

PLANO DE TRANSPORTE ESCOLAR (PTE)

METODOLOGIA PARANÁ PARA GESTÃO DO TRANSPORTE ESCOLAR

**Metodologia para Produção de Mapas Temáticos e
Informação Topológica para Avaliação Visual de
Problemas (Método AVP)**

2ª edição

Curitiba
2011

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ

Carlos Alberto Richa - Governador

SECRETARIA DE ESTADO DA EDUCAÇÃO (SEED)

Flávio Arns – Secretário

Jorge Eduardo Wekerlin - Diretor Geral

Jaime Sunye Neto – Superintendente de Desenvolvimento Educacional

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO URBANO (SEDU)

Cezar Silvestri - Secretário

Jamil Abdanur Junior - Diretor Geral

INSTITUTO DE TECNOLOGIA PARA O DESENVOLVIMENTO (LACTEC)

Omar Sabbag Filho - Diretor Superintendente

Carlos Felski - Gerente Departamento de Tecnologia da Informação

EQUIPE TÉCNICA DE ELABORAÇÃO DO PLANO

Adriana Mariano de Brito – Apoio técnico-operacional

Alethéia Kloster Rocha Oliveira - LACTEC - Orientação dos aspectos jurídicos

Andréa Mariano de Brito - LACTEC - Orientação das atividades de campo

Celina Gonçalves - LACTEC – Programação do sistema de pesquisa

Célio Purcote - SEDU – Apoio técnico-operacional

Diogo Muller de Miranda – LACTEC – Programação e documentação de sistemas

Emilio Carlos Boschilia - LACTEC - Coordenação Técnico-Metodológica

Evemar Wernick - PARANACIDADE - Assessoria de geoprocessamento e cartografia

Franco Henrique Fiorelli – LACTEC - Apoio administrativo

Jefferson Arndt - Coordenação Técnica de Desenvolvimento

João Vítor Pietsiaki Moraes – LACTEC - Programação

Luciano Pereira Gurgel – LACTEC - Programação

Luiz Irlan Arco Verde – LACTEC - Coordenação Administrativa

Marcelo Rodrigo de Mello - LACTEC – Administração do desenvolvimento de sistema

Marcio Rot Sanz - LACTEC - Progr. de geoproc. e especificação dos equipamentos

Michel Antunes de Oliveira – LACTEC – Administr. do desenvolvimento de sistema

Patrícia de Toledo Quintino Domingos – Apoio técnico-operacional

Ricardo Siebenrock Odorczyk – LACTEC - Programação

Sandra Lucia Passos Cabral de Castro – LACTEC - Apoio administrativo

Sandra Teresinha da Silva - SEDU - Supervisão Gerencial

Taiana Reis de Andrade Meister - LACTEC - Apoio técnico-metodológico

Tatiana Narjara de Araújo Bif - LACTEC - Orientação de geoprocessamento

Victor Waszczyński - SEDU - Concepção do Programa e consultoria

Virgulino Bogus - SEDU - Apoio técnico-operacional

William Cesar Farias – LACTEC – Progr. de geoprocessamento e análise de sistemas

EQUIPE TÉCNICA DE TRANSPORTE ESCOLAR (SEED)

Ângela Renata de Souza Cordeiro

Carolina Malaquias

Catarina Vieira Alves Ruybal

Claudiney Alfredo Pimenta

Elisângela Belniaki Hochuli

Márcia Medina

Margarida Angélica Pereira

Rosa Patrícia da Cunha

REVISÃO DOS TEXTOS

Claudia Ortiz

SUMÁRIO

SIGLAS E ABREVIATURAS	7
INTRODUÇÃO	9
O PLANO DE TRANSPORTE ESCOLAR (PTE).....	9
Modelo organizacional interinstitucional do PTE.....	10
METODOLOGIA PARANÁ PARA GESTÃO DO TRANSPORTE ESCOLAR (MPTE)...	11
Composição documental da MPTE.....	11
Complementaridade entre a otimização logística e a avaliação visual de problemas....	12
SISTEMA DE GESTÃO DO TRANSPORTE ESCOLAR (SIGET).....	12
1. METODOLOGIA PARA MAPAS TEMÁTICOS E INFORMAÇÃO TOPOLÓGICA	14
CRITÉRIOS QUE NORTEARAM O DESENVOLVIMENTO DESTA METODOLOGIA..	14
METODOLOGIA BASEADA NO DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA DE USO..	15
RECURSOS CONSIDERADOS NA DEFINIÇÃO DESTA METODOLOGIA.....	17
2. CONCEITOS UTILIZADOS NESTA METODOLOGIA	19
CONCEITOS GERAIS.....	19
Problema.....	19
Geoprocessamento.....	21
Sistema de Informação Geográfica (SIG).....	21
Base Cartográfica.....	22
CONCEITOS UTILIZADOS NA PESQUISA/MAPEAMENTO DAS ROTAS.....	22
Rota.....	22
Turno.....	23
Itinerário.....	24
Viagem.....	24
Tronco.....	25
Segmento de rota	25
Ramificação (ou “galho”)	25
Complemento de tronco.....	25
Ponto da rota.....	26
Trecho-garagem.....	26
Malha viária da rota.....	26
CONCEITOS RELACIONADOS À PESQUISA DAS ROTAS.....	26
Ponto de início da viagem.....	26
Ponto de término da viagem.....	27
Veículos de transporte escolar.....	27
Sentido de pesquisa dos veículos.....	27
Coincidência de trajetos.....	27
Foco de pesquisa.....	28
OBJETOS CONEXOS COM A PESQUISA DAS ROTAS	29
Escolas.....	29
Alunos	29
Objetos notáveis.....	29

CONCEITOS RELACIONADOS AOS MAPAS TEMÁTICOS.....	29
Elementos geométricos fundamentais.....	29
Área.....	30
Mapa.....	30
Escala.....	30
Shape/shapefile (feição gráfica).....	30
Layers (camada de informação cartográfica).....	31
Grupo de informação cartográfica.....	31
CONCEITOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÃO TOPOLÓGICA.....	32
Distância mínima de atendimento (DMA).....	32
Área de restrição de atendimento (ARA).....	32
3. MÉTODO GERAL DE MAPEAMENTO DAS ROTAS.....	33
LEVANTAMENTO POR TRONCO OU POR VIAGEM?.....	33
Mapeamento por tronco.....	34
Mapeamento por viagem.....	35
4. APARELHOS GPS/PDA E RESPECTIVA PROGRAMAÇÃO.....	36
DEFINIÇÃO E AQUISIÇÃO DOS APARELHOS GPS/PDA.....	36
Definição pelos GPS/PDA.....	37
Especificações dos aparelhos GPS/PDA.....	38
Especificações básicas tomadas como referenciais.....	39
Acessórios considerados indispensáveis.....	40
Preço máximo estabelecido e indicação de recurso.....	40
Prazo, garantia, suporte técnico e condições de entrega.....	40
Condições de treinamento e outras.....	41
DISTRIBUIÇÃO DOS APARELHOS GPS/PDA AOS PESQUISADORES.....	41
PROGRAMAÇÃO DOS APARELHOS GPS/PDA.....	43
Instalando a programação nos aparelhos GPS/PDA.....	43
Atualização/recuperação da programação em campo.....	44
A bolsa de campo dos pesquisadores.....	44
5. BASE CARTOGRÁFICA MUNICIPAL UTILIZADA NO PTE.....	46
GRUPOS DE INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA UTILIZADOS NO PTE.....	47
Grupo de Informação: Transporte.....	47
Grupo de Informação: Hidrografia.....	47
Grupo de Informação: Localidade.....	47
6. COLETA DE DADOS EM CAMPO.....	48
RESPONSABILIDADE PELO LEVANTAMENTO DAS ROTAS.....	49
CAPACITAÇÃO DOS PESQUISADORES DE CAMPO.....	50
CONTATOS INICIAIS PARA O PROCESSO DE LEVANTAMENTO.....	52
LEVANTAMENTO DAS ROTAS EM CAMPO.....	53
O georreferenciamento das escolas.....	54
Mapeamento utilizando o aparelho GPS/PDA.....	54
7. PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA GEOPROCESSAMENTO (GVSIG).....	55

REQUERIMENTOS MÍNIMOS DE SISTEMA.....	56
INSTALANDO O GVSIG.....	57
8. MAPAS TEMÁTICOS: ASPECTOS TÉCNICO-METODOLÓGICOS.....	58
9. SHAPEFILES CRIADOS COM O LEVANTAMENTO DE DADOS.....	59
10. DISSEMINAÇÃO DAS BASES DE DADOS CARTOGRÁFICOS.....	68
11. MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO DAS ROTAS DE TRANSPORTE ESCOLAR.....	69
MÉTODOS DE TRABALHO PARA OTIMIZAÇÃO.....	70
12. ATUALIZAÇÃO DAS ROTAS OTIMIZADAS/ALTERADAS.....	72
ATUALIZAÇÃO UTILIZANDO O LEVANTAMENTO ATRAVÉS DO GPS.....	72
ATUALIZAÇÃO UTILIZANDO A EDIÇÃO DE SHAPES ATRAVÉS DO GVSIG.....	72
13. PROBLEMAS, MAPAS E ANÁLISE VISUAL DE PROBLEMAS (TÉCNICA AVP).....	73
ANÁLISE VISUAL DE PROBLEMAS.....	73
Problema 1: As rotas de T.E. estão atendendo adequadamente a todos os alunos?.....	73
Problema 2: Quais ramificações ou galhos devem ser excluídos?.....	74
Problema 3: Existem alunos sendo atendidos dentro da área de abrangência mínima da escola (área de restrição de atendimento)?.....	75
Problema 4: Verificar se existe grupamento de escolares não atendidos por falta de rota.....	75
Problema 5: Existe veículo de transporte escolar trafegando com superlotação?.....	76
Problema 7: Existem rotas sobrepostas que podem ser otimizadas?.....	78
SÍTIOS ELETRÔNICOS CONSULTADOS.....	81

SIGLAS E ABREVIATURAS

- AMP Associação dos Municípios Paranaenses
- APM Associação de Pais e Mestres
- AVP Avaliação Visual de Problemas (Método de trabalho que visa a otimização das rotas de transporte escolar, baseado em situações similares e informações empíricas, passível de ser desenvolvido com base em imagens das rotas sobre mapas de abrangência municipal)
- COPEL Companhia Paranaense de Energia
- CRIQ Coordenadoria de Relações Institucionais e Qualificação (Uma das coordenadorias da Secretaria Estadual do Desenvolvimento Urbano.)
- DAE Diretoria de Administração Escolar (Uma das diretorias da Secretaria de Estado da Educação, vinculada à Superintendência de Desenvolvimento Educacional – SUDE)
- DSG Diretoria de Serviço Geográfico – Exército Brasileiro
- DNER Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (atual DNIT)
- DNIT Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes
- DVIG Divisão de Geossoluções (Uma das divisões do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC)
- DVNT Divisão de Negócios de Tecnologia da Informação (Uma das divisões do Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento – LACTEC)
- ESRI Environmental Systems Research Institute (empresa conhecida internacionalmente pela produção de software para sistemas de informação geográfica (GIS), tais como ArcInfo, ArcGIS e ArcView, entre outros)
- GIS *Geographic Information Systems* ou Sistema de Informações Geográficas (sigla em inglês que refere a uma classe de programas de computador destinados à estruturação de sistemas de informação georrerenciados)
- GNU/GPL General Public License (Licença Pública Geral) ou GNU/GPL é a designação da licença para software livre
- GPS *Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global (sistema de radionavegação baseado em satélites, desenvolvido e controlado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América, que permite a qualquer usuário saber a sua localização, velocidade e tempo, 24 horas por dia, sob quaisquer condições atmosféricas e em qualquer ponto do globo terrestre)
- GPS/PDA Aparelho de geoposicionamento global (GPS) apresentado na forma de um assistente pessoal digital (PDA) (foram utilizados no mapeamento das rotas de transporte escolar, escolas e outros objetos notáveis)
- gvSIG Programa de computador da classe GIS - *Geographic Informations Systems* (produzido pela Generalitat Valenciana, Espanha; daí o nome gvSIG)
- IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IDE Integrated Development Environment (Ambiente Integrado de Desenvolvimento)
- LACTEC Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento
- MEC Ministério da Educação
- MPTE Metodologia Paraná de Transporte Escolar (é a metodologia resultante da execução do Plano de Transporte Escolar levado a efeito pela Secretaria de

Estado da Educação e pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano, no estado do Paraná)

MCO Movimentação de crédito orçamentário

NRE Núcleos Regionais da Educação (órgãos descentralizados de gestão do sistema escolar estadual, da Secretaria de Estado da Educação, que atendem conjuntos de municípios regionalizados; são 32 os NREs da SEED)

OGC Open Geospatial Consortium (Consórcio de Geomática Livre)

PARANACIDADE Serviço Social Autônomo Paranacidade (Ente de cooperação vinculado a SEDU, que tem como função prestar assistência técnica aos municípios e gerir o Fundo Estadual de Desenvolvimento Urbano – FDU)

PDA Personal Digital Assistant (Assistente Digital Pessoal. É o termo atualmente correto para se identificar o que geralmente é conhecido como: Palm, Palmtop, WinCE, PocketPC, Handheld, ...)

PDF Portable Document Format (formato de documento portátil)

PTE Plano de Transporte Escolar (Plano desenvolvido pela Secretaria de Estado da Educação, em convênio com a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano; desenvolvido pelo Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento)

SEDU Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano

SEED Secretaria de Estado da Educação

SERE Sistema Estadual de Registro Escolar

SIG Sistema de Informação Geográfica

SIGET Sistema de Gestão do Transporte Escolar

SPOT-5 Satellite pour l'observation de la Terre (Satélite para observação da Terra)

SUDE Superintendência de Desenvolvimento Educacional (órgão da Secretaria de Estado da Educação – SEED, do Estado do Paraná)

UTM *Universal Transverse Mercator* ou *Projeção Universal Transversal de Mercator* (sistema de projeção cartográfica cilíndrica do esferóide terrestre em 60 cilindros secantes à superfície da Terra ao longo de meridianos em zonas múltiplas de 6 graus de longitude e estendendo-se de 80 graus de latitude Sul a 84 graus de latitude norte)

XML *eXtensible Markup Language* (linguagem padronizada de marcação genérica, capaz de descrever diversos tipos de dados. Seu propósito principal é a facilidade de compartilhamento de informações através da internet)

INTRODUÇÃO

Este documento expõe conceitos, métodos de trabalho e informações pertinentes à Metodologia para Produção de Mapas Temáticos e Informação Topológica para Avaliação Visual de Problemas (Método AVP), que é parte integrante da Metodologia Paraná para Gestão do Transporte Escolar (MPTE) e do Sistema de Gestão do Transporte Escolar (SIGET), constituídos no âmbito do Plano de Transporte Escolar.

O PLANO DE TRANSPORTE ESCOLAR (PTE)

O Plano de Transporte Escolar constitui um empreendimento do Governo do Estado do Paraná, levado a efeito pela Secretaria de Estado da Educação (SEED) e pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano (SEDU) com base no Convênio de Cooperação Financeira n.º 001/2008, celebrado em 16 de abril de 2008,¹ e no Contrato n.º 001/2008, firmado entre a SEDU e o Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC), em 26 de maio de 2008.²

Entende-se o transporte escolar (TE) como sendo o transporte de estudantes de um determinado ponto de origem, normalmente próximo de sua residência, à escola em que está matriculado e o sentido inverso, da escola ao ponto de origem da viagem.³

Este Plano tem por foco os sistemas de transporte escolar operados em nível municipal, e como preocupação implícita a problemática de trabalho relacionada com a oferta destes serviços pelo Poder Público. Visa ao aperfeiçoamento das práticas administrativas e à otimização do alcance dos recursos públicos relativos ao transporte escolar. Em princípio, sua execução pretende atender as seguintes metas:

- melhoria dos serviços prestados aos escolares;
- obediência à Legislação do Transporte Escolar;

¹ PARANÁ. SEED. SEDU. **Convênio n.º 001/2008, celebrado entre a Secretaria de Estado da Educação e a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano**. Curitiba: 16 abr. 2008. Assinado entre os secretários Eduardo Requião, pela SEED, e Luiz Forte Netto, pela SEDU.

² PARANÁ. SEDU. LACTEC. **Contrato n.º 001/2008, firmado entre a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano (SEDU) e o Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC)**. Curitiba: 26 de maio de 2008. Assinado por Luiz Forte Netto, pela SEDU, e Aldair Tarcizio Rizzi, pelo LACTEC.

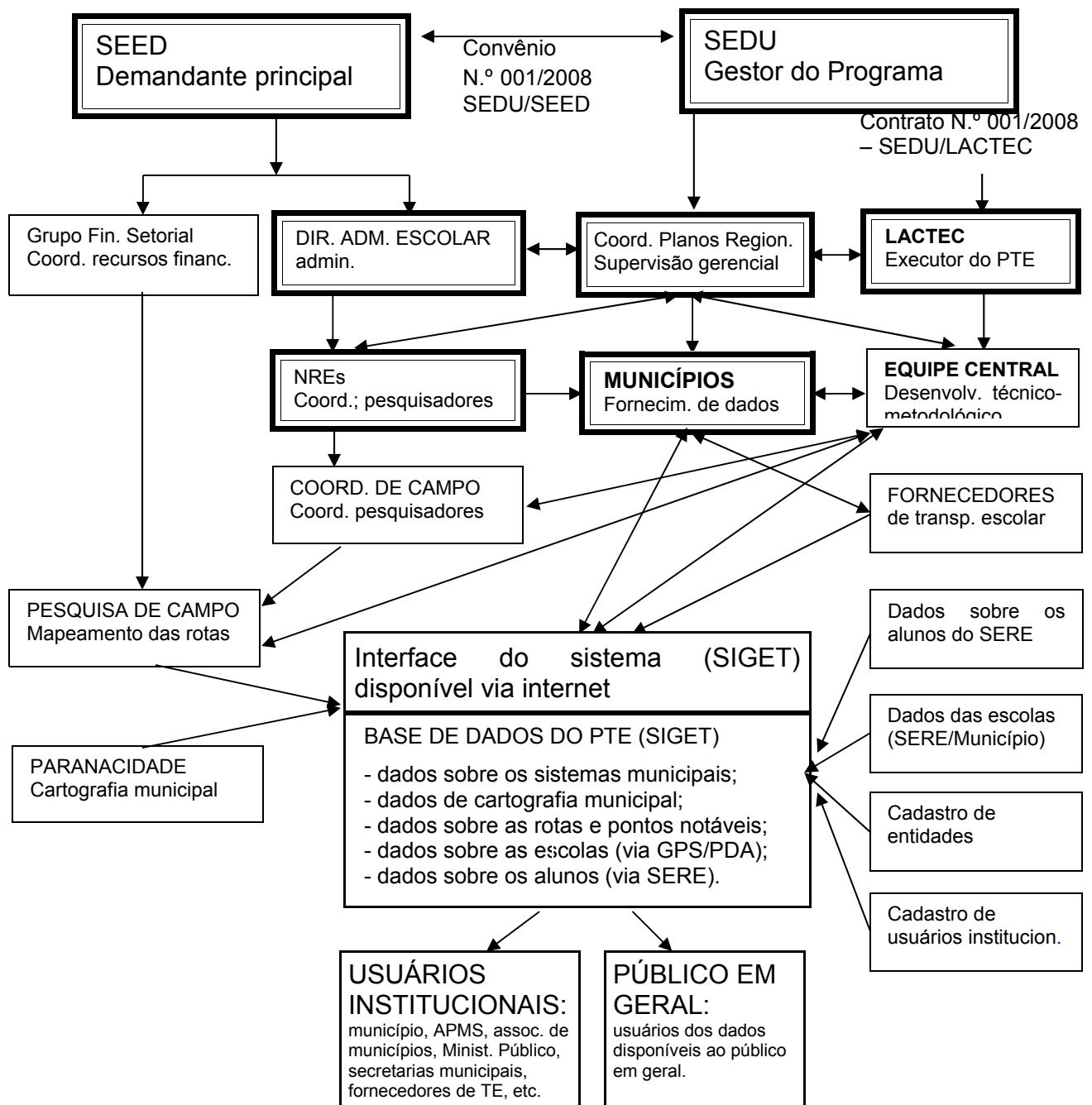
³ EGAMI, C. Y. et al (2006) Panorama das Políticas do Transporte Escolar Rural. Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Brasília, v. 2, p.770-781.

- economia no custo faturado pela medição correta do comprimento das rotas;
- redução de custos operacionais com a otimização dos traçados dos itinerários dos veículos de transporte escolar.

Adicionalmente, no entanto, tendo em vista o caráter sistêmico da organização de seus resultados, outras funções e benefícios são possíveis.

Modelo organizacional interinstitucional do PTE

A estruturação do Plano de Transporte Escolar foi feita com base no seguinte modelo organizacional geral:



O desenvolvimento do PTE tem por escopo a elaboração de uma metodologia para gestão do transporte escolar e a construção de um sistema de gestão do transporte escolar, calcados no desenvolvimento de tecnologia de uso e de recursos de logística.

METODOLOGIA PARANÁ PARA GESTÃO DO TRANSPORTE ESCOLAR (MPTE)

A Metodologia Paraná para Gestão do Transporte Escolar apresenta como conteúdos: considerações de natureza teórica, construções conceituais, procedimentos instrumentais, especificações técnico-operacionais, normas e padrões, mapas, informação sobre programas de computador e outras informações que visam facilitar aos gestores de transporte escolar um melhor entendimento da problemática geral do transporte escolar e melhor atuação prática diante dos problemas de gestão desta forma de serviço público.

Composição documental da MPTE

Em termos estruturais esta metodologia é composta pelos seguintes documentos principais:

1. PARANÁ. SEED. SEDU. **Metodologia Paraná para gestão do transporte escolar público: tecnologia de uso e logística.** Curitiba: LACTEC, 2009.
2. PARANÁ. SEED. SEDU. **Metodologia de produção de indicadores para gestão do transporte escolar público.** Curitiba: LACTEC, 2009.
3. PARANÁ. SEED. SEDU. **Metodologia de apropriação de custos com o transporte escolar público;** processo objetivado ao cálculo mensal de média por aluno e quilômetro, entre outros. Curitiba: LACTEC, 2009.
4. PARANÁ. SEED. SEDU. **Metodologia para produção de mapas temáticos e informação topológica para avaliação visual de problemas (método AVP).** Curitiba: LACTEC, 2009.
5. PARANÁ. SEED. SEDU. **Manual de normas para gestão do transporte escolar público.** Curitiba: LACTEC, 2009.
6. PARANÁ. SEED. SEDU. **Manual da pesquisa de campo;** orientações técnico-operacionais e administrativas para o mapeamento das rotas de transporte escolar público. Curitiba: LACTEC, 2009.
7. PARANÁ. SEED. SEDU. **Coletânea de legislação sobre o transporte escolar.** Curitiba: LACTEC, 2009.
8. PARANÁ. SEED. SEDU. **Seminário de objetivação e homogeneização (SOH);** definições iniciais para o Plano de Transporte Escolar no estado do Paraná. Curitiba: LACTEC, 2009.

Além disso, será fornecido o modelo do Contrato Padrão para editais de licitação para contratação dos serviços de transporte escolar público.

TUTORIAIS

PARANÁ. SEED. SEDU. **Tutorial 1**; instalação e manuseio de funções básicas do GvSig. Curitiba: LACTEC, 2009.

PARANÁ. SEED. SEDU. **Tutorial 2**; aprendendo da elaborar mapas usando o GvSig. Curitiba: LACTEC, 2009.

PARANÁ. SEED. SEDU. **Tutorial 3**; análise visual de problemas topológicos (método AVP) . Curitiba: LACTEC, 2009.

PARANÁ. SEED. SEDU. **Tutorial 4**; legislação sobre o Transporte Escolar. Curitiba: LACTEC, 2009.

Os produtos técnico-metodológicos da MPTE estão disponíveis no âmbito do Sistema de Gestão, o qual disponibiliza inclusive a sua própria documentação enquanto desenvolvimento tecnológico da área de informática e possibilita que os todos os dados e informações disponíveis sejam baixados em nível local para serem utilizados conforme conveniência dos gestores de transporte escolar.

Complementaridade entre a otimização logística e a avaliação visual de problemas

Tendo em vista que a Metodologia para Otimização Logística visa estabelecer os traçados dos itinerários dos veículos de transporte escolar do modo mais racional possível, que seus produtos são mapas contendo as rotas otimizadas por meio de análise matemática, operada por programa de computador especialmente criado para tal finalidade, e que a Metodologia para Produção de Mapas Temáticos e Avaliação Visual de Problemas (Método AVP) opera utilizando a mesma base cartográfica, tem-se que ambas as metodologias trabalham sobre uma mesma base digital mas com foco em dois produtos, que apesar de serem diferenciados entre si podem (e devem) ser utilizados de modo complementar.

Isto porque, eventualmente, além dos aspectos racionais levados a efeito no estabelecimento das rotas de transporte (decisão técnico-logística), outros fatores da realidade podem influir na definição dos itinerários dos veículos de transporte escolar (inclusive decisões de natureza política e de atendimento a interesses sociais e/ou individuais localizados). Desta forma, é bastante provável (e recomendável) que os produtos destas duas metodologias de trabalho devam ser efetivamente levados em conta nos processos de otimização dos trajetos a serem percorridos pelos veículos de transporte escolar.

SISTEMA DE GESTÃO DO TRANSPORTE ESCOLAR (SIGET)

Define-se o Sistema de Gestão do Transporte Escolar como sendo o conjunto composto por funções de *software*, bases de dados cadastrais e de pesquisa, uma base cartográfica e outros recursos, construídos com base na MPTE e consolidados em um sistema de processamento de dados. O SIGET tem como suas principais funções disponibilizar os seguintes elementos de informação e apoio:

- orientações aos usuários do próprio Sistema;
- formulários de cadastro e de pesquisa;
- manuais de instrução e normas de trabalho;
- documentos técnico-metodológicos;
- dados e informações de pesquisa e estatísticas;
- dados e informações sobre as rotas de transporte escolar;
- legislação acerca do transporte escolar;
- programação dos aparelhos GPS/PDA para levantamento de rotas;
- métodos de crítica e consistência de dados;
- materiais de treinamento para os gestores de transporte escolar;
- dados e informações sobre alunos e escolas;
- metodologias de trabalho;
- recursos para geoprocessamento de dados e produção de informações topológicas;
- acesso a outras fontes de dados e informações.

No âmbito do PTE, o SIGET constitui, portanto, um recurso instrumental destinado a integrar e tornar disponível todos os recursos metodológicos, dados e produtos informativos obtidos em função da execução deste Plano.

As escolhas feitas nesse projeto no que dizem respeito as tecnologias utilizadas tiveram como pressuposto básico a disponibilidade de conhecimentos e métodos de trabalho para os municípios. Outro ponto levado em conta foi a utilização de recursos facilmente utilizáveis e de programas de computador disponíveis de modo gratuito ou de fácil acesso.

Com base nesta linha de procedimento, foi adotada a utilização de *shapefile* para a representação dos dados coletados em campo, e isto porque este recurso permite acesso aos elementos de mapeamento utilizando uma ampla variedade de Sistemas de Informações Geográficas e maiores possibilidades de disseminação dos dados e informações do SIGET.

1. METODOLOGIA PARA MAPAS TEMÁTICOS E INFORMAÇÃO TOPOLÓGICA

Esta metodologia de trabalho visa integrar certo conjunto de recursos disponíveis no SIGET e possibilitar a elaboração de mapas temáticos e a produção de informação topológica⁴ e, eventualmente, outras formas de informações relacionadas com as rotas de transporte escolar.

Seus principais objetivos são: a economia no custo faturado pela medição correta do comprimento das rotas e a redução de custos operacionais com a otimização dos traçados, conforme estipulado no Convênio SEED/SEDU. Além disso, apresenta serventia para resolver outros problemas relacionados com o atendimento das demandas de transporte escolar que dependam de informações espacializadas.

Em princípio, a preocupação com a produção destas informações tem por escopo a análise e solução de problemas pertinentes às rotas de transporte escolar, delimitados e caracterizados de modo específico. No entanto, as informações e os métodos de trabalho definidos no âmbito desta Metodologia podem também ser utilizados na solução de outros tipos de problemas que demandem informações topológicas.

CRITÉRIOS QUE NORTEARAM O DESENVOLVIMENTO DESTA METODOLOGIA

No desenvolvimento desta metodologia, as seguintes orientações foram levadas em conta:

- integração dos dados na base de dados do SIGET;
- fornecimento gratuito da base cartográfica municipal (Paranacidade);
- utilização de *software* gratuito e de ampla utilização que contivesse ferramentas para o manuseio dos dados georreferenciados (no caso, o gvSIG);⁵
- definição de padrões de formatação visando instrumentar os usuários na obtenção de mapas temáticos qualificados;

⁴ Entende-se como informação topológica toda e qualquer forma de informação relacionada a lugares específicos ou a objetos cuja localização espacial possa ser tornada conhecida por meio de mapas, plantas e figuras que permitam ao usuário relacionar os dados disponíveis aos problemas a serem resolvidos com os lugares onde estes problemas possam ocorrer. Não necessariamente as informações topológicas precisam estar georreferenciadas.

⁵ Entende-se o georreferenciamento como o processo de associação de dados, imagens, mapas, etc., a determinadas coordenadas geográficas (referidas a certos pontos de controle de posicionamento em relação a certa extensão de terreno, que no limite se estende a todo o planeta) por meio das quais é possível relacionar os objetos georreferenciados a certos pontos/áreas do terreno.

- utilização de semiologia gráfica visando facilitar aos usuários a visualização dos dados e informações mapeadas;
- desenvolvimento de tecnologia de uso voltada para a solução de problemas relacionados com o transporte escolar;
- produção de mapas temáticos básicos voltados a apenas um conjunto de problemas específicos pré-selecionados;
- produção de material de treinamento diversificado, destinado aos gestores e operadores dos sistemas de transporte escolar, de modo a facilitar a instalação do Sistema de Gestão do Transporte Escolar (SIGET) e a utilização dos recursos disponíveis nesta metodologia;
- disseminação dos resultados obtidos.

METODOLOGIA BASEADA NO DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA DE USO

De modo objetivo, o desenvolvimento destes métodos de trabalho está calcado na definição de um conjunto de recursos instrumentais (aparelhos GPS/PDA, *softwares*, banco de dados e conceitos) e de um conjunto de procedimentos técnico-metodológicos que, tal como já especificado, visa à obtenção de mapas temáticos voltados à solução de problemas específicos.

Na prática, o que se configura é a consolidação de um processo de desenvolvimento de tecnologia de uso que visa atender não apenas o objeto do Convênio realizado entre a SEED e a SEDU, mas também ampliar as possibilidades de produção de informações topológicas pertinentes ao cotidiano dos gestores de transporte escolar e, inclusive, possibilitar a expansão de seu uso para outras áreas de atividades dos municípios.

Neste sentido, vale lembrar GAMA quando diz que “o conceito de tecnologia é contíguo ao de técnica, por isso, referindo-se ao segundo tem-se às vezes presente o primeiro”.⁶ Então, ao considerarmos as técnicas como sendo os “modos de fazer” que utilizamos para produzir algo, tem-se que elas constituem meios segundo os quais trabalha-se no sentido da obtenção de certos produtos ou resultados. “Técnicas são modos de fazer humano, com vistas a um melhor desempenho no alcance dos objetivos [de algum empreendimento]”.⁷ A tecnologia, portanto, resulta na possibilidade

⁶ GAMA, Ruy. **A tecnologia e o trabalho na história**. São Paulo: Nobel, EDUSP, 1963. p.16.

⁷ PAULI, Evaldo. **Manual de metodologia científica**. São Paulo: Resenha Universitária, 1976. p. 57.

do desenvolvimento de capacidades para produzir, utilizar, reutilizar e melhorar as técnicas de trabalho utilizadas para determinadas áreas de trabalho; no caso do PTE, a área de trabalho é a de gestão do transporte escolar.

Desta forma, dependendo dos resultados a serem obtidos em um determinado empreendimento, e dos conhecimentos conexos a seus processos produtivos, podem-se classificar as tecnologias em três categorias distintas, porém integradas e indissociáveis da prática:

- **tecnologia de produto**, por meio da qual é possível o aperfeiçoamento dos produtos gerados em certo campo de atividades, em algum empreendimento ou por meio de algum empreendimento – diz respeito à produção de bens e serviços;
- **tecnologia de processo**, por meio da qual é possível a melhoria dos processos produtivos, ou seja, dos métodos de trabalho – diz respeito aos caminhos (métodos de trabalho) segundo os quais se desenvolvem as ações (serve para a otimização dos caminhos desenvolvidos para atingir objetivos);
- **tecnologia de uso**, a qual é configurada pelo modo ou maneira segundo a qual se utilizam os diferentes recursos disponíveis em certas áreas de trabalho ou, de modo restrito, no âmbito de um empreendimento objetivando o aperfeiçoamento dos métodos de trabalho e dos produtos – diz respeito ao uso dos recursos instrumentais.

De certo modo, tanto no desenvolvimento dos métodos de trabalho produtivos (relativos aos produtos) como nos métodos de trabalho relacionados aos procedimentos (relativos aos processos) adotados em um empreendimento, pode-se ter espaço para o desenvolvimento de tecnologias de uso; ou seja, é possível melhorar a forma como os recursos disponíveis são utilizados. É isto o que foi feito nesta Metodologia e no âmbito do desenvolvimento do Plano de Transporte Escolar: partindo-se de um conjunto de recursos já disponíveis, foram definidos métodos de trabalho que visam instrumentar os gestores de transporte escolar na produção de mapas temáticos objetivados ao atendimento de problemas especificamente definidos.

A preocupação com a questão do estabelecimento de uma certa tecnologia de uso está intimamente relacionada com a posterior disponibilização dos recursos do PTE aos municípios. Espera-se que a adoção de procedimentos homogêneos facilite o encaminhamento de soluções integradoras e possa eliminar em parte as preocupações

no sentido de que, eventualmente, a utilização de metodologias distintas por parte dos municípios possa apresentar resultados diferenciados e impedir a comparabilidade de suas informações.

RECURSOS CONSIDERADOS NA DEFINIÇÃO DESTA METODOLOGIA

As seguintes providências e recursos foram levados em conta na construção desta metodologia de trabalho:

- definição de uma problemática de trabalho que levasse em conta as metas estabelecidas pelo Plano de Transporte Escolar;
- adoção de um modelo de projeto que pudesse dar conta das demandas de interação entre diversas instâncias de dados e informações, e de diferentes instâncias organizacionais (SEED e prefeituras);
- utilização da Base Cartográfica de abrangência estadual;
- constituição de uma equipe de pesquisadores e coordenadores de campo;
- definição de certo rol de objetos e conceitos a serem utilizados no levantamento de campo;
- aquisição de aparelhos GPS/PDA e respectiva programação, que foram utilizados nos processos de coleta de dados em campo;
- elaboração de um Manual do Pesquisador de Campo que, entre outros aspectos, orientou os pesquisadores sobre os procedimentos a serem praticados na coleta de dados em campo e na remessa dos dados para a Equipe Central (ver Manual do Pesquisador de Campo, em anexo a esta Metodologia);
- adoção do *software* gvSIG, para geoprocessamento dos dados e para produção dos mapas temáticos;
- construção da base de dados do SIGET;
- desenvolvimento de processo de coleta de dados sobre as rotas de transporte escolar via aparelhos GPS/PDA;
- formação de uma base de dados georreferenciados.

De modo estrito, a Metodologia para Produção de Mapas Temáticos foi construída a partir dos seguintes procedimentos:

- elencagem de problemas específicos a serem analisados e definição dos mapas temáticos demandados para auxiliar na solução dos problemas;
- desenvolvimento de técnica de análise baseada na Avaliação Visual de Problemas (técnica AVP) voltada para os problemas específicos;
- outras informações destinadas aos gestores deste tipo de serviço;
- disseminação dos resultados obtidos.

2. CONCEITOS UTILIZADOS NESTA METODOLOGIA

Para que o desenvolvimento desta metodologia fosse efetivo, alguns conceitos foram adotados como referenciais.

CONCEITOS GERAIS

Problema

De modo geral, e conceitualmente falando, entende-se por problema a existência de discrepâncias entre o que se apresenta como fato real, aferível numa dada realidade, e alguma norma, lei, padrão, vontade manifesta ou referência de normalidade aceita como válida, a ser seguida ou viabilizada pelo empreendimento.

Isto implica que existem problemas quando, por exemplo:

- a lei determina que os condutores de veículos devem ser maiores que 21 anos (pressuposto) e, na realidade, podem ser encontrados condutores com idade inferior àquela estabelecida por lei (discrepância em relação à lei);
- o pagamento das rotas, quando feito por quilometragem, demanda que a medida de comprimento das rotas seja exata ou o mais exata possível (pressuposto); ocorrem problemas caso o faturamento seja diferente desta medida exata (discrepância em relação ao que é considerado justo);
- espera-se que os dados e informações sobre o transporte escolar sejam confiáveis (pressuposto); ocorrem problemas quando, comparados com a realidade, se apresentam sem a necessária qualificação (discrepância em relação à realidade);
- o transporte escolar deverá ser fornecido até uma distância mínima da residência dos alunos (pressuposto); ocorrem problemas se os veículos não estiverem atendendo esta orientação (discrepância em relação à distância referencial).

A definição de problema baseada na ideia da existência de discrepâncias relativas tem como mérito e vantagem a possibilidade de trabalhar a solução dos problemas de modo produtivo; ou seja, somente existirá problema se a solução dos mesmos estiver atrelada à existência/obtenção/disponibilização de algum produto (bem ou serviço) que resolva ou contribua para resolver ou prevenir a ocorrência da

discrepância, o que significa que a existência de um problema empreendimental estará sempre atrelada à existência de um ou mais pressupostos que definem o campo de existência do problema.

Por exemplo, se os veículos de transporte escolar devem atender os alunos até uma distância mínima de suas residências (pressuposto), isto implica que a solução do problema está atrelada à existência/obtenção/disponibilização de um ou mais produtos, tais como:

- treinamento dos condutores para informar a exigência;
- estabelecimento de procedimento fiscalizatório;
- punição exemplar dos casos problemáticos;
- informação aos condutores para que procedam da forma esperada.

Do que está exposto, depreende-se, portanto, que os problemas a serem trabalhados no âmbito do transporte escolar dependerão da explicitação de certos pressupostos e da definição de padrões, parâmetros, normas, procedimentos e determinações que estabeleçam os elementos referenciais que, relacionados com a ocorrência de fatos da realidade, possam auxiliar na detecção, prevenção e/ou encaminhamento de soluções.

Interessa a esta Metodologia a formulação de pressupostos e a identificação da existência de discrepâncias relativas à realidade dos objetos que compõem o sistema de transporte escolar. Isto será feito levando-se em conta os seguintes aspectos ou elementos considerados inerentes ao transporte escolar municipal:

- legislação pertinente ao transporte escolar;
- normas para funcionamento do transporte escolar;
- cartografia básica para uso municipal;
- tecnologia de uso para gestão do transporte escolar;
- metodologia integradora para gestão do transporte escolar;
- recursos de *software* para pesquisa e gestão;
- dados e informações confiáveis sobre o transporte escolar;
- treinamento dos gestores de transporte escolar.

Disto decorre que apenas alguns problemas de ordem administrativa e técnico-operacional e a disponibilização de certos recursos devem ser abordados.

Geoprocessamento

Geoprocessamento é o processamento informatizado de dados georreferenciados através de programas específicos, que permite o uso de informações gerais associadas às coordenadas dos mapas.

Sistema de Informação Geográfica (SIG)

É um sistema destinado a produzir informações de natureza geográfica, por meio do qual é possível coletar e gravar dados e produzir informações associadas a coordenadas específicas. Dependendo da natureza do SIG e dos recursos disponíveis, é possível que as informações demandadas possam ser produzidas em duas ou três dimensões. Vários são os objetos passíveis de ser georreferenciados no âmbito de um SIG; desde pontos específicos até a localização de objetos complexos.

No âmbito de um SIG, os dados são armazenados de modo a representar os objetos nele registrados, e isto é feito para facilitar a produção de camadas de dados que podem ser superpostas na produção de mapas ou outro tipo de apresentação dos produtos informacionais passíveis de ser elaborados.

Os SIG são projetados para a entrada, o gerenciamento (armazenamento e recuperação), a análise e a saída de dados, devem ser utilizados em estudos nos quais a localização geográfica seja uma questão fundamental na análise, apresentando, assim, potencial para serem utilizados nas mais diversas aplicações. [Esta classe de sistemas] não apresenta apenas a função de manipulação de dados geográficos, mas, dentro de um SIG, os dados estruturados representam um modelo do mundo real.⁸

Os sistemas de informações geográficas, basicamente, permitem organizar as informações sobre uma determinada região em camadas, onde cada camada, que representa um tema ou um *layer*, é um conjunto de feições homogêneas que exibem uma informação a respeito de uma característica da região e estão posicionalmente relacionadas às outras camadas por meio de um sistema de coordenadas comuns. As informações exibidas nas diferentes camadas podem ser analisadas separadamente ou em combinação com outras, uma vez que nem todas as análises necessitam do uso de todos os *layers* simultaneamente. Localizações ou áreas de um determinado tema podem também ser extraídos dos mesmos, separando-os de localizações vizinhas e criando novos *layers*.⁹

⁸ UNIVERSIDADE Federal Fluminense. **Sistemas de informação geográfica e geoprocessamento**. Disponível em <http://www.professores.uff.br/cristiane/Estudodirigido/SIG.htm>, consultado em fevereiro de 2009.

⁹ BARCELOS, F. B.; PIZZOLATO, N. D.; LORENA, A. N. **Localização de escolas do ensino fundamental com modelos capacitado e não capacitado**. In: PESQUISA Operacional, v. 24, n.1, Rio de Janeiro, jan./apr. 2004. p. 3. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0101-74382004000100007&script=sci_arttext, consultado em outubro de 2008.

Base Cartográfica

Base cartográfica pode ser definida como “conjunto de cartas e plantas integrantes de um sistema cartográfico que, apoiadas na rede de referência cadastral, apresentam, no seu conteúdo básico, as informações territoriais necessárias ao desenvolvimento de planos, de anteprojetos, de projetos, de cadastro técnico e imobiliário fiscal, de acompanhamento de obras e de outras atividades que devam ter o terreno como referência”.¹⁰

CONCEITOS UTILIZADOS NA PESQUISA/MAPEAMENTO DAS ROTAS

Rota

Considera-se como rota o conjunto de elementos envolvidos no atendimento regular do transporte escolar, que inclui: localidades atendidas, veículos de transporte escolar, itinerários, turnos, viagens, condutores de veículos, pontos de parada, alunos, escolas, etc.

Em alguns municípios, as rotas são também referidas como “linhas”. Nesta Metodologia, o conceito de rota está associado a conjunto de elementos, e o que em geral se conhece como linha é, aqui, tratado como trajeto.

O mapeamento de uma rota implica conhecer:

- o ponto de início do percurso (ponto-garagem);
- o trajeto da garagem até o primeiro aluno (trecho-garagem);
- as localidades atendidas (definição de atendimento da rota);
- os turnos em que o município disponibiliza transporte escolar na rota;
- os itinerários percorridos (definem a complexidade da rota);
- as ramificações ou “galhos” e os complementos de tronco;
- os veículos de transporte escolar que fazem cada um dos itinerários;
- a caracterização de propriedade dos veículos de transporte escolar;
- as viagens feitas em cada turno;
- o sentido de tráfego em que foi feita a viagem;
- os turnos em que as viagens são realizadas;
- os pontos de parada para coleta ou entrega de alunos;
- os abrigos e outros objetos notáveis;

¹⁰ **ABNT**: Rede de Referência Cadastral Municipal. **Norma NBR 14.166, 31.08.1998**. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, 1998.

- o tipo de pavimentação;
- os professores, caronas e outras pessoas transportadas;
- os alunos que utilizam o serviço de transporte escolar;
- as escolas atendidas;
- os tempos de percurso e respectiva extensão.

O mapeamento de uma rota constitui, portanto, o levantamento de todos os elementos nela considerados para efeito de planejamento do transporte escolar. No âmbito desta Metodologia, as rotas foram numeradas em algarismos arábicos, iniciando em 1, 2, 3 e assim por diante.

Numa mesma rota podem circular vários veículos, serem feitos diferentes itinerários, serem atendidos mais de um turno e mais de uma escola.

Turno

Considera-se como turno cada um dos períodos do dia nos quais é feita a coleta ou entrega dos alunos. O funcionamento das escolas e o atendimento de transporte escolar são realizados por turnos.

Os turnos de funcionamento das escolas podem ser: matutino, vespertino e noturno. Para a pesquisa de campo foram adotados os seguintes turnos:

- manhã ou matutino;
- tarde ou vespertino;
- noite ou noturno.

Para o trabalho de levantamento das rotas, contudo, tendo em vista a complexidade de atendimento dos alunos e a demanda de criação de viagens e turnos intermediários, foi adotada outra forma de categorização dos turnos, que é a seguinte:

- manhã;
- meia-manhã;
- meio-dia;
- meia-tarde;
- vespertino;
- noturno.

Itinerário

Considera-se como itinerário o trajeto viário percorrido pelos veículos de transporte escolar para atender uma rota, desde uma origem até certo destino e vice-versa. Por suposto, foi levado em conta que:

- numa mesma rota são possíveis vários itinerários;
- a cada veículo corresponde pelo menos um itinerário;
- ao longo de um dia, um mesmo veículo pode atender mais de um itinerário;
- a extensão de um itinerário corresponde à extensão de uma viagem;
- em geral, os itinerários são percorridos conforme uma ou duas viagens (ida e volta); em alguns casos podem ocorrer itinerários de uma só viagem;
- os veículos podem trafegar por itinerários sobrepostos, em parte ou no todo;
- quando os itinerários coincidem nas viagens de ida e volta, isto define a existência de um tronco;
- em um mesmo itinerário podem ocorrer até três turnos de prestação de serviço e até seis categorias de turnos operacionais.

Viagem

Considera-se como viagem cada um dos itinerários de ida ou volta percorridos pelos veículos de transporte, desde um ponto de origem (garagem ou ponto de coleta do primeiro aluno) até certo destino (geralmente uma escola, mas pode ser um ponto de ônibus). Por suposto, foi levado em conta que:

- por turno, cada veículo faz duas viagens (ida e volta pelo mesmo itinerário).
- considerando todos os turnos, um mesmo veículo pode fazer até seis viagens por dia.

Nos percursos circulares computa-se que o veículo faça apenas uma viagem e, neste caso, inexistirá tronco. De igual maneira, quando as viagens de ida e volta não forem coincidentes, inexistirá a ocorrência de tronco.

Tronco

Considera-se como tronco o trecho de uma rota pelo qual os veículos circulam de forma sobreposta, exceto as ramificações ou galhos. Quando mais de um veículo trafega por uma rota, o tronco é a cobertura viária em comum, feita pelos diferentes itinerários, sem as respectivas ramificações ou galhos. Um tronco, é assim caracterizado porque se pressupõe que todas as viagens feitas numa dada rota são feitas sobre o mesmo tronco. Se as viagens de uma mesma rota não são feitas sobre um mesmo trajeto inexistirá, então, um tronco.

Portanto, somente existirá tronco se as viagens forem coincidentes e não for do tipo 'circular'.

Segmento de rota

Considera-se como segmento de rota cada um dos trechos de rota, ramificação ou complemento de rota mapeado por meio do GPS. A identificação dos segmentos de rota é necessária tendo em vista que o mapeamento pode ser feito por trecho e estes não necessariamente devem cobrir a rota como um todo.

Ramificação (ou “galho”)

Considera-se como ramificação cada um dos trechos de desvio e retorno do itinerário principal, motivados estes desvios pela necessidade de coleta ou entrega de alunos. As ramificações também são conhecidas entre os gestores de transporte escolar como “galhos” de uma rota. Somente existe ramificação quando o percurso de ida e o de volta coincidem (o veículo vai e volta pelo mesmo trajeto).

Complemento de tronco

Consideram-se como complementos de tronco os trechos de trajeto de um itinerário em que ocorrem diferenças entre os percursos das viagens que compõem o itinerário. Ou seja, ocorrem complementos de tronco caso as viagens de ida e volta de um itinerário a ser mapeado apresentem diferenças de trajeto entre si. Um dos trechos diferentes deve ser considerado como complementos de tronco.

Ponto da rota

Considera-se como ponto da rota cada um dos lugares nos quais os veículos escolares param para coletar ou entregar alunos, professores, caronas ou cargas, bem como aqueles onde existam objetos a ser identificados (ex.: pontes, cancelas, porteiros, etc.). Os seguintes tipos de pontos foram levados em conta no mapeamento: escola, garagem, parada de trânsito, ponto de ônibus, retorno de trânsito, semáforo, colchete, mata-burro, ponte, porteira, pontos de embarque-desembarque, outro tipo.

Dois destes pontos – o ponto-escola e o ponto-garagem – foram nomeados de modo específico e definidos como indispensáveis no processo de mapeamento.

Trecho-garagem

Por definição considerou-se que o trecho percorrido entre a saída do ponto-garagem e o ponto de coleta do primeiro aluno, seria denominado como trecho-garagem. Comumente, quando o levantamento começa a partir da escola, o término do trajeto pode não coincidir com o ponto-garagem. Desta forma, ao mapear algumas rotas, o pesquisador deve complementar o seu levantamento incluindo o mapeamento específico do trecho-garagem. O trecho-garagem constitui, portanto, um dos elementos de uma rota.

Malha viária da rota

Considera-se como malha viária da rota o conjunto de ruas, estradas, caminhos e ramificações pelos quais os veículos de uma rota trafegam. É a cobertura de trajeto feita pelos diferentes veículos de uma rota.

CONCEITOS RELACIONADOS À PESQUISA DAS ROTAS**Ponto de início da viagem**

Considera-se como ponto de início da viagem ao ponto em que é começado o processo de mapeamento das viagens. O ponto de início pode se dar tanto na periferia (garagem) como na escola ou outro ponto qualquer. No ponto de início da viagem é obrigatória a identificação do veículos, registro do odômetro inicial, condutor e caracterização da rota

Ponto de término da viagem

Considera-se como ponto de término da viagem ao ponto em que é encerrado o processo de mapeamento das viagens. O ponto de término pode se dar tanto na periferia (garagem) como na escola ou outro ponto qualquer. No ponto de término é obrigatório o registro do odômetro final.

Veículos de transporte escolar

Considera-se como veículos de transporte escolar a todo e qualquer veículo utilizado nos municípios para fins de transporte escolar, sejam eles de propriedade do município, de empresas ou de pessoas físicas que eventualmente prestem este tipo de serviço ao município, qualquer que seja a forma de contratação.

Os veículos de transporte escolar serão identificados pela respectiva placa de licenciamento e/ou registro de embarcação, no caso de barcos.

Sentido de pesquisa dos veículos

Considera-se como sentido de pesquisa dos veículos os deslocamentos feitos em relação aos pontos de origem e de destino das viagens. São três as possibilidades de sentido de tráfego a serem adotadas:

- escola - periferia.
- periferia - escola;
- circular (trajetos circulares) – escola-escola ou periferia-periferia;

Coincidência de trajetos

Ao mapear uma rota, por medida de economia de trabalho, aquelas que utilizam o mesmo trajeto para as viagens de ida e volta (coincidência) de trajetos, serão pesquisadas apenas em uma viagem anotando-se que os trajetos são coincidentes.

No entanto, quando os trajetos não são coincidentes (as viagens de ida e volta) num mesmo turno ou em todos os turnos, as viagens que diferem do tronco central ou diferem entre si devem ser mapeadas de modo específico conforme seus turnos de ocorrência.

Foco de pesquisa

Tendo em vista que a pesquisa das rotas prevê a possibilidade do levantamento poder ser feito por objetos específicos (tronco, ramificações, trecho-garagem, viagens e complementos), considera-se como foco de pesquisa ao objeto que está em foco para ser mapeado.

OBJETOS CONEXOS COM A PESQUISA DAS ROTAS

Escolas

Constituem as escolas conexas com o levantamento das rotas apenas aquelas pertinentes ao ensino fundamental e médio. No entanto, como o recurso de mapeamento das escolas disponibilizado no aparelho GPS/PDA permite o cadastramento conforme lista de escolas do Censo Escolar, toda e qualquer escola constante daquela lista poderá ser mapeado sob o mesmo critério.

Alunos

Os alunos deverão ser mapeados conforme estrutura de dados constantes do aparelho GPS/PDA e de acordo com as codificações utilizadas no Sistema Estadual de Registro Escolar (SERE).

Objetos notáveis

Consideram-se como objetos notáveis cada um dos elementos existentes ao longo de uma rota necessários de serem mapeados. Por exemplo: pontes, porteiras, semáforos, mata-burro, abrigos. Alguns objetos notáveis podem dar ensejo a que sejam definidos pontos de parada.

CONCEITOS RELACIONADOS AOS MAPAS TEMÁTICOS

Elementos geométricos fundamentais

São os seguintes os elementos geográficos fundamentais a serem definidos no âmbito deste trabalho:

- Ponto é um elemento no espaço que indica uma posição;
- Linha é um segmento de reta que liga dois pontos;
- Polilinha é um conjunto de linhas;
- Polígono é uma figura geométrica plana limitada por uma linha poligonal fechada.

Área

Na geografia e na cartografia, o termo "área" corresponde à projeção em um plano horizontal de uma parte da superfície da terra.

Mapa

Mapa é a representação gráfica de uma área ou parte da superfície da Terra, desenhada ou impressa sobre uma superfície plana, geralmente em papel. Para sua melhor interpretação os mapas são constituídos por um conjunto de símbolos utilizados conforme conceituação específica e definições convencionais. Esses símbolos representam os diferentes elementos naturais, artificiais ou culturais existentes numa dada realidade, acerca da qual o mapa serve como elemento de representação.

Nos mapas podem ser representados pontos específicos como também objetos complexos. A precisão da localização dos elementos representados e dos pontos no mapa pode ser definida pelos graus, minutos e segundos de latitude e longitude segundo os quais o objeto é mapeado. Os mapas são orientados conforme o norte magnético.

Escala

A escala em que um mapa é desenhado representa a relação entre as dimensões dos elementos representados no mapa e a dimensões reais desses mesmos elementos na superfície da Terra.

Shape/shapefile (feição gráfica)

O *shapefile*, ou simplesmente *shape*, é um formato de arquivo desenvolvido pela ESRI,¹¹ utilizado para sistemas de informações geográficas. Um *shapefile* se refere a uma coleção de arquivos tais como "shp", "shx" e "dbf", chamados arquivos de suporte. As relações desses arquivos entre si são muito importantes para a utilização do *shapefile*, visto que um arquivo sozinho não possui a completude das informações georreferenciadas. *Shapefiles* representam espacialmente figuras geométricas como ponto, linha e polígono.

¹¹ ESRI, sigla da empresa Environmental Systems Research Institute, conhecida internacionalmente pela produção de *software* para sistemas de informação geográfica (GIS).

Esse formato é um dos mais utilizados no mundo pelos sistemas de informações geográficas, e pode ser aberto ou importado pela maioria dos aplicativos comerciais e livres, para geoprocessamento, na atualidade. Este foi o principal motivo para que a produção de mapas no âmbito do SIGET fosse baseada na produção de *shapes*: disseminação da solução adotada e facilidade de aprendizado para utilização deste recurso.

Para trabalhar com um *shapefile* o usuário conta com o apoio de um amplo conjunto de programas de computador: o MapInfo, o AutoCad, o TerraView, o ArcGIS, o Global Mapper, o QGIS, o FGIS, etc. No âmbito desta Metodologia, foi adotado o gvSIG produzido pela Conselleria d'Infraestructures i Transport, da Generalitat Valenciana, Espanha.

Layers (camada de informação cartográfica)

Considera-se como camada de informação cartográfica a especificação dos objetos que, em termos cartográficos, constituem cada um dos grupos de informação cartográfica. Por exemplo, trilha ou picada, caminho carroçável, arruamento, constituem camadas de informação do grupo de informação Transporte.

Buffer (área de entorno)

Em termos gráficos, considera-se o *buffer* como sendo uma área de abrangência definida no entorno de um ponto ou objeto selecionado em certo *layer*. O raio do *buffer* (área de abrangência) pode variar conforme o objetivo para o qual foi criado. No caso desse estudo, os centros de *buffer* poderão ser tanto as escolas como os alunos, e os raios serão determinados de acordo com a característica da análise. Por exemplo, o *buffer* de entorno das escolas pode definir a distância mínima a ser resguardada para atendimento de transporte escolar e, no caso dos alunos, a distância máxima segundo a qual o veículo deve proceder ao atendimento em relação à sua moradia.

Grupo de informação cartográfica

Considera-se como grupo de informação cartográfica o conjunto de camadas de informação segundo as quais os dados referentes à base cartográfica estão

organizados. Por exemplo, Transporte, Hidrografia e Localidade constituem grupos de informação cartográfica.

CONCEITOS UTILIZADOS NA PRODUÇÃO DE INFORMAÇÃO TOPOLÓGICA

Distância mínima de atendimento (DMA)

É a distância mínima a ser observada entre a residência do aluno e o lugar onde o mesmo será coletado pelo veículo de transporte escolar. Esta distância pode variar de município a município ainda que possa ser estabelecido um padrão a ser observado para o Estado como um todo.

Para as considerações e os estudos desse projeto, arbitramos essa distância como sendo de 1 km para alunos do ensino fundamental e 2 km para alunos do ensino médio. Esses parâmetros devem ser acordados entre os responsáveis pelo transporte escolar e as partes direta/indiretamente responsáveis pelos alunos (APP, promotoria e conselho tutelar), em cada município, desde que intervenientes válidos e aceitos como tal.

Área de restrição de atendimento (ARA)

Considera-se como área de restrição de atendimento o espaço compreendido no raio de distância mínima de atendimento de transporte escolar, conforme parâmetro adotado/aceito pelo município. Nos mapas temáticos, as áreas de restrição de atendimento são configuradas por círculos cujo centro é a coordenada da residência ou do controle administrativo de fornecimento de energia elétrica ou água utilizado pelo Sistema Estadual de Registro Escolar (SERE).

3. MÉTODO GERAL DE MAPEAMENTO DAS ROTAS

O mapeamento das rotas será feito levando-se em conta os conceitos acima especificados. Desta forma, o trabalho de coleta dos dados deverá levar em conta que os trajetos serão apropriados a partir de cada veículo em serviço na rota, ou seja, o levantamento das rotas será feito 'por veículo'.

O critério mais geral para decisão de mapear os diferentes itinerários existentes numa rota é a ocorrência de mais de um veículo numa mesma rota fazendo itinerários com percursos coincidentes ou não (exceto as ramificações).

Para cada veículo em serviço numa rota deverá ocorrer o respectivo levantamento dos dados conforme o tronco e/ou viagens realizadas pelo veículo ao longo do dia nos diferentes turnos em que preste o serviço de transporte escolar, por rota.

Desta forma, para cada veículo a ter seus trajetos mapeados, deverá ser feito o registro da rota, da placa ou registro do veículo (a placa no caso de veículos automotores, ou o registro no caso de barcos) e a indicação de propriedade do veículo, assim como indicar a quilometragem constante no odômetro do veículo automotor antes do mesmo entrar em serviço no percurso a ser mapeado.

De igual maneira, a cada processo de mapeamento o pesquisador deverá informar o respectivo número de CPF do motorista.

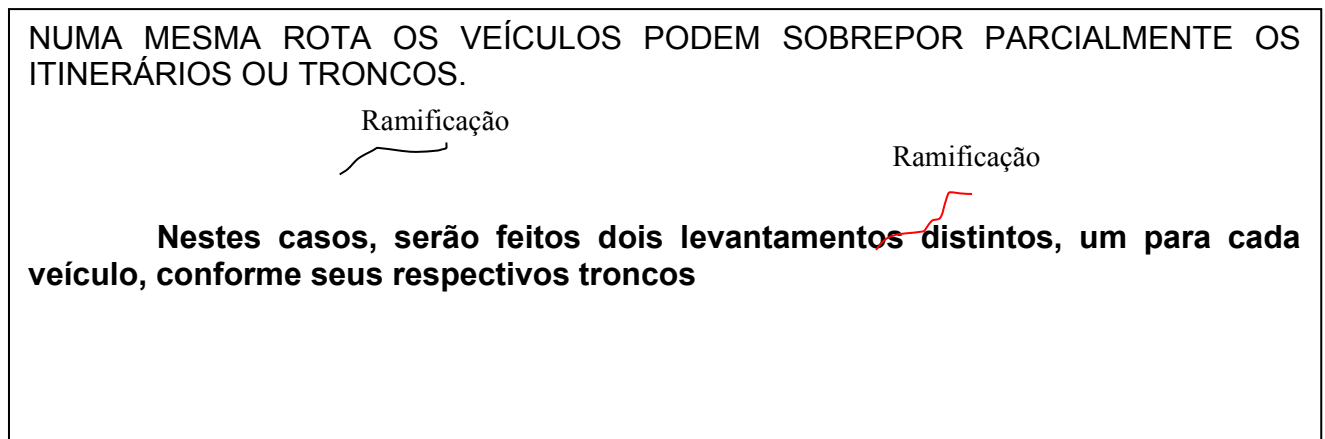
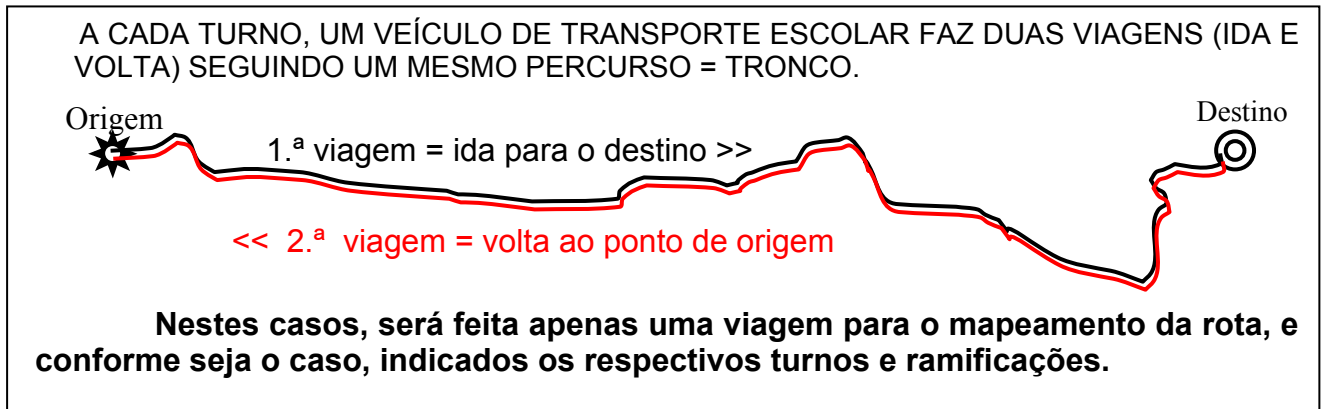
LEVANTAMENTO POR TRONCO OU POR VIAGEM?

Uma vez tendo informado os dados do veículo e do condutor, o pesquisador deverá se informar sobre a configuração da rota a ser levantada, quando então duas opções de levantamento são possíveis:

- 1) **por tronco**: quando ocorrem viagens que são feitas conforme percursos comuns realizados sobre um mesmo tronco, ainda que as existam ramificações diferentes em diferentes turnos e/ou que nem todas as viagens tenham a mesma extensão ao longo do tronco;
- 2) **por viagem**: quando as viagens não são coincidentes na ida e na volta, ou seja, não são feitas conforme um mesmo tronco, ainda que em alguma parte do trajeto elas possam se sobrepor.

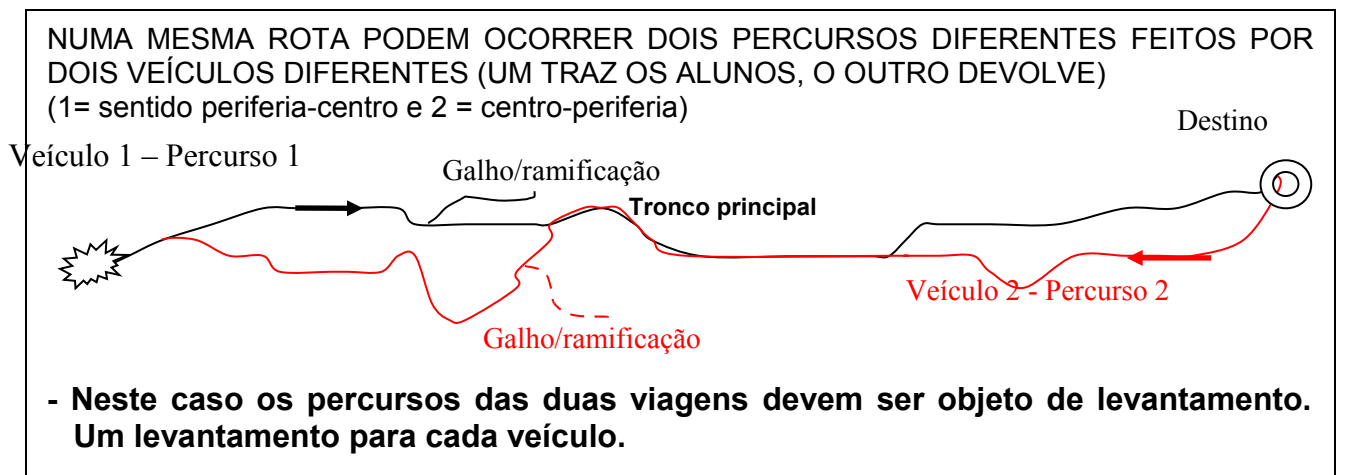
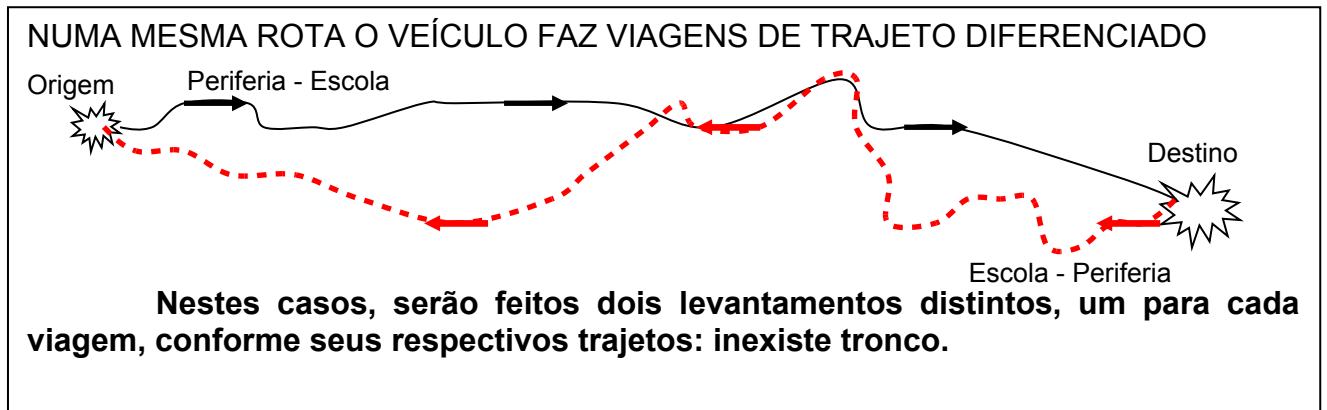
Mapeamento por tronco

O mapeamento por tronco é feito quando o trajeto de ida e volta dos veículos, nas diferentes viagens, é coincidente em termos de percurso. Nestes casos a pesquisa resulta facilitada porque basta apenas que uma viagem seja feita (um sentido de pesquisa apenas) e que sejam computados os turnos em que as diferentes viagens de ida e volta são feitas.



Mapeamento por viagem

O mapeamento por viagem deve ser feito quando numa mesma rota os trajetos de ida e volta das viagens não são coincidentes. Nestes casos, a pesquisa deve ser feita considerando cada uma das viagens em separado e respectivas ramificações.



Em decorrência destas possibilidades tem-se que:

- diariamente, o total de quilômetros rodados em uma rota é igual à soma da quilometragem de todas as viagens feitas em todos os turnos por todos os veículos que atendem esta rota;
- a malha viária da rota é configurada pela cobertura de todos os itinerários feitos por todos os veículos que trafegam na rota.

4. APARELHOS GPS/PDA E RESPECTIVA PROGRAMAÇÃO

Outro aspecto previsto no plano de trabalho estabelecido entre a SEED e a SEDU foi a definição e aquisição de equipamento para levantamento das rotas de transporte escolar. Isto pode ser analisado segundo duas instâncias diferenciadas:

- equipamentos de escritório para atendimento da Equipe Central e para viabilização do projeto (microcomputadores e rede interna).
- equipamentos GPS/PDA e respectiva programação, para o mapeamento das rotas de transporte escolar.

DEFINIÇÃO E AQUISIÇÃO DOS APARELHOS GPS/PDA¹²

Entende-se como aparelho GPS/PDA os equipamentos portáteis (computadores de mão) utilizados na coleta de dados das rotas de transporte escolar, bem como de escolas, alunos e outros objetos notáveis existentes ao longo das rotas e de interesse para o Plano de Transporte Escolar.

A sigla GPS é pertinente à expressão Global Position System ou Sistema de Posicionamento Global, que define a classe de equipamentos destinados ao processo de georreferenciamento de pontos, e aos processos de mapeamento, roteamento, geolocalização, etc. A sigla PDA corresponde à expressão *Personal Digital Assistant*, que define a classe de equipamentos destinados a apoiar os processos de coleta de dados efetivados de modo pessoal (por pessoas).

Para os trabalhos de mapeamento demandados pelo PTE, foi definido que o aparelho a ser adquirido deveria oferecer os seguintes recursos gerais necessários para o levantamento:

- captação e registro de coordenadas por meio de GPS, fator considerado essencial para os trabalhos de mapeamento;
- possibilidade de programação objetivando a inserção de formulários eletrônicos, destinados a registrar as características dos objetos de conhecimento (aluno, ponto de parada, estrada, veículo, etc.) ao longo da rota de transporte escolar;

¹² Esta seção foi construída com base nas argumentações e especificações feitas no documento PARANÁ. SEDU. PTE. **Termo de referência para compra de GPS/PDA**. Curitiba: SEDU, 2008.

- portabilidade e tamanho ergonomicamente confortável de ser manuseado; o equipamento deveria ser facilmente transportável;
- boa capacidade de memória para arquivar as informações coletadas;
- possibilidade de transferência eletrônica das informações coletadas em campo para microcomputadores, de modo simples e rápido, conforme programação específica.

Definição pelos GPS/PDA

Estudo preliminar realizado pela SEED e SEDU estimou a existência de, aproximadamente, 13 mil rotas de transporte escolar em todo o Estado. Para fazer o mapeamento de todas elas acompanhando o ano letivo de 2008, estimou-se que seriam necessários 70 equipamentos de PDA; um para cada pesquisador de campo.¹³

Outro motivo para a opção por aparelhos GPS/PDA foi o fato de o IBGE ter adquirido mais de 80 mil desses equipamentos na realização do Censo Agropecuário em 2005, o que, dada a complexidade do processo de coleta e transmissão de dados, foi considerado como um elemento referencial altamente positivo.

A aquisição dos equipamentos foi feita pelo Sistema de Registro de Preços. No entanto, como estas definições foram feitas antecipadamente ao início do projeto, previu-se que ao longo de 12 meses, conforme a necessidade do projeto e definição futura da SEDU/SEED, outros equipamentos deste tipo poderiam ser comprados.

Um aspecto que pesou, positivamente, na aquisição dos aparelhos GPS/PDA foi o fato de que esses equipamentos, uma vez cumprida a tarefa primeira de mapeamento para o PTE, poderiam ser empregados no levantamento de outros objetos de interesse da SEED e alimentar/atualizar as próprias informações das rotas municipais.

Deste modo, a disponibilidade destes aparelhos permitiria que a SEED, mesmo encerrado o PTE, pudesse acompanhar a situação geral das rotas de transporte escolar e contribuir para a melhoria dos processos de gestão deste serviço, tanto em nível estadual como, e principalmente, em nível municipal.

¹³ Estimativa feita considerando-se um período de coleta de dados de pelo menos dez meses letivos.

Especificações dos aparelhos GPS/PDA

Tendo em vista as considerações acima, e uma certa variedade de oferta de modelos de equipamentos GPS/PDA disponíveis no mercado, muitos dos quais eram básicos demais para o porte do levantamento pretendido, um esforço foi feito no sentido de ajustar as definições a um perfil de equipamento que desse conta das expectativas existentes. Isto foi feito com o máximo de rigor possível para subsidiar o pertinente processo licitatório. Para tanto, foi estabelecido que os aparelhos GPS/PDA deveriam apresentar as seguintes características:

- possibilitar a coleta de dados de modo automático, após acionado no início das rotas e trechos de percurso a serem levantados e conforme a programação;
- possibilitar a obtenção de coordenadas geográficas a intervalos de tempo e/ou espaço pré-determinados, armazenando-as para posterior processamento e inclusão nos mapas digitais;
- possibilitar que a cada ponto de roteamento, conforme o interesse do usuário, fosse possível coletar dados na forma de tabelas, explicitando, conforme programação, elementos como:
 - coordenadas do ponto;
 - data da coleta;
 - horário de registro do ponto;
 - tipo de pavimentação da rodovia;
 - características e localização dos pontos de embarque/ desembarque;
 - localização das escolas;
 - características dos usuários do sistema de transporte (escolares, agricultores, caronas, etc.);
 - número de pessoas que embarcam e desembarcam em cada ponto de parada;
 - outras informações georreferenciadas que se julguem necessárias.

Para atender estas necessidades foi considerado imprescindível que o equipamento pudesse ser programado, vinculando os dados coletados e rotas percorridas às coordenadas geográficas, de forma a possibilitar que fossem utilizadas nos mapeamentos complementares, com *softwares* de geoprocessamento disponíveis no mercado.

Especificações básicas tomadas como referenciais

Foram as seguintes as especificações definidas para subsidiar o processo de licitação dos equipamentos GPS/PDA:

- ter pelo menos 12 canais, com tecnologia SIRF III capaz de rastrear código C/A, portadora L1 com antena interna integrada;
- precisão de 10 metros RMS em modo autônomo;
- precisão de até 3 metros RMS +1 ppm pós-processado com código C/A;
- saída para antena externa;
- sistema operacional Windows Mobile 5.0;
- processador com frequência igual ou superior a 300MHz;
- visor com cerca de 3,0" LCD, resolução de 320x240 ou superior, colorido;
- membrana de proteção para o visor de LCD;
- teclado com teclas ou tela "touch screen" acionada com canetas "stylus";
- memória igual ou superior a 128 MB;
- cartão de memória SD igual ou superior a 256 MB;
- *slot* de expansão de memória para 2GB ou superior;
- temperatura de operação: 0-40° C;
- temperatura de armazenamento: 0-60° C;
- peso do aparelho sem proteção de até 250g e de até 450g com proteção;
- bateria interna, recarregável e removível, com autonomia para 10 horas de funcionamento, com o GPS ativo;
- acessório/capa de proteção capaz de resistir a quedas da ordem de 1 metro sobre concreto e a prova de água e umidade, com alça para acomodar o aparelho na mão do operador;
- comunicação Bluetooth e USB;
- botão para ligar e desligar a energia;
- e, caso fosse necessário adquirir algum *software* especial para realizar a programação, ele deveria ser incluído na proposta e o seu preço discriminado.

Acessórios considerados indispensáveis

Além destas características básicas, os aparelhos GPS/PDA deveriam ser acompanhados dos seguintes elementos:

- estojo/capa de proteção para reduzir riscos de quebra com quedas e umidade, possibilitando ainda acesso ao cartão de memória, botão liga/desliga, cabo USB, cabo de bateria, etc., sem a necessidade de abrir o estojo/capa;
- 2 cartões de expansão de memória de 2 GB, compatíveis com o aparelho;
- cabo de comunicação USB;
- carregador de bateria para tensões variáveis, desde 100V a 240V;
- 3 canetas “stylus” para visores tipo “touch screen”;
- manuais do equipamento e de operação em português.

Preço máximo estabelecido e indicação de recurso

A realização de pesquisa de preços junto a empresas do ramo evidenciou que o preço médio para a compra dos 70 equipamentos estaria em torno de R\$ 138.600,00 (cento e trinta e oito mil e seiscentos reais), a um preço unitário não superior a R\$ 1.980,00 (mil novecentos e oitenta reais). Por conseguinte, e conforme a legislação pertinente, foi estabelecido que o preço máximo para a compra não deveria exceder estes valores médios.

Os recursos para a aquisição dos equipamentos em questão tiveram origem na Secretaria de Estado da Educação (SEED), sendo disponibilizados à SEDU mediante convênio e movimentação de crédito orçamentário (MCO), proveniente da Dotação Orçamentária 4103.12361012.138 – Manutenção da Educação Básica, Fonte 116.

Prazo, garantia, suporte técnico e condições de entrega

Além das especificações acima, outras definições em relação ao fornecimento dos aparelhos GPS/PDA foram:

- prazo de entrega: 30 dias;
- garantia: 1 ano, com substituição de equipamentos com defeito no prazo máximo de 10 dias úteis;

- suporte técnico: 1 ano.

Mais ainda, foi exigido que todas as características descritas devessem constar nos catálogos dos produtos, emitidos pelo fabricante, e que, caso isto não ocorresse, os proponentes deveriam apresentar carta do fabricante declarando que o produto atenderia as exigências não contempladas no catálogo.

Também foi exigido dos proponentes que, num prazo não superior a 48 horas após ser contatada, deveriam estar de posse de pelo menos dois dos itens cotados, para serem submetidos a testes. Os custos envolvidos nessa operação correram por conta da proponente.

Condições de treinamento e outras

Para aquisição destes equipamentos foi exigido também que:

- os fornecedores deveriam oferecer treinamento a ser ministrado em Curitiba com os técnicos que iriam operar o equipamento, e isto em data definida pela SEDU;
- os proponentes deveriam apresentar documento emitido pelo fabricante, comprovando que estariam autorizados a comercializar os produtos cotados, dar garantia, treinamento e assistência técnica em todo o Brasil;
- a empresa fornecedora deveria possuir/nomear um representante na Região Metropolitana de Curitiba (RMC).

Além disso, a SEDU se reservou o direito de solicitar a realização de testes em qualquer instância do processo licitatório, com o objetivo de esclarecer eventuais dúvidas sobre os produtos ofertados.

DISTRIBUIÇÃO DOS APARELHOS GPS/PDA AOS PESQUISADORES

Tendo em vista que seriam dois os pesquisadores de campo alocados por NRE para fazer os trabalhos de mapeamento das rotas, e que também seriam treinados dois coordenadores de campo para dar apoio nos processos administrativos (transporte, bolsa-auxílio, etc.) e, inclusive, que seriam elementos viáveis para a substituição dos pesquisadores em situações emergenciais, para cada um dos núcleos regionais foram alocados dois aparelhos GPS/PDA.

Como foram adquiridos 70 aparelhos, em alguns municípios foram alocados mais de dois GPS/PDA.

PROGRAMAÇÃO DOS APARELHOS GPS/PDA

A programação dos aparelhos GPS/PDA foi desenvolvida conforme um conjunto de pressupostos, cuidados e especificações que visaram tornar o seu manuseio, leitura e preenchimento dos formulários algo bastante facilitado aos pesquisadores de campo. Isto foi feito a partir de documento metodológico de detalhamento que teve por objetivo facilitar o diálogo entre os técnicos envolvidos com as definições do Sistema de Gestão e os responsáveis pela programação dos aparelhos.

Em relação ao programa de computador baseado nos aparelhos GPS/PDA foram feitos testes e correções/reformulações no sentido do ajuste de sua operação, levando em conta preceitos relativos ao seu funcionamento ergonômico (ergonomia de *software*). Os aspectos levados em conta neste processo foram os seguintes:

- inserção de informações/orientações iniciais aos pesquisadores;
- ordenamento racional da sequência de preenchimento dos campos de dados;
- ordenamento racional quanto à sequência de preenchimento dos formulários;
- escolha da família de caracteres a serem utilizados nos textos e hierarquia dos mesmos na identificação de títulos, opções e instruções;
- escolha de fundos diferenciadores dos campos de dados, visando destacar elementos a serem considerados nos formulários;
- estudo dos movimentos (idas e vindas) entre os diferentes formulários.

Instalando a programação nos aparelhos GPS/PDA

A instalação dos programas nos aparelhos GPS/PDA se deu conforme os seguintes procedimentos:

- após ligar o aparelho GPS/PDA, o técnico responsável pela instalação deveria acessar a seguinte cadeia de comandos:
- Iniciar --> Configurações --> Sistema
- em seguida, deveria copiar o arquivo TransporteEscolar.CAB para dentro do GPS/PDA;

- para acionar o programa, o técnico deveria clicar duas vezes no arquivo TransporteEscolar.CAB;
- em seguida, precisaria informar [SIM] e selecionar o Dispositivo como o local onde o programa deveria ser instalado, e informar [OK] para que o programa fosse instalado;
- para acessar o programa, o procedimento seria apenas seguir a cadeia de comandos: Iniciar--> Programas --> Transporte Escolar.

Atualização/recuperação da programação em campo

No desenvolvimento dos trabalhos de campo houve casos de pesquisadores que, por um motivo ou outro, perderam a programação dos seus aparelhos GPS/PDA. Quando isto aconteceu, mesmo em se tratando de evento não esperado pela Equipe Central, o procedimento adotado para reinstalação do programa de coleta de dados foi o seguinte:

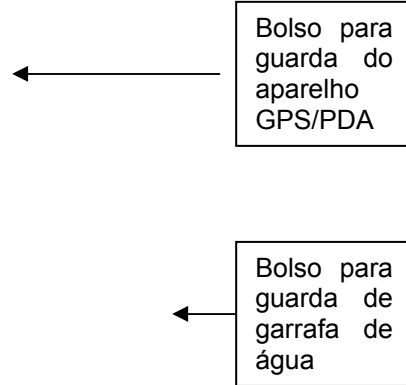
- o programador comunicou a perda do programa ao responsável pelo controle do mapeamento em campo;
- o responsável pelo mapeamento enviou uma cópia do programa, via internet, ao pesquisador de campo e instruiu o pesquisador sobre como baixar o programa para o GPS/PDA;
- em contato telefônico, o responsável pelo controle do mapeamento auxiliou, em tempo real, a instalação do programa.

Este procedimento, ainda que tenha demandado alguma forma de comunicação interfuncional (pesquisador-coordenador), e a remessa do programa via internet, foi bastante simples de ser realizado.

A bolsa de campo dos pesquisadores

Uma vez que os pesquisadores, além do aparelho GPS/PDA, teriam que levar a campo também o carregador de bateria, a caderneta de campo e outros materiais de seu interesse, o projeto PTE cuidou de providenciar uma bolsa de lona, com alça a tiracolo, com espaço específico para a guarda do aparelho, conforme modelo abaixo.

IMAGEM DA BOLSA DO PESQUISADOR



5. BASE CARTOGRÁFICA MUNICIPAL UTILIZADA NO PTE

O Estado do Paraná possui bom acervo de bases cartográficas urbanas (malha urbana) e municipais (áreas urbana e rural). Os dados referentes às áreas urbanas estão na escala 1:2.000 e os municipais na escala 1:50.000. Ambas as escalas estão sendo utilizadas no Plano de Transporte Escolar, principalmente as municipais, pelo fato de que o transporte escolar visa atender predominantemente a área rural. A base cartográfica urbana foi contratada pelo Paranacidade (132 cidades) e pela Companhia Paranaense de Energia (Copel) – 266 cidades.

Foram confeccionadas no sistema de coordenadas planas, projeção UTM (Universal Transverse de Mercator), *datum* horizontal vértice de Chuá - Minas Gerais e *datum* vertical Imbituba - Santa Catarina, SAD 1969 (South American Datum - 1969). Elas pertencem ao Projeto de Atualização Cartográfica do Estado do Paraná e foram constituídas a partir de imagens fornecidas pelo satélite Spot-5 (Satellite pour l'observation de la Terre), resolução de 5 metros. Neste projeto, foram utilizadas como referenciais as cartas do Mapeamento Sistemático, executadas pela Diretoria de Serviço Geográfico (DSG), do Exército Brasileiro, e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). A elaboração da base cartográfica na escala 1:2.000 foi feita a partir de levantamento aerofotogramétrico na escala 1:8.000 e por restituição aerofotogramétrica na escala 1:2.000.

Estas bases seguem a Tabela de Bases Cartográficas Digitais (TBCD), da DSG, elaborada em 1997. Estão organizadas por grupos de informações (transporte, hidrografia, localidades, etc.), sendo que cada grupo é composto por camadas de dados relacionados ao grupo (por exemplo: o grupo transporte é composto pelas camadas rodovias, arruamento, ponte, etc.). No PTE está sendo utilizada a camada de eixos de vias, gerada a partir da camada de arruamento urbano. Os arquivos vetoriais estão no formato *shapefile*, que pode ser aberto ou importado pela maioria dos aplicativos comerciais e livres da atualidade.

As bases cartográficas utilizadas pelo PTE foram cedidas pelo Paranacidade e serão fornecidas gratuitamente, mediante Termo de Cessão de Uso e de Responsabilidade, aos municípios que aderiram ao Programa.

GRUPOS DE INFORMAÇÃO CARTOGRÁFICA UTILIZADOS NO PTE

Estão sendo utilizados no PTE os grupos: transporte, hidrografia e localidade, os quais estão abaixo descritos conforme suas camadas de dados.

Grupo de Informação: Transporte

Nome do Arquivo: Transporte_lin

Descrição: Informações relacionadas ao sistema de transportes, representadas graficamente por linhas.

Nome do Arquivo: Transporte_txt

Descrição: Informações relacionadas ao sistema de transportes, representadas graficamente por texto.

Grupo de Informação: Hidrografia

Nome do Arquivo: Hidrografia_lin

Descrição: Informações relacionadas à hidrografia, representadas graficamente por linhas.

Nome do Arquivo: Hidrografia_pol

Descrição: Informações relacionadas à hidrografia, representadas graficamente por polígonos.

Nome do Arquivo: Hidrografia_txt

Descrição: Informações relacionadas à hidrografia, representadas graficamente por texto.

Grupo de Informação: Localidade

Nome do Arquivo: Localidade_txt

Descrição: Informações relacionadas a localidades e povoados, representadas graficamente por texto.

6. COLETA DE DADOS EM CAMPO

Um dos principais objetivos do PTE foi o mapeamento das rotas de transporte escolar por município. Isto porque, ao se obter uma medida mais exata das rotas e melhores conhecimentos sobre sua realidade, torna-se possível proceder a suas respectivas otimizações, tanto em termos de racionalidade dos percursos como de aferição dos reais percursos a serem levados em conta nos contratos feitos com prestadores de serviços de transporte escolar, bem como para, eventualmente, melhorar as formas de remuneração deste serviço pelo Estado.

Em princípio, trabalhou-se com uma expectativa de redução de até 5% nos custos de transporte escolar em decorrência da otimização dos trajetos percorridos pelos diferentes tipos de veículos fornecedores deste serviço.

Para a coleta dos dados das rotas são utilizados aparelhos GPS (*Global Positioning System*) de navegação, método de posicionamento absoluto, utilizando o Sistema de Coordenadas Geodésicas, DATUM WGS 84.

Para atender as demandas do PTE no que diz respeito à coleta dos dados, foi desenvolvido um aplicativo específico. Na elaboração desse aplicativo, levou-se em consideração a complexidade dos dados a serem colhidos juntamente com uma ergonomia de *software* que facilitasse o trabalho dos pesquisadores de campo.

De modo geral, dois foram os métodos de trabalho aventados para o levantamento das rotas de transporte escolar, ambos realizáveis com o auxílio de aparelhos GPS/PDA:

- o que foi praticado em Castro/PR, em que foram mapeados todos os trajetos feitos pelos veículos ao longo das rotas, em todos os turnos e em toda a extensão dos percursos previstos para coleta/entrega dos alunos;
- o que foi adotado pelo PTE, no qual as rotas foram mapeadas percorrendo-se apenas uma viagem dos trajetos e levantando-se, a cada trecho percorrido, os turnos percorridos pelo veículo naquele trajeto; no caso de trechos não percorridos na viagem considerada, os mesmos foram objeto de levantamento específico.

Em ambos os casos, houve a preocupação de levantar os trechos de percurso não percorridos pelos veículos quando do processo de levantamento, nas seguintes circunstâncias:

- em certos ramais da zona rural, quando o veículo não teve condições de tráfego haja vista a ocorrência de chuvas, queda de ponte, queda de árvore, etc. Nestes casos, após o mapeamento mais geral, o pesquisador teria de voltar a pé ou por outro meio para completar o percurso feito cotidianamente;
- em certas circunstâncias (por exemplo, no caso de chuva intensa), quando o veículo não cumpria determinados trechos. Nestes casos, após o mapeamento mais geral, o pesquisador teria que fazer os complementos de trechos não percorridos durante o levantamento regular.

Outra preocupação comum nos dois métodos de trabalho foi o levantamento dos alunos que entraram/saíram do veículo, os pontos de parada, o tipo de pavimentação e alguns objetos notáveis (abrigos, pontes, viadutos, cancelas, mata-burros, etc.), bem como a localização das escolas.

Na comparação entre os dois métodos, optou-se pelo segundo por ser mais rápido de ser executado e, em decorrência disso, possibilitar ao PTE concluir o mapeamento das rotas em menor espaço de tempo e com menor custo. Portanto, a coleta dos dados relativos às rotas de transporte escolar foi feita conforme modelo de dados orientado para o levantamento de rotas a partir de uma única viagem, feita em um sentido apenas, e levantando-se nesta viagem todos os demais elementos e dados necessários aos fins pretendidos pelo mapeamento, principalmente o atendimento aos alunos e o cálculo de extensão das rotas.

No caso do método de Castro, o levantamento dos alunos foi realizado de modo completo e conforme os pontos de entrada/saída. No método adotado pelo PTE, o levantamento dos alunos em campo foi apenas amostral, haja vista que os dados dos alunos seriam obtidos a partir do cadastramento feito pela SEED (Diretoria de Administração Escolar). Pretende-se, portanto, que progressivamente sejam georreferenciados todos os alunos existentes no Estado e que esse processo seja feito tanto em relação a seus locais de residência como aos pontos de embarque/desembarque e escolas frequentadas.

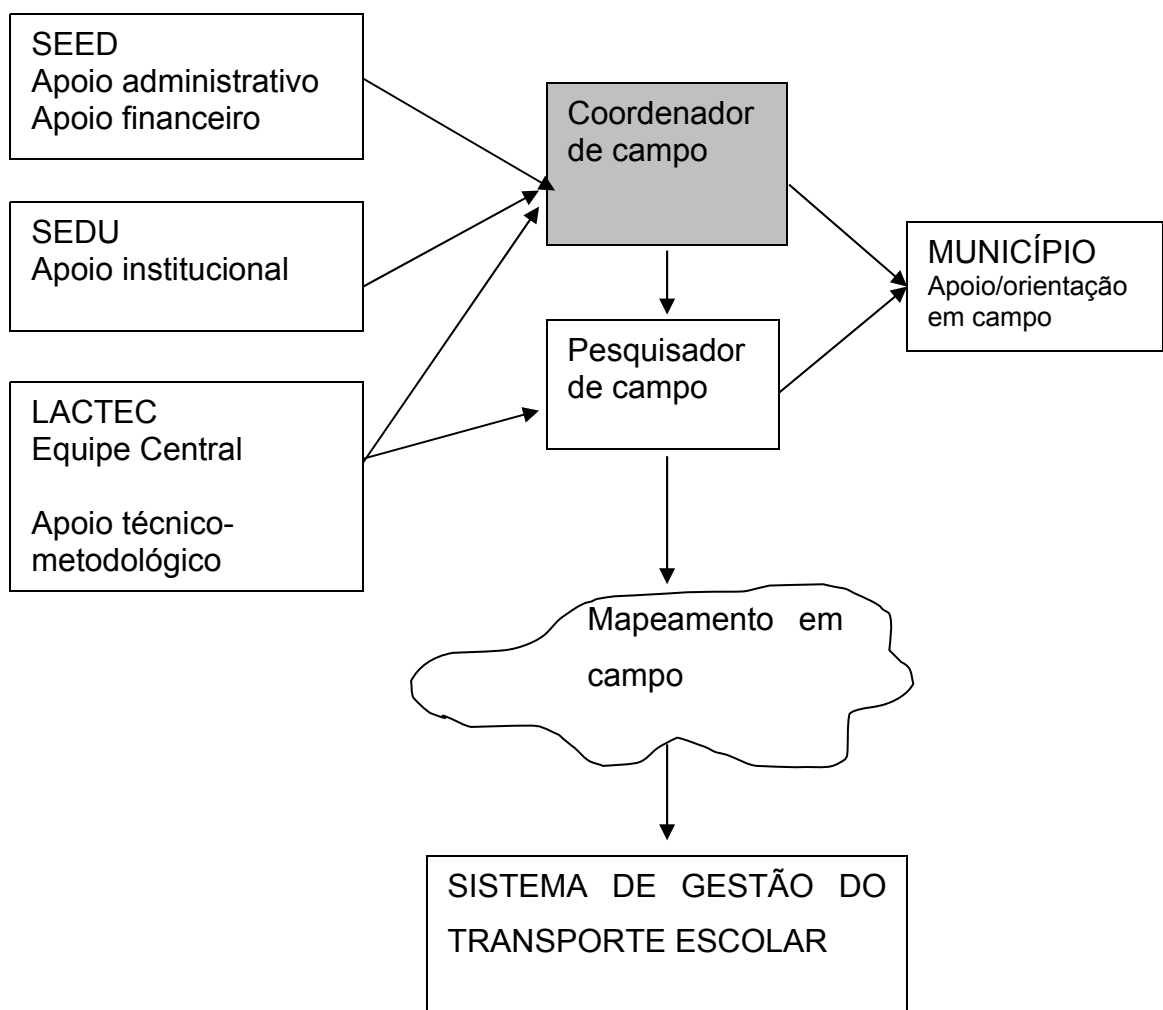
RESPONSABILIDADE PELO LEVANTAMENTO DAS ROTAS

O processo de levantamento das rotas foi realizado por 64 pesquisadores de campo (funcionários dos NREs). Estes pesquisadores foram apoiados por

coordenadores de campo (também funcionários dos NREs) e por orientadores de campo (funcionários dos municípios responsáveis pela orientação dos pesquisadores).

A escolha dos pesquisadores de campo foi feita em nível dos NREs, conforme disponibilidade dos mesmos, o que implicou em alguns problemas haja vista que nem todos os Núcleos tinham possibilidade de atendimento amplo e irrestrito das demandas de pessoal por parte do PTE. Houve, portanto, necessidade de ajustes e de troca de informações entre os agentes envolvidos no processo de mapeamento, e a alocação destes pesquisadores.

Os pesquisadores de campo foram apoiados pela seguinte estrutura funcional:



CAPACITAÇÃO DOS PESQUISADORES DE CAMPO

Precedendo o trabalho de mapeamento das rotas, foram realizados em Curitiba, na SEDU, com o apoio da Coordenação de Relacionamento Institucional e Capacitação, três processos de capacitação do pessoal de campo envolvido com o

levantamento das rotas, dois deles destinados aos pesquisadores e um deles aos coordenadores de campo.

Durante o processo de capacitação, houve reforço no sentido de que os pesquisadores e coordenadores deveriam empenhar-se o máximo possível para não deixar os aparelhos parados, tendo em vista a necessidade de otimização do tempo disponível para o levantamento de campo.

Nestes eventos, além de os pesquisadores tomarem contato com os conceitos a serem utilizados em campo, também foi propiciado treinamento prático de levantamento de rota com base em um roteiro de pouco mais de quatro quilômetros, definido nas proximidades do Centro Cívico, [bairro próximo ao centro de Curitiba](#).

O treinamento prático, no qual foram realizados dois eventos, constou de dois dias de atividades durante os quais os pesquisadores fizeram manuseio do GPS/PDA “em escritório”, com o objetivo de familiarizar-se com o aparelho e sanar as dúvidas mais gerais, tais como: ligar/desligar; verificar o número de satélites disponíveis; dar carga do programa de computador no aparelho; utilizar alternativamente o modo “treino”; descarregar os dados de pesquisa; mapear os pontos notáveis e os objetos a serem levantados, etc.

Uma vez iniciados no uso do GPS/PDA, os pesquisadores fizeram uma viagem-roteiro, com ônibus especialmente alocado para esta finalidade, durante a qual instrutores iam explicitando os objetos a serem mapeados e as anotações necessárias de serem feitas em termos de levantamento. Esta informação era repassada na medida em que, respeitando determinados pontos de parada previamente determinados, os instrutores informavam que tipo de objeto notável ou ponto de rota deveria ser mapeado.

O roteiro foi previamente definido levando-se em conta a necessidade de produzir eventos que pudessem simular a complexidade das rotas de transporte escolar. Desta forma, buscou-se um trajeto que propiciasse a ocorrência dos seguintes tópicos de levantamento:

- início da viagem;
- existência de semáforos;
- mudança de pavimentação;
- passagem por ponte;
- existência de ramificação (“galho” de rota);

- ponto de embarque/desembarque de passageiros;
- entrada de passageiros não-alunos;
- fim da viagem;
- ocorrência de trecho-garagem.

Encerrada a viagem-teste, os pesquisadores e instrutores retornaram ao ambiente de sala de aula (“escritório”) e foram instruídos a proceder à transferência dos dados dos GPS/PDA para os microcomputadores disponíveis.

Após as viagens de treinamento, foi utilizado um programa de teste que permitiu comparar rotas produzidas por diferentes pesquisadores e avaliar a precisão e completude dos levantamentos efetuados como teste. Neste sentido, cabe considerar que o que se obteve em termos de produto, salvo uma ou outra falha de procedimento, foram resultados de excelente qualidade.

CONTATOS INICIAIS PARA O PROCESSO DE LEVANTAMENTO

Na ida dos pesquisadores a campo, para a efetivação dos processos de mapeamento, alguns cuidados foram tomados no sentido de acertar o método de trabalho com os responsáveis pelo transporte escolar em nível municipal. Desta forma, além da comunicação feita pela Equipe Central, também os NREs por meio dos coordenadores de campo e dos próprios pesquisadores entraram em contato com os orientadores de campo, definindo a forma como cada processo de mapeamento deveria ser realizado nos diferentes municípios.

Para a operação de contato com os municípios, a Equipe Central produziu, a partir dos dados recebidos via formulário F1-Sistema, a listagem dos responsáveis pelo transporte escolar¹⁴ e também a listagem dos orientadores de campo (funcionários que acompanhariam os pesquisadores). Com base nessas listagens, foi feita a maioria dos contatos. Cabe observar que, tendo em vista o trabalho permanente dos NREs com os municípios, em função das atividades da própria SEED, muitos destes contatos se deram em nível de conhecimento pessoal, o que facilitou bastante o trabalho de preparação das atividades de mapeamento.

Nos processos de levantamento das rotas, a seguinte rotina foi observada:

- contato com os orientadores e coordenadores de campo;

¹⁴ As listagens foram materializadas por meio de relatórios emitidos pelo sistema de controle dos dados da pesquisa de campo, construído em base Microsoft [Access](#).

- localização dos pontos de início do mapeamento;
- mapeamento das rotas;
- georreferenciamento das escolas;
- descarga dos dados em microcomputador;
- remessa dos dados à Equipe Central;
- anotação de problemas na Caderneta de Campo;
- guarda do material recebido (GPS, bolsa e outros materiais).

LEVANTAMENTO DAS ROTAS EM CAMPO

O mapeamento das rotas de transporte escolar foi feito a partir do fornecimento de relatórios (listagens) pelo pessoal da Equipe Técnica Central, os quais continham dados sobre as rotas a serem levantadas. Estes dados foram originários dos formulários F1 - Sistema e F3 - Rotas, previamente fornecidos pelos municípios.

Estas listagens eram remetidas aos pesquisadores de campo via internet, e sua atualização feita diariamente ou na medida em que os dados de campo eram recebidos e incorporados à Base de Dados.

Conforme os dados fornecidos pelos municípios, e de acordo com programação acertada entre os coordenadores e pesquisadores, estes, com o apoio das listagens fornecidas pela Equipe Central, tiveram duas opções de trabalho:

- iniciar o mapeamento a partir das escolas;
- iniciar o mapeamento a partir das garagens.

Qualquer que fosse a opção praticada, o levantamento deveria ser feito levando-se em conta a realização de uma viagem em cada um dos veículos de transporte escolar que estivesse atendendo cada uma das rotas e respectivas indicações de turnos atendidos.

Mais ainda, caso ocorressem em turnos diferentes ou como variante das viagens em sentido oposto, o pesquisador deveria complementar o levantamento das rotas com as ramificações, os trechos-garagem e os complementos de tronco.

Duas foram as variações metodológicas adotadas para o levantamento das rotas em campo: por tronco (quando as viagens de ida e volta eram coincidentes entre si) e por viagem (quando as viagens de uma rota não coincidiam os trajetos de ida e volta ou que eram feitas por veículos diferentes).

O georreferenciamento das escolas

Além do levantamento de dados sobre as rotas de transporte escolar, aproveitou-se a presença dos pesquisadores em campo para efetivar o georreferenciamento das escolas. Este processo poderia se dar de três formas alternativas e opcionais:

- anteriormente ao mapeamento das rotas;
- concomitantemente ao mapeamento das rotas;
- posteriormente ao mapeamento das rotas.

O critério adotado para o mapeamento das escolas foi o de tomada do ponto de localização no portão de entrada, quando a escola fosse cercada, ou na porta de entrada principal quando esta estivesse situada em local aberto.

Mapeamento utilizando o aparelho GPS/PDA

Para operar os processos de mapeamento das rotas (e o georreferenciamento das escolas), os pesquisadores deveriam ser levados pelos orientadores de campo dos municípios até os pontos de origem dos trabalhos. Estes pontos poderiam ser tanto um ponto-escola como um ponto-garagem. Deste modo, uma vez estando no ponto de início do levantamento, o pesquisador deveria observar a seguinte rotina de trabalho:

- ligar o aparelho GPS/PDA;
- verificar se o GPS/PDA estava captando pelo menos 4 satélites, sem o que o mapeamento não seria realizado (bloqueio por programação);
- indicar no GPS/PDA o nome do município onde estava sendo feito o levantamento;
- indicar seus dados de identificação;
- confirmar que o GPS/PDA estaria sendo utilizado no modo Normal.¹⁵

O critério geral para a decisão de mapear ou não um itinerário foi a ocorrência de mais de um veículo numa mesma rota, fazendo itinerários com percursos não coincidentes (exceto as ramificações).

¹⁵ A programação dos aparelhos GPS/PDA foi feita em dois modos de operação: Normal e Treino. No modo Normal, todos os dados informados nos formulários do aparelho seriam gravados em arquivo. No modo Treino, o pesquisador poderia explorar todas as possibilidades de utilização dos aparelhos e desenvolver processos de autotreinamento sem que os dados informados fossem gravados.

7. PROGRAMA DE COMPUTADOR PARA GEOPROCESSAMENTO (GVSIG)¹⁶

Diversos são os programas de computador disponíveis no mercado. São fornecidos por diversas empresas e entidades e apresentam custos diversificados, sendo que alguns podem ser utilizados de modo gratuito (são os chamados *softwares* livres). No caso do PTE, optou-se pela utilização do *software* gvSIG,¹⁷ gratuito.

O gvSIG é um programa de computador orientado ao manejo de dados georreferenciados e de produção de informações geográficas. Faz parte da ampla categoria de programas de computador considerados como “Sistema de Informação Geográfica” (SIG). É disponibilizado como *software* livre e programado em plataforma Java, sendo produzido por iniciativa da Generalitat Valenciana,¹⁸ por meio da Conselleria d’Infraestructuras i Transport, da Espanha.¹⁹

A Conselleria dispõe de uma equipe de desenvolvimento que tutela e coordena as colaborações externas, e a Universidade Jaume I é quem efetua as tarefas de supervisão, a fim de garantir que o desenvolvimento do projeto siga todas as especificações internacionais Open Geospatial Consortium (OGC).²⁰

Por se tratar de *software* livre, sua construção efetiva conta com colaboradores de diversas partes do mundo. Caracteriza-se por disponibilizar uma interface amigável e é capaz de utilizar os formatos de bases de dados mais usuais. É bastante ágil em termos de resposta e trabalha com dados do tipo imagem (*raster*) e vetor (*vector*).

No geral, o aplicativo permite analisar e gerenciar informações sobre áreas geográficas, fazendo identificações e localizações de espaços concretos e reais no

¹⁶ As especificações relativas ao gvSIG foram obtidas no *site* oficial deste produto <http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=que-es-gvsig> e em outros endereços da internet, tal como http://www.ideo.es/resources/presentaciones/Descripcion_GVSIG_PT.doc, consultados em outubro de 2008.

¹⁷ Programa de computador da classe GIS - *Geographic Information System* (produzido pela Generalitat Valenciana, Espanha; daí o nome gvSIG.) (Ver neste documento o tópico específico sobre o GVSIG).

¹⁸ A Generalitat Valenciana é o nome genérico que abrange diferentes instituições ao abrigo da qual a comunidade autônoma de Valência/Espanha é politicamente organizada.

¹⁹ Na página oficial do gvSIG (<http://www.gvsig.gva.es/>) encontra-se toda a documentação referente ao projeto (aplicação, manuais, etc.), bem como diferentes listas de distribuição para articulação de interesses da comunidade de utilizadores e criadores desta ferramenta de trabalho com dados e informações georreferenciados.

²⁰ Open Geospatial Consortium (Consórcio de Geomática Livre) é uma organização voluntária internacional de padrões de consenso. No OGC, mais de 280 organizações comerciais, governamentais, não-lucrativas e instituições de pesquisa do mundo todo, colaboram num processo de consenso aberto encorajando o desenvolvimento e a implementação de padrões para conteúdo e serviços geomáticos.

mapa. Permite, portanto, manipular dados espaciais, efetuar análises complexas e elaborar mapas avançados. Outra função disponível é a realização de análise por perímetros delimitados; ou seja, pode-se traçar uma rota de transporte ou ruas de cidades, verificando as informações geográficas de acordo com essa delimitação.

Entre os SIG livres existentes no mercado, este é um dos mais utilizados na atualidade, orientado a usuários finais de informações de natureza geográfica e disponível em diversos idiomas (português, espanhol, inglês, etc.).

Como ferramenta IDE, permite integrar dados remotos através de origens OGC, WMS, WCS e WFS e bases de dados aeroespaciais. Permite, ainda, atender serviços de pesquisa tanto de catálogo como de nomenclatura, utilizando as especificações mais comuns (CS-W, SRW, Z39.50, WFS-G, SOAP e ADL GCS).

A aplicação é disponibilizada em código aberto, licenciada como GNU/GPL²¹ e gratuita. Apresenta especial enfoque na extensibilidade do projeto, de forma a permitir que as funcionalidades da aplicação sejam facilmente desenvolvidas, bem como o desenvolvimento de novas aplicações a partir das bases utilizadas no gvSIG (sempre e quando cumpram a licença GNU/GPL).

REQUERIMENTOS MÍNIMOS DE SISTEMA

O computador onde será instalado o programa gvSIG deve possuir os seguintes itens mínimos: o processador deve ser no mínimo um Pentium III com memória RAM de 256 MB. O sistema operacional pode ser Windows, Linux ou Macintosh (a partir do WIN98, Linux Ubuntu 6.x e 7.x, Linux Suse 8.2/9.0 e Macintosh OSX 10.4).

²¹ GNU General Public License (Licença Pública Geral). GNU GPL, ou simplesmente GPL, é a designação da licença para *software* livre.

INSTALANDO O GVSIG

O programa para geoprocessamento gvSIG deve ser copiado/baixado do sítio oficial deste programa de computador (<http://www.gvsig.gva.es/>). Clique em *Dèscarregues>>última version estable 1.1'*, e a imagem ilustrada a seguir aparecerá na tela do computador.

The screenshot shows the 'DESCARGA' (Downloads) section of the gvSIG 1.1 website. It features a table with columns for 'Actualización' (Update), 'Binarios' (Binaries), and 'Manual'. The table lists several download options, including updates for version 1.1.2 and 1.1.1, and the stable version 1.1. The 1.1.2 update is highlighted with a red box, and the manual for version 1.1 is also highlighted with a red box.

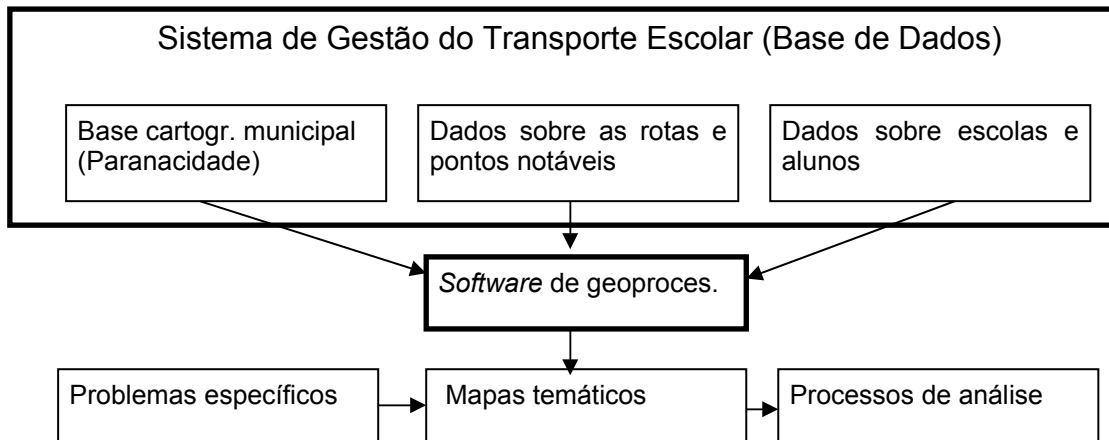
Actualización	Binarios	Manual	Nota
1.1.2 (04-03-2008)	Actualización parcial EXE (15.1 MB) BIN (15.6 MB) OSX10.4 ó superior (13.6 MB) (sólo Intel)		Se necesita tener instalado la versión gvSIG 1.1 ó la versión gvSIG 1.1.1. No instalar sobre una versión de gvSIG que tenga instalada el Plato 3D.
1.1.1 (21-12-2007)	Actualización parcial EXE (14.0 MB) BIN (14.5 MB) OSX10.4 ó superior (12.5 MB) (sólo Intel) Versión completa con prerequisites de instalación: EXE (68.8 MB) BIN (77.8 MB) OSX10.4 ó superior (42.2 MB) (sólo Intel) Versión completa sin prerequisites de instalación: EXE (44.2 MB) BIN (43.4 MB)		Se necesita tener instalada la versión gvSIG 1.1 Esta distribución instala de nuevo la aplicación completa, no debe instalarse sobre la versión 1.1
Versión estable			
1.1 (21-09-2007)	Con prerequisites de instalación: EXE (69.4 MB) BIN (77.8 MB) Sin prerequisites de instalación: EXE (44.9 MB) BIN (44.3 MB) Macintosh (sólo Intel): OSX10.4 ó superior (44.3 MB)	Inglés-Versión 1 (18-01-2006)  PDF (13.9 MB) EsoaIlel-Versión 3 (21-09-2007)  PDF (12.3 MB) EsoaIlel-Versión 2 (09-08-2007)  PDF (12.3 MB) EsoaIlel-Versión 1 (20-07-2007)  PDF (12.1 MB)	

Como assinalado na figura acima, o primeiro arquivo a ser baixado no *site* do gvSIG deve ser o manual com informações essenciais sobre o programa. Em seguida, deve ser baixada a versão completa (1.1.1.).

Também é necessário fazer a atualização (1.1.2.) do programa, visto que esta contém os cálculos corretos para a conversão de WGS84 para UTM SAD 69, entre outras utilidades atualizadas.

8. MAPAS TEMÁTICOS: ASPECTOS TÉCNICO-METODOLÓGICOS

A produção de mapas temáticos é baseada no seguinte modelo organizacional:



9. SHAPEFILES CRIADOS COM O LEVANTAMENTO DE DADOS

Municipio_rotas_lin.shp: Shapefile que contém as informações da rota propriamente dita. Representa a cobertura dos trajetos das rotas do transporte escolar graficamente é representado por linhas para uma melhor compressão. Baseado no banco de dados dos pontos georreferenciados seus campos de dados são:

ID_Rota – que define o identificador de rota utilizado internamente ao GPS;

Cod_PDA – Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica a rota lida no PDA.

CRMunicipio – Código de referência do município, tem origem na tabela TC_Municipio. Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica o município onde está sendo realizado o levantamento.

CRRota – Código de referência da rota. Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica a rota que esta sendo mapeada na cidade, conforme numeração utilizada pela prefeitura e informado por meio do formulário F3, e que consta na estrutura da tabela TK_Rota

CRPesquisador – Código de referência do pesquisador. Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica o pesquisador.

CRVeiculo – Código de referência do veículo. Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica a placa do automovel ou o número do barco que esta realizando a rota. – conforme consta na tabela TC_Veiculo

CPFCondutor – Código de referência do condutor do veículo. Valor lido do arquivo indetificacao.xml que identifica o CPF do condutor do veículo do transporte escolar que esta realizando a rota. Dado inserido manualmente pelo pesquisador.

Satélite – Valor lido do arquivo escola.ptc e diz à quantos satélites o GPS estava conectado no momento do levantamento.

Data_Lev – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.ptc e indica o momento exato que o ponto foi levantado em campo.

CRFoco – Valor do foco do mapeamento da rota lido do arquivo identificacao.xml conforme consta na tabela TC_Foco. O valor do foco pode ser:

- 1 – Tronco
- 2 – Ramificação
- 3 - Trecho Garagem
- 4 – Complemento

CRTurno3 – Código de referência do turno Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte e indica os turnos que o ponto pertence a rota, conforme a tabela de codificação. Este valor pode ter os seguintes valores:

- 1 – Manhã
- 2 – Meia-manhã
- 4 – Almoço
- 8 – Meia-tarde
- 16 – Início da noite
- 32 – Noite

Municipio_emb_des_pon.shp: Shapefile que contém os dados levantados dos pontos de embarque e desembarque. Esta informação é representada através de pontos e é utilizada para saber informações sobre a localização dos mesmos bem como a quantidade de pessoas que embarcaram e desembarcaram e a tipologia do ponto. Esse *shape* conserva os campos de dados exatamente como no banco de dados original.

ID_Rota – O valor deste campo é o mesmo do campo ID_Rota da tabela Identificacao e identifica a rota que esta sendo armazenada. Este valor é único para a rota.

CRRota - Código de referência da rota. Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica a rota que esta sendo mapeada na cidade, conforme numeração utilizada pela prefeitura e informado por meio do formulário F3, e que consta na estrutura da tabela TK_Rota

Cod_PDA – Valor lido do arquivo pontoRota.pte que identifica a rota realiza no PDA, sendo que este valor é único para cada PDA.

Num_Pto – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte e indica o número do ponto do automático do levantamento da rota, através deste ponto é possível recuperar a Latitude, longitude e altitude do ponto no arquivo pontoRotaXXXX.pte.

NoPtoForaPto – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte e indica se o veículo parou no ponto ou for a do ponto de embarque e desembarque. Este valor pode ter os seguintes valores:

- 1 – Parou no Ponto
- 2 – Parou fora do ponto

NRAlunosFMCarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de aluno do ensino fundamental e médio que embarcaram.

NRAlunosFMD Descarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de aluno do ensino fundamental e médio que desembarcaram.

NRAlunosPRE Carregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de aluno do ensino do pré que embarcaram.

NRAlunosPRE Descarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de aluno do ensino do pré que desembarcaram.

NRProfessores Carregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de professores que embarcaram.

NRProfessores Descarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de professores que desembarcaram.

NR Pais Carregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de pais que embarcaram.

NR Pais Descarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de pais que desembarcaram.

NR Universitarios Carregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de universitários que embarcaram.

NR Universitarios Descarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de universitários que desembarcaram.

NR Doentes Carregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de doentes que embarcaram.

NR Doentes Descarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de doentes que desembarcaram.

NR Normais Carregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de pessoas quaisquer que embarcaram.

NR Normais Descarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de pessoas quaisquer que desembarcaram.

NR Outros Carregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de qualquer outra ocorrência que embarcaram.

NROutrosDescarregados – Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para o número de qualquer outra ocorrência que desembarcaram.

AreaEscape - Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para cadastrar se o ponto de embarque e desembarque tem ponto de escape ou não.

1 = Sim

0= Não

Sinalizado - Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para cadastrar se o ponto de embarque e desembarque é sinalizado ou não.

1 = Sim

0 = Não

Banco - Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para cadastrar se o ponto de embarque e desembarque tem banco ou não.

1 = Sim

0 = Não

Abrigo - Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para cadastrar se o ponto de embarque e desembarque tem abrigo ou não.

1 = Sim

0 = Não

CRCoBERTuraTipo – Código de referência do tipo de cobertura. Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.pte para cadastrar se o ponto de embarque e desembarque, conforme a tabela TC_CoBERTuraTipo, tem cobertura sendo que os valores podem ser:

1- Telhas

2 – Pré-Moldada

3 – Árvore

4 – Improvisada

5 - Outra

CRProtecaoTipo – Código de referência do tipo de proteção. Valor lido do arquivo pontoCargaDescargaXXXX.Pte, para cadastrar se o ponto de embarque e desembarque tem proteção, conforme a tabela TC_ProtecaoTipo, sendo que os valores podem ser:

1- Nas laterais

2 – No fundo

3 – Nas laterais e no fundo

4 – Sem proteção

Latitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

Longitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

Altitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

UTM X –

UTM Y –

UTM Z -

Municipio_emb_des_lin.shp: Esse arquivo contém as informações de quantos alunos estão dentro do ônibus no momento do levantamento. Esse dado é conseguido a partir da tabela emb_des_pon do banco de dados. Com esse shape é possível analisar os trechos com sobrecarga nos ônibus e onde os veículos poderiam ser melhor utilizados.

Id_segment –

CRRota – Código de referência da rota. Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica a rota que esta sendo mapeada na cidade, conforme numeração utilizada pela prefeitura e informado por meio do formulário F3, e que consta na estrutura da tabela TK_Rota

Cod_lev -

Nralunosfm – Número de alunos dentro do ônibus no momento do levantamento. Esse dado é adquirido através de processamento dos dados informados pelo pesquisador de quantos alunos subiram e quantos alunos desceram do ônibus.

Municipio_escolas_pon.shp: Arquivo que contém os dados das escolas georreferenciadas do município pesquisado.

Nome – Valor lido do arquivo escola.pte. Representa o nome da escola mapeada

Latitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

Longitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

Altitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

Satélite – Valor lido do arquivo escola.pte e diz à quantos satélites o GPS estava conectado no momento do levantamento.

Data – Valor lido do arquivo pontoRotaxxx.pte e indica o momento exato que o ponto foi levantado em campo.

UTM X –

UTM Y -

UTM Z -

Municipio_pav_pon.shp: Esse *shape* armazena os pontos levantados pelos pesquisadores onde existe uma troca de pavimento.

ID_Rota – O valor deste campo é o mesmo do campo ID_Rota da tabela Identificacao e identifica a rota que esta sendo armazenada. Este valor é único para a rota.

Cod_PDA – Valor lido do arquivo pontoRota.pte que identifica a rota realiza no PDA, sendo que este valor é único para cada PDA.

Num_Pto – Valor lido do arquivo trocaPavimentoXXXX.pte e indica o número do ponto do automático do levantamento da rota, através deste ponto é possível recuperar a Latitude, longitude e altitude do ponto no arquivo pontoRotaXXXX.pte.

Data_Lev – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte e indica o momento exato que o ponto foi levantado em campo.

CRPavimentoTipo – Código de referência do tipo de pavimento. Valor lido do arquivo trocaPavimentoXXXX.pte e indica o tipo de pavimento mapeado pelo pesquisador, conforme a tabela de codificação TC_PavimentoTipo. Este valor pode ter os seguintes valores:

1 – Macadame ou Saibro

2 – Terra

3 – Anti-Pó

4 – Asfalto

5 – Bloco de concreto

6 – Paralelepípedo

7 – Pedra irregular

8 – Petit-pavet

9 – Outro tipo

Municipio_pav_lin.shp: Esse arquivo converte em linhas os tipos de pavimentos cadastrados cobrindo as vias do município mapeado. Os dados cadastrados nesse shape levam em conta a tabela troca_pav do banco de dados.

ID_Rota – O valor deste campo é o mesmo do campo ID_Rota da tabela Identificacao e identifica a rota que esta sendo armazenada. Este valor é único para a rota.

Cod_PDA – Valor lido do arquivo pontoRota.pte que identifica a rota realiza no PDA, sendo que este valor é único para cada PDA.

CRTurno3 – Código de referência do turno Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte e indica os turnos que o ponto pertence a rota, conforme a tabela de codificação. Este valor pode ter os seguintes valores:

- 1 – Manhã
- 2 – Meia-manhã
- 4 – Almoço
- 8 – Meia-tarde
- 16 – Início da noite
- 32 – Noite

Data_Lev – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte e indica o momento exato que o ponto foi levantado em campo.

CRFoco – Valor do foco do mapeamento da rota lido do arquivo identificacao.xml conforme consta na tabela TC_Foco. O valor do foco pode ser:

- 1 – Tronco
- 2 – Ramificação
- 3 - Trecho Garagem
- 4 – Complemento

CRRota – Código de referência da rota. Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica a rota que esta sendo mapeada na cidade, conforme numeração utilizada pela prefeitura e informado por meio do formulário F3, e que consta na estrutura da tabela TK_Rota

CRPavimentoTipo – Código de referência do tipo de pavimento. Valor lido do arquivo trocaPavimentoXXXX.pte e indica o tipo de pavimento mapeado pelo pesquisador, conforme a tabela de codificação TC_PavimentoTipo. Este valor pode ter os seguintes valores:

- 1 – Macadame ou Saibro
- 2 – Terra

- 3 – Anti-Pó
- 4 – Asfalto
- 5 – Bloco de concreto
- 6 – Paralelepípedo
- 7 – Pedra irregular
- 8 – Petit-pavet
- 9 – Outro tipo

Municipio_tipo_ponto.shp: Este arquivo armazena os pontos notáveis levantados pelos pesquisadores, representados graficamente por pontos que podem ser editados nos programas de geoprocessamento.

ID_Rota – O valor deste campo é o mesmo do campo ID_Rota da tabela Identificacao e identifica a rota que esta sendo armazenada. Este valor é único para a rota.

CRRota – Código de referência da rota. Valor lido do arquivo identificacao.xml que identifica a rota que esta sendo mapeada na cidade, conforme numeração utilizada pela prefeitura e informado por meio do formulário F3, e que consta na estrutura da tabela TK_Rota

Cod_PDA – Valor lido do arquivo pontoRota.pte que identifica a rota realiza no PDA, sendo que este valor é único para cada PDA.

Num_Pto – Valor lido do arquivo tipoPontoXXXX.pte e indica o número do ponto do automático do levantamento da rota, através deste ponto é possível recuperar a Latitude, longitude e altitude do ponto no arquivo pontoRotaXXXX.pte.

CRPontoTipo – Código de referência do tipo de ponto de parada Valor lido do arquivo tipoPontoXXXX.pte e indica o tipo de ponto mapeado pelo pesquisador conforme a tabela TC_PontoParadaTipo. Este valor pode ter os seguintes valores:

- 2 – Escola
- 3 – Garagem
- 4 – Ponto de Onibus
- 5 – Semáforo
- 6 – Parada de Trânsito
- 7 – Retorno de Trânsito
- 8 – Colchete
- 9 – Mata-Burro

10 – Ponte

11 – Porteira

88 – Outro

Latitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

Longitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

Altitude – Valor lido do arquivo pontoRotaXXXX.pte para o número do ponto lido (Num_Pto).

UTM X –

UTM Y –

UTM Z -

10. DISSEMINAÇÃO DAS BASES DE DADOS CARTOGRÁFICOS

Na disseminação primeira das bases de dados a serem utilizadas pelos municípios no âmbito desta Metodologia, será feito o uso de duas possibilidades:

- 3) mídias digitais (CDs), devido à agilidade de instalação, armazenamento, recuperação, visualização e atualização das rotas;
- 4) baixa dos dados a partir da base central do SIGET.

(FALTA DISCUTIR COM O WILLIAM E METODIZAR)

11. MÉTODOS DE OTIMIZAÇÃO DAS ROTAS DE TRANSPORTE ESCOLAR

No âmbito desta Metodologia entende-se o processo de otimização das rotas de transporte escolar como sendo o conjunto de procedimentos levados a efeito no sentido de racionalizar o atendimento aos alunos.

Os processos de otimização serão compostos pelas seguintes ações:

- atendimento a todos os alunos que demandam transporte escolar de modo efetivo, respeitadas as distâncias mínimas de atendimento;²²
- determinação das abrangências das distâncias mínimas de atendimento, por aluno, em relação aos trajetos de transporte escolar;
- racionalização dos trajetos totais percorridos pelos veículos de transporte escolar, por turno e viagem (se necessário);
- eliminação de ramificações (ramais ou “galhos”) inativas por inexistência de aluno a ser coletado;
- eliminação de ramificações que percorrem distâncias curtas, conforme parâmetros adotados pelos gestores de transporte escolar (por exemplo, 2 km para alunos do ensino fundamental e 3 km para alunos do ensino médio);
- verificação dos alunos que se encontram dentro da área de abrangência das distâncias mínimas de atendimento;
- inserção de complementos e/ou ramificações para atender a demanda de novos alunos;
- verificação dos dados produzidos em campo (via GPS/PDA) quanto à confiabilidade do levantamento;
- diminuição dos tempos de permanência dos alunos dentro dos veículos de transporte escolar, no sentido periferia-escola e vice-versa;
- redução dos pontos de parada para embarque-desembarque de escolares, no caso de pequenas distâncias.

²² Entende-se como “distâncias mínimas de atendimento” (DMA) as distâncias mínimas estabelecidas para que os veículos de transporte escolar se desloquem até o ponto de coleta, de entrega e/ou de residência dos alunos para que possam utilizar este serviço. Por suposto, os alunos situados aquém das distâncias mínimas não serão atendidos in loco pelo transporte escolar.

MÉTODOS DE TRABALHO PARA OTIMIZAÇÃO

Nesta Metodologia, são dois os métodos de trabalho passíveis de ser utilizados (de forma isolada ou combinada) para fins de otimização das rotas de transporte escolar:

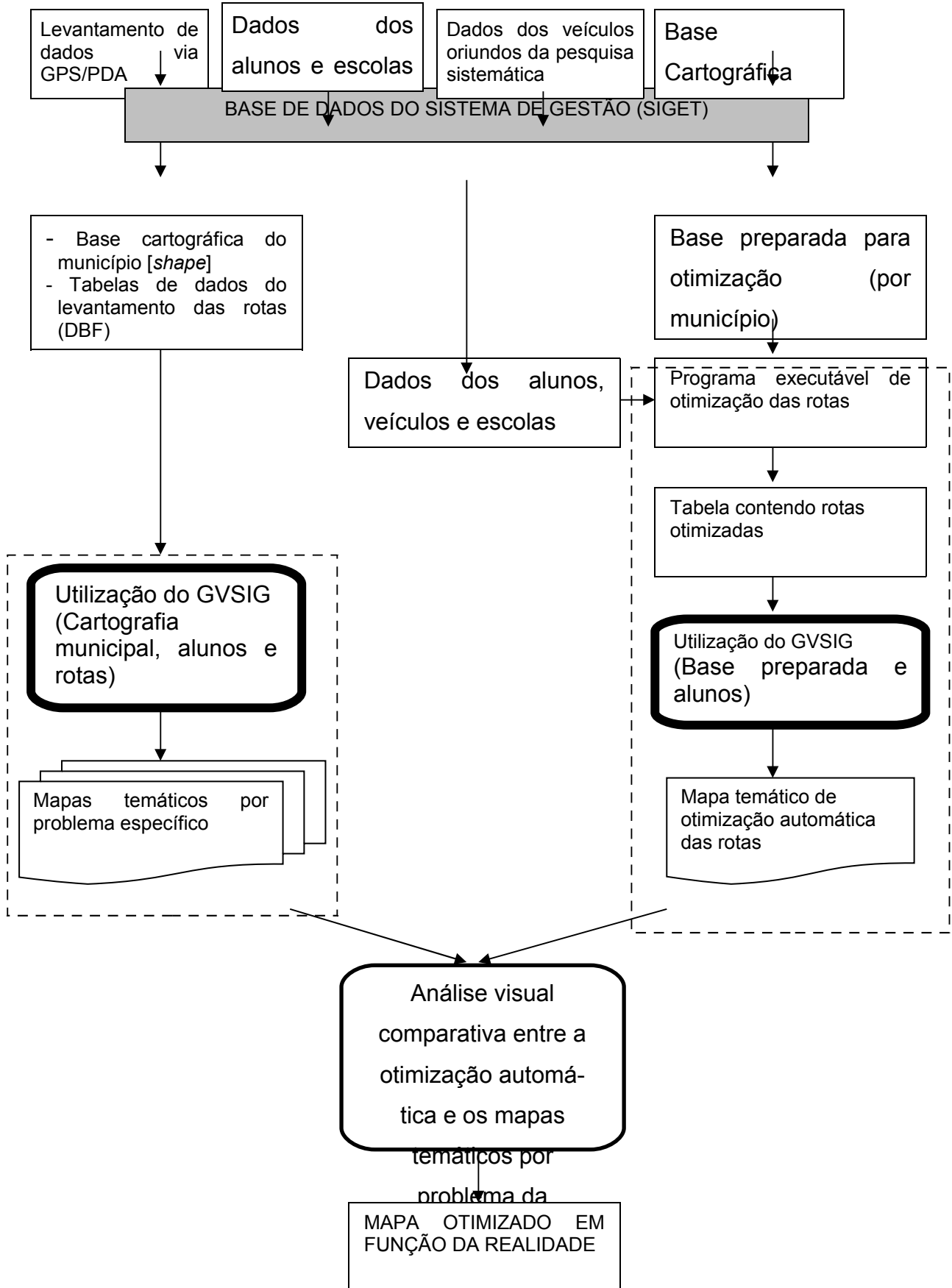
- otimização por análise visual de problemas (método AVP);
- otimização por análise logística do sistema de rotas, alunos, escolas e veículos disponíveis.

A construção e disponibilização destes dois métodos de trabalho, ainda que possam ser utilizados de forma independente, visam propiciar aos gestores de transporte escolar um instrumental mínimo necessário para que os trabalhos de otimização das rotas possam ser levados a efeito.

A preocupação com o fornecimento de mais de uma alternativa metodológica pretende sanar alguns problemas inerentes às bases de dados disponíveis, não completas e/ou confiáveis na totalidade dos seus dados, seja por falta de atualização sistemática, seja por problemas de representação dos objetos informados, seja ainda por deficiência na coleta dos dados em campo; também, alguns problemas/posturas sociais, legais e/ou políticas que influenciam na oferta de transporte escolar, tais como o atendimento a reivindicações de certas comunidades, certas demandas de natureza política e/ou de conveniência administrativa.

Espera-se, portanto, que estes dois métodos complementarmente possam dar conta dos problemas de otimização de modo eficiente, que, com o tempo, em versões posteriores desta Metodologia, seja possível produzir métodos de trabalho cada vez mais integrados e eficientes e, também, que as bases de dados disponíveis sejam cada vez mais qualificadas.

FLUXOGRAMA DE PRODUÇÃO DOS MAPAS DE OTIMIZAÇÃO DE ROTAS



12. ATUALIZAÇÃO DAS ROTAS OTIMIZADAS/ALTERADAS

Sempre que ocorrerem alterações no traçado das rotas de transporte escolar, seja em decorrência de novo processo de reformulação logística, seja em função de ausência de alunos (exclusão de ramificações ou galhos), inclusão de novos alunos (definição de novas ramificações ou galhos), ou mesmo reformulação de rotas específicas, torna-se necessário que a base cartográfica central (residente no SIGET) seja atualizada.

No âmbito desta Metodologia, as rotas poderão ser atualizadas de duas maneiras, como detalhado a seguir:

-
-

ATUALIZAÇÃO UTILIZANDO O LEVANTAMENTO ATRAVÉS DO GPS

Essa atualização consiste em fazer o levantamento de uma rota ou de parte dela através do GPS e enviar os dados à Coordenação do SIGET. Para que isso aconteça corretamente, é necessário que no aparelho utilizado esteja instalado o programa desenvolvido para o projeto (PTE) seguindo o mesmo procedimento de levantamento das rotas.

Este método é recomendável para a adição de novos elementos. Pela complexidade dos dados levantados, não é recomendável a atualização do *shape* via gvSIG.

[TATIANA, COMPLETAR ESTE PROCEDIMENTO INDICANDO COMO A ROTA OU A RAMIFICAÇÃO DEVEM SER EXCLUÍDAS ANTES DE SEREM ATUALIZADAS]

ATUALIZAÇÃO UTILIZANDO A EDIÇÃO DE SHAPES ATRAVÉS DO GVSIG

Usuário procederá (onde??) às alterações necessárias em nível local utilizando um programa de computador que permita operar mudanças no arquivo local;

- o usuário deverá remeter à Equipe Central o arquivo que contém as alterações;
-
- [TATIANA, COMPLETAR ESTE PROCEDIMENTO]

13. PROBLEMAS, MAPAS E ANÁLISE VISUAL DE PROBLEMAS (TÉCNICA AVP)

ANÁLISE VISUAL DE PROBLEMAS

Tal como o nome sugere, o método de otimização das rotas por análise visual de problemas demanda que certos problemas sejam explicitados e que, para cada um deles, sejam definidas as informações demandadas (shapes e tabelas), que o respectivo mapa seja produzido e que o procedimento analítico decorrente seja desenvolvido no sentido do encaminhamento de ações solucionadoras dos problemas analisados.

Problema 1: As rotas de T.E. estão atendendo adequadamente a todos os alunos?

PRESSUPOSTO: serão considerados como adequadamente atendidos todos os alunos que estiverem a distâncias maiores que a distância mínima de atendimento adotada pelos gestores de transporte escolar.

MAPA TEMÁTICO: construir mapa temático com os seguintes *shapes* e respectiva tabela de dados:

- municipio_rotas_lin.shp;
- municipio_hidrografia_lin.shp;
- municipio_transporte_lin.shp;
- tabela: municipio_alunos.dbf;

PROCEDIMENTO: construir um *buffer* em torno dos alunos, cujo raio seja igual à distância mínima de atendimento.

ANÁLISE: verificar, *por turno de atendimento*, se os círculos formados pelos *buffers* dos alunos estão tangenciando ou cortando (secando) os trajetos de transporte escolar dos respectivos turnos e rota.

PROBLEMA: ocorre problema quando os *buffers* dos alunos estão isolados dos trajetos percorridos no turno.

SOLUÇÃO: nos locais onde existam alunos isolados, desenvolver processos de reformulação das rotas que atendam a região/localidade onde o aluno se encontra, respeitada a distância mínima de atendimento.

Problema 2: Quais ramificações ou galhos devem ser excluídos?

PRESSUPOSTO: as ramificações ou galhos para os quais inexitem alunos sendo atendidos devem ser eliminados ou ter seus alunos devidamente mapeados.

MAPA TEMÁTICO: Construir mapa utilizando os seguintes *shapes* e respectiva tabela de dados:

- municipio_rotas_lin.shp;
- municipio_bem_des_pon.shp;
- municipio_escola_pon.shp;
- municipio_hidrografia_lin.shp;
- municipio_transporte_lin.shp;
- tabela: municipio_alunos.dbf.

PROCEDIMENTO: inserir os shapes das vistas trabalhando suas propriedades de modo que seja possível identificar as rotas.

Para isso, represente as rotas separadamente selecionando o *shape* municipio_rotas.shp e depois clique com o botão direito do mouse em propriedades>>simbologia>>valores únicos e no campo de classificação selecione CR_ROTA.

ANÁLISE: verificar se existe alguma ramificação ou galho sem a correspondente existência de alunos a serem atendidos.

Verificar se existe ponto de carga e descarga mapeado pelo pesquisador de campo. Essa informação pode demonstrar que existem alunos que utilizam transporte escolar mas que não estão na tabela do SERE ou que inexistem alunos para aquela determinada ramificação ou galho.

PROBLEMA: ocorrência de ramificações ou galhos sem os correspondentes alunos.

SOLUÇÃO: mapear os alunos eventualmente existentes ou apagar a ramificação supérflua.

Problema 3: Existem alunos sendo atendidos dentro da área de abrangência mínima da escola (área de restrição de atendimento)?

PRESSUPOSTO: o transporte escolar não pode atender aos alunos no âmbito de restrição de atendimento (respeitar as distâncias mínimas de atendimento).

MAPA TEMÁTICO: Construir mapa utilizando os seguintes *shapes* e respectiva tabela de dados:

- município_escola_pon.shp;
- município_transporte_lin.shp;
- município_hidrografia_lin.shp;
- tabela: município_alunos.dbf .

PROCEDIMENTO: construir um *buffer* com o *shape* das escolas, levando-se em conta as respectivas áreas de restrição de atendimento (distâncias mínimas de atendimento).

ANÁLISE: verificar se os alunos estão sendo atendidos dentro do raio de suas respectivas áreas de restrição de atendimento (distâncias mínimas de atendimento).

PROBLEMA: existirá problema quando houver alunos sendo atendidos dentro da área de restrição de atendimento.

SOLUÇÃO: comunicar os alunos (e responsáveis) sobre a proibição de atendimento e cessar a prestação de serviços aos mesmos.

Problema 4: Verificar se existe grupamento de escolares não atendidos por falta de rota.

PRESSUPOSTO: Deve existir rota de transporte escolar atendendo a todos os escolares do município.

MAPA TEMÁTICO: Construir um mapa utilizando os seguintes shapes e respectiva tabela:

- municipio_rota_lin.shp;
- municipio_transporte_lin.shp;
- município_hidrografia_lin.shp;
- Tabela: municipio_alunos.dbf .

PROCEDIMENTO: Inserir os *shapes* nas vistas trabalhando suas propriedades de modo que seja possível identificar as rotas. Identificar os alunos com simbologia específica.

ANÁLISE: verificar se existe rota atendendo todos os grupamentos de alunos.

PROBLEMA: neste caso, os problemas podem ser de diversas ordens:

- 1) o pesquisador não mapeou a rota existente;
- 2) não existe rota passando por esse local.

SOLUÇÃO: Conforme for o caso,

- 1) solicitar ao responsável pelo mapeamento que complemente o levantamento dos dados sobre o trecho atendido;
- 2) ajustar o trajeto dos veículos para atendimento dentro das normas e, também, atualizar a base cartográfica com a modificação levada a efeito.

Problema 5: Existe veículo de transporte escolar trafegando com superlotação?

PRESSUPOSTO: o transporte escolar deve atender adequadamente e dentro dos limites de segurança a todos os alunos (número de alunos igual ao número de assentos).

MAPA TEMÁTICO: Construir um mapa utilizando os seguintes shapes e respectiva tabela:

- municipio_transporte_lin.shp;

- municipio_emb_des_lin.shp - este *shape* possui a informação de quantos alunos são carregados por trecho dentro dos ônibus;
- municipio_emb_des_pon.shp;
- Tabela: municipio_alunos.dbf.

PROCEDIMENTO: Inserir o *shape* municipio_emb_des_lin.shp. Em seguida selecionar na tabela do *shape* a rota a ser analisada e criar um novo *shape* (processo explicado no Tutorial 2). Nesse novo *shape* identificar os trechos onde existe excesso de carga (número de passageiros maior que o número de assentos).

Para isso trabalhando em propriedades>>simbologia>>valores únicos escolha cores diferenciadas para o campo de classificação nralunosfm (número de alunos no veículo, por trecho). Assim será possível identificar quais trechos apresentam sobrecarga de alunos.

PROBLEMA: ocorrência de trechos com sobrecarga de passageiros.

SOLUÇÃO: alocar veículo com maior capacidade de carga ou alocar outro veículo que supra as demandas.

Problema 6: Onde é possível a construção de novas escolas ou novas salas de aula (análise a partir da demanda e localização geográfica dos alunos) para atendimento satisfatórios aos escolares?

PRESSUPOSTO: as escolas devem atender os escolares segundo distâncias que minimizem a ocorrência de longos tempos de trajeto e permanência dos alunos em trânsito.

MAPA TEMÁTICO: Construir um mapa utilizando os seguintes *shapes* e respectiva tabela:

- municipio_escola_pon.shp;
- municipio_rota_lin.shp;
- municipio_transporte_lin.shp;

- município_hidrografia_lin.shp;
- tabela: municipio_alunos.dbf.

PROCEDIMENTO: Inserir os nomes das escolas clicando em propriedades>>simbologia>>etiquetas. Assim é possível saber qual escola foi mapeada e esta sendo representada no mapa.

Analisar a posição geográfica dos alunos, observando a nuvem de alunos, a existência de vazios de atendimento e a necessidade de construção de novas escolas ou salas.

PROBLEMA: existirá problema na medida em que certas nuvens de alunos estejam muito distantes das escolas existentes.

SOLUÇÃO: verificar a possibilidade de que seja construída nova escola em lugar adequado para certo segmento de alunos.

Problema 7: Existem rotas sobrepostas que podem ser otimizadas?

PRESSUPOSTO: a existência de rotas sobrepostas significa a passagem de mais de um veículo para atender a demanda existente ao longo das mesmas. Esses veículos podem estar sendo subutilizados.

MAPA TEMÁTICO: Construir mapa utilizando os seguintes *shapes*:

- municipio_rota_lin.shp;
- municipio_transporte_lin.shp

PROCEDIMENTO: Analisar as rotas separadamente selecionando as que devem ser visualizadas.

Para isso represente as rotas separadamente selecione o *shape* municipio_rotas.shp e depois clique com o botão direito do mouse em propriedades>>simbologia>>valores únicos e no campo de classificação selecione CR_ROTA e adicione as rotas a serem analisadas.

PROBLEMA: Diversos veículos trafegando com baixa capacidade pela mesma via.

SOLUÇÃO: verificar a possibilidade de inserir outros veículos apenas como alimentadores e concentrar os alunos, obedecendo as medidas de segurança, em um mesmo onibus

Problema 8: existem pontos de parada muito próximos uns dos outros?

PRESSUPOSTO: pontos de parada devem guardar entre si uma distância mínima que visando minimizar os tempos gastos na rota evitando assim excessivos tempos de permanência das crianças no interior dos veículos.

MAPA TEMÁTICO: Construir mapa utilizando os seguintes *shapes*:

- municipio_rota_lin.shp;
- municipio_emb_des_pon.shp;
- municipio_transporte_lin.shp;
- municipio_hidrografia_lin.shp.

PROCEDIMENTO: Analisar as rotas separadamente e seus respectivos pontos de embarque e desembarque.

Para isso represente as rotas separadamente selecione o *shape* municipio_rotas.shp e depois clique com o botão direito do mouse em propriedades>>simbologia>>valores únicos e no campo de classificação selecione CR_ROTA e adicione as rotas a serem analisadas.

Depois realize o mesmo procedimento com o *shape* municipio_bem_des_pon.shp e no campo classificação selecione CR_ROTA e adicione os pontos de embarque e desembarque da rota a ser analisada.

PROBLEMA: ocorrência de pontos de embarque e desembarque muito próximos um dos outros.

SOLUÇÃO: verificar a possibilidade de agrupamento de alguns alunos em certos pontos de parada, respeitando as 'distâncias mínimas de atendimento' visando com isto a diminuição do número de paradas dos veículos na rota.

REFERÊNCIAS

- ABNT. Norma brasileira NB 14.166, de 1998. Citada por RÖHM, Antonio Sergio. Geoprocessamento na gestão administrativa e tributária urbana. Disponível em http://www.aeasc.com.br/Jornal/2006_03/noticia6.html, consultado em fevereiro de 2009.
- BARCELOS, Fabrício Broseghini; PIZZOLATO, Nélío Domingues; LORENA, Luiz Antonio Nogueira. **Localização de escolas do ensino fundamental com modelos capacitado e não-capacitado: caso de Vitória/ES**. Pesquisa Operacional, v. 24, no.1, Rio de Janeiro, jan./abr. 2004
- BRASIL Departamento Nacional de Estradas de Rodagem. **Manual de projeto geométrico de rodovias rurais**. Brasília, 1999.
- D'ALGE, Júlio Cesar Lima. **Coordenadas geodésicas e sistemas de informação geográfica**. Artigo em <http://www.dpi.inpe.br/~julio/arquivos/GisBrasil99.pdf>, acessado em 5 de dezembro de 2008.
- EGAMI, C. Y. et al (2006) Panorama das Políticas do Transporte Escolar Rural. Anais do XX Congresso de Pesquisa e Ensino em Transportes, ANPET, Brasília, v. 2, p. 770–781.
- GAMA, Ruy. **A tecnologia e o trabalho na história**. São Paulo: Nobel, EDUSP, 1963.
- PARANÁ. SEDU. LACTEC. **Contrato nº. 001/2008 firmado entre a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano (SEDU) e o Instituto de Tecnologia para o Desenvolvimento (LACTEC)**. Curitiba: 26 de maio de 2008. Assinado por Luiz Forte Netto, pela SEDU e Aldair Tarcizio Rizzi, pelo LACTEC.
- PARANÁ. SEED. SEDU. **Convênio nº. 001/2008, celebrado entre a Secretarias de Estado da Educação e a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano**. Curitiba: 16 abr. 2008. Assinado entre os secretários Eduardo Requião, pela SEED e Luiz Forte Netto, da SEDU.
- PAULI, Evaldo. **Manual de metodologia científica**. São Paulo: Resenha Universitária, 1976.
- UNIVERSIDADE Federal Fluminense. **Sistemas de informação geográfica e geoprocessamento**. Disponível em <http://www.professores.uff.br/cristiane/Estudodirigido/SIG.htm>, consultado em fevereiro de 2009.

SÍTIOS ELETRÔNICOS CONSULTADOS

- GENERALITAT Valenciana. Conselleria d'Infraestructures i Transport. **Que és gvSIG**. Disponível em <http://www.gvsig.gva.es/index.php?id=que-es-gvsig>; consultado em outubro de 2008. Este sítio disponibiliza informações sobre o gvSIG.
- IVER - Tecnologías de la Información S.A. **gvSIG**; projeto gvSIG. Disponível em www.iver.es/resources/presentaciones/Descripcion_GVSIG_PT.doc, consultado em outubro de 2008. A empresa IVER foi encarregada do desenvolvimento informático do projeto gvSIG.
- ESTEIO Engenharia e Aerolevantamentos S. A. Geoprocessamento e SIG. Disponível em http://www.esteio.com.br/servicos/se_sig.htm, consultado em outubro de 2008.
- SILVA, Antonio Nelson Rodrigues. **Sistemas de informação geográfica para planejamento de transportes**. Disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/livredocencia/18/tde-03022006-154920/publico/LivDocAN.pdf>, consultado em outubro de 2008.
- CARVALHO, Alexandre de. O geoprocessamento como recurso para análise das ocorrências em linhas de ônibus urbano em Belo Horizonte; um estudo de caso. Disponível em <http://www.cgp.igc.ufmg.br/centrorecursos/2002/ALEXANDRE%20DE%20CARVALHO.PDF>, consultado em outubro de 2008.
- VAZ, José Carlos. Geoprocessamento. Disponível em <http://www2.fpa.org.br/portal/modules/news/article.php?storyid=2609>, consultado em outubro de 2008.