

## RELATÓRIO DE AUDITORIA EXTRAPLANO

### 1. ORDEM DE SERVIÇO

Nº 2018.11204.1

### 2. IDENTIFICAÇÃO

#### 2.1. Objeto

Sistema Integrado de Monitoramento (SIM)

#### 2.2. Objetivo

Analisar a utilização do sistema informatizado

#### 2.3. Unidade Fiscalizada

São Paulo Transporte S/A (SPTrans)

#### 2.4. Período de Realização

12.03.18 a 27.02.23

#### 2.5. Período de Abrangência

15.03.18 à 28.02.23

#### 2.6. Equipe Técnica

Antonio Almeida de Sousa

RF nº 20.131

Adriano Pinheiro B. Menezes

RF nº 20.290

## 2.7. Glossário e Siglas

Siglas	Significados
AVL	<i>Automatic Vehicle Location</i> – tradução livre de “Localização Automática de Veículo”
AI	Auto de Infração
API	<i>Application Programming Interface</i> – Interface de Programação de Aplicação
APN	<i>Access Point Name</i> - ponto de acesso da rede móvel
BI	Boletim de Irregularidade
BU	Bilhete Único
CCI	Centro de Controle Integrado
CET	Companhia de Engenharia de Tráfego
CI	Subsistemas de Corredores Inteligentes
COC	Centros de Operação dos Concessionários
Comin	Comissão de Infrações e Multas
COT	Centros de Operação dos Terminais
DM	Decreto Municipal
DP	Descumprimento de Partida
DOC	Diário Oficial da Cidade
e-BI	Boletim de Irregularidade Eletrônico
GPRS	<i>General Packet Radio Services</i> ou Serviços Gerais de Pacote por Rádio
GPS	<i>Global Positioning System</i> – Sistema de Posicionamento Global
GSM	<i>Global System for Mobile</i> – Sistema Global para Comunicações Móveis
M2M	<i>Machine to Machine</i> – Máquina para Máquina
ITS	Sistema de Transporte Inteligente
LM	Lei Municipal
OSO	Ordem de Serviço Operacional
PALC	Processo Administrativo de Licitação e Contrato
PIN	<i>Personal Identification Number</i>
PMV	Painéis de Mensagens Variáveis
Resam	Regulamento de Sanções e Multas
RLE	Regional Leste
SIM	Sistema Integrado de Monitoramento
SBE	Sistema de Bilhetagem
SGG	Sistema de Gerenciamento de Garagens
SMGO	Sistema de Monitoramento e Gestão Operacional
SMT	Secretaria Municipal de Mobilidade e Trânsito
SPTrans	São Paulo Transporte S/A
SQL	<i>Structured Query Language</i>
TP	Terminal Primário
TS	Terminal Secundário
PMV	Painel de Mensagem Variável
UCP	Unidade Central de Processamento

## 2.8. Procedimentos

- Verificar histórico de desenvolvimento e implantação, empresas responsáveis e o montante despendido com o Sistema Integrado de Monitoramento (SIM);
- Verificar arquitetura de *Software* e *Hardware* do SIM e sua relação com Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE);
- Verificar módulos e funcionalidades atuais;
- Entrevistar setor técnico;
- Verificar a segurança dos protocolos de comunicação entre os equipamentos e a aplicação;
- Verificar a tecnologia de comunicação do equipamento;
- Verificar o tamanho do *buffer* dos equipamentos e periodicidade de transmissão;
- Verificar se existem pontos de controle no trajeto (Pontos Notáveis) e tecnologia usada;
- Verificar se existe inteligência para detecção de fraudes (reportes de posição com pouco nexos);
- Verificar aplicação do sistema em fiscalização;
- Verificar aplicações em demandas de planejamento operacional ou estratégico.

## 3. RESULTADO

### 3.1. Introdução

O Sistema Integrado de Monitoramento (SIM), que entrou em operação em 2008<sup>1</sup>, é um *software* que possibilita o monitoramento, controle e fiscalização da qualidade do serviço prestado à população pelas empresas operadoras do sistema de transporte

---

<sup>1</sup> EDITAL CONCORRÊNCIA Nº 001/2015-SMT-GAB GRUPO ESTRUTURAL PROCESSO Nº 2015-0.051.567-8

coletivo urbano de passageiros na cidade de São Paulo, mediante a coleta e disponibilização contínua de informações sobre os veículos, viagens, terminais, passageiros, sistema viário e sobre as interfaces entre estes elementos, ou seja, faz parte de um sistema de transporte inteligente.

O sistema de transporte do município de São Paulo, com uma frota de aproximadamente 13.700 veículos, operando em cerca de 1.300 linhas, é considerado um dos maiores sistemas de transporte sobre pneus do mundo, envolvendo considerável volume de recursos da ordem de **R\$ 10,3 bilhões em 2022, dos quais R\$ 5,3 bilhões** financiados com recursos oriundos do Tesouro municipal e R\$ 5,0 bilhões pela arrecadação tarifária.

O SIM é viabilizado por um detalhado cadastro de dados (itinerários, pontos e abrigos, etc.), organizado pela SPTrans no sistema denominado INFOTRANS, o qual possui uma base georreferenciada e um banco de dados relacional *Structured Query Language* (SQL) Server – Linguagem de Consulta Estruturada.

O sistema permite rastrear a posição de cada veículo da frota “em tempo real” por meio de equipamentos AVLS (*Automatic Vehicle Location* – Localização Automática de Veículo) dotados de GPS (*Global Positioning System* – Sistema de Posicionamento Global) e rede de telefonia celular GPRS (*General Packet Radio Service* – Serviços Gerais de Pacotes por Radio).

O SIM possui módulos, APIs (*Application Programming Interface* – Interface de Programação de Aplicação) e funcionalidades integradas que permitem à SPTrans monitorar, controlar e fiscalizar o cumprimento das viagens, a operação das linhas, terminais e corredores de ônibus, gerenciamento da frota, comunicação com o motorista sobre problemas nas vias, entre outras.

Numericamente, o sistema apresenta um grande volume de dados e monitora os seguintes quantitativos de eventos, conforme informações fornecidas pela SPTrans mediante Requisição 1 – fls. 6/7 da peça 01:

- 27.000.000 eventos por dia;
- 400 eventos por segundo;
- 2.800 linhas monitoradas<sup>2</sup>;
- 13.700 veículos rastreados;
- 1.300.000 previsões por hora;
- 180.000 viagens por dia;
- 240 vias no mapa de fluidez;
- 21 terminais com tecnologia;
- 568 câmeras;
- 7 corredores monitorados;
- 706 PMVs.

A evolução do sistema está prevista nos editais das Concorrências nº 001, 002 e 003/2015 – Licitação dos Serviços de Transporte coletivo de Passageiros – Anexo VII<sup>3</sup>, nas quais está prevista a migração do SIM para um novo sistema a ser desenvolvido pelas empresas/consórcios vencedores dos 32 lotes de serviços, denominado Sistema de Monitoramento e Gestão Operacional (SMGO).

Seguem alguns marcos temporais relacionados ao tema:

---

<sup>2</sup> Considera o monitoramento das linhas nos dois sentidos da viagem, ou seja, ida e volta.

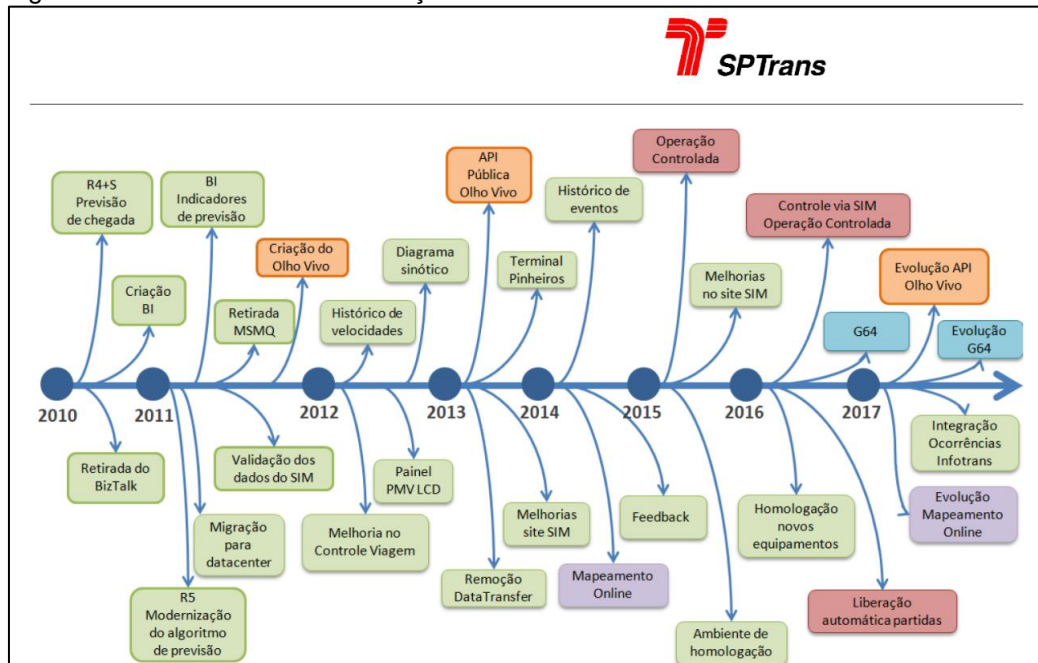
<sup>3</sup> Disponível em:

[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/edital/001\\_ESTRUTURAL\\_20181205/ANEXO\\_VII\\_SMGO.zip](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/transportes/edital/001_ESTRUTURAL_20181205/ANEXO_VII_SMGO.zip) - Acesso em 02.03.23.

- 1976: Controle de Tráfego, criação da Companhia de Engenharia de Tráfego (CET);
- 1995: Gerenciamento do Transporte Público, criação da SPTrans;
- 2001: Gerenciamento do Transporte Público, com a Lei Municipal nº 13.241/01, que organiza o sistema de transporte coletivo urbano;
- 2004: Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE), com a implantação do Bilhete Único (BU), cartão eletrônico sem contato do SBE da SPTrans, baseado em política tarifária de integração. No final de 2005, o BU passou a ser aceito no Metrô e na CPTM;
- 2008: Sistema Integrado de Monitoramento (SIM), com a conclusão da instalação dos AVLS (*Automatic Vehicle Location*) em toda a frota, Painéis de Mensagens Variáveis (PMV) em corredores e terminais, informações no portal da SPTrans e Sistema de Informação ao Usuário, o Olho Vivo.

As principais mudanças no SIM a partir de 2010 estão indicadas no diagrama a seguir:

Figura 1 - SIM – *Timeline* da evolução



Fonte: arquivo digital fornecido pela SPTrans.

Da *Timeline* na figura 1, destacam-se a implementação da Operação Controlada (Rede da Madrugada) em 2016 e a homologação de novos equipamentos 2016/2018.

A rede da Madrugada consistiu na implementação de funcionalidades e adequações para viabilizar o controle da operação da Rede Noturna no sistema de transporte (Vide item 3.4).

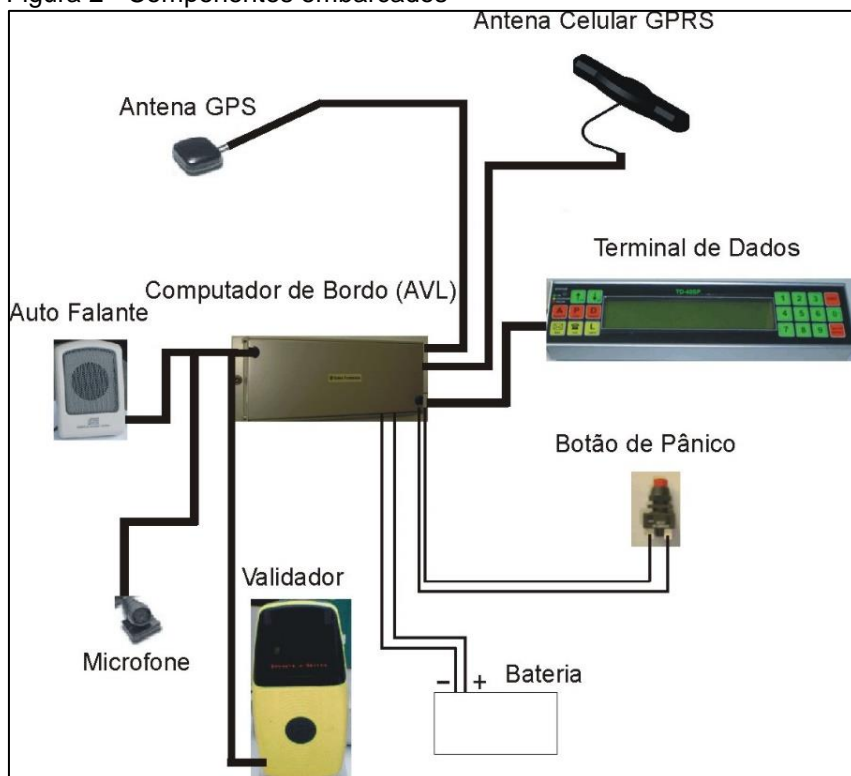
A homologação de novos equipamentos refere-se à aquisição de validadores do fornecedor Prodata com função de AVL, ou seja, equipamentos com funcionalidades tanto para o sistema de bilhetagem quanto para o sistema de monitoramento (Vide item 3.4).

Além dos equipamentos Prodata, em 2021 foi iniciada a substituição de equipamentos AVLS pelas Unidades de Processamento Central (UCP), com 32 nesse primeiro ano, 1.971 em 2022 e 1.089 em janeiro/2023, totalizando 3.092 unidades instaladas (Vide item 3.2.3).

### 3.2. Arquitetura do Sistema

O principal componente do sistema é o conjunto de equipamentos embarcados, instalado em todos os veículos da frota, constituído pelo computador de bordo - AVL, antenas GPS para localização, antena GPRS da Claro para comunicação, terminal de dados para registro de ocorrências (ex.: mal súbito de passageiro), alto-falante, microfone, botão de pânico e bateria.

Figura 2 - Componentes embarcados



Fonte: Anexo VII – Sistema de Monitoramento e Gestão Operacional (fl. 189 da peça 1).

O Sistema Integrado de Monitoramento (SIM), embora seja o mesmo iniciado em operação em 2008, passou por diversas alterações importantes nesse período que representaram modificações em sua arquitetura de comunicação de dados, de modo que, atualmente, as informações operacionais da frota de ônibus são encaminhadas ao *Data Center* por meio de 03 canais de comunicação conforme o equipamento

embarcado, quais sejam: i) Equipamentos AVL; ii) Validadores Prodata com função de AVL; e iii) Unidade Central de processamento (UCP).

### 3.2.1. Equipamentos AVL

Em consulta realizada no cadastro de AVLS no sistema Infotrans, verificamos a seguinte situação dos equipamentos atualmente instalados.

Quadro 1 – Modelos de AVLS. em janeiro/2023 – por ano de instalação

Modelo/ Fornecedor	Seq.	Função	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Total Geral	Composição (%)
iCONN	1	Somente AVL	-	-	1	1	16	26	-	44	0,3
MTC400	2	Somente AVL	-	-	6	1	2	11	5	25	0,2
MTC700	3	Somente AVL	24	32	36	22	24	8	27	173	1,3
NX3500	4	Somente AVL	10	7	44	74	62	72	3	272	2,0
NX5000	5	Somente AVL	219	120	245	323	192	213	17	1.329	9,7
Siemens	6	Somente AVL	-	-	1	-	-	2	-	3	0,0
UCP MTC700	7	Somente AVL	5	-	-	-	2	1.891	1.020	2.918	21,3
UCP NX6000	8	Somente AVL	3	-	-	-	30	80	62	175	1,3
Prodata	9	Validador e AVL	5	1.175	4.293	1.560	881	576	239	8.729	63,9
<b>Total Geral</b>			<b>266</b>	<b>1.334</b>	<b>4.626</b>	<b>1.981</b>	<b>1.209</b>	<b>2.879</b>	<b>1.373</b>	<b>13.668</b>	<b>100,0</b>

Fonte: Gerência de Sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicação – STI/GST/SPTTrans.

Conforme o quadro 1, atualmente o SIM possui 1.846 equipamentos AVL (modelos 1 a 6) e 3.093 Unidades Centrais de Processamento (UCP – modelos 7 e 8), equivalentes a 36,1% do total de equipamentos, ambos com função apenas de AVL e 8.729 (63,9%) validadores Prodata (modelo 9) com GPS integrado com função de bilhetagem e de AVL.

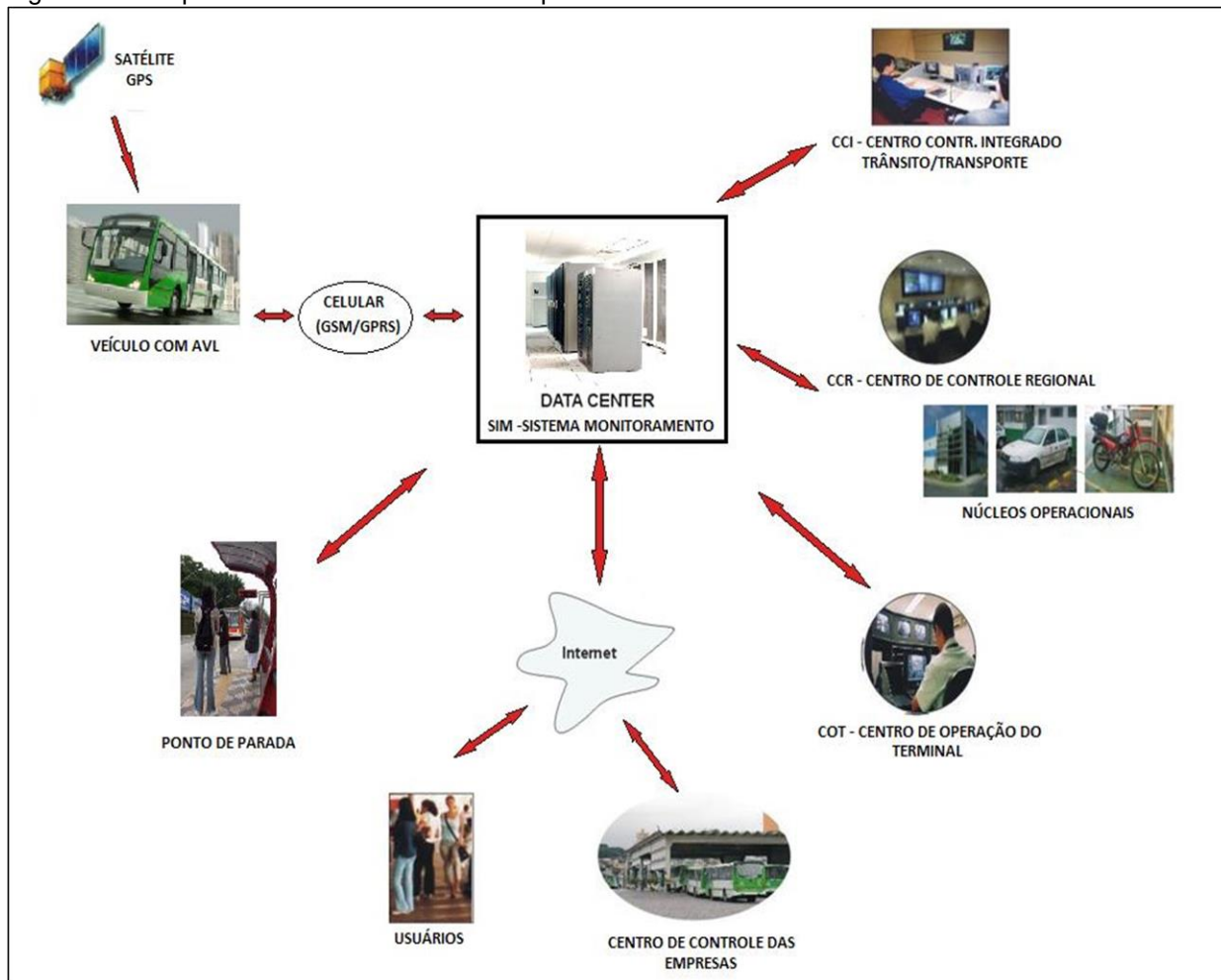
No caso do AVL, este possui ligação com o validador do Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE) por meio de cabo para assegurar que ambos os sistemas (SIM e SBE) estejam operando de forma sincronizada, de modo que o sentido da viagem

esteja configurado corretamente, isto é, ambos com a mesma linha e sentido de operação (centro-bairro ou bairro-centro) ou mais especificamente TP-TS e TS-TP, onde TP é o Terminal Primário e TS é o Terminal Secundário.

Tais AVL's se conectam ao *Data Center* da SPTrans por meio de um APN (*Access Point Network* – Ponto de Acesso de Rede) da Claro. O *Data Center* por sua vez permite a visualização e configuração dos dados, tanto por meio da *Internet* como nos Centros de Controle da SPTrans, conforme figura 3 a seguir.

No SIM, as informações coletadas nos AVLs são disponibilizadas para o público e podem ser acessadas por meio de aplicativos como “Cadê o Ônibus” e “Olho Vivo”. O SIM é composto pelos seguintes módulos/componentes, conforme Anexo VII – Sistema de Monitoramento e Gestão Operacional dos editais das Concorrências nº 001, 002 e 003/2015 – Licitação do Sistema de Transporte (fl. 187 da peça 1):

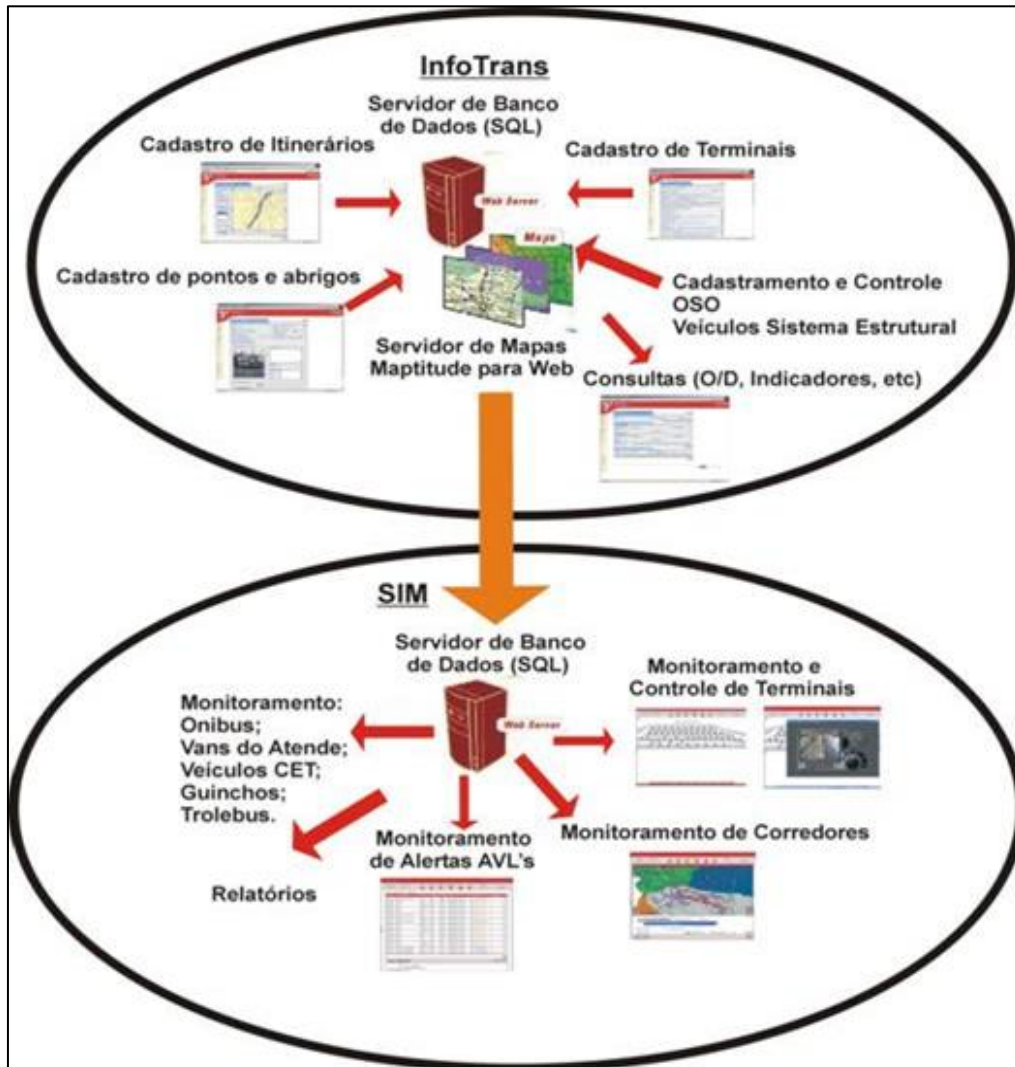
Figura 3 - Componentes do Sistema de Transporte Público



Fonte: Imagem fornecida pela SPTrans (fl. 187 da peça 1).

O SIM ainda recebe dados do sistema interno de gestão da operação da SPTrans denominado Infotrans.

Figura 4 - Integração Sistema de Monitoramento e Gestão Operacional.



Fonte: Anexo VII – Sistema de Monitoramento e Gestão Operacional (fl. 188 da peça 1).

- Centro de Controle Integrado (CCI);
- Centros de Operação dos Terminais (COT);
- Subsistemas de Corredores Inteligentes (CI);
- Centros de Operação dos Concessionários (COC);
- Gerenciamento de Frota;

- Equipamentos Embarcados (AVL);
- Subsistema Olho Vivo<sup>4</sup>.

### **3.2.2. Validadores Prodata com função de AVL**

Com relação aos validadores com função de AVL, em 2018, a Prodata, fornecedora de equipamentos de bilhetagem (validador) na frota de ônibus de São Paulo, submeteu à SPTrans seu equipamento validador com função de AVL com capacidade de processamento e hardware necessário para a implementação e uso de software que possibilitaria a geração de informações compatíveis com o SIM.

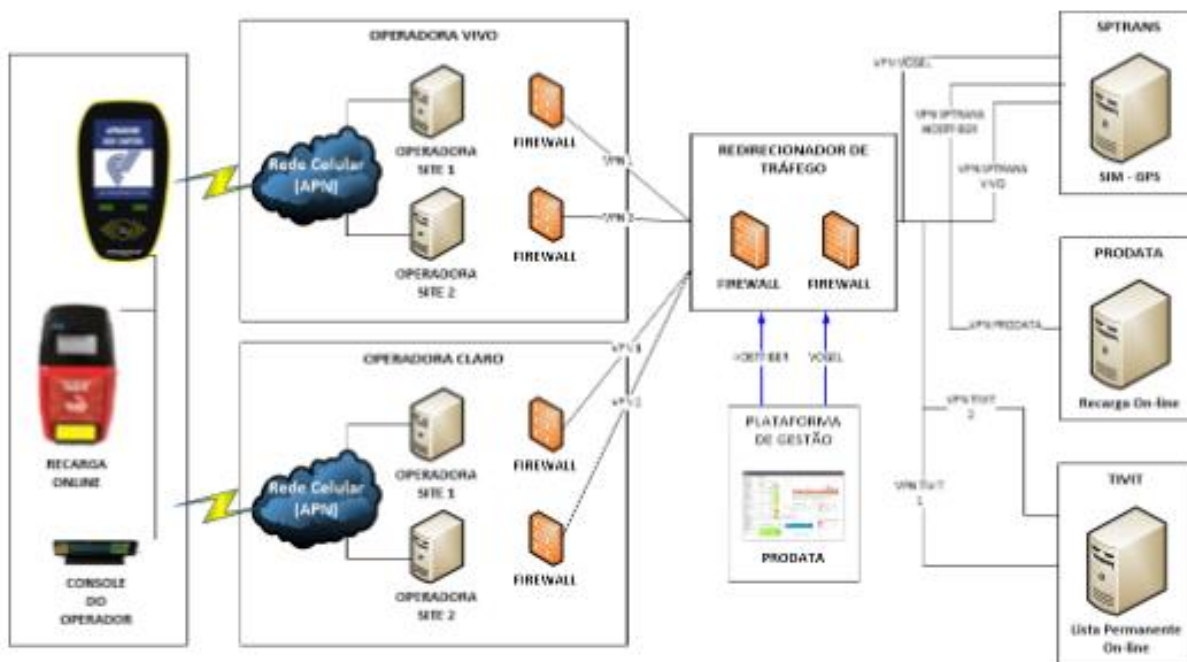
Após verificar que o equipamento possuía compatibilidade com o protocolo de comunicação do SIM, a SPTrans certificou o equipamento e promoveu a atualização de 10.000 equipamentos AVL da frota (antigos modelos de primeira e segunda geração) pelos AVL integrados aos validadores da Prodata.

Ressalta-se que a principal função do validador é viabilizar a cobrança de tarifa e recarga embarcada, entre outras. Com a inclusão da função de monitoramento AVL, criou-se a necessidade de um processo intermediário para separação e troca de informações dos sistemas (redirecionador de dados), de modo que a comunicação entre os 10.000 (em 2018 – atualmente 8.729) equipamentos da Prodata e o SIM na estrutura de comunicação deixou de ser direta, tal como ocorre com os demais AVLS, passou a ser mediante uma camada adicional, ou seja, a partir de um ambiente em nuvem criado pelo Prodata e depois redirecionado para a SPTrans, conforme demonstrado na figura a seguir.

---

<sup>4</sup> <http://olhovivo.sptrans.com.br/> Sistema aberto ao público, que permite consultar linhas, próximos ônibus e velocidade na via.

Figura 5 – Estrutura de comunicação validadores Prodata



Fonte: Gerência de Sistemas de Tecnologia da Informação e Comunicação – SPTrans/DG/STI/GS (fls. 1/3 da peça 04)

Questionada quanto ao risco de perda de confiabilidade e integridade dos dados, a SPTrans encaminhou o documento intitulado “Relatório de Análise de Segurança da Comunicação – Prodata / SPTrans da empresa *GRC Solutions* contratada pela Prodata para realização da análise e avaliação de riscos, validação da segurança do processo etc.

A conclusão da *GRC Solutions* nesse relatório foi a seguinte:

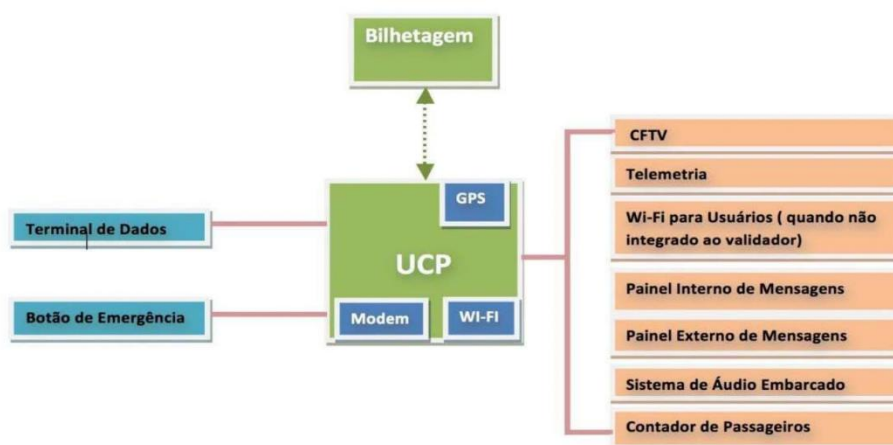
Concluimos após os testes relacionados a confidencialidade, integridade, disponibilidade no processo de comunicação entre PRODATA/NEXUS/PRODATA-SPTRANS, com base nas informações citadas acima que toda comunicação é criptografada usando um conjunto de tecnologias de encriptação e que o tráfego é apenas roteado a nível de rede, sendo assim não é possível reter os dados trafegados, o que garante a integridade do pacote por toda a estrutura sem que seja possível violar o seu conteúdo ou alterá-lo. (fl. 31 da peça 4)

### 3.2.3. Unidade Central de Processamento (UCP)

Conforme descrito no item 2.2.1 do Anexo VII dos editais das Concorrências SMT.GAB 001, 002 e 003/2005, a UCP é o equipamento responsável pelo gerenciamento, controle e integração de todos os equipamentos embarcados, execução do processamento de sub-rotinas, interface entre os sistemas de comunicações e todos os equipamentos periféricos, a saber: terminal do motorista, **validador eletrônico**, sistemas de sonorização, câmeras, sensores de portas, *displays* de informação externos e internos, **dados de telemetria do veículo**, tacógrafo eletrônico e hodômetro.

Operando numa plataforma única, a UCP permitirá o controle dos equipamentos, dispositivos e subsistemas de localização e regulação do serviço, informação ao condutor, informação visual e acústica para os usuários, controle de alarmes técnicos do veículo, CFTV, comunicações com o SMGO (previsto nos editais mencionados), etc.

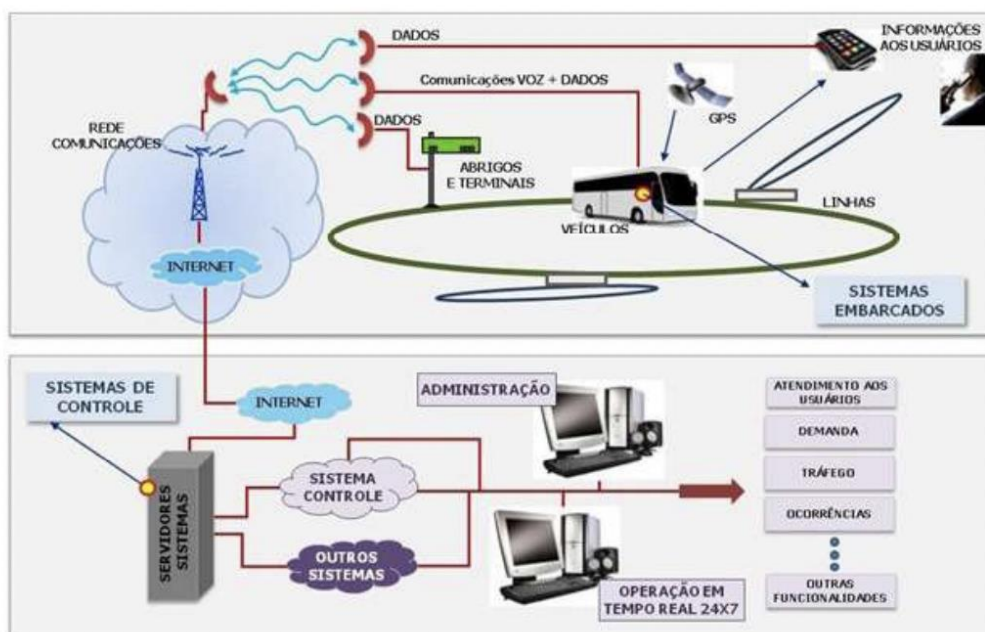
Figura 6 – Tecnologia embarcada ligada à UCP



Fonte: Anexo VII dos Editais das Concorrências SMT.GAB 001, 002 e 003/2015.

O item 2.1 do Anexo VII dos Editais das concorrências citadas estabelece que em cada veículo da frota serão instalados os equipamentos embarcados para viabilizar os dois sistemas (SIM e SBE), conforme a figura 7 a seguir.

Figura 7 – Esquema de troca de informações entre UCP e o SIM



Fonte: Anexo VII dos Editais das Concorrências SMT.GAB 001,002 e 003/2015.

A composição atual dos equipamentos embarcados apresentada no quadro 1 demonstra a existência de 8.729 veículos (63,9% da frota) com validadores Prodata instalados, os quais possuem funcionalidades conjugadas de bilhetagem e georreferenciamento (GPS integrado). No mesmo sentido, 21,6% da frota (3.093 veículos) estão equipados com a Unidade Central de Processamento (UCP), que também possui a funcionalidade de georreferenciamento (GPS integrado) e 1.846 AVLS mais antigos que funcionam com tecnologia GPRS – com risco de descontinuidade.

Assim, cabe recomendação à SPTrans para que avalie o risco de descontinuidade no uso desses AVLS e tome providências para sua substituição. **(Recomendação 4.1)**

Os validadores Prodata permitem em um mesmo equipamento a integração de importantes informações tanto em relação à localização geográfica, data, hora, veículo, linha em operação e demais critérios dos veículos e, ainda, as informações das transições do Bilhete Único que possibilitam o cálculo do fator de renovação da demanda de passageiros das linhas.

No caso da UCP, o item 3.11 do Anexo VII-Caderno 1 dos editais das Concorrências 001, 002 e 003/2015, estabelece:

### **3.11. Comunicação com o Sistema de Bilhetagem**

A padronização do protocolo de comunicação deverá contemplar a integração com os equipamentos do sistema de bilhetagem. Inicialmente, prever a troca de informações operacionais básicas de ambos os sistemas, contendo, por exemplo, a linha de operação e suas respectivas condições. Em seguida, prever a inclusão de dados sobre passageiros, dados de GPS e política tarifária, atingindo o máximo da integração entre os sistemas de monitoramento (SMGO) e bilhetagem.

Não obstante essa exigência do edital, os equipamentos UCP instalados funcionam apenas com a função de AVL, transmitindo para o SIM apenas as mesmas informações mínimas de georreferenciamento dos veículos, ou seja, utilizando o mesmo protocolo de comunicação dos equipamentos AVLS mais antigos, quando já poderiam estar operando de forma integrada, recepcionando e transmitindo não apenas a localização do veículo e da linha, mas também as informações dos demais equipamentos embarcados, especialmente aquelas relacionadas à bilhetagem e telemetria.

Tais funcionalidades, conjugadas com a adoção de protocolos de comunicação abertos, constituem-se como pilares indissociáveis da infraestrutura do transporte público para permitir o funcionamento, a organização e a utilização de seus serviços,

de modo que a administração dos dados gerados, as informações por eles produzidas e as ações de gestão decorrentes devem ser consideradas como críticas para o Sistema Público de Transporte Coletivo para fiscalizar, planejar, regular, arrecadar, operar, remunerar e prestar informações aos usuários em processos de gestão da atividade do serviço público na mobilidade urbana, que não pode sofrer interrupções.

Com base na experiência dos Tribunais de Contas, bem como nas verificações independentes realizadas em algumas cidades<sup>5</sup>, pode-se afirmar que parte dos problemas identificados nos sistemas de transporte pode ser decorrente da assimetria de informações, definida na literatura econômica no caso em que uma das partes possui informações que a outra não tem.

Tal situação fica caracterizada no momento da elaboração dos editais e por ocasião dos pleitos de reequilíbrio econômico-financeiros, quando uma das partes (agente/concessionário) detém informações que a parte principal (o poder concedente) não possui em relação aos custos (preços e coeficientes de consumo de diesel, lubrificantes, rodagens, peças e acessórios e fatores de utilização de mão de obra), despesas, receitas, investimentos e, principalmente, a demanda, para estimar adequadamente o correspondente volume necessário dos serviços em termos de horas, quilometragem e viagens.

Nesse contexto, é importante salientar que o grande volume de dados gerados em diferentes sistemas utilizados no transporte público possibilita que a tomada de decisões seja orientada por dados, tornando-se a chave para as decisões de negócios com vistas ao atingimento dos objetivos da mobilidade urbana.

Dessa forma, os órgãos gestores do transporte público precisam de um sistema de gestão da operação e da bilhetagem rápido, confiável, escalável e fácil de usar,

---

<sup>5</sup> Em 2014 a EY foi contratada para prestação de serviços de verificação independente pela SPTrans. Já a PWC foi contratada para realização de diagnóstico do sistema de transporte municipal pelo município do Rio de Janeiro em 2014/2015.

permitindo processar e transformar grandes quantidades de dados como forma de minimizar o grau de assimetria de informações e promover a prestação de serviço de qualidade e com eficiência à população.

Considerando que no exercício de sua competência constitucional para a organização e prestação do serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros por ônibus, os municípios devem observar as definições, princípios e diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana instituída pela Lei Federal nº 12.587/2012, da Lei Federal nº 8.987/1995 (Lei de Concessões) e, subsidiariamente, da Lei Federal 8.666/1993 (Lei Geral de Licitações e Contratos), vale considerar as seguintes sugestões de boas práticas:

É imprescindível que a UCP possua capacidade de integração com todos os equipamentos no espaço embarcado, principalmente o AVL, Validador, tacógrafo / hodômetro, garantindo a interoperabilidade, devendo essa integração contemplar a sincronia de todos os relógios, permitir o acesso às informações de ambos os sistemas, de forma bilateral, tais como dados de localização geográfica, data, hora, veículo, linha em operação e demais critérios. Todas as transmissões, da UCP para o validador ou vice-versa, deverão ocorrer de forma automática, sem a intervenção humana, com total e comprovada confiabilidade, sem prejuízo à qualidade e integridade dos dados, conforme previsto no Item 3.11 do Anexo VII-Caderno 1 dos Editais das Concorrências SMT.GAB 001, 002 e 003/2015. **(Recomendação 4.2)**

A SMT/SPTTrans deve garantir que os sistemas de monitoramento e bilhetagem eletrônica possuam funcionalidades para simulações e estimativas de frota, quantidade de viagens, horas e quilometragem a partir do conhecimento da demanda de renovação e tempo de ciclo, obtidos de base unificada gerada pelo cruzamento de todos os logs de transações do sistema de bilhetagem com as informações de geolocalização do GPS, com vistas a avaliar e estimar adequadamente o volume de serviços, reduzindo a assimetria de informações e aumentando a eficiência, transparência, qualidade e modicidade, quando da elaboração dos projetos de rede

de transporte coletivo de passageiros e por ocasião da avaliação dos reequilíbrios econômico-financeiros dos contratos da rede. **(Recomendação 4.3)**

### 3.3. Histórico e Contratos do Sistema

Em novembro de 2003<sup>6</sup> a SPTrans firmou o contrato 2003/115 com a Microsoft para desenvolvimento do SIM (fls. 9/43 da peça 1). O sistema entrou em operação em 2008, ano em que foi celebrado contrato de manutenção que vigeu até 2014. Apresentamos no quadro 2 a seguir o valor estimado<sup>7</sup> para o contrato.

Quadro 2 – Contrato de Desenvolvimento.

Contrato	Contratada/Objeto	Valor Estimado Base 2003 (R\$)	Valor IPC FIPE 01.23 <sup>8</sup> (R\$)	Vigência	Duração
2003/115	Microsoft Informática Ltda.	14.949.900,00 <sup>9</sup>	41.621.937,36	06.10.03 a 05.10.04 <sup>10</sup>	12 meses
TA 01	Alteração de cláusulas				
TA 02	Prorrogação				
TA 03	Prorrogação				
TA 04	Prorrogação e alterações nos TAs de prorrogação anteriores	40.198.620,00 <sup>11</sup>	106.242.271,41	06.10.04 a 13.06.07	2 anos 8 meses e 8 dias
TA 05	Prorrogação e alterações nos TAs de prorrogação anteriores				
TA 06	Prorrogação	6.229.125,00	14.812.311,09	14.06.07 a 13.11.07	5 meses
TA 07	Prorrogação	3.737.475,00	8.780.691,46	14.11.07 a 13.02.08	3 meses
<b>Total</b>		<b>65.115.120,00</b>	<b>171.457.211,32</b>	<b>06.10.03 a 13.02.08</b>	<b>4 anos, 4 meses e 8 dias</b>

Fonte: Elaborado pela auditoria.

### Outros contratos envolvidos

6 Fonte TC nº 3.634/2007.

7 Valores estimados conforme contrato original (ver CD na área de upload de arquivos deste processo). A apuração do valor exato dependeria de procedimento de execução contábil financeira para verificar índices de reajustes, glosas e outros acontecimentos.

8 Índice de correção 2,78409470:

<https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigir> (por índice em 10.02.23).

9 Os pagamentos serão efetuados em 12 (doze) parcelas mensais, sendo as 03 (três) primeiras no valor de R\$ 1.383.300,00 e as 09 (nove seguintes) no valor R\$ 1.200.000,00

10 TA 02 tem início em 06.10.2004 segundo texto do TA 04.

11 Valor Estimado com base no valor mensal do contrato original. TAs 04 e 05 alteraram a vigência dos TAs 02 e 03.

Além do Contrato de desenvolvimento, identificamos outros contratos relacionados ao sistema.

Em primeiro lugar, apresentamos o contrato de manutenção com a própria Microsoft, que vigeu de 2008 a 2014, conforme o quadro 3:

Quadro 3 – Contrato de Manutenção

Contrato	Contratada/Objeto	Valor Inicial (R\$)	Duração (meses)
2008/0237-01-00	Microsoft Informática Ltda.	2.799.926,40	24
TA 01	Critério de Reajuste	25% do valor Original + Reajuste	6
TA 02	Acréscimo quantitativo	747.510,35	4
TA 03	Prorrogação	3.737.551,75	24
TA 04	Prorrogação	2.046.608,41	12
TA 05	Prorrogação	2.046.608,41	12

Elaborado pela Auditoria (fls. 47/126 da peça 1).

A SPTrans também firmou contrato com a Empresa Cobra Tecnologia S.A. para a aquisição de equipamentos embarcados (AVL's e sistemas de eletrônica digital e produtos associados, com a prestação de serviços de assistência técnica e processamento - Contrato nº 2003/151 – analisado no e-TCM 3.609/04).

O valor total do contrato com a Cobra Tecnologia de R\$ 115.018.568,83 incluía previsão de aquisição de 15.100 AVL's. Desse montante, o valor de R\$ 15.529.855,35 foi gasto com a aquisição de 5.001 AVL's no período de 29.12.03 a 22.11.04, conforme o quadro 4 a seguir:

Quadro 4 – AVL's entregue Cobra Tecnologia.

Nota Fiscal	Data	Quantidade Adquirida	Preço Unitário R\$	Total Nominal R\$	Total em 01/2023
82933	29.12.03	250 AVL's	3.105,35 <sup>12</sup>	776.337,50	2.155.576,99
84307	01.07.04	1.001 AVL's	3.105,35	3.108.455,35	8.363.250,01
50900	01.07.04	626 AVL's	3.105,35	1.943.949,10	5.230.164,34
54723	28.10.04	1.562 AVL's	3.105,35	4.850.556,70	12.819.697,83
86052	28/10/2004	562 AVL's	3.105,35	1.745.206,70	4.612.464,90
85933	22/11/2004	1.000 AVL's	3.105,35	3.105.350,00	8.156.661,68
<b>TOTAL</b>				<b>15.529.855,35</b>	<b>41.337.815,75</b>

Fonte: fls. 20/27 do TC nº 72.003.609/04-47.

<sup>12</sup> O valor de 3105,35 em dezembro de 2003 corresponde 6.408,37 em março de 2018 pelo IPC-SP(FIPE) <https://www3.bcb.gov.br/CALCIDADAO/publico/corrigirPorIndice.do?method=corrigirPorIndice>.

Tal contrato foi considerado irregular, conforme a ementa abaixo:

ANÁLISE. CONTRATO. SPTrans. Aquisição de equipamentos e sistemas de eletrônica digital. Instalação, manutenção, transmissão de dados e assistência técnica. Processamento e armazenamento de dados. Help Desk e capacitação. Fundamentação equivocada. Art. 24, VIII, Lei 8.666/93. IRREGULAR. DETERMINAÇÃO. Votação unânime. EFEITOS FINANCEIROS NÃO ACEITOS. MULTA. Votação por maioria.

Outro contrato identificado foi a prestação de serviços de comunicação com a Claro (fls. 129/173 da peça 1 e CD 2 - na área de upload de arquivos deste processo), foram solicitados à SPTrans (fl. 176 da peça 1) os boletins de pagamento à empresa (fls. 178/185 da peça 1).

Sobre os contratos, elaboramos o Quadro 5 a seguir:

Quadro 5 – Contratos com a Claro S.A.

Contrato	Contratada	Valor Inicial (R\$)	Total em 01/2023
13/0726-01-00	CLARO S.A.	14.272.000,00	19.456.927,69
	Link GPRS	255.000,00	341.655,38
TA 01	Redução do Valor Unitário Mensal	12,75 p/chip mês.	-

Fonte: Elaborado pela auditoria.

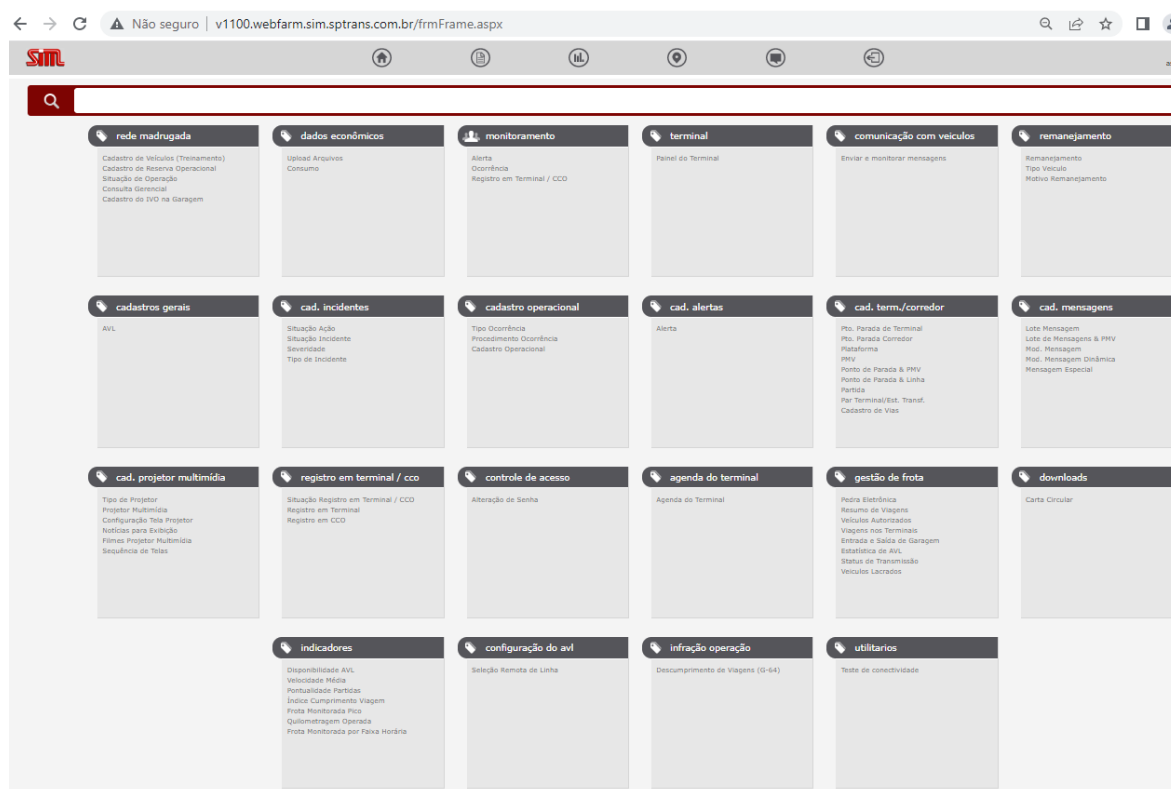
Com relação ao *Link GPRS*, solicitamos ainda os últimos boletins de medição da Claro. A última medição do serviço de comunicação referente a 4.000 *chips* (competência de fevereiro/2018) revelou um valor de prestação de serviço de R\$ 255.000,00 (fls. 182/183 da peça 1), o que corresponde a R\$ 341,655,38 a valores de janeiro de 2023, considerando um índice de correção de 1,3398.

Em síntese, tendo por base informações fornecidas pelas áreas técnicas, o montante de recursos incorridos com fornecedores em contratações de bens e serviços relacionados ao Sistema Integrado de Monitoramento (SIM) no período de 2003 a 2015 é superior a R\$ 200,0 milhões.

### 3.4. Módulos e Funcionalidades atuais do SIM

Na tela inicial do SIM verifica-se, entre outros, os seguintes módulos e respectivas funcionalidades:

Figura 8 – Módulos atuais do SIM



Fonte: Sistema Integrado de Monitoramento (SIM) / SPTrans.

Destacam-se as seguintes funcionalidades<sup>13</sup>:

<sup>13</sup> Requisição 1 SIM.ppsx - CD.

### **3.4.1. Rede da madrugada**

Durante o período de 00h a 04h há uma operação diferenciada em que todo o controle de escala e operação dos veículos é feito utilizando o sistema SIM.

Em visita ao centro operacional da SPTrans, em 06.04.18, verificou-se que o SIM permite acompanhar o monitoramento da “Rede da Madrugada” mediante o controle detalhado do cumprimento das viagens.

Verificou-se que existem dificuldades para expansão do modelo da “Rede Noturna” para a diurna (como quantidade de partidas, de equipes, trânsito etc.), contudo, esse modelo de operação oferece alto grau de cumprimento de viagens. Conforme demonstrado, o índice de cumprimento das viagens nos meses de janeiro e fevereiro de 2018 na Rede Convencional foi de 93% contra os 97% da Rede da Madrugada<sup>14</sup> (Vide item 3.8).

### **3.4.2. Aplicação de penalidades G-64**

Importante registrar que além das funcionalidades relacionadas, bem como a viabilização do controle da Rede da Madrugada, foi implementado no SIM um módulo que permite a comparação entre os quantitativos de viagens programadas e realizadas com os respectivos ajustes decorrentes de expurgos realizados na operação por motivos alheios à vontade do operador, bem como o cálculo dos descumprimentos líquidos de viagens e respectivas penalidades aplicáveis de forma eletrônica, o que contribui para a melhoria do controle e fiscalização da qualidade dos serviços prestados (Vide item 3.8).

### **3.4.3. Outras funcionalidades do SIM**

- Mapeamento de veículos, Corredores, alertas, Linhas, Áreas, COTs, Guinchos e veículos do Atende: Online e histórico;

---

<sup>14</sup> Relatório de Confiabilidade SIM SPTrans (fl. 05 da peça 07).

- Consultas de Viagens programadas e monitoradas, Ocorrências, Alertas, Velocidade, OSO, Veículos, Atende;
- Gerenciamento da Rede da Madrugada;
- Previsões de chegada: Painel de Mensagens Variáveis (PMV);
- Programação operacional: Terminais;
- Alertas / Incidentes;
- Contabilização de viagens;
- Indicadores: Operacional / Previsão / Viagens;
- Câmeras;
- Comunicação com motoristas;
- Monitoramento do Atende;
- Olho Vivo: De olho da linha / De olho no ponto / De olho na via / API
- Pedra Eletrônica<sup>15</sup>;
- Módulo “Rede Noturna” (cadastro, operação, fechamento e remuneração)
- Apontamento de irregularidades (Resam);

### **3.5. Segurança e Confiabilidade do Sistema**

#### **3.5.1. Autenticidade das Informações**

##### **3.5.1.1. Segurança na comunicação entre os AVLS e a Central.**

Questionada quanto aos protocolos de comunicação utilizados, a SPTrans informou que os protocolos utilizavam rede APN (*Access Point Network* - Ponto de Acesso de Rede) dedicada (Claro) e que essa rede garantiria a segurança por meio de PIN (*Personal Identification Number* – Número de Identificação Pessoal), que é a senha do *SIMCard* (*chip*). Além disso, o *Serial ID* (número de séria) do *chip* também é outro componente de segurança utilizado.

---

<sup>15</sup> Essa funcionalidade tem como objetivo disponibilizar as informações do SIM., referentes ao monitoramento da frota de veículos de forma rápida e fácil, permitindo a visualização on-line por meio de um painel sinóptico da oscilação da frota - SISTEMAS INFORMATIZADOS PARA A GESTÃO DO TRANSPORTE COLETIVO DO MUNICÍPIO DE SÃO PAULO - maio/2009 – SPTrans.

### 3.5.1.2. Pontos de Controle

Em visita ao laboratório do SIM na SPTrans, verificou-se que os AVLs permitem a parametrização de perímetros de reporte, sendo que os principais são o Terminal Principal (TP), que corresponde ao ponto inicial da linha e o Terminal Secundário (TS), ponto final da linha. No caso de linha circular, é possível ter um TS no meio do trajeto. Tais pontos usam a própria tecnologia de GPS e o AVL é programado para reportar sempre que passar por esses pontos.

O sistema SIM é parametrizável e pode ser configurado para gerar alertas em condições de “Veículo Parado”, “GPS desligado” etc. ao passar por pontos TP e TS.

Outra funcionalidade é a disponibilização, em tempo real, das coordenadas dos ônibus, que são disponibilizadas para aplicativos de celulares. Dessa forma, caso alguma viagem seja simulada, os próprios usuários do transporte público poderiam notar essa anomalia.

Adicionalmente, o sistema SIM é capaz de gerar relatórios com todos os AVLs com mais de quatro horas sem comunicação.

### 3.5.2. Disponibilidade da Rede

A tecnologia utilizada pela SPTrans é a GPRS (*General Packet Radio Service* – Serviços Gerais de Pacotes por Radio). Tal tecnologia, conhecida como 2.5G, vem sendo substituída pelas tecnologias mais modernas, 3G, 4G e 5G, fornecendo para os usuários uma taxa média de transferência de 40-50 Kbits/s<sup>16</sup>.

Quanto à cobertura, a SPTrans nos forneceu um mapa das áreas de sombra (peça 08). Assim sendo, é possível saber *a priori* em que áreas um veículo deixaria de transmitir suas coordenadas e, em última instância, não considerar descumprimento de viagem em caso de não haver reportes de posições dessas áreas. Ainda nesse

---

<sup>16</sup> <http://www.teleco.com.br/tecnocel.asp> - Gerações de Sistemas Celulares – Visitado em 02.03.23.

sentido, é importante levar em conta o *buffer* do SIM (memória que armazena posições) e o intervalo de transmissão.

Questionada, a SPTrans informou que os equipamentos AVL (*Automatic Vehicle Location* – Localização Automática de Veículo) mais antigos são capazes de armazenar até 50 posições e foram configurados para um intervalo de 45 segundos. Com essa taxa, um veículo conseguiria ficar por mais de 30 minutos em área de sombra e ainda assim o AVL seria capaz de retransmitir suas posições ao sistema SIM quando encontrasse sinal GPRS (rede de telefonia móvel), tendo como consequência prejuízo somente ao acompanhamento em tempo real, mas não o trajeto final.

Seria possível aumentar o intervalo para um tempo maior do que 45 segundos, porém nesse caso ocorreria o risco de uma posição importante não ser reportada, ou seja, o ônibus poderia atravessá-la por completo nesse intervalo (fl. 02 da peça 09).

### **3.5.2.1. Futuro do GPRS.**

Verifica-se que há precedentes mundiais de descontinuação do serviço de telefonia móvel com a tecnologia GSM/GPRS (*Global System for Mobile* – Sistema Global para Comunicações Móveis / *General Packet Radio Service* – Serviços Gerais de Pacotes por Radio). Tal fato foi previsto em junho de 2015, conforme artigo do canal de tecnologia português *pplware* (<https://pplware.sapo.pt/informacao/wireless-gsm-vai-morrer-em-2017-serao-mas-noticias/>, consulta março de 2018).

O artigo anunciou os planos de três operadoras de Cingapura, da Telstra - da Austrália e da AT&T dos Estados Unidos. A descontinuação do GPRS traria grande impacto para soluções de comunicação M2M (*Machine to Machine* – Máquina para Máquina) como é o caso do SIM.

O artigo também destaca que atualmente já é possível utilizar *chipsets*<sup>17</sup> LTE<sup>18</sup> (4G) de baixo custo, mas que a maioria dos dispositivos M2M ainda dependeria da antiga tecnologia GSM (base do GPRS).

Ainda conforme o artigo, o desligamento do 2G (GSM) estaria motivado por decisões financeiras, o que permitiria o reaproveitamento dessa banda/espectro para redes mais eficientes como 3G e 4G<sup>19</sup>, sendo possível atender mais clientes com o mesmo espaço.

Dessa forma, cabe à SPTrans analisar os riscos da eventual descontinuação da tecnologia GPRS em razão da existência de equipamentos AVL obsoletos, bem como implementar ações para a mitigação dos riscos e impactos sobre o monitoramento do sistema de transporte público.

### 3.5.3. Obsolescência do Sistema Operacional

Apesar de não ser o foco verificar a segurança da rede interna da SPTrans, durante as visitas identificamos que a Empresa ainda faz uso do Sistema Operacional Windows XP, que não mais possui suporte do fornecedor desde o ano de 2014<sup>20</sup>.

Considera-se um risco de segurança da informação, a utilização de *softwares* obsoletos, uma vez que isso contraria as recomendações do item 12.5 - **Controle de software operacional** - da ISO 27002, que é o Código de boas práticas para controles de segurança da informação:

É recomendável que software adquirido de fornecedores e utilizado em sistemas operacionais seja mantido em um nível apoiado pelo fornecedor.

---

<sup>17</sup> Conjunto de componentes eletrônicos utilizados em circuitos integrados para permitir a troca de informações e a realização de tarefas na computação.

<sup>18</sup> LTE (*Long Term Evolution*) – nome dado ao padrão de comunicação móvel de quarta geração – 4G.

<sup>19</sup> A tecnologia 4G é mais densa que a 3G sendo, capaz de atender mais usuários por antenas, no entanto, cada antena possui um raio menor, sendo necessária a instalação de mais antenas. <https://www.tecmundo.com.br/4g/39145-3g-e-4g-entenda-as-diferencas-de-infraestrutura.htm> acessado em 19.04.18.

<sup>20</sup> Fim do suporte ao Windows XP: <https://www.microsoft.com/pt-br/windowsforbusiness/end-of-xp-support>. Acessado em 27.04.18.

Ressalta-se que o sistema operacional é um *software* crítico, pois possui acesso ao processador e a todos recursos de *hardware* e *software* dos computadores que o utilizam. Caso esse sistema seja comprometido devido a uma falha de segurança, isso poderia permitir ataques cibernéticos, sequestro de dados e danos a toda a rede da SPTrans.

Portanto, cabe à SPTrans substituir o sistema operacional obsoleto Windows XP por outro sistema atualizado e com suporte do fabricante, a fim de mitigar o risco de ataques cibernéticos, de sequestro de dados e outros danos provenientes de falhas na segurança da informação. **(Recomendação 4.5)**

#### **3.5.4. Precisão e disponibilidade do GPS.**

Os AVLS utilizam a tecnologia GPS e para obter sua posição é necessário receber dados de quatro satélites, sendo sua precisão de 20 metros<sup>21</sup>. Atualmente existem tecnologias mais modernas, seja pelo uso complementar das redes móveis A-GPS<sup>22</sup>, seja pela combinação do GPS com outros sistemas equivalentes, tais como A-GPS ou Glonass.

Assim, recomenda-se que em futuras aquisições de novos equipamentos sejam especificados AVLS (*Automatic Vehicle Location* – Localização Automática de Veículo) capazes de trabalhar com tecnologias complementares ao GPS, como A-GPS ou Glonass. **(Recomendação 4.13)**

#### **3.6. Relatório de Confiabilidade da SPTrans**

Durante as visitas à SPTrans, verificou-se que a Empresa possui um relatório sobre a confiabilidade do sistema. Requisitou-se cópia desse relatório, que se encontra anexado à peça 07.

---

<sup>21</sup> <https://www.tecmundo.com.br/gps/2562-como-funciona-o-gps-.htm> Acessado em 27.04.18

<sup>22</sup> <https://www.tudoocelular.com/curiosidade/noticias/n35593/diferenca-entre-gps-glonass-agps.html> Acessado em 27.04.18.

Os dados revelam um índice de cumprimento de viagens de 93%, sendo o percentual de 95% aos sábados e domingos (fl. 5 da peça 07).

As informações também revelam algumas causas para o não cumprimento de viagens, que representam ao todo 0,65% da frota (Frota Sem Transmissão, AVL Desativado, AVL Travado, Local Fora de São Paulo e Local Desconhecido).

Após análise das informações, observou-se que em alguns dias o cumprimento foi maior que 100%, indicando que os prestadores fizeram mais viagens que o previsto na OSO (Ordem de Serviço Operacional).

Ressalta-se que o relatório trata de confiabilidade em função do cumprimento de viagens. Assim não é possível determinar uma taxa de erros do SIM, visto que os erros em parte ou em sua maioria são decorrentes do descumprimento de viagem, conforme apontado nos relatórios de acompanhamento de execução contratual, e não da contabilização de viagens pelo SIM.

### **3.7. Amostra dos Ônibus e dados do SBE.**

Visitamos diversos terminais ao longo dos meses de março e abril de 2018. Nessas visitas, monitoramos o cumprimento de partida de algumas linhas para confrontar com o SIM e a situação dos AVLS de alguns ônibus. A relação dos terminais visitados, conforme apresentada no quadro 6:

Quadro 6 – Terminais Visitados.

<b>Terminal Visitado</b>	<b>Dias em 2018</b>
Sacomã	15 e 16 de março (quinta e sexta)
Grajaú	19 e 20 de março (segunda e terça)
Pirituba	21 e 22 de março (quarta e quinta)
Cidade Tiradentes	04 e 05 de abril (quarta e quinta)
Bandeira	05 de abril (quinta)

Fonte: Elaborado pela auditoria.

Durante as visitas, realizamos dois procedimentos distintos alternadamente. Primeiramente foram verificados os AVLs e depois o SBE.

### **3.7.1. Verificação de AVL**

Para a verificação do funcionamento dos AVLs foi realizado o seguinte procedimento:

- Entrar no ônibus vazio com o acompanhamento do fiscal da linha, do motorista e do cobrador;
- Solicitar ao motorista que ligue a iluminação do AVL para ver se o equipamento está ligado;
- Pedir ao motorista que envie uma mensagem de teste do AVL e verificar se o equipamento transmite a informação;
- Verificar a configuração de linha, prefixo e horário e confrontá-la com a informação mostrada no validador da bilhetagem;
- Pedir ao cobrador a inversão da meia viagem e verificar se ela é refletida no AVL.

Foram verificados 105 equipamentos AVL nos 05 terminais visitados, elaborando-se um quadro de todos os testes realizados, apontando cada problema encontrado, bem como a linha, local e data do teste, conforme fl. 03 da peça 06.

De todos os equipamentos verificados, apenas um encontrava-se totalmente inoperante (0,95% do total de testes), fato esse que poderia ser detectado pela SPTrans por meio do relatório dos AVLs sem transmissão há mais de quatro horas.

Os resultados dessa validação também foram sumarizados no quadro 7:

Quadro 7 – Problemas nos AVLs

Terminal	Testes	Terminal de AVL Inoperante	AVL Totalmente Inoperante	Problemas de Teste de Transmissão	Problema de sincronismo AVL/SBE	Defeitos menores no Terminal do AVL	% de AVL Totalmente Inoperante	% de AVL com problema de Transmissão no Terminal	% de AVL com qualquer tipo de problema
Sacomã	18	0	0	0	1	0	0,00%	0,00%	5,56%
Grajaú	16	0	0	3	2	0	0,00%	18,75%	31,25%
Pirituba	20	0	0	1	5	2	0,00%	5,00%	40,00%
C Tiradentes	21	4	1	0	4	2	4,76%	4,76%	52,38%
Bandeira	30	0	0	0	3	2	0,00%	0,00%	16,67%
<b>TOTAIS</b>	<b>105</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>4</b>	<b>15</b>	<b>6</b>	<b>0,95%</b>	<b>4,76%</b>	<b>28,57%</b>

Fonte: Elaborado pela auditoria.

O primeiro fato que se observa é que, a despeito da quantidade de quatro terminais de dados inoperantes (3,81% = 4/105), a central reportava que os AVLs estavam transmitindo, fato que pôde ser conferido no SIM.

Verificamos que isso era possível por conta do desenho do sistema, ocorrendo quando o AVL está em funcionamento, mas o terminal de dados (visor e teclado do AVL) não.

O terminal de dados, por definição, nada mais é do que um dispositivo de entrada e saída de dados. Sendo assim, ainda que com defeito total, o AVL ainda funcionaria de modo automático na sua função de receber a posição da antena GPS e de transmitir a posição pela antena GPRS.

Apesar disso, essa situação limita sua funcionalidade, visto que a função do SIM não é somente reportar a posição do veículo, mas também ser usado pelo motorista para reportar situações adversas (faróis com problema, mal súbito de passageiros etc.).

Outro problema comum encontrado foi defeito no cabo de comunicação. Sem esse cabo não é possível ter certeza de que a bilhetagem está configurada com a mesma linha que o SIM.

Em última análise, ao cumprir uma viagem pelo SIM, tal falha permitiria o cumprimento de uma viagem de uma linha diferente pelo SBE. Isso levaria potencialmente à

produção de provas não fidedignas para a montagem de recursos frente à Comissão de Infrações e Multas (Comin), conforme será visto no item 3.7.2.

Também foram detectados problemas menores dos terminais dos AVLS, como problema em botões do teclado, iluminação baixa ou intermitente do visor. Mesmo somando todos os problemas graves ou menores, aproximadamente 71% dos equipamentos apresentaram bom funcionamento.

Entretanto, como já explicado sobre a transmissão do AVL independente do Terminal de Dados, o funcionamento do equipamento pode ser monitorado pelo SIM. Dos 105 testes, 104 (99,05%) apresentavam possibilidade de localização.

Dessa forma, embora o SIM apresente bom funcionamento, faz-se necessário que a SPTrans envide esforços no sentido de mitigar os riscos inerentes à degradação e à antiguidade dos equipamentos AVL (*Automatic Vehicle Location*) embarcados nos ônibus.

### **3.7.2. Sistema de Bilhetagem.**

Apesar de o SIM ser o sistema que permite rastrear os ônibus, o Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE) permite indiretamente auferir o cumprimento das viagens, servindo de contraponto ao SIM. Para verificarmos quão fidedigna é a bilhetagem para fins de cumprimento de viagens, foram consultadas duas auditorias já realizadas, conforme os TCs destacados logo abaixo:

Em primeiro lugar, consultamos o TC 12.936/2017 que constatou:

4.1. A política de gestão de riscos adotada no Sistema de Bilhetagem Eletrônica demonstra-se inapropriada, o que acarreta riscos à continuidade da prestação do serviço de transporte coletivo, em infringência ao art. 22 da Lei Federal nº 8.078/90 c/c art. 10 da Lei Federal nº 7.783/89 (subitem 3.2.4.1);

4.2. A SPTrans não possui um controle adequado sobre os objetos entregues sob cada contrato relacionado ao Sistema de Bilhetagem

Eletrônica, em infringência ao art. 67, caput e § 1º da Lei Federal nº 8.666/93 (subitem 3.2.3.1);

4.3. A SPTrans também não possui um controle adequado sobre os responsáveis pela gestão dos contratos relativos ao Sistema de Bilhetagem Eletrônica, em infringência ao art. 67, caput e § 1º da Lei Federal nº 8.666/93 (subitem 3.2.3.1);

4.4. Os módulos do Sistema de Bilhetagem Eletrônica possuem bases de dados distintas, o que pode levar a duplicidades e inconsistências dentro do próprio sistema, diminuindo sua confiabilidade (subitem 3.2.3.2);

4.5. Os cartões smart card dos modelos Classic e Plus com nível de segurança Security Level 1 usados como Bilhete Único são obsoletos (subitem 3.2.4);

4.6. O protocolo de comunicação Hyper Text Transfer Protocol utilizado pelo Sistema Central de Distribuição para acesso remoto é inseguro (subitem 3.2.4.5);

Observamos também algumas informações do TC 12.310/2017:

Deste relatório extrai-se que 75,2% dos recursos impetrados quanto à infração G64 são julgados parcialmente procedentes (fl. 153). Esta alta incidência de procedência parcial decorre do fato de que as empresas alegam que o Sistema Integrado de Monitoramento (SIM) apresenta falhas constantes de transmissão de dados, não detectando viagens realizadas, e com isso conseguem desconstituir infrações por descumprimento de viagens utilizando-se do Relatório de Viagens realizadas (dados do Sistema de Bilhetagem), emitido pela Prodata, no Sistema de Gerenciamento de Garagens (SGG), a exemplo dos processos juntados às fls. 421/467.

[...]

Monitoramento de viagem inteira e de meia viagem

O SIM emite a Relação de Descumprimentos de Viagens (fls. 425/426) com base em uma viagem inteira/completa, isto é, ida e volta, sentido Terminal Primário (TP) – Terminal Secundário (TS) e TS-TP (fls. 494v; 496v e 504v). Já o SBE relata a quantidade de meias viagens, isto é, apenas TS-TP e apenas TP-TS, havendo, portanto, diferença nas quantidades de viagens (fls. 507/509v).

[...]

- Para ônibus de linhas TP-TS e TS-TP (não circular)

Ao analisar linhas de viagens inteiras, verifica-se que os problemas são outros.

Para a linha 271P-10, todos os registros do SBE, por alguma razão não identificada, estão no sentido oposto ao indicado pelo SIM, isto é, enquanto o SBE mostra sentido TP-TS (fl. 430), o SIM registra como TS-TP (fl. 495v):

[...]

Tais inconsistências demonstram que o SBE apresenta problemas quanto à distribuição dos passageiros nas viagens, uma vez que seria impossível a realização de uma viagem com um minuto ou zero minuto de duração e número expressivo de passageiros.

4.9 A Comim admite que as empresas utilizem dados do Sistema de Bilhetagem Eletrônica para desconstituir Autos de Infrações lavrados com base no Sistema Integrado de Monitoramento (G64), como comprovação de cumprimento de viagem, situação que não deve ocorrer enquanto não houver integração entre os sistemas e auditoria por empresa especializada (item 3.10).

Ademais, verificou-se que o sistema de bilhetagem eletrônica possui parametrização dos horários das viagens e transações do Bilhete Único divergentes daquelas existentes no sistema de monitoramento. Dessa forma, enquanto no SBE a data de transação no validador é data efetiva, no SIM a data considerada é aquela referente ao ciclo operacional da linha definido pela área de planejamento, tornando-se inadequado para comprovar o cumprimento de viagem e o conseqüente cancelamento de autos de infração pelas Comissões de Infrações Multas (Comins).

Tal divergência resulta em diversos cruzamentos de dados e processamentos computacionais que poderiam ser evitados, o que poderia aumentar o grau de confiabilidade dos sistemas pelas áreas de planejamento, controle e fiscalização.

Assim, recomenda-se à SPTrans, que implemente adequações no sistema de bilhetagem, compatibilizando os horários das viagens e dos logs de transações do bilhete único com os horários do ciclo operacional definidos pela área de planejamento e já existentes do sistema de monitoramento. **(Recomendação 4.4)**

### 3.7.3. Método de Contagem

Conforme informações fornecidas pela SPTrans, uma viagem é identificada no Sistema Integrado de Monitoramento (SIM) a partir das seguintes ações:

- ordenar os eventos em ordem cronológica;
- identificar o ponto notável do TP da linha que está sendo transmitida;
- identificar o ponto notável do TS da linha que está sendo transmitida;
- verificar as transmissões dentro dos pontos notáveis;
- identificar o sentido da viagem (TP -> TS ou TS -> TP);
- identificar o prefixo;
- registrar a viagem (prefixo, horário de início / término da viagem, sentido da viagem).

Uma viagem só seria desconsiderada nos seguintes casos:

- Tempo parado: quando o veículo ficar por um período de tempo pré-definido sem se movimentar;
- Não finalizada: quando a origem é identificada e o destino é desconhecido;
- Sem comunicação: quando o equipamento deixa de transmitir por um período pré-definido;
- Desconhecida: quando a origem é desconhecida;
- Velocidade alta: quando a média de velocidade da viagem ultrapassar uma quilometragem pré-definida;

- Velocidade baixa: quando o veículo leva muito tempo (pré-estabelecido) para completar uma viagem.

### **3.8. Aplicabilidade do Sistema para Fiscalização**

Conforme informações fornecidas pela SPTrans, o SIM é utilizado para controle e aplicação automática de penalidades por descumprimento de viagens, para remuneração da Rede da Madrugada e controle do número de veículos em operação.

Contudo, verificou-se que recursos contra penalidades aplicadas são acatados pelas Comissões de Infrações e Multas (Comins) com base em relatórios da bilhetagem e no princípio da presunção da inocência pelo fato de existirem provas contraditórias (o SIM diz que não foi cumprido, mas o SBE diz que foi). As seguintes hipóteses são apresentadas para demonstrar mau funcionamento do SIM ocasionando divergências entre os sistemas:

1. Áreas de sombra;
2. Imprecisão no GPS em áreas próximas aos pontos de controle;
3. Defeito no AVL ou Cabos;
4. AVL configurado em linha errada;
5. Viagem parcialmente realizada (quando existe bilhetagem, mas não foi cumprida a viagem);
6. Atrasos por conta do trânsito acima do normal (podem inclusive gerar efeito cascata, especialmente no período diurno);
7. Eventos atípicos reportados pela operação, planejamento e/ou informática.

Com relação a esses dois últimos problemas, entende-se que podem ser tratados, a fim de que não sejam geradas autuações indevidas, baseadas somente nas

informações do SIM, estando a SPTrans ciente de motivos justos para o descumprimento de viagens.

Com relação às áreas de sombra, já existe parametrização nos protocolos de comunicação prevendo envio automático dos pacotes de dados tão logo os veículos se deslocam dessas áreas. Além disso, também pode ser parametrizado para que a autuação não seja automática nessas áreas., vez que, como já reportado, a SPTrans possui um mapeamento com linhas problemáticas.

Especialmente com relação ao trânsito (específico à linha), existe a possibilidade de se considerar o cumprimento ao longo do dia, quando uma viagem a mais em uma faixa mais tarde compensar a de outra anterior. Ainda assim, se isso ocorrer de forma corriqueira, haverá necessidade de verificar a adequação da OSO.

Quanto ao item 2 e 4, um possível ponto de melhora no sistema seria automatizá-lo, a fim de reduzir o trabalho e intervenção manual, permitindo, por exemplo, que esses eventos sejam reportados diretamente ao SIM.

Com relação ao item 3, cumpre registrar que dentre as obrigações contratuais das empresas está a de colocar os veículos em operação com os equipamentos embarcados em perfeitas condições de manutenção e comunicação, cabendo recomendação à SPTrans para:

Implementar funcionalidade de aplicação automática de penalidade para os casos de equipamentos com mais de 04 horas sem comunicação com Sistema de Monitoramento. **(Recomendação 4.7)**

Por fim, no tocante às viagens parcialmente realizadas e à imprecisão do GPS, seria necessário que a Comin (Comissão de Infrações e Multas) tivesse acesso ao trajeto realizado, para que pudesse visualizar a rota, para avaliar se rejeita a evidência do SBE (sem isso o julgador ficaria apenas com o “não” do SIM contra o “sim” do SBE).

Além disso, há de se considerar que o sistema é parametrizável e há um setor que faz um controle prévio das penalidades. Assim sendo, é possível ajustar o sistema de forma conservadora (para que não reporte descumprimento em linhas com extensas áreas com sombras, por exemplo).

### 3.9. Responsáveis pela área auditada

Nome	Cargo
Levi dos Santos Oliveira	Diretor-Presidente
George William Gidali	Diretor de Gestão da Receita e Remuneração
Wagner Chagas Alves	Diretor de Operações
Valdemar Gomes de Melo	Diretor de Planejamento de Transporte

## 4. CONCLUSÕES

À vista das verificações, testes realizados e informações obtidas da SPTrans, destacamos as seguintes conclusões referentes ao Sistema Integrado de Monitoramento (SIM) e Sistema de Bilhetagem Eletrônica (SBE):

O Sistema de transporte coletivo de passageiros do município de São Paulo, com uma frota de aproximadamente 13.700 veículos, operando em cerca de 1.300 linhas, é considerado um dos maiores sistemas de transporte sobre pneus do mundo, envolvendo considerável volume de recursos da ordem de **R\$ 10,3 bilhões em 2022, dos quais R\$ 5,3 bilhões** financiados com recursos oriundos do Tesouro municipal e R\$ 5,0 bilhões pela arrecadação tarifária. **(Item 3.1)**

Tal magnitude exige um Sistema de Monitoramento robusto, confiável, seguro, resiliente e integrado com um Sistema de Bilhetagem Eletrônica como pilares indissociáveis da infraestrutura do transporte público para permitir o funcionamento, a organização e a utilização de seus serviços, de modo que a administração dos dados gerados, as informações por eles produzidas e as ações de gestão decorrentes devem ser consideradas como críticas para o sistema público de transporte coletivo para fiscalizar, planejar, regular, arrecadar, operar, remunerar e prestar informações aos

usuários em processos de gestão da atividade do serviço público na mobilidade urbana, que não pode sofrer interrupções.

Nesse contexto, é importante salientar que o grande volume de dados gerados em diferentes sistemas utilizados no transporte público possibilita que a tomada de decisões seja orientada por dados, tornando-se a chave para as decisões de negócios com vistas ao atingimento dos objetivos da mobilidade urbana. **(Item 3.2.3)**

A composição atual dos equipamentos embarcados demonstra a existência de 8.729 veículos (63,9% da frota) com validadores Prodata instalados, os quais possuem funcionalidades conjugadas de bilhetagem e georreferenciamento (GPS integrado). No mesmo sentido, em 21,6% da frota (3.093 veículos) estão equipamentos com a Unidade Central de Processamento (UCP), que também possui a funcionalidade de georreferenciamento (GPS integrado) e 1.846 AVLS mais antigos que funcionam com tecnologia GPRS – com risco de descontinuidade. **(item 3.2.3)**

Tendo por base informações fornecidas pelas áreas técnicas, considerando valores atualizados pelo IPC-FIPE de janeiro/2023, foi identificado volume de recursos superior a R\$ 200,0 milhões relativo a contratações de fornecedores de bens e serviços no período de 2003 a 2015. **(Item 3.3)**

O Sistema de Monitoramento, não obstante as oportunidades de melhorias indicadas a seguir, possui amplas funcionalidades capazes de permitir o planejamento, controle, monitoramento e fiscalização da operação da frota e, ainda da demanda, tendo em vista que vem sendo utilizado para controle da Rede da Madrugada e aplicação de penalidades de forma eletrônica para os descumprimentos de viagens pelos operadores. **(Itens 3.4.1, 3.4.2 e 3.8)**

Ademais, verificou-se que o sistema de bilhetagem eletrônica possui parametrização dos horários das viagens e transações do Bilhete Único divergentes daquelas existentes no sistema de monitoramento. Dessa forma, enquanto no SBE a data de

transação no validador é a data efetiva da transação, no SIM a data considerada é aquela referente ao ciclo operacional da linha definido pela área de planejamento, tornando-se inadequado para comprovar o cumprimento de viagem e o consequente cancelamento de autos de infração pelas Comissões de Infrações Multas (Comins).  
**(Item 3.7.2)**

### **Propostas de Recomendações**

Considerando que no exercício de sua competência constitucional para a organização e prestação do serviço público de transporte coletivo urbano de passageiros por ônibus, os municípios devem observar as definições, princípios e diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana instituída pela Lei Federal nº 12.587/2012, da Lei Federal nº 8.987/1995 (Lei de Concessões) e, subsidiariamente, da Lei Federal 8.666/1993 (Lei Geral de Licitações e Contratos), vale considerar as seguintes propostas de recomendações:

**4.1.** É necessário que a SPTrans analise os riscos da eventual descontinuação da tecnologia GPRS (*General Packet Radio Service* – Serviços Gerais de Pacotes por Radio) em razão da existência de 1.846 equipamentos AVL (*Automatic Vehicle Location* – Localização Automática de Veículo) mais antigos, bem como implemente ações para a mitigação dos riscos e impactos sobre o monitoramento do sistema de transporte público. **(Itens 3.2.3, 3.5.2.1 e 3.7.1)**

**4.2.** É imprescindível que a UCP possua capacidade de integração com todos os equipamentos no espaço embarcado, principalmente o AVL, Validador, hodômetro, garantindo a interoperabilidade, devendo essa integração contemplar a sincronia de todos os relógios, permitir o acesso às informações de ambos os sistemas, de forma bilateral, tais como dados de localização geográfica, data, hora, veículo, linha em operação e demais critérios. Todas as transmissões da UCP para o validador ou vice-versa deverão ocorrer de forma automática, sem a intervenção humana, com total e comprovada confiabilidade, sem prejuízo à qualidade e integridade dos dados,

conforme previsto no Item 3.11 do Anexo VII-Caderno 1 dos Editais das Concorrências SMT.GAB 001, 002 e 003/2015. **(item 3.2.3)**

**4.3.** A SMT/SPTrans deve garantir que os sistemas de monitoramento e bilhetagem possuam funcionalidades para simulações e estimativas de frota, quantidade de viagens, horas e quilometragem a partir do conhecimento da demanda de renovação e tempo de ciclo, obtidos de base unificada gerada pelo cruzamento de todos os logs de transações do sistema de bilhetagem com as informações de geolocalização do GPS, com vistas a avaliar e estimar adequadamente o volume de serviços, reduzindo a assimetria de informações e aumentando a eficiência, transparência, qualidade e modicidade, quando da elaboração dos projetos de rede de transporte coletivo de passageiros e por ocasião da avaliação dos reequilíbrios econômico-financeiros dos contratos. **(item 3.2.3)**

**4.4.** Implementar adequações no sistema de bilhetagem, compatibilizando os horários das viagens e dos logs de transações do bilhete único com os horários do ciclo operacional definidos pela área de planejamento e já existentes do sistema de monitoramento. **(Item 3.7.2)**

**4.5.** A SPTrans deve substituir o sistema operacional obsoleto Windows XP por outro sistema atualizado e com suporte do fabricante, a fim de mitigar o risco de ataques cibernéticos, de sequestro de dados e outros danos provenientes de falhas na segurança da informação. **(Item 3.5.3)**

**4.6.** Recomenda-se que em futuras aquisições de novos equipamentos sejam especificados equipamentos AVLS (*Automatic Vehicle Location* – Localização Automática de Veículo) capazes de trabalhar com tecnologias complementares ao GPS, como A-GPS (americanos) ou Glonass (russo). **(Item 3.5.4)**

**4.7.** Implementar funcionalidade de aplicação automática de penalidade para os casos de equipamentos com mais de 04 horas sem comunicação com o Sistema de Monitoramento. **(Item 3.8)**

Em 01.03.23

**ANTONIO ALMEIDA DE SOUSA**  
Auditor de Controle Externo

**ADRIANO PINHEIRO B. DE MENEZES**  
Supervisor de Controle Externo 9

**ANSELMO FERNANDES RIZANTE**  
Coordenador de Controle Externo V

R.P.: F.N.