

SISTEMA DE APOIO RODOVIÁRIO: UMA ABORDAGEM METODOLÓGICA

MARCELO DANTAS DE AMORIM
Mestre em Engenharia Cartográfica - IME
mamorim@cepel.br

LUIZ FELIPE COUTINHO FERREIRA DA SILVA
Instituto Militar de Engenharia
Departamento de Engenharia Cartográfica – DE/6
Professor Doutor do Departamento de Engenharia Cartográfica
imes6fel@epq.ime.eb.br

JULIA MERCEDES STRAUCH
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
julia@cnpq.embrapa.br

ABSTRACT: This paper has the objective to describe the methods have used to construct the Road Assistance System. Road Assistance System is a program, its use the GIS' benefits, desenvolved to help the road users in the trip planning. Most of data and information were arranged by State and Federal Road Institutions. The data about Assistance Elements was collected in field researchs with a Garmim GPS.

1- Introdução

A área de transportes é uma das mais tradicionais na aplicação de Sistema de Informações Geográficas (SIG), existindo programas desenvolvidos especificamente para esta finalidade, onde são implementados modelos tradicionais de planejamento e análise de sistemas de transportes.

O Sistema de Apoio Rodoviário é um SIG aplicado a área de transportes, capaz de auxiliar o usuário de uma rodovia no planejamento de viagens.

Este trabalho visa descrever a metodologia utilizada na implementação do Sistema de Apoio Rodoviário, incluindo os componentes e procedimentos necessários para a confecção: potenciais usuários, tipos de dados e fontes, montagem das bases, programas utilizados e a estrutura do sistema.

Antes de se levantar os requisitos e dados, faz-se necessário, primeiramente, realizar a seleção do grupo de usuários de rodovias a ser beneficiado com a criação do sistema. Esta seleção é de vital importância para o sistema, já que indica quais os dados e elementos relevantes.

Com o intuito de facilitar a aquisição, os dados podem ser agrupados em dois grandes grupos: gráficos (base cartográfica) e não-gráficos (dados alfanuméricos). Desta forma, estes puderam ser avaliados segundo os critérios de aquisição, a maneira como estes encontram-

se dispostos, organizados em meio analógico, e como são apresentados aos usuários:

- Plano Político-Administrativo - mapa municipal, estadual ou regional contendo os limites da área em questão.
- Rodovias - mapa rodoviário digital contendo todas as rodovias federais, estaduais e municipais presentes na área de estudo.
- Dados Rodoviários - relativos às condições físicas (pavimentação) e estruturais das rodovias. Inserem-se também neste grupo, os dados das concessionárias.
- Dados das Paradas de Apoio - Contém todos os empreendimentos existentes em torno das rodovias, e que disponibilizam serviços de grande utilidade ao usuário rodoviário.

2- Identificação dos Usuários

A princípio, ao analisar os grupos de usuários rodoviários, pode parecer que as necessidades de informações são as mesmas, porém ao se aprofundar no assunto, percebe-se diferenças nítidas quanto a natureza dos dados e informações requisitadas por cada um.

Através da análise do Anuário Estatístico de Transportes (GEIPOT, 2000), que apresenta os tipos de veículos que trafegam pelas rodovias, conseguiu-se identificar cinco grupos de usuários passíveis de serem

beneficiados com a elaboração do sistema: os policiais, os caminhoneiros, as empresas de ônibus, as concessionárias e os viajantes.

O primeiro grupo de usuários a ser estudado é o de policiais. Para estes, as principais informações e dados requisitados estão diretamente ligados à necessidade de manter o controle e fiscalização das leis de trânsito. Alguns dados podem ser considerados de vital importância para a confecção do sistema para este grupo: velocidade máxima permitida, postos da polícia rodoviária federal, volume de carga permitido por estrada, hospitais (no caso de socorro a acidentes), identificação de caminhos, trilhas e rotas alternativas.

Os caminhoneiros procuram principalmente obter informações sobre a estrutura física das rodovias, com o intuito de identificar qual o melhor caminho para se chegar a uma determinada cidade. Deve-se entender por melhor trajeto, não necessariamente a estrada de menor percurso, mas sim aquele que permita ao motorista levar a carga ocasionando um menor desgaste ao veículo, e onde tenham postos ou locais que possam servir de abrigo para o caminhoneiro e o caminhão. Os dados a respeito da localização de pontes e viadutos e do peso e altura permitido por esses, como também o peso permitido pelas rodovias, são bastante úteis para a escolha do trajeto.

Além desses dados, há ainda a necessidade dos caminhoneiros conhecerem bem os trajetos possíveis para se chegar ao destino, com o intuito de evitar trechos perigosos, no que diz respeito ao traçado das rodovias, bem como a possibilidade de assaltos.

As empresas de ônibus, assim como o grupo de caminhoneiros, se interessam pelas condições físicas das estradas. A diferença deste para o outro usuário encontra-se centrada no fator tempo, duração da viagem. Este fator, ao lado do conforto oferecido pelos veículos, são determinantes para a escolha de uma empresa em detrimento de outra, por parte dos passageiros. Para este público, as informações de lanchonetes, restaurantes, postos, volume de passageiros e cidades contempladas nas rotas são fundamentais para a confecção do sistema, visto que em muitos casos, este fator exerce grande influência na seleção do trajeto a ser utilizado pelas empresas de ônibus.

As concessionárias e suas equipes de apoio têm interesse em todos os dados e informações que dizem respeito às rodovias, sejam eles de característica física ou de infra-estrutura.

Alguns dados, apesar de importantes, não são relevantes para os outros grupos como são para este. As informações de curvas e trechos perigosos, trechos inundáveis ou sujeitos à deslizamentos, são fundamentais para as concessionárias, na medida que indicam os pontos problemáticos quanto a segurança e sinalização. Em caso de acidentes, estas informações

auxiliam na mobilização de ambulâncias e de equipes de apoio.

No caso de obras de alteração da estrutura das rodovias, como construção de pontes, duplicação de trechos, implantação de postos de pedágio, informações a respeito dos arredores do eixo viário tornam-se essenciais. A identificação de áreas planas e desabitadas nos arredores das rodovias, para a duplicação destas, a localização de caminhos e trilhas, com o intuito de que estas possam ser fechadas e o tráfego convirja para o pedágio, são alguns exemplos de informações úteis para esse público.

Por último, elaborou-se um estudo sobre as pretensões, os desejos e necessidades dos viajantes, das pessoas que trafegam de automóveis de passeio pelas rodovias. Embora este grupo ainda possa ser subdividido, em função de objetivos distintos (trabalho e passeio), resolveu-se uni-los em um único conjunto com pretensões abrangentes.

Além das informações das condições físicas das estradas, este público necessita de dados de infraestrutura das rodovias, que permita resolver quaisquer problemas ou dificuldades que venham a surgir no transcorrer da viagem.

Dados como localização de postos de abastecimento, postos de pedágio (se possível contendo o valor), lanchonetes, hospitais (contendo os dados de estrutura), pontos turísticos, hotéis, sedes municipais e localidades próximas às rodovias, são fundamentais.

Como no caso dos caminhoneiros, este grupo necessita saber o melhor caminho para se chegar a um determinado destino. Para os viajantes, este caminho não está necessariamente relacionado ao desgaste do veículo, mas sim ao trajeto mais curto que acarreta em uma viagem mais rápida, ou que passe também por pontos turísticos.

3- Levantamento dos Dados

3.1- Base Cartográfica

Base cartográfica é um conjunto mínimo de informações cartográficas necessárias e fundamentais à implementação dos objetivos do projetista. A base é constituída por planos de informação. Para a implementação do Sistema de Apoio Rodoviário são necessários pelo menos dois planos de informação: o plano político-administrativo e o plano rodoviário.

O plano político-administrativo varia de acordo com a escala de trabalho, podendo ser municipal, estadual ou regional. Este serve de “pano de fundo” para o posicionamento do sistema viário. Esse plano é produzido por órgãos e institutos de mapeamento e planejamento federal, estadual ou municipal.

O plano dos Distritos, que contém a localização das sedes e distritos municipais, representada através de pontos, embora seja uma informação de caráter administrativo, faz parte de um outro plano de informação.

O plano rodoviário é o mapa digital com as vias. Planos como este são produzidos pelos órgãos de administração rodoviária, como o Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER).

As rodovias, assim como outros dados cartográficos, têm a sua representação relacionada a uma escala de tempo. Dependendo da época na qual os dados foram coletados, a representação pode retratar o sistema viário atual ou não.

A malha rodoviária pode ser atualizada de duas formas: através da utilização de imagens de satélite, ou através do uso da ferramenta Este último deve ser utilizado no módulo de coleta de dados automática. O módulo estipula pontos a cada instante de coleta, e, dessa forma, acaba traçando todo o percurso realizado pelo automóvel.

Outros planos de informação podem ser associados aos dois existentes, com o intuito de fornecer informações que auxiliem o usuário, ainda mais, na seleção dos trajetos. Pode-se citar dentre eles, o plano hipsométrico (curvas de nível), manchas urbanas ou áreas urbanizadas, parques e rios. Estes dois últimos, funcionam como elementos de referência, já que ajudam na localização espacial por parte do usuário.

3.2- Dados Rodoviários

Os dados rodoviários são aqueles que se referem às condições físicas, estruturais das estradas. Descrevem em que estado de conservação encontram-se as rodovias. Inserem-se neste contexto, além dos dados da classe e condições de cada trecho da estrada, a extensão, o nome e a sigla das rodovias.

Em virtude da variedade de órgãos de administração rodoviária, tanto no âmbito público como no privado, os dados requisitados para “alimentar” o banco devem ser padronizados, adequados a um único formato, para que dessa forma, possam tornar-se inteligíveis ao usuário.

O Governo concentra grande parte dos dados relativos às rodovias, através do Departamento Nacional de Estradas de Rodagem e dos Departamentos de Estradas de Rodagem Estaduais (DER). Após o processo de privatização pelo qual passou a malha viária do país, as concessionárias (federais, estaduais e municipais) também passaram a armazenar dados e informações rodoviárias.

Grande parte destes órgãos de administração rodoviária, mantém páginas na Internet para informar os usuários a situação das vias (condições do pavimento), o

cronograma e as obras realizadas, e os serviços disponibilizados.

Algumas revistas especializadas em automóveis e viagens (Quatro Rodas, Viagens e Turismo e Estradas), através de algumas reportagens, fornecem informações, que se filtradas, podem ser utilizadas pelo Sistema de Apoio Rodoviário.

3.3- Paradas de Apoio

Estes dados referem-se aos empreendimentos, existentes ao longo das rodovias, que têm como objetivo disponibilizar serviços que auxiliem o usuário em qualquer problema ou necessidade que porventura venha a ocorrer no transcurso da viagem.

São exemplos destes serviços borracharias, mecânicas, lanchonetes, restaurantes, postos de abastecimento, postos da polícia rodoviária federal, hospitais, etc.

Estes dados, se comparados aos demais dados rodoviários, são difíceis de ser obtidos. Aliada à grande mobilidade dos empreendimentos (construção, desativação e alterações de ramo), a falta de órgãos ou institutos específicos que trabalhem com as paradas de apoio, dificulta a obtenção dos dados e informações a respeito das construções.

As revistas especializadas em turismo podem servir como fonte de auxílio na obtenção de informações para o Sistema, na medida que, em alguns casos, apresentam roteiros para viagens de automóvel, onde destacam os melhores serviços ao longo das estradas.

As informações contidas nas revistas ajudam na montagem do banco, através da interpretação das reportagens e da utilização de alguns dados brutos, por elas disponibilizados. Entretanto, ao utilizar este instrumento, o projetista do sistema deve ter cuidado com o enfoque jornalístico adotado, que visa ressaltar alguns fatos do ponto de vista do repórter, e que em função disto, normalmente, distorce a realidade dos fatos.

Em virtude deste fator, para coletar o posicionamento e informações referentes às paradas de apoio e de grande parte dos dados, faz-se necessário realizar trabalhos de campo com o GPS.

Para coletar o posicionamento de qualquer empreendimento em torno das estradas, é importante obter o nome e o tipo de serviço, além de dados a respeito do quilômetro das vias e a cidade em que essas construções se encontram. Embora as coordenadas geográficas determinem com precisão a localização das paradas de apoio, os seus valores são dados difíceis de serem codificados (entendidos) por grande parcela dos usuários.

4- Programas

Como já foi bastante discutido no decorrer do trabalho, o SIG é uma poderosa ferramenta de análise espacial, característica esta, que valoriza a sua importância na confecção do Sistema de Apoio Rodoviário, e também na montagem de qualquer outro sistema na área de transportes.

Para o desenvolvimento de trabalhos na área de transportes, é necessário que o programa de SIG possua funções ou módulos de análise em redes (*Network*). Esta função, aplica-se a qualquer sistema de feições lineares interconectadas, como: estradas, rios, dutos, telefones e linhas de transmissão de energia. A movimentação de pessoas, o transporte de serviços, o sistema de comunicação, e o sistema de energia elétrica, ocorrem ao longo de redes (ESRI, 1996).

O módulo de análise de redes pode auxiliar o usuário na definição dos melhores trajetos para viagem, na determinação do caminho mais curto, na identificação dos postos de serviços mais próximos, entre outros recursos.

Como o módulo trabalha com a transmissão contínua de dados, não pode haver interrupções na representação linear trabalhada. Ou seja, todos os segmentos de reta devem estar conectados através de “nós” (*nodes*), elementos responsáveis pela junção física dos vetores.

As informações gráficas de redes são armazenadas em coordenadas vetoriais, com topologia arco-nó: os atributos de arcos incluem o sentido de fluxo e os atributos dos nós sua impedância (custo de percurso). A rede que tem topologia é representada por um *grafo*, que armazena informações sobre recursos que fluem entre localizações geográficas distintas (CÂMARA et al., 2000).

Faz um certo tempo que as empresas fabricantes de SIG se preocupam com a área de transportes, desenvolvendo módulos para adequar estas funções aos programas já existentes, como é o caso da ESRI com o Arcview e o Arcinfo.

Segundo a literatura consultada, existe apenas um programa desenvolvido especialmente para área de transportes, contemplando todas as necessidades do profissional em questão: o Transcad.

5 – Estrutura do Sistema

Neste item será descrito o modelo de dados requisitado por um Sistema de Apoio Rodoviário. As entidades, os atributos e os relacionamentos serão apresentados de forma esquemática, com o intuito de mostrar ao usuário do sistema como este funciona internamente.

A estrutura apresentada a seguir possui um caráter genérico, visa abranger as necessidades dos usuários, levantadas no início deste capítulo. Vale ressaltar que esta pode, ainda, ser incrementada dependendo do objetivo do sistema.

Em virtude do caráter abrangente da estrutura, resolveu-se adotar um modelo mais simples, com o intuito de facilitar o entendimento: Entidade-Relacionamento (ER).

5.1- Entidades

Na modelagem dos dados de um Sistema de Informação Geográfica, normalmente, os principais elementos, aqueles que podem ser representados graficamente (mapas), são definidos como entidades. No caso do Sistema de Apoio Rodoviário, as entidades são: Municípios, Rodovias e as Paradas de Apoio.

Existem também no sistema, entidades que possuem apenas função visual, atuando como pontos de referência para a localização de paradas de apoio e cidades. Por ter importância apenas gráfica, essas entidades não encontram-se relacionadas a informações no banco de dados. No caso deste sistema as entidades cartográficas são: hidrografia, curvas de nível, parques, mancha urbana, pontes e viadutos (FIG. 1).

A entidade Rodovias, na verdade, é uma agregação de outra entidade: os Trechos. As rodovias são compostas por diversos trechos. Estes correspondem à via existente entre dois cruzamentos, sendo que a cada interseção inicia-se um novo trecho. Os dados rodoviários representam as condições de um determinado trecho e não da rodovia como um todo.

Os Municípios são compostos por distritos. Este são representados por elementos pontuais, de forma distinta da entidade Municípios (polígono contendo os limites municipais). Em função disto, são considerados como uma outra entidade, dependente dos Municípios.

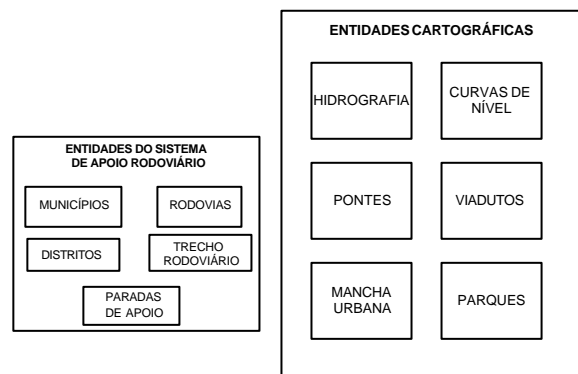


FIG. 1- Entidades do Modelo de dados do Sistema de Apoio Rodoviário

CLASSE. – Informa o tipo de rodovia (Ex: Auto-estrada, Pavimentada, Não-pavimentada, etc.).

ADM – Órgão responsável pela administração (0- Estadual, 1- Federal, 2- Privada).

EXTENSÃO – Comprimento do trecho rodoviário, em quilômetros.

NOME_MUNIC - Nome dos municípios.

CONDIÇÕES – Indica as condições do pavimento rodoviário.

MUNICÍPIOS

NOME_MUNIC	POPULAÇÃO	COD_MUNIC
HOSPITAIS		

NOME_MUNIC - Nome dos municípios

POPULAÇÃO – Quantidade de pessoas residentes em uma cidade.

COD_MUNIC – Código com o número identificador de cada município, segundo o IBGE.

HOSPITAIS – Nome dos Hospitais que servem ao município.

DISTRITOS

NOME_DIST

NOME_DIST – Nome dos Distritos

PARADAS DE APOIO

COD_PA	NOME_PA	EMPREENDIMENTO
SIGLA	km	COD_MUNIC
SENTIDO_VIA		

COD_PA – Código das Paradas de Apoio.

NOME_PA – Nome do elemento

EMPREENDIMENTO – Tipo de empreendimento (Ex: Posto de Gasolina, Supermercado, etc.)

SIGLA – Contém a sigla das rodovias, que identifica sentido da via (longitudinal, transversal, etc) e o órgão responsável pela administração (federal ou estadual), além do trecho a que esta corresponde.

Ex: BR116-02 → Trecho correspondente

↘ Sigla da rodovia

• Bandeira e Serviços são atributos derivados de Empreendimento. O primeiro está relacionado à redes de lanchonetes, restaurantes e postos de abastecimento, enquanto o segundo relaciona-se aos próprios Postos, Mecânicas e também aos estabelecimentos de Alimentação.

km – Quilômetro da estrada onde se encontra o empreendimento.

NOME_MUNIC – Código com o número identificador de cada município, segundo o IBGE.

SENTIDO_VIA – Identifica em qual sentido da estrada localiza-se o empreendimento.

6- Conclusões

O trabalho aqui apresentado, restringiu-se a parte metodológica do Sistema de Apoio Rodoviário.

Resolveu-se dar enfoque a esta parte, por acreditar que informações referentes ao processo de montagem, confecção do sistema, são de grande utilidade para projetos futuros na área de transportes, ou mesmo na aplicação do sistema em outras áreas.

Existem vários sistemas automáticos de auxílio ao usuário rodoviário, porém nenhum dos sistemas encontrados faz uso da ferramenta de SIG (Sistema de Informações Geográficas). A idéia de utilizar o SIG em um Sistema de Apoio Rodoviário, visa principalmente, aproveitar uma das principais características desta ferramenta, que é a capacidade de realizar análise espaciais, integrando banco de dados e arquivos gráficos (mapas).

O Sistema de Apoio Rodoviário é um sistema que trará bastante benefícios para os usuários rodoviários, principalmente no que diz respeito ao planejamento de viagens e a segurança.

7- Bibliografia

DAVIS JR., C. A., **Aplicações Urbanas de SIG**, In: CÂMARA, Gilberto. Fundamentos de Geoprocessamento, INPE, São José dos Campos, Cap.22, 2000.

ESRI, Using the Arcview Network Analyst, Environmental Systems Research Institute, INC. CA, USA, Cap. 1, 1996.

GEIPOT, Anuário Estatístico dos Transportes 1999. Empresa Brasileira de Planejamento de Transportes, 2000.