

PTR 3514 – ITS

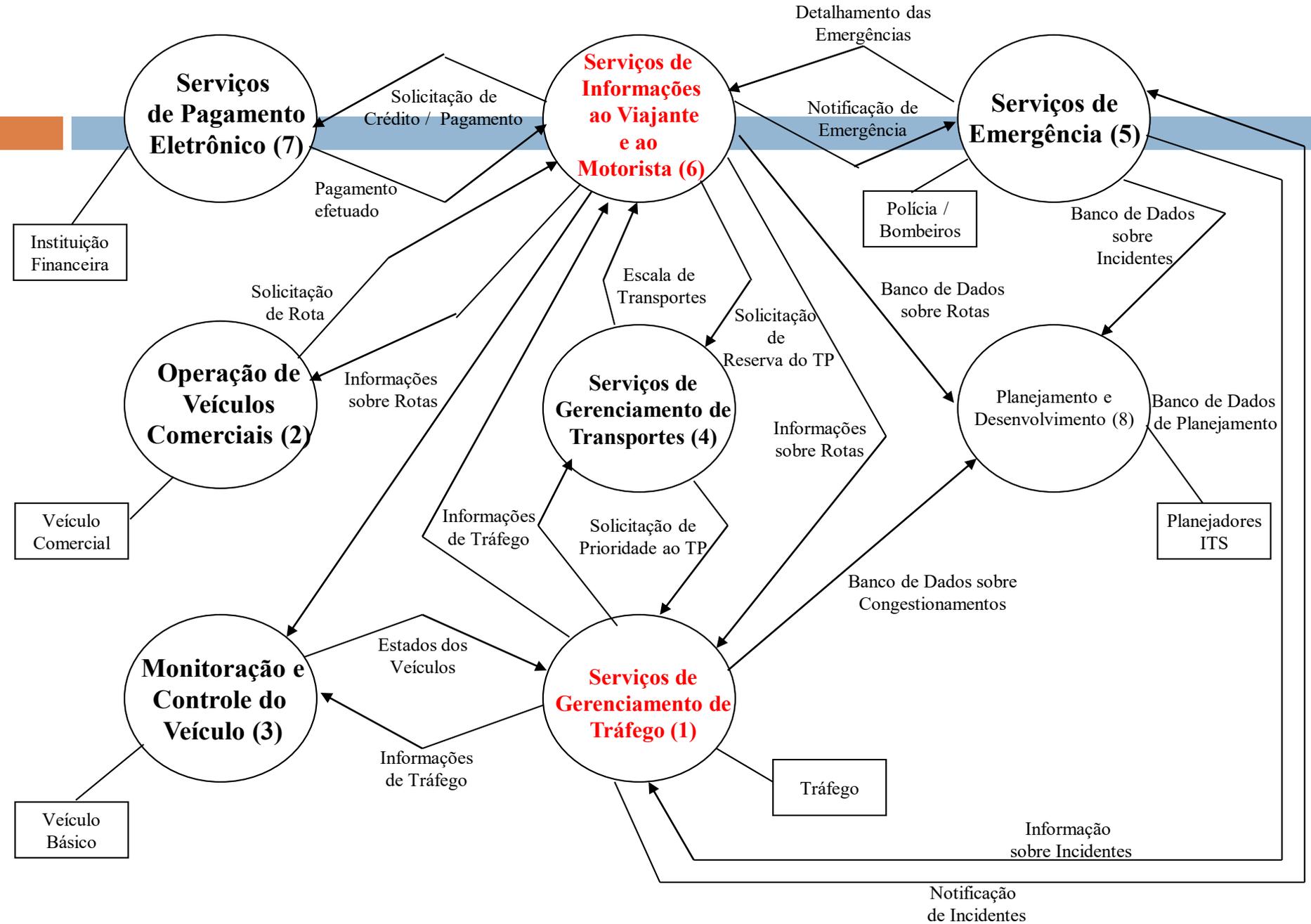


“Fundamentos” de
Sistemas “Inteligentes” de
Transportes (ITS)
[Intelligent Transport Systems]

Objetivos

- ❑ ITS visa endereçar respostas nas seguintes áreas de aplicações:
 - ❑ Multimodalidade de viagem: informações ao usuário
 - ❑ Operações na “rede de transportes”
 - Gerenciamento de Tráfego
 - Gerenciamento do Transporte Público de Rota Fixa (TPC)
 - ❑ Operação de Veículos
 - Outras frotas, exceto o TPC de “rota fixa”
 - Mobilidade e conectividade da carga
 - ❑ Atividades de coordenação e resposta relacionadas à emergências e desastres
 - ❑ Estratégias de tarifação variável para (cargas) e viagens pessoais

Diagrama simplificado da **Arquitetura Lógica** do Modelo Nacional Americano de ITS





ATMS

Gerenciamento de Tráfego

ITMS: **Intelligent** (Advanced)
Traffic Management Services

AHS: Advanced Highway Services

14813 -1: Arquitetura(s) de modelo de referência para o setor de ITS



14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

2. Operações e gerenciamento de tráfego

2.1 Gerenciamento e controle de tráfego

2.2 Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte

2.3 Gerenciamento de demanda

2.4 Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte

2.5 Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

ABNT/ISO 14813-1: Grupo de serviços “operações e gerenciamento de tráfego”

- **Definição do Grupo de Funcionalidades** [PROPÓSITO (o que é ?)]
 - ▣ Tratam especificamente da manutenção da **circulação de pessoas, mercadorias e veículos** em toda a rede de transportes
 - ▣ Incluem atividades de **monitoramento e controle automatizadas** que tratam de:
 - **incidentes** em tempo real e outros **distúrbios na rede de transporte**
 - **gerenciamento da demanda** de viagens conforme necessário para manter a mobilidade total
 - ▣ Este grupo de serviço inclui também as atividades relacionadas as **rodovias inteligentes**

Operações e gerenciamento de tráfego (Traffic Management):

Serviços/funções envolvidas

- **Gerenciamento e controle de tráfego**
 - ▣ Traffic Management and Control (AUTROADS)
 - ▣ Traffic Control (CANADA)
- **Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte**
 - ▣ Incident Management (AUTROADS / CANADA)
- **Gerenciamento de demanda**
 - ▣ Demand Management (AUTROADS)
 - ▣ Travel Demand Management (CANADA)
- **Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte**
 - ▣ Infrastructure Maintenance Management (AUSTROADS)
- **Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito**
 - ▣ Policing / Enforcing Traffic Regulations (AUTROADS)
 - ▣ Automated Dynamic Warning and Enforcement (CANADA)
 - ▣ Emissions Testing And Mitigation (CANADA)

14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

2. Operações e gerenciamento de tráfego

2.1 Gerenciamento e controle de tráfego

2.2 Gerenciamento de incidentes relacionados ao transporte

2.3 Gerenciamento de demanda

2.4 Gerenciamento de manutenção da infraestrutura do transporte

2.5 Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

Operações e gerenciamento de tráfego: (ABNT/ISO 14813-1)

Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ Este grupo de serviços abrange a aplicação de tecnologias de ITS para auxiliar na fiscalização e no cumprimento das leis de tráfego
 - ▣ Exemplos:
 - controle de acesso
 - prioridade à faixa exclusiva do TP
 - fiscalização de estacionamento regulamento
 - controle do limite de velocidade
 - sinalização semafórica
 - por exemplo - violação da luz vermelha
 - monitoramento de emissões

Operações e gerenciamento de tráfego:

Diretrizes/ cumprimento das regras de trânsito

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ Os serviços utilizados para garantir o cumprimento das leis e regras de trânsito, por meio da identificação e punição de veículos infratores, incluem:
 - **Fiscalização de infrações de trânsito**
 - desobediência a sinais de trânsito, em especial, semáforos
 - excesso de velocidade
 - circulação proibida em determinados locais, dias ou horários
 - invasão de faixas de tráfego exclusivas
 - estacionamento em local e horários proibidos
 - **Fiscalização de irregularidades administrativas:**
 - IPVA atrasado,
 - licenciamento vencido,
 - não realização de inspeção veicular
 - **Controle do monitoramento de emissões**

RITA - ITS: Áreas de Aplicação

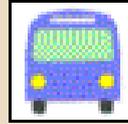
INFRA-ESTRUTURA INTELIGENTE



Controle de Rodovias



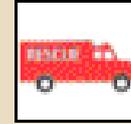
Controle de Tráfego Urbano



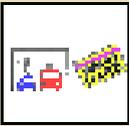
Gestão de Transporte de Passageiros



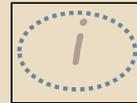
Gestão de Incidentes



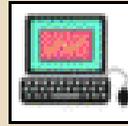
Gestão de Emergências



Meios Eletrônicos de Pagamento e Tarifação



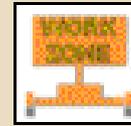
Informação ao Usuário



Gestão da Informação



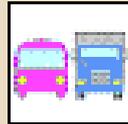
Prevenção de Acidentes e Segurança



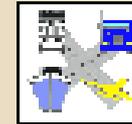
Operação e Manutenção Rodoviária



Gerenciamento das Condições Climáticas



Operação de Veículos Comerciais



Integração Inter-modal de Viagens

VEÍCULOS INTELIGENTES



Sistema de Prevenção de Colisões



Sistema de Atendimento ao Motorista



Sistema de Notificação de Colisão

INFRA-ESTRUTURA INTELIGENTE

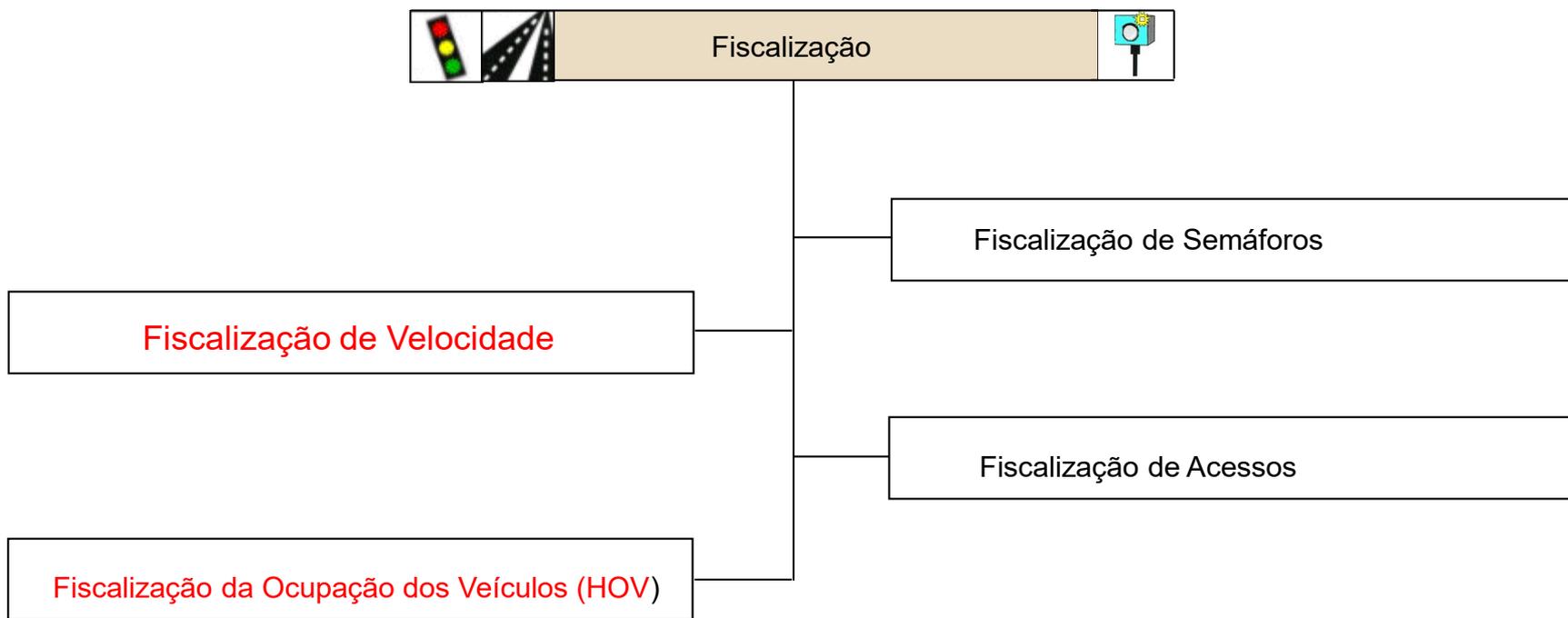
CONTROLE DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO (RURAL) E URBANO

Sistemas de gestão do tráfego: monitoram vias e veículos - coletam dados - produzem informações para ajudar a decidir as ações operacionais – utilizam os recursos dos sistemas para implementar melhorias na segurança e fluidez das vias - disseminam aos usuários informações sobre as condições do percurso através de tecnologias variadas, objetivando a racionalização e conforto dos deslocamentos.



INFRA-ESTRUTURA INTELIGENTE

CONTROLE DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO (RURAL) E URBANO



OS SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO VEICULAR, EM ESPECIAL O RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE PLACAS

ELY BERNARDI



Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Mestre em Engenharia

Área de Concentração:
Engenharia de Transportes

2015

Orientador:
Prof. Dr. Cláudio L. Marte

**OS SISTEMAS DE IDENTIFICAÇÃO VEICULAR, EM ESPECIAL O RECONHECIMENTO
AUTOMÁTICO DE PLACAS**

ELY BERNARDI

<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3138/tde-11052016-162646/>

**Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São
Paulo para obtenção de título de Mestre em Engenharia**

**Área de Concentração:
Engenharia de Transportes**

**Orientador:
Prof. Dr. Cláudio L. Marte**

2015



Alguns exemplos de falhas na identificação

Falhas: “poluição” na extração da imagem

Eqpto DER.:00000211 Data:01/11/2009 Hora:10h 17min 21s Vel. Regul.:070 km/h Vel. Medida:098 km/h
Local:Rodovia:SP-150 Acesso:000 km:021 Metros:100 Sentido:Norte Faixa:1 Imagem N.:114681 Placa:JGS2120



Falhas: placa escondida

Eqpto DER.:00000211 Data:01/11/2009 Hora:10h 15min 52s Vel. Regul.:070 km/h Vel. Medida:094 km/h
Local:Rodovia:SP-150 Acesso:000 km:021 Metros:100 Sentido:Norte Faixa:1 Imagem N.:114660 Placa:





Sistemas de Reconhecimento Automático de Placas

Descrição Sistêmica no Modelo de Camadas

Controle Integrado de Tráfego e Mobilidade

Elementos Lógicos Centralizados

Sistema de configuração, monitoramento, visualização e análise
Sistema de emissão de relatórios
Sistema de auditoria Sistema de comunicação

Elementos Lógicos Locais

OCR Gerenciador de banco de dados de decisão Sistema supervisor e de decisão
Sistema de comunicação
Configuração local Cadastro de veículos magnético Dados de tráfego Perfil

Elementos Físicos

Sensor de detecção Câmeras Iluminadores
Gabinete (CPU, HD, fontes, no-break, régua de alimentação)
Equipamentos de telecomunicações

Infraestrutura

Rede de telecomunicações
Rede de energia Infraestrutura da via



Proposta de Classificação de Falhas (considerando o modelo sistêmico de camadas)

Proposta de classificação de falhas (I)

Camadas		Fontes de Falhas	
		Intrínsecas	Extrínsecas
Infraestrutura	Infraestrutura de instalação	Estabilidade e adequação de estruturas de suporte. Escolha exata do local; instalação e posicionamento corretos.	Estabilidade e adequação das estruturas de suporte já existentes (leito, viadutos, pórticos, postes). Determinação do local de instalação. Vandalismo e abalroamento.
	Rede de energia		Disponibilidade no local; falhas na rede.
	Rede de comunicação		Disponibilidade, velocidade e alcance; falhas na rede.
Elementos físicos	Sensor de detecção	Adequação do tipo sensor à sua finalidade; funcionamento correto. Posicionamento e instalação corretos; funcionamento sob condições climáticas diversas.	Posição do veículo na passagem pelo sensor; velocidade do veículo; vandalismo.
	Câmeras	Posicionamento em relação ao iluminador, foco.	Posição do veículo e posição relativa entre veículos; vandalismo.
	Iluminadores	Posicionamento em relação à câmera.	Luminosidade externa. Vandalismo
	Gabinete (CPU, HD, fontes, no-break, régua de alimentação)	Capacidade de processamento, adequação e organização interna. Especificações adequadas para ambiente externo de operação.	Vandalismo.
	Equipamentos de telecomunicações	Especificações adequadas para ambiente externo de operação	

Proposta de classificação de falhas (II)

Camadas		Fontes de Falhas	
		Intrínsecas	Extrínsecas
Elementos lógicos locais	Sistema de extração da imagem e OCR	Adequação para o tipo de placa veicular do local ou região.	Placa do veículo: estado de conservação, posicionamento e tipo de letra; existência de mais de uma placa; poluição visual. Reflexos de iluminação externa; posição do sol, sombra. Velocidade do veículo.
	Gerenciador de banco de dados	Capacidade de armazenamento. Integridade de dados. Velocidade de acesso.	
	Sistema supervisor e de decisão	Capacidade de lidar, em tempo real, com os diversos processos concorrentes.	
	Sistema de comunicação	Velocidade e qualidade na transmissão de dados e imagens.	Disponibilidade.
	Sistema de criptografia de dados e imagens	Segurança; confiabilidade.	
	Configuração local	Correção da configuração para as funções pretendidas.	
	Cadastro de veículos		Qualidade e consistência da informação.
	Dados de tráfego	Capacidade de armazenamento.	
	Perfil magnético	Capacidade de identificação	



Análise Experimental

Análise experimental

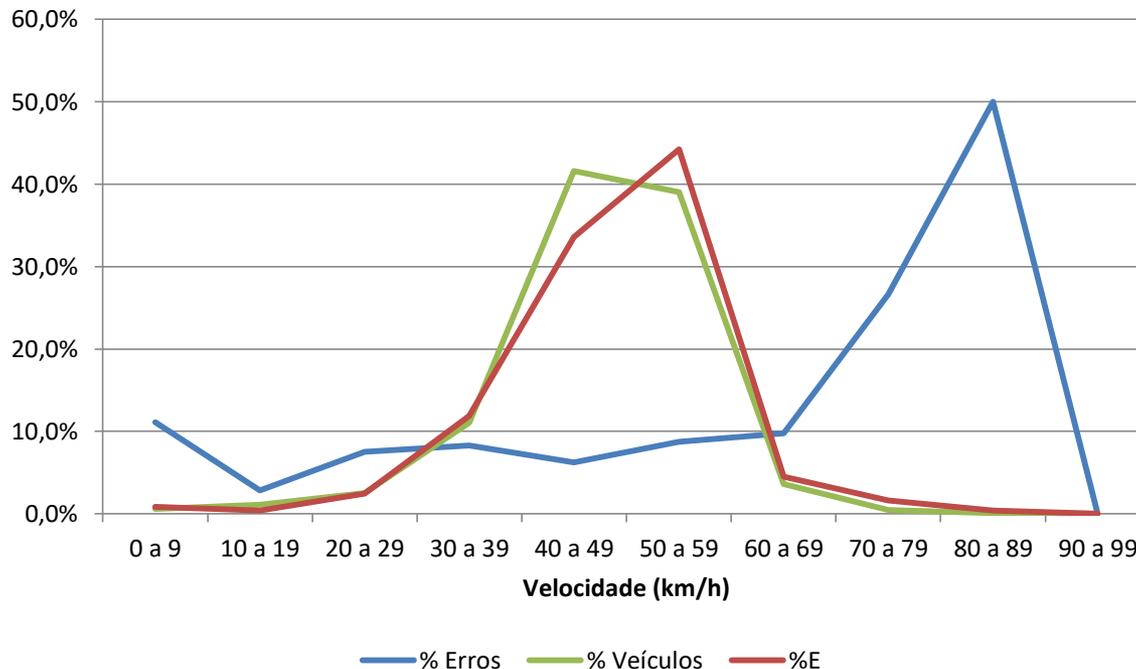
- Analisar e compreender variáveis que podem influenciar na identificação: erros x velocidade, período do dia, tecnologia.
- Dados provenientes de testes realizados entre 2008 e 2013 em vias urbanas, para fiscalização automática de diversas infrações, e em rodovias, para fiscalização de velocidade e de irregularidades administrativas
- Análises: leitura correta de placas; aproveitamento de imagens de infratores; e leitura correta com câmeras de vídeo



Leitura de placas, radar fixo (I)

Caso I, via urbana

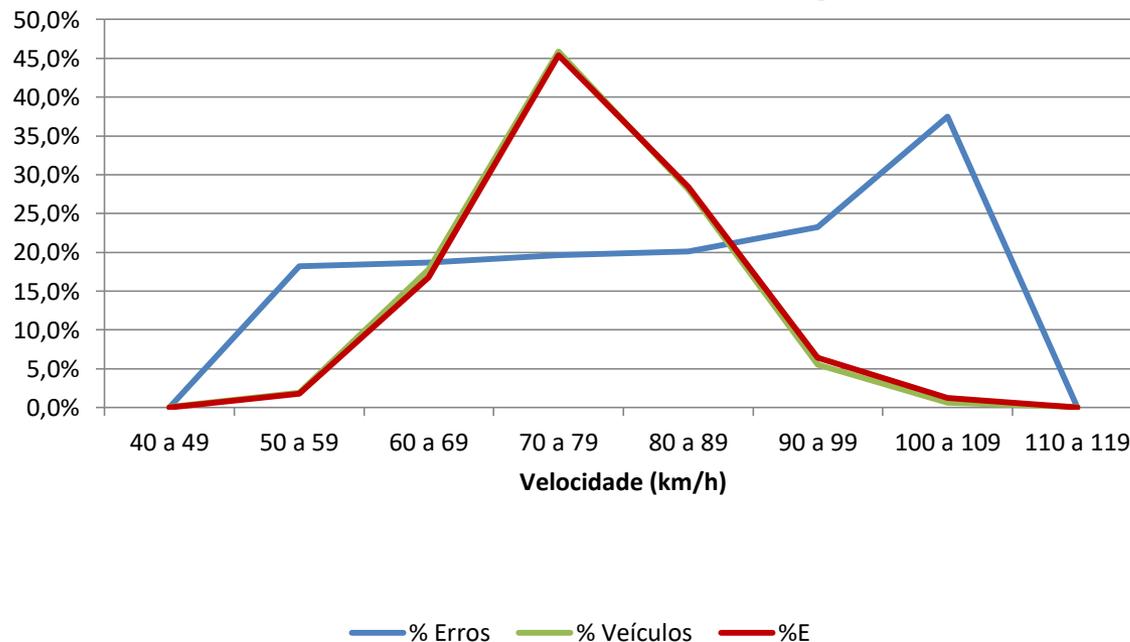
- Amostra de cerca de 800 veículos por solução (4 soluções), excluídas motos e placas ilegíveis
- Índices de acerto variaram entre 87% e 96%
- Comportamento dos erros em função da velocidade:



Leitura de placas, radar fixo (II)

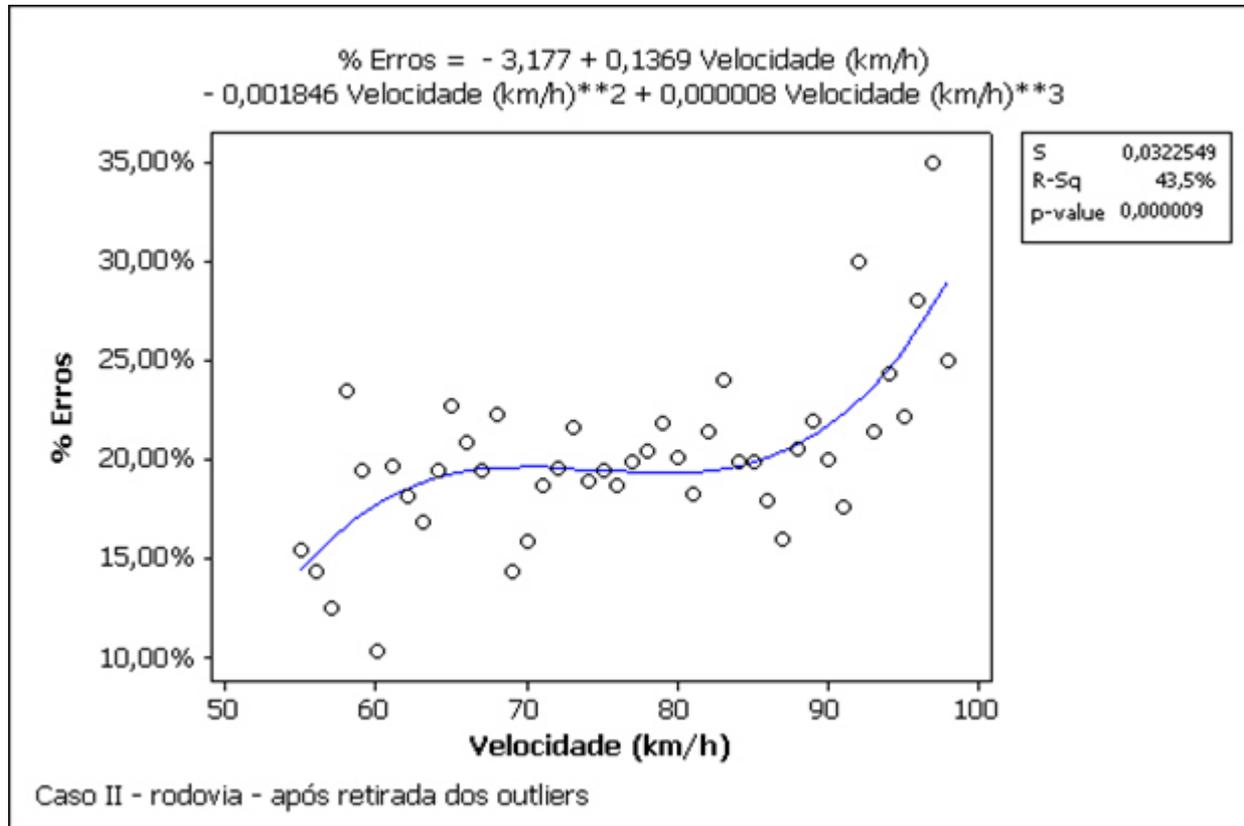
Caso II, rodovia

- Amostra de cerca de 3300 veículos por solução (2 soluções), excluídas motos e placas ilegíveis
- Índices de acerto variaram entre 72% e 83%
- Comportamento dos erros em função da velocidade



Leitura de placas, radar fixo (III)

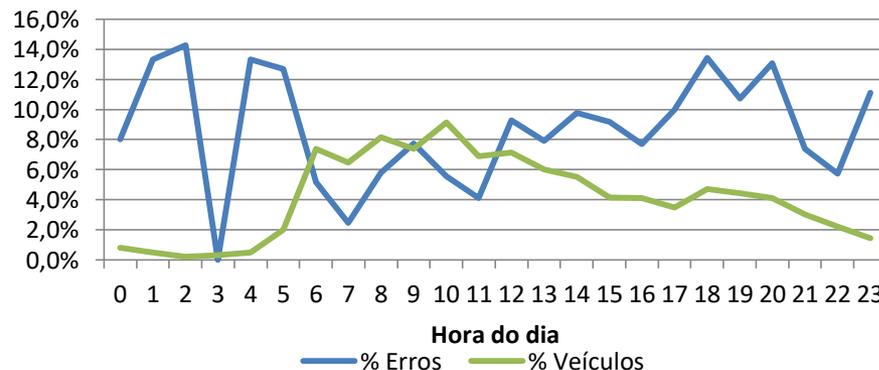
Modelo encontrado para o Caso II



Leitura de placas, radar fixo (V)

Influência do horário de captura

- O Caso I foi utilizado para avaliar o comportamento dos erros em função do horário de circulação do veículo; não foi possível obter correlação matemática.
- No entanto, **observou-se clara tendência de aumento no número de erros após as 12 horas**, provavelmente provocado pela influência do sol que apontava na direção traseira dos veículos (direção da captura) após esse horário (efeito bastante citado na literatura).



Aproveitamento de imagens de infratores (I)

Radar fixo, via urbana

- Caso A: 8 soluções (2008)
- Caso B: 6 soluções (2008)
- Caso C: 4 soluções (2013)

Obs.: Foram excluídos dados de soluções que não atenderam exigências mínimas

Tipo de Infração	Caso A	Caso B	Caso C
	Média de acertos (Desvio Padrão)		
Rodízio	89% (5,0%)	80% (12,3%)	91% (2,8%)
ZMRC	80% (9,4%)	91% (3,9%)	88% (7,8%)
Velocidade	98% (1,9%)	90% (12,3%)	92% (2,9%)
Invasão faixa		93% (4,5%)	88% (9,1%)
Todas	88% (9,5%)	89% (10,0%)	89% (7,1%)

Aproveitamento de imagens de infratores (II)

Conclusões

- **Máximo valor obtido: 98 %** para infração de velocidade
- De 61 índices de aproveitamento obtidos, apenas cinco foram inferiores a 75%
- **A média de aproveitamento foi de 88%**, com pequena variação entre os casos
- **O menor desvio padrão obtido foi para o teste realizado mais recentemente**

Leitura de placas, câmera de vídeo

Câmera de vídeo, rodovia

- Duas soluções, em modo estático (aproximação e afastamento) e embarcado (velocidade superior, inferior e sentido oposto)

Solução testada	Veículos circulantes	Veículos identificados corretamente	Índice de identificação correta
Estático 1	1681	1244	74%
Estático 2	1681	1378	81%
Embarcado 1	541	406	75%
Embarcado 2	638	480	75%

Conclusão: índices de acerto variaram entre 74% e 81%, bem próximos ao Caso II, radar fixo

Leitura Recomendada - 1

- PIARC Committee on Intelligent Transport. **ITS Handbook 2000 – Recommendations from the World Road Association (PIARC)**. Boston, Mass.: 1999. 434p.
- **ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. Sistemas Inteligentes de Transportes. Série Cadernos Técnicos – Volume 8. São Paulo. Maio de 2012.**
 - **Artigo 8: ITS em Rodovias Brasileiras**

Leitura Complementar (2)

- **DNIT – Deptº Nacional de Infraestrutura de Transportes.**
 - **Artigo DNER / Publicação IPR-699: Procedimentos Básicos para Operação de Rodovias. 1997**

PTR3514 – “Fundamentos” de ITS

- Claudio L. Marte
 - ▣ Tel (Poli): 999 183 655
 - ▣ E-mail: claudio.marte@usp.br

- STOA:
 - ▣ PTR3514_2sem20
 - ▣ Sistemas Inteligentes de Transporte