

**ANEXO I.5 - DESCRITIVO DO SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE
(ITS)**

ANEXO I.5 - DESCRITIVO DO SISTEMA INTELIGENTE DE TRANSPORTE (ITS)

1. INTRODUÇÃO

Este ANEXO detalha as definições técnicas e funcionais mínimas do Sistema Inteligente de Transporte por Ônibus da Cidade do Rio de Janeiro, cuja implantação será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

O ITS deverá integrar programas que envolvem aplicações e a interação de um grupo de tecnologias avançadas destinadas a fazer os sistemas de transporte operarem com mais segurança, regularidade, pontualidade, confiabilidade e eficiência.

O ITS implementará uma abordagem baseada na automação e sistematização de processos, visando otimizar a prestação de serviços, o fornecimento de informações aos usuários e a gestão eficiente do sistema de transporte coletivo.

A estrutura fundamenta-se no conceito internacionalmente reconhecido de "Sistemas Inteligentes de Transporte" (*Intelligent Transportation Systems - ITS*), os quais são integrados por um conjunto de tecnologias como sistemas de posicionamento global, sensores, inteligência artificial e *big data*.

Os sistemas de ITS devem contribuir com o sistema de transporte através da gestão, supervisão e controle em tempo real dos processos físicos, objetivando qualificar o atendimento a níveis de serviço desejados pelo usuário e pela sociedade, contribuindo também para a racionalização de recursos, a obtenção de alternativas seguras, eficientes e maior transparência na gestão do transporte público.

1.1. Visão Geral do ITS

O ITS será composto por sistemas principais, complementados por centrais de supervisão, operação e fiscalização, equipamentos, infraestrutura e aplicações, com

destaque para uma estrutura de armazenamento e processamento de dados e para a infraestrutura de rede de comunicações.

A solução tecnológica a ser implantada deverá disponibilizar ao PODER CONCEDENTE e à CONCESSIONÁRIA ferramentas que possibilitem a extração de relatórios de controle e de planejamento, bem como o acesso a todas as bases de dados geradas pelos sistemas que compõem o ITS, com o fornecimento de interfaces de programação de aplicações (APIs) para integração com sistemas de terceiros, como por exemplo, aplicativos de transportes.

2. OBJETIVOS

Os principais objetivos do ITS são:

- Coleta de dados da operação de ônibus ao longo do trajeto das viagens, nos terminais rodoviários e nas garagens;
- Coleta de dados dos passageiros embarcados ao longo do trajeto das viagens;
- Geração e monitoramento de indicadores operacionais que auxiliem a gestão da rede de transportes;
- Consolidação do quadro geral da oferta do serviço por dia e faixa horária, oferecendo indicadores de cumprimento de viagens e de frota, regularidade da operação, tempos de viagem e outros indicadores de oferta;
- Interação com o usuário;
- Fornecimento de dados operacionais e de demanda efetiva de passageiros que auxiliem o planejamento da rede;
- Monitoramento do sistema de climatização dos veículos.

3. EQUIPAMENTOS EMBARCADOS

Os veículos adquiridos deverão contar, no mínimo, com uma série de equipamentos embarcados e espaço disponível para instalação, em especial aqueles relacionados ao monitoramento da qualidade do serviço e à segurança da condução, bem como dispositivos que auxiliem na informação aos usuários.

Todos os equipamentos e instalações previstos para a CONCESSIONÁRIA deverão atender às Normas Técnicas da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) e/ou internacionais (quando aplicáveis), às das agências reguladoras de serviços públicos, como a ANEEL (Agência Nacional de Energia Elétrica) e a ANATEL (Agência Nacional de Telecomunicações); e, às resoluções do CONTRAN (Conselho Nacional de Trânsito), quando houver.

Por ocasião da instalação dos equipamentos, deverão ser atendidas as determinações da Lei de Acessibilidade – Leis n. °s. 10.048/2000, 10.098/2000 e Decreto-Lei n° 52.096/2004 ou legislação superveniente.

A CONCESSIONÁRIA poderá solicitar ao PODER CONCEDENTE recomendações técnicas e observações pertinentes quanto à localização e aos modelos dos equipamentos a serem instalados nos veículos.

A implementação, contudo, não estará condicionada à aprovação formal prévia do PODER CONCEDENTE, salvo nos casos expressamente previstos neste instrumento ou em regulamentos complementares.

A critério do PODER CONCEDENTE, e conforme disposto em regulamento complementar, determinados equipamentos ou soluções poderão ser submetidos à avaliação de conformidade por Organismo Certificador Designado (OCD), devidamente acreditado, cuja aprovação técnica poderá ser exigida como requisito para sua instalação e operação.

Os cabamentos disponibilizados nas instalações de equipamentos, conectores, chicotes, suportes e elementos de fixação deverão ser protegidos mecanicamente, de padrão automotivo, com isolamento compatível com a tensão de trabalho,

revestimento com material anti-chama e proteção contra aquecimento. Além disso, deverão ser estruturados e identificados, de modo a garantir seu rastreamento.

Os cabos não deverão conter quaisquer emendas e deverão correr em canaletas especialmente previstas para este fim. Quando exigido na especificação, a CONCESSIONÁRIA deverá garantir que existam os dutos para encaminhamento dos cabos de alimentação e transmissão de dados dos equipamentos.

Quando assim especificado pelo PODER CONCEDENTE, a CONCESSIONÁRIA deverá disponibilizar as interfaces de programação de aplicações (APIs) dos serviços tecnológicos vinculados à operação, de forma a viabilizar sua integração direta com o PODER CONCEDENTE.

O objetivo é garantir que as informações essenciais ao controle da frota e à informação ao usuário sejam centralizadas pelo PODER CONCEDENTE e possam ser redistribuídas, por meio de APIs públicas e demais canais institucionais, de forma segura, padronizada e em conformidade com os critérios de interoperabilidade estabelecidos.

3.1. Equipamentos embarcados

Todos os equipamentos embarcados deverão ser instalados pela CONCESSIONÁRIA e estão listados na Tabela 1.

Tabela 1. Equipamentos embarcados

Fonte: Elaboração SMTR

Componente
Sensor de ar condicionado para ser integrado ao validador da bilhetagem eletrônica
Interação com o usuário (Microfone ambiente, painéis de mensagens variáveis, painel de velocidade instantânea, alto-falantes e amplificador, e tomadas USB e USB-C para usuários)
Circuito Fechado de Televisão (CFTV) com gravador DVR
Painel do Condutor para visualização das câmeras de portas de desembarque, ponto cegos, salão e de manobra em marcha a ré
Equipamentos contadores de passageiros
Módulo de leitura de telemetria com transmissão remota
Equipamentos para rastreamento/localização da Frota
Painel de Interface do Condutor - PIC
Botão de Pânico/Assédio
ADAS e DMS

3.1.1. Sensor de ar condicionado para ser integrado ao validador da bilhetagem eletrônica

Todos os veículos deverão possuir um sensor de temperatura e umidade. O equipamento deverá ser igual ao que já equipa a frota do sistema municipal, conforme especificação técnica a ser fornecida pelo PODER CONCEDENTE.

Deverão ser previamente instalados os cabos, dutos e conectores necessários, de modo a garantir o perfeito funcionamento do sensor de forma integrada ao sistema de bilhetagem, permitindo a captura contínua dos dados mesmo com o veículo em movimento.

A CONCESSIONÁRIA será integralmente responsável pela instalação, funcionamento e integridade dos sensores até sua conexão com o validador.

3.1.2. Interação com o usuário

Os veículos deverão ter equipamentos para interação automática ou manual com usuários, que aprimorem a qualidade percebida pelos passageiros, conforme detalhamento a seguir:

- Microfone ambiente padrão;
- Tomadas USB e USB-C para usuários e condutor;
- Painéis de mensagens variáveis integrados;
- Sistema de alto-falantes de informações ao passageiro;
- Painel de velocidade instantânea.

3.1.2.1. Microfone ambiente padrão

O microfone deverá ser instalado junto ao posto de trabalho do condutor do veículo, ergonomicamente projetado e com resistência à vibração da carroceria. Se destina a comunicação unidirecional do motorista para os passageiros no interior do veículo. Deverá realizar a captação de voz clara, mesmo em ambientes com ruídos de fundo, integrado aos sistemas de áudio embarcado, com imunidade a interferências eletromagnéticas, sem afetar outros equipamentos, com conectores padrão, conforme normas técnicas aplicáveis.

3.1.2.2. Tomadas USB e USB-C para usuários

Deverão ser instalados módulos com portas USB e USB-C para uso dos passageiros, distribuídos de forma homogênea em cada fileira de assentos, em ambos os lados do veículo, além de uma unidade junto à posição do motorista. Para as últimas fileiras, as tomadas poderão ser instaladas sob os assentos, visando à otimização do espaço interno. Os módulos deverão permitir a recarga simultânea de dispositivos portáteis, como celulares e tablets, durante a viagem.

3.1.2.3. Painéis Eletrônicos de Mensagens Variáveis (PMVs) integrados

Todos os veículos deverão estar equipados com Painéis Eletrônicos de Mensagens Variáveis (PMVs) para informação do serviço e do destino, integrados a um sistema

central interligado ao validador. Este sistema incluirá: controlador com memória para armazenamento de informações pré-programadas, unidade de transferência de dados móvel e remota, software dedicado para atualização e reprogramação dos conteúdos.

Os painéis deverão ser integrados, permitindo comunicação entre frontais, laterais e internos, com o sistema de áudio e um sistema de posicionamento para informar as próximas paradas, pontos terminais ou pontos de relevante interesse no percurso dos serviços. Os painéis deverão integrar-se ao sistema de portas para informar sobre a movimentação destas.

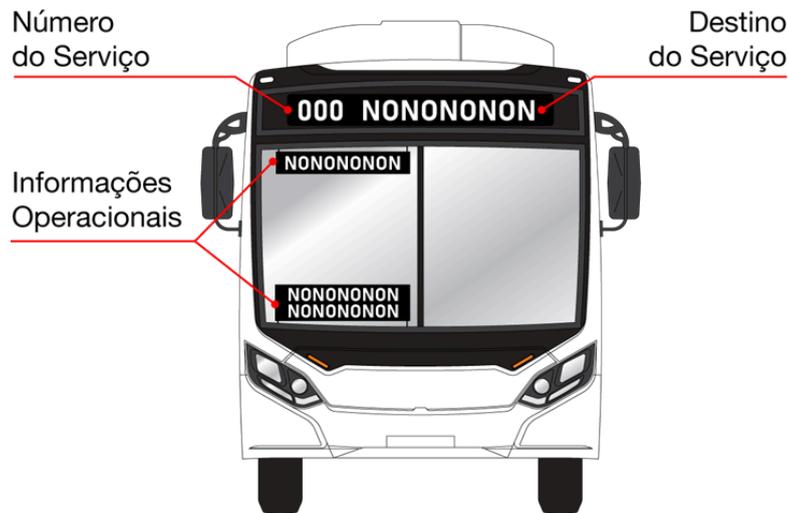
Toda a comunicação visual dos painéis deve ser apresentada de modo a estarem em conformidade com a NBR 14022:2011/Em 1:2025. Qualquer especificação diferente das indicadas nesse item poderá ser adotada, desde que atenda às normas e seja aprovada pelo PODER CONCEDENTE.

3.1.2.3.1. Painel Frontal (caixa de vista - letreiro)

A caixa de vista (*display* de destino), localizada na parte superior frontal externa do veículo, deverá ser constituída por um painel eletrônico (letreiro) que exiba claramente o número e o destino do serviço operado pelo veículo. Em veículos de pára-brisa bipartido, a caixa de vista deverá estar incorporada à estrutura da carroceria, caso contrário (para-brisa inteiriço), poderá estar instalada no interior do veículo.

O painel eletrônico que indica o destino e o número do serviço deverá ter caracteres com 150 mm de altura (admitindo-se tolerância de -10%) e utilizar as cores amarelo-âmbar ou branca para exibição dos caracteres, sem comprometer a aerodinâmica do veículo. O tamanho dos painéis poderá variar de acordo com a carroceria e deverá ser previamente aprovado pelo PODER CONCEDENTE durante a aprovação do layout preliminar conforme ANEXO I.4 - ESPECIFICAÇÃO DE FROTA.

Figura 1. Comunicação Externa Frontal dos Veículos



Fonte: Elaboração SMTR

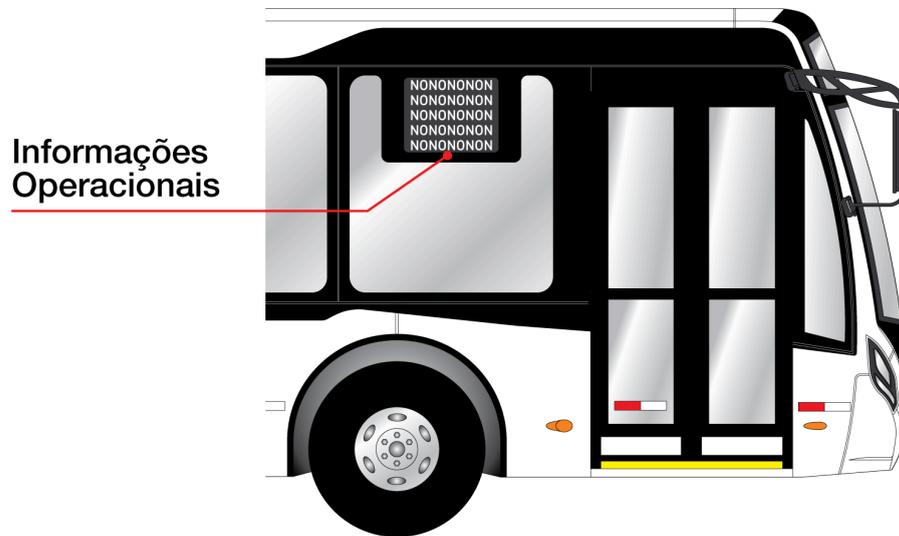
Na parte superior e inferior do pára-brisa, do lado direito, deverão ser instalados painéis eletrônicos para veiculação de informações complementares e operacionais, com altura mínima de 100 mm para os caracteres, sendo legíveis a, no mínimo, 50m de distância. Deverão ser utilizadas as cores amarelo-âmbar ou branca para exibição dos caracteres.

3.1.2.3.2. Painel da Lateral Direita

Na lateral direita dos veículos, junto à porta de embarque, deverá constar 1 (um) painel eletrônico em LED (Diodos Emissores de Luz), multilinhas, para veiculação de informações complementares e operacionais do serviço. Deverá ser instalado internamente ao veículo, com dimensões mínimas de 390 mm de largura por 264 mm de altura de área do visor, permitindo a utilização de diferentes fontes em uma única mensagem, bem como a exibição de gráficos.

O tamanho e posição dos painéis poderão variar de acordo com a carroceria e deverá ser previamente aprovado pelo PODER CONCEDENTE durante a aprovação do layout preliminar conforme ANEXO I.4 - ESPECIFICAÇÃO DE FROTA.

Figura 2. Comunicação Externa Lateral dos Veículos



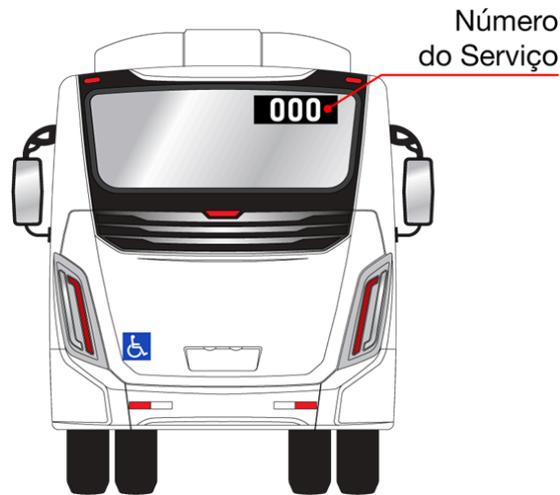
Fonte: Elaboração SMTR

3.1.2.3.3. Painel Traseiro

Na traseira, na parte superior da janela, deverá constar 1 (um) painel eletrônico, instalado internamente ao veículo, com uso de caracteres nas cores amarelo-âmbar ou branca, conforme norma SMTR, de forma a garantir a visualização do número do serviço e destino pelos usuários.

O tamanho dos painéis poderão variar de acordo com a carroceria e deverá ser previamente aprovado pelo PODER CONCEDENTE durante a aprovação do layout preliminar conforme ANEXO I.4 - ESPECIFICAÇÃO DE FROTA.

Figura 3. Comunicação Externa Traseira dos Veículos



Fonte: Elaboração SMTR

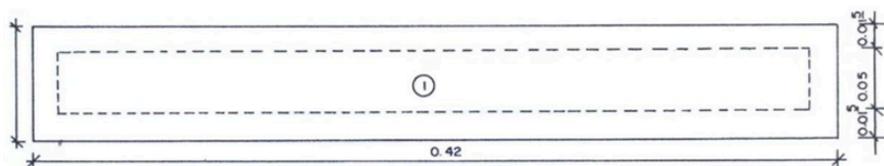
3.1.2.3.4. Painel do Interior do Veículo

Na parte da frente do veículo, deverá constar 1 (uma) caixa de vista interna superior, que deverá ser visível para os usuários, preferencialmente acima da catraca, atendendo às dimensões detalhadas na Figura 4.

O tamanho e posição dos painéis poderão variar de acordo com a carroceria e deverão ser previamente aprovados pelo PODER CONCEDENTE durante a aprovação do layout preliminar conforme ANEXO I.4 - ESPECIFICAÇÃO DE FROTA.

Figura 4. Detalhamento da Caixa de Vista Interna

Fonte: Elaboração SMTR



O painel do interior do veículo deverá ser compatível com recurso de integração tecnológica embarcada para informar, no mínimo:

- Itinerário;
- Próximas paradas da rota (combinada com um sistema de posição e com sistema de áudio);
- Data e hora atualizadas;
- Informação de movimentação das portas;
- Mensagens de alerta disparadas pelo PODER CONCEDENTE (ex: rota em desvio e operação interrompida).

3.1.2.3.5. Painel indicador de velocidade

No painel frontal ou em outro local definido pelo PODER CONCEDENTE em comum acordo com a CONCESSIONÁRIA, os veículos devem estar equipados com painel indicador de velocidade, para informar aos usuários da velocidade instantânea do veículo.

Esse equipamento deverá atender aos requisitos mínimos a seguir descritos:

a) Características funcionais e construtivas:

- O painel deverá apresentar em seu mostrador luminoso a velocidade instantânea do veículo. É vedada qualquer outra informação além da velocidade.
- O painel deverá operar a partir dos dados do tacógrafo digital sem interferir em seu funcionamento.

- A frequência de atualização do mostrador deverá situar-se entre 0,5 Hz e 1,5 Hz.
- O mostrador luminoso deverá ser constituído por LEDs da cor amarelo âmbar, com um fotosensor para ajuste do brilho.
- Não serão permitidas variações na luminosidade decorrentes de flutuações na tensão de alimentação do veículo.

b) Configurações e dimensões:

- O design do painel e sua fixação não deve:
Propiciar o uso como ponto de apoio;
Obstaculizar o fluxo de usuários.
- Cores e formatos deverão harmonizar-se com o interior do veículo.
- Dimensões máximas externas:
Comprimento: 210 mm
Altura: 75 mm
Profundidade: 40 mm
Dimensões mínimas dos algarismos:
Altura: 38 mm
Largura: 26 mm

3.1.2.4. Sistema de alto-falantes de informações aos usuários

O veículo deverá estar equipado com sistema de áudio de bordo composto por amplificadores de som de alta fidelidade.

Os ônibus do tipo urbano devem contar com um conjunto de 6 (seis) alto-falantes (frontal, central e traseiro) e os miniônibus e midionibus, no mínimo 4 alto falantes.

Deverão estar conectados ao sistema de microfonia, suficientes para que os usuários possam ouvir claramente as informações de áudio/voz mesmo com ruído ambiente.

O sistema sonoro deverá comunicar abertura e fechamento das portas e emitir avisos de pontos de paradas relevantes, definidos pelo PODER CONCEDENTE.

3.1.2.5. Circuito Fechado de Televisão (CFTV) com gravador DVR

O veículo deverá estar equipado com sistema de Circuito Fechado de Televisão (CFTV) para videomonitoramento, o que inclui as câmeras com cúpulas antivandalismo, sistema de gravação com armazenamento de vídeo, cabeamento dedicado e compartimentos específicos para as câmeras.

O CFTV deve ser capaz de registrar continuamente a operação do ônibus, ser adequado para veículos automotores, incluir software para visualização e exportação das imagens, permitir a transmissão online mediante requisição e integrar-se ao Centro de Controle Operacional – CCO RIO.

3.1.2.5.1. Câmeras de Circuito Fechado de Televisão (CFTV)

3.1.2.5.2.

O veículo deverá conter, no mínimo, as câmeras listadas a seguir, respeitando os posicionamentos detalhados nas Figuras 5, 6 e 7.

Câmera Condutor: para monitoramento das atividades do condutor. Essa câmera deverá estar posicionada em local estratégico que permita a captura de área frontal completa do condutor (rosto e corpo), do volante, do posto de cobrança e da porta de embarque;

Porta entre eixos (midiônibus e básico): câmera que permita ao condutor visualizar o desembarque pela porta com rampa no veículo do tipo urbano de piso baixo ou a área reservada para cadeira de rodas no midiônibus;

Câmeras de eventos externos ao veículo: câmera frontal que permita visão geral otimizada, inclusive noturna, sem prejudicar a visão do condutor voltada para a frente do veículo;

Câmeras de visualização de pontos cegos: dispostas lateralmente acima dos espelhos retrovisores, permitindo ao condutor visualizar áreas não abrangidas por esses espelhos, e na traseira, junto ao para-choque.

Câmera traseira: câmera de segurança traseira, que permita a melhor visão geral, inclusive noturna. O foco dessa câmera deverá abranger um campo visual de pelo menos 10 metros a partir da traseira do veículo e operar com o acionamento da marcha à ré;

Câmeras do salão: 2 (duas) câmeras, abrangendo a cobertura de todo o salão, sendo que uma delas deverá cobrir a última porta de desembarque.

Figura 5. Alocação de itens de ITS - Miniônibus

Fonte: Elaboração SMTR

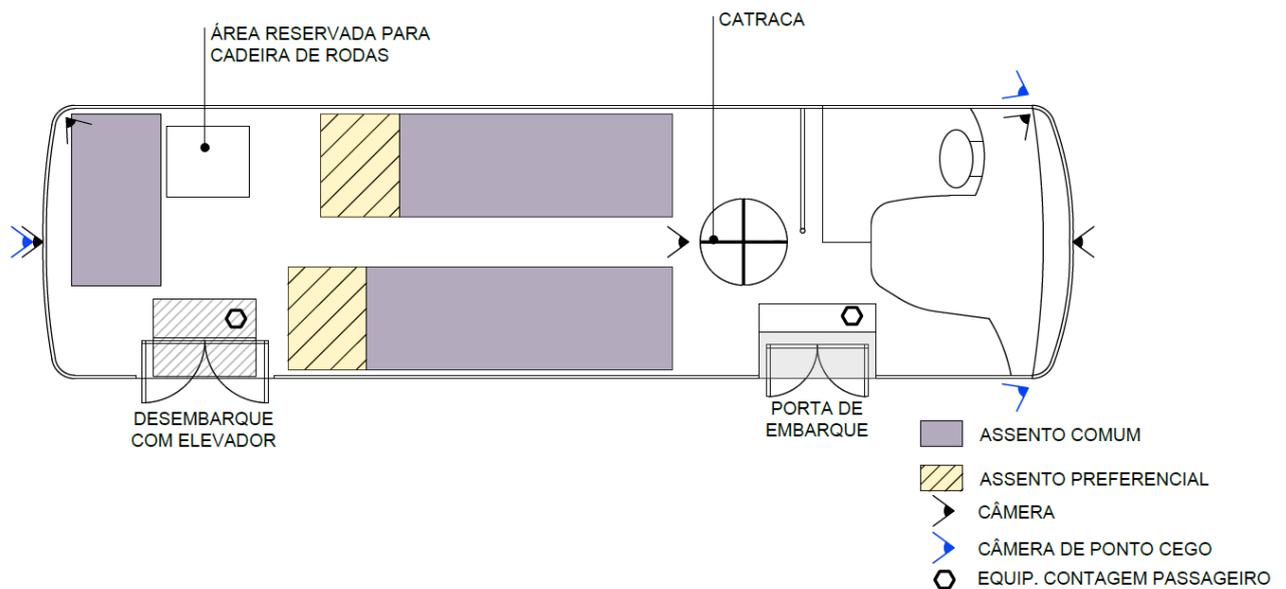


Figura 6. Alocação de itens de ITS - Midiônibus

Fonte: Elaboração SMTR

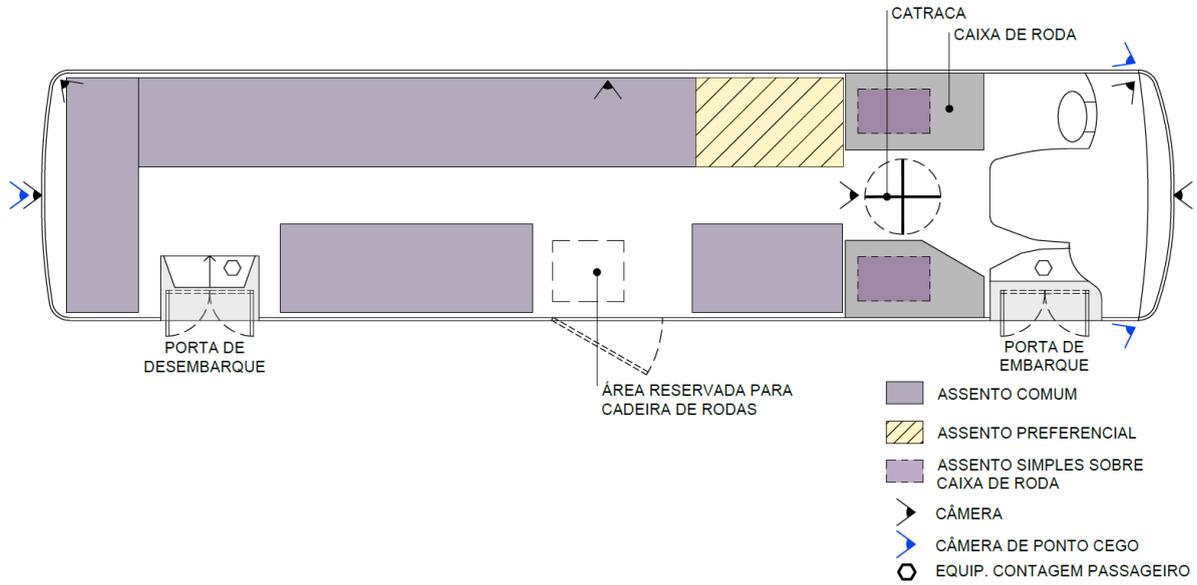
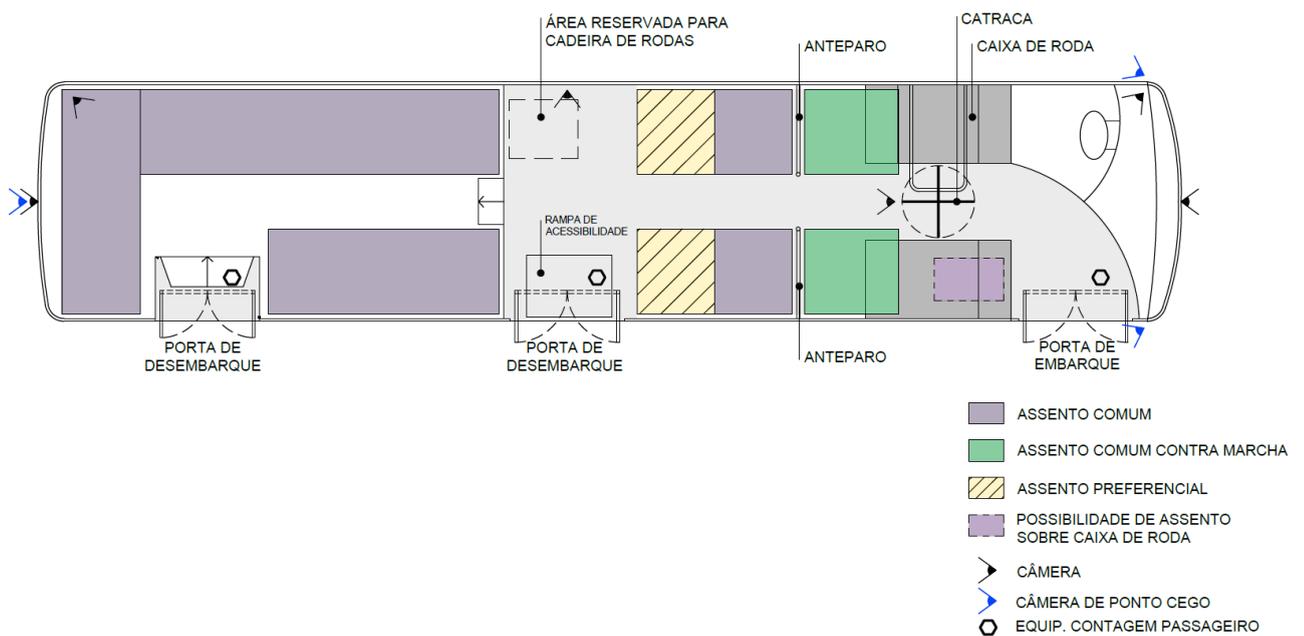


Figura 7. Alocação de itens de ITS - Básico

Fonte: Elaboração SMTR



As câmeras deverão possuir as seguintes especificações:

- Formato plano;
- Resolução mínima para câmeras internas e laterais: 1280x720 (HD);
- A câmera frontal externa deverá ter resolução mínima de 1920x1080 (Full HD) e taxa de 30 FPS;
- Sensibilidade luminosa mínima de 0,01 lux, com imagem colorida e alto desempenho;
- Resistentes a manipulações, projetadas para uso veicular, com encapsulamento metálico IP66, antivandalismo, vedadas contra poeira, água e resistente ao fogo;
- Proteção contra variações de tensão;
- Deverão possuir microfones embutidos;
- Interfaces compatíveis com funcionalidades e periféricos da tecnologia embarcada, com sistema de fixação antivibração.
- As imagens deverão ser armazenadas em um DVR embarcado.

Todo o cabeamento do Sistema de CFTV deverá ser conduzido até o local do DVR. As câmeras deverão gravar imagens localmente, indexadas por prefixo do veículo, data e hora, e permitir o *download* para mídia física e transmissão remota em tempo real mediante requisição.

O Sistema de CFTV incluirá um gravador de imagens (DVR), com capacidade mínima para 30 dias de armazenamento e 8 canais. O DVR deverá ser instalado em compartimento protegido e com chave.

O Sistema de CFTV deverá permitir a transmissão de imagens para o painel de visualização do condutor.

As imagens captadas e descarregadas dos sistemas de videomonitoramento (CFTV) deverão ser armazenadas em formato compatível com a execução de algoritmos de visão computacional, preservando qualidade mínima suficiente para reconhecimento visual por ferramentas como YOLO ou similares em ambiente Python. É proibido o uso de compressão com perda que comprometa nitidez, resolução ou integridade visual, conforme parâmetros técnicos definidos em instrumento complementar pelo PODER CONCEDENTE.

3.1.2.5.3. Armazenamento e Disponibilização das Imagens

As imagens captadas pelos sistemas de videomonitoramento embarcados deverão ser armazenadas, em primeira instância, nos respectivos DVRs de bordo e, ao término de cada jornada de operação, transferidas automaticamente para um servidor local dedicado da CONCESSIONÁRIA nas garagens. O servidor atuará como *backup*, armazenando cópias organizadas por veículo, data, hora e câmera, com retenção mínima de 30 (trinta) dias corridos.

A solução adotada deverá assegurar a integridade, disponibilidade e segurança dos arquivos de vídeo, protegendo contra falhas nos dispositivos embarcados, perdas acidentais ou corrupção dos dados.

A CONCESSIONÁRIA poderá implementar soluções complementares de redundância em nuvem privada, desde que respeitados os níveis mínimos de confidencialidade, controle e proteção definidos neste instrumento.

A CONCESSIONÁRIA deverá disponibilizar ao PODER CONCEDENTE uma interface programática (API) dedicada para acesso às imagens armazenadas localmente, acompanhadas dos respectivos metadados indexados.

A API garantirá acesso remoto, contínuo, padronizado e seguro, permitindo integração com sistemas corporativos do PODER CONCEDENTE, inclusive para fins de fiscalização, auditoria, análise de eventos e interoperabilidade com o Centro de Controle Operacional (CCO) e o Centro de Operações Rio (COR).

O PODER CONCEDENTE terá acesso direto, irrestrito e autônomo à totalidade das imagens e metadados, sem necessidade de intermediação, requisição formal ou autorização prévia por parte da CONCESSIONÁRIA.

A documentação técnica da API, incluindo estrutura de dados, autenticação, parâmetros de consulta, formatos de resposta e versionamento, será definida em instrumento complementar específico.

A CONCESSIONÁRIA garantirá o funcionamento contínuo, a estabilidade e a atualização da infraestrutura local de armazenamento e da respectiva API, inclusive em cenários de evolução tecnológica, reformulação dos sistemas ou reestruturação dos dados.

Quaisquer alterações relevantes deverão ser precedidas de autorização expressa do PODER CONCEDENTE, acompanhadas da documentação técnica necessária.

3.1.2.5.4. Painel de visualização do Circuito Fechado de Televisão (CFTV)

A CONCESSIONÁRIA instalará no painel do veículo um monitor com tela de tamanho mínimo de 7 polegadas, resolução mínima de 1.024 x 600 P, brilho ajustável, revestimento antirreflexo e antivibração, para visibilidade ampla pelo condutor da movimentação dos passageiros, em especial junto às portas de desembarque e no interior do salão.

O painel permitirá a visualização da câmera traseira ao acionar a marcha a ré durante manobras e áreas de pontos cegos com o veículo em movimento.

O PODER CONCEDENTE poderá definir o número de câmeras exibidas simultaneamente e o acionamento automático conforme movimentos do veículo (ex: marcha a ré ou setas).

3.1.2.6. Equipamentos Contadores de Passageiros

A CONCESSIONÁRIA deverá equipar todos os veículos com um sistema de contagem automática de passageiros (independente do funcionamento de catracas e validadores), para fornecer dados de planejamento operacional e análise de demanda em tempo real.

A solução tecnológica poderá utilizar sensores ópticos, câmeras ou infravermelho, por exemplo, e deverá garantir, sem compensação de erros, precisão maior ou igual a 95% a cada 500 passageiros.

Os equipamentos serão instalados nas portas de entrada e saída de todos os veículos (Figuras 5, 6 e 7), com proteção antivandalismo. Deverão ser resistentes à vibrações, variações térmicas e umidade, além de apresentar baixo consumo energético e dispor de memória para armazenamento em falhas de comunicação.

O sistema coletará dados de entrada e saída de passageiros em tempo real (contagem bidirecional), registrando data, hora, identificação do veículo e, quando disponível, geolocalização.

Adicionalmente, o sistema deverá:

- a) Permitir, a critério da CONCESSIONÁRIA, a integração tecnológica do sistema de contagem de passageiros com outros dispositivos de comunicação embarcados via 4G ou tecnologia superior;
- b) Assegurar o fornecimento de interfaces de programação de aplicações (APIs) que permitam disponibilizar dados em tempo real ao PODER CONCEDENTE e, quando expressamente autorizado, a terceiros.

3.1.2.7. Módulo de leitura de Telemetria com Transmissão Remota

A CONCESSIONÁRIA deverá assegurar que todos os veículos disponham de recursos para leitura de telemetria, independentemente do chassi ou tipo de carroceria.

Cada veículo deverá incorporar um módulo de leitura embarcado capaz de realizar a coleta de dados em tempo real do barramento CAN-Bus (Controller Area Network) do veículo, utilizando como referência o padrão SAE J1939, ou em protocolo equivalente aprovado pelo PODER CONCEDENTE.

O módulo deverá transmitir os dados remotamente, via conectividade 4G (ou superior), utilizando interface de programação de aplicações (API) para envio contínuo das informações ao PODER CONCEDENTE, conforme as especificações técnicas por este definidas.

Entre os parâmetros de monitoramento contínuo, o sistema transmitirá, no mínimo, as seguintes informações:

- Odômetro total;
- Estado do motor (ligado/desligado);
- Horímetro (tempo de funcionamento do motor);
- Data e hora;
- Velocidade instantânea;
- Falhas em componentes críticos;
- Estado das portas (abertas/fechadas);
- Estado do ar-condicionado (ligado/desligado).

Adicionalmente, o PODER CONCEDENTE poderá, a qualquer momento, exigir a inclusão de outros parâmetros de telemetria disponíveis no padrão SAE J1939, ou de protocolo equivalente, desde que compatível com os parâmetros definidos pelo PODER CONCEDENTE e tecnicamente acessíveis no barramento CAN-Bus do veículo.

A CONCESSIONÁRIA assegurará que a solução adotada para leitura de telemetria tenha capacidade plena de acesso, interpretação e transmissão dos dados disponíveis no protocolo SAE J1939, não sendo permitido o uso de equipamentos ou sistemas com restrições técnicas que impeçam o fornecimento de parâmetros acessíveis na rede veicular.

Adicionalmente, a CONCESSIONÁRIA deverá:

1. Disponibilizar ao PODER CONCEDENTE uma ferramenta eletrônica, com acesso via internet e gerenciamento em nuvem para acompanhamento dos parâmetros monitorados pela telemetria avançada. A ferramenta permitirá:
 - Geração de dashboards e gráficos de uso;
 - Visualização de desempenho individual;
 - Monitoramento de indicadores de manutenção e tempo de inatividade;
 - Análise dos dados coletados;
 - Emissão de relatórios;
 - Preferencialmente, armazenamento em nuvem privada;

2. Prover e garantir o funcionamento contínuo de interfaces de programação de aplicações (APIs) que permitam a disponibilização estruturada e em tempo real dos dados operacionais e técnicos ao PODER CONCEDENTE, nos formatos, frequências e padrões de interoperabilidade por este definido. Quando expressamente autorizado, os dados poderão ser disponibilizados a terceiros.

3.1.2.8. Sistema de Rastreamento e Localização da Frota

A CONCESSIONÁRIA deverá possuir o serviço de rastreamento da frota em tempo real, com o monitoramento eletrônico e a identificação dos ônibus por meio de um receptor de sinal do Sistema de Posicionamento Global, além de transmissão contínua de dados via tecnologia 4G (ou superior).

O sistema será composto por equipamentos resistentes a vibrações, umidade e temperatura, com proteção contra interferências eletromagnéticas, antenas de posicionamento e dispositivos de comunicação além de todos os componentes necessários ao funcionamento de um sistema de localização automática de veículos (AVL - *automatic vehicle location*). Deverá o sistema adotado dispor de memória suficiente para armazenamento de dados e carga remota de listas de serviços e parâmetros operacionais.

O receptor do sistema de posicionamento global deverá contar com proteção física contra violação do hardware (*anti tampering*), com geração de alerta em caso de remoção do dispositivo. Este recurso requer aprovação prévia do PODER CONCEDENTE.

A CONCESSIONÁRIA disponibilizará ao PODER CONCEDENTE uma plataforma eletrônica, preferencialmente em nuvem, para visualização dos ônibus em tempo real. A plataforma incluirá funcionalidades que:

- Localização geográfica precisa,
- Dashboards operacionais,
- Visualização em tempo real dos veículos e rotas no mapa,

- Status operacional de serviços e veículos,
- visualização dos veículos recolhidos em garagem,
- Alertas pré-configurados,
- Horários de saída/chegada nos pontos de embarque,
- Mapas dinâmicos com cercas virtuais.

A ferramenta de visualização deverá emitir relatórios operacionais mediante requisição, com dados como tempo de viagem, quilometragem percorrida, frota alocada por serviço, veículos por empresa e em operação.

No contexto do rastreamento da frota, deverão ser disponibilizadas também ao PODER CONCEDENTE interfaces de programação de aplicações (APIs) que possibilitem a integração com os dados de viagens e a posição atualizada dos veículos, nos formatos, frequências e padrões de interoperabilidade definidos pelo PODER CONCEDENTE.

O compartilhamento com terceiros exigirá autorização expressa do PODER CONCEDENTE.

A CONCESSIONÁRIA garantirá disponibilidade, estabilidade e atualização das interfaces de programação de aplicações (APIs), conforme os formatos e padrões definidos pelo PODER CONCEDENTE, inclusive durante evoluções tecnológicas ou mudanças na estrutura dos dados.

Quaisquer alterações que possam impactar na visualização da ferramenta ou na disponibilização das APIs deverão ser comunicadas previamente ao PODER CONCEDENTE, com a devida justificativa técnica e documentação de suporte, sujeitas à aprovação expressa.

O serviço de rastreamento da frota deverá ser capaz de interagir com o Painel de Interface e Comunicação do Condutor para:

- Execução de viagens com rotas otimizadas em tempo;
- Manter a regularidade e os intervalos entre ônibus;
- Disparar a partida dos veículos nos pontos terminais no horário programado;

- Informar horário de recolhimento;
- Alertar sobre interrupção ou desvio da viagem;
- Evitar formação de comboios.

Os dados de rastreamento/monitoramento atenderão aos seguintes requisitos mínimos de visualização na plataforma eletrônica:

a) Veículos:

- Número de ordem e placa (definido pelo PODER CONCEDENTE);
- Nome da empresa e tipo de veículo (minibus, midibus, urbano básico ou padron);
- Número de série dos validadores embarcados;
- Latitude, longitude e última posição (data/hora);
- Odômetro total,
- Próxima parada (se em operação);
- Status da ignição (ligada/desligada).

b) Serviços:

- Numeral e rota em base cartográfica;
- Itinerários (origem-destino),
- Veículos associados;
- Frota alocada/planejada,
- Horários de operação;
- Pontos de parada e anotações de desvios.

c) Operação:

- Intervalo médio por serviço;
- Frequência de veículos por faixa horária;
- Horários de partida.

d) Garagens:

- Posicionamento,
- Quantidade de veículos estacionados/capacidade;
- Endereço,
- contato do responsável,
- empresa responsável.

e) Terminais rodoviários:

- Posição geográfica;
- Serviços autorizados,
- Contato dos responsáveis (despachantes);
- Indicação de veículos no interior (cercas virtuais).

Os dados gerados pelo serviço de monitoramento da frota deverão ser armazenados localmente nos equipamentos embarcados. Durante indisponibilidade de comunicação, com transferência automática e integral à central de dados assim que a conectividade for restabelecida.

3.1.2.9. Painel de Interface e Comunicação do Condutor

A CONCESSIONÁRIA deverá equipar todos os veículos com um Painel de Interface e Comunicação do Condutor, permitindo a comunicação remota, automática e bidirecional com o PODER CONCEDENTE.

O equipamento deverá estar plenamente integrado ao sistema de rastreamento da frota, com sincronização de data e hora entre dispositivos embarcados. Transmitirá dados para a otimização de viagens e gerenciamento de alterações de rotas determinadas pelo PODER CONCEDENTE, comunicando-as em tempo real aos condutores.

Para operação em tempo real, utilizará recursos próprios ou dispositivos de comunicação e processamento existentes no veículo. Deverá ser composto por um equipamento robusto (padrão industrial/automotivo), preferencialmente com tela *touch screen* interativa de 7" a 11" (resistente a vibrações, temperatura e umidade). Além disso, alto-falante, microfone, trava física, dispositivo antifurto e todos os componentes necessários para seu funcionamento.

A interface visual deverá ser intuitiva, com navegação por menus, alertas visuais/sonoros e:

- Visualização da rota a ser com pontos de parada georreferenciados (mapa interativo);
- Horário de partida dos terminais;
- Previsão de chegada à próxima parada;
- Funcionalidade para reportar falhas mecânicas/intercorrências que alterem ou interrompam operação (ex: interdição, colisão e ocorrências com passageiros à bordo);
- Rota de recolhimento do veículo para garagem/pátio.

Além disso, o painel:

- Alertará sobre prevenção de comboios inesperados (visando manter a regularidade da operação);
- Emitirá alertas visuais e sonoros de condução (velocidade máxima por trecho e rota);
- Receber alertas do PODER CONCEDENTE sobre eventos que alterem ou impeçam o prosseguimento da viagem;
- Permitir o recebimento de novas rotas em intercorrências;
- Conter um botão de pânico integrado, conforme protocolo específico para seu acionamento.

O modelo de previsão de chegada embarcado deverá ser capaz de se atualizar dinamicamente, com base em dados de rastreamento em tempo real, histórico de desempenho do serviço, dia da semana, horário e outras variáveis contextuais, visando à confiabilidade das estimativas apresentadas ao condutor.

O painel apoiará ativamente o condutor na manutenção da regularidade operacional, emitindo alertas de atraso/adiantamento e, quando aplicável, recomendações de ajuste de velocidade dentro dos limites regulamentares.

O painel de interface deverá apresentar informações visuais claras e objetivas que auxiliem o condutor na manutenção da regularidade da operação, incluindo alertas em caso de atraso ou adiantamento em relação ao tempo programado, bem como recomendações operacionais de ajuste de velocidade compatíveis com as condições da via, com vistas a evitar a formação de comboios inesperados.

O sistema deverá apoiar a prevenção de comboios, podendo, inclusive, recomendar que o primeiro veículo de uma sequência avance dentro dos limites permitidos, de forma a restabelecer o espaçamento adequado entre os veículos do mesmo serviço.

É de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA o treinamento da equipe operacional para uso da tecnologia. Mediante compatibilidade, o painel poderá receber atualizações para incorporar dados adicionais (ex; alertas meteorológicos, bloqueio de vias e alagamentos).

3.1.2.10. Botão de Pânico e Assédio

A CONCESSIONÁRIA deverá equipar todos os veículos com um Botão de Pânico e Assédio que atenda aos seguintes requisitos:

1. Funcionalidade Principal:

- Notificação imediata ao PODER CONCEDENTE em emergências (ex.: roubos, acidentes, situações médicas);
- Integração com sistemas operacionais e de segurança do veículo.

2. Ativação e Proteção:

- Acionamento por pressão física ou toque direto;
- Mecanismo de proteção contra ativações acidentais (ex.: cobertura transparente com trava).

3. Protocolos de Emergência:

- Disparo automático de alerta eletrônico ao PODER CONCEDENTE.

4. Características Técnicas:

- Design robusto e resistente a vandalismo;
- Transmissão de localização em tempo real via sistema de posicionamento global, com redundância em rede 4G (ou superior);
- Bateria interna autônoma para operação durante falhas na alimentação principal do veículo.

5. Suporte Operacional:

- Instalação, manutenção preventiva e corretiva, garantia do equipamento;
- Treinamento para operacionalização pela equipe.

3.1.2.11. ADAS e DMS

A CONCESSIONÁRIA dotará todos os veículos de um Sistema de Monitoramento e Segurança (DMS - *Driver Monitoring System*) e de um Sistema Avançado de Assistência à Condução (ADAS - *Advanced Driver Assistance Systems*). Os sistemas disporão de ferramentas para análise das informações geradas e de equipamentos que atendam aos padrões automotivos.

O ADAS emitirá alertas de segurança em tempo real, contemplando, no mínimo,:

- Alerta de colisão frontal com detecção de veículos, pedestres e ciclistas;
- Alerta de saída involuntária de faixa para prevenir desvios não intencionais;
- Alerta de ponto cego com monitoramento de objetos laterais;
- Alerta de proximidade em manobras com detecção de obstáculos estáticos e móveis/dinâmicos.

O ADAS incluirá funcionalidades de monitoramento do comportamento do condutor e será projetado para operar de forma eficiente em diferentes condições ambientais, incluindo períodos diurnos e noturnos e de baixa visibilidade (ex: chuva ou neblina).

O DMS deverá ser capaz de realizar a detecção de e geração de alertas em tempo real para distração, comportamentos de risco, fadiga e desatenção. Poderá ser

integrado ao sistema de câmeras do veículo para gravar imagens e gerar evidências em caso de incidentes.

A CONCESSIONÁRIA disponibilizará ao PODER CONCEDENTE uma interface de programação de aplicações (API) para verificação em tempo real do estado de ativação e funcionamento dos sistemas ADAS e DMS.

4. DEFINIÇÕES GERAIS

Além das especificações dos equipamentos embarcados a serem instalados na frota de veículos do SISTEMA RIO pela CONCESSIONÁRIA (conforme item 3), também deverão ser prestados os seguintes serviços:

- Instalação de infraestrutura de *data center* e comunicação de dados necessários ao pleno funcionamento;
- Implementação de protocolo de comunicação entre equipamentos embarcados e PODER CONCEDENTE, conforme suas diretrizes;
- Implementação de protocolo único de comunicação das informações geradas pelo ITS, definido pelo PODER CONCEDENTE;

Ressalva-se que o PODER CONCEDENTE poderá fornecer equipamentos suplementares para a operação, caberá à CONCESSIONÁRIA prover a instalação, guarda e manutenção destes.

O controle centralizado da operação do SISTEMA RIO (REDE INTEGRADA DE ÔNIBUS) será realizado pelo PODER CONCEDENTE por meio de um Sistema de Monitoramento da Frota, que poderá ter diversos módulos integrados e será acessível ao setor por ele designado.

Portanto, é obrigatório que todos os equipamentos embarcados e o sistema de ITS cumpram os requisitos de interoperabilidade e gestão da informação estabelecidos pelo PODER CONCEDENTE. Os protocolos de comunicação e os dados gerados pelo Sistema ITS da CONCESSIONÁRIA serão implementados para permitir integração com outros sistemas de informação.

Nas garagens, a infraestrutura de comunicação permitirá troca de dados entre:

- Servidores locais;
- Equipamentos embarcados
- Setor designado pelo PODER CONCEDENTE.

4.1. Integração de equipamentos embarcados

Os equipamentos de ITS embarcados poderão integrar-se a uma unidade central para processamento, armazenamento e transmissão de informações, permitindo:

- Integração do serviço indicado no validador com os demais equipamentos embarcados;
- Operação do serviço, cumprimento da tabela de serviço e detecção do sentido da viagem;
- Visualização em mapa da posição do veículo, itinerário e pontos de parada (atualizados automaticamente);
- Integração com painéis internos e alto-falantes para anúncios de paradas, fechamento de portas e mensagens;
- Integração com painel externo para visualização da troca de serviço;
- Integração com contador de passageiros via coleta de dados de entrada/saída e cruzamento com sistema de posicionamento global;
- Visualização remota em tempo real das câmeras de videomonitoramento;
- Captura e envio de dados sobre o posicionamento do veículo;
- Interface para comunicação do condutor com PODER CONCEDENTE, Terminal e Garagem (inclusive emergências);
- Preservação de dados durante falhas de transmissão;
- Flexibilidade para integrações e acréscimo de funcionalidades futuras, especialmente as necessárias para o uso da tecnologia pelos operadores.

5. Previsão para instalação de equipamentos e requisitos de compatibilidade adicional

Além dos itens previstos no item 3, o veículo deverão ser adquiridos para permitir a instalação dos seguintes equipamentos:

5.1 Equipamento do Sistema de Bilhetagem Digital do Rio de Janeiro (SBD)

A CONCESSIONÁRIA equipará todos os veículos com os equipamentos da CONCESSIONÁRIA do SBD, conforme especificações do PODER CONCEDENTE, garantindo infraestrutura compatível com:

- Suportes físicos adequados;
- Conexões elétricas dedicadas;
- Componentes para integração do validador eletrônico com:
 - Catracas;
 - Botoeiras;
 - Sensores de ar-condicionado;
 - Painéis eletrônicos de mensagens variáveis (vinculação ao serviço);
 - Sistema de posicionamento global.

Fica estabelecido o **comodato gratuito** dos equipamentos do SBD (validadores) pelo PODER CONCEDENTE, com uso exclusivo nos veículos durante a vigência contratual. A quantidade será equivalente à prevista no ANEXO I.2 - SISTEMA DE REFERÊNCIA, acrescida de 5% para a reserva técnica (com arredondamento para baixo).

A instalação dos validadores eletrônicos no interior dos ônibus, bem como os componentes para funcionamento do equipamento ficarão a cargo da CONCESSIONÁRIA, sem custos para o PODER CONCEDENTE.

Durante a vigência contratual, a CONCESSIONÁRIA manterá em perfeito estado operacional o equipamento do SBD, incluindo:

- Manutenção preventiva,
- Reposição de peças danificadas por mau uso,
- Proteção contra vandalismo, intempéries e interferências elétricas.

Danos por negligência, má instalação ou força maior serão de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA.

A CONCESSIONÁRIA se responsabilizará pela transferência dos equipamentos para veículos que venham a ser substituídos durante a vigência contratual, mediante comunicação formal à CONCESSIONÁRIA do SBD para atualização cadastral. É vedada a transferência para outras concessionárias sem autorização prévia do PODER CONCEDENTE.

Ao término do contrato, a CONCESSIONÁRIA restituirá ao PODER CONCEDENTE (ou entidade designada) os equipamentos de bilhetagem digital, em perfeitas condições de funcionamento e conservação, equivalentes àquelas às originais, ressalvado o desgaste natural decorrente do uso regular.

5. REQUISITOS FUNCIONAIS E TÉCNICOS PARA INTERFACES DE PROGRAMAÇÃO DE APLICAÇÕES (APIs)

As interfaces de programação de aplicações (APIs) constituem o principal mecanismo para a disponibilização estruturada de dados pelos sistemas próprios e contratados pela CONCESSIONÁRIA, permitindo ao PODER CONCEDENTE o acesso contínuo, seguro e padronizado às informações operacionais, técnicas, gerenciais e analíticas do Sistema Inteligente de Transporte (ITS).

A implementação dessas APIs é obrigatória e tem como objetivo garantir ao PODER CONCEDENTE a extração e o consumo direto dos dados na forma mais bruta possível, viabilizando o desenvolvimento de suas próprias ferramentas de monitoramento, fiscalização, análise, planejamento e gestão, bem como a integração com sistemas legados e ambientes corporativos já existentes sob sua responsabilidade.

As APIs deverão permitir acesso direto e independente às informações geradas pelos sistemas da CONCESSIONÁRIA, sem a mediação de plataformas ou interfaces que restrinjam a autonomia do PODER CONCEDENTE.

Todas as interfaces de programação de aplicações (APIs) previstas neste instrumento deverão ser implementadas de forma a atender integralmente às múltiplas finalidades funcionais do contrato, incluindo, mas não se limitando a, usos operacionais, analíticos, fiscalizatórios, regulatórios e gerenciais. Essa abrangência é obrigatória e se aplica a todos os sistemas, subsistemas e serviços tecnológicos contratados, embarcados ou não, independentemente da sua natureza, criticidade ou propósito original, constituindo elemento estruturante da arquitetura de interoperabilidade do PODER CONCEDENTE.

Todas as APIs previstas neste instrumento deverão estar acompanhadas de documentação técnica completa, padronizada e permanentemente atualizada, a ser disponibilizada ao PODER CONCEDENTE durante toda a vigência contratual. Essa documentação deverá conter, no mínimo, a descrição detalhada dos *endpoints*, parâmetros de entrada e saída, formatos de resposta, exemplos de uso, códigos de erro, métodos de autenticação, políticas de versionamento e quaisquer requisitos adicionais definidos em instrumento complementar a ser emitido pelo PODER CONCEDENTE. A forma, a estrutura e a atualização contínua da documentação serão regidas por esse instrumento, sendo condição indispensável para a homologação técnica das APIs.

Na hipótese de indisponibilidade temporária da rede de comunicação de dados, todos os sistemas e dispositivos embarcados responsáveis pela geração de informações — incluindo, mas não se limitando à, rastreamento, telemetria, videomonitoramento (CFTV) e contagem de passageiros — deverão garantir o armazenamento local seguro, íntegro e persistente dos dados. Tão logo restabelecida a conectividade, deverá ocorrer a transmissão automática, integral e sequencial das informações retidas, sem perda, truncamento ou sobrescrita. A estrutura de armazenamento local, o tempo mínimo de retenção, os formatos

exigidos e os mecanismos de reenvio serão definidos em instrumento complementar emitido pelo PODER CONCEDENTE.

As integrações deverão observar os padrões técnicos comumente utilizados no mercado, autenticação segura e uso de formatos de dados preferencialmente estruturados, conforme especificações técnicas a serem detalhadas em instrumento complementar a ser emitido pelo PODER CONCEDENTE.

5.1. Requisitos Funcionais Mínimos

A CONCESSIONÁRIA deverá atender, no mínimo, aos seguintes requisitos em relação às interfaces de programação de aplicações (APIs):

- Disponibilizar APIs seguras, documentadas e autenticadas, conforme descrito neste Anexo, para extração de dados dos sistemas e subsistemas tecnológicos contratados, embarcados ou não, que processem ou gerem informações operacionais, técnicas, gerenciais ou analíticas;
- Assegurar comunicação bidirecional entre as APIs e os sistemas do PODER CONCEDENTE, permitindo tanto o envio quanto o recebimento de dados, conforme aplicável a cada caso;
- Garantir a disponibilidade plena e contínua das APIs durante toda a vigência contratual, incluindo a manutenção de sua funcionalidade em cenários de atualização tecnológica, evolução de arquitetura ou reformulação dos sistemas que as originam.

5.2. Sistemas Obrigatórios com APIs Integradas

A disponibilização de APIs será obrigatória para, no mínimo, os seguintes sistemas e dispositivos:

5.2.1. Sistema de Rastreamento e Localização da Frota

A API correspondente ao sistema de rastreamento e localização da frota deverá, conforme critérios operacionais e técnicos a serem definidos pelo PODER CONCEDENTE em instrumento complementar:

- Disponibilizar a posição geográfica dos veículos em tempo real, com dados usualmente adotados em soluções de mercado, tais como: latitude, longitude, velocidade, direção, datetime, id_veiculo, entre outros campos compatíveis com a arquitetura informacional do PODER CONCEDENTE;
- Oferecer dados do itinerário da viagem em curso, incluindo os campos route_id, trip_id, shape_id e sentido, conforme definidos no padrão *General Transit Feed Specification* (GTFS);
- Permitir a consulta de dados históricos de rastreamento, com base em filtros de intervalo de tempo, identificação do veículo e do serviço, possibilitando reconstituições operacionais, análises de tempo de percurso e comparações por período, serviço ou viagem;
- Respeitar intervalo de transmissão igual ou superior a 1 (um) minuto entre os envios de posição do sistema de posicionamento global de cada veículo;
- Garantir que todos os dados gerados pela API sejam obrigatoriamente integrados e consumidos a partir do *data lakehouse* do PODER CONCEDENTE.

5.2.2. Sistema de Telemetria

A API correspondente ao sistema de telemetria veicular deverá, conforme critérios operacionais e técnicos a serem definidos pelo PODER CONCEDENTE em instrumento complementar:

- Disponibilizar, em tempo real, os dados coletados a partir da rede CAN-Bus dos veículos, incluindo informações como odômetro, velocidade, tempo de funcionamento do motor (horímetro), estado das portas, status do sistema de climatização e falhas identificadas em componentes críticos, conforme aplicável;
- Adotar estrutura de dados compatível com o protocolo SAE J1939 ou padrão equivalente, garantindo a correta extração, interpretação e transmissão dos parâmetros técnicos;
- Assegurar a disponibilização dos dados via API de forma segura, contínua e estruturada, com autenticação, versionamento e mecanismos de atualização;
- Respeitar intervalo de transmissão igual ou superior a 1 (um) minuto entre os envios de dados de cada veículo.

5.2.3. Equipamentos Contadores de Passageiros

A API correspondente aos equipamentos contadores de passageiros deverá, conforme critérios operacionais e técnicos a serem definidos pelo PODER CONCEDENTE em instrumento complementar:

- Disponibilizar, em tempo real, os dados de embarque e desembarque de passageiros por porta, acompanhados de registro temporal (timestamp) e, quando disponíveis, de informações geográficas (latitude e longitude) da ocorrência;

- Assegurar a transmissão contínua e estruturada das contagens, organizadas por veículo, de forma a subsidiar análises operacionais, de desempenho e de demanda;
- Garantir a disponibilização dos dados por meio de API dedicada, segura, autenticada e compatível com os sistemas de integração do PODER CONCEDENTE.

5.2.4. Sistema de Videomonitoramento (CFTV)

A API correspondente ao sistema de videomonitoramento veicular (CFTV) deverá, conforme critérios operacionais e técnicos a serem definidos pelo PODER CONCEDENTE em instrumento complementar:

- Disponibilizar, de forma estruturada, os metadados e referências das imagens captadas pelos sistemas de CFTV embarcados, incluindo identificação do veículo, timestamp, câmera e, quando disponíveis, canal de gravação, tipo de evento (automático ou manual) e dados de geolocalização;
- Permitir o acesso remoto às imagens previamente armazenadas no servidor central, por meio de referência cruzada com os metadados indexados, garantindo consulta eficiente por período, veículo e evento;
- Viabilizar a transmissão em tempo real dos fluxos de vídeo prioritários, tanto de forma automática, conforme eventos operacionais definidos pelo PODER CONCEDENTE (ex.: botão de pânico, falhas críticas, entre outros), quanto sob requisição sob demanda (ex.: sinistros de trânsito, bloqueios de via, eventos climáticos adversos, entre outros), com plena compatibilidade e integração aos sistemas do Centro de Operações Rio (COR) e do Centro de Controle Operacional (CCO) do PODER CONCEDENTE;
- Garantir que a API seja dedicada, segura, autenticada e compatível com os sistemas de integração do PODER CONCEDENTE.

5.2.5. Painel de Interface do Condutor

A CONCESSIONÁRIA deverá disponibilizar três APIs distintas, conforme critérios operacionais e técnicos a serem definidos pelo PODER CONCEDENTE em instrumento complementar. As APIs deverão atender aos seguintes objetivos:

- Geração das previsões de chegada dos veículos aos pontos de parada;
- Disponibilização das previsões efetivamente apresentadas;
- Comunicação operacional em tempo real entre os sistemas embarcados dos veículos e o CCO do PODER CONCEDENTE.

Poderá ser admitido o desdobramento de cada uma dessas APIs em interfaces específicas complementares, desde que mantido o objeto funcional, a rastreabilidade das informações e a compatibilidade com a arquitetura técnica do PODER CONCEDENTE.

5.2.5.1.API do Modelo Preditivo

- A CONCESSIONÁRIA deverá garantir que o algoritmo responsável pelo cálculo da previsão de chegada possua capacidade de atualização dinâmica, considerando variações em tempo real no deslocamento do veículo e fatores históricos da operação;
- O modelo deverá considerar, no mínimo, os dados disponibilizados pela API do Sistema de Rastreamento e Localização da Frota, bem como o histórico de desempenho do serviço para o respectivo horário e tipo de dia, com o objetivo de aumentar a confiabilidade das estimativas;
- A API do modelo preditivo deverá ser utilizada como base para disponibilizar estimativas de chegada tanto aos condutores quanto aos usuários finais, garantindo consistência entre os diferentes canais de informação. O PODER CONCEDENTE poderá, a seu critério, adotar outro modelo preditivo em suas plataformas;

- Esta API deverá ser segura, documentada, autenticada, atualizável e compatível com a arquitetura técnica do PODER CONCEDENTE.

5.2.5.2.API de Disponibilização das Previsões Apresentadas

- Deverá disponibilizar ao PODER CONCEDENTE as previsões efetivamente geradas e apresentadas operacionalmente, permitindo acompanhamento, rastreabilidade e auditoria do desempenho do sistema;
- Para cada evento de previsão, deverão ser registrados, de forma automática e imutável, no mínimo: data e hora da geração da previsão no ponto de parada, data e hora prevista de chegada, data e hora da chegada efetiva e data e hora programada ideal, conforme a programação operacional vigente;
- As informações deverão ser disponibilizadas ao PODER CONCEDENTE por meio de API segura, documentada e aderente à arquitetura técnica definida, com suporte ao recebimento das informações em tempo real;
- A API deverá permitir acesso contínuo e histórico completo das previsões, assegurando rastreabilidade, integridade e auditabilidade dos dados.

5.2.5.3.API de Comunicação Operacional em Tempo Real

- Deverá permitir o envio de mensagens e comandos do CCO/COR aos condutores, incluindo, no mínimo:
 - Mudança de rota programada, com carga dinâmica de nova rota a ser exibida no mapa embarcado, ainda que não prevista previamente no conjunto de dados do GTFS;
 - Alertas operacionais, instruções específicas ou orientações em situações adversas, conforme critérios definidos pelo PODER CONCEDENTE;

- Deverá permitir o registro de alertas acionados pelos condutores ao CCO/COR, incluindo, no mínimo:
 - Acionamento do botão de pânico;
 - Notificação de falhas críticas no sistema ou no veículo;
 - Comunicação de eventos atípicos ou emergenciais, conforme parâmetros definidos pelo PODER CONCEDENTE;
- Deverá integrar canal de comunicação por voz sobre IP (VoIP) ou tecnologia equivalente, com autenticação, controle de sessão e registro automático dos metadados essenciais da interação, incluindo identificação do veículo, tipo de evento, horários e confirmação de recebimento ou execução, quando aplicável;
- A API deverá permitir consulta em tempo real e histórica de todas as interações registradas, assegurando rastreabilidade, integridade e auditabilidade das comunicações;
- A API deverá ser segura, documentada, autenticada e plenamente compatível com os sistemas do CCO e do COR, integrando-se ao ecossistema informacional do PODER CONCEDENTE.

5.2.6. Sistemas de Segurança (ADAS e DMS)

A API correspondente aos sistemas de segurança veicular embarcados (ADAS e DMS) deverá, conforme critérios técnicos a serem definidos pelo PODER CONCEDENTE em instrumento complementar:

- Permitir a consulta, em tempo real, ao status de funcionamento dos sistemas ADAS e DMS, indicando de forma clara se os dispositivos estão ativos, inativos ou em falha;

- A API deverá ser documentada, segura, autenticada e compatível com os sistemas de integração do PODER CONCEDENTE.

5.3. Governança e Manutenção

Qualquer alteração nas APIs, incluindo mudanças de estrutura, formato, *endpoints*, autenticação ou versionamento, somente poderá ser realizada mediante autorização expressa e prévia do PODER CONCEDENTE. Modificações não autorizadas, bem como a omissão no dever de comunicação prévia, serão consideradas falha grave contratual, sujeita às penalidades cabíveis.

A CONCESSIONÁRIA deverá assegurar uma disponibilidade mínima de 99,5% das APIs em base diária, mantendo canal dedicado de monitoramento contínuo para o PODER CONCEDENTE, conforme parâmetros técnicos a serem definidos em instrumento complementar. Toda indisponibilidade parcial ou total deverá ser registrada, documentada e justificada, incluindo data, hora, duração e causa raiz, sendo obrigatória a recuperação automática dos dados retroativos tão logo a conectividade seja restabelecida.

Os registros de funcionamento e disponibilidade das APIs deverão estar acessíveis ao PODER CONCEDENTE para fins de auditoria, conforme critérios operacionais e técnicos a serem definidos pelo PODER CONCEDENTE em instrumento complementar, como, por exemplo, por meio de uma API própria ou disponibilização de endpoint para monitoramento.

5.4. Infraestrutura Complementar

A CONCESSIONÁRIA deverá fornecer ao PODER CONCEDENTE, em cada garagem operacional, um computador dedicado com capacidade de computação de borda, conectado diretamente ao servidor local onde estão armazenadas as imagens descarregadas dos DVRs embarcados. O equipamento deverá possuir capacidade de processamento compatível com a execução local de todas as funcionalidades previstas neste anexo, inclusive aquelas que exijam alto desempenho computacional.

O equipamento deverá ser capaz de processar, em até 24 (vinte e quatro) horas, 100% dos vídeos gerados durante o período diário de operação, utilizando ferramentas de visão computacional como YOLO ou tecnologias similares executadas em ambiente python ou equivalente, sem formação de filas de processamento que comprometam a rotina diária. Esse requisito é essencial para garantir que as análises e extrações necessárias possam ocorrer de forma tempestiva, sem sobrecarga ou degradação de desempenho.

O equipamento deverá estar devidamente integrado à infraestrutura de rede do PODER CONCEDENTE, operando como uma extensão local da nuvem pública municipal dentro do ambiente físico da garagem. A conectividade entre o equipamento, o servidor local e a nuvem pública será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA, devendo garantir disponibilidade mínima de 99,5%, nos termos definidos em instrumento complementar.

O equipamento será operado exclusivamente pela equipe técnica do PODER CONCEDENTE, incluindo o controle de acesso, instalação de softwares, execução de algoritmos e gerenciamento de dados, sendo vedado à CONCESSIONÁRIA qualquer tipo de intervenção lógica ou física, salvo em casos de manutenção previamente autorizada. A manutenção preventiva e corretiva física do equipamento será de responsabilidade da CONCESSIONÁRIA, assegurando seu pleno funcionamento contínuo e seguro ao longo de toda a vigência contratual.

Todos os custos relacionados à aquisição, instalação, operação, manutenção, evolução e substituição do equipamento descrito neste subitem, bem como da infraestrutura de conectividade associada, estão integralmente incluídos nas obrigações contratuais da CONCESSIONÁRIA.

5.5. Direito de Expansão

O PODER CONCEDENTE poderá, a qualquer tempo e mediante notificação formal, solicitar à CONCESSIONÁRIA a inclusão, exclusão ou modificação de *endpoints*, parâmetros, estruturas de dados, schemas e formatos de resposta, visando à melhoria contínua da integração, à compatibilidade com novos sistemas ou à ampliação do uso estratégico dos dados.

As APIs deverão ser adaptáveis, de modo a permitir sua adequação progressiva a novos padrões técnicos, regulatórios ou de interoperabilidade definidos pela administração pública municipal, inclusive aqueles decorrentes de políticas públicas, evolução tecnológica ou integração com outros órgãos e plataformas.

Quaisquer alterações serão precedidas de instrumento complementar técnico a ser definido pelo PODER CONCEDENTE, observando-se prazos, critérios e impactos operacionais.

A CONCESSIONÁRIA deverá garantir, ao longo de toda a vigência contratual, a evolução contínua, manutenção corretiva, evolutiva e adaptativa dos sistemas e APIs previstos neste Anexo, assegurando sua plena compatibilidade com os requisitos técnicos, operacionais e de interoperabilidade definidos pelo PODER CONCEDENTE.

Essa obrigação inclui a implementação tempestiva de adequações, integrações e ajustes decorrentes de alterações promovidas pelo PODER CONCEDENTE em sua arquitetura de dados, ambientes tecnológicos ou plataformas integradas. Tais adequações deverão estar previstas na estrutura de custos e na capacidade operacional da CONCESSIONÁRIA.

A CONCESSIONÁRIA é livre para definir os meios técnicos, humanos e organizacionais que entender adequados para o cumprimento dessas obrigações, assumindo, entretanto, integral responsabilidade por sua eficácia e continuidade.

5.6. Acesso por Terceiros

O acesso às APIs previstas neste anexo por quaisquer terceiros — incluindo parceiros tecnológicos, fornecedores, órgãos públicos ou empresas privadas — somente poderá ocorrer mediante autorização expressa e formal do PODER CONCEDENTE.

A autorização estará condicionada ao cumprimento integral dos critérios de segurança da informação, confidencialidade, rastreabilidade, autenticação e finalidade de uso definidos pelo PODER CONCEDENTE, conforme estabelecido em instrumento complementar ou termo de responsabilidade específico.

É vedada à CONCESSIONÁRIA a concessão de acesso direto, indireto ou derivado às APIs a terceiros sem a devida anuência do PODER CONCEDENTE, sob pena de caracterização de falha grave contratual.

5.7. Integração ao *data lakehouse*

Todas as APIs previstas neste anexo deverão ser plenamente compatíveis com a arquitetura de dados central do PODER CONCEDENTE, baseada em modelo de *data lakehouse* ou equivalente tecnicamente definido.

A CONCESSIONÁRIA deverá assegurar que os dados disponibilizados pelas APIs possam ser integrados de forma contínua, estruturada, segura e automatizada ao ambiente de dados do PODER CONCEDENTE, observando os requisitos de interoperabilidade, versionamento e integridade informacional.

Essa compatibilidade deverá ser garantida inclusive em cenários de migração de tecnologia, reestruturação dos sistemas legados ou evolução da arquitetura técnica municipal, cabendo à CONCESSIONÁRIA adotar as adequações necessárias sempre que demandado, sem prejuízo à continuidade do serviço.