

## **INOVAÇÃO NO BUSÃO: IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIALIDADES DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CADEIA DE VALOR DO TRANSPORTE PÚBLICO RODOVIÁRIO URBANO**

Rafael Antonangelo Molina - FEA/USP

Antonio Geraldo Da Rocha Vidal - FEA/USP

### **Resumo**

A evolução de tecnologias da informação tem motivado sua adoção nas cidades para a captura de dados e informações, em diferentes segmentos, que sustentem a gestão de serviços e ofertas de produtos para o cidadão no espaço urbano. A mobilidade urbana segue esse mesmo caminho, pela adoção dos chamados sistemas inteligentes de transportes - os ITS. Em especial, o transporte público rodoviário urbano – TPRU – tem sido impactado por inovações nesse cenário. Porém há carência de melhor conhecimento desse movimento, uma vez que as características processuais desse setor são pouco formalizadas. Este relato procura reduzir essa carência, ao delimitar, através de um estudo de caso, as características processuais desse segmento, o apoio de tecnologias da informação e o espaço que se explicita por esse mapeamento à adoção de inovações tecnológicas pertinentes a ITS. O resultado aponta para inovações tecnológicas relativas a atividades de logística interna, serviços, pós-venda, desenvolvimento tecnológico e aquisição de insumos na cadeia de valor do TPRU, o que pode orientar a definição de investimentos por parte de empresas operadoras de ônibus e provedoras de ITS.

# INOVAÇÃO NO BUSÃO: IDENTIFICAÇÃO DE POTENCIALIDADES DE INOVAÇÕES TECNOLÓGICAS NA CADEIA DE VALOR DO TRANSPORTE PÚBLICO RODOVIÁRIO URBANO

## Resumo

A evolução de tecnologias da informação tem motivado sua adoção nas cidades para a captura de dados e informações, em diferentes segmentos, que sustentem a gestão de serviços e ofertas de produtos para o cidadão no espaço urbano. A mobilidade urbana segue esse mesmo caminho, pela adoção dos chamados sistemas inteligentes de transportes - os ITS. Em especial, o transporte público rodoviário urbano – TPRU – tem sido impactado por inovações nesse cenário. Porém há carência de melhor conhecimento desse movimento, uma vez que as características processuais desse setor são pouco formalizadas. Este relato procura reduzir essa carência, ao delimitar, através de um estudo de caso, as características processuais desse segmento, o apoio de tecnologias da informação e o espaço que se explicita por esse mapeamento à adoção de inovações tecnológicas pertinentes a ITS. O resultado aponta para inovações tecnológicas relativas a atividades de logística interna, serviços, pós-venda, desenvolvimento tecnológico e aquisição de insumos na cadeia de valor do TPRU, o que pode orientar a definição de investimentos por parte de empresas operadoras de ônibus e provedoras de ITS.

**Palavras-chave:** inovação tecnológica, mobilidade urbana, cadeia de valor

## Abstract

The information technologies' evolution in cities has motivated its adoption, in different segments, to capture data and information and to support the management of product and service offerings in urban space. Urban mobility follows the same path with the use of so-called intelligent transport systems - ITS. In particular, the urban public road transport - UPRT - is impacted by innovations in this scenario. However, there is no characterization of this movement, since even the procedural characteristics of this sector are less formalized. This technical report explores this deficiency, to define, through a case study, an insight about the value chain of this segment, the placement of information technology in support of this, the ITS composition in the context studied, and the gaps that shows up by this mapping to the adoption of technological innovations relevant to ITS. The result points to emerging technological innovations in the internal logistics activities, post-sales, technology development and acquisition of inputs in UPRT value chain, which can support the definition of investment in technological innovation by ITS companies providing.

**Keywords:** technological innovation, urban mobility, value chain

## 1 Introdução

Com o estabelecimento da assim chamada “Era da Informação”, as cidades e seus serviços vêm a cada dia adotando novas tecnologias (CARAGLIU *et al.*, 2011). Essas tecnologias, muitas vezes relacionadas ao conceito de “internet das coisas”, atuam na coleta de dados e informações que aprimoram a gestão dos processos e oferta de serviços (CARAGLIU *et al.*, 2011; BATTY *et al.*, 2012). Isso permite uma vivência mais racional nos espaços urbanos, o que leva algumas cidades a receberem a alcunha de Cidades Inteligentes (CARAGLIU *et al.*, 2011; BATTY *et al.*, 2012).

No Brasil a mobilidade urbana é um dos grandes eixos de atuação da gestão municipal, uma vez que a legislação nacional atribui, desde a década de quarenta, essa responsabilidade aos municípios (AZAMBUJA, 2002). O desenvolvimento tecnológico se faz também presente aqui, com os chamados Sistemas Inteligentes de Transportes (*Intelligent Transportation Systems – ITS*). Os ITS atuam desde a regulação semafórica e mensuração de fluxo na malha viária, até o controle de indicadores de desempenho de frotas específicas, consolidando sob sua definição todas as tecnologias de informação voltadas para a mobilidade urbana na promoção de uma cidade inteligente (YOKOTA, 2004).

É natural que o transporte público rodoviário urbano (TPRU) seja também impactado por essa tendência. Desde letreiros eletrônicos, na divulgação de linhas de atuação, passando pelo pagamento eletrônico de tarifas e pela gestão remota de desempenho, os ônibus têm recebido cada vez mais tecnologia embarcada. Na captura e troca de dados sobre os seus passageiros, o sistema de transporte público e a própria mobilidade urbana (SOUZA *et al.*, 2014) são providos por ferramentas de tecnologia de informação desenvolvidas por empresas nacionais especializadas, apresentando constante inovação em toda a cadeia de valor (PINTO, 2013; FETRANSPOR, 2014; TRANSPUBLICO, 2015).

A cadeia de valor do TPRU não tem sido um tema abordado com profundidade em trabalhos acadêmicos, como demonstram pesquisas realizadas em bases de artigos como *Web of Science* e *Google Scholar*. No contexto nacional, entidades de classe e associações do setor de operação de ônibus são normalmente as fontes mais próximas de uma definição dessa cadeia, com estudos sobre a organização do trabalho em garagens e representatividade econômica da atividade (NÉSPOLI, 2012; DANTAS *et al.*, 2012), o que dificulta o processo de tomada de decisão sobre investimento em inovações tecnológicas por parte de empresas provedoras de ITS.

Considerando esse cenário, este relato visa a prospecção de tendências para inovação em tecnologia da informação na cadeia de valor do TPRU. Para tanto, contempla a caracterização processual da cadeia de valor do TPRU e a projeção da atual inserção de tecnológicas nos diferentes processos dessa cadeia, de maneira que novas oportunidades de aplicação de tecnologia de informação possam ser mapeadas como espaços disponíveis para inovação por parte dos provedores de ITS.

Procurou-se estruturar este trabalho a partir de levantamento bibliográfico que permita caracterizar a cadeia de valor do TPRU e avaliar as possibilidades de inserção de inovações tecnológicas. São estudadas, por meio de estudo de caso com visita técnica em garagem e em campo, os principais processos de negócio de uma empresa privada atuante no TPRU. A partir desse estudo, foi possível caracterizar sua cadeia de valor, elaborar um mapeamento do uso de tecnologias e avaliar o potencial para inovações tecnológicas. Esses resultados são apresentados na determinação de padrões de inserção de inovações e na identificação de novos campos com potencial para inovação na cadeia de valor do TPRU.

## **2 Referencial Teórico**

Esse relato apoia-se nos conceitos de cadeia de valor, enquanto macroprocesso do negócio, inovação e sistemas inteligentes de transportes. Essa seção apresenta definições e referências pertinentes a cada um desses tópicos.

### **2.1 Cadeia de valor**

O termo cadeia de valor foi criado por Porter (1985) como a representação das atividades primárias e de suporte que levam a criação de algum valor por um setor. Dentre as atividades primárias estão as logísticas, as operações, a distribuição, o marketing e os serviços de pós-venda (PORTER, 1985). A sequência de valor é definida, então, pela identificação de atividades com tecnologia e economia discretas de maneira isolada, isto é, pelo detalhamento de atividades componentes da cadeia de valor em subatividades (PORTER, 1985). Embora seja um princípio que pode ser aplicado indefinidamente, a desagregação em processos, atividades e subatividades é limitada pela finalidade da análise e da base econômica da atividade do setor (WEIL, 1985).

Na abordagem em que a cadeia de valor pode ser caracterizada como uma cadeia de processos entre áreas internas e/ou externas de uma organização, Roy e outros (2004) apontam que é possível identificar inovações nessas cadeias por meio de uma modelagem específica. Roper *et al.* (2008) convergem para esse entendimento, ao modelarem uma cadeia de valor de inovações para empresas irlandesas, baseados nos conceitos de eventos de inovação: introdução de novos produtos e processos que representam o fim de uma série de fontes de conhecimento e atividades de transição para a firma. De fato, Hansen e Birkinshaw (2007) abstraem essa ideia ao estabelecerem o conceito de cadeia de valor de inovações como um processo de transformação de ideias com saídas comerciais para uma organização em um fluxo contínuo.

Seja institucionalizada ou pontual, a capacidade de inovar em cadeias de valor é recurso chave na melhoria contínua de produtos e processos de uma empresa, o que lhe é de interesse, seja pela competição, seja para sua inserção na economia global (KAPLINSKY e MORRIS, 2001). A caracterização de cadeias de valor permite entender o atual estágio de um setor, de maneira que inovações já inseridas podem ser confrontadas com a realidade de uma organização, para que essa possa se atualizar com o padrão de seu segmento (KAPLINSKY e MORRIS, 2001).

### **2.2 Inovação**

O conceito de inovação encontra diferentes definições. Rogers (2003) aponta como uma ideia, prática ou objeto que é percebido como novo por um indivíduo ou outra unidade de adoção, onde o conceito de novo se mostra relativo no que se refere à diferença de tempo decorrido desde seu primeiro uso ou descoberta.

Na busca por viabilizar formas de identificação, avaliação e comparação de inovações, a Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), por meio do Manual de Oslo, demarca o conceito de inovações tecnológicas em produtos e processos, como as implantações de novos produtos e processos e substanciais melhorias tecnológicas em produtos e processos existentes (OCDE, 2004). Já na abordagem de avaliação de pesquisa de desenvolvimento, a mesma organização define, no Manual de Frascati, as atividades de inovação tecnológica como o conjunto de diligências científicas, tecnológicas, organizacionais, financeiras e comerciais, incluindo o investimento em novos conhecimentos,

que se destinam a levar à realização de produtos e processos tecnologicamente novos e melhores (OCDE, 2013).

Essas definições são relevantes, por permitirem vislumbrar que a inovação está relacionada com a percepção de uma nova função de uso que melhore ou crie um novo produto ou processo, a partir de um estado de referência em certo tempo e sistema de análise, o que se alinha com a ideia de inovação exposta por Schumpeter (1939).

### **2.3 Sistemas inteligentes de transportes**

No âmbito da mobilidade urbana, tem sido continuamente implantada uma série de inovações tecnológicas no que tange a tecnologias de informação que suportam os processos de gestão do fluxo de pessoas nas cidades. Especialmente em sua aplicação sobre o serviço de transporte público por ônibus, o termo ITS tem como primeiro registro na base *Web of Science* um artigo derivado de uma conferência do Instituto de Engenheiros Eletricistas e Eletrônicos (IEEE) em 1993. Nesse artigo ITS foi definido como um conjunto modular de tecnologia, voltado para a melhoria na condução de frotas, gestão operacional e oferta de informações a passageiros de ônibus (GERLAND, 1993). Segundo essa referência, o conceito de ITS foi concebido de acordo com normas técnicas da Federação Alemã de Operadores de Transporte Público, o que inclui sua característica incremental que permite, por meio de uso de recursos de software, através de módulo central e integrações com outros equipamentos embarcados no veículo, atender a diferentes propósitos pelo arranjo de diferentes funcionalidades (GERLAND, 1993). É relevante destacar que a definição do conceito de ITS é feita de forma que fica clara sua dissociação com o conceito de Sistemas de Gestão de Frota (ou *Fleet Management Systems* – FMS), uma vez que o ITS apresenta a capacidade de descentralizar as funções de controle operacional, regulação de programação e serviço de expedição de frotas (GERLAND, 1993). Isso porque o ITS distribui o processamento de dados e informações em computadores embarcados em toda a frota, o que permite tomada de decisão local e o repasse de informações já tratadas e realmente relevantes para instâncias superiores de controle. Além disso, o ITS possui capacidades de hardware e software para captura e preservação de dados mesmo em áreas onde o acesso remoto a uma central não seja possível (GERLAND, 1993).

Datada do ano de 2000, uma patente da DaimlerChrysler Corporation utilizou o termo ITS, ao relatar que a invenção registrada promovera a integração entre o barramento da leitura de dados de seus veículos e um sistema de informação externo, o ITS (MIESTERFELD e DAIMLERCHRYSLER, 2000). Ao fim do século XX, ITS já era um termo reconhecido no mercado e adotado como referencial. A perspectiva da invenção da DaimlerChrysler Corporation foi incremental ao ITS, ao que se deduz que “sistemas veiculares estão cada vez mais sendo controlados por módulos de controle eletrônico (...) que fornecem dados e outras informações (...) para efetuar algum tipo de controle do veículo” (MIESTERFELD e DAIMLERCHRYSLER, 2000).

Zapata Cortes *et al* (2013) apresentam a evolução do conceito de ITS, como a aplicação das chamadas Tecnologias de Comunicação e Informação - TICs – ao transporte como um todo, com o objetivo de suplantar os diferentes desafios impostos especialmente pelo aumento de tráfego de veículos, aumento do consumo de combustível, perda de produtividade das pessoas, emissão de gases, poluição sonora e pelo seu efeito combinado na saúde das pessoas. Nessa perspectiva, o ITS extrapola sua atuação entre veículo e central de controle e passa a cobrir também coordenação de informações entre veículos e o seu ambiente de circulação (ZAPATA CORTES *et al*, 2013). Especialmente no que tange a questão ambiental, Darido e Pena englobam em sua definição de ITS que as atividades decorrentes de seu uso atenuam o

impacto ambiental do setor de transporte coletivo em termos de emissões de gases e consumo de combustível (2012).

No Brasil, Magalhães (MAGALHÃES, 2008) traçou um panorama que aponta a existência de uma primeira geração de adoção a ITS bem consolidada, inicialmente restrita a bilhetagem eletrônica em ônibus urbanos e intermunicipais, e uma segunda geração, ampliada com o monitoramento remoto de veículos, que começava a se disseminar. Aponta-se que o objetivo desse monitoramento não era visto, à época, como somente de caráter fiscalizador, mas também de apoio ao processo de tomada de decisão no controle operacional de operadores do TPRU e prestação de informações aos seus passageiros, o que converge para o entendimento que tal período marca a introdução dos ITS, na essência de sua definição, no TPRU pelo país. Souza *et al* (2014) permitem o contraponto atual a essa perspectiva, ao apontarem que o sistema de bilhetagem eletrônica e o monitoramento de veículos têm, cada vez mais, ganhado terreno de atuação por todo o país e sido associados a equipamentos de transmissão de dados, armazenamento e controle das informações, que possibilitam ações sincronizadas para a melhoria dos sistemas de transporte. A visão aqui colocada reflete que os próximos passos da aplicação de ITS no país irão convergir para o sensoriamento do tráfego, oferta de informações aos cidadãos sobre o sistema de transporte e uniformidade dos dados e informações, tanto no nível de tratamento como de visualização (SOUZA *et al*, 2014).

### **3 Metodologia**

Conforme já mencionado, devido à dificuldade de caracterização da cadeia de valor do TPRU, este trabalho empreendeu a sua construção com base em uma visita técnica a uma operadora de ônibus da cidade de São Paulo (chamada a partir daqui de Garagem) e na troca de informações processuais com a gestão dessa mesma empresa. Conceitualmente, esse processo caracterizou-se como a execução de um estudo de caso sobre a empresa em questão, caracterizando a cadeia de valor na qual se insere, sob a perspectiva processual, com apoio de tecnologias da informação. Esta análise permitiu identificar lacunas quanto ao uso de ferramentas de TI que podem indicar oportunidades para inovação.

Segundo Yin (2015), o estudo de caso representa uma estratégia adequada quando o pesquisador tem pouco controle sobre os eventos e quando o foco se encontra em fenômenos contemporâneos inseridos em algum contexto da vida real. Ao investigar como se caracteriza a cadeia de valor do TPRU, a inserção de tecnologia de informação nessa cadeia e os espaços para inovações, com nenhuma gerência do pesquisador, o estudo de caso apresenta-se como a metodologia favorável aos propósitos aqui idealizados. Definida a teoria de apoio ao alcance das análises desenvolvidas neste trabalho, a coleta de dados foi realizada pela observação direta da Garagem com a realização de entrevista empática.

A observação direta é uma das seis fontes possíveis de levantamento de dados em um estudo de caso, junto a documentos, registros em arquivo, entrevistas, observação participante e artefatos físicos (YIN, 2015). Ao realizar a visita de campo na Garagem e observar seus processos operacionais foi qualificada a observação direta, o que é endossado por Yin (2015) por definir a observação direta não só como a execução de uma visita técnica, mas também como a observação de comportamentos ou condições ambientais relevantes e interessantes para análise.

A entrevista empática pode ser definida como uma conversa com um propósito, guiada pelos objetivos de pesquisa, de maneira que o conhecimento buscado seja obtido pela troca de informações alternadas a vivências e apresentação de experiências (BURGESS, 1984; RUBIN e RUBIN, 1995).

Desta forma, a partir da visita de campo e da realização de entrevista empática, foi elaborado um mapeamento analítico de processos e de uso de tecnologia da informação. O mapeamento produzido foi então apresentado para aprovação para as diretorias de operações e de tecnologia de informação da Garagem, ambas responsáveis pela recepção, guia e troca de informações durante a visita técnica. O mapeamento aprovado foi então submetido aos conceitos de cadeia de valor e utilizado na identificação dos fluxos processuais de informação que apresentavam ausência ou carência de apoio de tecnologias da informação. A relação desses fluxos com a cadeia de valor permitiu identificar os componentes da cadeia de valor que apresentavam mais oportunidades para inovação com aplicação de tecnologias da informação.

A tabela 1 resume os passos metodológicos a partir do objetivo da pesquisa realizada.

Tabela 01 – Matriz de pesquisa.

Objetivos	Elementos Conceituais	Metodologia	Instrumento de Pesquisa	Resultados	Análise de Resultados
Projeção de tendências de inovação em tecnologia da informação na cadeia de valor do TPRU. Contempla: *Caracterização da cadeia de valor do TPRU *Projeção da inserção atual de tecnológicas nos diferentes componentes dessa cadeia *Identificação de oportunidades para inovação com aplicação de tecnologia de informação.	Cadeia de valor  Inovações  Sistemas Inteligentes de Transportes - ITS	Estudo de Caso	Observação Direta com Entrevista Empírica	Mapeamento de Processos Operacionais dentro e fora da Garagem.  Mapeamento de Relacionamentos com Agentes Externos de Apoio a Operação.  Mapeamento de aplicações de TI utilizados no apoio aos Processos Operacionais.	Alocação de Atores e Fluxos Processuais em Componentes de Cadeia de Valor.  Identificação de Lacunas no Uso de TI nos Processos.  Identificação de Oportunidades de Inovação com uso de TI na Cadeia de Valor do TPRU.

#### 4 Resultados Obtidos

Os resultados alcançados pela execução da metodologia acima permitiram estruturar a cadeia de valor do TPRU, mapear o atual uso de tecnologia de ITS nos processos que compõem a cadeia e identificar lacunas de uso de ferramentas tecnológicas sobre fluxos de informação. Esses resultados, e análises subsequentes, são apresentadas nessa seção.

##### 4.1 Cadeia de valor do TPRU

A visita técnica para observação direta e a realização da entrevista empática permitiram o mapeamento dos processos operacionais da Garagem que viabilizam a execução de seu negócio principal, a oferta de serviço de transporte público por ônibus. Esse levantamento é apresentado na figura 1. As setas indicam fluxos de troca de informações entre áreas de negócio.

O dia operacional de uma empresa de ônibus começa um dia antes (D-1) da oferta do veículo (D0), propriamente dito. Com a disponibilidade reportada pelas áreas de manutenção quanto aos veículos e pela área de gestão de pessoas (RH) quanto aos à disponibilidade de motoristas e cobradores, a equipe de planejamento consolida uma escala operacional para o dia (D0), que combina esses recursos com quadros de horários determinados, geralmente pelo órgão gestor (normalmente ligado à Prefeitura). Ainda em D-1, após o último pico de operação daquele dia, começa o processo de recolhimento dos veículos, com a chegada à garagem gerida pela equipe de plantão, responsável pela vistoria de entrada, onde a detecção de quaisquer avarias ou sinistros leva a alocação daquele veículo à manutenção. Caso contrário, o veículo é encaminhado para o abastecimento, depois para a lavagem e pôr fim para o pátio correspondente à sua saída programada em D0 pelo planejamento. À medida que os veículos são recolhidos em D-1 e a tripulação se apresenta para o início da jornada, as informações sobre suas disponibilidades para a operação em D0 sofrem alterações, ao que a equipe do plantão executa alguns ajustes na programação inicial antes da soltura de frota no começo do dia D0, pela entrega da programação ao centro de controle operacional (CCO), aos motoristas e para liberação dos veículos na portaria da garagem.

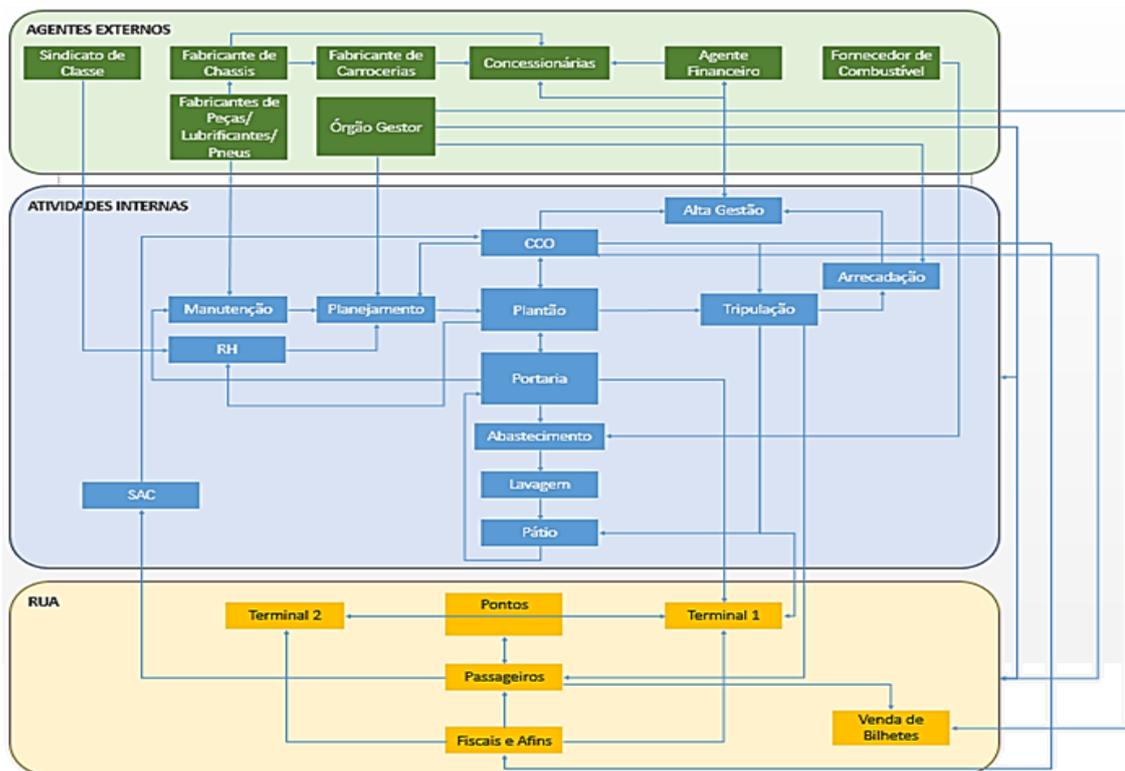


Figura 1 – Mapeamento de processos e fluxos de informação da Garagem.

Os veículos programados são conduzidos pelos motoristas da Garagem para o ponto inicial da sua rotina operacional, dando início, então, às viagens de ida e volta correspondentes ao seu turno. Por dever cumprir horário pré-determinado, as viagens são controladas por uma equipe de campo para cumprimento da programação frente à sua real execução operacional. Os assim chamados supervisores, fiscais, despachantes ou auditores de linha, orientam a tripulação quanto à sua pontualidade e ao cumprimento de partidas frente a ocorrências operacionais. Quanto necessário executam os chamados repasses operacionais, alterando a programação até então vigente. O trabalho de controle de campo é municiado pelo CCO que, por meio de ferramentas de gestão remota, determina eventos que exijam ações ou tratativas, instruindo a reprogramação da equipe de controle operacional em campo e das tripulações dos veículos.

Esta interação é especialmente presente e essencial nos horários de pico da manhã e da tarde. As equipes de campo reportam ao centro de controle operacional eventos relevantes e não monitoráveis para alimentação da ferramenta de gestão remota de operação, bem como interagem com áreas como a manutenção, na ocorrência de sinistros em campo, e plantão, na necessidade de novos veículos e/ou tripulação para reforço operacional ou cobertura de situação de exceção. Mediante a todas ocorrências registradas, o centro de controle operacional executa o acompanhamento dos indicadores de desempenho operacional que espelham a qualidade do serviço ofertado aos passageiros, orientados ao cumprimento da programação de partidas e viagens, pontualidade de viagens, regularidade de linha e quilometragem operacional rodada.

Dentro do espaço embarcado, o motorista é o responsável pelo veículo, promovendo sua condução e comunicações sobre o cumprimento operacional da programação. O cobrador é responsável pela cobrança de passagens, sendo que em alguns contextos sua figura foi substituída ou coexiste com sistemas eletrônicos de cobrança, onde passageiros compram de forma antecipada créditos para pagar suas passagens, carregados em bilhetes eletrônicos. Os passageiros, mediante ao consumo do serviço possuem canal de reporte e contato com a Garagem, por serviço de atendimento ao cliente.

Um evento especial no decorrer do dia operacional para a tripulação, a chamada rendição, trata da troca de toda ou parte da tripulação alocada em um veículo, pelo fim do turno de trabalho desses funcionários. A rendição tem por referência também a programação inicial e é gerida pelo controle operacional de campo.

As rotinas de campo repetem-se até o fim do dia operacional, normalmente entre a madrugada de D0 e o dia seguinte (D+1), quando ocorre o recolhimento da frota conforme já descrito. Nesse momento, a tripulação que conduz o veículo para a garagem geralmente encarrega-se dos registros e montantes correspondentes a valores de passagens pagas, que na garagem são encaminhados a área de arrecadação.

Com dados da arrecadação e indicadores operacionais, enviados para a alta gestão, o CCO promove as ações de condução operacional do negócio, objetivando que os recursos sejam alocados de maneira ótima quanto ao cumprimento de indicadores e atração de demanda ao serviço.

Ressalte-se que grande parte dos processos aqui destacados tem interface com atores externos. Nos processos que ocorrem no âmbito da Garagem existe importante papel desempenhado por fornecedores de combustível, peças, lubrificantes e pneus, que propiciam a manutenção dos veículos e sua disponibilidade para uso. O fornecimento de veículos, principal bem da Garagem, também é destacado, com compras separadas, mas articuladas entre si, de chassi e carrocerias por concessionárias de ônibus, intermediadas geralmente por algum agente financeiro, dado o alto valor dos veículos.

O órgão gestor público, além de balizar os parâmetros de referência para a programação operacional também realiza sua fiscalização, seja em campo, por meio de agentes e/ou sistemas de gestão remota, seja em garagem, por meio de vistorias em veículos e do espaço de armazenamento de veículos. Mediante a produção de indicadores de desempenho, o órgão gestor realiza a liberação do montante financeiro correspondente à bilhetagem eletrônica.

Por sua vez, o sindicato de funcionários, especialmente motoristas, é uma força de influência as ações do componente de RH, e participa diretamente de negociações que envolvam questões salariais, jornada de trabalho e delimitação de atribuições de funções.

Ao distribuir os diferentes processos caracterizados pelos componentes da cadeia de valor tem-se a composição apresentada na tabela 2.

#### 4.2 Mapeamento de atual uso de ITS na cadeia de TPRU

A descrição dos processos operacionais da Garagem evidenciou diversas aplicações de tecnologia da informação utilizada como ferramentas ou sistemas de apoio para áreas operacionais e para a interação entre áreas. A figura 2 apresenta a cobertura de tecnologias sobre os fluxos de informação de áreas e entre áreas. Essa figura permite observar uma maior de presença de uso de tecnologias em algumas áreas, como a operação de campo, o CCO e o plantão, em detrimento de outras.

Acompanhando a descrição dos processos, as tecnologias de informação começam a se fazer presentes nas áreas de controle de recursos, como manutenção de veículos e recursos humanos (RH), por meio de sistemas de informação empresariais especializados no setor de transporte urbano. Tais sistemas são utilizados para controles internos, abertura de pedidos de compra de peças, lubrificantes e pneus, com encaminhamento de informações sobre disponibilidade de recursos à área de planejamento. Essa última, por sua vez, utiliza ferramentas de TI focadas na otimização da alocação de recursos para cumprimento de programações, sendo chamados de sistemas de planejamento.

Tabela 2 – Cadeia de valor do TPRU.

Atividades	Módulo componentes	Área ou agentes correspondente
De apoio	Infraestrutura	Manutenção de veículos Combustível para veículos Pátio de veículos
	Gerência de recursos humanos	RH (gestão de motoristas e cobradores) Tripulação dos veículos CCO (centro de controle operacional) Plantão Operacional Sindicatos de classe
	Desenvolvimento de tecnologia	Alta gestão da Garagem Planejamento Operacional CCO (centro de controle operacional) Arrecadação de passagens Órgão gestor Fabricantes de chassis Fabricantes de carrocerias
	Aquisição	Alta gestão Agentes financeiros Concessionárias Fabricantes de peças/lubrificantes/pneus Fornecedores de combustível
Primárias	Logística Interna	Fabricantes de peças/lubrificantes/pneus Fornecedores de combustível Manutenção de veículos Plantão Operacional Portaria (Entrada/Saída da Garagem) Abastecimento de veículos Lavagem de veículos Pátio de veículos Tripulação de veículos
	Operações	CCO Pontos e terminais (rotas) Fiscais e afins (Controle de Campo)
	Logística Externa	Plantão Operacional

		Portaria (Entrada/Saída) Terminais (Início/Fim de Rotas)
Marketing e Vendas		Passageiros Venda de bilhetes Arrecadação de Passagens Órgão gestor
Serviço e Pós-Venda		SAC Passageiros Órgão gestor CCO (centro de controle operacional)

Todo o fluxo de veículos nas áreas internas da Garagem é apoiado por ferramentas de TI para gestão de garagem, que essencialmente localizam os veículos nos diferentes setores e pátios. Já nos fluxos externos, o acompanhamento dos veículos é realizado de maneira remota por sistemas de monitoramento operacional. Tais sistemas permitem o acompanhamento de indicadores em tempo real, identificação e eventos a serem tratados e aplicação de ações de regulação pelo CCO – centro de controle operacional – sobre o plantão e a circulação entre terminais e pontos de parada. Esses sistemas ainda podem suportar a fiscalização de órgãos gestores sobre a operação em campo, no cumprimento de parâmetros programados.

Baseados nos sistemas de monitoramento operacional são utilizados ainda sistemas de inteligência de negócios (*business intelligence* - BI) que consolidam indicadores operacionais para acompanhamento e tomada de decisão da alta gestão da Garagem.

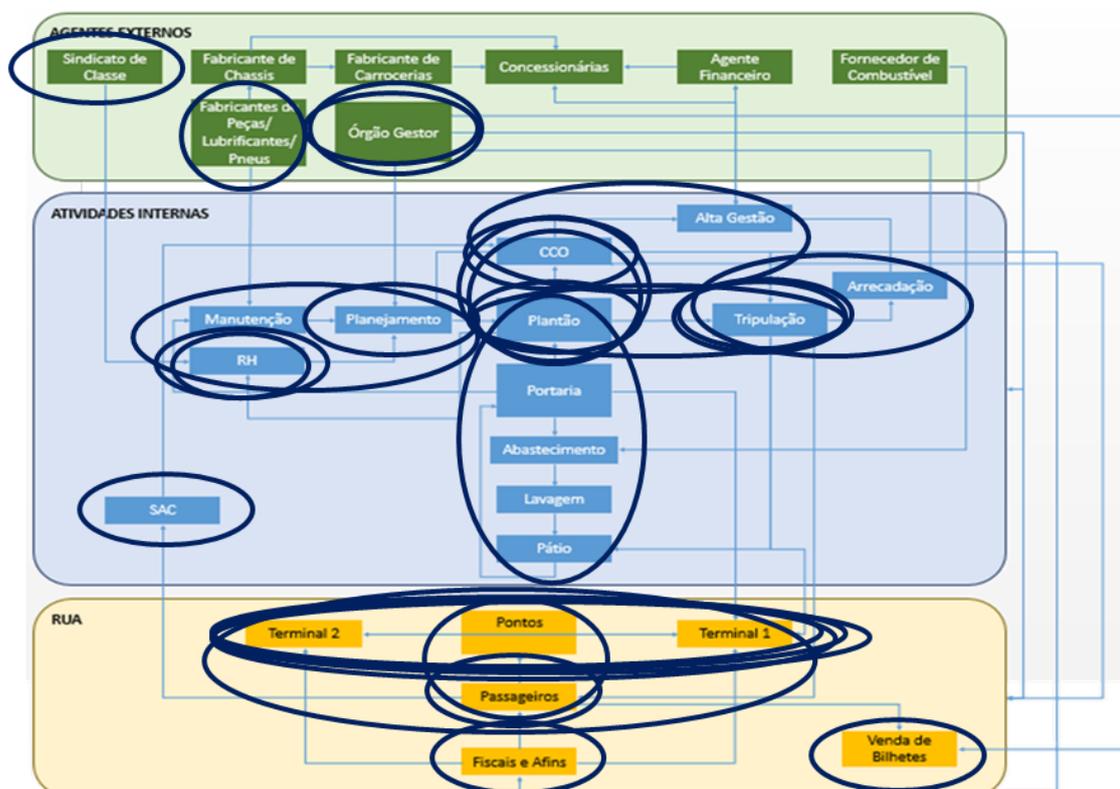


Figura 2 – Presença de ITS dentro do mapeamento de processos da Garagem.

Os sistemas de monitoramento operacional se integram a sistemas de apoio a fiscais, com o pareamento de dados a respeito do registro de alterações de alocações de recursos para cumprimento de viagens programadas e comunicação institucional.

A partir do acompanhamento de recursos alocados e cumprimento de viagens, os sistemas de controle de jornada de trabalho realizam o controle de tripulações em campo, de acordo com a legislação trabalhista e acordos firmados com sindicatos de classe. Os funcionários podem acompanhar o registro da jornada cumprida, verificar sua programação para execução de novas viagens e receber comunicação institucional por meio de sistemas de apoio institucional à tripulação. Já dentro dos ônibus, existe a possibilidade da utilização de sistemas de apoio à condução de motoristas, que apresentam informações úteis para o cumprimento de indicadores operacionais buscados pela Garagem e para o alcance de níveis de qualidade mais elevados na oferta do serviço de transporte público aos passageiros por permitir ações de regulação a partir do CCO diretamente sobre a tripulação em serviço.

No que tange a arrecadação existem diferentes ferramentas de TI que funcionam como um canal de vendas de créditos de bilhetes eletrônicos aos passageiros, com recolhimento dos valores pelo órgão gestor. Sistemas de bilhetagem eletrônica debitam o valor das passagens no espaço embarcado ou em plataformas, e transmitem para a Garagem informações sobre esses débitos, conciliadas pelo sistema de bilhetagem com dados de registros eletrônicos colhidos pela tripulação junto ao equipamento embarcado no veículo. Essas informações são, então, usadas na liberação dos valores arrecadados para a Garagem.

Existem ainda sistemas de informação para os passageiros, que os apoiam na escolha de linhas, pontos de embarque e veículos para realização de suas viagens, ofertando informações como trajeto e previsão de chegada dos ônibus nos pontos de parada.

### 4.3 Oportunidades de inovação em ITS na cadeia de TPRU

Este diagnóstico sucinto de tecnologias de informação disponíveis para a Garagem caracteriza o uso de ITS e principalmente permite identificar diversos pontos de interação entre áreas operacionais sem qualquer uso ou apoio de ferramentas de TI, constituindo oportunidades para inovação. Esses pontos são destacados sobre o mapa de processos e fluxos de informação apresentado na figura 3.

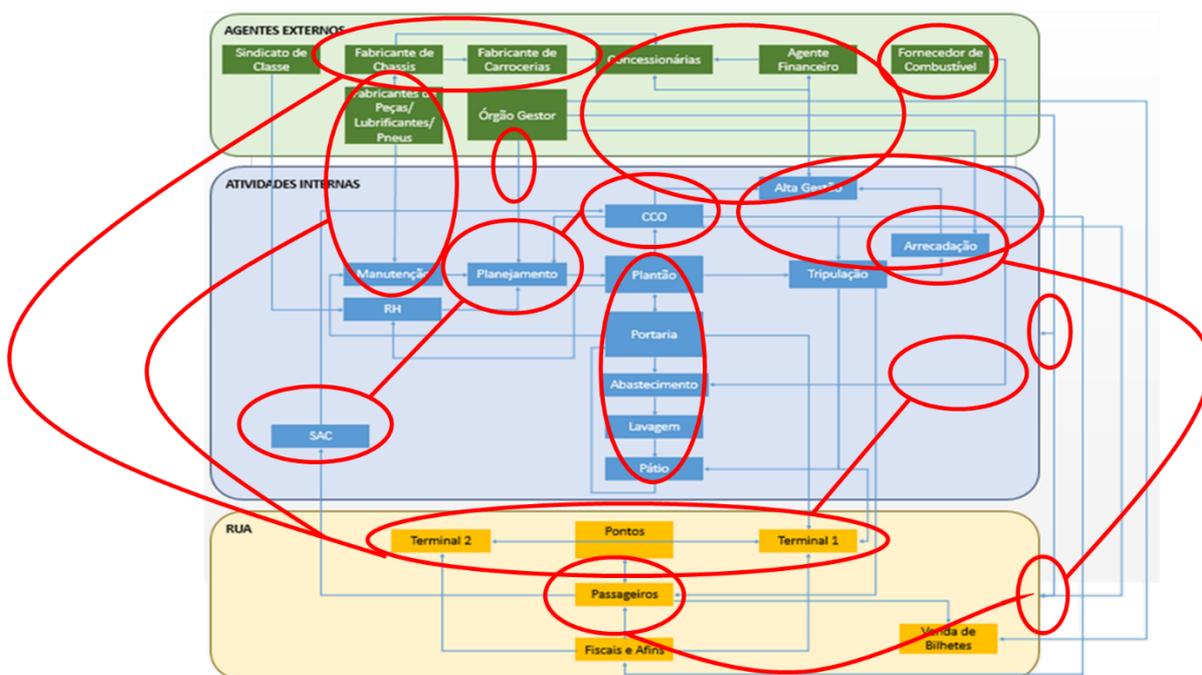


Figura 3 – Ausência de ITS de informação dentro do mapeamento de processos da Garagem.

Verifica-se que o nível de interatividades entre área e agentes executores de atividades processuais relativas a cadeia de valor do TPRU, sem uso de ferramentas de ITS, é significativa. Então, é possível detalhar cada uma das lacunas mapeadas, com apontamento de inovações emergentes nas suas coberturas. A essa análise é dedicada a tabela 3.

Tabela 3 – Oportunidades de inovação em ITS identificadas.

Lacuna	Áreas Envolvidas	Cenário Atual	Impactos da Ausência de ITS	Inovação Potencial
Gestão da Arrecadação	Alta Gestão Arrecadação Passageiros	Dados sobre a arrecadação são recebidos por planilhas e assumisse informações de passagens como todo o conhecimento sobre a distribuição da demanda de passageiros	Como os dados apresentam volumes gigantescos, não há grande exploração das informações ali contidas. Também não há cruzamento com informações operacionais, para análises de desempenho orientadas a ganhos financeiros (como exploração de demandas reprimidas e racionalização de recursos), o que compromete a sustentabilidade do próprio negócio.	Sistema de gestão de arrecadação alimentado por dados de bilhetagem eletrônica, indicadores operacionais e dados de demanda oriundos de tecnologias embarcadas e outras fontes. Apresentação de dados em visão de BI.
Gestão de Clientes (passageiros)	SAC Planejamento CCO	Os reportes de passageiros ao SAC não alcançam a área de planejamento, mas são utilizados diretamente em ajustes operacionais paliativos em ações de regulação e disciplina de tripulação.	No planejamento de cumprimento de rotinas operacionais o retorno de passageiros não é levado em conta, o que não permite um aprendizado sobre ocorrências reportadas e melhorias contínuas no serviço ofertado.	Sistema de gestão de clientes que exponha, de forma estruturada, retornos de passageiros sobre o uso de serviço e alimente sistemas de planejamento. Uso de informações e demandas de passageiros como variáveis na função de otimização de uso de recursos pela garagem, dentro de sistemas de planejamento.
Gestão Interna da Garagem	Plantão Portaria Abastecimento Lavagem Pátio	As comunicações de áreas entre o plantão e o pátio são informais, verbais e condicionadas a ocorrência de eventos.	Existem latência na resposta de uma área frente as saídas de outras, o que afeta a produtividade das atividades internas da garagem e sua organização.	Sistema de gestão interna da garagem com recursos de comunicação corporativa e controle de atividades internas visíveis a todos.
Relacionamento com Órgão Gestor	Órgão Gestor Planejamento Atividades Internas	Não há integrações de sistemas de órgão gestor público e operador privado.	Falhas nas transmissões de novos quadros horários para o	Estabelecimento de protocolo de padrão aberto para troca de informações entre

	Rua	Não há protocolo padrão de integração. Não há automação de atividades de fiscalização do Órgão Gestor em rua e na garagem.	planejamento. Não aprendizagem conjunta a partir de eventos de exceção. Retrabalho e falhas humanas mais recorrentes em registros de fiscalizações.	sistemas de órgão gestor e operador privado. Uso de sistemas mobile para fiscalizações de campo (garagem ou operação de rua) e sensoriamento remoto dos diferentes pontos de fiscalização.
Gestão de Fornecedores	Fabricantes de Peças/ Lubrificantes/ Pneus Manutenção Fornecedores de Combustível Abastecimento Fabricantes de Chassi Fabricantes de Carroceria Concessionárias Agente Financeiro Alta Gestão Rua	As compras de insumos são realizadas por pedidos de compra balizadas por projeções de consumo. Não a acesso de fabricantes de chassi e carroceria sobre o desempenho em operação de seus produtos. Aquisição de ônibus (chassi e carroceria) é presencial.	Custo de estocagem e administração de insumos estocados. Não melhoria tecnológica de chassi e carrocerias apoiadas pelos seus usos em larga escala. Demora na aquisição de ônibus.	Integração de sistemas de pedido de compra com sistemas de gestão do negócio, para compras associadas a demanda. Sistemas de controle de consumo e reserva de combustível. Sistemas de telemetria em campo com envio de dados de desempenho a fabricantes de chassi e carrocerias. Exploração de outros canais de vendas de ônibus em meio eletrônico.

Foram encontradas, portanto, diversas oportunidades para inovação por parte de provedores de ITS para o setor de transporte urbano de ônibus nas lacunas mapeadas. Ao analisar as ausências diagnosticadas a partir de áreas, atores e suas relações com a cadeia de valor, observou-se que os componentes dessa que apresentam oportunidades para inovação são:

- Atividades primárias: de logística interna e de serviços/pós-vendas e
- Atividades de apoio: desenvolvimento tecnológico e aquisição de recursos.

O diagrama apresentado na figura 4 resume as oportunidades de inovação identificadas, sobrepostas a cadeia de valor de TPRU.

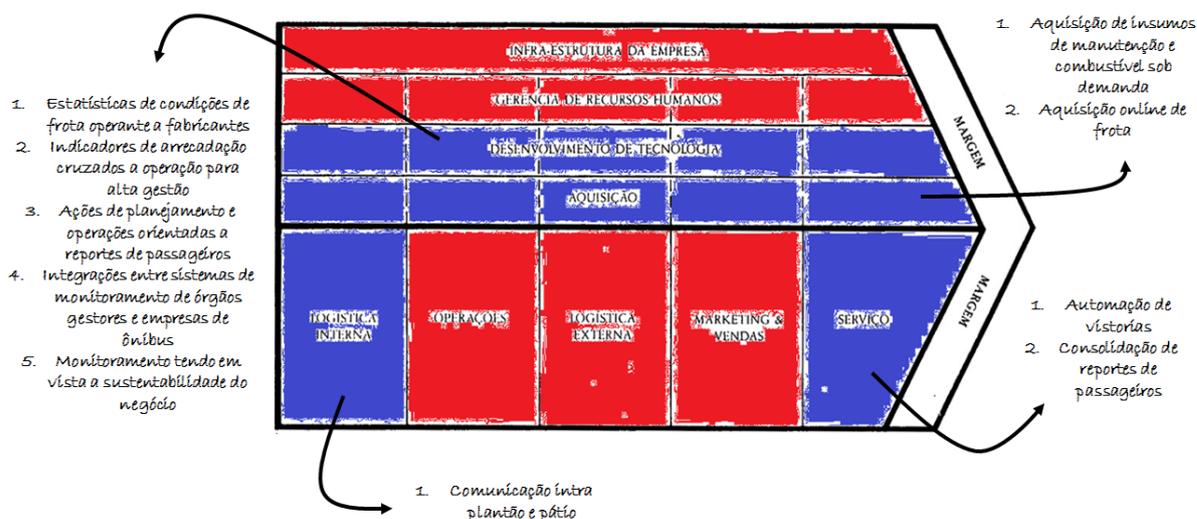


Figura 4 – Identificação de oportunidades de inovação na cadeia de valor do TPRU (em azul).

## 5 Considerações Finais

Este trabalho se propôs a identificar oportunidades de inovação tecnológica relativas a sistemas inteligentes de transportes aplicados na cadeia de valor do transporte público rodoviário urbano. Para tanto, foi realizado o mapeamento dessa cadeia de valor através de um estudo de caso, com identificação de inserção de tecnologias de informação nos processos de e fluxos de informação do caso estudado, passíveis de adoção de tecnologias a emergirem como oportunidades para inovações.

Os resultados obtidos revelam oportunidades de inovação para empresas provedoras de ITS desenvolverem e oferecerem a seus clientes, uma vez que podem aprimorar os fluxos de informação e os processos da cadeia de valor do TPRU.

Sendo um estudo de caso, os mapeamentos realizados são válidos apenas para o contexto da Garagem estudada, e não para todo setor. Entretanto, este fato não reduz as contribuições deste trabalho, uma vez que a mesma metodologia aplicada aqui com uma empresa operadora de ônibus da cidade na cidade de São Paulo, pioneira e vanguardista no uso de novas tecnologias de ITS, pode ser aplicada em outros casos que, comparados poderão consolidar as oportunidades de inovação encontradas.

Acredita-se que este estudo servirá como ponto de partida para outros estudos relativos à inserção de tecnologias de informação e inovações na cadeia de valor do TPRU. Finalmente, também há a possibilidade de expandir este estudo para outras empresas privadas operadoras de ônibus urbano, em diferentes regiões, viabilizando uma análise setorial, haja vista a carência de análises e mapeamentos relativos à processos e a cadeia de valor do TPRU.

## 6 Referências

AZAMBUJA, Ana Maria Volkmer de. **Análise de Eficiência na Gestão do Transporte Urbano por Ônibus em Municípios Brasileiros**. Florianópolis, 2002. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina.

BATTY, Michael; AXHAUSEN, Kay; FOSCA, Giannotti; POZDNOUKHOV, Alexei; BAZZANI, Armando; WACHOWICZ, Monica; OUZOUNIS, Georgios; PORTUGAL, Yuval. **Smart Cities of the Future**. University College London - Working Papers Series. Centre for Advanced Spatial Analysis. Londres: 2012.

BURGESS, R. G. **Methods of field research 2: Interviews as conversations** in BURGESS, R. G., In the field: An introduction to Field Research. Londres: 1984. Allen & Unwin, p. 101-122.

CARAGLIU, Andrea; DEL BO, Chiara Del Bo; NIJKAMP, Peter. **Smart Cities in Europe**. Journal of Urban Technology. [S.l.]: 2011. Vol. 18, nº 2, p. 65 – 82.

DANTAS, André *et al.* Tendências Futuras do ITS no Brasil. In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP. **Sistemas Inteligentes de Transportes**. Série Cadernos Técnicos: volume 8. São Paulo: ANTP, 2012.

DARIDO, George Bianco; PENA, Iván González Berenguer. **Planejamento em Sistemas de Transportes Inteligentes (ITS): Perspectivas das Experiências Internacionais** in: ANTP. **Sistemas Inteligentes de Transportes**. Série Cadernos Técnicos: volume 8. São Paulo: ANTP, 2012.

FEDERAÇÃO DAS EMPRESAS DE TRANSPORTES DE PASSAGEIROS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FETRANSPOR. **Mapa da Feira: 10ª FetransRio**. Rio de Janeiro: FETRANSPOR, 2014. Disponível em: <[http://www.etransport.com.br/download/Fetransrio\\_MapadaFeira.pdf](http://www.etransport.com.br/download/Fetransrio_MapadaFeira.pdf)>. Acesso em 19/04/2016.

GERLAND, H.E. ITS Intelligent Transportation System - Fleet Management with GPS Dead Reckoning, Advanced Displays, Smartcards, etc. *In: IEEE-IEE VEHICLE NAVIGATION AND INFORMATION SYSTEMS CONFERENCE*. Pg. 606-611, 1993, Ottawa. **Proceedings of the IEEE**. Ottawa: IEEE, 1993.

HANSEN, Morten T.; BIRKINSHAW, Julian. **The innovation value chain**. Harvard business review, v. 85, n. 6, p. 121, 2007.

KAPLINSKY, Raphael; MORRIS, Mike. **A handbook for value chain research**. Ottawa: IDRC, 2001.

MAGALHÃES, Caroline Tristão de Alencar. **Avaliação de tecnologias de rastreamento por GPS para monitoramento do transporte público por ônibus**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, COPPE. Engenharia de Transportes, 2008.

MIESTERFELD, F. O; DAIMLERCHRYSLER. Data sharing system for use in vehicles, has vehicle data bus interface for exchanging data between vehicle system controller and memory and to restrict access of ancillary system controller from vehicle data bus. **United States Patent**. Patente Número: 6141710. [S.l.]: 2000.

NÉSPOLI, Luiz Carlos Mantovani. Apresentação. *In: ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS - ANTP. Sistemas Inteligentes de Transportes*. Série Cadernos Técnicos: volume 8. São Paulo: ANTP, 2012.

OCDE. **Manual de Frascati: Proposta de Práticas Exemplares para Inquéritos sobre Investigação e Desenvolvimento** Coimbra: Experimental. F-Iniciativas, 2013.

\_\_\_\_\_. **Manual de Oslo: Diretrizes para coleta e interpretação de dados sobre inovação**. Terceira edição. Brasília: FINEP, 2004.

PINTO, Valeska Peres. Súmula da 46ª Reunião da CT de ITS. *In: 46ª REUNIÃO DA COMISSÃO DE ITS*, 2013, São Paulo. **Súmula**. São Paulo: Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP, 2013. Disponível em: <[http://files-server.antp.org.br/\\_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/06/21/D8F83ADA-DF82-49F6-B090-F9CE357AB9DF.pdf](http://files-server.antp.org.br/_5dotSystem/download/dcmDocument/2013/06/21/D8F83ADA-DF82-49F6-B090-F9CE357AB9DF.pdf)>. Acesso em 22/03/2015.

PORTER, M. E. **The Competitive Advantage: Creating and Sustaining Superior Performance**. NY: Free Press, 1985.

ROGERS, Everett M. **Diffusion of innovations**. 5º ed. Nova Iorque: Simon & Schuster, 2003.

ROPER, Stephen; DU, Jun; LOVE, James H. **Modelling the innovation value chain**. Research Policy, v. 37, n. 6, p. 961-977, 2008.

ROY, Subroto; SIVAKUMAR, Kumaraswamy; WILKINSON, Ian F. **Innovation generation in supply chain relationships: A conceptual model and research propositions**. Journal of the Academy of marketing Science, v. 32, n. 1, p. 61-79, 2004.

RUBIN, H.J.; RUBIN, I.S. **Qualitative interviewing**. The Art of hearing data. Thousand oaks. [S.l]: 1995. Sage.

SCHUMPETER, Joseph A. **Business Cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process**. New York Toronto London: McGraw-Hill Book Company, 1939. Disponível em: <[http://lewebpedagogique.com/jineu66/files/2010/10/tes\\_spec\\_1\\_1939\\_business\\_cycles.pdf](http://lewebpedagogique.com/jineu66/files/2010/10/tes_spec_1_1939_business_cycles.pdf)>. Acessado em 16/09/2015.

SOUZA, E. M. F. R.; CRUZ, C. B. M.; RICHTER, M. **O Uso de Geotecnologias em Sistemas de Transporte e Organização Urbana no Brasil**. Mercator. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, Vol. 13, N. 1, Pg. 143-152, 2014.

TRANSPUBLICO, 2015, São Paulo. **Feira Transpúblico**. São Paulo: Associação Nacional das Empresas de Transportes Urbanos – NTU, 2015. Disponível em: <<http://www.eventosdantu.com.br/textos.php?id=39&mat=284>>. Acesso em 28/04/2015.

WEIL, Kurt Ernst. **PORTER, Competitive advantage, creating and sustaining superior performance**. Revista de Administração de Empresas. São Paulo , v. 25, n. 2, p. 82-84, Junho, 1985. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-75901985000200009&lng=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-75901985000200009&lng=en&nrm=iso)>. Acessado em 02/04/2016.

YIN, Robert K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos**. Bookman editora, 2015.

YOKOTA, Toshiyuki. ITS for Developing Countries. **Technical Note**, 2004.

ZAPATA CORTES, Julian Andres; ARANGO SERNA, Martin Darío; ANDRÉS GOMEZ, Rodrigo. **Information Systems Applied to Transport Improvement. Sistemas de Información Aplicados al Mejoramiento del Transporte**. DYNA. Medellín: Vol. 80, Ed. 180. Pg. 77-86, 2013.