

# **O papel das empresas operadoras e dos fornecedores de tecnologia no sucesso do ITS para o transporte coletivo urbano por ônibus.**

Autor: Fábio Miguel<sup>1</sup>

1: Viação Jundiaense Ltda. Av. Navarro de Andrade, 60, Parque Centenario, 13214-010, Jundiaí, SP - telefone (11) 4815-8300 – email: [assessoria@viacaojundiaense.com.br](mailto:assessoria@viacaojundiaense.com.br).

## **SINÓPSE**

Este trabalho mostra a experiência do transporte urbano de Jundiaí na construção de um inovador sistema de *ITS*, considerando hardware único central embarcado e um padrão uniforme de comunicação em tempo real das informações, reduzindo assim custos de implantação e entregando informações com maior qualidade a todos os agentes envolvidos no processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** ônibus urbano, tecnologia, *ITS*, monitoramento, integração

## **INTRODUÇÃO**

Sistemas Inteligentes de Transporte (*ITS* em sua sigla em inglês) tem sido cada vez mais oferecidos, debatidos, estudados, testados, implantados e divulgados, ainda que na grande maioria dos casos, no que tange ao transporte coletivo por ônibus, somente partes do que seria efetivamente um *ITS* esteja em operação ao redor do Brasil.

No caso específico do transporte coletivo por ônibus, apesar do aumento de provedores de diversos sistemas informáticos e computacionais que fornecem partes de soluções de *ITS*, existem diversos fatores que levam a existência de uma implantação fragmentada, e por que não dizer desconexa, destes elementos: os diversos hardwares oferecidos tem baixa integração e múltiplos usos além do transporte por ônibus; a mão-de-obra operacional de Centro de Controle carece de cultura e portanto de forte treinamento para efetivar o dia-a-dia de operação dentro dos sistemas inteligentes; os processos de trabalho das garagens não estão preparados para fornecer os insumos e utilizar as informações derivadas; a infraestrutura urbana não está preparada para interagir seja com os sistemas embarcados seja com as centrais de controle, dentre tantos outros problemas que poderiam ser listados.

Este estudo de caso mostra a experiência realizada no sistema de transporte coletivo de Jundiaí para a construção de uma base sólida ao desenvolvimento de *ITS* para sistemas de transporte urbano por ônibus, desde os contatos e trabalhos realizados junto aos fornecedores de tecnologia para a criação de um hardware único embarcado e um padrão de interação de comunicação e das informações (que hoje permite desde o monitoramento do veículo em seus parâmetros básicos operacionais, a visualização de imagens integradas com acesso à descarga *wi-fi*, a integração de dados à folha de pagamento e até a disponibilização da demanda *on-line*, por exemplo), passando pelo redesenho dos processos operacionais internos da empresa e dos sistemas informatizados de *ITS*, fazendo que estes efetivamente façam parte da rotina de trabalho de seus funcionários e permitindo de modo definitivo explorar e utilizar a tecnologia em seu máximo, entregando com grande qualidade e acuracidade as informações que os diversos produtos dos sistemas de *ITS* possibilitam aos usuários, órgão gestor e a gestão da própria empresa.

## **DIAGNÓSTICO, PROPOSIÇÕES E RESULTADOS**

O sistema urbano de transporte coletivo por ônibus de Jundiaí é composto por oitenta e sete linhas, sete terminais de integração fechados e trezentos e dez veículos totais em sua frota, sendo destes duzentos e oitenta operacionais.

As empresas concessionárias locais, Viação Jundiaense, Auto Ônibus Três Irmãos e Viação Leme, assim como diversas empresas que se dedicam ao transporte urbano de passageiros por ônibus, permanentemente buscam no mercado de tecnologia soluções que possam melhorar o desempenho de seus processos e o resultado entregue aos usuários do sistema, por meio de *hardwares* e *softwares* que em tempo real permitam o monitoramento de frota, comunicação entre os diversos agentes do sistema, obtenção e análise de imagens, telemetria, acesso e informação ao usuário dentre tantas outras alternativas. Em última análise todos estes sistemas citados anteriormente, quando devidamente sincronizados e interconectados para ações em tempo real conformam o almejado Sistema Inteligente de Transporte (*ITS*).

Esta busca por um sistema de *ITS* levou, inicialmente, a constatação de que, apesar de muitos fornecedores apresentarem e ostentarem o “selo” *ITS*, em realidade, para o fim específico de transporte urbano de passageiros por ônibus, não existem sistemas maduros e em funcionamento com todas as funcionalidades requeridas e integradas.

O mercado tem bons fornecedores de bilhetagem, fornecedores de sistemas de controle de frota com e sem especialização em ônibus urbano, sistemas de gravação de imagens genéricos, i.e., sistemas fracionados que operam bem, mas sem resposta efetiva para um monitoramento integrado e informação ao usuário tratados em tempo real.

Este cenário levou então as concessionárias a encarar esta lacuna de mercado como um desafio e também como oportunidade de desenvolver algo que efetivamente pudesse representar não só um produto de auxílio ao sistema de transporte por ônibus, mas um apoio à mudança de conceito e visão sobre o negócio. Assim, pela premente necessidade de melhora no nível de informações operacionais e conseqüentemente nas respostas e qualidade das informações fornecidas aos seus usuários e demais agentes do sistema, a empresa buscou desenvolver uma nova abordagem em conjunto com seus fornecedores de bilhetagem eletrônica e de software de monitoramento de frota (*AVL*), mais próxima possível de um processo integrado em uma plataforma *ITS*.

O desenvolvimento da ideia começou com o mapeamento interno de todas as informações desejadas para o pleno controle da operação, possibilitando ao final entender qual a base geral de informações que comporiam a plataforma *ITS*. Foram identificados os seguintes elementos:

#### Bloco 1 – Controle da viagem

São as informações que estão presentes em sistema de monitoramento de frota, sendo que a gestão em tempo real confronta todos estes dados planejados em relação aos obtidos durante a operação.

- . local de início da viagem;
- . local de conclusão da viagem;
- . horário de partida;
- . horário de chegada;
- . trajeto a percorrer;
- . horários intermediários de controle;
- . tolerâncias de horário.

## Bloco 2 – Bilhetagem eletrônica

Considerados os sistemas de bilhetagem eletrônica, normalmente eles trazem com precisão as seguintes informações:

- . quantidade de passageiros (por tipo de usuário) catracados;
- . equipe de trabalho no veículo (os sistemas em geral necessitam de uma vinculação da tripulação ao validador, e por consequência ao veículo, dando grande certeza a esta informação);
- . horário de início da jornada de trabalho;
- . horário de término da jornada de trabalho;

## Bloco 3 – Monitoramento por imagens

São as imagens de eventos ocorridos no interior e exterior do veículo que podem ser garantidas por meio de fotos, em sistemas apenas aos validadores e acionados por foto na passagem de um cartão ou registro de evento específico no validador ou ainda pela gravação contínua de imagens do interior/exterior dos veículos para posterior verificação de irregularidades operacionais ou apuração de causa em sinistros.

## Bloco 4 – Telemetria

- . consumo de combustível;
- . funcionamento sistema ar
- . rotação motor
- . monitoramento de sensores do motor (temperatura, pressão, etc.)
- . velocidades média e instantânea
- . funcionamento parte elétrica/alternador
- . acelerações, freadas e conversões bruscas: local de conclusão da viagem;

Em resumo, identificados todos estes elementos, inicialmente entendeu-se que, para uma base sólida de um *ITS*, a cada viagem determinada para execução no sistema, a empresa deve ser capaz de: planejar todos esses elementos, capturar por meios idôneos e de forma mais automática possível os dados que representem sua execução, ser capaz de tratar e receber alertas em caso de não-conformidades, rastrear de forma permanente cada um dos dados e ser capaz de comunicar os resultados obtidos com seus usuários internos e externos e com outros sistemas computacionais. Desta forma, cada viagem foi considerada como a unidade base de informação do sistema de transporte coletivo urbano por ônibus.

Outra decisão primordial na concepção do sistema foi a adoção de um único *hardware* para a obtenção de dados, processamento e gestão de todos os periféricos. Assim, elegeu-se o validador como “computador central”, dado que internamente dispõe de dispositivos (*GPS*, *GPRS*, comunicação *wifi*, capacidade e velocidade de processamento e armazenamento razoáveis, com possibilidade de expansão via cartões *SD*) e ao qual seriam atreladas as câmeras para vídeo monitoramento. A opção pelo validador deveu-se, além do exposto, a outros quatro fatores: ao fato que este *hardware* atualmente já é indispensável e limitador à operação (com diversos *hardwares* à bordo, muitas vezes opta-se por utilizar veículos com alguns *hardwares* secundários não operantes para evitar a perda de viagens, o que implicaria em perda de informações secundárias); a que normalmente tem uma capacidade ociosa de processamento; a de apresentar taxas de defeito muito baixas (no caso em análise inferior a um validador a cada dois meses para uma frota de trezentos e dez

veículos) e a maior parte dos elementos requeridos pode ser coletada e transmitida em um único arquivo, enviado com a periodicidade desejada no monitoramento em tempo real.

Feita a concepção inicial o passo seguinte foi o de trabalho conjunto com o fornecedor de bilhetagem eletrônica, dado que o *hardware* mãe e todos os protocolos de comunicação deveriam ser desenvolvidos e implementados por este fornecedor.

Importante salientar que no caso em análise, optou-se inicialmente por um sistema integrado que cobrisse os seguintes elementos: bilhetagem eletrônica, programação e controle de viagens, monitoramento por vídeo e telemetria, possibilitando a coleta de modo mais automático possível de todos os dados necessários e a interação destes elementos entre si e com uma base de análise e informações centralizada. Nesta concepção outros elementos (como telas de comunicação com o motorista, contadores de passageiros, interação automática com letreiros, etc.) foram previstos mas não implantados, com o objetivo do projeto não se afastar muito do núcleo principal de informações requeridas para a operação e também porque estes “periféricos” requerem apenas informações derivadas dos sistemas implantados para seu funcionamento.

O sistema final ficou composto então pelos seguintes elementos embarcados: um validador, quatro câmeras *HD*, uma antena para comunicação *wifi* em 5 *GHz* e um switch automotivo que permite a conexão entre todos os elementos. O fornecedor de bilhetagem eletrônica desenvolveu ainda os protocolos necessários de comunicação, permitindo uma via de duas mãos ao software de *AVL*, base do Centro de Controle de Operação.

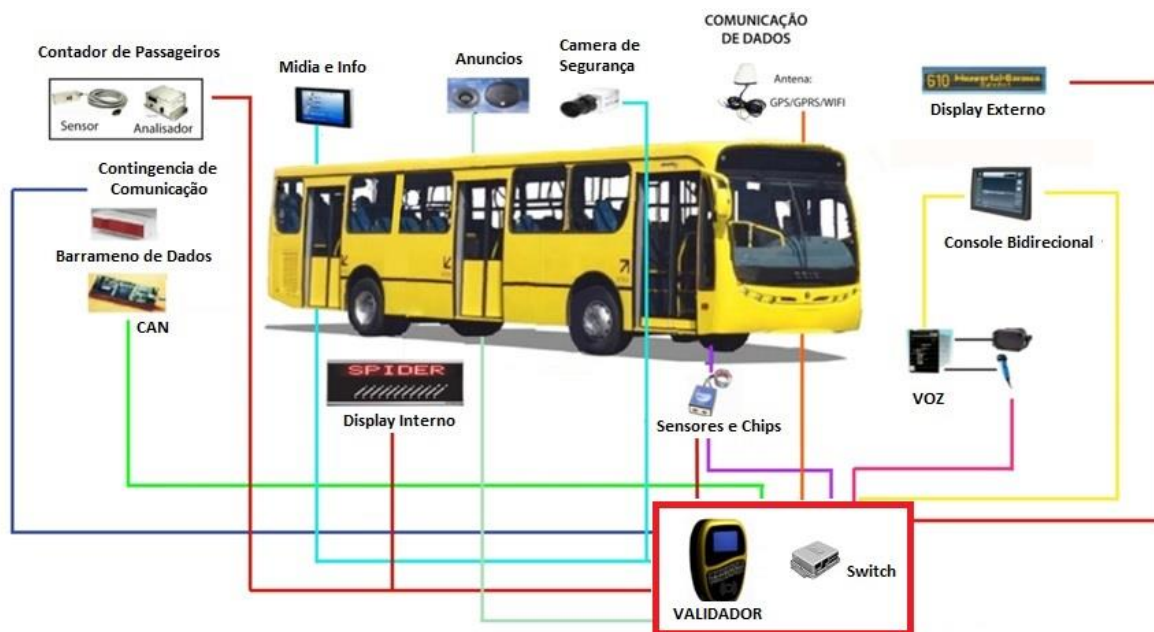


Figura 1. Esquema final centralizado de hardwares de *ITS* embarcados

Neste ponto, em paralelo, deu-se o desenvolvimento junto ao fornecedor do software de *AVL*, que ficou responsável pelas transformações dentro de sua plataforma, criando a capacidade de entender e tratar todos estes dados enviados pelo validador a cada 15 segundos (informações de posicionamento, status do validador, demanda por tipo de passageiro, dados de telemetria, etc.) bem como criar a capacidade de devolver os planejamentos de viagens e mudanças realizadas na operação para dentro do validador, alterando seu status.

Interessante frisar que, comparativamente, em relação a custos de implantação e manutenção, o sistema desenvolvido representa, em termos relativos de custos,

aproximadamente 17,6% menos na aquisição e 33,3% no custo mensal quando comparado a sistemas adquiridos isoladamente conforme dados resumidos nas tabelas 1 e 2 a seguir.

Tabela 1. Fornecedores e sistemas originalmente disponíveis

Fornecedores	Finalidades principais	Hardware próprio	Software próprio	Integração com outros sistemas	Custo Implantação*	Custo Mensal**
1. Bilhetagem eletrônica	- bilhetagem	Sim	não	não	1,00 y	0,50 x
2. Vídeo monitoramento	- gravação <i>full-time</i> do interior/exterior do veículo	Sim	Sim	não	0,20 y	0,25 x
3. Gerenciamento Operacional de Frota por GPS (AVL)	- monitoramento tempo real cumprimento ordens de serviço e fornecimento informação ao usuário	Sim	Sim	não	0,10 y	1,00 x
4. Wi-fi	- acesso <i>wi-fi</i> aos usuários dos veículos	Sim	Sim	não	0,20 y	1,00 x
5. Telemetria	- monitoramento tempo real funções motor / consumo / condução	Sim	Sim	não	0,20 y	1,00 x

Tabela 2. Fornecedores e sistemas integrados

Fornecedores	Finalidades principais	Hardware próprio	Software próprio	Integração com outros sistemas	Custo Implantação*	Custo Mensal**
1. Bilhetagem eletrônica	- bilhetagem - gravação <i>full-time</i> do interior/exterior do veículo - acesso <i>wi-fi</i> aos usuários dos veículos - monitoramento tempo real funções motor / consumo / condução	sim	sim	sim	1,30 y	1,80 x
2. Gerenciamento Operacional de Frota por GPS (AVL)	- monitoramento tempo real cumprimento ordens de serviço e fornecimento informação ao usuário	não	sim	sim	0,10 y	0,70 x

\*Custo inicial cobrado pelos fornecedores a título de *hardware* e implantação/instalação da solução

\*\* mensalidade a título de manutenção de *hardware/software* e usos licenças computacionais

Neste ponto as concessionárias identificaram que de nada adiantaria a aquisição de sistemas informatizados e sofisticados de controle e gestão de frota se a visão tradicional de “despachante de frota” dos sistemas de transporte coletivo urbano por ônibus não fosse abandonada e se caminhasse efetivamente para um sistema de planejamento e gestão de viagens, como fazem os operadores de trens, metros e aviões, por exemplo.

Assim, duas frentes internas de transformação tomaram forma: uma em relação a disposição física de todo o pessoal responsável pelo departamento de tráfego (foram agrupados em uma sala com configuração tradicional de Centro de Controle Operacional, agregando em um mesmo ambiente e com a mesma visão comum de informações materializada por um *videowall* a gerência de tráfego, expedição de frota, escala de pessoal, sinistros, apoio administrativo e acompanhamento das viagens por meio de *GPS*) e outra em relação ao processo de trabalho, que vinculou todos os processos aos sistemas informatizados, condensando em uma mesma base o planejamento de viagens, planejamento de escala de pessoal, frota disponível à operação, tratamento de ocorrências e alterações operacionais, permitindo que toda a origem de informações e consequentes consultas e tratamentos fossem imputados em uma base única, e não mais em dezenas de planilhas *Excel* dispersas pelo departamento.



Figura 2. Visão do Centro de Controle Operacional do Sistema

A estas modificações somou-se também importante desenvolvimento realizado no software de *AVL*, que atualmente permite a visão de até 150 minutos futuros de operação, indicando de forma antecipada atrasos excessivos, viagens sem alocação de carros, problemas de comunicação e outras informações que garantem ao operador a antecedência mais que suficiente para a tomada de decisão de como realizar a viagem, mitigando os impactos de atraso aos usuários do sistema, inclusive indicando de forma automática o melhor veículo para a substituição, dando início à incorporação efetiva da inteligência artificial em auxílio à operação.

Linha	Posição	Veículo	Atv.	Saídas			Chegadas		
				Prev.	Real.	Dif.	Prev.	Real.	Dif.
903	2B	2630 - VJ	V	16:37			17:22		
563	2A	2022 - VJ	V	16:37			17:05		
705	4A	3901 - TI	V	16:38			17:30		
928	5B	2023 - VJ	V	16:38					
514	4B	3302 - TI	I	16:38					
715	4A	3216 - TI	V	16:38			17:30		

Figura 3. Exemplo de alerta futuro sobre viagem do sistema

Em resumo, em relação aos processos e sistemas anteriores, podemos garantir que o caso apresentado trouxe significativas vantagens imediatas, tais como:

- . redução da quantidade de *hardwares* embarcados e *softwares* de controle;
- . mitigação de erros de cadastro, dado que todas as informações e monitoramentos utilizam uma mesma base de cadastro;
- . integração direta de diversos elementos (mesmo *hardware* / mesmo fornecedor), em tempo real;
- . redução do número de protocolos e interações necessárias para o monitoramento em tempo real;
- . redução de indisponibilidade de veículos pelo uso de um *hardware* central de alta confiabilidade;
- . possibilidade real de uso do *ITS* em duas vias (comunicação desde e para o validador);
- . garantia de registro e rastreabilidade de uma base sólida de informações das viagens realizadas (planejado x real, demanda por tipo, imagens, telemetria);
- . criação de uma base consistente e única de dados que facilitam os desenvolvimentos futuros de outras funcionalidades;
- . facilidade de integração com *ERP*;
- . menor custos de implantação e operação;
- . possibilidade de antecipação de eventos futuros que comprometerão a operação, tais como atrasos e indisponibilidade de veículos;
- . software fornecendo sugestões para os operadores, dando início à inteligência artificial em auxílio à operação.

## CONCLUSÕES

É possível afirmar que o sistema apresentado e implantado no transporte coletivo de Jundiaí permitiu e contribuirá para a construção de uma base sólida aos desenvolvimentos futuros de sistemas de *ITS* para operações de ônibus urbano, desde os contatos e trabalhos realizados junto aos fornecedores de tecnologia para a criação de um *hardware* único

embarcado e um padrão único de comunicação das informações (que hoje permite desde o monitoramento do veículo em seus parâmetros básicos operacionais, a visualização de imagens integradas com acesso à descarga *wi-fi*, a integração de dados à folha de pagamento e até a disponibilização da demanda *on-line*, por exemplo), passando pelo redesenho dos processos operacionais internos da empresa e dos sistemas informatizados de *ITS*, para que efetivamente estes fizessem parte da rotina de trabalho de seus funcionários, permitindo de forma rápida e precisa o acesso à informação necessária para a melhoria da operação e às respostas aos seus problemas, iniciando assim uma nova cultura operacional que certamente levará a um melhor atendimento aos usuários.

Com esta base pavimentada, cabe agora a todos os agentes envolvidos no processo pensar nos passos seguintes para o completo desenvolvimento de uma ferramenta de *ITS* para o transporte por ônibus urbano que tenha ainda mais inteligência para auxiliar a operação e consolidar informações em uma mesma plataforma para que a gestão seja mais automatizada e dinâmica, facilitando a tomada de decisões.

Desta forma, cabe por um lado às operadoras exercer o seu papel de transformar sua cultura de operação e gestão para processos amplamente amparados em tecnologia, com a substituição gradativa da mão-de-obra executora de despacho de frota para os analistas de operação e gestão da frota, antevendo situações e controlando/operando de forma efetiva e em tempo real os sistemas de transporte, possibilitando respostas à altura das exigências dos usuários. Cabe a elas também o papel de exigir dos fornecedores sistemas que atendam a todas as necessidades de seus processos de trabalho, de forma integrada, e não em contentar-se com a diversidade de soluções prontas que são imputadas e disponibilizadas para aquisição.

Sem embargo, seguem ainda algumas considerações importantes e diversas lacunas. Uma delas diz respeito a efetiva capacidade dos avanços de sinergia entre fornecedores conseguido para o projeto Jundiáí tornarem-se uma prática de mercado, permitindo a pluralidade de empresas provedoras de tecnologia em bases padrão que sirvam aos sistemas de ônibus e a outra diz respeito a possibilidade de abertura pelas montadoras de forma mais ampla das informações disponíveis na central eletrônica de gerenciamento dos motores dos veículos e da possibilidade de realização da leitura de todos os parâmetros disponíveis, e não somente alguns poucos como atualmente, permitindo como já ocorre em países como por exemplo os Estados Unidos, que sistemas em tempo real consigam prever à saúde dos veículos, antecipando diversos problemas e otimizando manutenções.

Na esteira destas considerações e levando-se em conta estas premissas e desafios, fica a esperança que a velocidade de avanço dos produtos e melhorias dos sistemas de *ITS*, para que efetivamente possam ser integrados e inteligentes, será consequência natural e célere do processo de amadurecimento do setor e na medida em que mais concessionárias tenham a cultura da gestão em tempo real de seus sistemas e busquem soluções que atendam de forma plena aos seus requisitos.