem como funções de visualização do mapa que contêm informações de natureza estática, dinâmica e áudio-dinâmica (variáveis dinâmicas sonoras). A abordagem da representação cartográfica apresentada não foi testada no mundo real e os resultados são discutidos a partir da implementação do protótipo.

Palavras-chave: Mapa dinâmico, Sistema de Navegação Rodoviário, variáveis dinâmicas, projeto cartográfico, animação.

ABSTRACT

This paper presents the results of a dynamic map design to be used in a Road Navigation System (RNS). The prototype developed displays in road vehicle navigation, as well as other information that can support drivers in decision making. The map was designed for palmtop display, which has small dimensions and, therefore, limited to automobile use. The visualization in route vehicle must provide the possibility of recognize the environment condition. Thus dynamic environment is complex and the driver is essential component of navigation system. However, the information extracted from the map must be able to supply fast solutions from the acquired knowledge. Besides, some geographic events displayed in this map could be dynamic (e.g.: traffic jam) and/or static (e.g.: cross-road). Both events could be displayed dynamically in map. These events present important concept of dynamic mapping for RNS. This kind of cartographic

representation is called dynamic map. The final results for this study present both navigation and visualization functions of map that contains static, dynamic and audio-dynamic (sound variables) information. This approach of cartographic representation was not experimented in real world and the results are discussed from prototype's implementation.

Keywords: Dynamic map, Road Navigation System, dynamic variables, map design, animation.

1. INTRODUÇÃO

Os mapas dos Sistemas de Navegação Rodoviário (SNR's) são utilizados por motoristas nas fases de planejamento de viagens e navegação com carro. A tarefa de navegação é composta de seleção de caminhos, manutenção da rota e descoberta dos objetivos (BOARD, 1978). A representação cartográfica de um mapa de SNR deve ser dinâmica a fim de mostrar a posição "real" do veículo, os fenômenos geográficos estáticos (exemplos: vias, cruzamentos, serviços automotivos etc), bem como os fenômenos geográficos dinâmicos (exemplos: corredeiras de lama, pistas inundadas e com baixa visibilidade, locais de acidentes, volumes de tráfego e de congestionamentos etc). Os fenômenos geográficos dinâmicos (encontrados no mundo real) podem ser representados dinamicamente no mapa, uma vez que eles podem não ser permanentes. Tais tipos de elementos podem aparecer somente no momento em que eles ocorrem.

Os cruzamentos de rodovias de mesmo nível são estáticos, porém a representação no mapa pode ser dinâmica, permitindo que o motorista receba avisos sonoros e visuais para informar a presença de locais de atenção e risco que estão próximos do veículo. As representações de mapas que combinam variáveis estáticas, dinâmicas e áudio-dinâmicas podem diminuir a interação entre o homem e o computador, bem como aumentar a capacidade de informação, o que pode facilitar o uso de mapas de sistemas de navegação dentro de um carro. Além disso, o uso de segmentação dinâmica e classes de objetos geográficos disponíveis nos Sistemas de Informações Geográficas (SIG's) podem fornecer ferramentas adequadas para a representação desses elementos.

Além do uso do mapa ocorrer no interior do veículo em movimento, outros fatores também contribuem para a complexidade de uso de um sistema de navegação: pode ser dia ou noite (com muita ou pouca luminosidade); presença de diferentes fontes sonoras externas ao sistema de navegação (exemplos: um rádio ligado, a presença de um passageiro conversando durante a viagem etc); a ergonomia do automóvel (incluindo todos os aspectos do banco, volante, painel etc), bem como a posição do monitor do sistema. Neste contexto, o motorista pode estar viajando em pistas de diversas características que podem ser de alta velocidade ou que apresentam características de sinuosidade ou diferenças bruscas de relevo. Assim, um sistema de navegação deve auxiliar o motorista nas tomadas de decisões, auxiliando a navegação, principalmente em ambientes desconhecidos.

2. SINALIZAÇÃO TERRESTRE

No Brasil, o trânsito em vias terrestres é regulamentado pelo Código de Trânsito Brasileiro (CTB), instituído pela Lei nº 9.503 de 23 de setembro de 1997, que estabelece normas e padrões a serem obedecidos na sinalização de trânsito. A sinalização de trânsito do CTB é classificada em: vertical, horizontal, dispositivo de sinalização auxiliar, luminoso, sonoro, gesto do agente de trânsito e gestos do condutor do veículo. De acordo com o CTB, as principais são: vertical, horizontal e semafórica. A sinalização vertical é classificada em:

- *Regulamentação*: regulamentam o uso da via, com indicações das condições de circulação, proibições ou obrigações que os usuários estão sujeitos no seu deslocamento. Suas mensagens são de caráter imperativo;

- *Advertência*: informam aos usuários as condições de risco no deslocamento, indicando, através das mensagens, a natureza do perigo. As mensagens desse grupo têm caráter de recomendação;

- *Indicação*: servem para identificar vias, localizações e pontos de interesse; orientar o usuário na indicação de destinos, percursos e distâncias; informar sobre os serviços auxiliares e os atrativos turísticos; além de veicularem mensagens educativas ou informativas.

3. SISTEMA DE NAVEGAÇÃO TERRESTRE

De acordo com Morita (1993), uma das vantagens dos sistemas de navegação em carro é que eles contribuem para que o usuário determine sua próxima ação na direção de um veículo. Assim, a grande vantagem é que os sistemas que utilizam processos automatizados ajudam o motorista na tomada de decisão.

Wootton et al. (1995) classificam seis tipos genéricos de Sistemas de Transporte Inteligente (STI), os quais são: Sistema Avançado de Gerenciamento de Tráfego; Sistema Avançado de Informação ao Viajante; Sistema Avançado de Controle de Veículo; Operações de Veículos Comerciais; Sistema Avançado de Transporte Público e Sistema Avançado de Transporte Rodoviário. O presente trabalho pertence a esta última classe.

Nygaard (1995) afirma que um Sistema Avançado de Informação ao Viajante (SAIV) é um dos maiores componentes das áreas de STI. O mesmo autor afirma que o objetivo do SAIV é disponibilizar, aos viajantes, informações, tais como congestionamento de vias, rotas alternativas, navegação, localização,

condições da via etc, ou seja, facilidades de emergência e pontos de atração. Os dados de um SNT podem ser disponibilizados antes, durante e depois da viagem para responder questões de planejamento e manutenção na rota, bem como descoberta do objetivo (MORITA, 1993).

Em sistemas de navegação, algumas das capacidades e benefícios apontados por Lovicsek et al (1998) são: redução da emissão e do consumo de combustível que contribui para um ambiente mais saudável; disponibilidade de informações de transporte aos turistas, encorajando o desenvolvimento econômico; redução da distância da viagem e escolhas de rotas alternativas. O navegador pode otimizar a rota em termos de esforço gasto ou de satisfação. Sendo assim, a rota pode ser o caminho mais curto, mais bonito, mais sossegado, mais seguro, ou aquele de menor declividade (BOARD, 1978).

De acordo com Morita (1993), a dinâmica de um sistema dessa natureza transforma a informação de mapa em uma forma de representação visual ou oral. Assim, o mapa não é um instrumento estático, pois o usuário extrai informações ou recebe instruções necessárias. Outra observação feita pela autora é a necessidade de se conhecer, além da espécie de informação, o momento em que ela é necessária (RASMUSSEN, 1986 apud CARNEY et al., 1998).

Laird Evans e Steven (1997) mensuraram estímulos de mapas complexos (navegação) e estímulos de mapas esquemáticos (específicos para manter o veículo na rota), bem como estímulos de textos descritivos. O teste realizado exigiu que os participantes prestassem atenção no monitor, por um tempo máximo de 2 segundos e, portanto, para o sucesso das tarefas de busca visual dos elementos de interesse no mapa. Os resultados obtidos pelos autores demonstram que as pessoas têm mais facilidade em assimilar informações gráficas que aquelas apresentadas somente na forma de texto.

Tversky et al (2002) afirmam que os gráficos podem ser esteticamente simpáticos e humorados atraindo a atenção e mantendo a motivação. A autora nota que os gráficos economizam palavras mostrando coisas que precisariam de muitas palavras para descrever. Horton (1996) nota que os símbolos bem projetados podem ajudar na produtividade do trabalho das pessoas e contribuir para a confiança. O uso de símbolos permite alcançar vários benefícios, tais como aqueles citados por Horton (1996): representação de conceitos espaciais e visuais, economia de espaço, rápida busca visual, reconhecimento imediato e facilidade de recordação.

Morita (1993) entende que a necessidade de sistema de navegação aos motoristas traz uma nova situação no uso de mapas porque eles são utilizados sob condições interativas e dinâmicas incluindo: mudança de assunto; mudança de escala; rotação de mapa; descoberta de caminhos; notação de informações adicionais, fornecendo instruções para a próxima ação em “tempo real” etc. Enfim, essa nova situação de uso

de mapas demanda não somente o desenvolvimento da Cartografia como também o desenvolvimento de teorias básicas que envolvem relações com a Ergonomia, Psicologia, Ciência Cognitiva, Linguística, Semiótica e Etnologia.

De acordo com Nygard (1995), os dispositivos de visualização de um SNT devem permitir a visualização de dados estáticos e dinâmicos. Além desses, o autor sugere a apresentação de dados tridimensionais, pois os terrenos montanhosos ou acidentados influenciam a máxima velocidade, podem proporcionar congestionamentos e diminuir a segurança.

Para tanto, é importante que os dados sejam confiáveis (THAKURIAH et al, 1996), fáceis de compreensão (PUGLIESI, 2002), não distraiam a atenção do motorista (HO e LI, 2002) e que sejam apresentados em “tempo-real”. Caso a transmissão da informação espacial não seja adequada, o motorista pode ser induzido a olhar várias vezes para o mapa a fim de recuperar a informação que deseja (HO e LI, 2002). HO e LI (2002) apontam que o fracasso da transmissão da informação pode prender a atenção do motorista no mapa até que encontre o que deseja. Isso possibilita, ao motorista, a perda de contato com a direção e pode provocar acidente de trânsito.

De acordo com o propósito do sistema, para visualizar os fenômenos e eventos de interesse, várias tecnologias e áreas do conhecimento podem ser integradas e utilizadas, tais como o processamento digital de imagem, os sistemas de informações geográficas, a visualização científica e a interação homem-máquina (NYGARD, 1995).

4. LINGUAGEM CARTOGRÁFICA E ANIMAÇÃO

Os *mapas animados* são caracterizados pela mudança contínua ou dinâmica de fenômenos espaciais e são conseqüências importantes da recente mudança tecnológica na cartografia (SLOCUM, 1999). De acordo com Sandercock (2000) apud Robbi (2000) as técnicas de *multimídia* permitem que textos, gráficos, animações, sons e vídeos sejam utilizados para representar os diferentes aspectos da informação; já a *realidade virtual* permite que as características das informações sejam representadas tridimensionalmente, possibilitando que os símbolos sejam apresentados com aparência de profundidade.

No contexto da representação espacial de como os mapas funcionam MacEachren (1995) classifica os mapas da seguinte forma: mapas visuais estáticos, mapas visuais dinâmicos e mapas áudio-dinâmicos. Os *mapas visuais estáticos* podem ser caracterizados levando-se em consideração as variáveis visuais apresentadas por Bertin (1977): tamanho, valor, granulação, cor, orientação e forma.

MacEachren (1995) cita os *mapas visuais dinâmicos* relatando a questão do *movimento* em mapas, concluindo que “... num mapa dinâmico as coisas que mudam atraem mais a atenção do que coisas que não

mudam e, coisas que se movem, provavelmente atraem mais a atenção que coisas que mudam de lugar” (p. 280). Estudo feito por DiBiase et al. (1992) tornou possível a proposta de três *variáveis dinâmicas* para mapeamento:

- *Duração*: é o comprimento de tempo entre dois estados identificáveis, podendo ser aplicada em animação com *frames* individuais ou em *cenas* (SZEGO, 1987 apud MACEACHREN, 1995). Cenas correspondem a uma seqüência de *frames* sem mudança de um *frame* para outro;

- *Intervalo de Mudança*: ou taxa de variação, pode ser entendida como a diferença de *magnitude de mudança/unidade de tempo* para cada seqüência de *frames* ou *cenas*;

- *Ordem*: é o encadeamento de *frames* ou *cenas*.

Em seguida, MacEachren (1995) complementa outras três variáveis dinâmicas:

- *Momento no Tempo*: é o tempo na qual alguma mudança de exibição é iniciada, podendo ser ligada diretamente a uma localização temporal (data cronológica);

- *Frequência*: o número de estados identificáveis por unidade de tempo – textura temporal;

- *Sincronização*: é a harmonia temporal de duas ou mais séries de tempo.

Além dessas, Blok (1999) apud Robbi (2000) define três conceitos importantes para mapeamento dinâmico:

- *Aparecimento / desaparecimento*: surgimento de um novo fenômeno ou desaparecimento de um existente;

- *Mutação* (nominal ou crescimento / decréscimo): alteração apenas do atributo de um fenômeno, ou seja, as características geométricas permanecem imutáveis;

- *Movimento* (ao longo da trajetória ou deslocamento de fronteira): é a mudança na posição espacial e/ou na geometria do fenômeno.

As *variáveis gráficas de animação* em cartografia citadas por Peterson (1995) são: tamanho, forma, posição, velocidade, ponto de vista, distância, cena, textura, padrão, sombreamento e cor. Todas essas variáveis podem ser aplicadas num sistema de visualização dinâmica através de mudanças nos seus valores.

Os *mapas áudio-dinâmicos* tratam de representações através do uso de som. Krygier (1994) apud MacEachren (1995) identificou um conjunto de variáveis sonoras para representar dados espaciais e os divide em:

- *Sons realísticos*: o significado é baseado na experiência humana. Esses tipos de sons podem ser divididos em: *narração* e *som mímico*. Um exemplo de narração é “Vire a direita” enquanto que um exemplo de

som mímico é o barulho de fogo ou da sirene de uma ambulância;

- *Sons abstratos*: são aqueles que não têm um significado óbvio e, deste modo, requerem uma legenda para explicar o uso. Slocum (1999) e MacEachren (1995) citam as variáveis de sons identificadas por Krygier (1994): localização, volume, grau de agudeza, registro, timbre, duração, intervalo de mudança, ordem, máximo / mínimo (*attack/decay*).

Finalmente, MacEachren (1995) sugere o agrupamento das diversas variáveis visuais estáticas, dinâmicas e sonoras para produzir sinais de comunicação individual e sinais de comunicação em conjunto para mapas. Para desenvolver animação, Slocum (1999) sugere a utilização de linguagens visuais, tais como o Visual Basic (Microsoft) e ferramentas de Sistemas de Informação Geográfica para reduzir o tempo de desenvolvimento (programação do sistema), tais como o MapObjects e o ArcView (ESRI – Environmental Systems Research Institute).

5. ANÁLISE E PROJETO ORIENTADOS A OBJETOS

Este trabalho utiliza a metodologia orientada a objetos para descrever o modelo do mapa dinâmico. Diversas técnicas de orientação a objetos foram estudadas e verificou-se que cada uma possui características mais adequadas para determinados tipos de projeto. Dentre as técnicas estudadas destacam-se: o método FUSION proposto por Coleman (1996); a abordagem de Coad e Yourdon (1996a) e Coad e Yourdon (1996b); a Técnica de Modelagem de Objetos de Rumbaugh (1994); a UML (Linguagem de Modelagem Unificada) proposta pela Rational Software e a Técnica de Modelagem de Objetos Geográficos (Geo-OMT) proposto por Borges e Davis (2001). Entretanto, o projeto do SNR utilizou as partes mais relevantes de cada modelo.

Rumbaugh (1994) sugere que a modelagem dinâmica seja realizada depois da modelagem dos objetos. Como característica, a modelagem dinâmica considera somente um instante de tempo e os seus principais componentes são os *eventos* (que representam os estímulos externos causados por outros objetos) e os *estados* (que representam os valores dos objetos). O autor em questão descreve *evento* como a ocorrência que acontece em certo momento e que não tem duração de tempo para ser medida, enquanto que o *estado* mostra a reação de um objeto em relação aos eventos de entrada. Com o passar do tempo os objetos estimulam uns aos outros resultando em uma série de alterações em seus estados.

6. PROJETO CARTOGRÁFICO

Projetar mapas animados é ir além das considerações feitas por Coad e Yourdon (1993), Coleman (1996) e Rumbaugh (1994). O projeto de mapas animados, que envolve a localização espacial e

temporal, deve considerar os aspectos das variáveis gráficas de animação citadas por Peterson (1995), as variáveis dinâmicas citadas por DiBiase et al. (1992) e MacEachren (1995), as variáveis áudio-dinâmicas determinadas por Krygier apud MACEACHREN (1995), bem como os conceitos de mapeamento dinâmico citados por Blok (1999) apud Robbi (2000).

O produto cartográfico final e adequado deve ser gerado considerando um conjunto de variáveis: variáveis interdependentes, representação cartográfica e layout, (OXTOBY e VAN de WORM, 1986 e KEATES, 1989 apud DECANINI e IMAI, 2001). As *variáveis interdependentes* são os elementos que estão intrinsecamente ligados entre si e a decisão sobre um tem efeito sobre o outro. Essas variáveis devem ser definidas, seqüencialmente, no início do projeto: propósito, área geográfica, forma, informação geográfica, escala e projeção. Essa etapa compreende a *organização da informação* na qual se definem as classes e suas *características*, tais como suas *propriedades dimensionais*, os *níveis de medida* (qualitativos, quantitativos, ordenativos, estáticos e dinâmicos) e o *nível de percepção* (informação principal versus informação secundária) (MARTINELLI, 1991).

Os elementos cartográficos que formam o corpo da *representação cartográfica* do assunto mapeado são: as *fontes*, as quais incluem a especificação de toponímia e informação marginal; os *símbolos* que requerem a seleção tanto das *variáveis visuais* quanto das *convenções cartográficas* e a *especificação das dimensões dos símbolos* (BOS, 1984). O *layout* está relacionado com a disposição dos elementos gráficos no mapa. Ele determina a aparência estética, o equilíbrio e o bom uso do espaço disponível na folha do mapa.

Finalmente, a fase de projeto cartográfico deve estar preocupada com o emprego da generalização cartográfica, requisito básico para a visualização dos elementos num mapa dinâmico com múltiplas escalas. Resumidamente, a generalização consiste na aplicação de estudos de simplificação, classificação, simbolização e indução. Estas quatro ações incluem: determinação das principais características dos dados (seleção); eliminação de detalhes e possível exagero ao que for importante; escalonamento e agrupamento de dados; codificação gráfica de características essenciais e aplicação de processos lógicos de dedução (KEATES, 1982).

7. PROJETO DO MAPA DINÂMICO DO SNR

O desenvolvimento do mapa dinâmico consistiu de cinco etapas. Na primeira fez-se o levantamento das variáveis interdependentes do projeto cartográfico, pois, basicamente, definem o escopo da representação cartográfica do mapa. Na segunda, analisou-se tanto os símbolos do Guia Rodoviário Quatro Rodas (G4R), quanto a sinalização rodoviária do CTB, necessários às decisões do projeto cartográfico, bem como ao aperfeiçoamento da etapa anterior. Na

terceira foi realizado o projeto dos símbolos. Na quarta foi feito a construção de um modelo dinâmico e na quinta foi a implementação do mapa dinâmico em compilador visual utilizando bibliotecas de objetos de mapa.

7.1 Variáveis interdependentes do projeto cartográfico

Na primeira fase de elaboração do projeto cartográfico definiram-se as variáveis interdependentes do projeto cartográfico seqüencialmente:

- *Propósito do mapa*: o propósito deste mapa dinâmico é a exibição automática do veículo em movimento e de outros fenômenos geográficos (estáticos e dinâmicos) na tela do computador, podendo realizar movimentação dinâmica do mapa com o veículo no centro do mapa. É destinado a motoristas turistas que estejam viajando em rodovias;

- *Área geográfica de estudo*: compreende uma parte da região de Presidente Prudente, com ênfase à cidade de Martinópolis e a Represa Laranja Doce. Essa área foi escolhida em função de possuir pontos turísticos e comerciais, bem como vários tipos de vias e serviços automotivos e hospitalares, dentre outros detalhes que contemplam a maior parte dos elementos modelados para o sistema (PUGLIESI, 2002; PUGLIESI et al., 2003a). Além disso, considerou-se a facilidade de manuseio com as informações de uma região conhecida, a qual permitiu a compreensão dos aspectos sócio-culturais durante a elaboração do projeto cartográfico;

- *Forma de apresentação*: o mapa dinâmico é projetado para apresentação em monitor de computador do tipo *palmtop*: Compaq IPAQ H3870, memória de 64 Megabytes, 1 GigaBytes de espaço de armazenamento de dados e processador de 200Mhz; Vídeo LCD colorido (65 milhões de cores), resolução de 240 e 320 pontos na linha horizontal e na linha vertical, respectivamente; dimensões aproximadas (largura e altura): 8,38 cm e 13,46 cm para o monitor; Sistema Operacional Microsoft Windows Mobile; conector USB; saída de som; métodos de entrada (toque em tela com caneta e teclado).

Pelo fato das dimensões dos monitores, bem como das resoluções dos vídeos do *desktop* e do *palmtop* serem diferentes foi necessário calcular as dimensões aproximadas do mapa para posterior implementação em *desktop*. Consequentemente, foi possível compatibilizar a forma de apresentação entre os dispositivos de visualização. Depois de diversos cálculos e testes, as dimensões finais do sistema (interface que inclui as barras de botões, as barras de rolagem e o mapa), no *desktop*, ficaram com 6,7cm de largura e 8,1cm de altura. A maneira mais adequada seria projetar diretamente no *palmtop*, porém, devido à falta de recursos decidiu-se projetar no *desktop*. Finalmente, a localização do monitor deve ser o painel do veículo;

- *Apresentação das informações:* serão apresentadas as seguintes informações:

- Secundárias: imagem de satélite, rio, vegetação, solo, torre de celular, ferrovia;

- *Principais:* veículo, polícia rodoviária, telefone, guincho, pedágio, auto-elétrica, “auto-mecânica”, borracharia, posto de combustível, locais de atenção e risco (escola, cruzamento de mesmo nível, defeito na pista), aeroporto (internacional, nacional, regional e municipal), hospedagem (hotel, motel e pousada), alimentação (restaurante e lanchonete), saúde (hospital, pronto-socorro e posto de saúde), vias (rodovia, vicinal, ponte e caminho), rota, porto, pesque-pague, parque, camping, balneário, estado, mancha urbana e limite de município.

- *Escala:* o projeto cartográfico contempla cinco intervalos de visualização. O maior deles está na escala de 1:50.000, enquanto o menor em escala 1:600.000. Os temas são exibidos nos intervalos mais adequados para o contexto da escala do mapa e para a forma de apresentação dos mesmos. Após diversos testes de implementação, definiu-se aqueles intervalos apresentados na Tabela 1 e na Tabela 2. Contudo, vários temas mostrados nestas tabelas podem ser ligados ou desligados na legenda do sistema. Os nomes das cidades aparecem somente em escalas maiores que 1:200.000, devido à limitação de espaço de apresentação da informação cartográfica;

- *Projeção:* o sistema de coordenadas é o UTM (Universal Transverse Mercator) com a Projeção Conforme de Gauss. O fuso foi o de número 22. Além disso, o protótipo envolve uma pequena área de estudo como mencionado anteriormente. O sistema de referência (*Datum*) é o WGS-84.

7.2 Projeto de símbolos cartográficos

Três fontes de símbolos foram analisadas: o primeiro foi o Guia Rodoviário Quatro Rodas (edição de 1999 e 2000 - em papel); o segundo foi a sinalização rodoviária disponibilizada pelo CTB e o terceiro foi a biblioteca de símbolos em formato *TrueType* (digital) presentes no MapObjects. O Guia Rodoviário Quatro Rodas serviu de orientação voltada ao turismo tanto doméstico quanto de negócios e atende algumas necessidades de um possível usuário de SNR.

Os fatores do processo de comunicação cartográfica são essenciais na determinação da simbologia adequada. Num mapa de uso público, em situações especiais, como é o caso de um mapa dinâmico de SNR para fins “turísticos” é importante a disponibilidade de símbolos pictóricos, pois quando legíveis podem substituir a legenda, conforme mencionado por Ostrowski e Ostrowski (1975).

O tamanho dos símbolos criados foi cerca de 10% maior que aquele considerado ideal quando apresentado em *desktop*, uma vez que a resolução do vídeo do *palmtop* é melhor que a do *desktop* (PUGLIESI, 2002; PUGLIESI et al., 2003a).

TABELA 1 - INTERVALOS DE VISUALIZAÇÃO DOS TEMAS.

Identificação	Intervalo
1	até 1:100.000
2	entre 1:100.000 - 1:200.000
3	entre 1:200.000 - 1:300.000
4	entre 1:300.000 - 1:300.000
5	entre 1:500.000 – 1:600.000

TABELA 2 - INTERVALOS DE VISUALIZAÇÃO DOS TEMAS.

Temas	Identificação
Ferrovia	1
Principais ruas urbanas	1
Balneário	1
Limite de município	1
Ponte	1
Alimentação	1, 2
Mancha urbana	1, 2
Hospedagem	1, 2
Pedágio	1, 2
Polícia rodoviária	1, 2
Saúde	1, 2
Telefone	1, 2
Torre de celular	1, 2
Pesque-pague	1, 2
Camping	1, 2
Parque	1, 2
Porto	1, 2
Defeito na pista	1, 2
Imagem	1, 2
Auto-elétrica	1, 2, 3
Borracharia	1, 2, 3
Caminho	1, 2, 3
Posto de combustível	1, 2, 3
Auto-mecânica	1, 2, 3
Guincho	1, 2, 3
Aeroporto	1, 2, 3
Rota	1, 2, 3, 4, 5
Local de atenção e risco	1, 2, 3, 4, 5
Rodovia	1, 2, 3, 4, 5
Vicinal	1, 2, 3, 4, 5
Rota	1, 2, 3, 4, 5
Veículo	1, 2, 3, 4, 5

Os símbolos cartográficos foram produzidos no *software* Fontographer 4.1 – Macromedia. Foi feita uma análise das bibliotecas de símbolos *TrueType* da empresa ESRI. No Fontographer, algumas ferramentas gráficas foram utilizadas para adaptação de alguns símbolos existentes – uma vez que a representação dos dados é vetorial. Alguns símbolos foram criados, outros foram modificados através de rotação, translação, escalonamento, combinação, remoção ou acréscimo de detalhes. Além disso, através de ferramentas de vetorização automática presentes no Fontographer, foi possível reproduzir os símbolos que estavam em formato matricial-analógico para o formato vetorial do tipo *TrueType*.

As tabelas numeradas de 3 a 10 apresentam símbolos pontuais projetados para o SNR. Essas tabelas possuem quatro colunas: a primeira (CTB) apresenta símbolos do Código de Trânsito Brasileiro; a segunda coluna (G4R) apresenta símbolos do Guia 4 Rodas, a terceira coluna (SNR) apresenta os símbolos propostos para o SNR e a quarta coluna possui o nome de cada símbolo. NE pode significar não especificado ou não encontrado. Os símbolos apresentados nessas tabelas possuem tamanhos maiores que os do mapa. A razão para isto é a possibilidade de serem analisados separadamente nesta fase do projeto cartográfico. Alguns dos símbolos projetados podem ser considerados simpáticos e humorados, atraindo a atenção e mantendo a motivação, conforme as sugestões de Tversky et al (2002).

TABELA 3 – SÍMBOLOS PARA AEROPORTO.

CTB	G4R	SNR	Nome
 (preto)	 (vermelho)	 (vermelho)	Internacional
NE	 (preto)	 (preto)	Nacional
NE	 (preto)	 (preto)	Regional
NE	 (preto)	 (preto)	Municipal
Nível de medida = Qualitativo e ordenativo Variáveis visuais = Cor, tamanho e forma			

TABELA 4 – SÍMBOLOS PARA ALIMENTAÇÃO.

CTB	G4R	SNR	Nome
 500 m (preto)	NE	 (preto)	Restaurante
NE	NE	 (preto)	Lanchonete
Nível de medida = Qualitativo Variáveis visuais = Cor e forma			

TABELA 5 – SÍMBOLOS PARA HOSPEDAGEM.

CTB	G4R	SNR	Nome
 (preto)	 (preto)	 (preto)	Hotel
	NE	 (vermelho)	Motel
	NH	 (preto)	Pousada
Nível de medida = Qualitativo Variáveis visuais = Cor e forma			

TABELA 6 – SÍMBOLOS PARA UTILIDADE PÚBLICA.

CTB	G4R	SNR	Nome
NE	 (verde)	 (preto)	Polícia rodoviária
NE	NE	 (preto)	Torre de celular
 (preto)	 (preto)	 (roxo)	Telefone
Nível de medida = Qualitativo Variáveis visuais = Cor e forma			

TABELA 7 – SÍMBOLOS PARA SERVIÇO AUTOMOTIVO.

CTB	G4R	SNR	Nome
	NE	 (preto)	Guincho
	 (verde)	 (preto)	Pedágio
NE	NE	 (magenta)	Elétrica
NE	NE	 (preto)	Borracharia
 (preto)	NE	 (preto)	Mecânica
 1 km (preto)	 (verde)	 (azul escuro)	Posto de combustível
Nível de medida = Qualitativo Variáveis visuais = Cor e forma			

TABELA 8 – SÍMBOLOS PARA SERVIÇOS MÉDICOS.

CTB	G4R	SNR	Nome
 (vermelho)	 (preto)	 (vermelho)	Hospital
NE	NE	 (vermelho)	Pronto socorro
NE	NE	 (vermelho)	Posto de saúde
Nível de medida = Qualitativo e ordenativo Variáveis visuais = Cor e forma			

TABELA 9 – SÍMBOLOS PARA SERVIÇOS TURÍSTICOS.

CTB	G4R	SNR	Nome
NE	 (preto)	 (preto)	Porto
NE	 (preto)	 (preto)	Pesque-pague
 (preto)	NE	 (preto)	Camping
 (preto)	NE	 (verde)	Parque
Nível de medida = Qualitativo Variáveis visuais = Cor e forma			

TABELA 10 – SÍMBOLOS PARA LOCAIS DE ATENÇÃO E RISCO.

CTB	G4R	SNR	Nome
 (preto)	NE	 (preto)	Escola
 (preto)	NE	 (vermelho)	Cruzamento de vias
 (preto)	NE	 (preto)	Pista com defeito
Nível de medida = Qualitativo Variáveis visuais = Cor e forma			

O mapa compreende dois tipos de cor de fundo que podem ser escolhidos pelo usuário numa janela de configurações, dependendo das condições de iluminação externa: uma bege para uso diurno e outra cinza para uso noturno. Os símbolos de veículo apresentados na Tabela 11 possuem os conceitos de representação dinâmica de **movimento** (ao longo da trajetória) e as variáveis dinâmicas de **duração** e **intervalo de mudança**. Essa representação refere-se ao deslocamento do veículo sobre a via de acordo com o recebimento dos dados vindos do GPS.

TABELA 11 – SÍMBOLOS PARA O VEÍCULO.

CTB	G4R	SNR	Nome
NE	NE	 (azul)	Veículo - visão diurna
NE	NE	 (amarelo)	Veículo - visão noturna
Nível de medida = Qualitativo Variáveis visuais = Cor			

A tabela 12 mostra os símbolos que representam os fenômenos geográficos nas formas lineares. As colunas dessa tabela referem-se: aos símbolos encontrados no Guia Quatro Rodas, aos símbolos propostos para o SNR e ao nome de cada símbolo proposto. Os símbolos lineares não possuem estruturas complexas (combinação de linhas, como é o caso do símbolo de ferrovia do G4R indicado na Tabela 12). O motivo dessa decisão se deve pelo fato das estruturas complexas comprometerem a legibilidade do mapa, uma vez que o *palmtop* possui pequenas dimensões. Dessa forma, decidiu-se projetar e implementar estruturas simples (linhas contínuas e descontínuas com cores e espessuras diferentes para cada tipo de feição geográfica). Testes de implementação com linhas mais espessas e mais complexas que aquelas projetadas mostraram-se menos adequadas, pois diminuiriam a área útil do mapa.

Os símbolos de rota percorrida e de rota a ser percorrida apresentam o conceito de representação dinâmica de **aparecimento** e **desaparecimento**. A rota a ser percorrida pode ser desenhada no mapa caso o motorista solicite uma rota (quando estiver executando o planejamento da viagem) e pode ser removida caso o motorista cancele a rota. A rota percorrida é mostrada em função do deslocamento do veículo indicando o progresso da viagem. A representação para os dois tipos de rota possui o conceito de representação dinâmica de **mudança nominal** (mudança de cor da linha na medida em que o veículo se desloca).

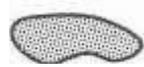
A tabela 13 apresenta os símbolos de área. O símbolo que representa locais de atenção e risco possui o conceito de representação dinâmica de **aparecimento** e **desaparecimento** (por exemplo, aparece no mapa quando o veículo entra em áreas de restrição e/ou atenção e desaparece depois que o veículo sai – opção disponível para o usuário selecionar nas configurações de mapa). Finalmente, a tabela 14 apresenta símbolos

sonoros de advertência, utilizados para informar os locais de atenção e risco.

TABELA 12 – SIMBOLOS PARA FENÔMENOS E EVENTOS LINEARES.

G4R	SNR	Nome
 (vermelho na borda e amarelo no centro)	 (vermelho)	Rodovias
 (magenta)	 (vermelho)	Vicinais
 (preto)	 (preto)	Caminhos
 (preto)	 (preto)	Ferrovia
NE	 (ciano)	Rio
NE	 (cinza claro)	Rota já percorrida
NE	 (preto)	Rota a ser percorrida

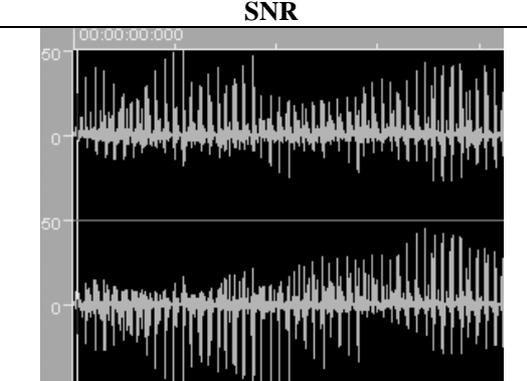
TABELA 13 - SIMBOLOGIA PARA FENÔMENOS E EVENTOS DE ÁREA.

G4R	SNR	Nome
 (azul)	 (azul com cinza)	Balneário
 (verde)	 (verde claro)	Vegetação
NE	 (ocre)	Solo exposto
NE	 (cinza claro)	Mancha urbana
NE	 (azul com verde)	Locais de atenção e risco

De acordo com o projeto apresentado em Pugliesi (2002), quando o veículo entra numa área de atenção e risco um alarme sonoro é disparado (opção disponível para o usuário selecionar nas configurações de mapa). O símbolo sonoro, do tipo **abstrato**, possui as variáveis sonoras de **volume**, **duração** (aproximadamente 1 segundo) e **intervalo de mudança** (2 segundos). As duas narrações apresentadas na Tabela 14 estão em fase de projeto e ainda não foram implementadas no sistema. Elas são classificadas como

som **realístico** do tipo **narração** (comando de voz / “falado”).

TABELA 14 – SÍMBOLOS SONOROS.

SNR	
	
Referente	Tipo
Cruzamento de vias de mesmo nível, escola, defeito na pista	Abstrato
“Vire a esquerda”	Narração
“Vire a direita”	Narração

7.3 Modelo dinâmico do mapa do SNR

Pugliesi (2002) e Pugliesi et al. (2003a) apresentaram uma descrição detalhada dos *princípios para administração da complexidade* a partir da proposta de Coad e Yourdon (1996). Além disso, a descrição da técnica de modelagem de objetos proposta por Rumbaugh (1994) incluiu: modelagem estática, modelagem dinâmica e modelagem funcional. Uma vez que o mapa deste sistema realiza funções que estão vinculadas ao espaço e ao tempo, surge a necessidade de diagramar os estados e os eventos relacionados ao tempo, fator essencial da modelagem dinâmica.

O presente trabalho descreve brevemente apenas a modelagem dinâmica por ser essencial para a construção da representação do mapa dinâmico do SNR. A Figura 1 apresenta o modelo dinâmico que descreve graficamente a ocorrência de alguns eventos e alguns estados dos objetos depois que os eventos ocorreram. O módulo chamado *Controlador e Navegação* define o início da ocorrência dos eventos, desencadeados pelo início da navegação. Caso o usuário ative a navegação, todos os outros eventos são desencadeados, realizando as operações apresentadas nos requisitos funcionais básicos do mapa dinâmico (PUGLIESI et al., 2003b). Esses eventos refletem as ações de alguns objetos do mapa, bem como de alguns objetos do sistema operacional que se comunicam na medida em que os dados são recebidos do GPS.

As classes apresentadas na figura 1 são: **Point** é uma classe de objeto do MapObjects que representa a posição do veículo; **FileListBox** trata da lista de imagens da base de dados; **AAT** representa a área de armazenamento temporário, a qual trata a informação recebida do GPS; **SndPlaySoundA** é uma API do

Windows, utilizada, neste trabalho, para alertar locais próximos de atenção e risco; **Timer** é a classe referente ao relógio que marca o tempo de recebimento das novas coordenadas do **GPS** (a cada dois segundos os dados são passados do GPS para a AAT). A **AAT** realiza as operações de tratamento dos dados vindos do GPS. A classe **Veículo** realiza uma série de funções, tais como buscar as coordenadas da AAT, procurar uma imagem na base de dados, projetar sua posição para uma via mais próxima a qual o veículo se encontra (devido à

precisão do GPS ser de aproximadamente de 10 metros), bem como procurar locais de atenção e risco.

Pugliesi (2002) e Pugliesi et al. (2003a) apresentaram o modelo de objetos (que descrevem a relação das classes de objetos do SNR, suas propriedades e seus métodos), bem como o modelo funcional (que descrevem os diagramas de fluxos de dados, os processos, os fluxos de dados, os atores e os depósitos de dados) que apóiam as decisões do modelo dinâmico.

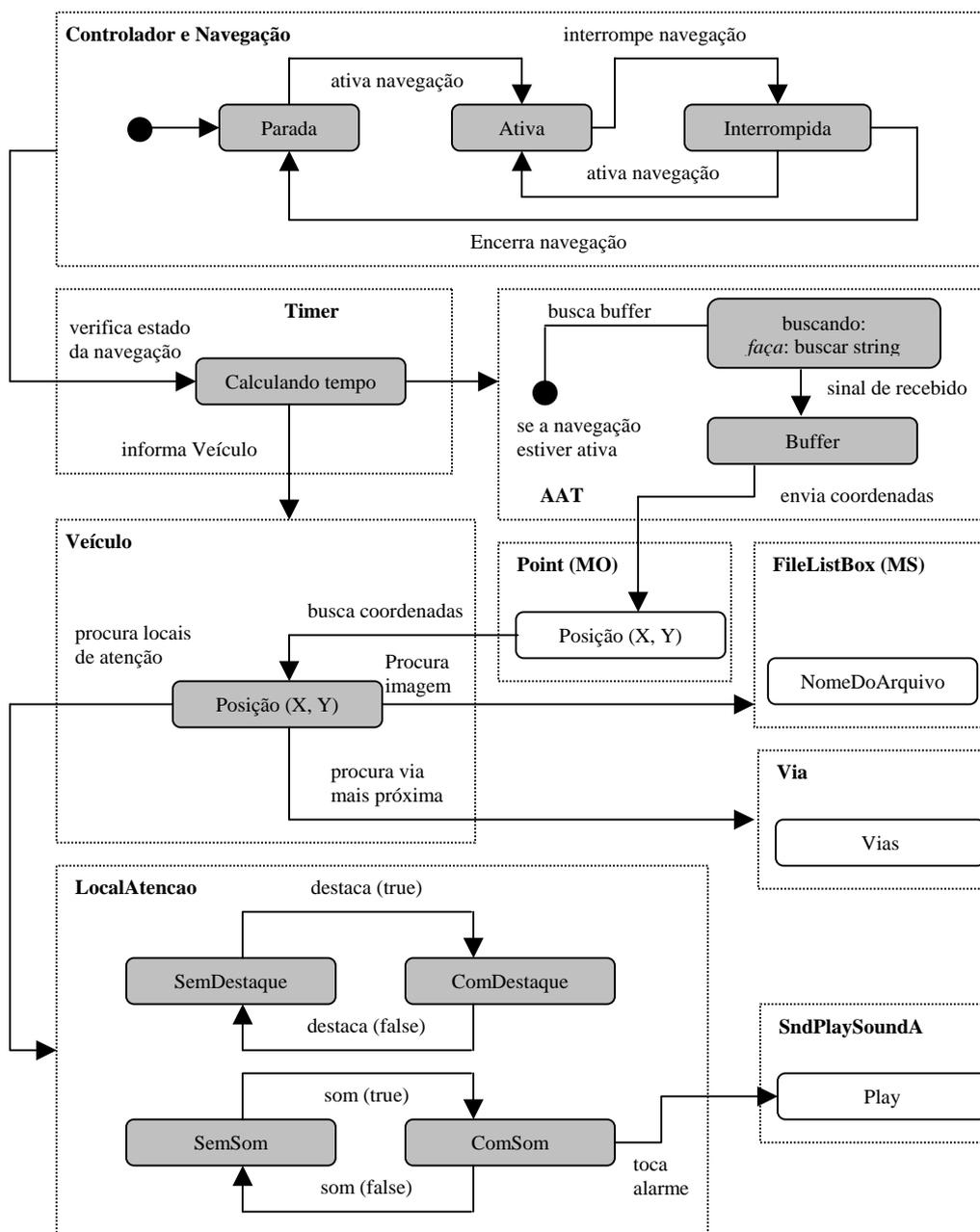


Figura 1 – Modelo dinâmico do mapa do SNR. Fonte: Pugliesi et al. 2003^a.

7.4 Implementação do mapa dinâmico do SNR

O SNR foi implementado no compilador Visual Basic (Microsoft) versão 6.0, utilizando as

bibliotecas de classes de objetos do MapObjects – ESRI. Todas as figuras apresentadas a seguir foram reduzidas para 94% do tamanho original, a fim que o sejam melhor ajustadas ao texto. As legendas do mapa

dinâmico do SNR mostradas na Figura 2 e Figura 3 foram organizadas de acordo com o modelo especificado em Pugliesi (2002) e Pugliesi et al. (2003a). Essa legenda está separada do mapa. A fonte dos textos mostrados nas janelas do sistema é Arial, tamanho 8.



Figura 2 – Primeira aba da legenda.



Figura 3 – Segunda aba da legenda.

No protótipo atual, durante a navegação, vários elementos do mapa podem ser mostrados ou não. A implementação prevê que o motorista possa selecionar as informações que deseja (ligando e desligando os itens da legenda). Entretanto, a exibição dos dados depende da escala em que o mapa se encontra (Tabela e Tabela 2), bem como dos itens ativados na legenda. Esta legenda interativa oferece a possibilidade de manter a legibilidade do mapa.

A Figura 4 apresenta o mapa do SNR em ambiente de navegação na cidade de Martinópolis. Nesta figura o veículo permanece posicionado no centro do mapa e o mapa se desloque para os lados.

A figura 5 mostra a representação de um trecho de rota a ser percorrida (lado direito do veículo) e outro de rota percorrida (lado esquerdo do veículo). Na fase atual deste projeto elas não apresentam diferenças, porém estão em fase de implementação.

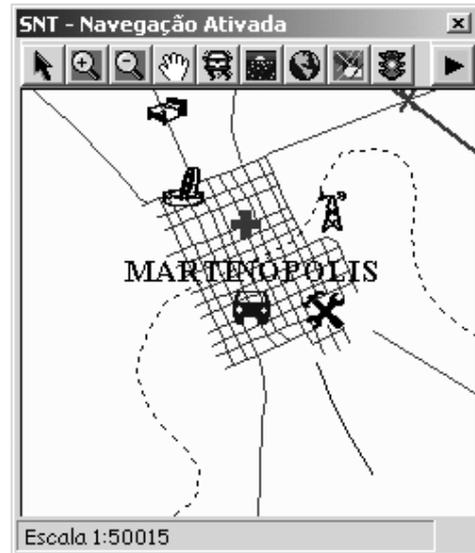


Figura 4 – Apresentação do mapa do SNR.

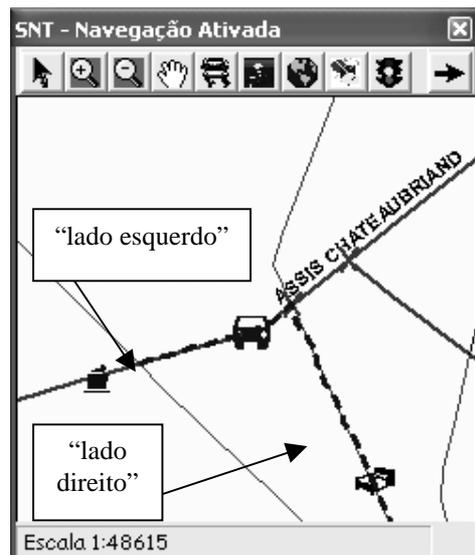


Figura 5 – Informação de rota percorrida e rota a ser percorrida.

O acréscimo de variáveis áudio-dinâmicas no projeto cartográfico permitiu que a base de dados fosse composta de arquivos de som para representar os dados espaciais de atenção e risco. O mapa da Figura 6 apresenta um símbolo circular (indicado pela seta). O preenchimento do círculo é composto por um reticulado transversal. O mapa mostra o símbolo quando o veículo se encontra a uma distância de 500 metros de algum local de atenção ou risco. Foi atribuído esse valor de distância por que a velocidade de veículos em rodovias é alta, portanto, o tempo de chegada no local pode ser curto. A duração de apresentação desse símbolo está relacionada com o tempo que o veículo permanece

dentro da área. A representação aparece no mapa caso o usuário tenha configurado a propriedade do mapa para reproduzir o alarme (PUGLIESI, 2002): um sinal sonoro intermitente é tocado, informando um possível local de atenção e risco adiante (exemplo: a Figura 6 informa o motorista para um cruzamento de rodovias de mesmo nível).

A Figura 7 apresenta o mapa com cor de fundo apropriada para visão diurna, pois permite maior contraste entre os objetos (figuras). A Figura 8 apresenta o mapa com cor de fundo cinza, pois emite menos luz a fim de não perturbar a direção do veículo em viagens noturnas. Com relação ao uso de imagem de fundo, pode-se observar os resultados da Figura 10 comparando-se aos da Figura 9, sem imagem de fundo (mesma área, ambos com projeto para visão diurna).

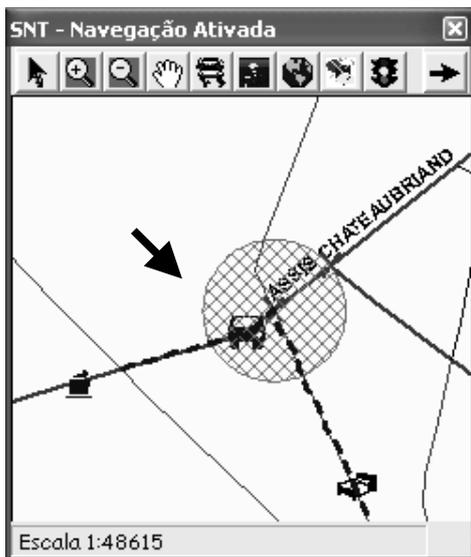


Figura 6 – Representação visual da área de atenção e risco associada com sinal sonoro.

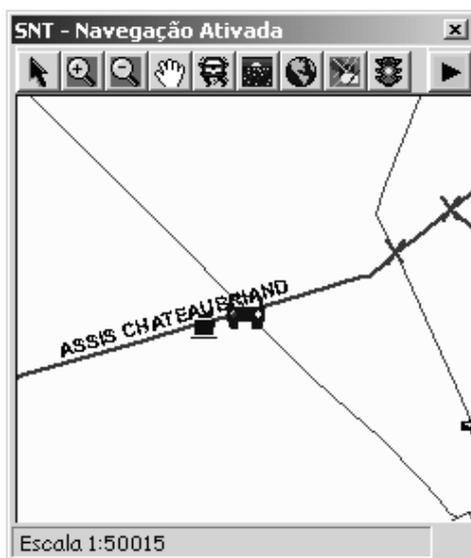


Figura 7 – Mapa para visão diurna.

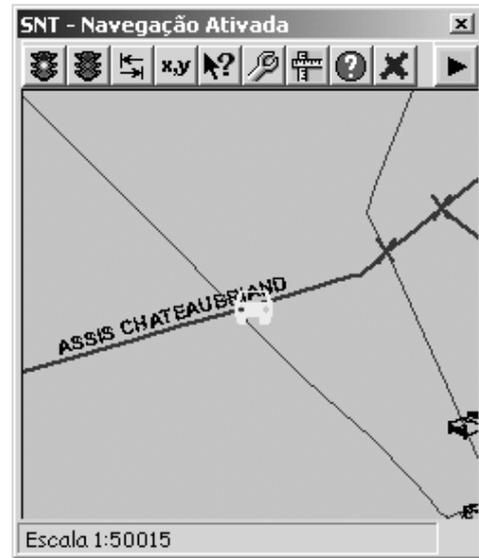


Figura 8 – Mapa para visão noturna.

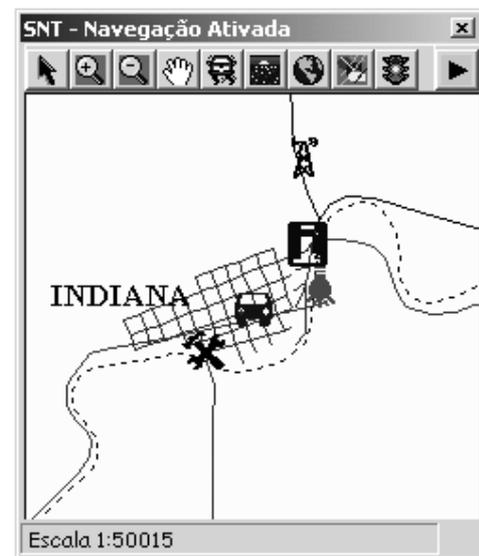


Figura 9 – Mapa sem imagem de fundo.

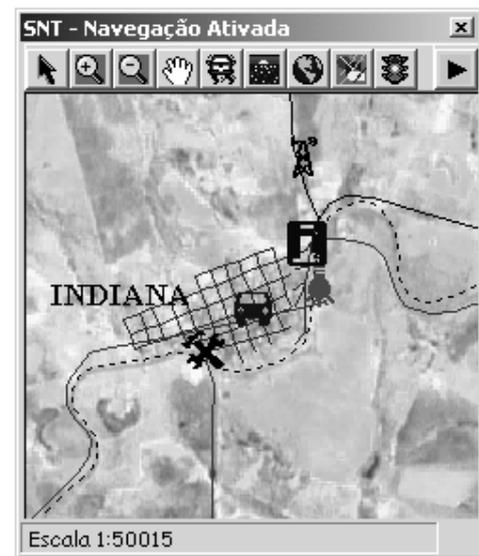


Figura 10 – Mapa com imagem de fundo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto e a produção cartográfica, bem como o desenvolvimento do protótipo foram realizados com sucesso. A utilização de classes de objetos geográficos (MapObjects) em ambiente de programação Visual Basic 6.0 permitiu que o sistema fosse desenvolvido rapidamente.

Em relação ao projeto cartográfico, a maioria dos símbolos projetados não possui contorno geométrico porque esse diminui a área útil do mapa, para o tipo de meio de comunicação proposto. Verificou-se que os símbolos com contorno, apresentados em monitor de pequenas dimensões (neste caso um *palmtop*), ocupam muito espaço (PUGLIESI, 2002). Além disso, evitou-se o uso de símbolos geométricos (abstratos) porque não possuem uma associação direta com o referente.

Como visto na Figura 6, a duração de apresentação do símbolo que informa os locais de atenção e risco está relacionada com o tempo em que o veículo permanece dentro de uma área que dista 500 metros do ponto. De acordo com o modelo do mapa dinâmico apresentado na Figura 1, a classe de objeto denominada Veículo faz a busca por locais de atenção e risco. Essa busca está sendo realizada em função da distância linear entre o veículo e o local. Na fase atual, o símbolo continua sendo apresentado depois que o veículo tenha passado pelo local, e desaparece quando o veículo está a uma distância maior que 500 metros. Embora tenha sido desenvolvido dessa maneira, sabe-se que a melhor forma de representar esse tipo de evento é mostrá-lo somente antes da passagem pelo local. Depois que o veículo já tenha passado torna-se desnecessário continuar informando. Portanto, as novas alterações no projeto prevêem tais modificações.

O tipo de legenda projetado apresenta vantagens e desvantagens. Em relação às vantagens pode-se observar que a presença da legenda permite que os símbolos sejam comparados, selecionados ou não. Quanto às desvantagens pode-se notar que a leitura e a seleção dos símbolos que aparecerão no mapa requerem muita atenção do motorista, por isso devem ser feitas com o veículo parado, na fase de planejamento da viagem.

Em relação aos tipos de rotas, sabe-se que a diferença de representação entre rota realizada e rota a ser realizada é importante para que o motorista centre sua atenção nos aspectos que vão acontecer na sua viagem e não se disperse com os que já aconteceram.

Na representação cartográfica com imagem de satélite, observa-se na Figura 10 que as características de uso do solo parecem contribuir com o acréscimo de informação no mapa. Por outro lado, quando o veículo está em movimento a imagem pode atrapalhar o processo de busca visual por elementos de interesse.

A realização de testes com o mapa em automóvel poderá comprovar a relação com a análise de Blok (1987), constatando que a maioria dos símbolos se diferencia melhor dentro do contexto do mapa,

validando a consideração feita por Guelke (1979) quando afirma a importância do contexto geográfico para tornar simples as relações espaciais entre os elementos.

Além das funcionalidades dinâmicas apresentadas, o mapa poderia conter outras, tais como o aumento e a diminuição dos níveis de visualização, a fim de reduzir o grau de interatividade. Da mesma maneira, vários elementos da legenda deste sistema poderiam estar integrados com o mapa e conter funções de “rotulação dinâmica”, mostrando e ocultando, por exemplo, os principais nomes de determinadas feições espaciais na medida em que o veículo se aproxima ou se afasta dos mesmos. Novas especificações estão sendo preparadas para o aprimoramento do projeto, tais como a diferenciação na representação de rota percorrida e rota a ser percorrida.

Além disso, seria importante a elaboração de um sistema especialista com diversos projetos cartográficos, incluindo opções para pessoas daltônicas e que apresentasse outras formas de símbolos sonoros (mímicos e narrativos). Vale enfatizar que a realização de testes em automóvel poderá contribuir para o aprimoramento do projeto cartográfico e para a proposta do sistema a que se destina.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTIN, J. **La Graphique et le Traitement Graphique de L'Information**. Paris: Flammarion, 1977.
- 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, pp. 1-12, 1978.
- CARNEY, C.; CAMPBELL, J. L.; & MITCHELL, E. A. **In-vehicle display icons and other information elements; Task A: Literature review** (Report No. FHWA-RD-98-164). Washington, DC: Federal Highway Administration, 1998.
- COAD, P.; YOURDON, E. **Análise baseada em objetos**. 2 ed. Tradução: CT Informática. Rio de Janeiro: Campus, 1996a.
- COAD, P.; YOURDON, E. **Projeto baseado em objetos**. 2 ed. Tradução: CT Informática. Rio de Janeiro: Campus, 1996b.
- 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.

- DIBIASE, D. et al. Animation and the role of map design in scientific visualization. **Cartography and Geographic Information Systems**, v. 19, n. 4, 1992.
- KEATES, J. S. **Understanding Maps**. London: Longman, 1982.
- LAIRD EVANS, J.; STEVEN, A. Measures of graphical complexity for navigation and route guidance display. **Displays**, vol. 17. p. 89 –93, 1997.
- HO, A.; LI, Z. Design of Dynamic Map for Land Vehicle Navigation. **ISPRS Commission II**, Symposium 2002. Xi'an, P.R. China. August 20-23, 2002.
- HORTON, W. Designing Icons and Visual Symbols. **Conference Companion on HUMAN Factors in Computing Systems: Common Ground**. 1996.
- LOVICSEK, M.; STEWART, S.; DELSEY, B. Integrating the Collection, Fusion, and Dissemination of Traveler Information in Edinburgh, Scotland. Great Britain: **Mathl. Comput. Modelling**, vol. 27, n.º. Q-11, pp. 335-348, 1998.
- MORITA, T. Grading of the Map Functions in Navigation System. In: 16TH INTERNACIONAL CONFERENCE. Cologne – Koln. **International Cartographic Association**. 1993.
- MACEACHREN, A. M. **How maps work: representation, visualization and design**. London: The Guilford Press. 1995.
- NYGARD, K. E. Computing and Modeling Issues in Wide-Area Advanced Traveler information Systems. Great Britain: **Mathl. Comput. Modelling**, vol. 23, n. 4 –7, p. 431 – 437, 1995.
- PETERSON, M.P. **Interactive and animated cartography**. Englewood Cliffs, NovaJersey: Prentice Hall, 1995. 257p.
- PUGLIESI, E. A. **Desenvolvimento de mapa dinâmico para sistema de navegação terrestre**. Presidente Prudente, 204 f. Dissertação de Mestrado. Departamento de Cartografia. Faculdade de Ciências e Tecnologia / UNESP, 2002.
- PUGLIESI, E. A.; IMAI, N. N.; HASEGAWA, J. K. Modelagem de um mapa dinâmico de sistema de navegação terrestre. In: III COLÓQUIO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS GEODÉSICAS, 2003, Curitiba: **Anais ... CBCC**, 2003a.
- PUGLIESI, E. A.; DECANINI, M. M. S.; IMAI, N. N.; HASEGAWA, J. K. Sistema de Navegação Terrestre: Especificação Funcional Básica de um Mapa Dinâmico. In: **Anais do XXI Congresso Brasileiro de Cartografia**. Belo Horizonte. 2003b.
- ROBBI, C. **Sistema para Visualização de Informações Cartográficas para Planejamento Urbano**. 2000, 369 f. Tese de Doutorado. São José dos Campos: INPE, 2000.
- RUMBAUGH, J. **Modelagem e projetos baseados em Objetos**. Tradução: Dalton Conde de Alencar. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 652 p.
- SLOCUM, T. A. **Thematic cartography and visualization**. Upper-Saddle River, NJ: Prentice-Hal 293p. 1999.
- THAKURIAH, P., SEN, A. Quality of information given advanced traveler information system. *Transpn Res. – C. Elsevier Science*. V. 4. N.º. 5, p. 249-266. 1996.
- TVERSKY, B.; MORRISON J. B.; e BETRANCOURT, M. (2002). Animation: can it facilitate? **Int. J. Human-Computer Studies**. Disponível em: <<http://www.idealibrary.com.on>>. Acesso em: 02 abril 2004.
- WOOTTON, J. R.; GARCÍA-ORTIZ, A.; AIN, S. M. Intelligent transportation systems: a global perspective. Great Britain: **Mathl. Comput. Modelling**, vol. 22, n. 4 –7, p. 259 – 268, 1995.

BIBLIOGRAFIAS

- ABRIL. Guia Rodoviário Quatro Rodas. São Paulo, 2000.
- ESRI. **ArcPad e MapObjects**. Disponível em: <<http://www.esri.com/>>. Acesso em: 01 ab. 2003.
- ROBINSON, A. H.; PETCHENIK, B. B. **The Nature of Maps: Essays Toward Understanding Maps and Mapping**. Chicago: The University of Chicago, p.23-42, 1976.
- UML. Rational Software. Disponível em <<http://www.rational.com/>>. Acesso em: 01 janeiro 2002.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de estudo e à empresa GEMPI – Gestão Empresarial e Informática Ltda pela doação de licenças de MapObjects 2.1 (ESRI) e disponibilidade de uso do software Fontographer / Macromedia em suas instalações.

Recebido em 17 de março de 2004 – Aceito em 30 de dezembro de 2004.