



Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT

Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC

Laboratório de Transportes e Logística – LabTrans

Núcleo de Estudos de Tráfego – NET

Convênio 0056/2007 – Processo: 002829/2007-31

CGPERT/DNIT e LabTrans/UFSC

Elaborar diretrizes técnicas e parâmetros operacionais para que o DNIT execute projetos de monitoramento de tráfego na Malha Rodoviária Federal

Projeto 2 – Projeto Trienal de Coleta de Tráfego

Fase 5 – Sistema de Cadastro

Produto 5 – Relatório do Sistema de Cadastro

Outubro de 2008

FICHA TÉCNICA

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT

Luiz Antônio Pagot
Diretor Geral DNIT

Hideraldo Luiz Caron
Diretor de Infraestrutura Rodoviária

Coordenação Geral de Operações Rodoviárias – CGPERT

Luiz Cláudio dos Santos Varejão
Coordenador Geral de Operações Rodoviárias

João Batista Berretta Neto
Coordenador de Operações Rodoviárias

Instituto de Pesquisas Rodoviárias – IPR

Chequer Jabour Chequer
Gerente de Projeto

Elmar Pereira de Mello
Engenheiro Responsável

Superintendência Regional/DNIT/SC

João José dos Santos
Superintendente Regional de Santa Catarina

Edemar Martins
Supervisor de Operações

Névio Antonio Carvalho
Área de Engenharia e Segurança de Trânsito

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA – UFSC

Alvaro Toubes Prata
Reitor

Carlos Alberto Justo da Silva
Vice Reitor

Edison da Rosa
Diretor do Centro Tecnológico

Antonio Edésio Jungles
Chefe do Departamento de Engenharia Civil

Laboratório de Transportes e Logística – LabTrans

Amir Mattar Valente
Coordenador Técnico do Convênio

Equipe técnica – NET

Valter Zanela Tani
Alexandre Hering Coelho
Marco Túlio Pimenta
Paôla Tatiana Felippi Tomé
Ricardo Reibnitz
Rubem Queiroz

Sistema de Cadastro

Relatório do Sistema de Cadastro

Apresentação

Estando motivados com a constante melhoria e modernização da infra-estrutura do transporte rodoviário brasileiro, bem como do seu sistema de gerenciamento, e tendo em vista a importância de estudos relativos à operação das rodovias, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) celebram o convênio 0056/2007 – Processo: 002829/2007-31. Este convênio conta com a participação da Coordenação Geral de Operações (CGPERT) do DNIT para a execução de dois diferentes projetos, contextualizados na avaliação de condições de tráfego e na retomada do Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT).

A UFSC, por meio do Laboratório de Transportes e Logística do seu Departamento de Engenharia Civil, se sente honrada em contribuir com a realização destes dois projetos de tamanha influência no desenvolvimento do país. As três premissas da educação universitária – o ensino, a pesquisa e a extensão – podem se beneficiar da experiência adquirida com a realização dos projetos. A UFSC pode com isto aprimorar a mão de obra disponibilizada à sociedade para o desenvolvimento viário, visando melhorar a qualidade de vida dos brasileiros.

Os dois projetos que constituem o convênio são os seguintes:

- Projeto I: **Análise e Tratamento Estatístico dos Resultados de Contagens de Tráfego** – quatro meses de duração;
- Projeto II: **Projeto Trienal de Coleta de Tráfego** – três anos de duração.

Os projetos são estruturados em fases, conforme os seus planos de trabalho, tendo sido previsto pelo menos um produto em cada uma delas.

O Projeto II está estruturado da seguinte forma:

- **Fase 1:** Análise e concepção
 - **Produto 1:** Relatório de análise e concepção
- **Fase 2:** Estudo de localização dos postos de contagem permanentes
 - **Produto 2:** Relatório de localização dos postos de contagem permanentes
- **Fase 3:** Definição das coletas de cobertura – manuais e automáticas
 - **Produto 3:** Relatório de definição das coletas de cobertura
- **Fase 4:** Realização das coletas de cobertura – manuais e automáticas
 - **Produto 4:** Relatório das coletas de cobertura
- **Fase 5:** Sistema de cadastro
 - **Produto 5:** Relatório do sistema de cadastro
- **Fase 6:** Monitoramento e análise dos dados de tráfego
 - **Produto 6:** Relatórios anuais de monitoramento e coleta de tráfego
 - **Produto 7:** Relatório final do projeto trienal de coleta de tráfego

O presente documento consiste no Produto 5 (Fase 5) deste Projeto II.

Sumário

Apresentação	i
Lista de Figuras	vii
Lista de Tabelas	viii
Lista de Abreviaturas	ix
1 Introdução	1
1.1 Um sistema de cadastro para o Projeto Trienal de Contagem de Tráfego	2
1.2 O Sistema Georreferenciado de Informações Viárias	4
2 Objetivos	7
3 Dados básicos a serem cadastrados no sistema	8
3.1 Infraestrutura rodoviária e classes de veículos	9
3.1.1 Dados sobre a malha rodoviária	9
3.1.2 Dados sobre os postos de contagem	10
3.1.3 Classes de veículos	11
3.2 Dados de tráfego	12
3.2.1 Dados dos postos de coleta	12
3.2.2 Dados históricos	12
3.3 Modelagem do banco de dados	14

4	Funcionalidades básicas do sistema	17
4.1	Cadastro e validação de dados	17
4.2	Consultas a dados	18
5	Funcionalidades para processamentos específicos	20
5.1	Volume de tráfego	20
5.1.1	Volumes médios diários	20
5.1.2	Volume horário	21
5.1.3	Composição do tráfego	22
5.1.4	Fatores de expansão	22
5.1.4.1	Expansão horária	23
5.1.4.2	Expansão diária	23
5.1.4.3	Expansão semanal	24
5.1.4.4	Expansão sazonal (ou mensal)	24
5.1.4.5	Cálculo no SGV	25
5.2	Variações no volume de tráfego	26
5.2.1	Variação ao longo do dia (horários de pico)	27
5.2.2	Variação semanal	27
5.2.3	Variação Mensal	28
5.2.4	Variação anual	28
5.2.5	Variação por sentido de tráfego	29
5.2.6	Variação por faixa de tráfego	29
5.3	Velocidade pontual	29
5.3.1	Tamanho de amostra	30
5.3.2	Análise de classes de velocidade	31
5.3.3	Média aritmética	31
5.3.4	Mediana	32
5.3.5	Moda	33
5.3.6	Desvio padrão	33
5.3.7	Intervalos de confiança	33

5.3.8	Desvio padrão da média (erro de estimativa)	33
5.3.9	Histograma	34
5.3.10	Curva de frequência acumulada	34
5.4	Velocidade de operação	36
5.4.1	Cálculo pelo método do HDM-VOC	36
5.5	Relacionamento entre trechos	37
5.5.1	Expansões no Projeto Trienal de Coleta de Tráfego	38
5.5.2	Expansões de contagens para projetos de engenharia	38
6	Funcionalidades atualmente implementadas	39
6.1	Portal de entrada	39
6.2	Cadastramento de usuários	40
6.3	Seleção de funções	41
6.4	Cadastro	44
6.4.1	PNV	45
6.4.2	Tráfego	47
6.5	Consultas	49
6.5.1	PNV	49
6.5.2	Tráfego	51
6.5.3	Geo	52
	Referências	54

Lista de Figuras

1.1	Módulos atualmente presentes no SGV	5
3.1	Modelagem proposta para a estrutura do banco de dados de tráfego (diagrama de classes)	15
5.1	Fatores de expansão: relacionam desde amostras de volumes horários até valores de VMDa	26
5.2	Exemplo de gráfico de variação volumétrica ao longo do dia	27
5.3	Exemplo de gráfico de variação volumétrica semanal	28
5.4	Histograma de velocidades pontuais	34
5.5	Curva de frequência acumulada	35
6.1	Tela do portal de entrada do SGV	40
6.2	Tela de alteração de senha de acesso do SGV	41
6.3	Tela de registro de eventos do SGV	42
6.4	Menus de acesso aos subsistemas do SGV	42
6.5	Botões para controle do processo de cadastro de dados	43
6.6	Itens de pesquisa SGV	44
6.7	Funções para cadastro de informações implementadas no SGV	45
6.8	Tela de cadastro de trecho PNV - Entrada por arquivo Excel	46

6.9	Tela de cadastro de trecho PNV - Entrada manual	46
6.10	Tela de cadastro de concessão/convênio	47
6.11	Tela de cadastro de tipo de veículo	47
6.12	Tela de cadastro de classificação de veículo	48
6.13	Tela de Cadastro de VMD - Anual e Mensal por arquivo Excel	49
6.14	Tela de Cadastro de VMD Anual e Mensal - Entrada manual	49
6.15	Menu do módulo PNV	50
6.16	Tela de consulta de trechos do PNV	50
6.17	Tela de consulta de vídeo-registros de trechos do PNV	51
6.18	Menu do módulo Tráfego	51
6.19	Consulta de tipos de veículos cadastrados	52
6.20	Área de trabalho do mapa	53

Lista de Tabelas

3.1	Exemplos de informações constantes nos dados alfanuméricos sobre os trechos do PNV	10
3.2	Exemplo de dados provenientes de postos de coleta	13
3.3	Dados históricos de VMDa	13
3.4	Dados históricos de VMDm	14
5.1	Velocidades agrupadas em classes e valores estatísticos	32

Lista de Abreviaturas

CGPERT	Coordenação Geral de Operações – DNIT
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
GPS	<i>Global Positioning System</i>
ITS	Sistemas Inteligentes de Transporte
LabTrans	Laboratório de Transportes e Logística – UFSC
NET	Núcleo de Estudos de Tráfego – LabTrans
PNCT	Plano Nacional de Contagem de Tráfego
PNV	Plano Nacional de Viação
SGV	Sistema Georreferenciado de Informações Viárias – DNIT/LabTrans
SIG	Sistemas de Informações Geográficas
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
VH	Volume Horário
VHP	Volume Horário de Projeto
VMDa	Volume Médio Diário Anual
VMDd	Volume Médio Diário de um dia
VMDm	Volume Médio Diário Mensal
VMDs	Volume Médio Diário Semanal

Seção 1

Introdução

Um sistema de transportes eficiente é um dos fatores essenciais para o desenvolvimento de qualquer país. No Brasil o modal rodoviário tem uma participação expressiva no transporte de bens e pessoas, sendo importante estarem disponíveis dados sobre essa movimentação. Esses dados referem-se às características dos fluxos nos diversos trechos da malha rodoviária brasileira, e são essenciais para a manutenção e o planejamento das estradas. O conjunto de características básicas de tráfego a serem monitoradas é composto pelos volumes e pelas velocidades, classificados por tipos de veículos. Também podem ser integradas informações sobre peso dos veículos e sua configuração por eixos.

Durante 24 anos, entre 1977 a 2001, existiu um programa de contagem de tráfego denominado Plano Nacional de Contagem de Tráfego (PNCT), que sob administração do já extinto Departamento Nacional de Estrada e Rodagens (DNER), era responsável pela coleta e processamento sistemáticos dos dados do tráfego. Com a desativação do plano foi cessada esta contagem nacional e conseqüentemente a produção de dados. Apesar de algumas contagens esporádicas, diárias, semanais ou mensais, terem sido realizadas por diferentes entidades para estudos específicos, com a falta de dados volumétricos anuais são encontradas dificuldades para adequação aos métodos consagrados em estudos de tráfego, documentados por exemplo em DNIT/IPR (2006), HCM (1985) ou VALENTE (1994).

Devido à esta atual escassez de dados referentes à movimentação nas rodovias federais, o Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) solicitou junto ao Laboratório de Transportes e Logística da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)

o projeto e a implantação de um sistema capaz de receber e processar informações acerca do monitoramento do tráfego nas rodovias federais brasileiras. Este sistema envolve a realização de estudos para o planejamento das contagens, o armazenamento, o processamento e a disponibilização dos dados resultantes. Os dados a serem gerenciados são especificados na Seção 3 deste relatório.

O presente trabalho trata especificamente do sistema de cadastro, implementado como parte integrante do Sistema Georreferenciado de Informações Viárias (SGV), que se encontra em desenvolvimento no LabTrans.

1.1 Um sistema de cadastro para o Projeto Trienal de Contagem de Tráfego

O projeto de monitoramento do tráfego, em caráter anual, deverá contemplar a coleta, transferência, processamento e consulta on-line das informações de tráfego, obtidas em pontos selecionados dentro da malha rodoviária federal. É prevista a instalação de postos de contagem permanentes, sazonais e de cobertura, cujos dados devem ser organizados no sistema de cadastro. Estes três tipos de postos de contagem são complementares. Enquanto os postos permanentes possibilitam o cálculo do Volume Médio Diário Anual (VMDa, ver na Seção 5.1), os postos sazonais e de cobertura respectivamente descrevem as suas variações e aumentam a abrangência da determinação dos volumes na malha rodoviária.

Os dados das contagens classificatórias ou globais podem ser obtidos de contagens ininterruptas (24 horas durante todo o ano), ou contagens periódicas de cobertura, com as quais são obtidos dados durante, por exemplo, 12, 24 ou 48 horas, 3 dias, uma semana ou um mês. Em outras palavras, os dados sobre o tráfego podem ser constituídos por variações ao longo das horas do dia, dos dias da semana e/ou dos meses do ano. Com o auxílio de fatores de expansão é possível relacionar estes valores de volumes entre si.

Em DNIT/IPR (2006) são dadas as seguintes definições para os três tipos de postos:

- Postos permanentes: São instalados em todos os pontos onde se necessite uma série contínua de dados para a determinação de volumes horários, tendências dos volumes de tráfego, ajustamento de contagens curtas em outros locais, etc. Sua localização

deve ser distribuída de tal modo que sejam representativos de cada tipo de via do sistema, de acordo com sua função (rodovia interurbana, vicinal, turística, etc.), com sua situação geográfica, com a relação com zonas urbanas ou industriais e com o volume de tráfego. Os postos permanentes funcionam 24 horas por dia, durante os 365 dias do ano. Neles devem ser instalados contadores que registrem os volumes que passam em cada hora e a cada 15 minutos.

- Postos sazonais: Destinados a determinar a variação dos volumes de tráfego durante o ano. Sua localização deve obedecer os mesmos critérios mencionados para os postos permanentes. Estes postos se classificam em principais (contagem horária contínua de uma semana em cada mês ou, em alguns locais, a cada dois meses, durante um mínimo de três dias da semana, um sábado e um domingo consecutivos) e secundários (contagens a cada dois ou três meses, durante dois a cinco dias consecutivos da semana). O número de postos secundários é normalmente o dobro dos principais. As contagens podem ser feitas manualmente com ou sem o auxílio de registradores mecânicos.
- Postos de cobertura: Nestes postos se realizam contagens uma vez no ano durante 48 horas consecutivas em dois dias úteis da semana. O número de postos deve ser suficiente para completar a cobertura de todos os trechos do sistema. Não é necessário fazer contagem nesses postos todos os anos, à exceção daqueles necessários para comprovar variações previstas. Para Estudos de Viabilidade e Projetos de Engenharia os postos serão de natureza diferente dos mencionados anteriormente, em vista da curta duração desses serviços. Nesse caso, cada trecho deverá ser dividido em segmentos homogêneos quanto ao fluxo, ou seja, cada posto deverá corresponder a um subtrecho em que a composição e o volume de veículos não sofra variações significativas. Os postos deverão estar afastados das extremidades do trecho, a fim de evitar distorções. A duração das contagens nesses postos será função do grau de confiabilidade desejado na determinação do VMD, podendo ser de 7, 3 ou 1 dia, de 24 ou 16 horas. O período deve ser suficiente para a determinação de fatores de correção a serem introduzidos nas contagens de duração menor. Oferecem, ainda, um subsídio valioso na determinação da hora de projeto. Em casos de contagens especiais (movimentos em interseções, cálculos de capacidade etc.) essa duração

poderá variar sensivelmente.

O sistema de tráfego rodoviário pode ser visto como um fenômeno geográfico e, portanto, georreferenciável. É de grande utilidade que os dados relativos aos sistemas de tráfego sejam dados como atributos de entidades geográficas. O uso de informações georreferenciadas expande as possibilidades em análises de tráfego. O seu emprego não se limita à confecção de mapas temáticos, mas torna possível a aplicação de funcionalidades de SIG que, por exemplo, envolvam relacionamentos geométricos.

O DNIT dispõe hoje em dia de camadas de dados geográficos vetoriais que descrevem a malha rodoviária federal, obtidos por aparelhos de GPS¹. Também é possível o registro do posicionamento dos postos de coleta de dados com o uso do GPS. Com o uso de funcionalidades de SIG é possível estabelecer o relacionamento entre as informações geográficas dos postos de coleta e as da malha rodoviária.

O sistema de cadastro deverá ser capaz de receber de forma sistemática os dados provenientes dos postos de coleta, bem como armazenar dados históricos. O sistema deverá possuir um banco de dados devidamente modelado, capaz de organizar as informações de forma simples, robusta e adequada para a realização de análises envolvendo todo o conjunto de dados. Diversos cálculos específicos, envolvidos com a análise de tráfego, devem ser automatizados pelo sistema e os resultados devem estar formatados de forma simples e eficiente.

1.2 O Sistema Georreferenciado de Informações Viárias

O Sistema Georreferenciado de Informações Viárias consiste em uma solução integrada na Web, em desenvolvimento no LabTrans, que disponibiliza um conjunto de ferramentas e procedimentos para acompanhamento, estudo e análises de informações viárias pelo DNIT. O acesso ao SGV é realizado na internet por meio do endereço eletrônico <http://www.labtrans.ufsc.br/sgv/>. Por ser uma ferramenta para Web, é capaz de receber e disponibilizar resultados de forma facilitada para os usuários. Seu ambiente preparado

¹Ver notícia de 16/11/06 em <https://gestao.dnit.gov.br/noticias/dnitgpss>.

para dados georreferenciados possibilita a integração dos dados que descrevem a malha rodoviária e a localização dos postos de coleta.

O SGV é composto atualmente de subsistemas, ou módulos, que operam de forma integrada. A Figura 1.1 ilustra os módulos específicos, que são divididos nos temas tráfego, PNV, segurança, sinalização e pesagem. Na figura podem ser encontrados ainda o módulo de cadastro, por onde todas as informações são inseridas no sistema, o módulo GEO, para operações com dados geográficos e o módulo para administração do sistema.



Figura 1.1: Módulos atualmente presentes no SGV

Os dados são inseridos no SGV através do seu módulo de cadastro, inclusive os provenientes de contagem de tráfego, e ficam assim disponíveis para serem utilizados pelos diversos módulos. Da mesma forma, informações sobre os trechos do Plano Nacional de Viação (PNV) são também cadastradas no sistema e podem ser associados aos dados de tráfego.

O subsistema GEO possibilita que dados geográficos sejam integrados no sistema, de forma que possam ser utilizados como fonte de informação, sendo cruzados com outros dados georreferenciados, e possibilitando a criação de mapas temáticos com resultados de análises específicas. O SGV conta com algumas funcionalidades comumente encontradas em Sistemas de Informações Geográficas (SIG), como ferramentas para navegação nos dados, para visualização de entidades geográficas e de seus atributos, para seleção de

camadas de dados e para filtragem de informações. O uso de dados geográficos amplia muito as possibilidades de análise em sistemas viários.

O sistema de cadastro para o Projeto Trienal de Contagem de Tráfego será apoiado no SGV. As funcionalidades já implementadas, específicas para a área de tráfego, são utilizadas e novas funcionalidades são acrescentadas. Nas Seções 4 e 5 é apresentada a análise de requisitos para o sistema, levantados a partir do conhecimento sobre métodos envolvidos com estudos de tráfego. Na Seção 6 são mais detalhadas as funcionalidades já implementadas no sistema, que servirão de base para o desenvolvimento das funcionalidades específicas para cadastramento e para consultas.

O SGV é desenvolvido com o auxílio da IDE Microsoft Visual Studio 2008, na linguagem Microsoft Visual C#, sobre o *framework* Microsoft .NET 3.5. Como banco de dados é utilizado o PostgreSQL, com o seu módulo geográfico espacial PostGIS. O MapServer é utilizado como plataforma de publicação de dados geográficos na internet. A documentação do sistema é feita com o auxílio do Enterprise Architect 6.1.789.

Seção 2

Objetivos

A presente fase do projeto tem como objetivo a concepção do sistema de cadastro para o Projeto Trienal de Contagem de Tráfego. Este sistema deve ser capaz de atender a todas as funcionalidades específicas envolvidas, desde o recebimento de informações até a sua disponibilização.

De forma geral, o sistema de cadastro deve cumprir com os seguintes requisitos básicos:

- possuir um banco de dados modelado para organizar os dados de tráfego apresentados na Seção 3;
- possuir funcionalidades para inserção e validação dos dados;
- possuir funcionalidades para a reprodução de métodos (cálculos básicos) envolvidos com estudos de tráfego;
- possuir funcionalidades para a geração de relatórios, gráficos, estruturados de acordo com as análises específicas de tráfego;
- oferecer uma interface otimizada e amigável para o usuário, disponibilizada via Web.

Seção 3

Dados básicos a serem cadastrados no sistema

De um modo geral, os dados referentes a volume, composição e velocidade do tráfego circulante são, numa determinada via, de utilidade para atividades tão diversas quanto as de projetos rodoviários, estudos de capacidade e de impactos ambientais, análises de investimento em sistemas viários, ou ainda para o gerenciamento de tráfego e demais aplicações de Sistemas Inteligentes de Transporte (ITS), para as quais são absolutamente vitais. As contagens realizadas nos postos permanentes, sazonais e de cobertura devem monitorar estas três características do tráfego.

Também poderão ser integradas ao sistema, as informações de peso dos veículos e sua configuração por eixos (PBTC e equivalente médio de carga por eixo, por tipo de configuração). Essas informações serão coletadas nos postos de pesagem fixos e móveis identificados no Plano Nacional de Pesagem.

A seguir são dados detalhes sobre os dados de tráfego a serem organizados no sistema de cadastro. Ao final, na Seção 3.3, é apresentada a modelagem prevista para a organização do banco de dados.

3.1 Infraestrutura rodoviária e classes de veículos

Os dados de tráfego são relativos a trechos de rodovias, que mantêm suas características em sua extensão. Desta forma, os trechos são abordados no sistema como a entidade mais básica para os estudos de tráfego. Alguns trechos podem possuir postos de coleta instalados, que geram os seus respectivos dados de tráfego.

Além disso, devem ser estabelecidas classes de veículos, para que o sistema possa relacionar com os dados classificatórios cadastrados.

3.1.1 Dados sobre a malha rodoviária

O DNIT publica anualmente uma listagem com os trechos do Plano Nacional de Viação (PNV), que segmentam a malha rodoviária federal em trechos, caracterizados pela ação modificadora que os seus extremos exercem no tráfego. Os trechos recebem uma codificação segundo o que consta em DNIT (2006) e possuem comprimentos que variam aproximadamente de 100 metros a 99 quilômetros.

Sobre estes trechos se baseiam as análises de planejamento do DNIT no modal rodoviário. Por isso, os trechos do PNV são adotados no sistema de cadastro como as entidades elementares para a realização das análises de tráfego.

As listagens de trechos são constituídas por dados alfanuméricos, que os descrevem. Nestes dados constam informações sobre o código (ou sigla) das rodovias, código dos trechos do PNV, as quilometragens de início e de fim dos trechos e descrições textuais de locais de início e fim para cada trecho, entre outras informações. Estas são tomadas neste trabalho como as informações de referência, que devem ser respeitadas. A Tabela 3.1 traz como exemplo descrições alfanuméricas para dez trechos da listagem de 2008.

Como colocado, a divisão da malha rodoviária em trechos é revisada anualmente pelo DNIT. O sistema de cadastro deve ser modelado de forma que para cada ano haja uma listagem de trechos. Naturalmente, as alterações devem se estender aos dados georreferenciados, que devem se ajustar às novas definições.

A integração de dados georreferenciados sobre os trechos de rodovias no SGV de-

Tabela 3.1: Exemplos de informações constantes nos dados alfanuméricos sobre os trechos do PNV

UF	Sigla rod.	Código do PNV	Km inicial	Km final	Descrição de início e fim
DF	BR-010	010BDF0010	0,0	2,5	ENTR BR-020(A)/030(A)/450/DF-001 (BRASÍLIA) - ENTR DF-440
DF	BR-010	010BDF0015	2,5	6,0	ENTR DF-440 - ACESSO I SOBRADINHO
DF	BR-010	010BDF0016	6,0	8,4	ACESSO I SOBRADINHO - ACESSO II SOBRADINHO
DF	BR-010	010BDF0018	8,4	18,8	ACESSO II SOBRADINHO - ENTR DF-230
DF	BR-010	010BDF0020	18,8	22,6	ENTR DF-230 - ENTR DF-128
DF	BR-010	010BDF0022	22,6	25,6	ENTR DF-128 - P/PLANALTINA
DF	BR-010	010BDF0030	25,6	33,6	P/PLANALTINA - ENTR BR-020(B)/030(B)/DF-345(A)
DF	BR-010	010BDF0050	33,6	37,7	ENTR BR-020(B)/030(B)/DF-345(A) - ENTR VICINAL-111
DF	BR-010	010BDF0052	37,7	42,3	ENTR VICINAL-111 - ENTR DF-205
DF	BR-010	010BDF0070	42,3	44,6	ENTR DF-205 - ENTR DF-345(B) (DIV DF/GO)

penderá da sua disponibilização por parte do DNIT.

3.1.2 Dados sobre os postos de contagem

É prevista uma completa descrição das características físicas e operacionais de cada posto de contagem, a serem armazenadas no sistema de forma alfanumérica. As seguintes informações podem ser usadas para descrevê-los:

- tipo de posto (permanente, sazonal ou de cobertura);
- nome;
- UF;
- sigla da rodovia;
- quilômetro;
- município;
- esquema de alimentação elétrica, com indicação da fonte de energia;
- descrição da sinalização;
- aspectos ambientais;

- fotografias e outros arquivos digitais;
- outras informações.

É previsto também que as posições dos postos possam ser georreferenciadas, a partir de dados sobre sua localização geográfica (latitude e longitude).

3.1.3 Classes de veículos

Diferentes entidades que realizam estudos de tráfego utilizam normalmente diferentes classificações de veículos. Em DNIT - UFSC (2007) pode ser encontrada uma tabela comparativa com classificações utilizadas em diversas entidades no Brasil.

A classificação de veículos é mais específica (maior número de classes) quando os estudos se destinam a projeto de rodovias, onde as informações devem ser mais confiáveis, isto é, devem ser capazes de descrever melhor e em mais detalhes a realidade. Quando os estudos se destinam a estimativa de tráfego para planejamento, é aceitável, e até mesmo mais utilizado pela praticidade, que a classificação seja mais simples, envolvendo um número menor de classes, que abrangem uma maior quantidade de tipos de veículos.

A definição das classes de veículos a serem utilizadas no sistema, bem como a escolha do tipo de sensor para dar suporte à classificação, não são abordadas neste relatório. Independentemente das classes definidas, o sistema de cadastro deve ser flexível para a sua adoção. Deve haver uma funcionalidade específica para o usuário cadastrar, utilizando o próprio sistema, novos tipos de veículos, como também criar grupos.

É conveniente que os tipos sejam padronizados para todo o Projeto Trienal de Coleta de Tráfego, evitando assim adaptações ou ajustes futuros sobre os dados.

Os dados brutos obtidos com os equipamentos de contagem devem ser interpretados, de forma que o sinal registrado seja convertido em classes de veículos. Esta transformação varia com o tipo de equipamento utilizado. O sistema de cadastro será preparado para receber os dados sobre os veículos classificados, onde o sinal gerado pelo equipamento já foi interpretado e ajustado às classes.

3.2 Dados de tráfego

Há basicamente duas fontes de dados de tráfego: os dados que serão coletados durante o funcionamento do Projeto Trienal de Coleta de Tráfego (dados dos postos de coleta) e os dados hoje já existentes (dados históricos).

3.2.1 Dados dos postos de coleta

As contagens realizadas nos diferentes tipos de postos (permanente, sazonais e de cobertura) devem produzir basicamente dados em uma mesma estrutura. Independentemente dos equipamentos utilizados, a passagem de cada veículo deve ser registrada com data, hora, faixa, sentido, tipo de veículo e velocidade. Informação de peso pode ser ainda incluída, caso o posto de contagem a forneça. A Tabela 3.2 mostra como os dados das contagens podem ser estruturados. Cada linha de dados na tabela corresponde a um veículo passante.

Os valores apresentados na coluna "tipo" devem corresponder a códigos de tipos de veículos cadastrados no sistema.

O sistema de cadastro, ao receber dados com este conteúdo e com esta estrutura, é capaz de situar todas as informações no tempo e no espaço. A estrutura suporta um nível de detalhamento nos dados suficientemente grande para a possibilitar análises minuciosas nas características de tráfego.

3.2.2 Dados históricos

É possível fazer com que dados históricos sejam cadastrados no sistema a partir de dados na mesma estrutura apresentada na Tabela 3.2. Porém, não é esperado que os dados estejam normalmente de tal forma detalhados. Na prática os dados históricos sobre volume, classificação e velocidades se encontram já processados: pelo menos já transformados para volumes horários (ver Seção 5.1.2) e classes de velocidades (ver Seção 5.3.2).

Para volumes, o sistema de cadastro deve tornar possível a inserção de dados históricos de VH, VMDd, VMDs, VMDm e VMDa, globais e classificados, sempre relativos a

Tabela 3.2: Exemplo de dados provenientes de postos de coleta

data	hora	faixa	sentido	velocidade	tipo	peso
...
19/03/2004	18:57	1	Angra-Rio	46	3	
19/03/2004	18:58	1	Angra-Rio	69	3	
19/03/2004	18:58	1	Angra-Rio	68	3	
19/03/2004	18:58	1	Angra-Rio	60	4	
19/03/2004	18:58	1	Angra-Rio	61	3	
19/03/2004	18:58	1	Angra-Rio	56	3	
19/03/2004	18:58	1	Angra-Rio	49	3	
19/03/2004	18:58	1	Angra-Rio	18	0	
19/03/2004	18:58	1	Angra-Rio	54	4	
19/03/2004	18:59	1	Angra-Rio	90	3	
19/03/2004	18:59	1	Angra-Rio	46	3	
19/03/2004	18:59	1	Angra-Rio	49	3	
19/03/2004	18:59	1	Angra-Rio	46	3	
19/03/2004	18:59	1	Angra-Rio	48	5	
19/03/2004	18:59	1	Angra-Rio	44	3	
19/03/2004	18:59	1	Angra-Rio	53	3	
19/03/2004	18:59	1	Angra-Rio	49	3	
19/03/2004	19:00	1	Angra-Rio	57	3	
19/03/2004	19:00	1	Angra-Rio	61	3	
19/03/2004	19:00	1	Angra-Rio	62	3	
19/03/2004	19:00	1	Angra-Rio	74	3	
...

determinados trechos e para um determinado ano. Não está prevista a possibilidade de serem inseridos mais de um valor de VMDa, por exemplo, para um determinado trecho em um determinado ano, no caso de haverem dois valores determinados. Análises comparativas entre diferentes valores obtidos para as características de tráfego devem, a princípio, ser feitas fora do sistema. Os melhores valores devem ser então cadastrados.

As Tabelas 3.3 e 3.4 exemplificam estruturas simples que podem ser adotadas respectivamente para o cadastramento de dados históricos de VMDa e VMDm classificados. Estas são sugestões e podem sofrer alterações.

Tabela 3.3: Dados históricos de VMDa

trecho	classe	VMDa
...
...

Tabela 3.4: Dados históricos de VMDm

trecho	mes	classe	VMDm
...
...

É importante que o sistema de cadastro possa realizar análises que utilizem os dados dos postos de coleta e os dados históricos de forma conjunta. O banco de dados deve ser modelado para permitir isso.

3.3 Modelagem do banco de dados

O banco de dados do SGV deve ser capaz de organizar os dados de contagem relativos aos postos onde foram coletados, estruturados como na Tabela 3.2, e também os dados históricos mencionados na Seção 3.2.2. O diagrama de classes apresentado na Figura 3.1 ilustra a estrutura do banco de dados, especificando como as informações podem ser armazenadas e relacionadas.

Os trechos de rodovias (PNV) são colocados como base da estrutura, com a classe "Trecho". Nesta classe estão modeladas as estruturas de dados para o armazenamento dos dados de tráfego (volumes, volumes classificados e velocidade), de forma que cada trecho possua os seus respectivos dados. Tanto os dados dos postos de coleta quanto os dados históricos devem poder popular os campos das características de tráfego dos trechos. Desta forma, podem ser atribuídas informações de tráfego a trechos registrados em anos anteriores ao início das coletas, a partir de dados de históricos.

Os postos de coleta, modelados pela classe "PostoDeColeta", contém, além dos dados sobre as suas características, o tipo do posto (permanente, sazonal ou de cobertura), definido no campo "tipo". Os postos de coleta são relacionados aos trechos onde se situam através dos códigos dos trechos (IDTRECHO).

Um posto de coleta pode ter várias contagens. Estas estão representadas no diagrama pela classe "Contagem". A classe para contagens é utilizada desta forma para qualquer tipo de posto. Nela são organizadas as informações específicas de contagens, como

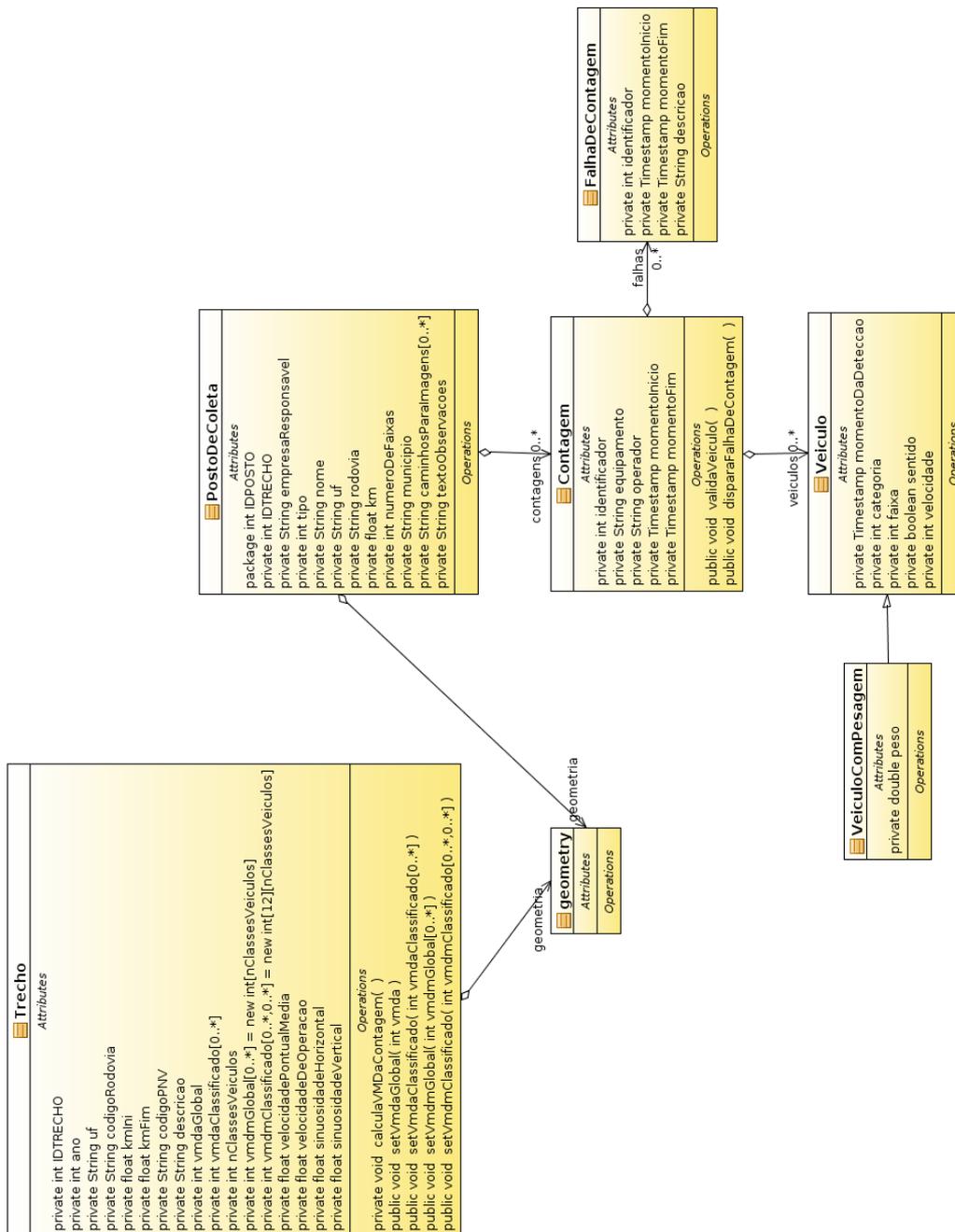


Figura 3.1: Modelagem proposta para a estrutura do banco de dados de tráfego (diagrama de classes)

os momentos de início e de fim, empresa responsável e operador, além das informações sobre os veículos contados e sobre eventuais falhas de contagem.

Uma contagem possui vários veículos, representados pela classe "Veiculo". Para cada veículo contado é utilizada uma instância da classe, correspondendo a um registro no banco de dados. A informação sobre o tipo de veículo é armazenado no campo "categoria". São previstos também campos para as informações sobre a velocidade medida, a faixa ocupada pelo veículo e o sentido. A classe "Contagem" pode trazer um método para a validação dos dados individuais de veículos, como pode ser visto no diagrama.

Se estiverem disponíveis dados de pesagem, o veículo pode ser representado pela classe "VeiculoComPesagem", que herda todas as características da classe "Veiculo", trazendo adicionalmente o campo específico para esta informação.

A classe "Contagem" pode ser provida de um método que monitore, por exemplo, grandes intervalos sem contagem, ou descontinuidades significativas em valores de volumes ou de velocidades, o que podem indicar falhas de contagem. Caso seja identificado algo assim, é possível que seja criado automaticamente um registro desta ocorrência, pela instanciação da classe "FalhaDeContagem". Nesta classe podem ser armazenadas informações sobre os momentos de início e de fim da falha, bem como anotações sobre suas causas e providências tomadas para reparos.

Tanto o trecho como o posto de coleta podem possuir uma geometria associada. O trecho é representado elementarmente por linhas e os postos por pontos. A classe "geometry", que aparece no diagrama da Figura 3.1, representa uma entidade geométrica genérica, mostrando que os trechos e os postos podem possuir dados geográficos.

Estando os dados estruturados desta forma, todas as informações de tráfego e do funcionamento do processo de contagem ficam atrelados ao espaço e ao tempo. Sobre esta estrutura podem ser construídas rotinas para realizar as análises de tráfego necessárias, apresentadas na Seção 5.

Na sequência são dados detalhes sobre as funcionalidades previstas para o sistema, visando cumprir com os requisitos estipulados.

Seção 4

Funcionalidades básicas do sistema

As funcionalidades básicas do sistema aqui colocadas são aquelas relativas à manutenção do sistema e ao seu manuseio. Nelas estão incluídas as funcionalidades para inserção e validação dos dados, para o gerenciamento físico do banco de dados, para a geração de listas, relatórios e gráficos com os resultados de análises, entre outras.

Esta seção não trata extensivamente de cada funcionalidade auxiliar envolvida no sistema, mas mostra alguns aspectos direcionadores do seu desenvolvimento.

4.1 Cadastro e validação de dados

Os dados a serem cadastrados no sistema são os especificadas na Seção 3. O SGV deve estar preparado para receber os dados gerados pelos aparelhos contadores, de forma fácil e eficiente. A tecnologia empregada para a transferência dos dados dos aparelhos para o banco de dados do SGV pode variar. Caso os dados sejam retirados dos aparelhos com o uso de algum dispositivo de armazenamento e sejam posteriormente enviados via internet, o SGV deverá ser capaz de carregar os arquivos tabulados. Caso seja possível uma transmissão automática, em tempo real ou em intervalos regulares, o SGV deverá dar suporte à inclusão automática destes dados.

Rotinas para validação podem realizar testes sobre os dados inseridos no sistema, procurando identificar falhas de contagem. Os testes seguem duas abordagens:

- validação de tipos de dados, como por exemplo:
 - assegurando a forma como são colocados os valores para data e hora;
 - verificação de valores positivos de velocidades;
- identificação de incoerências nos dados, como por exemplo;
 - verificando os códigos para os tipos de veículos, comparando com os tipos cadastrados no sistema;
 - verificação dos valores apresentados para faixa e sentido, em conformidade com os dados sobre o posto onde foi realizada a contagem;
 - identificação de discontinuidades significativas dos dados de data, hora, volume ou velocidade, que possam caracterizar uma falha de contagem;
 - verificação da duração das contagens em postos sazonais e de cobertura, comparando com as durações especificadas em DNIT/IPR (2006).

O sistema de cadastro deve ser capaz de gerar relatórios específicos sobre falhas de contagens detectadas nos dados.

4.2 Consultas a dados

Os resultados das coletas de dados de tráfego deverão ser disponibilizados no SGV, visando permitir sua consulta imediata por todos aqueles que trabalhem na área rodoviária. O SGV deve oferecer ao usuário a possibilidade de visualizar tanto os dados que foram cadastrados como os resultados das análises específicas, adequadamente estruturados. Devem haver interfaces gráficas direcionadas para os fins específicos, que facilitem a sua utilização.

A partir dos dados de contagens inseridos, alguns gráficos podem ser diretamente gerados, como por exemplo relacionando o volume global com o tempo, o volume classificado com o tempo, volumes por faixa, velocidades com o tempo, velocidade por faixas, em termos de valores absolutos e percentuais.

Para as funcionalidades específicas, abordadas a seguir na Seção 5, devem ser elaboradas interfaces gráficas direcionadas e estruturas de relatórios, listagens e gráficos para a apresentação dos resultados.

Não são apresentadas neste relatório as interfaces para cada tipo específico de consulta a dados ou resultados de análises. Estas interfaces serão construídas durante o desenvolvimento do sistema. Na Seção 6, porém, são apresentadas algumas interfaces já desenvolvidas.

Seção 5

Funcionalidades para processamentos específicos

Os processamentos específicos são os que transformam os dados obtidos nos postos de coleta em parâmetros operacionais utilizados em estudos de tráfego. Nesta seção são especificados os processamentos principais, cuja implementação está prevista para o SGV.

De um modo geral, são feitas análises referentes a volumes e a velocidades.

5.1 Volume de tráfego

O volume de tráfego é definido, segundo DNIT/IPR (2006), como o número de veículos que passa por uma seção de uma via, ou em determinada faixa, durante uma unidade de tempo. É expresso normalmente em veículos/dia (vpd) ou veículos/hora (vph).

5.1.1 Volumes médios diários

Volume Médio Diário (VMD) é a média dos volumes de veículos que circulam durante 24 horas em um trecho de via. São de uso corrente os seguintes conceitos de volume médio diário (DNIT/IPR, 2006):

- Volume Médio Diário Anual (VMDa): número total de veículos trafegando em um ano dividido por 365.

- Volume Médio Diário Mensal (VMDm): número total de veículos trafegando em um mês dividido pelo número de dias do mês. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere.
- Volume Médio Diário Semanal (VMDs): número total de veículos trafegando em uma semana dividido por 7. É sempre acompanhado pelo nome do mês a que se refere. É utilizado como uma amostra do VMDm.
- Volume Médio Diário em um Dia de Semana (VMDd): número total de veículos trafegando em um dia de semana. Deve ser sempre acompanhado pela indicação do dia de semana e do mês correspondente.

O VMDa é o de maior importância. Os demais são geralmente utilizados como amostras a serem ajustadas e expandidas para determinação do VMDa.

À medida que os dados dos postos de coleta vão sendo inseridos no banco de dados do SGV, os valores de VMD podem ir sendo calculados e disponibilizados. Para que seja calculado o VMDd, devem estar disponíveis dados de pelo menos um dia inteiro. Para ser calculado o VMDs devem existir dados de uma semana. Da mesma forma ocorre para o VMDm e o VMDa.

5.1.2 Volume horário

Segundo DNIT/IPR (2006), o Volume Horário (VH) é empregado na análise de variações do fluxo de tráfego durante o dia. A unidade de tempo adotada é a hora. O VH é dado então pelo número total de veículos trafegando em uma determinada hora.

O conceito de volume horário é utilizado no conceito do volume da "enésima hora", utilizado como base para projetos e operação de rodovias (Volume Horário de Projeto - VHP). No Brasil é utilizado normalmente o volume da 50^a hora (denotado por VH50).

Para chegar a estes valores, os volumes horários de todo um ano são expressos como porcentagem do VMDa e dispostos em ordem decrescente. A abcissa 1 corresponde ao maior volume horário do ano e a abcissa 50 ao 50^o maior volume.

É possível a implementação no SGV da funcionalidade para gerar automaticamente este gráfico, destacando os valores de VH30, VH50, ou outro desejado. Tal funcionalidade só poderá ser executada, porém, quando estiverem disponíveis dados de um ano todo, provenientes dos postos de coleta.

5.1.3 Composição do tráfego

A corrente de tráfego é composta por veículos que diferem entre si quanto ao tamanho, peso e velocidade. O conhecimento da composição dos volumes, segundo DNIT/IPR (2006), é essencial pelas seguintes razões:

- Os efeitos que exercem os veículos entre si dependem de suas características. A composição da corrente de veículos que passa por uma via influi em sua capacidade.
- As percentagens de veículos de grandes dimensões determinam as características geométricas que devem ter as vias, e os seus pesos as características estruturais.
- Os recursos que podem ser obtidos dos usuários de uma via, dependem entre outros fatores, da composição do seu tráfego.

A identificação do tipo de veículo já está inserida nos dados provenientes dos postos de coleta, cuja estrutura é apresentada na Seção 3.2.1. Está prevista a implementação de funcionalidades no SGV para gerar gráficos e relatórios sobre composição de tráfego, a partir dos registros individuais de veículos.

5.1.4 Fatores de expansão

Fatores de expansão são utilizados para relacionar VMD entre segmentos onde há e onde não há contagem permanente. Sobre os dados coletados nos postos de contagem permanente são calculados os fatores de expansão, que são utilizados para determinação de VMD nos locais onde são feitas contagens sazonais ou de cobertura.

Em DNIT/IPR (2006) são descritos quatro tipos diferentes de fatores de expansão: horário, diário, semanal e sazonal. É prevista a implementação de funcionalidades para o cálculo destes fatores no SGV, a partir dos dados dos postos de coleta.

5.1.4.1 Expansão horária

Se os dados dos volumes de origem/destino tiverem sido obtidos por amostragem, é necessário expandir a amostra para as 24 horas do dia em que esta foi realizada. Essa expansão deve ser feita para cada tipo de veículo considerado na pesquisa. Se em um posto de pesquisa são entrevistados, em uma determinada hora do dia, E_i carros de passeio, escolhidos aleatoriamente e a contagem feita nessa hora indica a passagem de V_i carros de passeio, o fator de expansão horária de carros de passeio para a hora i é dada por:

$$f_{h_i} = \frac{V_i}{E_i} \quad (5.1)$$

Essa operação deve ser repetida para cada uma das 24 horas do dia, para que represente o conjunto de carros desse dia: f_{h_1} para o período de uma hora 0 – 1, f_{h_2} para o período 1 – 2 e assim por diante até $f_{h_{24}}$ para o período 23 – 24 horas. As informações colhidas em cada hora i são então multiplicadas pelos respectivos fatores de expansão horária, para representar todos os veículos entrevistados no dia.

5.1.4.2 Expansão diária

Se a pesquisa for feita apenas em um período de h horas do dia, deve-se calcular o fator de expansão diária pela Equação 5.1:

$$f_d = \frac{V_{24}}{V_h} \quad (5.2)$$

onde:

f_d = fator de expansão diária;

V_{24} = volume de carros de passeio durante as 24 horas do dia;

V_h = volume de carros de passeio durante as h horas de pesquisa.

Na formação do conjunto de informações do dia, essa expansão diária deve ser distribuída entre as horas em que não se realizaram pesquisas. Para cada tipo de veículo entrevistado procede-se da mesma forma.

5.1.4.3 Expansão semanal

Estudos de tráfego mostram que, independente da época do ano, as variações relativas ao tráfego por dia da semana são mais ou menos constantes. Desta forma, para determinar o fator de expansão semanal é necessário avaliar todas as contagens disponíveis de 7 dias consecutivos e determinar os fatores de expansão médios por dia da semana.

O fator de expansão semanal correspondente a um dia específico da semana, para um determinado tipo de veículo, pode ser obtido pela Equação 5.3:

$$f_s = \frac{V_s}{V_d} \quad (5.3)$$

onde:

f_s = fator de expansão semanal de um dia específico da semana;

V_s = volume de carros de passeio durante os 7 dias da semana;

V_d = volume de carros de passeio durante o dia determinado.

Se a pesquisa for feita durante uma semana deve-se calcular a média diária dessa semana, somando os números de informações de cada tipo de veículo, para cada dia da semana e dividindo por 7. Esse número médio de informações de cada tipo de veículo será considerado representativo do mês em que situa a semana.

Se a pesquisa não cobrir uma semana e se dispuser da variação semanal, deve-se inicialmente corrigir os valores de cada dia em que se fez a pesquisa para a média da semana. Em seguida calcula-se a média dos valores obtidos. Essa média representará a semana. As médias dos valores obtidos para VMD semanais representarão os VMD mensais, que serão então utilizados na expansão sazonal.

5.1.4.4 Expansão sazonal (ou mensal)

O tráfego varia durante todos os dias do ano, o que torna necessário expandir os levantamentos efetuados em determinada época. Para obter a expansão anual é necessário analisar as pesquisas existentes realizadas ao longo do ano. Para isso são utilizados postos que tenham sido efetivamente contados ao longo do ano. Definidos os postos que devem

ser considerados como representativos por zona de tráfego, são calculadas as relações do tráfego em cada mês com o tráfego médio diário do ano. A seguir os demais postos são relacionados com estes postos representativos e expandidos para se obter o tráfego médio diário em cada trecho. Os fatores de expansão anual, se possível, devem ser determinados por zona de tráfego, uma vez que dependem da atividade econômica, que é variável por região.

A expansão anual é feita usando os fatores de ajustamento sazonal, obtidos para cada tipo de veículo pela Equação 5.4:

$$f_a = \frac{VMDa}{VMDm} \quad (5.4)$$

onde:

f_a = fator de expansão sazonal;

$VMDa$ = Volume Médio Diário Anual;

$VMDm$ = Volume Médio Diário Mensal.

5.1.4.5 Cálculo no SGV

A Figura 5.1 ilustra como podem ser calculados os fatores de expansão no SGV. Os dados provenientes dos postos de contagem permanentes devem ser agrupados em faixas horárias, caracterizando os volumes horários (VH). A partir de médias destes valores são calculados os VMD, em diferentes níveis. As relações entre os volumes horários e os VMD de diferentes níveis constituem os fatores de expansão, calculados com o formulário colocado nas Seções 5.1.4.1 a 5.1.4.4.

O cálculo pode ser feito dinamicamente, quando é feita consulta por algum segmento específico de rodovia. No caso de serem realizadas consultas do tipo "retorne todos os segmentos com VMDa maior que 10.000", é interessante que os valores já estejam previamente calculados para todos os segmentos. Contudo, não é interessante armazenar dados sobre cada um dos fatores de expansão possíveis de serem calculados desde os volumes horários até o VMDa.

Como os valores mais utilizados são os VMDa, os valores destes podem ser pré cal-

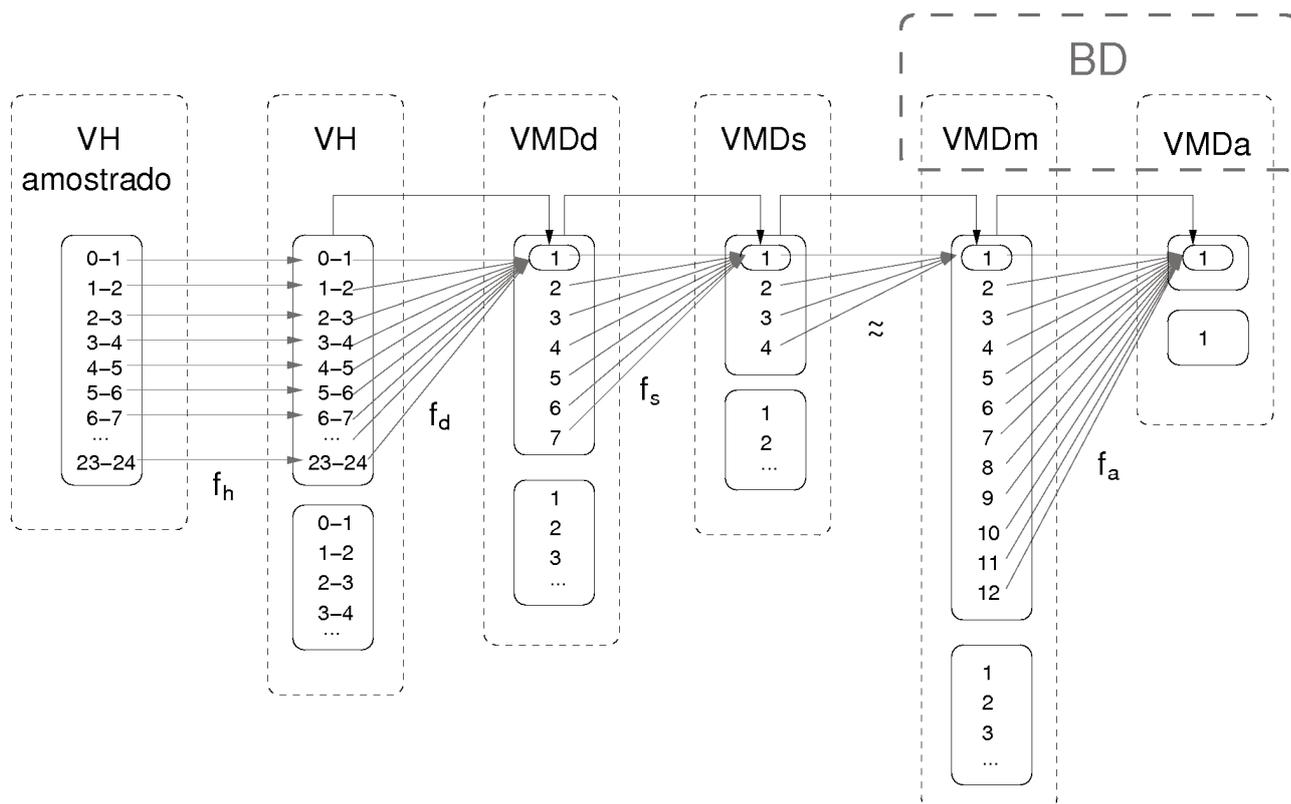


Figura 5.1: Fatores de expansão: relacionam desde amostras de volumes horários até valores de VMDa

culados para toda a malha. Valores de VMDm podem ser também pré-calculados, para estudos de sazonalidade. No diagrama de modelagem do banco de dados da Figura 3.1 são mostrados campos na classe "Trecho" para armazenamento de valores de VMDa e VMDm, globais e classificados.

5.2 Variações no volume de tráfego

Como consta em DNIT/IPR (2006), uma das características mais importantes do fluxo de tráfego é a sua variação generalizada: varia dentro da hora, do dia, da semana, do mês e do ano, além de, no mesmo local, variar segundo a faixa de tráfego.

Na sequência são dados os principais parâmetros envolvidos com as variações volumétricas, conforme consta em DNIT/IPR (2006), cuja implementação está prevista no SGV.

5.2.1 Variação ao longo do dia (horários de pico)

Os volumes horários variam ao longo do dia, caracterizando o tráfego na rodovia. A partir dos dados de volume podem ser gerados gráficos como o da Figura 5.2, como exemplo para volumes globais.

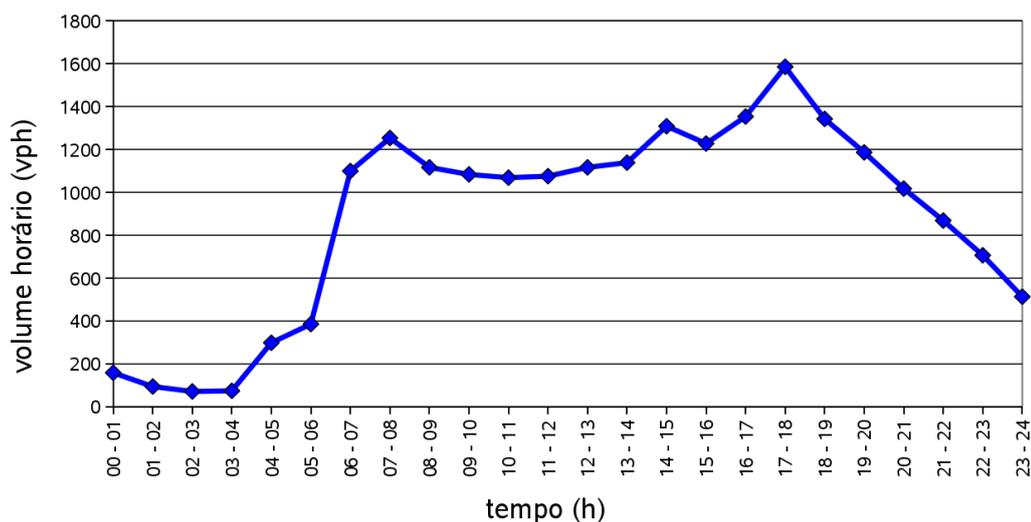


Figura 5.2: Exemplo de gráfico de variação volumétrica ao longo do dia

No gráfico são apresentados pontos máximos acentuados, chamados horários de pico. Os horários de pico variam de local para local, mas tendem a se manter estáveis em um determinado local, no mesmo dia da semana. Enquanto a hora de pico em um determinado local tende a se manter estável, o seu volume varia dentro da semana e ao longo do ano.

5.2.2 Variação semanal

As rodovias de acesso a áreas de recreio apresentam seus volumes de pico nos fins de semana, de sexta-feira a domingo. as rodovias rurais mais importantes apresentam variação semelhante, mas menos acentuadas. Já nas via urbanas a predominância das idas e voltas aos locais de trabalho faz com que os picos de tráfego se concentrem nos dias de semana, de segunda a sexta-feira, que apresentam variações entre si da ordem de 5%.

Tais características podem ser monitoradas no SGV, sendo elaborados gráficos que distribuam os volumes nos dias da semana, como o exemplo mostrado na Figura 5.3.

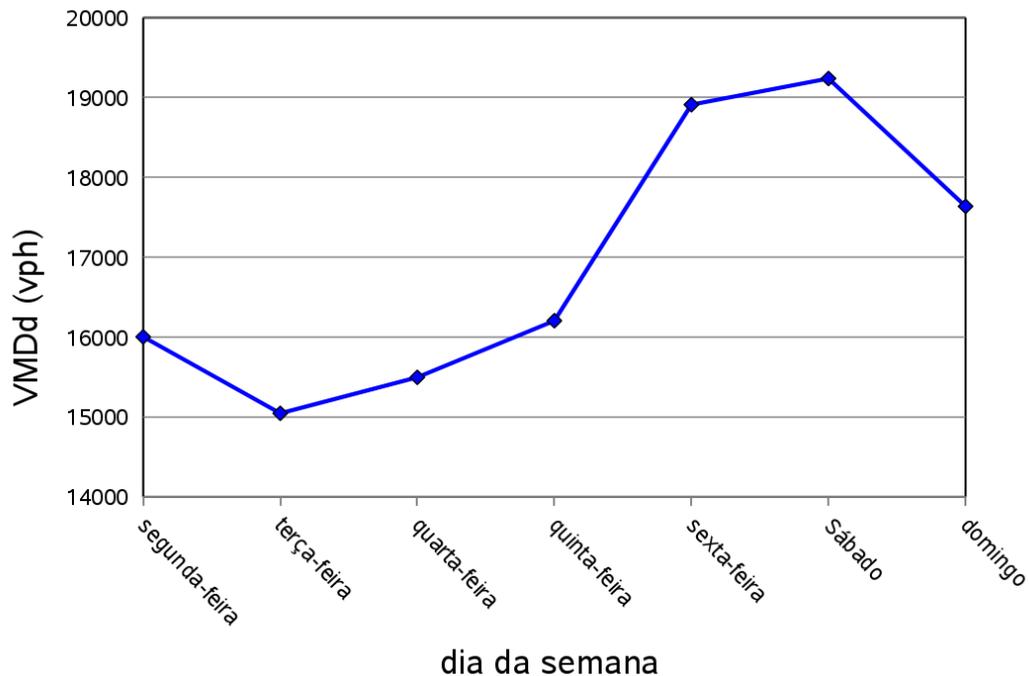


Figura 5.3: Exemplo de gráfico de variação volumétrica semanal

5.2.3 Variação Mensal

Também conhecida como variação sazonal, é função do tipo de via e das atividades a que ela serve. As rodovias rurais, principalmente se atendem a áreas turísticas e de recreação, apresentam variação muito superior às das vias urbanas. Os volumes são muito maiores nos períodos de férias escolares, que coincidem com as épocas mais procuradas para passeios e férias em geral. As vias urbanas, servindo ao deslocamento para o trabalho diário, apresentam fluxo mais permanente.

É prevista a geração de gráficos de variação volumétrica mensal, da mesma forma que é feita para a semanal.

5.2.4 Variação anual

O SGV pode ser preparado também para a criação de gráficos com a variação anual de volume de tráfego. Como reflexo das mudanças na economia do país, o fluxo de tráfego normalmente se altera de ano a ano. As variações anuais costumam ser mais acentuadas nas vias rurais, principalmente nas de acesso a áreas de recreio.

5.2.5 Variação por sentido de tráfego

A distribuição por sentido é uma característica importante do volume. Em uma rodovia de uma pista com dois sentidos de tráfego a distribuição por sentido tem um impacto importante na operação. Ultrapassagens são feitas usando a faixa de sentido contrário, sendo as oportunidades limitadas pelo tráfego contrário. A distribuição por sentido de tráfego é menos sujeita a variações. Normalmente o sentido principal se inverte nos picos da manhã e da tarde.

Nos dados provenientes dos postos de coleta constam informações sobre as faixas nas quais trafegaram os veículos. Com base nesta informação podem ser gerados gráficos no SGV.

5.2.6 Variação por faixa de tráfego

A variação dos volumes de tráfego entre as faixas de uma rodovia apresenta pouca uniformidade, dependendo do tipo de rodovia e da sua localização. A distribuição do tráfego em uma via expressa, por exemplo, é afetada pelo número de faixas, pelas eventuais restrições relativas à circulação de veículos pesados em certas faixas, localização de ramos de acesso e hábitos locais.

Em rodovias de pista dupla esta informação poderá constar nos dados obtidos em postos de coleta. Gráficos que demonstrem estas variações podem ser gerados no SGV.

5.3 Velocidade pontual

Entre as tecnologias mais utilizadas para a medição de velocidade se encontra a emissão de ondas eletromagnéticas na direção dos veículos, a interceptação e a análise das ondas retornadas. O radar é um equipamento de uso muito prático, que utiliza esta tecnologia (efeito doppler). Este método de medição é capaz de produzir dados de velocidade pontual, definida em DNIT/IPR (2006) como "a velocidade instantânea de um veículo quando passa por um determinado ponto ou seção da via".

A estrutura de dados provenientes dos postos de coleta, apresentada na Seção 3.2.1,

traz consigo valores de velocidade pontual. A coleta de dados de velocidade pontual requer um certo planejamento, e a utilização dos dados segue também uma linha, como colocado em DNIT/IPR (2006).

Está prevista a implementação no SGV de funcionalidades para auxiliar no cálculo dos parâmetros relativos a velocidades pontuais, descritos nesta seção.

5.3.1 Tamanho de amostra

O cálculo do tamanho da amostra pode estar disponível no SGV tanto para o planejamento de uma nova contagem, baseado em informações isoladas dadas pelo usuário, como também para a verificação de dados provenientes de postos de contagem sazonais e de cobertura.

A determinação da amostra mínima a ser levantada depende da precisão desejada na estimativa da média e da variância dos dados, como coloca a estatística. É necessário, portanto, conhecer de antemão esta variância, o que nem sempre é possível. Para tanto, ou é feita uma pesquisa preliminar para obter a variância ou é assumido um valor obtido através de estudos semelhantes. Para obter a média aritmética das velocidades pontuais o número de observações deve atender às condições:

$$n \geq \left(\frac{k \cdot S}{E} \right), n \geq 30 \quad (5.5)$$

onde:

n = número de observações ou tamanho da amostra;

k = constante correspondente ao nível de confiança (precisão) desejado;

S = desvio padrão da população de velocidades (km/h);

E = erro máximo aceitável na estimativa da velocidade (km/h).

Baseado nas propriedades da distribuição normal são determinados valores de k para os níveis de confiança mais comumente usados. Para velocidades costuma-se usar os níveis de 95% e 95,5%. Em casos muito especiais, em que se deseja maior grau de confiança nos resultados, se empregam os níveis de 99% e 99,7%.

O erro aceitável naturalmente é uma opção do técnico, mas depende da precisão desejada na estimativa da média. É dado em termos de "desvio" com relação à média estimada, na forma $(\bar{x} \pm E)$, sendo \bar{x} a velocidade média. Os erros admitidos, encontrados na literatura especializada, estão na faixa de ± 1 km/h a ± 5 km/h. O procedimento baseia-se nas propriedades da distribuição normal, motivo pelo qual o tamanho da amostra, ou número de observações, não deve ser menor que 30.

Exemplo: Limitando-se o erro aceitável da média aritmética das velocidades a 2,5 km/h, com nível de confiança de 95%, e admitindo que o desvio padrão das observações individuais seja 8,5 km/h, utilizando a Equação 5.5 calcula-se que seriam necessárias pelo menos 45 observações para não ultrapassar o erro tolerável.

5.3.2 Análise de classes de velocidade

Para poder apreciar melhor as variações da velocidade pontual, em estudos de tráfego os valores são normalmente reunidos em classes, definidas por intervalos. Sendo definido um posto de coleta e um um intervalo de tempo para análise podem ser retornados do banco de dados do SGV os respectivos dados de velocidade coletados. Estando também definidas as classes de velocidade, os dados podem ser processados de forma a popular a Tabela 5.1, como colocado em DNIT/IPR (2006).

Tomado uma amostra hipotética com 85 observações, os dados podem ser agrupados, por exemplo, nas classes mostradas na tabela. São apresentados para cada classe os valores da velocidade média \bar{x}_i (feito igual ao valor central da classe), o número de veículos (frequência absoluta) f_i em cada classe, a frequência relativa f_i (%), a frequência relativa acumulada f_{a_i} (%), e os parâmetros auxiliares $f_i \cdot \bar{x}_i$ e $f_i \cdot \bar{x}_i^2$.

5.3.3 Média aritmética

A média aritmética é a medida mais comum da tendência central dos dados. Para dados agrupados em classes, a média aritmética é dada pela Equação 5.6.

$$\bar{x} = \frac{\sum (f_i \cdot \bar{x}_i)}{\sum f_i} \quad (5.6)$$

Tabela 5.1: Velocidades agrupadas em classes e valores estatísticos

Classe (km/h)	\bar{x}_i (km/h)	f_i	f_i (%)	f_{a_i} (%)	$f_i \cdot \bar{x}_i$	$f_i \cdot \bar{x}_i^2$
52 – 55,9	54	1	1	1	54	2916
56 – 59,9	58	4	5	6	232	13456
60 – 63,9	62	2	2	8	124	7688
64 – 67,9	66	6	7	15	396	26136
68 – 71,9	70	6	7	22	420	29400
72 – 75,9	74	9	11	33	666	49284
76 – 79,9	78	19	22	55	1482	115596
80 – 83,9	82	12	14	69	984	80688
84 – 87,9	86	9	11	80	774	66564
88- 91,9	90	9	11	91	810	72900
92 – 95,9	94	3	4	94	282	26508
96 – 99,9	98	3	4	98	294	28812
100 – 103,9	102	1	1	99	102	10404
104 – 107,9	106	1	1	100	106	11236
Total		85	100		6726	541588

onde:

\bar{x} = média aritmética;

$\sum (f_i \cdot \bar{x}_i)$ = somatório dos produtos das frequências das classes pelos seus valores médios;

$\sum f_i$ = somatório das frequências de todas as classes.

Para o caso dos dados hipotéticos da Tabela 5.1, a média seria dada por $\bar{x} = \frac{6726}{85} = 79,1$ km/h.

5.3.4 Mediana

A mediana é o valor central de uma série de valores ordenados de forma crescente ou decrescente. A mediana corresponde ao percentil 50, ou seja, 50% dos valores são superiores a ela e 50% são inferiores.

No caso dos dados da Tabela 5.1, é observado o valor de 78 km/h como valor de mediana, analisando a coluna de frequências acumuladas f_{a_i} (%).

5.3.5 Moda

Moda se define como o valor que ocorre com mais frequência. Para os dados da Tabela 5.1, a classe 76 – 79,9 traz a maior frequência, sendo 78 km/h o valor da moda.

5.3.6 Desvio padrão

A mais importante medida de dispersão é o desvio padrão S . Para valores agrupados em classes é determinado pela Equação 5.7.

$$S = \sqrt{\frac{\sum (f_i \cdot \bar{x}_i^2) - \frac{(\sum f_i \cdot \bar{x}_i)^2}{\sum f_i}}{\sum f_i - 1}} \quad (5.7)$$

Com os dados da Tabela 5.1, o desvio padrão é dado por: $S = \sqrt{\frac{541588 - \frac{(6726)^2}{85}}{85-1}} = 10,6$ km/h.

5.3.7 Intervalos de confiança

É interessante serem calculados também intervalos de confiança para os dados, a partir dos valores da média e do desvio padrão. O intervalo definido por $\bar{x} - S$ até $\bar{x} + S$ contém 68,3% das observações, considerando uma distribuição normal. Podem ser calculados também intervalos de confiança entre $\bar{x} - 2S$ até $\bar{x} + 2S$, compreendendo 95,5% das observações, ou ainda $\bar{x} - 3S$ até $\bar{x} + 3S$, compreendendo 99,7% das observações, conforme a confiabilidade desejada.

5.3.8 Desvio padrão da média (erro de estimativa)

A média real de todo o universo de medidas não pode ser calculada. Pode-se entretanto determinar um intervalo em que ela se situe com um grau de confiança desejado. Se \bar{x} é a média de uma amostra de n observações e se S é o desvio padrão desse conjunto, pode-se determinar o intervalo $\bar{x} \pm S_x$ em que:

$$S_x = \frac{S}{\sqrt{n}} \quad (5.8)$$

que tem a probabilidade de 68,3% de conter a média real. O valor de S_x é denominado desvio padrão da média.

5.3.9 Histograma

Com os valores das colunas \bar{x}_i (km/h) e f_i da Tabela 5.1 pode-se montar um histograma das velocidades pontuais. É um gráfico formado por retângulos, cujas bases representam os intervalos das classes de velocidades e as alturas as frequências de cada classe. A Figura 5.4 ilustra o gráfico montado com os valores da tabela.

Este histograma de frequência relativa mostra a participação de cada classe de velocidade no total e tem a forma aproximada de uma distribuição normal, ou seja, é aproximadamente simétrica com relação à média.

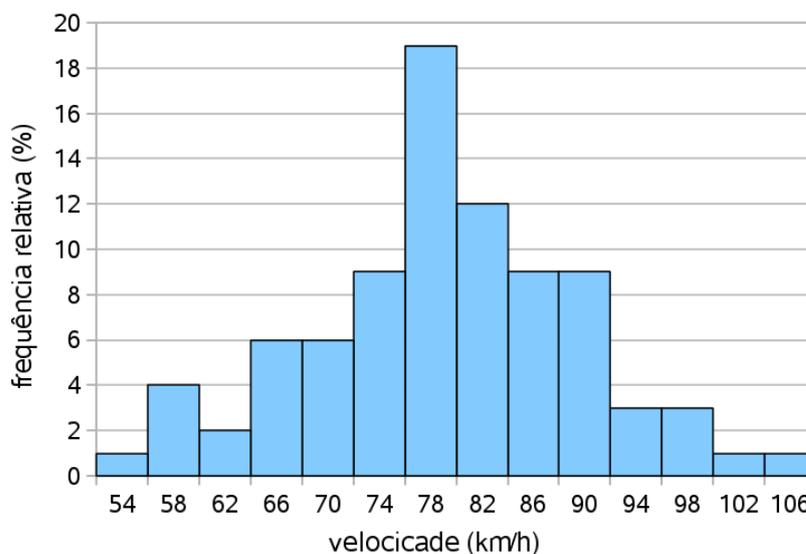


Figura 5.4: Histograma de velocidades pontuais

5.3.10 Curva de frequência acumulada

A curva de frequência acumulada é definida usando como abcissa os valores dos limites superiores de cada classe de velocidades e como ordenadas as frequências acumuladas.

Assim, a cada valor da velocidade corresponde a percentagem de veículos que circulam a velocidades menores que aquela.

A curva de frequência acumulada mostra a participação acumulada de cada classe subsequente das velocidades, até o máximo de 100%, tendo o formato aproximado da letra "S".

É prática corrente fixar apenas a velocidade máxima permitida, que muitos engenheiros determinam tirando do gráfico a velocidade abaixo da qual 85% dos motoristas trafegam e adotando um valor arredondado múltiplo de 10.

Com os dados da Tabela 5.1 é possível criar a curva apresentada na Figura 5.5.

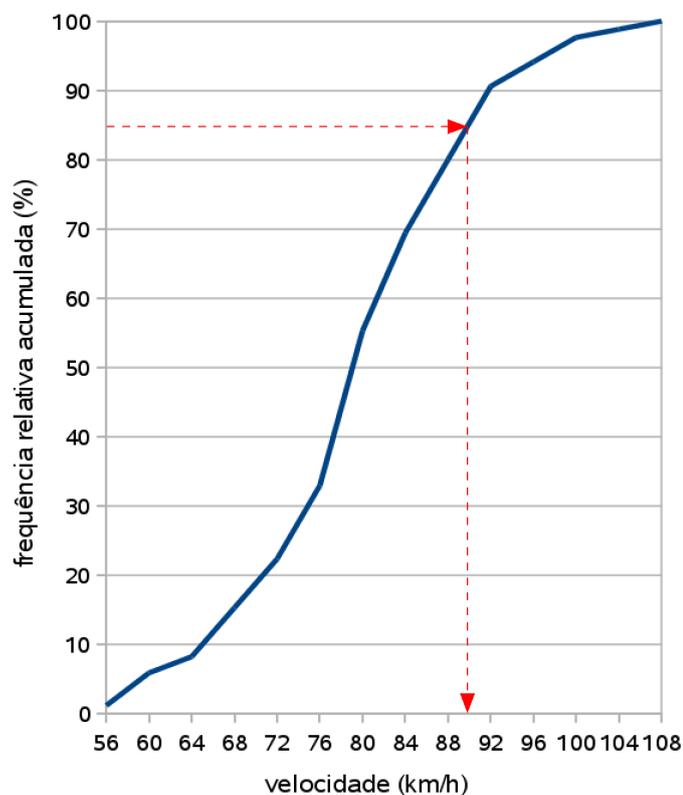


Figura 5.5: Curva de frequência acumulada

No sistema o usuário poderá escolher quaisquer valores de frequência, sendo retornados os respectivos valores de velocidades.

5.4 Velocidade de operação

A velocidade de operação é um parâmetro operacional importante para o gerenciamento rodoviário. Relacionado com o nível de serviço da rodovia ele é um indicador da qualidade do tráfego. Serve como dado importante, por exemplo, para estudos de custos operacionais e análises de segmentos críticos.

A medição da velocidade de operação em campo deve ser feita em condição de fluxo livre. A velocidade em "tráfego de fluxo livre" é a própria velocidade de operação, de acordo com AASHTO (2001), que define a velocidade de operação como sendo "a velocidade na qual os motoristas são observados operando os seus veículos em condições de tráfego livre".

A velocidade de operação, de forma diferente à velocidade pontual, é uma velocidade v média no tempo, sendo definida pela relação entre o espaço percorrido por um veículo (l) e o tempo gasto em percorrê-lo (t): $v = \frac{dl}{dt}$. Sendo assim é necessário identificar o veículo quando atravessa uma determinada seção da rodovia e novamente quando atravessa outra seção mais adiante. Sendo conhecida a distância percorrida entre as duas seções e medido o tempo, é calculada a velocidade de operação. Porém, para fazer o reconhecimento automático de cada veículo, é necessário dispor de um equipamento que faça isso. Tais equipamentos integram normalmente câmaras de vídeo que imageiam as placas dos veículos nos dois momentos e estão normalmente presentes em projetos mais sofisticados em ITS.

Porém, a velocidade de operação pode ser estimada de algumas formas, entre as quais pela abordagem na próxima seção. Os valores obtidos podem popular o campo específico para velocidade de operação previsto na classe "Trecho" do banco de dados (ver Figura 3.1).

5.4.1 Cálculo pelo método do HDM-VOC

O *Vehicle Operating Costs Model* do *Highway Development and Management* (HDM-VOC) é um aplicativo *stand-alone* para estimação de custos de operação de veículos em função das suas características, da sua utilização e das características da rodovia, baseado nos

relacionamentos do HDM-III¹. O software se encontra disponível gratuitamente na internet, na página do Banco Mundial: <http://www.worldbank.org/transport/roads/tools.htm>.

O cálculo da velocidade de operação pelo modelo HMD-VOC compreende várias etapas, que podem ser automatizadas. É utilizado um conjunto de velocidades limitadoras, correspondentes a diversos fatores diferentes que tendem a limitar a velocidade. As velocidades limitadoras são funções de tais fatores, como características dos veículos (p.ex. potência, capacidade de frenagem, carga carregada) e da rodovia (p.ex. gradiente vertical, rugosidade, curvatura). A teoria por trás desta computação envolve o tratamento de cada uma das velocidades limitadoras para o segmento como uma variável aleatória e a velocidade de operação como o valor médio dos mínimos destas variáveis aleatórias. O modelo probabilístico utilizado é a distribuição de Weibull, que é uma das distribuições padrão para valores extremos.

O método de cálculo se encontra descrito em ARCHONDO-CALLAO; FAIZ (1994). As características da rodovia envolvidas no cálculo da velocidade de operação pelo método do HDM-VOC são a sinuosidade horizontal SH , os gradientes médios positivo e negativo g^+ e g^- e a proporção de subidas ps . Além das características da rodovia, o método do HDM-VOC baseia o cálculo da velocidade de operação em determinadas características gerais por tipo de veículo.

5.5 Relacionamento entre trechos

Uma possibilidade de identificar semelhanças entre características de tráfego é através da análise dos gráficos de variação volumétrica, apresentados na Seção 5.2. É interessante a detecção de curvas semelhantes de variação de tráfego entre os trechos da malha rodoviária, visando compartilhar fatores de expansão.

O sistema pode oferecer funcionalidades para realizar comparações entre as curvas com o objetivo de encontrar relacionamentos entre postos de contagem permanentes e sazonais ou de cobertura. Tais funcionalidades podem também ser úteis para expansão de dados coletados esporadicamente, para projetos de engenharia.

¹A explanação geral sobre o modelo HDM-III pode ser encontrada no endereço eletrônico http://www.worldbank.org/transport/roads/rd_tools/hdm3.htm (acesso em maio de 2009).

A identificação de curvas com características semelhantes pode ser feita, por exemplo, no monitoramento de correlações entre curvas geradas.

5.5.1 Expansões no Projeto Trienal de Coleta de Tráfego

Para que fatores de expansão, calculados sobre dados coletados em um posto permanente, possam ser utilizados em postos de cobertura, os postos de cobertura devem estar situados em trechos com características de tráfego semelhantes à do trecho onde se situa o posto permanente.

Na Seção 5.2 foram colocadas também algumas situações típicas onde ocorrem determinadas formas das curvas de variação de tráfego. Podem haver também funcionalidades para a detecção destas situações nas curvas, auxiliando num processo de determinação de classificação funcional.

5.5.2 Expansões de contagens para projetos de engenharia

É possível utilizar a funcionalidade de correlacionamento de curvas também para realizar expansões em dados de contagens de tráfego para projetos de engenharia. Sendo realizada uma contagem de uma semana, alguns dias ou algumas horas, estes dados podem ser inseridos no SGV, que cria então as curvas de variação de tráfego respectivas. Estas curvas podem ser comparadas com as dos postos de coleta permanentes do Projeto Trienal de Coleta de Tráfego, para os mesmos períodos. O sistema poderá gerar uma listagem com as curvas semelhantes encontradas, que podem ser avaliadas visualmente pelo usuário, que escolhe então a curva que irá utilizar. O sistema retorna para o usuário os fatores de expansão buscados.

Seção 6

Funcionalidades atualmente implementadas

Várias funcionalidades relevantes para os estudos em gerência rodoviária, citadas neste documento, já se encontram implementadas no SGV, e são apresentadas nesta seção.

O SGV contempla, como foi colocado na Seção 1.2, módulos específicos para tráfego, PNV, pesagem, segurança, sinalização e outras funcionalidades. Além de características gerais do sistema, que são utilizadas para qualquer módulo, como por exemplo o gerenciamento de usuários, é abordada nesta seção especificamente as funcionalidades envolvidas com as informações de tráfego e de PNV.

6.1 Portal de entrada

O acesso ao SGV é realizado pela internet com exigência de cadastramento prévio. O cadastramento ao SGV deve ser solicitado ao DNIT. A Figura 6.1 mostra a tela de entrada do SGV, onde devem ser dadas as seguintes informações:

- nome de usuário;
- senha;
- lembrar meu usuário;

- entrar automaticamente.



A imagem mostra a interface de login do sistema SGV. À esquerda, há o logotipo 'SGV' em azul e o texto 'Sistema Georreferenciado de Informações Viárias'. À direita, o formulário de login é intitulado 'Acesse o SGV' e contém os seguintes elementos: um campo de texto para 'Nome de usuário:', um campo de texto para 'Senha:', duas opções de caixa de seleção ('Lembrar meu usuário.' e 'Entrar automaticamente.'), um botão azul 'Entrar', e dois links azuis ('Alterar Senha' e 'Esqueci a minha senha'). Na base da tela, há o logotipo 'DNIT LabTrans' e o texto: 'Desenvolvido pelo Laboratório de Transportes e Logística - LabTrans, Universidade Federal de Santa Catarina, http://www.labtrans.ufsc.br'.

Figura 6.1: Tela do portal de entrada do SGV

6.2 Cadastramento de usuários

Ao ser cadastrado o usuário recebe um perfil de acesso que lhe permitirá realizar determinadas funções, que são descritas a seguir.

Após o recebimento de uma senha única, o usuário deve alterá-la para mantê-la sob seu controle exclusivo. A modificação é realizada utilizando-se o portal de entrada ao pressionar o botão "Alterar Senha", na interface mostrada na Figura 6.2. As informações dadas são as seguintes:

- nome de usuário;
- senha atual;
- nova senha;
- confirmar nova senha.



The screenshot shows a web interface for changing a password. On the left, there is a logo for 'SGV' (Sistema Georreferenciado de Informações Viárias). On the right, under the heading 'Altere sua senha', there are four input fields: 'Nome de usuário:', 'Senha atual:', 'Nova senha:', and 'Confirmar nova senha:'. Below these fields are two buttons: 'Confirmar' and 'Cancelar'. At the bottom of the page, there is a footer with the logos for 'DNIT' and 'LabTrans', and the text: 'Desenvolvido pelo Laboratório de Transportes e Logística - LabTrans, Universidade Federal de Santa Catarina, http://www.labtrans.ufsc.br'.

Figura 6.2: Tela de alteração de senha de acesso do SGV

Da mesma maneira, pode-se alterar a senha, depois de efetuado o login no sistema, clicando-se em "Meu Cadastro".

Cada perfil de acesso habilita o usuário para determinadas funções, entradas de dados, consultas e relatórios. Conforme o perfil haverá (ou não) restrição à atividade. Cada perfil possui suas próprias restrições. O perfil do usuário determina quais opções estarão disponíveis.

Foi implementada uma função para registro de eventos, com a qual é possível acompanhar e manter um registro dos logins efetuados no sistema, bem como das operações realizadas. A Figura 6.3 mostra a tela de registro de eventos.

6.3 Seleção de funções

Ao ser acessado o SGV, as funções são basicamente selecionadas no menu mostrado na Figura 6.4: Cadastro, PNV, Tráfego, Pesagem, Segurança, Sinalização, GEO, DNIT, Administração, Meu cadastro, Mapa do Site, Sobre e Sair. Uma função selecionada pode se desmembrar em outras funções a serem escolhidas até que se chegue da função específica desejada.

Categoria	Usuário	Dia	Hora	Descrição	IP	Computador
>	Login	Luciano Kaesemodel	20/01/2009	11:55	127.0.0.1	mariscal.celt.ufsc.br
>	Login	Luciano Kaesemodel	20/01/2009	11:54	127.0.0.1	mariscal.celt.ufsc.br
>	Login	João Gabriel Crema	20/01/2009	11:46	127.0.0.1	sambaqui.celt.ufsc.br
>	Login	Luciano Kaesemodel	20/01/2009	11:43	127.0.0.1	mariscal.celt.ufsc.br
>	Login	João Gabriel Crema	20/01/2009	11:20	127.0.0.1	sambaqui.celt.ufsc.br
>	Login	Cláudia Heusi Silveira	20/01/2009	11:13	127.0.0.1	quatrolhas.celt.ufsc.br
>	Login	João Gabriel Crema	20/01/2009	10:15	127.0.0.1	sambaqui.celt.ufsc.br
>	Login	Cláudia Heusi Silveira	19/01/2009	18:19	127.0.0.1	quatrolhas.celt.ufsc.br
>	Login	Luciano Kaesemodel	19/01/2009	17:32	127.0.0.1	mariscal.celt.ufsc.br
>	Login	Luciano Kaesemodel	19/01/2009	17:30	127.0.0.1	mariscal.celt.ufsc.br

Figura 6.3: Tela de registro de eventos do SGV

As funções, ou subsistemas, basicamente direcionam as atividades para formulários contendo campos que possibilitam entrada de dados ou consultas, ou ainda para botões que acionam outras funções. As consultas podem ser exportadas para planilha Excel.



Figura 6.4: Menus de acesso aos subsistemas do SGV

Basicamente, existem formulários com campos que permitem a entrada de dados para um perfil de usuário, sendo que outros perfis poderão eventualmente apenas visualizar o dado contido no campo. Desta forma, alguns formulários objetivam entrada de dados, mas também servem como fonte de consulta. Os formulários com campos de entrada de dados indicam o perfil de usuário habilitado para realizar a operação.

Em alguns formulários para entrada de dados existem grupos de dados que devem ser inseridos em conjunto. A sistemática para isto é a entrada do conjunto de dados necessário e, após isso, o acionamento do botão "Incluir" (ou alterar) apropriado.

A inclusão ou exclusão de um grupo específico de dados é local, ou seja, os dados do formulário não são passados para a base de dados. A inclusão na base dos dados do

formulário é realizada acionando-se os botões apresentados na parte inferior do formulário, como mostrado na Figura 6.5. Dentro de cada opção oferecida, são apresentados na parte inferior da tela, botões padronizados.



Figura 6.5: Botões para controle do processo de cadastro de dados

Todos esses botões estarão disponíveis apenas para os usuários com perfil que habilite a inclusão/alteração/exclusão. Para os demais usuários, os botões: Novo, Incluir, Alterar e Excluir não serão disponibilizados.

- **Novo:** utilizado para uma entrada de dados. Acionando-se este botão serão abertos (sem dados) todos os campos da tela. Caso eles apresentem dados anteriormente, estes serão excluídos da tela, mas não da base de dados.
- **Incluir:** para completar uma entrada de dados, deve-se preencher os campos abertos e, em seguida, acionar o botão para inclusão dos dados na base. O sistema informará o sucesso da operação ou uma mensagem indicando a razão do insucesso.
- **Excluir:** Acionando-se este botão será excluído o conjunto de dados selecionados na pesquisa. Para maior segurança, dada a dificuldade (ou, em certos casos, a impossibilidade) de recuperação posterior dos dados excluídos, o sistema sempre exige uma confirmação antes de realizar a operação (exclusão). Alguns formulários não admitem a exclusão.
- **Pesquisar:** O acionamento do botão "Pesquisar" leva a um formulário próprio e padronizado de pesquisa, onde podem ser selecionados os filtros desejados. No formulário para entrada de dados não podem ser indicados campos para filtro da pesquisa. Pode-se fornecer parâmetro para filtragem da pesquisa, tal como: ao ser acionada a função "Cadastro" o usuário obtém acesso aos formulários de cadastro, ou entrada de dados. A Figura 6.6 ilustra esta filtragem. Após o retorno da pesquisa, deve-se selecionar o item específico desejado para visualização. A função Pesquisar pode ser utilizada como fonte de consulta. Por exemplo, para conhecer as rodovias, pode-se pesquisar em rodovias passando como parâmetro do filtro um nome específico.

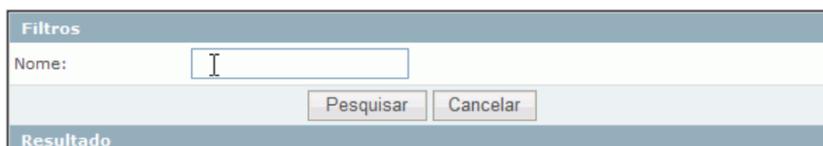


Figura 6.6: Itens de pesquisa SGV

Nos formulários de entrada de dados os dados obrigatórios estão indicados com o sinal de asterisco (*). A ausência do preenchimento de algum campo obrigatório implicará o cancelamento do cadastro. Ao se cancelar o cadastro, o sistema envia uma mensagem ao usuário informando o campo que deve ser preenchido.

Os diferentes módulos do SGV disponibilizam formulários para consulta aos dados. Também estes formulários podem estar disponíveis ou restritos para determinados perfis de usuário.

Os formulários de consulta, regra geral, permitem que se obtenha um arquivo no formato Excel (.xls) com os dados/informações de seus campos. Um botão indicativo "Gerar Excel" estará disponível na parte inferior do formulário. Basta acioná-lo para que a planilha seja apresentada na tela e passível de ser armazenada (salva) em algum diretório indicado.

De modo geral, os formulários de consulta permitem que seus dados sejam exportados. O botão "Exportar" estará disponível no formulário de consulta. Após selecionar o botão, será exibida uma janela com as opções para exportação (Excel, Word, PDF e CSV). O usuário deve selecionar o item desejado e clicar em "Exportar" para que o documento seja salvo no diretório e com o formato indicado.

6.4 Cadastro

O módulo cadastro permite a uniformização e o estabelecimento de padrões para a entrada e manutenção dos dados do sistema. O cadastro é dividido por subitens, que podem ser verificados na Figura 6.7. A função cadastro é utilizada para a inserção das informações que estarão disponíveis para consulta nos módulos específicos por assunto. As telas criadas para o cadastro de informações podem ser também utilizadas para a realização de consultas aos dados, caso estejam habilitadas para o usuário em seu perfil.



Figura 6.7: Funções para cadastro de informações implementadas no SGV

6.4.1 PNV

Este item disponibiliza as seguintes funcionalidades para o cadastramento de dados sobre trechos do PNV:

- Cadastro de Trecho PNV - Entrada por arquivo Excel: Permite importar para o SGV os dados de trechos do PNV por um arquivo Excel. Possui verificação para validação dos dados constantes no arquivo. A interface gráfica está ilustrada na Figura 6.8.
- Cadastro de Trecho PNV - Entrada Manual: Permite a inclusão individual de informações de um trecho do PNV. Possui também a funcionalidade para registro do trecho em um histórico. A Figura 6.9 mostra a interface do formulário.
- Cadastro de Concessão/Convênio: Permite a inclusão no sistema de registros de concessões/convênios.

Na Figura 6.8 é mostrada a tela para cadastramento de dados organizados em planilha eletrônica. Desta forma informações sobre um conjunto de trechos do PNV podem ser inseridas no sistema de uma só vez. O sistema está preparado para importar dados de trechos do PNV a partir de planilha eletrônica com a seguinte estrutura:

```

codigo;                                superficiefederal;                SuperficieEstadual;
localiniçiofim;                        FederalCoincidente1;            MP_082;
início;                                FederalCoincidente2;            ConcessaoConvenio.
fim;                                    FederalCoincidente3;
extensao;                               estadualCoincidente;

```

Figura 6.8: Tela de cadastro de trecho PNV - Entrada por arquivo Excel

A Figura 6.9 ilustra a tela para o cadastro de um trecho individualmente, que pode ser utilizada também para a edição de dados já presentes no sistema.

Figura 6.9: Tela de cadastro de trecho PNV - Entrada manual

A Figura 6.10 ilustra a tela para o cadastro de concessão/convênio em trechos da malha rodoviária federal.



Informações Gerais

* Nome: Abreviatura:

Descrição:

Novo Incluir Alterar Excluir Pesquisar...

Figura 6.10: Tela de cadastro de concessão/convênio

6.4.2 Tráfego

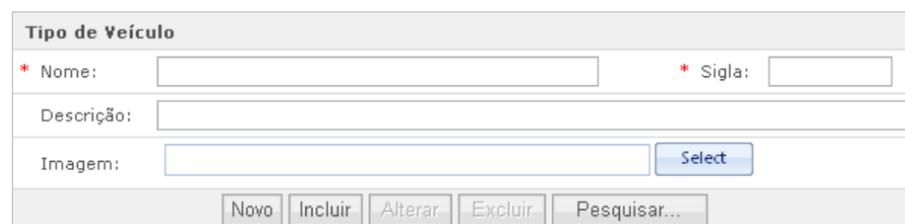
Este item disponibiliza o cadastro de informações relativas aos veículos, ao volume de tráfego e à velocidade, abordados a seguir.

Veículos

Quanto aos veículos, as informações armazenadas no SGV são as seguintes:

- Cadastro de Tipo de Veículo.
- Cadastro de Classificação de Veículo.

O cadastro de tipo de veículo é auxiliado pela interface mostrada na Figura 6.11. As informações a serem dadas são o nome, a sigla, a descrição e uma imagem do tipo do veículo.



Tipo de Veículo

* Nome: * Sigla:

Descrição:

Imagem: Select

Novo Incluir Alterar Excluir Pesquisar...

Figura 6.11: Tela de cadastro de tipo de veículo

Também há a possibilidade de ser cadastrada a classificação de tipos de veículos. A Figura 6.12 ilustra a tela criada para esta funcionalidade.

Volumes de tráfego

As funcionalidades implementadas no sistema para cadastro de dados de tráfego abrangem até o momento volumes globais:

Figura 6.12: Tela de cadastro de classificação de veículo

- VMD Anual e Mensal;
- VMD Anual e Mensal;
- VMD Semanal;
- VMD Horário.

Os dados de volume podem ser inseridos no sistema estando devidamente organizados em um arquivo. Na Figura 6.13 está ilustrada a tela para cadastro de dados de VMDa e VMDm a partir de uma planilha Excel. O sistema está preparado para receber estes dados com a seguinte estrutura:

```

trechopnv;          abril;          setembro;
anual;              maio;           outubro;
janeiro;            junho;          novembro;
fevereiro;          julho;          dezembro;
marco;              agosto;         descricao.
  
```

Dados de volumes podem ser também dados de forma individual, por trecho do PNV. Na Figura 6.14 é mostrada a tela implementada para cadastro individual de VMDa e VMDm.



Figura 6.15: Menu do módulo PNV

consulta a tela é populada com as informações que atendem aos filtros.



Figura 6.16: Tela de consulta de trechos do PNV

A função Vídeo Trecho PNV pode ser utilizada para a visualização de vídeo-registros de trechos do PNV levantados pelo DNIT. A Figura 6.16 mostra como exemplo o vídeo-registro do trecho 470BSC0310, do ano de 2008.

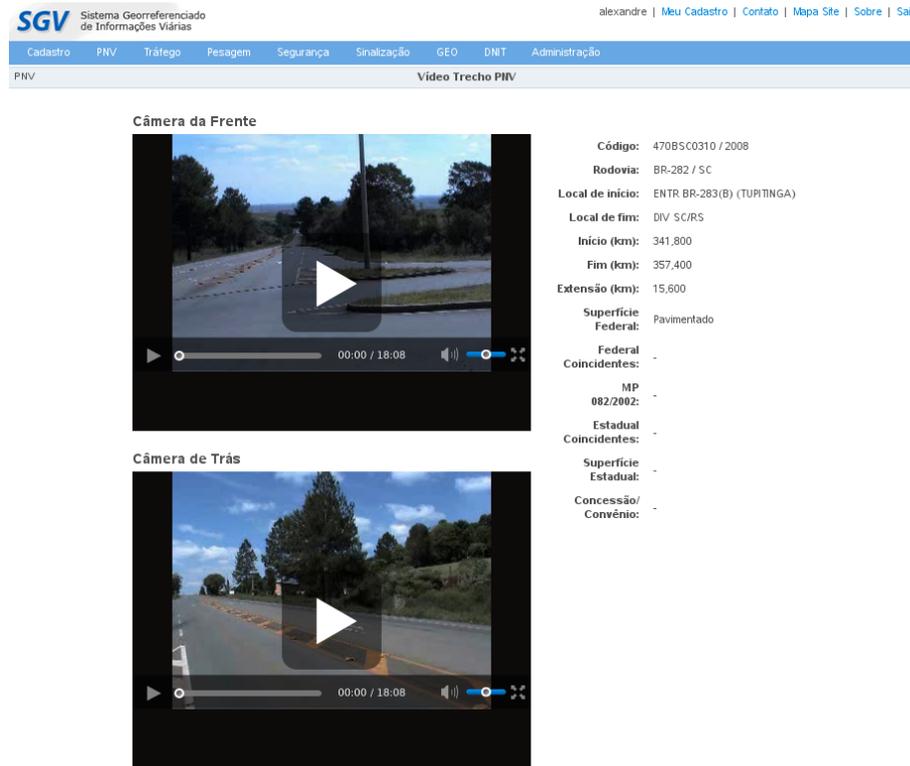


Figura 6.17: Tela de consulta de vídeo-registros de trechos do PNV

6.5.2 Tráfego

A Figura 6.18 mostra o menu do módulo Tráfego. As informações sobre tráfego estão divididas em VMD e Veículos. Nas funções para VMD estão previstas consultas sobre VMDa, VMDm, VMDs e VMDh, como mostra a figura.

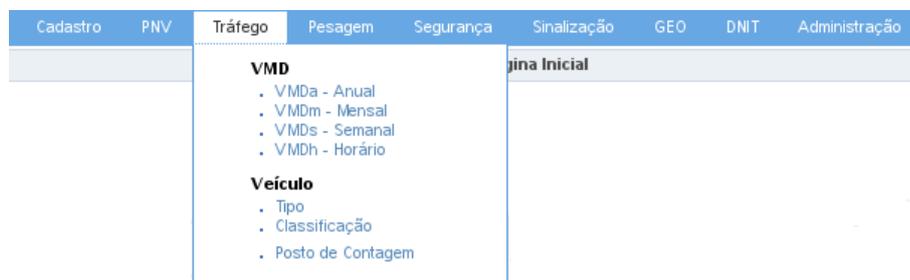


Figura 6.18: Menu do módulo Tráfego

As funções de consultas para veículos são para Tipo, Classificação e Posto de Contagem. A Figura 6.19 mostra a tela de consulta para os tipos de veículos cadastrados no

sistema. No caso, os veículos mostrados são os presentes em DNIT/IPR (2006) (págs. 51 a 55).

Tráfego > Veículo			
Tipo			
Filtros			
Nome: <input type="text"/>		Sigla: <input type="text"/>	
<input type="button" value="Consultar"/>		<input type="button" value="Exportar..."/>	
Arraste um título de coluna aqui para agrupar			
Nome	Sigla	Descrição	Imagem
Classe 2C	2C	Caminhão normal	
Classe 2C2	2C2	Caminhão	
Classe 2C3	2C3	Caminhão	
Classe 2CB	2CB	Caminhão	
Classe 2I2	2I2	Caminhão	
Classe 2I3	2I3	Caminhão	
Classe 2J3	2J3	Caminhão maior	
Classe 2S1	2S1	Caminhão	
Classe 2S2	2S2	Caminhão	
Classe 2S3	2S3	Caminhão	
<input type="button" value="◀"/> <input type="button" value="1"/> <input type="button" value="2"/> <input type="button" value="3"/> <input type="button" value="▶"/>		Page size: 10	Página 1 de 3, itens 1-10 de 30

Figura 6.19: Consulta de tipos de veículos cadastrados

6.5.3 Geo

Este módulo permite a consulta e a visualização de informações georreferenciadas utilizando tecnologia baseada em Sistema de Informação Geográfica (SIG) para Web. As informações georreferenciadas, no SGV, estão organizadas em vários temas, como transporte, segurança, limites, localidades e relevo. Elas são dispostas no SIG como camadas de dados.

A Figura 6.20 mostra a janela de visualização do módulo Geo. Como comumente encontrado em softwares para SIG, a janela consta de:

- um mapa principal, disposto no centro, onde são representados os mapas;

- uma estrutura de ativação de camadas, disposta à esquerda;
- um mapa para visão geral, disposto no canto superior esquerdo;
- uma barra de ferramentas para a navegação e para a consulta de informações por apontamento no mapa.

As camadas de dados são acionadas a partir da interface do SGV na parte de Camadas, mostrada na Figura 6.20, do lado esquerdo. Para visualizar uma determinada camada no mapa, é preciso marcar a caixa, à esquerda do nome da camada desejada. Observe que ao clicar na caixa que representa a camada, todas as camadas que compõem aquele tema serão selecionadas.

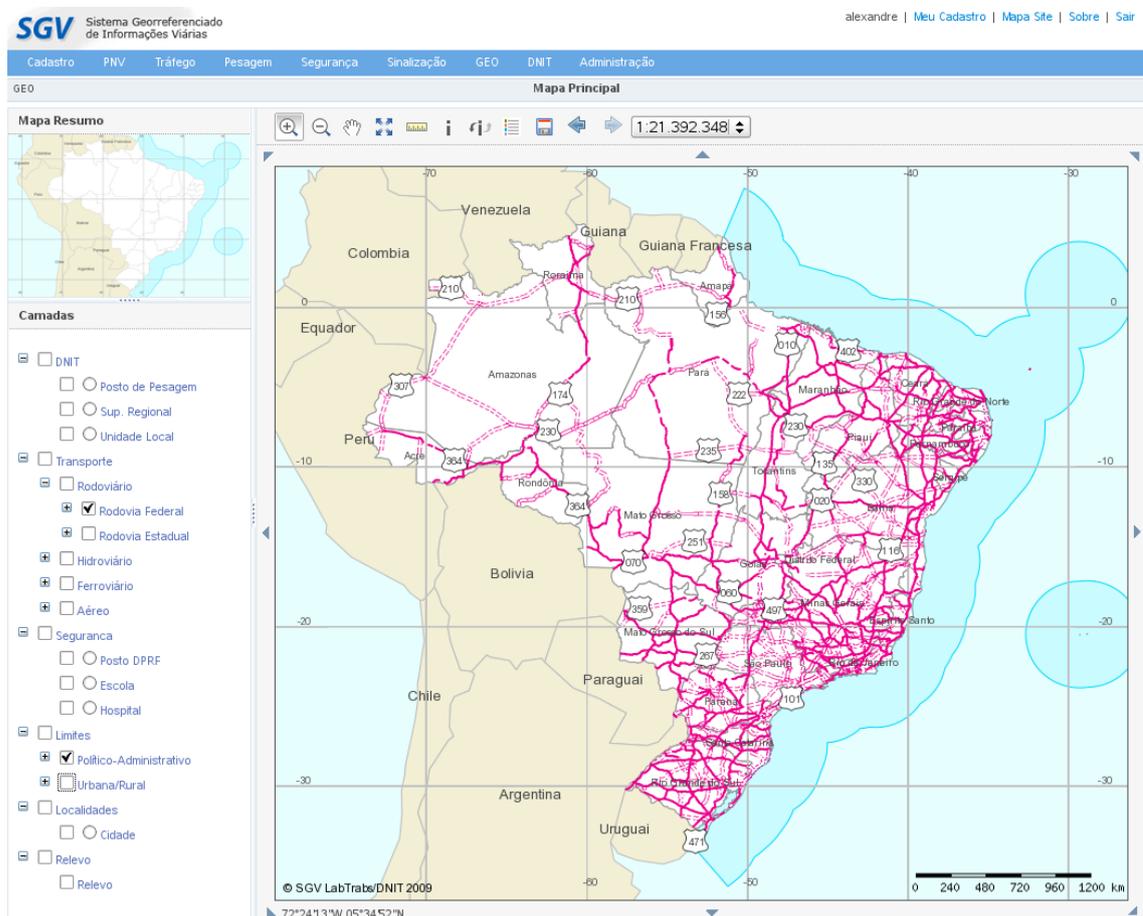


Figura 6.20: Área de trabalho do mapa

A camada ativa é aquela sobre a qual serão realizadas todas as consultas do usuário no módulo Geo. Para ativar uma camada basta clicar no botão circular (*radio button*) logo à

esquerda do nome da camada. Só é possível ativar uma camada de cada vez.

A barra de ferramentas implementada traz os seguintes botões:

-  Aproximar;
-  Afastar;
-  Arrastar;
-  Mapa inicial;
-  Medidas;
-  Informação de entidade geo;
-  Informação alfa com indicação à entidade geo;
-  Legenda;
-  Salvar imagem;
-  Voltar zoom;
-  Avançar zoom;
- Escala.

As informações retornadas pela consulta geo, ao serem selecionados elementos geográficos (pontos, linhas e áreas), são as mesmas retornadas pelas consultas alfanuméricas mostradas nas Seções 6.4.1 e 6.4.2. Na consulta geo, porém, a forma de filtragem é feita pelo apontamento do elemento geométrico.

Referências

- AASHTO. *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. 4. ed. [S.l.]: American Association of State Highway & Transport, 2001. 905 p.
- ARCHONDO-CALLAO, R.; FAIZ, A. *Estimating vehicle operating costs*. Washington, USA, 1994. The International Bank for Reconstruction and Development – The World Bank.
- DNIT. *Apresentação PNV versão 2006*. [S.l.], 2006. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes.
- DNIT - UFSC. *Banco de dados de volume de tráfego nas rodovias federais catarinenses*. Florianópolis, 2007. LabTrans - Núcleo de Estudos sobre Acidentes de Tráfego em Rodovias (NEA).
- DNIT/IPR. *Manual de estudos de tráfego*. Rio de Janeiro, 2006. Departamento Nacional de Infra-Estrutura de Transportes. Diretoria de Planejamento e Pesquisa. Coordenação Geral de Estudos e Pesquisa. Instituto de Pesquisas Rodoviárias.
- HCM. *Highway Capacity Manual*. [S.l.]: Transportation Research Board, 1985.
- VALENTE, A. M. *Informações Práticas para Realização de Estudos de Tráfego em Projetos de Engenharia Rodoviária*. Florianópolis, SC, 1994.