

PTR 2580 – “Fundamentos” de 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

Macro-Programação

		Planejamento da Disciplina. Pacotes de Serviços (e Funções) ITS. Arcabouço Conceitual e Metodológico - Arquiteturas ITS
Parte 1	Introdução	
Parte 2	Informações ao Usuário [ITIS] Gerenciamento de Tráfego [IHS / ITMS]	Cenário Interurbano - Supervisão Aplicada as Rodovias. Fiscalização do cumprimento de regras de trânsito. Serviços de Apoio aos Usuários (SAU). Cenário Urbano - Gerenciamento de Incidentes. Controle de Fluxo e da Demanda.
Parte 3	Gerenciamento de Frotas [IPTS, CVO]	Cenário Urbano: Operação do Transporte Público (TP) de “Rota Fixa”. BRT (Bus Rapid Transit). Coordenação Multimodos (TSP). Prevenção e Segurança. Gestão de Frotas e dos Serviços Prestados. Transporte sob Demanda. Processos relacionados ao Veículo Comercial (Baldeações Modais). Gerenciamento de Frotas para o Transporte de Cargas.

Leitura Recomendada – Aulas 7 até 10

- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. **Sistemas Inteligentes de Transportes**. Série Cadernos Técnicos – Volume 8. São Paulo. Maio de 2012.
 - ▣ **Artigo 6: Estudo Preliminar de Funções ITS aplicadas na Operação de Sistemas BRT (ITS4BRT)**

- Revista dos Transportes Públicos (ANTP), nº 130, págs 39 à 53 (ano 34, 1º quadrimestre de 2012)
 - ▣ <http://issuu.com/efzy/docs/rtp2012-130-00/1?mode=embed&layout=http://portal1.antp.net/issuu/whiteMenu/layout.xml>

Leitura Complementar

- **DENG, Taotao; NELSON, John D. Recent Developments in Bus Rapid Transit: A Review of the Literature.** Transport Reviews, Vol. 31, N^o 1, pags 69-96. 2011.
- **APTA – American Public Transportation Association. Standards Development Program Recommended Practice: Implementing BRT Intelligent Transportation Systems.** 2010. 34 p.

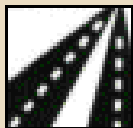
IPTS / APTS

**Ger. de Transporte Público Coletivo
(de Passageiros)**

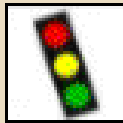
**IPTS (APTS): Intelligent (Advanced)
Public Transportation Services**

RITA: ITS - Áreas de Aplicação

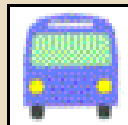
INFRA-ESTRUTURA INTELIGENTE



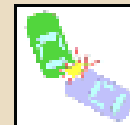
Controle de Rodovias



Controle de Tráfego Urbano



Gestão de Transporte de Passageiros



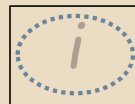
Gestão de Incidentes



Gestão de Emergências



Meios Eletrônicos de Pagamento e Tarifação



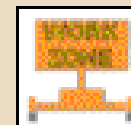
Informação ao Usuário



Gestão da Informação



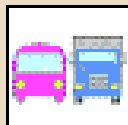
Prevenção de Acidentes e Segurança



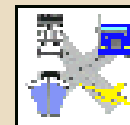
Operação e Manutenção Rodoviária



Gerenciamento das Condições Climáticas



Operação de Veículos Comerciais

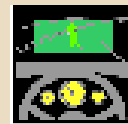


Integração Inter-modal de Viagens

VEÍCULOS INTELIGENTES



Sistema de Prevenção de Colisões



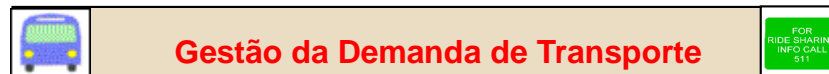
Sistema de Atendimento ao Motorista



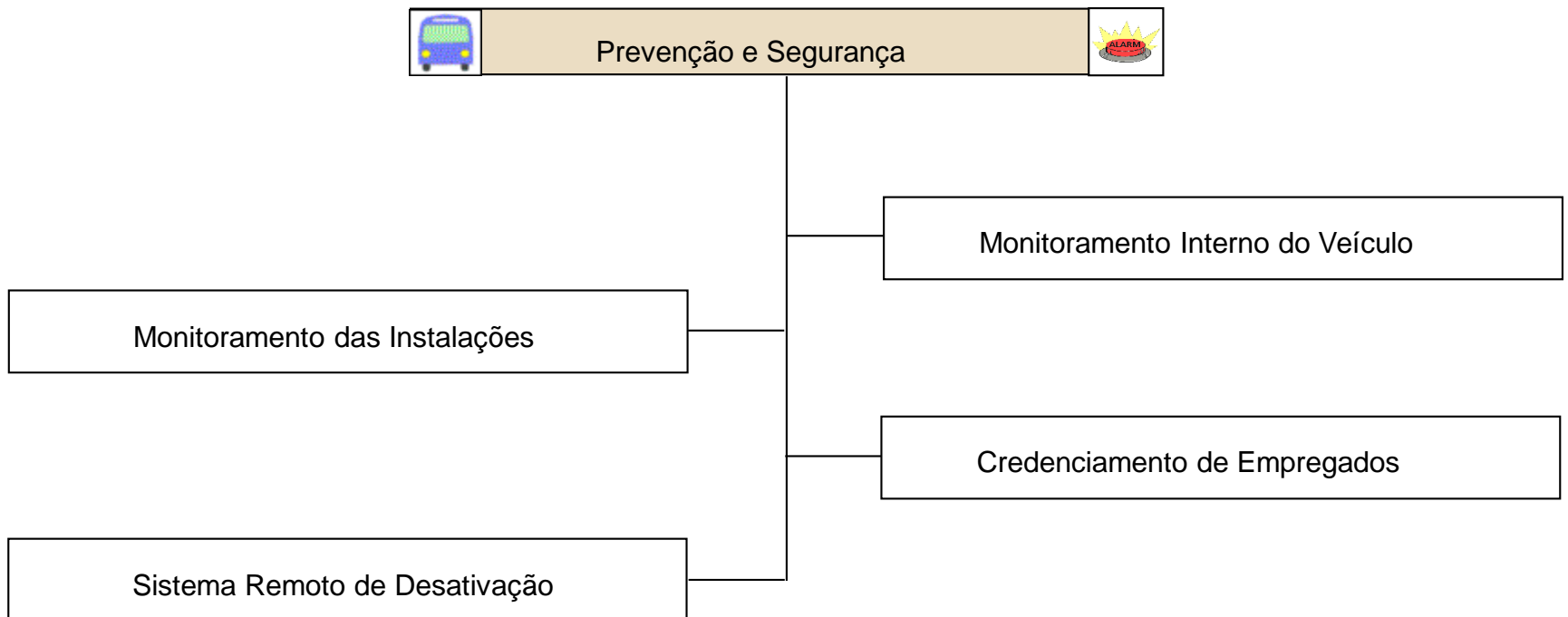
Sistema de Notificação de Colisão

INFRA-ESTRUTURA INTELIGENTE – GESTÃO DE TRANSPORTE COLETIVO

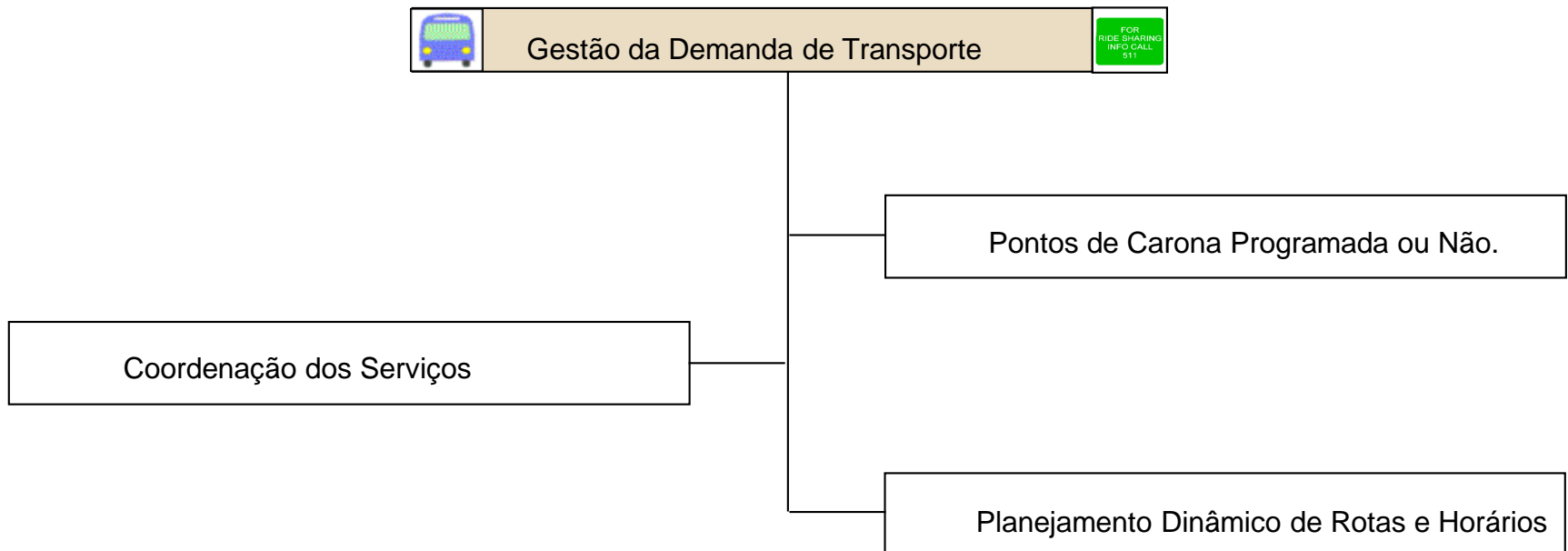
A Gestão do Transporte de Passageiros abrange o monitoramento e a comunicação entre sistemas, como sistemas de localização automática de veículo (AVL), despacho assistido por computador (CAD), controle remoto do veículo e câmeras de vigilância, que permitem ao gestor de transporte melhorar a eficiência operacional e a segurança dos sistemas dos transportes públicos.



RITA: GESTÃO DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS



RITA: GESTÃO DE TRANSPORTE DE PASSAGEIROS



AGENDA

- Referências (BRT)
- Definições
 - ▣ Atores
 - ▣ Funcionalidades ITS

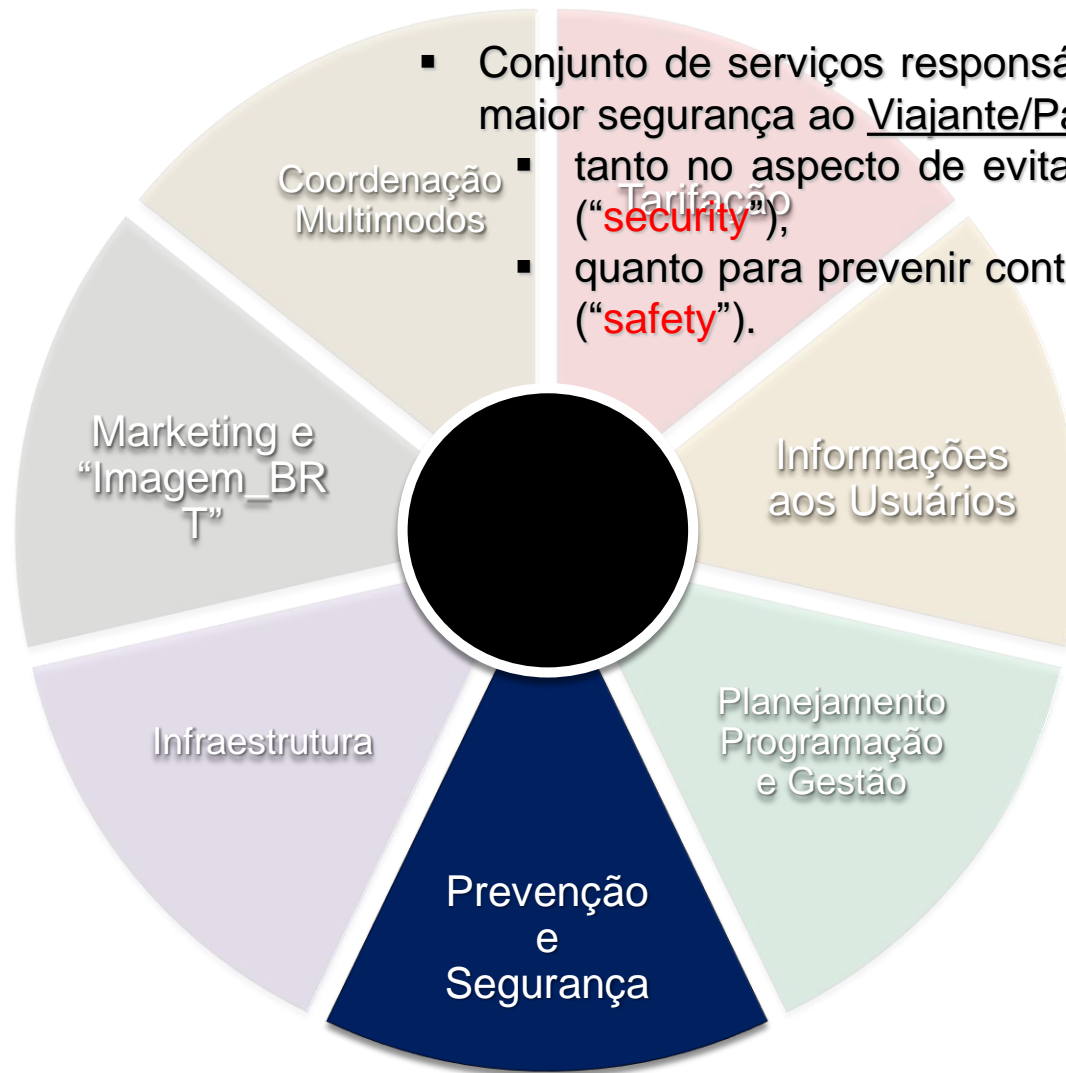
AGENDA

- Referências (BRT)
- **Definições**
 - Atores
 - **Funcionalidades ITS**
 - poderão ser utilizadas de acordo com as características/necessidades específicas de cada BRT

Estrutura Proposta



Estrutura Proposta



- Conjunto de serviços responsáveis por proporcionar maior segurança ao Viajante/Passageiro/Condutor
 - tanto no aspecto de evitar a **ação de terceiros** ("security"),
 - quanto para prevenir contra **riscos operacionais** ("safety").



Estrutura Proposta



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

Arquitetura de referência de ITS

5. Transporte Público

5.1 Gerenciamento de transporte público

5.2 Transporte compartilhado e responsivo de demanda

14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

3. Veículo

3.1 Aumento da visão relacionada ao transporte

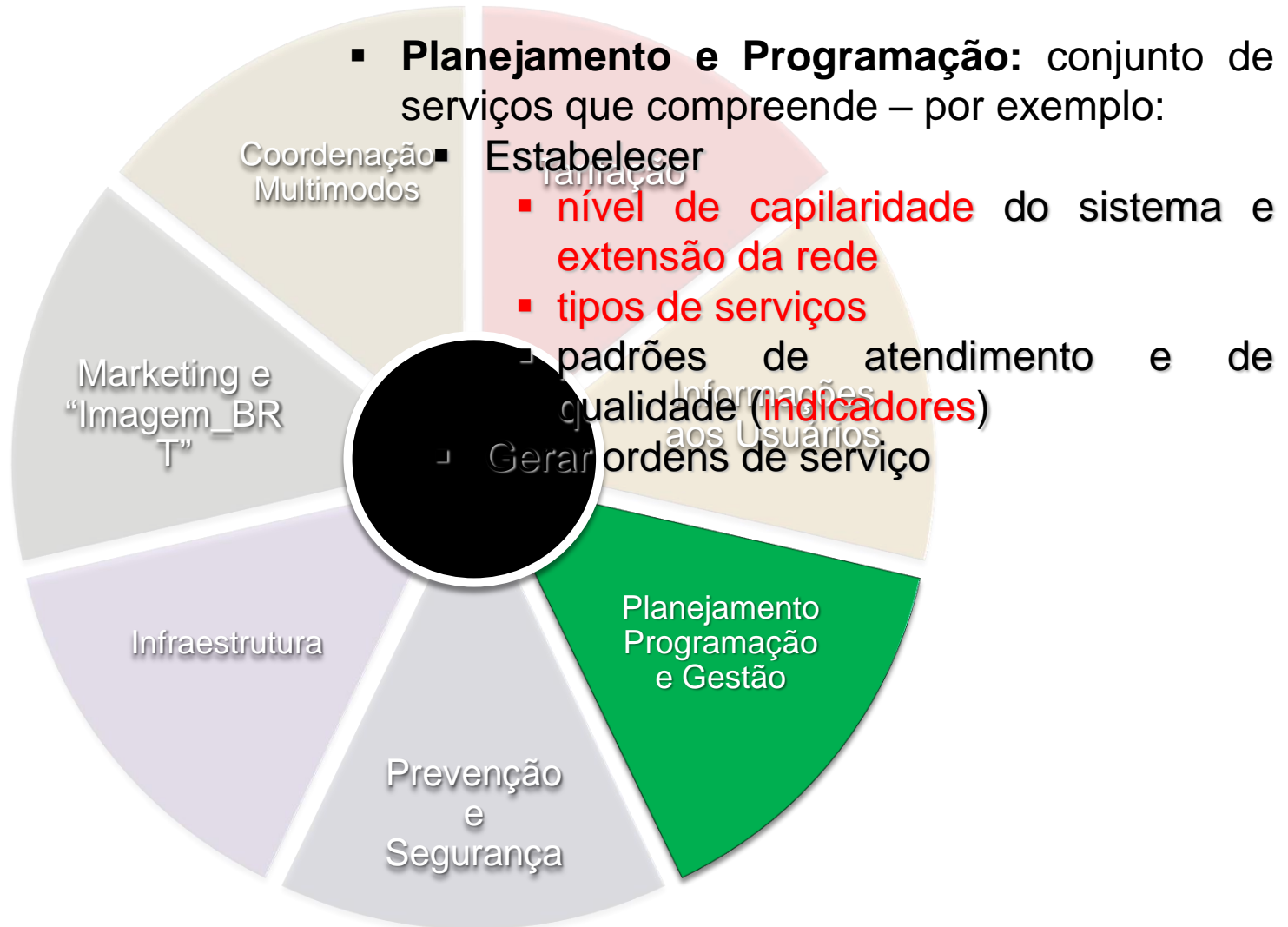
3.2 Operação automatizada do veículo

3.3 Prevenção contra colisão

3.4 Prontidão quanto à segurança

3.5 Implantação da retenção de pré-impacto

Estrutura Proposta



ITS4BRT: Estrutura Proposta

- **Planejamento, Programação e Gestão**
 - **Planejamento**
 - Programação
 - Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)
 - Medição (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - Monitoramento e Gestão de Frota [Gerenciamento de Frota do TP]
 - Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas) [Operação de TP de Rota Fixa]
 - Controle de Vias e Portas das Estações
 - Sistemas Críticos Autônomos
 - Estacionamento preciso em estações e paradas
 - Guiagem Automática

Planejamento, Programação e Gestão

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - **Funcionalidade utilizada para**
 - Permite identificar antecipadamente as demandas (futuras)
 - Modelar cenários e Avaliar alternativas
 - **Estruturar ações: estabelecer rotinas e procedimentos**
 - **Principais atribuições/competências a estabelecer:**
 - **Padrões de atendimento e de qualidade dos serviços:**
 - acessibilidade, níveis de conforto, níveis de integração de serviços, tempos máximos de espera (frequência mínima e velocidade comercial)
 - **Indicadores de qualidade/desempenho**

Planejamento, Programação e Gestão

- Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:
 - ▣ Principais atribuições/competências a estabelecer:
 - Recursos e infra-estrutura para a realização:
 - do planejamento das linhas e rotas, da oferta de serviços e da análise econômico-financeira
 - Distribuição da receita, análise de custos e planejamento econômico-financeiro das empresas

ITS4BRT: Estrutura Proposta

- **Planejamento, Programação e Gestão**
 - ▣ Planejamento
 - ▣ **Programação**
 - ▣ Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)
 - Medição (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - Monitoramento e Gestão de Frota [Gerenciamento de Frota do TP]
 - Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas) [Operação de TP de Rota Fixa]
 - Controle de Vias e Portas das Estações
 - ▣ Sistemas Críticos Autônomos
 - Estacionamento preciso em estações e paradas
 - Guiagem Automática

Planejamento, Programação e Gestão

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Baseada no Planejamento e em função dos recursos disponíveis, alterações de demanda (variações diárias e sazonais) e de outros fatores externos
 - Função que visa estabelecer a **Programação dos Serviços de TPCU**
 - Busca a **melhor relação entre oferta e demanda**
 - Com geração de ordens de serviço operacionais (**Programação Diária**)
 - quantidade e alocação de veículos por linha,
 - frequência / tempo de viagem,
 - itinerários,
 - quadro de horários (**grade horária**) e
 - alocação dos recursos humanos (Condutor, Agente de Comercialização)

Estrutura Proposta



Planejamento, Programação e **Gestão**

- **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)
 - ▣ Definição do Grupo de Funcionalidades [PROPÓSITO (o que é ?)]
 - Realiza o monitoramento de parâmetros e eventos do Sistema de TP
 - Compara com o Programado
 - Intervêm quando necessário
 - visando adequar a operação aos padrões definidos

ITS4BRT: Estrutura Proposta

- **Planejamento, Programação e Gestão**
 - ▣ Planejamento
 - ▣ Programação
 - ▣ **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**
 - Medição (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - Monitoramento e Gestão de Frota [Gerenciamento de Frota do TP]
 - Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas) [Operação de TP de Rota Fixa]
 - Controle de Vias e Portas das Estações
 - ▣ **Sistemas Críticos Autônomos**
 - Estacionamento preciso em estações e paradas
 - Guiagem Automática

Planejamento, Programação e **Gestão**

- **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**
 - ▣ **Medição** (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - ▣ Monitoramento e Gestão de Frota
 - Gerenciamento da Frota de Transporte Público
 - ▣ Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - Operação de Transporte Público de Rota Fixa
 - ▣ Controle de Vias e Portas das Estações
- **Sistemas Críticos Autônomos**
 - ▣ Estacionamento preciso em estações e paradas
 - ▣ Guiagem Automática

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- **Medição** (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - ▣ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Conjunto de funções associadas à **coleta, processamento e visualização de informações (parâmetros) a cerca do veículo e da infraestrutura (estações, terminais e vias) necessários à operação**
 - Todas as informações (parâmetros) deverão ser **referenciadas no espaço e no tempo** para que possam ser mais facilmente recuperadas
 - Contribui para a **racionalização dos equipamentos, dimensionamento da oferta, segurança e conforto da operação**

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

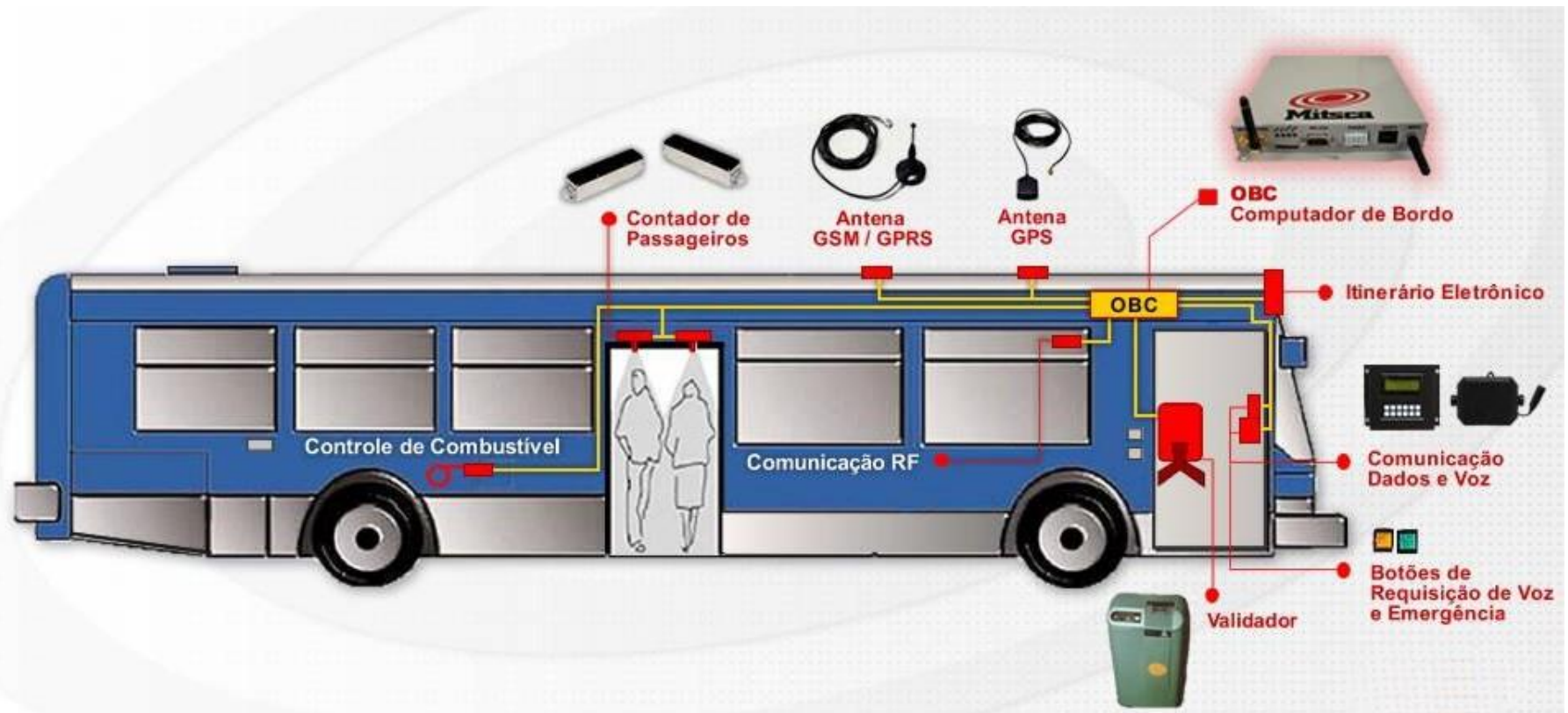
- **Medição** (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - ▣ **Tipo 1 – Medição embarcada no veículo BRT**
 - **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Acompanhar o **nível de utilização e desempenho dos equipamentos** e a forma como são operados
 - Exemplos:
 - **Monitoramento do estado:** dispositivos de segurança, abertura/fechamento de portas e
 - **Medida de variáveis contínuas:** posicionamento, velocidade, aceleração (nos planos horizontal e vertical), ocupação e funções de motor/carroceria

Planejamento, Programação e **Gestão**

□ **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**

- Monitoramento e Gestão de Frota
- Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)

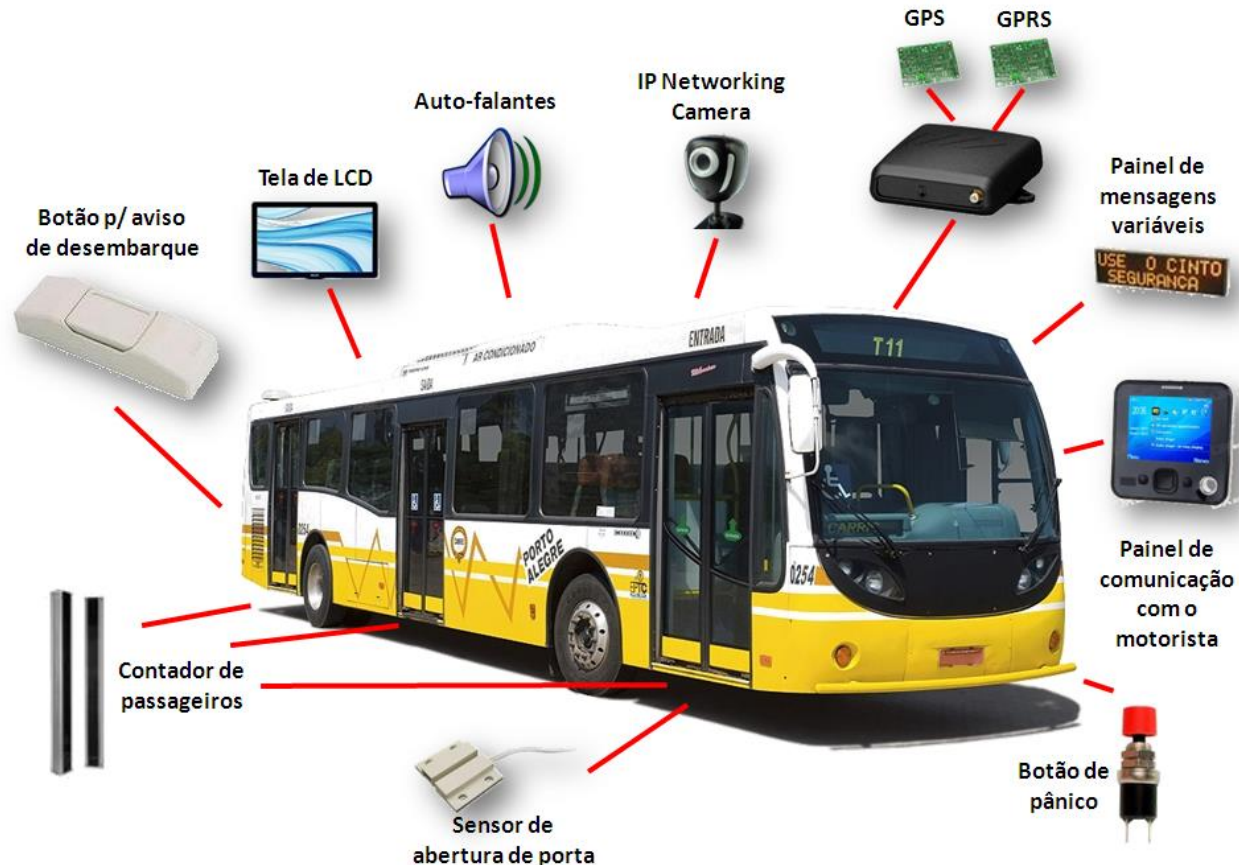
■ **Ilustração das Funcionalidades:**



Planejamento, Programação e **Gestão**

□ **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**

- Monitoramento e Gestão de Frota
- Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - **Ilustração das Funcionalidades:**



Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- **Medição** (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - ▣ **Tipo 2 – Medição associada à infraestrutura (estações, terminais e vias)**
 - **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Avaliar o **nível de congestionamento e ocupação**
 - **Exemplos:**
 - Terminais e Plataformas: contagem de Usuários/Viajantes
 - Vias: contagem e identificação de veículos, medição de velocidade, avanço de semáforo e ocupação indevida

Planejamento, Programação e **Gestão**

- **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**
 - ▣ Medição (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - ▣ Monitoramento e **Gestão de Frota**
 - Gerenciamento da Frota de Transporte Público
 - ▣ Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - Operação de Transporte Público de Rota Fixa
 - ▣ Controle de Vias e Portas das Estações
- **Sistemas Críticos Autônomos**
 - ▣ Estacionamento preciso em estações e paradas
 - ▣ Guiagem Automática

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

□ Monitoramento e **Gestão de Frota**

■ **Palavras-chaves:**

- Gerenciamento da Frota de Transporte Público

■ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**

- Função referente à capacidade de **gerir eficientemente os principais insumos envolvidos na produção dos serviços de TPCU**

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- Monitoramento e **Gestão de Frota**
 - ▣ ***Tipo 1 – Manutenção e controle de insumos***
 - **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Concentra-se em obter, armazenar e tratar as informações sobre o desempenho, nível de conservação e desgaste das partes, peças e acessórios dos veículos
 - **Exemplos:** consumo de combustível, quilometragem entre falhas [MTBF (Mean Time Between Failure)]
 - **É importante:** no controle de custos, na preservação de equipamentos, na redução de acidentes/poluição e na prevenção de falhas

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

□ Monitoramento e **Gestão de Frota**

▣ **Tipo 2 – Regularidade, Confiabilidade e Qualidade**

■ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**

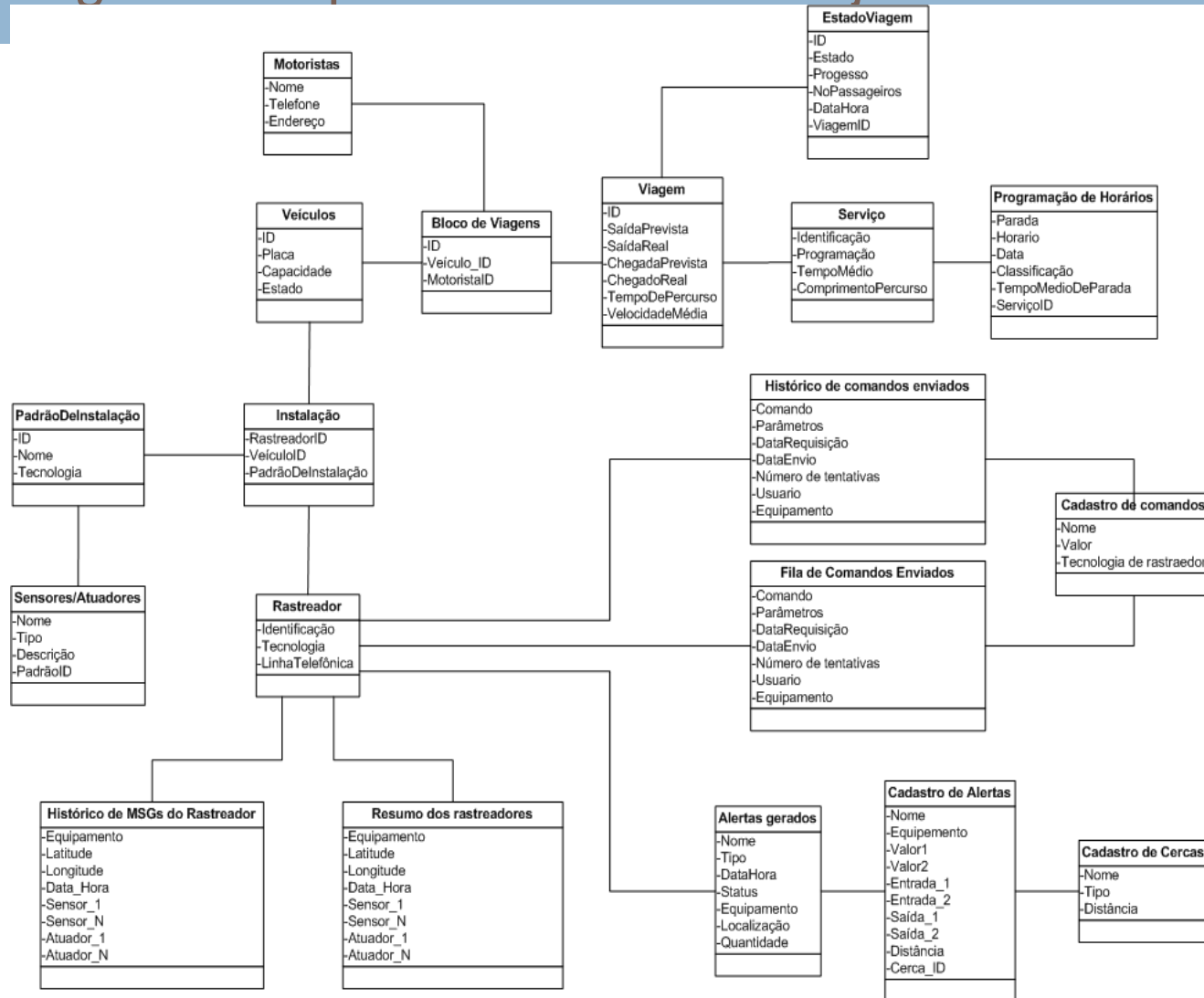
- Capturar dados que reflitam a segurança no trânsito, o conforto dos Passageiros e a **forma de interação entre o veículo e o Condutor**
- Controlar o funcionamento dos equipamentos
- Avaliar a condução do veículo
- Estabelecer ações para **corrigir ou mitigar uma situação inadequada**
 - p.ex.: excesso de velocidade

Exemplo de Modelagem

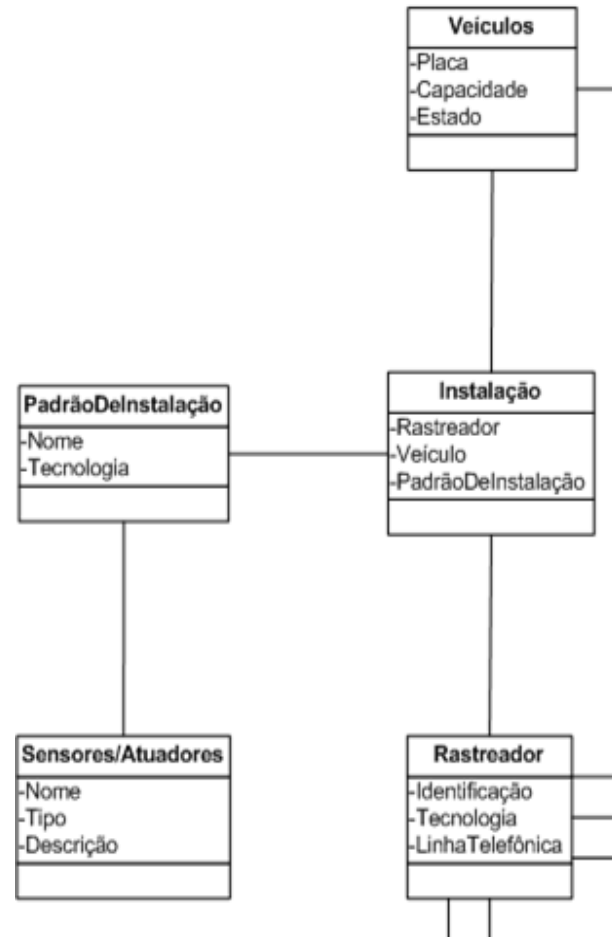
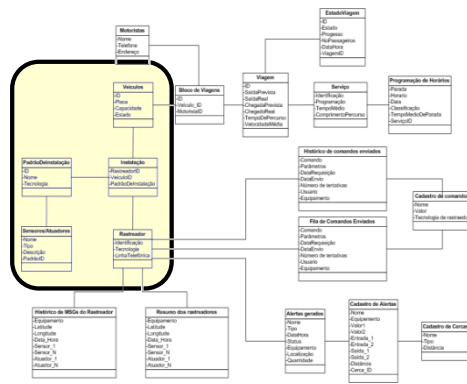
- SM = Sistema de Monitoramento
 - ~ Monitoramento e **Gestão de Frota**
 - ~ Gerenciamento da Frota de Transporte Público

ODP: VISÃO INFORMAÇÃO

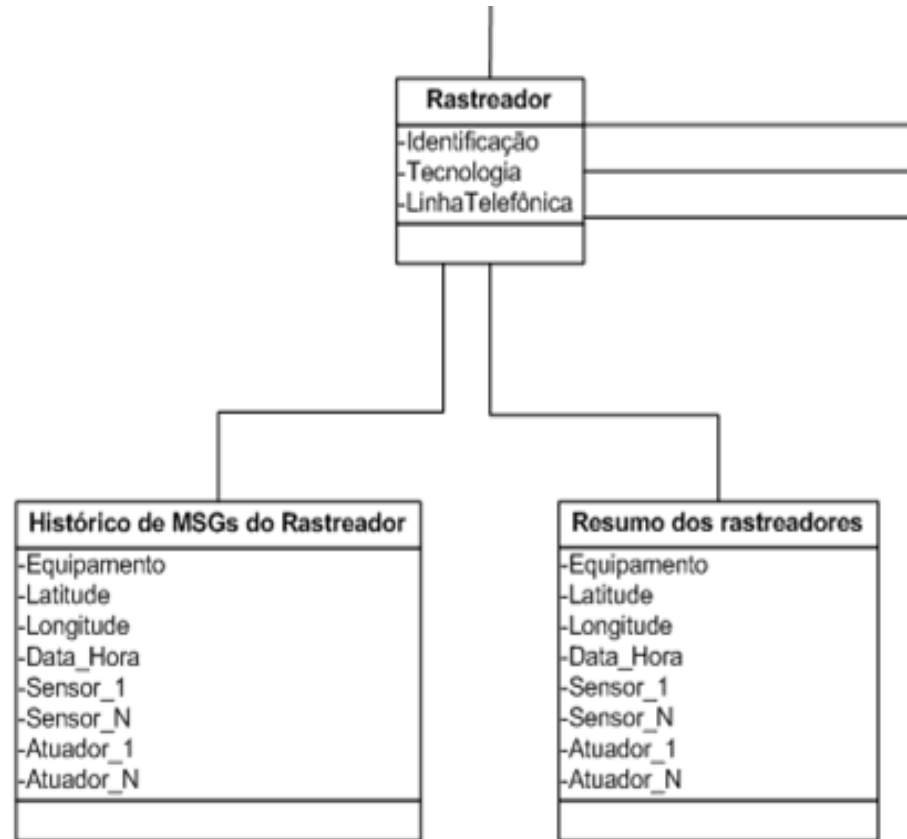
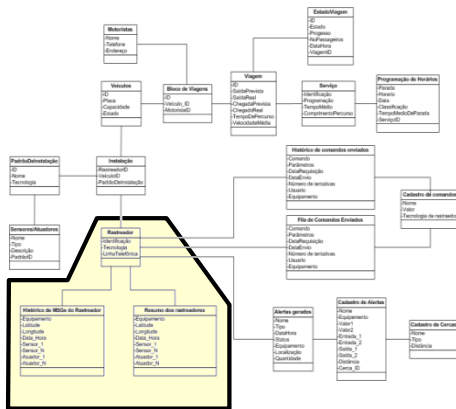
O diagrama de classes abaixo apresenta como a informação deve ser organizada para atender aos objetivos do **SM**



Cada **instalação** contém um **padrão** que identifica quais **sensores e atuadores** foram instalados

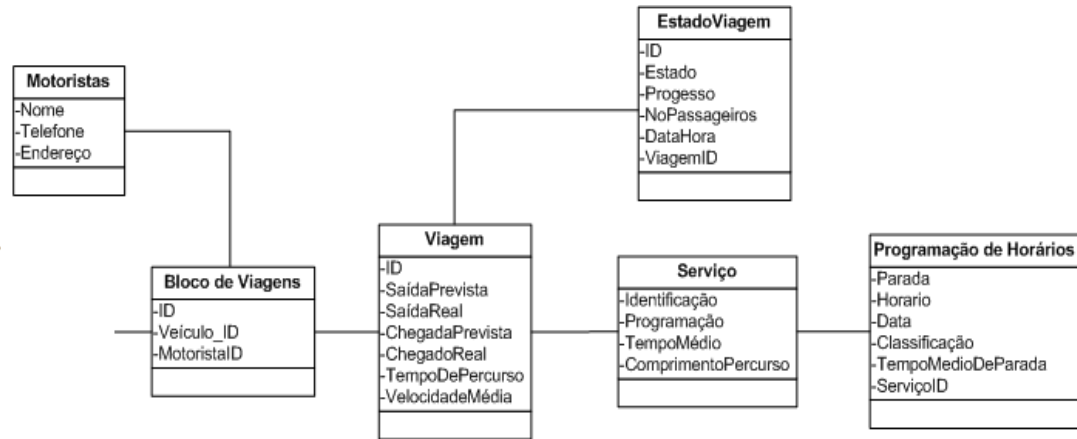
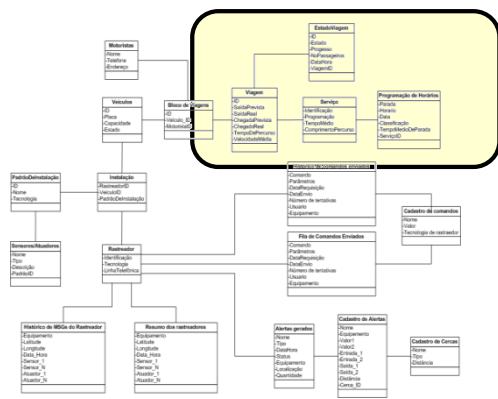


A captura de coordenadas geográficas e estados dos sensores e atuadores embarcados é armazenada integralmente e permite consultas históricas



Cada viagem está associada a um serviço.

O serviço possui uma programação de horários que posteriormente, no **SCO**, será comparada com o progresso dos ônibus.



Planejamento, Programação e **Gestão**

- **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**
 - ▣ Medição (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - ▣ Monitoramento e Gestão de Frota
 - Gerenciamento da Frota de Transporte Público
 - ▣ Monitoramento e **Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)**
 - **Operação de Transporte Público de Rota Fixa**
 - ▣ Controle de Vias e Portas das Estações
- **Sistemas Críticos Autônomos**
 - ▣ Estacionamento preciso em estações e paradas
 - ▣ Guiagem Automática

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- Monitoramento e **Gestão dos Serviços Prestados** (Viagens, Rotas e Ofertas)

- **Palavras-chaves:**
 - **Operação de Transporte Público de Rota Fixa**
 - Gestão da Oferta
 - Controle da Operação

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- **Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados** (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - ▣ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Função que permite acompanhar o desempenho das viagens do TPCU e realizar a Gestão da Operação
 - Monitora e controla (em tempo real) os elementos do sistema de TPCU, com o objetivo de
 - **proporcionar uma operação dentro de princípios e parâmetros pré-estabelecidos no Planejamento e na Programação**
 - Busca evitar:
 - Atrasos nos serviços
 - “Sanfonamento” (comboio) de ônibus

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- Monitoramento e **Gestão dos Serviços Prestados** (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - ▣ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Os **parâmetros pré-estabelecidos**
 - referem-se as condições que o sistema deverá operar
 - **obtidas no Planejamento e Programação** da operação
 - estão sujeitos às **interferências dos processos**
 - que podem ser originadas por vários fatores
 - Ex.: condições climáticas, eventos, obras, ação do Condutor

Planejamento, Programação

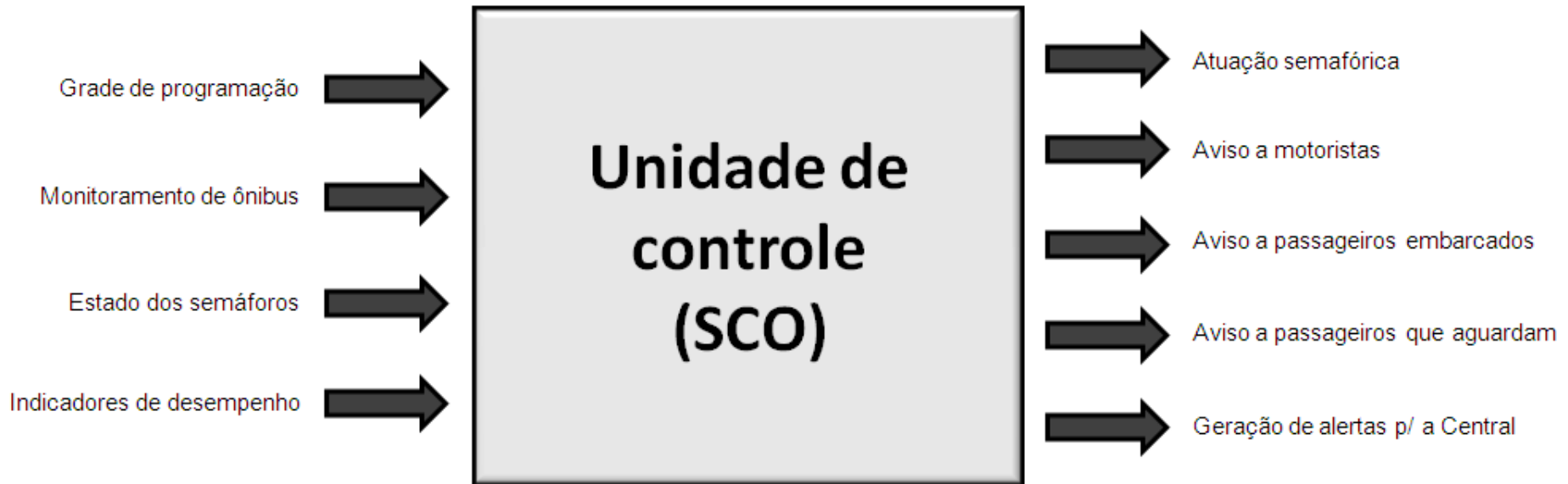
e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- Monitoramento e **Gestão dos Serviços Prestados** (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - ▣ Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:
 - Compreende:
 - **Gestão e Controle da Operação**
 - manter **regularidade e a confiabilidade** dos serviços
 - Confrontar a **Grade planejada (programada) versus a Grade em execução (realizada)**
 - **Ajustar dinamicamente a oferta versus a demanda**
 - por estação, terminal, linha, eixo
 - Adequar a operação a uma **situação não prevista**
 - **considerando os recursos disponíveis, incluir:**
 - **alocação de viagens extras ou REDUÇÃO DE VIAGENS EM VIRTUDE DA FLUTUAÇÃO DE DEMANDA**

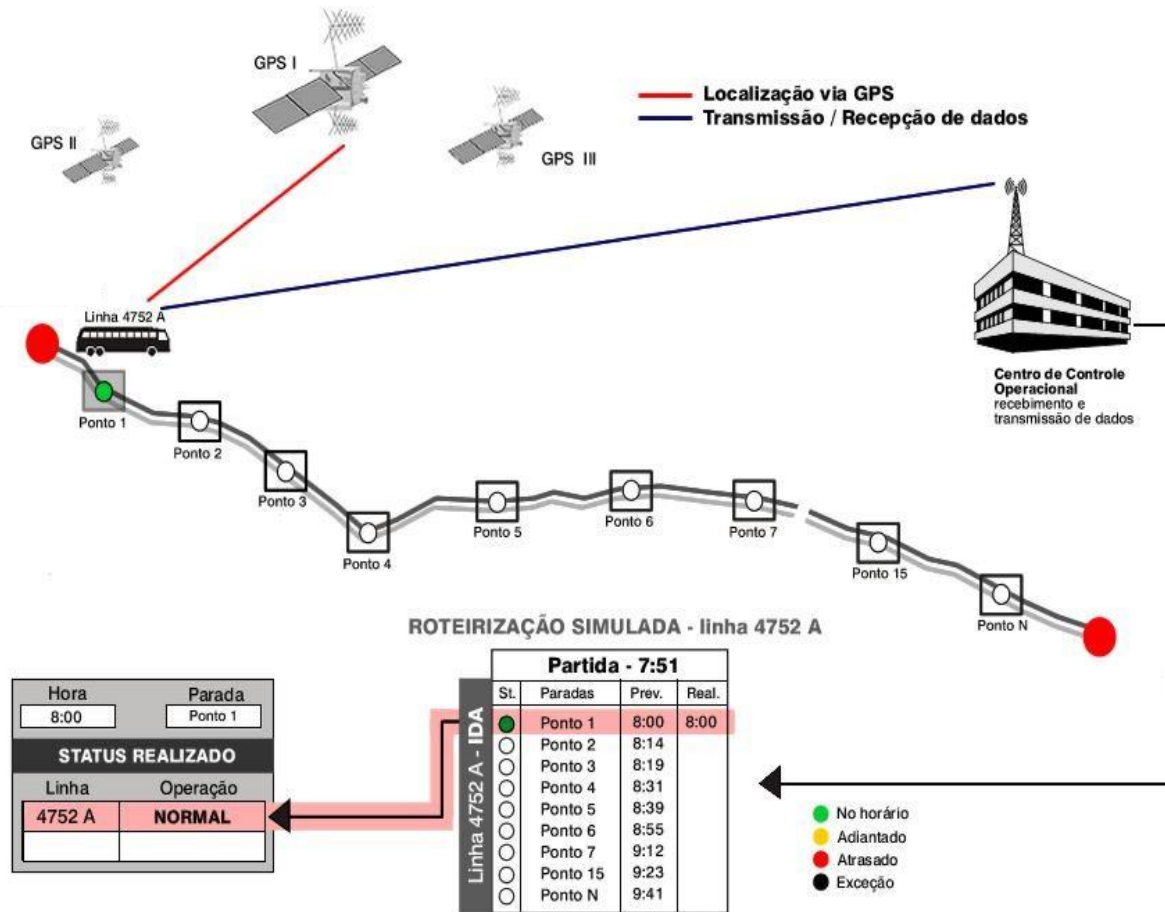
Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- **Supervisão, Fiscalização, Gestão e Controle Operacional**
 - ▣ Monitoramento e **Gestão dos Serviços Prestados** (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - **Ilustração das Funcionalidades:**

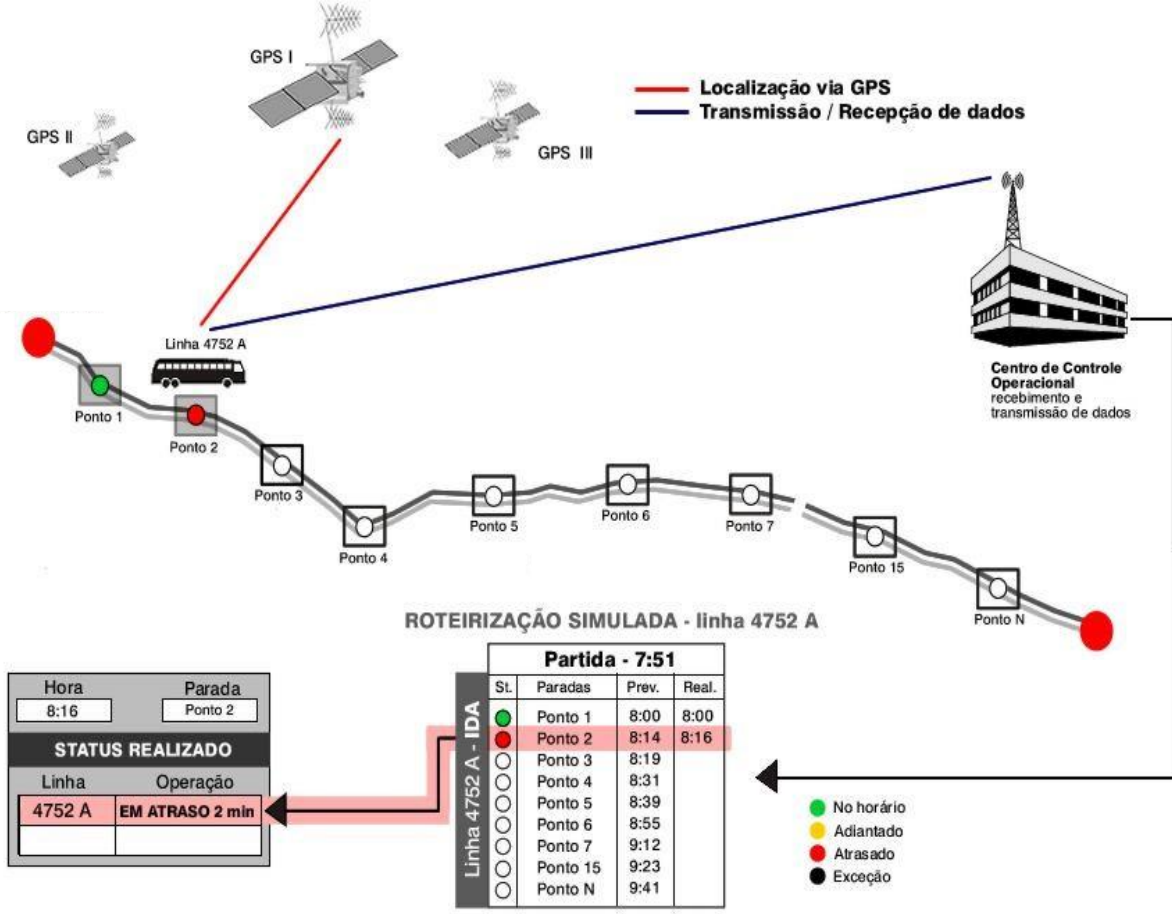


Exemplo de monitoramento do progresso das viagens – comparando-se, em intervalos programados, o progresso real com a **tabela de programação horária** (Usuário/Viajante/Passageiro)

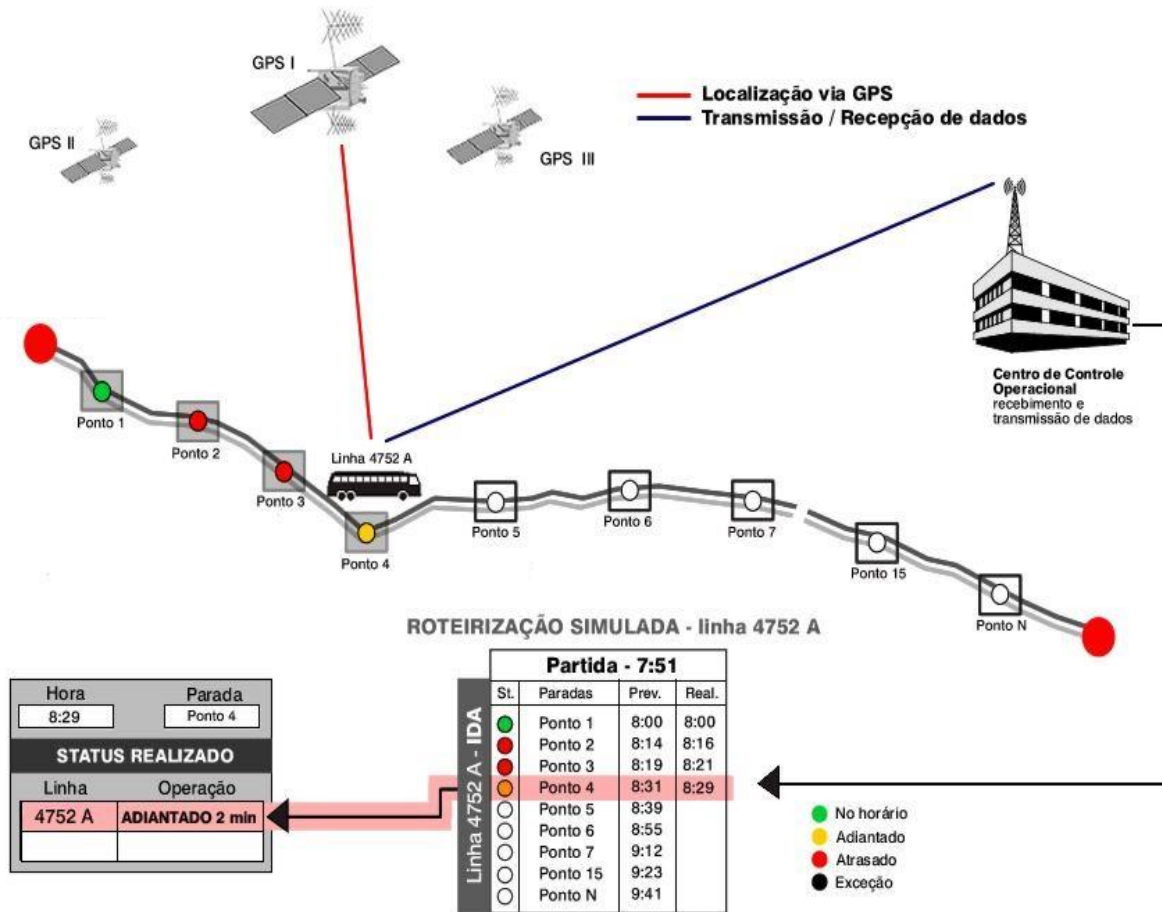


Exemplo de monitoramento do progresso das viagens – comparando-se, em intervalos programados, o progresso real com a tabela de programação horária

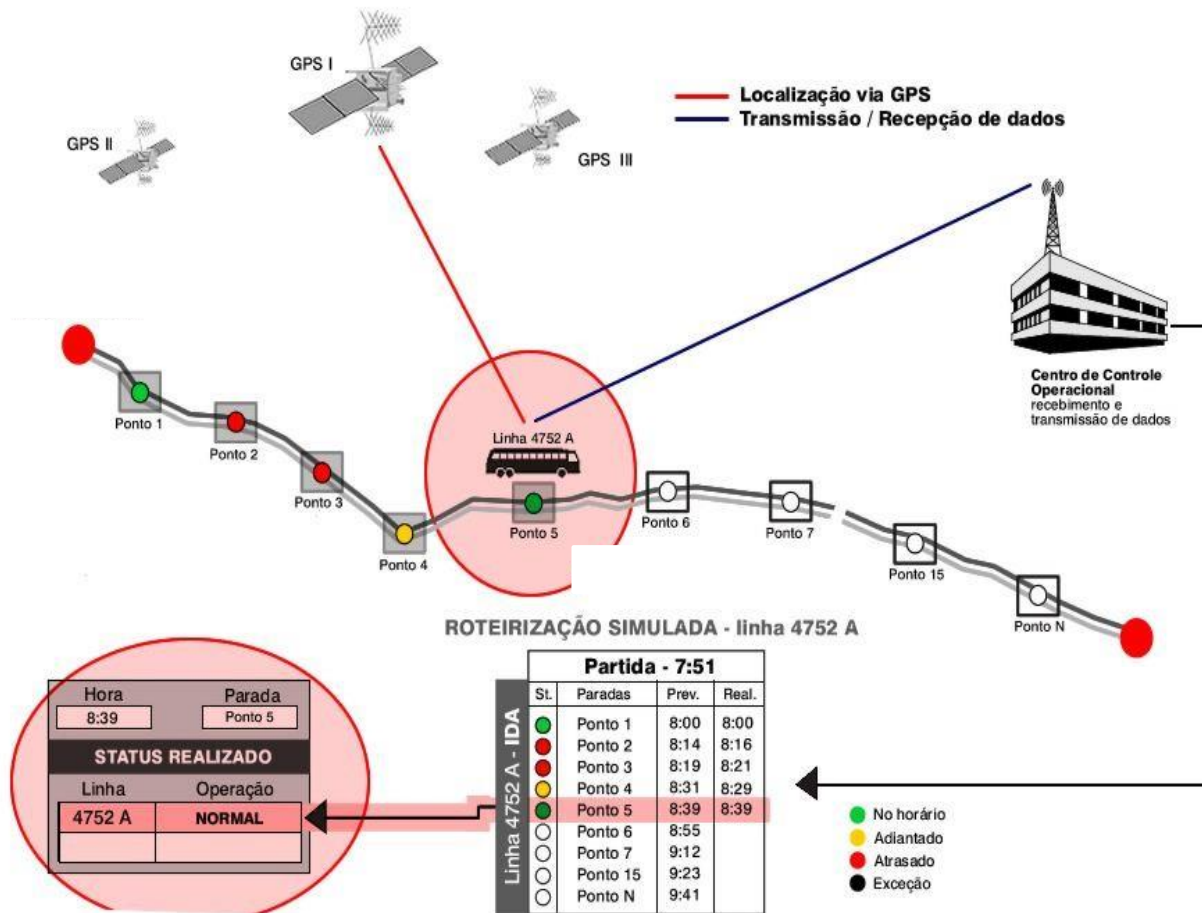
(Usuário/Viajante/Passageiro)



Exemplo de monitoramento do progresso das viagens – comparando-se, em intervalos programados, o progresso real com a **tabela de programação horária** (Usuário/Viajante/Passageiro)

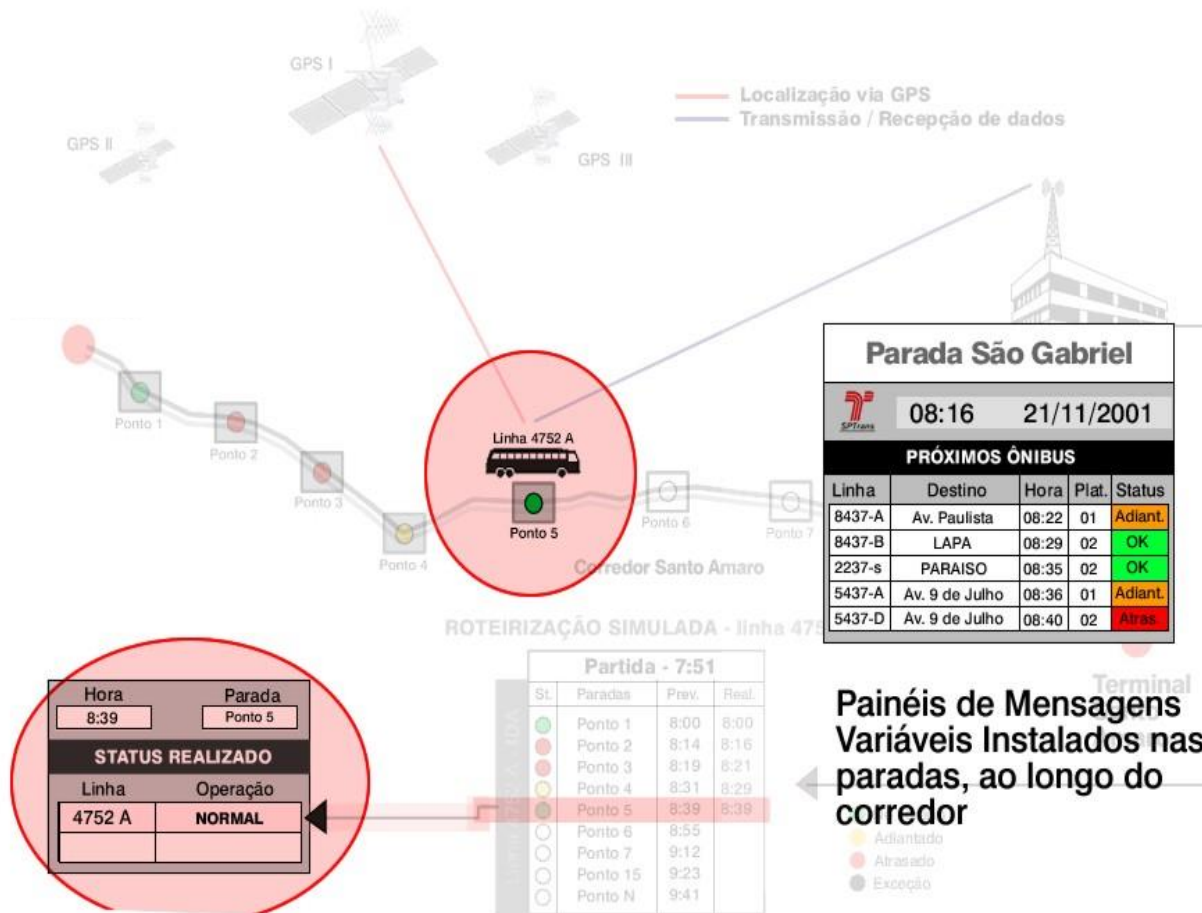


Exemplo de monitoramento do progresso das viagens – comparando-se, em intervalos programados, o progresso real com a **tabela de programação horária** (Usuário/Viajante/Passageiro)

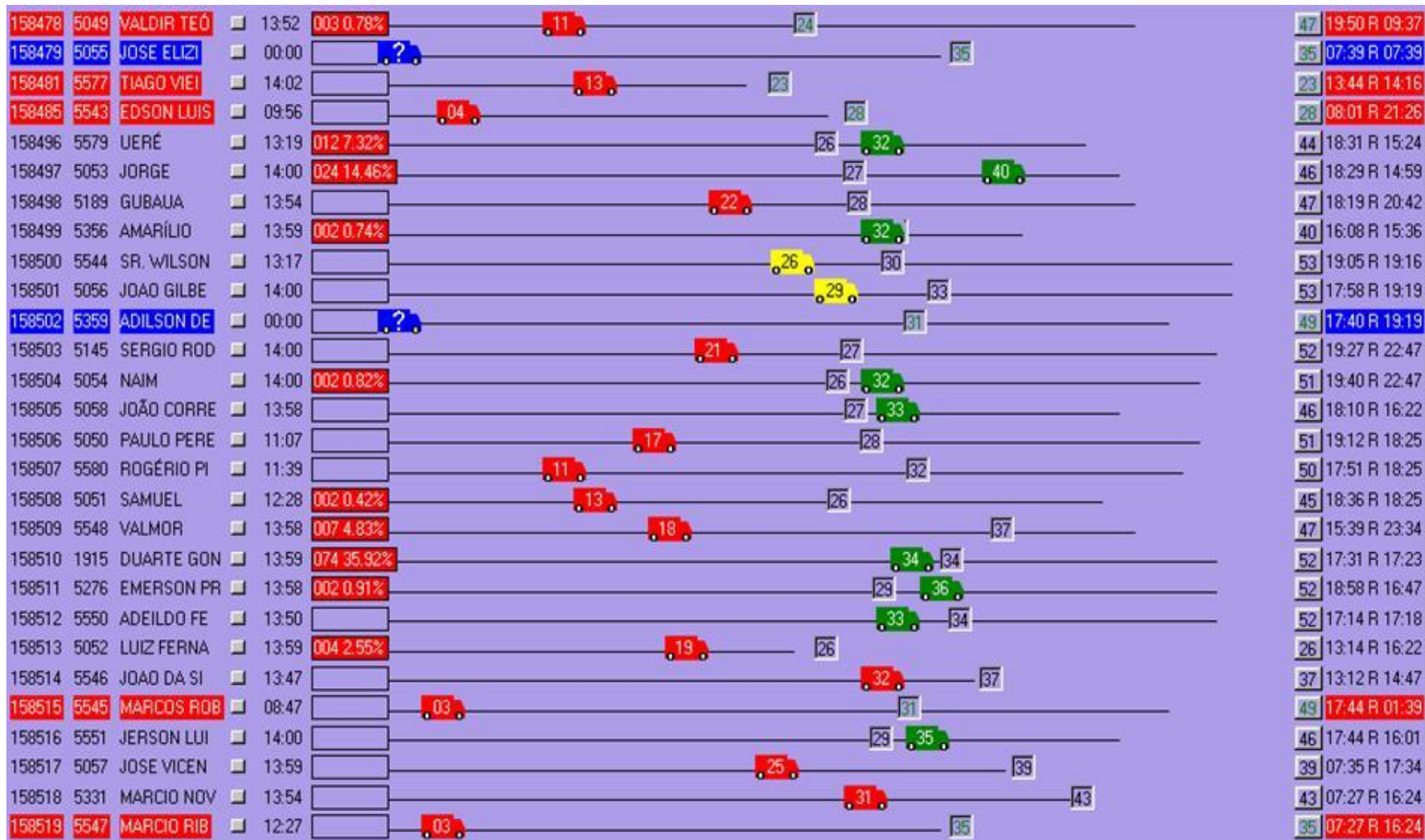


Exemplo de monitoramento do progresso das viagens – comparando-se, em intervalos programados, o progresso real com a **tabela de programação horária**

(Usuário/Viajante/Passageiro)



Exemplo de implementação da tela de monitoramento para acompanhar o progresso das viagens (Controlador Operacional)



Os indicadores de desempenho, de forma combinada ou isoladamente, visam fornecer medidas que refletem o **desempenho do serviço BRT (Gestores)**

- Indicadores que podem ser calculados pela operação:
 - ▣ **Diferença da operação com a programação**
 - Visão por serviço
 - Visão por estação
 - Por trecho da linha
 - ▣ Número de passageiros embarcados
 - Total
 - Por serviço
 - Por ônibus
 - Por trecho da linha
 - ▣ Número de usuário aguardando o embarque
 - Total
 - Por estação
 - Por trecho da linha

Planejamento, Programação e **Gestão**

(Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

- Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - ▣ **Correlacionamento das Funções ITS com os Atores [para que serve]:**
 - É aplicável para a gestão da operação com **reflexos diretos na qualidade dos serviços** e **conveniência para os passageiros**.
 - Ao realizar o acompanhamento da operação é possível:
 - **umentar a produtividade** (como o **índice de ocupação - IPK**)
[Exemplo BRT/MIO]
 - **melhorar o controle sobre intervalos de oferta** – possibilidade de **VARIAR A FREQUÊNCIA EM FUNÇÃO DA DEMANDA**
 - P.ex: fora do pico menor que no pico
 - **melhorar o nível de serviço**
 - p.ex.: melhorando a **confiabilidade** dentro de um determinado período (ex.: pico) – **mantendo regular a frequência** ou o intervalo entre veículos, para as viagens em operação, mantendo-se constantes: **velocidade comercial, extensão e tempo de ciclo**

Planejamento, Programação e **Gestão: Exemplo (BRT/MIO)**

- **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**
 - ▣ **Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados** (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - **Cali – Colômbia em 1999 (esquerda) e 2009 (direita)**



Planejamento, Programação e **Gestão**: Exemplo (BRT/MIO)

- **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**
 - ▣ **Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados** (Viagens, Rotas e Ofertas)



Planejamento, Programação

e **Gestão: Exemplo (BRT/MIO)**

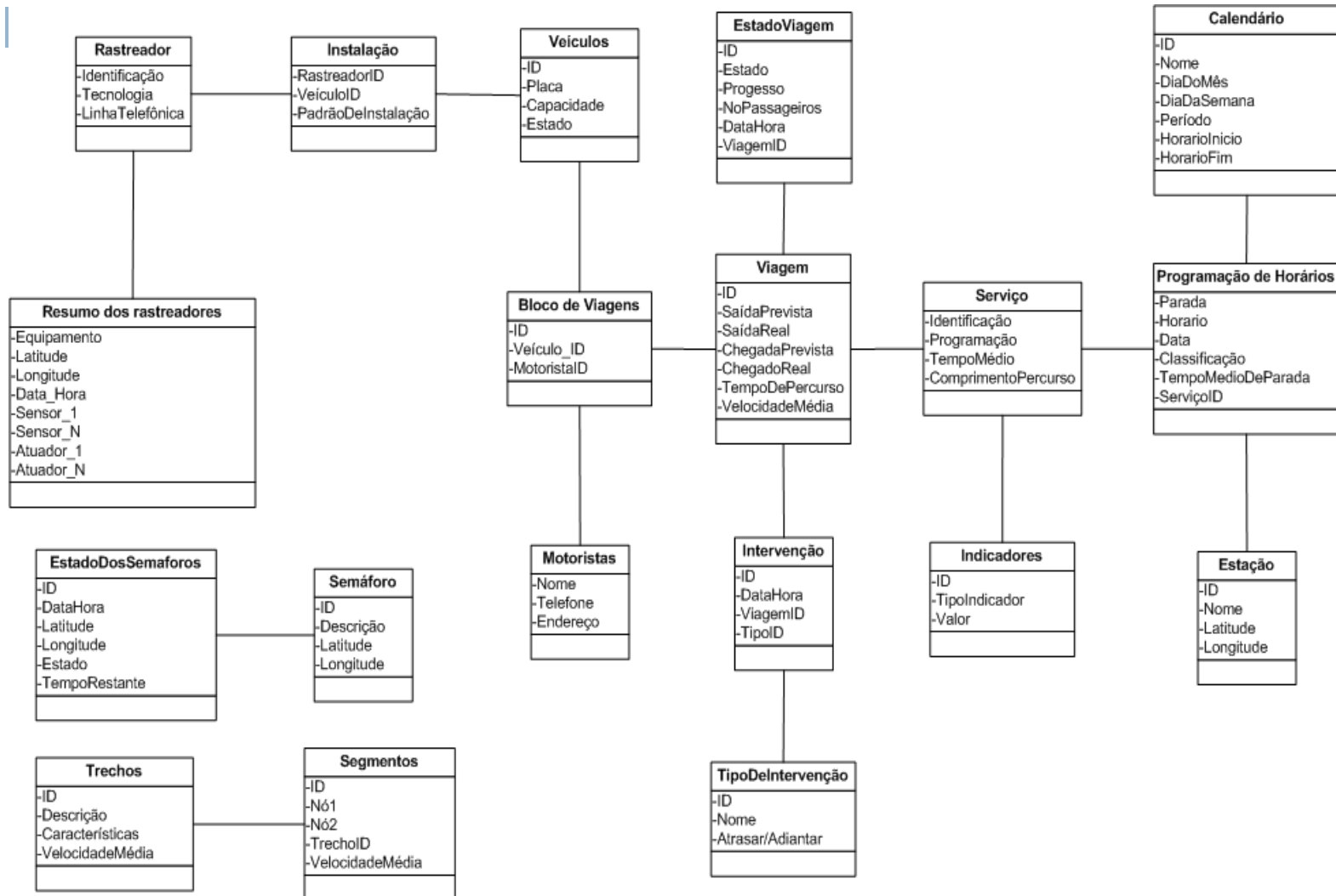
- ▣ **Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados** (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - **Transformações ocorridas na mobilidade urbana em função do Sistema BRT MIO, em Cali – Colômbia**

	Coletivo	MIO	Variação
Empresas Operadoras	30	5	-83.33%
Rotas	231	81	-64.94%
Somatório das Rotas (Km)	10,235	909	-91.12%
Tamanho médio das rotas (Km)	44	14	-68.18%
Km percorridos por dia	1,000,000	159,900	-84.01%
IPK medio	1.37	8.7	535.04%
Quantidade de veículos	4,351	993	-77.18%

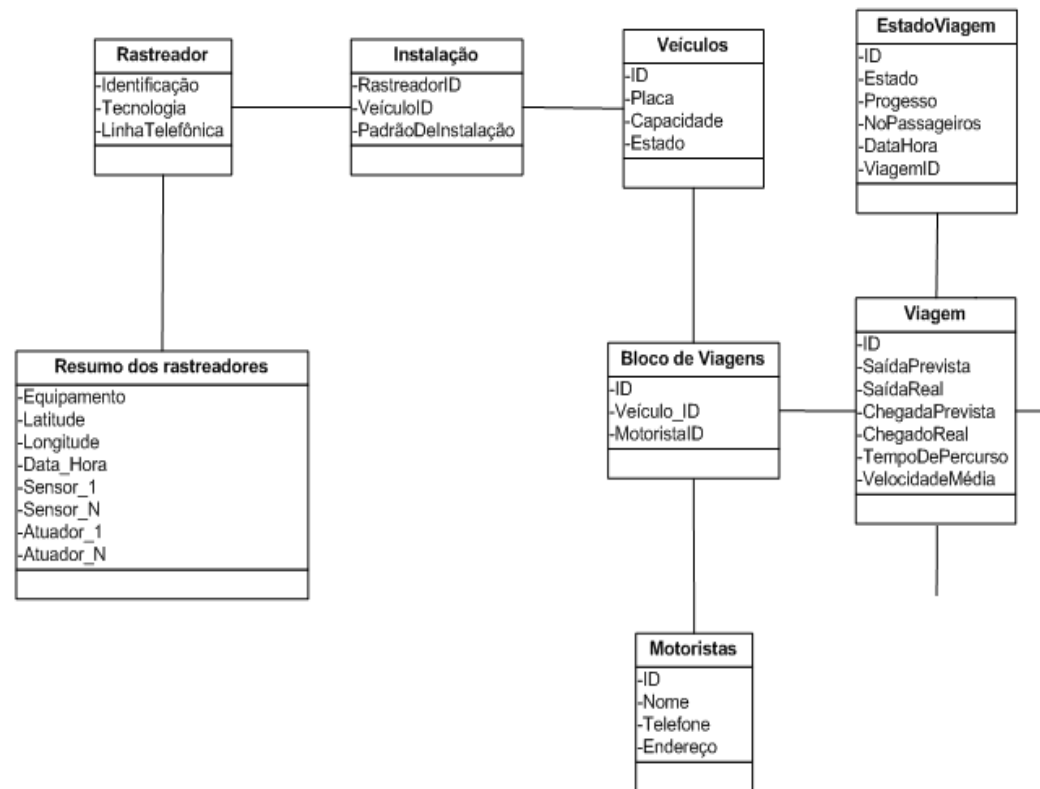
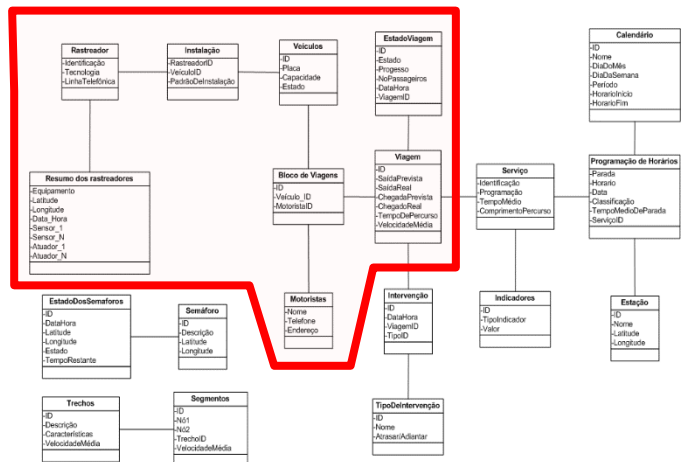
Exemplo de Modelagem

- **SCO = Sistema de Controle Operacional**
 - ~ Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - ~ **Operação de Transporte Público de Rota Fixa**
 - Gestão da Oferta
 - Controle da Operação

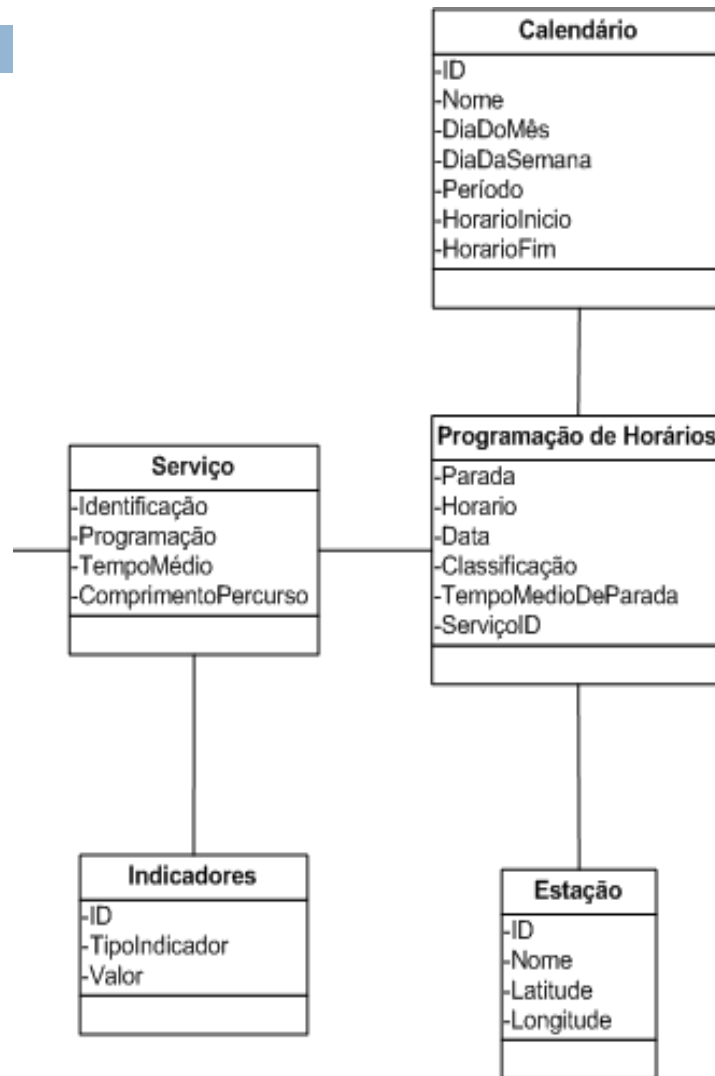
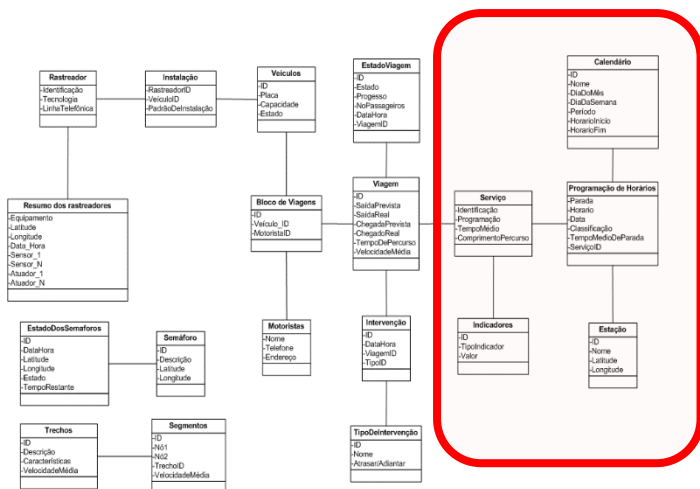
O diagrama de classes abaixo apresenta como a informação deve ser organizada para atender aos objetivos do **SCO**, descrevendo as estruturas de informação.



Após criar as viagens no SM (sistema de monitoramento), esta passa a ser monitorada pelo SCO (sistema de controle operacional) e este registra periodicamente o estado desta.

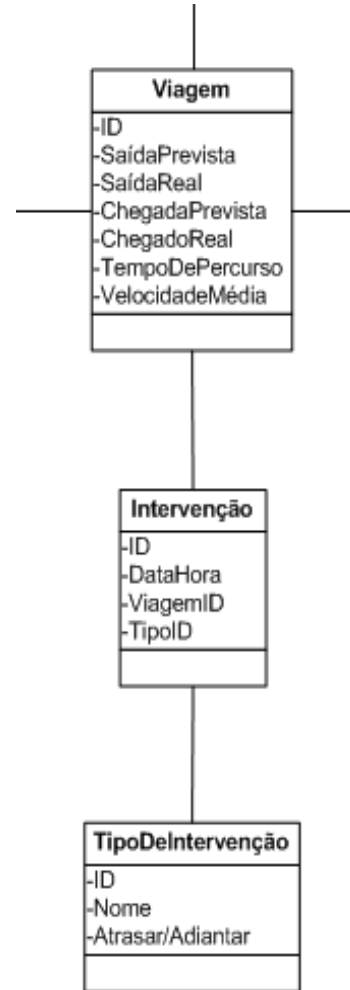
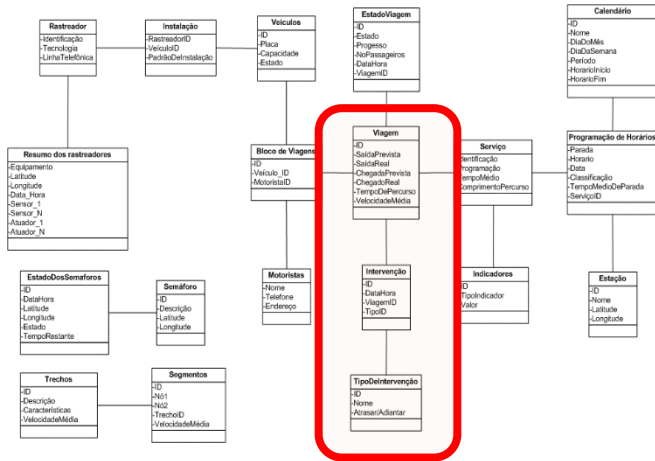


O SCO calcula indicadores dos serviços comparando os tempos de viagem com a programação de horários. Esta última deve existir para cada item cadastrado.

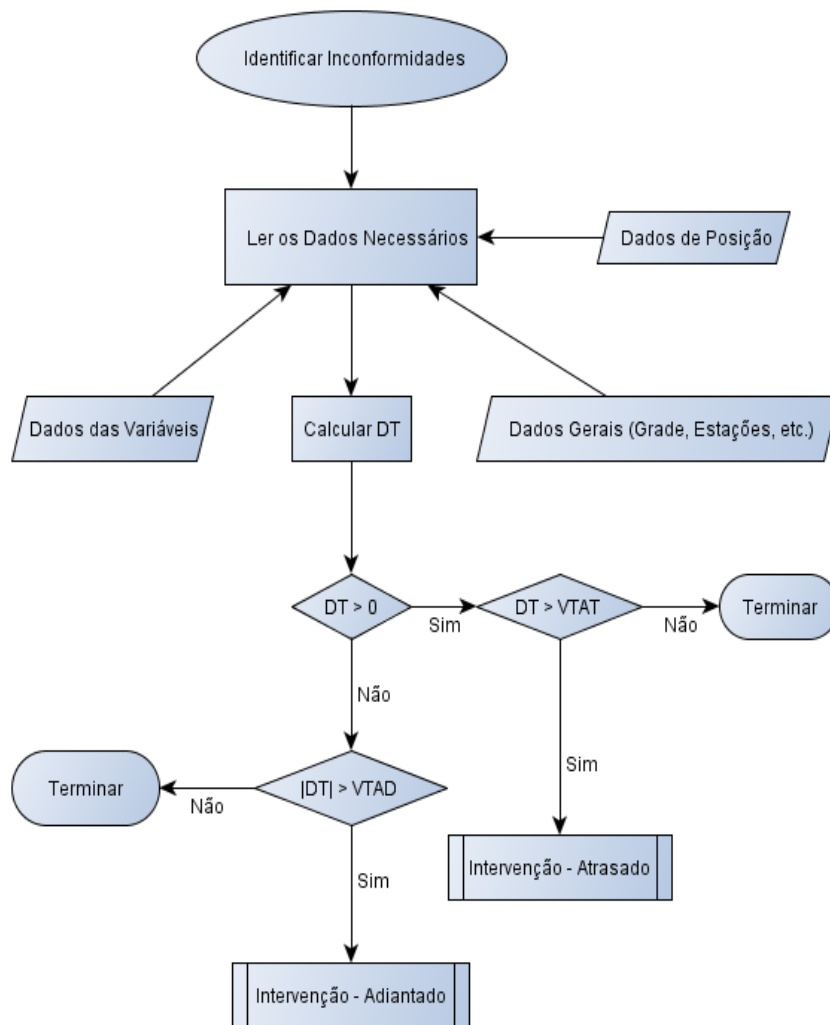


As intervenções são inseridas na fila de intervenção. Esta pode ser um acionamento (ação) em determinado semáforo ou o envio de mensagens ao Condutor (Motorista) e/ou aos

Passageiros.



Processo de decisão para atuar nos ônibus que estão prestando serviço



- **DT** é a diferença entre o real e a programação dos ônibus
- **VTAT** é o valor de tolerância antes de considerar o ônibus atrasado
- **VTAD** é o valor de tolerância antes de considerar o ônibus adiantado
- **Dados de variáveis** são os parâmetros cadastrados no SG.

A intervenção pode ser realizada por meio de alertas e mensagens automáticas, que possuem objetivos diferentes (produzindo o efeito de atraso ou adiantamento dos serviços)

Ex. ações que atrasam:

- Aviso ao motorista para reduzir a velocidade e seguir em ritmo mais lento
- Aviso ao motorista para aguardar parado alguns segundos após o embarque ou desembarque na estação

Ex. ações que adiantam:

- Pular a próxima estação
 - Se uma sequência de ônibus prestando o mesmo serviço estiver produzindo o efeito de “sanfonamento”, pode ser conveniente emitir a ordem de pular a próxima estação para um deles. Essa intervenção não pode ocorrer se algum passageiro desejar desembarcar
- Prolongar determinado sinal verde ou adiantar a abertura do mesmo
- Solicitação de ônibus extra

Potencial de Impactos e Impactos Medidos

- O planejamento para implantação de sistemas BRT visa obter, segundo análise apresentada nos estudos do *National Research Council - Transportation Research Board- USA*, que avaliou aproximadamente 800 sistemas de Apoio a Operação e Informação ao Usuário, sendo 147 com mais de 50 ônibus, 30 com mais de 500 ônibus e 10 com frota superior a 2.000 ônibus, as seguintes melhorias no desempenho dos sistemas de transporte:
 - **Combustível: de 5% a 15%** (10% para frotas da ordem de 1.000 ônibus)
 - **Material rodante: entre 7% e 15 %** (10,5% para frotas com 1.000 ônibus)
 - **Manutenção: entre 2 e 5%** (3,5 para frotas com 1.000 ônibus)
 - Redução de pessoal de campo (despacho) e ganho de produtividade: entre 80% e 90% e custos salariais em 13%
 - **Redução da frota entre 2% e 5%, com aumento de 30% na regularidade**
 - Redução de 40% em chamadas de emergência, 60% em sinistros e de 80% em processos e custas legais
 - **Redução do tempo de atendimento em emergências de até 40%**

Estrutura Proposta



Bibliografia BRT/ITS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ISO/TR 14813-1**: Sistemas inteligentes de transporte – Arquitetura(s) de modelo de referência para o setor de ITS – Parte 1: Domínios de serviço, grupos de serviço e serviços de ITS. Projeto 127:000.00-002/1. 2010. 37 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ISO/TR 14813-2**: Sistemas de controle e informação de transportes – Arquitetura(s) de modelo de referência para o setor de TICS – Parte 2: Arquitetura de referência de núcleo de TICS. Projeto 127:000.00-002/2. 2010. 81p.
- BRASIL. Ministério das Cidades – Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. **Manual de BRT (Bus Rapid Transit) – Guia de Planejamento**. Brasília, 2008. 898 p.
- GORNI, Daniel. **Modelagem para Operação de Bus Rapid Transit (BRT)**. 2010. 109 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2010.

Bibliografia BRT/ITS

- ❑ MARTE, Claudio Luiz. **Sistemas Computacionais Distribuídos aplicados em Automação dos Transportes**. 2000. 249 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2000.
- ❑ NTU [Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos]. **Avaliação comparativa das modalidades de transporte público urbano**. Elaborado por Jaime Lerner Arquitetos Associados. Brasília, 2009. 92 p.
- ❑ NTU [Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos]. **Conceitos e Elementos de Custos de Sistemas BRT**. Elaborado por Logit. Brasília, 2010. 72 p.
- ❑ SILVA, Danyela Moraes. **Sistemas Inteligentes no Transporte Público por Ônibus**. 2000. 144 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), Porto Alegre, 2000.

Bibliografia BRT/ITS

- AMERICAN PUBLIC TRANSPORTATION ASSOCIATION (APTA). **Standards Development Program Recommended Practice: Implementing BRT Intelligent Transportation Systems.** 2010. 34 p.
- AUSTRÁLIA. AUSTROADS. **Defining Applicability of International Standards for Intelligent Transport Systems (ITS).** AP-R338/10. 2010. 111 p.
- CANADÁ. ITS Canadá (ITSCa). **Arquitetura ITS (versão 2.0).** Disponível em <http://www.tc.gc.ca/innovation/its/eng/architecture.htm>. Acesso em setembro de 2010.
- ESTADOS UNIDOS. ITS America (ITSA). **Arquitetura ITS (versão 6.1).** Disponível em <http://www.iteris.com/itsarch/html/entity/paents.htm>. Acesso em agosto de 2010.
- RITA (Research and Innovate Technology Administration). Disponível em www.its.dot.gov. Acesso em outubro de 2010.
- KULYK, Walter; HARDY, Matthew. **ITS Enhanced Bus Rapid Transit Systems.** 10 p.

Leitura Recomendada – Aulas 7 até 10

- ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. **Sistemas Inteligentes de Transportes**. Série Cadernos Técnicos – Volume 8. São Paulo. Maio de 2012.
 - ▣ **Artigo 6: Estudo Preliminar de Funções ITS aplicadas na Operação de Sistemas BRT (ITS4BRT)**

- Revista dos Transportes Públicos (ANTP), nº 130, págs 39 à 53 (ano 34, 1º quadrimestre de 2012)
 - ▣ <http://issuu.com/efzy/docs/rtp2012-130-00/1?mode=embed&layout=http://portal1.antp.net/issuu/whiteMenu/layout.xml>

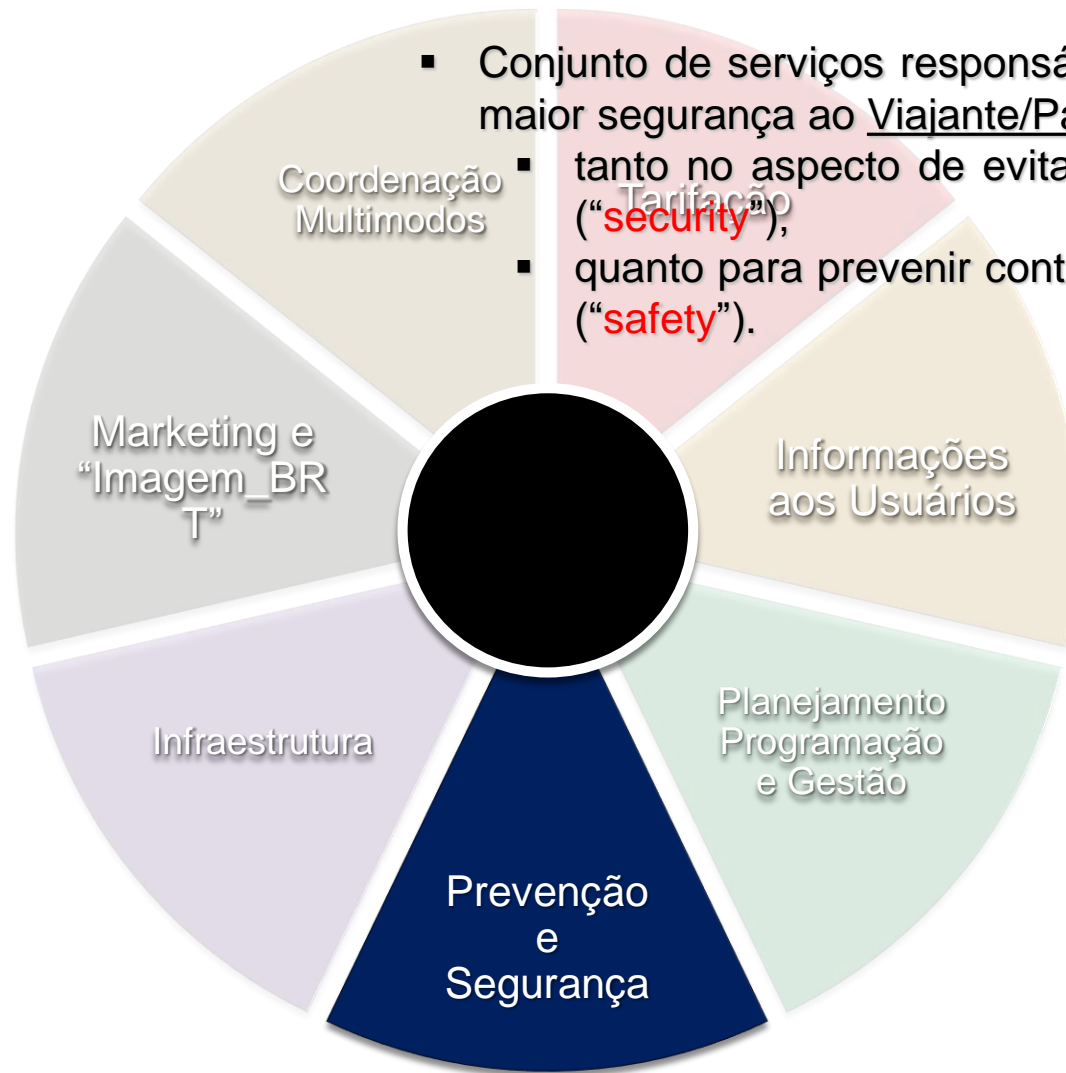
PTR2580 – Fundamentos de ITS

- Claudio L. Marte
 - ▣ Tel (Poli): 3091-9983
 - ▣ E-mail: claudio.marte@usp.br

- STOA:
 - ▣ PTR2580_1sem17_T51 (quarta) ou
 - ▣ PTR2580_1sem17_T50 (quinta)
 - ▣ Fundamentos de Sistemas Inteligentes de Transporte



Estrutura Proposta



14813 – 1: Domínios de serviços (grupos) ITS

Arquitetura de referência de ITS

3. Veículo

3.1 Aumento da visão relacionada ao transporte

3.2 Operação automatizada do veículo

3.3 Prevenção contra colisão

3.4 Prontidão quanto à segurança

3.5 Implantação da retenção de pré-impacto

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

Arquitetura de referência de ITS

8. Segurança Pessoal Relacionada Ao Transporte Rodoviário

8.1 Segurança do transporte público

8.2 Melhoria da segurança para usuários vulneráveis na rodovia

8.3 Melhoria da segurança para usuários com necessidades especiais na rodovia

8.4 Precauções de segurança para pedestres que utilizam cruzamentos e conexões inteligentes

Prevenção e Segurança

- Prevenção contra colisão
- Monitoramento Preventivo de Direção
- Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais
- Controle de Aglomeração / Superlotação
- Integração com sistemas de Segurança Pública e Emergência
- Controle Automático de Abertura de Portas das Estações (Embarque/Desembarque e Saídas de Emergência)

Prevenção e Segurança

- **Prevenção contra colisão**
- Monitoramento Preventivo de Direção
- Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais
- Controle de Aglomeração / Superlotação
- Integração com sistemas de Segurança Pública e Emergência
- Controle Automático de Abertura de Portas das Estações (Embarque/Desembarque e Saídas de Emergência)

Prevenção e Segurança

Prevenção contra colisão

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ **Função que**
 - realiza a **medição de aproximação do veículo a obstáculos e a outros veículos**
 - informa ao Condutor quanto ao **risco de colisão**
 - por alarme sonoro e luminoso

Prevenção e Segurança

- ▣ Prevenção contra colisão
- ▣ **Monitoramento Preventivo de Direção**
- ▣ Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais
- ▣ Controle de Aglomeração / Superlotação
- ▣ Integração com sistemas de Segurança Pública e Emergência
- ▣ Controle Automático de Abertura de Portas das Estações (Embarque/Desembarque e Saídas de Emergência)

Prevenção e Segurança

Monitoramento Preventivo de Direção

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Função que tem como objetivo **monitorar o comportamento do Condutor** em relação à **dirigibilidade**
 - É realizado através de câmeras, sensores de aceleração e de **medição de velocidade**
 - A medição de **aceleração no plano horizontal** permite verificar a **forma como o Condutor aumenta e reduz a velocidade** do veículo e realiza as curvas
 - A medição da **aceleração no plano vertical** permite monitorar o estado de conservação do pavimento

Prevenção e Segurança

Monitoramento Preventivo de Direção

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Os dados armazenados (**georreferenciados e/ou indexados por eventos**) podem ser utilizados para **avaliação do comportamento em cada viagem**
 - durante um período - p.ex.: no dia ou no mês
 - **Pode contribuir:**
 - para o **planejamento de treinamento dos Condutores**
 - na **melhoria da dirigibilidade** (custo, segurança, conforto)

Prevenção e Segurança

- ▣ Prevenção contra colisão
- ▣ Monitoramento Preventivo de Direção
- ▣ **Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais**
- ▣ Controle de Aglomeração / Superlotação
- ▣ Integração com sistemas de Segurança Pública e Emergência
- ▣ Controle Automático de Abertura de Portas das Estações (Embarque/Desembarque e Saídas de Emergência)

Prevenção e Segurança

Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais

- Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:
 - ▣ Função que consiste no monitoramento por imagem
 - embarcado nos veículos do TPCU, estações, terminais, paradas, bilheterias, plataformas, vias e pátios de estacionamento dos veículos do TPCU
 - Pode contribuir para proporcionar uma “sensação de maior segurança” aos Usuários e Passageiros.

Prevenção e Segurança

Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ Possui **objetivos distintos** (dependendo da **localização das câmeras**):
 - **Entorno das estações:** prevenir riscos aos Usuários e ao patrimônio (**ação de criminosos**)
 - **Interior da estação:** as câmeras, além do objetivo anterior, contribuem para **controlar a superlotação, comportamentos inadequados, vendedores não autorizados, assédio, evasão de receita e na apuração de fraudes**

Prevenção e Segurança

Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ **Possui objetivos distintos (2):**
 - **Interior dos veículos:** visam proporcionar
 - mais segurança aos Condutores/Passageiros/Agentes de Comercialização contra fraude, vandalismo e crime (**foco para dentro**)
 - mais conforto nas viagens (**foco para frente do veículo**)
 - permitindo a visualização de possíveis acidentes
 - Alarmes podem ser ativados por Condutores/Usuários do TPCU e enviados à central de operações (CCO)
 - A chamada do **botão (pedal) de pânico** deve ser incluída em planos de tratamento de incidentes / acidentes
 - P.ex.: transmissão da imagem e som ambiente, ativada em função do acionamento do botão de pânico.

Prevenção e Segurança

Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ Possui **objetivos distintos (3):**
 - **Vias segregadas:** as câmeras têm como objetivo verificar a existência de **elementos que possam colocar em risco** o veículo, o Condutor e o Passageiro no percurso da viagem, como obstáculos e ação suspeita
 - Previnem também contra a **invasão da via por veículos não autorizados** e pedestres

Estrutura Proposta



Prevenção e Segurança

- ▣ Prevenção contra colisão
- ▣ Monitoramento Preventivo de Direção
- ▣ Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais
- ▣ **Controle de Aglomeração / Superlotação**
- ▣ Integração com sistemas de Segurança Pública e Emergência
- ▣ Controle Automático de Abertura de Portas das Estações (Embarque/Desembarque e Saídas de Emergência)

Prevenção e Segurança

Controle de Aglomeração / Superlotação

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - Função para monitorar a **quantidade de Viajantes e Passageiros** presentes nas estações e veículos, com a finalidade de:
 - **determinar o nível de ocupação**
 - **evitar tumultos e desconforto**
 - Pode utilizar
 - um sistema de monitoramento por imagem para atender o objetivo
 - assim como catracas e portas de acesso automáticas para limitar o fluxo de Passageiros
 - Em situações de pânico as catracas em entradas/saídas devem proporcionar um mecanismo que facilite a evacuação (livre passagem)

Prevenção e Segurança

- ▣ Prevenção contra colisão
- ▣ Monitoramento Preventivo de Direção
- ▣ Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais
- ▣ Controle de Aglomeração / Superlotação
- ▣ **Integração com sistemas de Segurança Pública e Emergência**
- ▣ Controle Automático de Abertura de Portas das Estações (Embarque/Desembarque e Saídas de Emergência)

Prevenção e Segurança

Integração com sistemas de Segurança Pública e Emergência

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ “Coordenação **Multimodos**”
 - ▣ **Função que consiste no compartilhamento de informações, voz e imagem com as forças de segurança e emergência**
 - com o objetivo de prevenir e tratar situações críticas, riscos aos Usuários e prejuízos ao sistema de TPCU
 - causados por contraventores e criminosos, vândalos, **condições climáticas ou acidentes**
 - ▣ Pode disponibilizar e utilizar dados das Polícias Civil e Militar, SAMU, Defesa Civil e Corpo de Bombeiros

Prevenção e Segurança

- ▣ Prevenção contra colisão
- ▣ Monitoramento Preventivo de Direção
- ▣ Monitoramento dos veículos (interno), do entorno ao veículo (externo), das vias, das estações e dos terminais
- ▣ Controle de Aglomeração / Superlotação
- ▣ Integração com sistemas de Segurança Pública e Emergência
- ▣ Controle Automático de Abertura de Portas das Estações (Embarque/Desembarque e Saídas de Emergência)

Prevenção e Segurança

Controle Automático de Abertura de Portas das Estações (Embarque/Desembarque e Saídas de Emergência)

- **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**
 - ▣ Função que objetiva **garantir a segurança dos Usuários**
 - ▣ Minimiza riscos de acidentes envolvendo os Viajantes
 - durante a espera nas estações e plataformas
 - **no momento de embarque e desembarque dos veículos**
 - ▣ Podem ser utilizados, por exemplo:
 - dispositivos anti-esmagamento
 - sensores de posicionamento

Planejamento, Programação e **Gestão**

- **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**
 - ▣ Medição (aquisição da informação embarcada, das estações e das vias)
 - ▣ Monitoramento e Gestão de Frota
 - Gerenciamento da Frota de Transporte Público
 - ▣ Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas)
 - Operação de Transporte Público de Rota Fixa
 - ▣ **Controle de Vias e Portas das Estações**
- **Sistemas Críticos Autônomos**
 - ▣ Estacionamento preciso em estações e paradas
 - ▣ Guiagem Automática

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

□ **Controle de Vias e Portas das Estações**

▣ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**

■ **Tipo 1 - Controle Automático de Abertura de Portas:**

- Contribui para incrementar a **velocidade comercial** e o **fluxo operacional**, mantendo a sincronia de abertura das portas das estações com as dos veículos do TP
 - quando estes estiverem em adequado posicionamento

■ **Tipo 2 - Fiscalização do uso (seletivo / exclusivo) das vias do corredor:**

- **Importante** para fiscalizar o uso e **coibir a utilização das faixas do BRT por veículos não autorizados**
- Garante a manutenção do desempenho operacional do corredor e reduz acidentes

ITS4BRT: Estrutura Proposta

- **Planejamento, Programação e Gestão**
 - Planejamento
 - Programação
 - **Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)**
 - Medição (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - Monitoramento e Gestão de Frota [Gerenciamento de Frota do TP]
 - Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas) [Operação de TP de Rota Fixa]
 - Controle de Vias e Portas das Estações
 - **Sistemas Críticos Autônomos**
 - Estacionamento preciso em estações e paradas
 - Guiagem Automática

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

□ **Sistemas Críticos Autônomos**

■ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**

- Sistemas concebidos para **auxiliar, de forma automática ou semi-automática, em operações que necessitam de um maior grau de precisão e habilidade**
- **Objetivam a otimização da operação**
 - **precisão e velocidade**

ITS4BRT: Estrutura Proposta

- **Planejamento, Programação e Gestão**
 - ▣ Planejamento
 - ▣ Programação
 - ▣ Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)
 - Medição (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - Monitoramento e Gestão de Frota [Gerenciamento de Frota do TP]
 - Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas) [Operação de TP de Rota Fixa]
 - Controle de Vias e Portas das Estações
 - ▣ **Sistemas Críticos Autônomos**
 - **Estacionamento preciso em estações e paradas**
 - Guiagem Automática

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

□ **Sistemas Críticos Autônomos**

■ **Estacionamento preciso em estações e paradas**

■ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**

- É utilizado no alinhamento nas estações (paradas) para operações de embarque/desembarque
- Propicia **mais agilidade e precisão na parada dos veículos do TPCU**
 - Visa **eliminar variações decorrentes dos diferentes níveis de habilidade dos Condutores**
- Mantêm uma expectativa de localização previsível e confiável de acoplamento entre o veículo do TPCU e a plataforma
 - Assim como de alinhamento entre as portas dos veículos e das estações

ITS4BRT: Estrutura Proposta

- **Planejamento, Programação e Gestão**
 - ▣ Planejamento
 - ▣ Programação
 - ▣ Gestão (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)
 - Medição (aquisição da informação embarcada, das estações, terminais e vias)
 - Monitoramento e Gestão de Frota [Gerenciamento de Frota do TP]
 - Monitoramento e Gestão dos Serviços Prestados (Viagens, Rotas e Ofertas) [Operação de TP de Rota Fixa]
 - Controle de Vias e Portas das Estações
 - ▣ **Sistemas Críticos Autônomos**
 - Estacionamento preciso em estações e paradas
 - **Guiagem Automática**

Planejamento, Programação

e **Gestão** (Supervisão, Fiscalização e Controle Operacional)

□ **Sistemas Críticos Autônomos**

■ **Guiagem Automática**

■ **Definição da Funcionalidade [PROPÓSITO (o que é ?)]:**

- Em vias segregadas e estreitas pode permitir uma condução e estacionamento (nas paradas) mais precisos e seguros **sem a necessidade de intervenção do Condutor**
 - exceto em situações de emergência
 - eliminando-se as variações decorrentes dos diferentes níveis de habilidade do Condutor
- A aplicação desta funcionalidade pode propiciar
 - **Manobras de acostamentos precisos nas paradas**
 - **Aumento da velocidade comercial**
 - Redução da largura das faixas de rodagem