

4º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

CATEGORIA 3

**USO DO QR CODE COMO MEIO DE VALIDAÇÃO DO DIREITO DE VIAGEM NA
CPTM - COMPANHIA PAULISTA DE TRENS METROPOLITANOS**

INTRODUÇÃO

No ano de 2016 a CPTM transportou em média 32.668.417 usuários pagantes ao mês. Uma média mensal de 24.650.350 usuários acessam as estações da CPTM através de cartões inteligentes, o que representa 75,46% dos usuários pagantes. Enquanto isso, uma média mensal de 8.017.800 utilizam o Bilhete Edmonson, representando 24,54% dos pagantes.

No caso da CPTM, os bilhetes Edmonson foram amplamente empregados em décadas anteriores, consolidando-se como a forma clássica de bilhetagem utilizada na ferrovia, com o seu uso totalmente incorporado à rotina do usuário e do pessoal operacional.

Atualmente o Bilhete Edmonson é comercializado somente na modalidade unitária (um direito de viagem), enquanto que os Cartões Inteligentes (Smart Cards) são confeccionados e

comercializados em diversas modalidades, com layouts variados e funções parametrizadas, destinando uma modalidade de cartão para cada tipo diferente de usuário e tarifas.

Os Cartões Inteligentes representam a evolução natural da tecnologia nos sistemas de bilhetagem ao redor do mundo, enquanto que os bilhetes magnéticos da plataforma Edmonson são detentores de uma tecnologia atualmente considerada obsoleta, tanto por motivos de segurança e confiabilidade, como por causa de custos inerentes a sua utilização (transporte, manutenção, armazenagem, etc.).

A adoção de tecnologias diferentes no sistema de bilhetagem, cada uma com sua característica própria, implica em limitações no controle e aquisição dos dados, além de elevar os custos para a operação e manutenção do sistema.

Desta forma, este estudo buscou a melhor forma possível de se operar um sistema de bilhetagem, através da aplicação de tecnologias mais modernas, possibilitando a adoção de medidas padronizadas e procedimentos únicos e bem definidos, inclusive para solução de problemas, sempre se optando por aqueles que reduzam os custos operacionais, agilizam e simplificam o processo de manutenção e facilitam a rotina do usuário.

DIAGNÓSTICO

Atualmente o sistema de bilhetagem da CPTM opera com duas plataformas diferentes de meio de validação do direito de viagem, que utilizam tecnologias distintas, com características, níveis de segurança e formas de controle dos dados próprios: o Bilhete Edmonson e os Cartões Inteligentes (Bilhete Único, Cartão BOM, Cartão Benfácil¹ e Cartão SIM²).

Bilhete Edmonson:

É um bilhete confeccionado, na maioria das vezes, por um composto de cartolina (papelão) e em formato retangular longilíneo, com dimensões padronizadas em (30x66x0,25) mm, contendo uma tarja magnética, onde são gravadas e lidas as informações de direito de viagem.

A leitura/gravação de dados ocorre através de contato físico de um componente (leitor/gravador) com a tarja magnética. Assim, a utilização deste bilhete implica no emprego de bloqueios com leitora de cartão magnético, o que eleva o custo de manutenção devido ao uso de componentes mecânicos sujeito a desgastes e falhas (esteiras, engrenagens, etc.).

Atualmente, este tipo de bilhete somente é comercializado na modalidade unitária, ou seja, cada bilhete representa apenas um direito de viagem. Com isso, para cada viagem, o usuário deve adquirir um novo bilhete, não havendo possibilidade de recargas ou reuso.

Cartões Inteligentes:

A evolução dos sistemas de bilhetagem eletrônica nos últimos anos vem consolidando a utilização dos cartões inteligentes sem contato nos sistemas de transporte mais complexos e que incluem diversos modais, especialmente em regiões metropolitanas, com papel fundamental na organização das redes de transporte.

Tratam-se de cartões que não necessitam ser inseridos em leitora pelos usuários. A leitura e gravação dos dados é realizada através da aproximação do cartão nos validadores (VBS), fazendo com que estes procedimentos sejam realizados de forma mais rápida, comparando-se aos realizados através da leitora de bilhete magnético.

Por tratar-se de um cartão sem contato, o Cartão Inteligente reduz drasticamente os custos decorrentes de manutenção em equipamentos. O bloqueio utilizado para realizar a leitura deste tipo de cartão não necessita de leitora de cartão magnético, reduzindo a quantidade de componentes mecânicos e, conseqüentemente, diminuindo o custo de manutenção.

Todos os dados são inseridos em um chip que, juntamente com uma antena para recepção e transmissão desses dados, são encapsulados no cartão. Para esse encapsulamento podem ser utilizados materiais de diversos tipos, desde papel, plástico ou um mesmo um composto, variando em durabilidade, espessura e em custo, conforme a necessidade de sua utilização.

Atualmente o sistema de bilhetagem da CPTM aceita em seus validadores VBS quatro famílias de cartões Inteligentes diferentes, cada uma delas com sua gama de modalidades, o Bilhete Único, o Cartão BOM, o Cartão Benfácil e o Cartão SIM, sendo a utilização destas duas últimas famílias de cartões limitada as estações específicas da CPTM onde ocorrem a integração física e tarifária entre os serviços de transporte de passageiros sobre trilhos da CPTM com os serviços de ônibus municipais (Itapevi, Barueri, Jardim Silveira, Jandira e Mauá).

Todos os Cartões Inteligentes aceitos na CPTM utilizam a mesma plataforma tecnológica, padrão Mifare Standard da Philips. São disponibilizados em várias modalidades, layouts e funções, destinando um cartão diferente para atendimento a cada categoria de usuário (comum, estudante, etc.), com as diferenças entre modalidades (tarifa, temporalidade, etc.) sendo parametrizáveis via software, inseridas em dados previamente gravados no cartão.

¹ Cartão Benfácil: Cartão Inteligente utilizado nos sistemas de ônibus dos municípios de Itapevi, Barueri e Jandira.

² Cartão SIM: Cartão Inteligente utilizado no sistema de ônibus do município de Mauá.

Principais diferenças operacionais

O sistema de bilhetagem atual da CPTM funciona adquirindo e processando dados de todas as famílias e modalidades de bilhetes/cartões anteriormente citados. Tal fato implica na gestão e operação de tecnologias, com diferentes graus de complexidade, com rotinas de operação e manutenção distintas, que acabam acarretando custos diferentes para a empresa.

Características operacionais do Bilhete Edmonson

Os dados de utilização dos Bilhetes Edmonson não são obtidos de forma eletrônica e não há a emissão de relatórios automatizados que forneçam dados complementares que possam auxiliar a gestão/controle das informações referentes a bilhetagem da CPTM.

Para a obtenção das informações de utilização dos Bilhetes Edmonson existem dois procedimentos: ou é realizada a contagem manual dos bilhetes recolhidos dos cestos de coleta de cada bloqueio, ou é coletado o total de giros de cada bloqueio e subtrai-se, após a emissão dos relatórios dos Cartões Inteligentes, o total de usuários dos outros cartões. Como a contagem manual demanda muito tempo e deslocamento de pessoal operacional especificamente para este fim, geralmente a obtenção dos dados de usuários do Bilhete Edmonson é feita pela segunda opção, considerando o excedente entre o total de giros de bloqueio e os quantitativos de usuários dos Cartões Inteligentes exibidos em relatórios.

Os equipamentos utilizados nos bloqueios para efetuarem a leitura e o recolhimento dos Bilhetes Edmonson, apresentam falhas recorrentes devido ao fato de empregarem em sua constituição, muitos componentes mecânicos, sujeitos a desgastes e mau funcionamento.

Com frequência, ocorre o chamado abarrotamento, onde o Bilhete Edmonson fica preso em algum dos componentes que são utilizados para realizar seu movimento, após sua inserção, até o compartimento para armazenamento interno existente nos bloqueios. Sempre que isso ocorre, há a necessidade de deslocamento de pessoal operacional e de manutenção para realizar a intervenção no local da falha.

Atrasos no embarque, interferências no fluxo normal de usuários na estação e diminuição temporária da capacidade de atendimento à demanda, ocorrem devido a tais intervenções.

Este bilhete somente é confeccionado pela Casa da Moeda do Brasil, necessitando que, para o caso de implantação de um novo bilhete, a CPTM realize tratativas junto a esta instituição para confecção de molde e aquisição de um lote inicial em quantidade substancial para o abastecimento das bilheterias nas estações, na ordem de 500.000 mil bilhetes.

A utilização deste tipo de bilhete implica na necessidade da contratação de uma empresa de transporte de valores, afim de que a mesma receba das estações malotes contendo os bilhetes utilizados e recolhidos dos cofres dos bloqueios e também para que seja efetuada a entrega de malotes contendo novos bilhetes no início da operação da estação.

A tecnologia empregada na confecção deste tipo de bilhete é, historicamente, suscetível a fraudes, não possuindo dispositivos de segurança que atinjam um nível próximo dos patamares almejados com a implantação de tecnologias mais atuais.

O custo de confecção do Bilhete Edmonson é bastante baixo, sendo considerado, dentre as tecnologias atuais, a de mais baixo custo de fabricação, porém os custos atrelados à sua operacionalização e manutenção são bem elevados.

Características operacionais dos Cartões Inteligentes (Smart Cards)

Os equipamentos utilizados nos bloqueios para efetuarem a leitura/gravação de dados no Bilhete Único (B.U.) e no Cartão BOM não utilizam muitos componentes mecânicos, sendo menos sujeito a mau funcionamento e ao desgaste natural de componentes e peças.

Os Cartões Inteligentes apresentam um custo de fabricação maior do que os bilhetes magnéticos, porém, os custos referentes a operação e manutenção são bastante reduzidos.

Não há a possibilidade da ocorrência de abarrotamento, pois o cartão não é inserido em nenhum equipamento. Toda a leitura e/ou gravação dos dados no cartão é feita utilizando-se leitores ópticos sem contato, que permitem aos usuários que a validação do direito de viagem e a liberação do acesso à área paga da estação ocorra de forma mais simples, rápida e eficiente, aproximando seu cartão ao VBS (Validador de Bilhete Smart) acoplado ao bloqueio.

De forma similar ao que ocorre como B.U e o BOM, os equipamentos utilizados nos bloqueios para efetuarem a leitura/gravação de dados nos Cartões Benfácil e SIM também não utilizam muitos componentes mecânicos, sendo menos sujeito a mau funcionamento de componentes e ao desgaste natural de peças. Porém, esses sistemas utilizam, além de um Cartão Inteligente, um Bilhete Edmonson específico para a integração (F-36 para o Benfácil e F-41 para o SIM), sendo necessária a inclusão de mais um equipamento na operação das integrações, o Validador Verde, que permite a realização da transferência de créditos destes Bilhetes Edmonson específicos para o Cartões (Benfácil e SIM), no sentido de viagem trem-ônibus. Adiciona-se assim mais um equipamento ao processo de validação do direito de viagem, aumentando as possibilidades de falhas e o tempo de embarque/desembarque do usuário.

Nas estações onde ocorrem estas integrações, existem instalados, além dos validadores verdes, bloqueios específicos para acesso dos usuários integrados a área paga. Devido a interface com sistemas municipais exclusivos e não diretamente interoperáveis com o sistema da CPTM, estes bloqueios possuem validadores diferenciados que são capazes de reconhecerem estes cartões (Benfácil e SIM) e efetuarem a leitura/gravação dos dados.

Nestas estações, toda a manutenção dos equipamentos utilizados na integração, são de responsabilidade do município com o qual a CPTM estabeleceu o Convênio de Integração, diretamente ou através de uma promissória contratada/licitada pela municipalidade.

Como a manutenção não é realizada pela CPTM, cada procedimento necessita que se aguarde a chegada do pessoal apropriado, implicando no aumento do tempo do equipamento fora de serviço. Tal prática interfere no fluxo normal de usuários da estação quando da ocorrência de falhas nestes equipamentos, pois os usuários não podem simplesmente utilizar qualquer outro bloqueio para acessar a estação, sob a pena de não se beneficiar da integração.

Os custos de manutenção por parte da CPTM são minimizados por não haver a necessidade de utilização de pessoal próprio.

Síntese das principais falhas ocorridas no sistema de bilhetagem da CPTM

Os valores dos custos relacionados a cada tipo de bilhete/cartão utilizado, são diretamente proporcionais aos índices de falhas acarretados pela utilização destes nos bloqueios da CPTM.

As falhas ocorridas nos bloqueios das estações da CPTM e que são relativas à utilização de determinado tipo de bilhete podem ser observadas no gráfico seguinte:

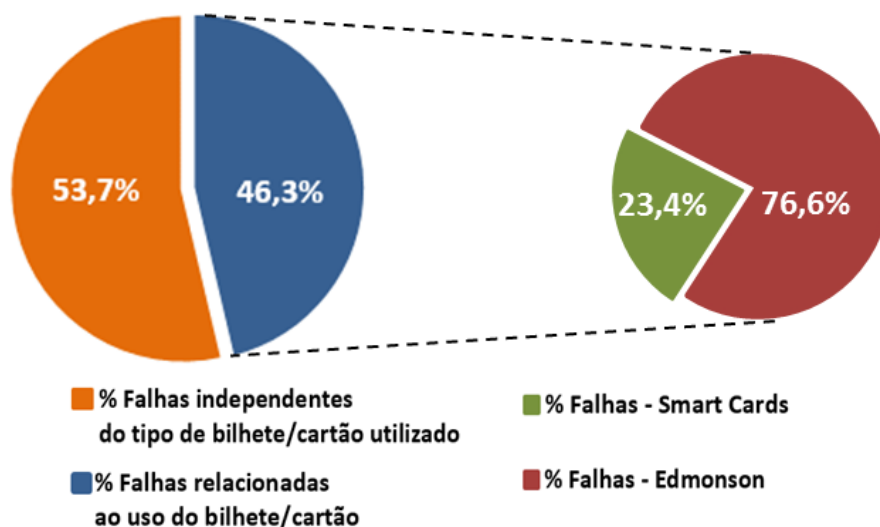


Figura 1 - Participação de cada bilhete nas falhas ocorridas nos bloqueios da CPTM em 2016.

Podemos verificar que a utilização dos Bilhetes Edmonson ocasiona a maior parte das ocorrências de falhas nos bloqueios da CPTM (3,3 vezes mais do que os Cartões Inteligentes).

O deslocamento constante de pessoal para a resolução destas falhas, faz com que haja um valor elevado de homem/hora gasto exclusivamente para atender estas ocorrências.

Considerando que os bloqueios têm uma capacidade de vazão de 17 pessoas por minuto, para cada hora que este equipamento permanece indisponível, a capacidade de atendimento da estação, no que se refere ao fluxo de entrada de passageiros, é diminuída em 1.020 usuários.

A indisponibilidade dos bloqueios, devido ao elevado índice de falhas relacionadas com a utilização do Bilhete Edmonson, prejudica o acesso dos usuários as estações e, por consequência, implica na adoção de estratégias operacionais para mitigar estes efeitos.

Tendo em vista que os bloqueios são dimensionados visando atender a demanda da estação, a intermitência de falhas nestes equipamentos afeta diretamente o serviço realizado pela CPTM, prejudicando, inclusive, a imagem da empresa como prestadora de serviços.

Síntese dos custos da operacionalização do sistema de bilhetagem da CPTM

Como descrito anteriormente, os custos relacionados a cada tipo de bilhete/cartão utilizado no acesso às estações, são diferentes, ocasionando impactos distintos nas receitas da CPTM.

Determinando os tipos e agentes causadores dos custos, por tipo de bilhete, identificamos os pontos da operacionalização que precisam de intervenção, visando a redução dos gastos.

Para os valores de custos diretos, devemos considerar essencialmente os valores gastos com pessoal de operação e da manutenção, valor para aquisição de lotes de bilhetes, transporte de valores, etc. Quanto aos custos indiretos, consideramos os gastos com pessoal para a realização da gestão do sistema (pessoal de arrecadação), limpeza, etc.

A tabela a seguir apresenta os valores de custos médios por viagem relativos a utilização de cada tipo de bilhete/cartão no sistema de bilhetagem da CPTM, considerando os números de médias mensais do ano de 2016.

Tabela 1 - Custo da operacionalização de cada tipo de bilhete por viagem vendida em 2016.

TIPO DE BILHETE/CARTÃO	EDMONSON	BILHETE ÚNICO	CARTÃO BOM	BENFÁCIL + SIM	MÉDIA MENSAL CPTM
CUSTO DIRETO	R\$ 4.605.101,31	R\$ 2.384.188,79	R\$ 392.322,82	-	R\$ 7.381.612,92
CUSTO INDIRETO	R\$ 86.120,28	R\$ 23.380,60	R\$ 11.690,30	R\$ 5.845,15	R\$ 127.036,32
TOTAL DOS CUSTOS	R\$ 4.691.221,59	R\$ 2.407.569,39	R\$ 404.013,12	R\$ 5.845,15	R\$ 7.508.649,24
VIAGENS VENDIDAS	8.040.882	20.209.272	4.154.089	302.363	32.706.606
CUSTO MÉDIO POR VIAGEM VENDIDA	R\$ 0,58	R\$ 0,12	R\$ 0,10	R\$ 0,02	R\$ 0,23

Os custos indiretos representam uma parcela muito pequena dos custos totais atrelados a utilização de cada tecnologia de bilhetagem (1,84 %), recaindo sobre os custos diretos o maior impacto na composição do custo (98,16%). Além disso, 87,14% dos custos diretos do Bilhete Edmonson referem-se a mão de obra direta.

A tabela seguinte apresenta a receita tarifária arrecada por cada tipo de bilhete.

Tabela 2 - Receita tarifária arrecadada por cada tipo de bilhete por viagem vendida em 2016.

TIPO DE BILHETE/CARTÃO	EDMONSON	BILHETE ÚNICO	CARTÃO BOM	BENFÁCIL + SIM	MÉDIA MENSAL CPTM
RECEITA TARIFÁRIA	R\$ 30.497.797,79	R\$ 65.486.622,08	R\$ 14.519.712,03	R\$ 981.577,95	R\$ 111.485.709,85
PERDA NO SBE (CLEARING HOUSES)		-R\$ 12.569.243,10	-R\$ 3.435.096,45		-R\$ 16.004.339,55
SALDO DA ARRECADAÇÃO TARIFÁRIA	R\$ 30.497.797,79	R\$ 52.917.378,98	R\$ 11.084.615,58	R\$ 981.577,95	R\$ 95.481.370,31
RECEITA POR VIAGEM VENDIDA	R\$ 3,79	R\$ 2,62	R\$ 2,67	R\$ 3,25	R\$ 2,92

Podemos observar na próxima tabela o custo de cada tipo de bilhete por viagem vendida e a arrecadação líquida resultante descontando-se estes custos.

Tabela 3 - Valor efetivo arrecadado por cada tipo de bilhete por viagem vendida em 2016.

TIPO DE BILHETE/CARTÃO	EDMONSON	BILHETE ÚNICO	CARTÃO BOM	BENFÁCIL + SIM	MÉDIA MENSAL CPTM
RECEITA ARRECADADA (POR VIAGEM VENDIDA)	R\$ 3,80	R\$ 2,62	R\$ 2,67	R\$ 3,25	R\$ 2,92
(-) CUSTO DO BILHETE (POR VIAGEM VENDIDA)	R\$ 0,58	R\$ 0,12	R\$ 0,10	R\$ 0,02	R\$ 0,23
(=) RECEITA APÓS DEDUÇÃO DOS CUSTOS DE OPERACIONALIZAÇÃO (POR VIAGEM VENDIDA)	R\$ 3,22	R\$ 2,50	R\$ 2,57	R\$ 3,23	R\$ 2,69

Analisando as informações acima, percebemos que as viagens realizadas com o Bilhete Edmonson são as que possuem o valor efetivo de viagem mais elevado, ou seja, são as viagens onde a CPTM arrecada um valor mais próximo do valor cobrado ao usuário.

Observamos que as viagens com o Bilhete Edmonson são sempre tarifadas de forma integral. Nos valores arrecadados com os Cartões Inteligentes, podemos observar uma variedade de modalidades tarifárias, com gratuidades e tarifas menores, devido a benefícios concedidos a categorias específicas de usuários (idosos, estudantes, integrações tarifárias, etc.).

Podemos concluir, portanto, que o elevado retorno tarifário do Bilhete Edmonson não é um benefício de sua tecnologia, nem do sistema e equipamentos utilizados, pois este é o bilhete com o maior custo de operacionalização. O diferencial está na tarifa aplicada aos usuários.

Portanto, é razoável afirmar que, utilizando tecnologias com custo similar ao dos Cartões Inteligentes, e mantendo-se a política tarifária de sempre cobrar do usuário a tarifa integral, o retorno tarifário seria bem maior, aproximadamente R\$ 3,69, o que representa um acréscimo de 14,6 % no retorno atual proporcionado pelos usuários do Bilhete Edmonson.

Síntese comparativa dos tipos de bilhetes/cartões utilizados na CPTM.

Após verificarmos as falhas ocorridas nos bloqueios, bem como os valores dos custos atrelados a cada tipo de bilhete/cartão, fica evidente a necessidade, por parte da CPTM, de se buscar alternativas tecnológicas ao uso do Bilhete Edmonson.

Apesar do uso do Bilhete Edmonson acarretar uma série de dificuldades operacionais e de manutenção, não pode ser desconsiderado o fato de que uma parcela significativa do total de usuários pagantes da CPTM ainda faz uso diário deste tipo de bilhete, como exibido abaixo.

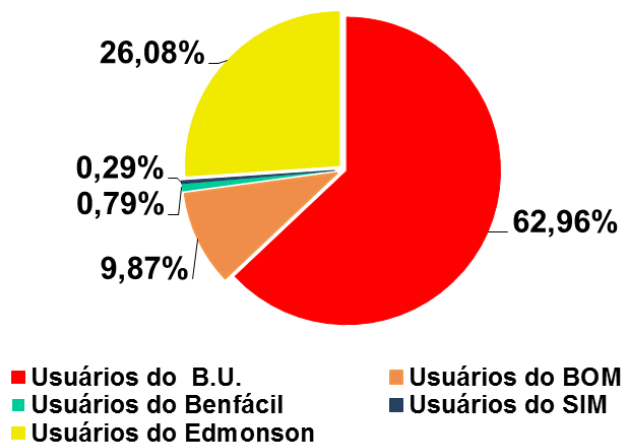


Figura 2 - Participação percentual de cada tipo de bilhete/cartão no total de usuários pagantes da CPTM em 2016 (média mensal).

Podemos observar que a quantidade de usuários do Bilhete Edmonson é aproximadamente 2,5 vezes menor do que os usuários do Bilhete Único (B.U.), porém seu uso representa aproximadamente 1,8 vezes mais usuários do que a somatória de todos os outros cartões.

Mesmo com o crescimento na utilização dos Smart Cards e com a oferta aos usuários de benefícios inerentes à sua utilização (modalidades temporais (diário, semanal, mensal), integração com ônibus, modalidades de redução tarifária, etc.), uma parcela significativa dos pagantes permanece cativa ao uso do bilhete magnético (1/4 do total de pagantes).

O usuário do Bilhete Edmonson só pode comprar de seu direito de viagem nas bilheterias da CPTM, enfrentando, por muitas vezes, filas e o consequente aumento no tempo de embarque.

Não existe a comercialização de bilhetes com direitos de viagens múltiplas (ida e volta, 10, etc.), portanto, ou o usuário adquire várias unidades de uma só vez e tem que assegurar seu correto acondicionamento e transporte diário, ou adquire o bilhete imediatamente antes da sua viagem na CPTM, efetuando a compra nas bilheterias quantas vezes forem necessárias.

A seguir temos um comparativo entre as arrecadações e os custos. O gráfico abaixo exibe a participação percentual de cada bilhete/cartão no total arrecadado pela CPTM em 2016.

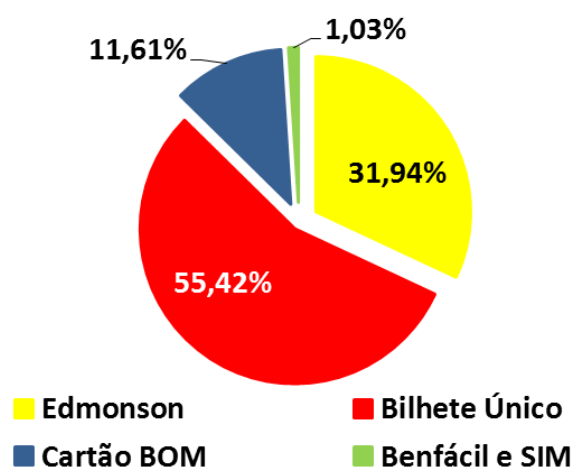


Figura 3 - Contribuição de cada bilhete/cartão no total arrecadado pela CPTM em 2016.

O gráfico seguinte exibe a participação percentual de cada bilhete/cartão nos custos totais da CPTM com bilhetagem em 2016.

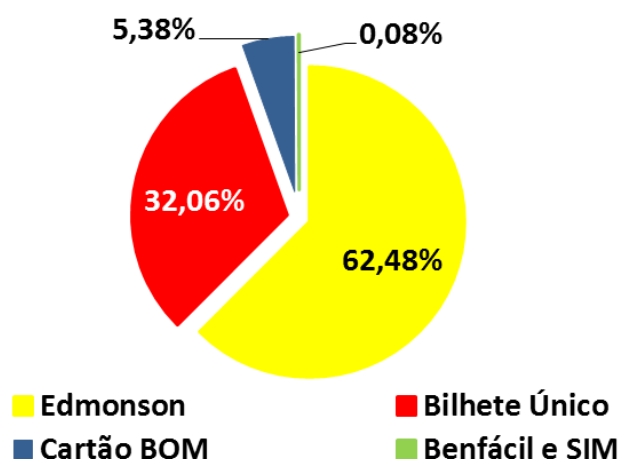


Figura 4 - Contribuição de cada bilhete/cartão no custo com bilhetagem da CPTM em 2016.

Ao mesmo tempo que o Bilhete Edmonson representa quase um terço de toda a arrecadação tarifária da CPTM, ele também representa quase dois terços do custo total da bilhetagem. Os Cartões Inteligentes apresentam participação na arrecadação bem maior do que nos custos.

TECNOLOGIAS DISPONÍVEIS PARA VALIDAÇÃO DO DIREITO DE VIAGEM

Com a evolução tecnológica dos sistemas de bilhetagem e, mais especificamente, dos meios de validação do direito de viagem, uma grande disponibilidade de bilhetes/cartões passaram a ser apresentados como alternativas à tecnologia da plataforma Edmonson.

Diversos tipos de bilhetes/cartões satisfazem às necessidades dos sistemas automatizados de arrecadação tarifária, o que pode diferenciar a adoção de uma tecnologia em detrimento de outra, mostrando-se como fator importante neste processo de decisão é o conjunto das funcionalidades desejadas associadas aos custos de implantação e de operação/manutenção.

Nem todas as tecnologias de controle de entrada/saída de usuários através de validação de créditos previamente adquiridos possuem a capacidade de integrar-se com a aquisição/

transmissão de dados, mostrando-se adequadas para um sistema automático de bilhetagem, mas nem tão útil em sistema de bilhetagem eletrônica.

Assim, este estudo considerou somente as tecnologias abaixo relacionadas, que podem ser empregadas como meio de validação do direito de viagem no setor de transporte:

- Códigos de barras ou QR Codes (Quick Response Code);
- Cartões Indutivos e Resistivos;
- Bilhetes/Cartões Magnéticos;
- Button (Memórias de Contato);
- Cartões inteligentes (smart cards): com contato, sem contato e híbrido.

ESCOLHA DA TECNOLOGIA DE VALIDAÇÃO DO DIREITO DE VIAGEM

O levantamento das necessidades que o sistema de bilhetagem da CPTM apresenta foi considerado como fundamental no processo de escolha da alternativa tecnológica.

Foram levadas em consideração as necessidades da CPTM como operadora de transporte e de seus usuários, a fim de que as medidas adotadas facilitem e promovam uma melhor gestão e controle da arrecadação tarifária e a redução dos custos de operação e manutenção. Além disso, a escolha da tecnologia visou facilitar e simplificar sua utilização de forma amigável, a fim de ter seu uso naturalmente incorporado à rotina diária do usuário no acesso às estações.

Após a análise de todas as implicações ocasionadas pela adoção do atual modelo de sistema de bilhetagem da CPTM apresentadas anteriormente, ficam notoriamente definidas e são elencadas abaixo as seguintes necessidades a serem consideradas no processo decisório:

- Melhorar o controle de evasão de receitas;
- Bilhetagem mais segura e robusta as tentativas de fraudes;
- Possibilitar flexibilização tarifária (por sentido, por horário, por modalidade, etc.);
- Melhorar a qualidade das informações obtidas com a bilhetagem, utilizando estas como ferramenta na melhoria da gestão do sistema;
- Redução dos custos operacionais e de manutenção;
- Modernização dos processos de gestão, operação e manutenção;
- Possibilitar outras fontes de recursos: Exploração de espaços para propaganda;
- Utilização de uma tecnologia que possibilite a incorporação de avanços tecnológicos ao longo do tempo e que forem úteis para a melhoria da gestão/utilização do sistema de bilhetagem (uso de tecnologia não estanque);
- Garantir um atendimento mais eficiente aos usuários e com um acesso rápido destes às áreas pagas das estações;
- Garantir que o usuário, munido do valor de uma tarifa integral, possa adquirir seu direito de viagem e adentrar a área paga da estação normalmente;
- Múltiplas aplicações: Possibilidade de agregação de outros serviços/funcionalidades ao cartão utilizado na CPTM;
- Possibilitar a aquisição de bilhetes de forma facilitada, não se restringindo somente as bilheterias da CPTM. (Ex.: ATMs, internet, parcerias com outros setores, etc.);
- Possibilitar o retorno do investimento realizado no menor tempo possível;
- Melhorar a imagem da empresa.

ALTERNATIVA TECNOLÓGICA RECOMENDADA

Cada uma das tecnologias de bilhetes/cartões disponíveis que foram analisadas possuem características que as tornam aplicáveis em um sistema de bilhetagem, apresentando vantagens e desvantagens em critérios diversos. Desta forma, foi efetuada uma análise que considerou quais os pontos a se dar um maior “peso”, conforme os objetivos desejados.

Para este comparativo, primeiramente foi considerado como item de maior “peso” os custos de implantação/operação/manutenção. Posteriormente, foi dada maior atenção aos impactos na rotina dos usuários, ou seja, aumento/diminuição no tempo de embarque, devido as alterações no procedimento de validação do direito de viagem. Por fim, foram considerados o nível de controle e gestão da arrecadação tarifária e a possibilidade de geração de outras fontes de receita.

A tabela seguinte exibe uma síntese da análise comparativa dos tipos de tecnologia de meio de validação do direito de viagem analisadas, considerando os "pesos" citados anteriormente.

Tabela 4 - Síntese da análise comparativa dos diferentes tipos de tecnologia estudados.

CARACTERÍSTICAS	Valor Desejável	QR CODE	CARTÃO INDUTIVO	CARTÃO MAGNÉTICO		SMART CARD			BUTTON
				PAPEL	PVC	C/CONTATO	S/CONTATO	HÍBRIDO	
Custo de implantação e confecção	Muito baixo	Muito baixo	Médio	Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto	Muito alto
Custos de operação e manutenção	Muito baixo	Muito baixo	Médio	Muito Alto	Muito Alto	Baixo	Muito baixo	Médio	Muito baixo
Impacto no tempo de embarque	Muito baixo	Muito baixo	Alto	Baixo	Baixo	Alto	Muito baixo	Alto	Médio
Capacidade de armazenamento	Muito alta	Alta	Muito baixa	Baixa	Baixa	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Muito alta
Capacidade de geração de outras fontes de receita	Muito alta	Alta	Alta	Baixa	Média	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Muito baixa
Segurança	Muito alta	Muito alta	Muito alta	Baixa	Média	Alta	Muito alta	Muito alta	Muito alta

Podemos observar na tabela acima que as duas tecnologias com melhor desempenho na análise realizada foram o Smart Card sem contato e o QR Code. Somadas as vantagens destacadas na tabela anterior, estes meios de pagamento também permitem uma evolução

tecnológica para o caso de alguma necessidade futura. As aplicações associadas a estas tecnologias são diversas e a utilização de algumas destas funcionalidades em conjunto com o sistema de transporte é uma tendência mundial.

No atendimento aos seus usuários, a CPTM mantém a premissa fundamental de **sempre comercializar um direito unitário de viagem**, permitindo o acesso aos usuários eventuais, aqueles que só dispõem do valor de uma única tarifa, seja por falta de recursos ou por outro motivo qualquer, ou ainda aqueles que possuem um Cartão Inteligente, mas não possui créditos ou não dispõe do mesmo no momento do embarque (esquecimento, extravio, etc.).

Quando consideramos como determinante a garantia de que o usuário possa acessar qualquer estação da CPTM portando somente o valor da tarifa integral praticada e nada mais, a opção pelo uso do Smart Card perde força, pois é necessária a disponibilização de um cartão ao usuário. Tal cartão pode ser fornecido após um cadastro ou de maneira anônima, porém, para ambos os casos, a disponibilização gratuita do casco do cartão na emissão da 1ª via é bastante aceitável, mas a partir do momento em que são necessárias emissões de vias adicionais, o fornecimento gratuito se mostra inviável.

Tem em vista que o custo de confecção e de formatação de um Cartão Inteligente é de U\$ 1,50, e que este valor é, aproximadamente, 48 vezes maior do que os custos operacionais (R\$ 0,11), **a emissão de uma 2ª via deve ser cobrada e/ou restrita de algum modo, sob a pena de elevação exponencial nos custos atrelados à sua utilização.** Desta forma, a cobrança pela nova via passa a ser inevitável, impedindo que o acesso do usuário seja possível somente com o valor da tarifa praticada.

Neste cenário, a utilização do QR Code passa a ser mais recomendada, pois a impressão de um novo código não acrescentará nenhum custo adicional ao usuário. Desta forma, a CPTM pode continuar oferecendo a venda de um direito de viagem unitário, a fim de atender manter as características de comercialização já apresentadas atualmente aos seus usuários.

Desta forma, o Smart Card sem contato e o QR Code foram as duas tecnologias recomendadas para serem empregadas como alternativas para substituição do Bilhete Edmonson, **com maior indicação para o uso do QR Code**, por ser de menor custo de implantação e por resolver a questão da venda do direito de viagem unitário no sistema da CPTM e, com isso, estar melhor preparada para o atendimento as características dos usuários do Bilhete Edmonson na CPTM.

Funcionalidades adicionais a serem implantadas em conjunto com a nova tecnologia de validação do direito de viagem escolhida

A implantação do meio de validação do direito de viagem utilizando-se o QR Code no sistema de bilhetagem da CPTM, além de solucionar os problemas relacionados aos elevados custos intrínsecos de todo o processo de confecção, transporte, operação e manutenção do Bilhete Edmonson, também permite que características e funcionalidades adicionais possam ser exploradas, representando em mais vantagens para a CPTM. Essas vantagens podem representar benefícios tanto para a CPTM, quanto para seus usuários e mostram-se como atributos adicionais, sendo suas implantações facultativas, não impedindo o emprego da tecnologia escolhida caso não se opte pela implantação de alguma delas.

Apesar do sistema de bilhetagem da CPTM ter preferencialmente como seu objetivo fundamental a arrecadação tarifária e o controle de acesso dos usuários ao sistema de

transporte, as tecnologias de bilhetagem selecionadas são providas de escalabilidade, possibilitando seu uso compartilhado com outras aplicações.

Dentre as possíveis funcionalidades adicionais, podemos citar: a criação de novas alternativas de aquisição do direito de viagem; geração de novas fontes de receita e múltiplas aplicações.

Estas são apenas algumas das funcionalidades que o uso do QR Code pode proporcionar, pois, por se tratar de tecnologia com boa capacidade de armazenamento de informações e flexibilidade de uso, permite que se abram perspectivas além daquelas inicialmente programadas (substituição do Bilhete Edmonson).

A seguir são descritas as funcionalidades adicionais que este estudo recomenda para implantação com o emprego da nova tecnologia de bilhetagem.

Criação de novas alternativas aos usuários para aquisição do direito de viagem.

A implantação da nova tecnologia de meio de pagamento do direito de viagem nas estações da CPTM permite um aumento considerável na disponibilização destes créditos aos usuários, possibilitando que a venda ocorra não somente nas bilheterias das estações.

O aumento de locais de venda de direitos de viagem promove a diminuição das filas nas bilheterias e a melhora do fluxo de usuários na estação, otimizando a rotina operacional e de atendimento ao usuário.

Uma das possibilidades de aumento dos locais de venda de créditos é a instalação de máquinas automáticas de venda e de recarga de créditos.



Figura 5 - Máquinas automáticas de venda e de recarga de cartões.

Este tipo de equipamento já está inserido na rotina dos usuários, pois já é empregado na operação com os Cartões Inteligentes atualmente implantados em alguns locais no sistema metroferroviário e em terminais de ônibus. Totens para impressão e venda de QR Codes também já são presentes no dia a dia dos usuários, sendo empregados em controles de acesso em estacionamentos de shoppings e supermercados, por exemplo.

Além das máquinas automáticas instaladas nas estações, podem ser feitos convênios/parcerias com outros serviços para a criação de postos de venda em outros lugares, como por exemplo, comércio ou casas lotéricas, como é feito com o Bilhete Único.



Figura 6 - Postos de venda fora de estações.

A impressão de QR Codes é possível em qualquer estabelecimento comercial, pois o mesmo pode ser impresso em um dispositivo POS regularmente utilizado nestes locais.



Figura 7 - POS de uso trivial no comércio em geral imprimindo QR Code e impressora térmica.

Estas possibilidades são alternativas bem atrativas aos usuários pois estes podem adquirir o direito de viagem antes mesmo de adentrar a estação da CPTM, podendo dirigir-se diretamente a linha de bloqueios da estação, não necessitando enfrentar filas em bilheterias.

Também é possível a venda de QR Codes por meio da internet ou mesmo através de um aplicativo próprio da CPTM (App Mobile). Para QR Codes vendidos desta forma, não seria necessário imprimir o código. Bastaria posicionar a tela do celular com o QR Code gerado no leitor dos bloqueios para validar o direito de viagem.

Um exemplo deste tipo de venda é o aplicativo BOM MOB para créditos do Cartão BOM.

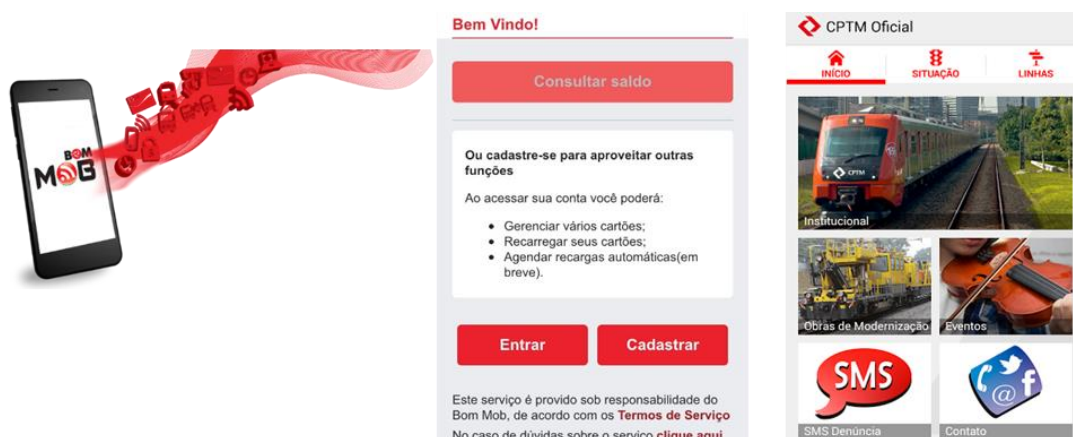


Figura 8 - Imagens do aplicativo BOM MOB e do atual aplicativo da CPTM.

Um estudo adicional deverá ser realizado para verificar a possibilidade da inserção desta funcionalidade no aplicativo da CPTM já existente.

Para a CPTM este fato também se mostra de grande valia, tendo em vista que a facilidade na aquisição dos direitos de viagem pode, além de atrair mais usuários, melhorar o tempo de embarque nas estações, elevando o nível de qualidade do serviço prestado e, conseqüentemente, melhorando a imagem da empresa.

Geração de novas fontes de receita

O emprego de um sistema de bilhetagem eletrônica cria a possibilidade de que a CPTM agregue novas fontes de receita disponibilizando os novos espaços utilizados para venda dos créditos/bilhetes para propaganda de terceiros.

Além disso, também existe um potencial de geração de outras receitas através de múltiplas aplicações, explorando capacidades não utilizadas para agregar serviços de terceiros.

Múltiplas aplicações disponibilizadas aos usuários

A utilização da tecnologia de bilhetagem empregada para várias aplicações objetiva, principalmente, a diluição dos custos (de confecção, operação e manutenção) do bilhete e dos hardwares utilizados e a conveniência oferecida ao usuário, que utilizaria um mesmo instrumento para vários usos.

A CPTM poderá permitir que o bilhete possa ser empregado em serviços disponibilizados em outros locais, sendo estes parceiros privados ou até mesmo outros serviços públicos.

Os usuários poderiam, com o mesmo bilhete, utilizar o serviço de transporte oferecido pela CPTM, acessar bibliotecas, postos de saúde ou algum outro serviço oferecido em parceria (cinema, comércio em geral, etc.). Desta forma, estas novas aplicações permitem ampliar significativamente a utilidade dos bilhetes.

A conveniência da implantação de bilhetes com múltiplas funções no sistema de bilhetagem da CPTM está relacionada a análises e decisões de ordem econômica e/ou negocial, a serem tomadas posteriormente, em momento oportuno.

PROGRAMA PILOTO

Com a tecnologia de validação do direito de viagem escolhida, tornou-se fundamental a realização de um programa piloto, que possibilitasse um melhor conhecimento da tecnologia, o estabelecimento de parâmetros operacionais e de manutenção, bem como mensurar a percepção e aceitação do usuário.

Desta forma, o Programa Piloto realizado nas estações selecionadas da CPTM teve como principal objetivo a realização de testes do uso da tecnologia do QR Code como meio de validação do direito de viagem da CPTM.

Para viabilizar a implantação, a CPTM realizou uma parceria com a empresa Autopass, que se propôs a instalar de validadores de QR Code (Quick Response Code), além de infraestrutura, equipamentos e sistema necessários para operacionalizar de forma adequada, atendendo aos níveis exigidos pela CPTM, a utilização dos QR Codes no sistema de bilhetagem da CPTM.

A implantação ocorreu em caráter não oneroso, transitório e precário, os dispositivos, equipamentos e materiais para instalação nas estações, bem como a mão de obra necessária para execução dos serviços de instalação e manutenção permaneceram inteiramente sob a responsabilidade da empresa Autopass, sendo todos os equipamentos cedidos em regime de comodato, não havendo qualquer ônus para a CPTM.

Durante este período não houve teste de uma solução pronta, mas sim, o desenvolvimento de um sistema que se ajustasse as necessidades da CPTM (operacionais e de gestão). Para tanto, ocorreram feedbacks operacionais periódicos e a efetivação de ajustes no sistema conforme as sugestões e solicitações do pessoal da CPTM.

A fim de manter um ambiente controlado durante o desenvolvimento do sistema, evitando fraudes e interferências significativas na operação das estações, foram observadas as seguintes premissas durante o período de testes:

- Foram selecionadas 6 (seis) estações para os testes, uma em cada linha da CPTM;
- A validação do QR Code ocorreu em apenas um bloqueio de cada estação selecionada, sendo que este bloqueio também continuou permitindo a utilização de qualquer outro bilhete/cartão já aceito na CPTM (Bilhete Edmonson, Bilhete Único e Cartão BOM);
- Os bilhetes contendo os QR Codes foram impressos nas bilheterias destas estações, através de um equipamento POS ou de uma impressora térmica;
- Os códigos impressos tinham sua validade restrita somente ao dia da aquisição e na estação onde foi adquirido;
- Foram disponibilizados relatórios para consulta online e em tempo real dos quantitativos de vendas e de utilizações dos códigos em cada estação;
- Como padrões de desempenho operacionais desejados, foram estabelecidos, em conjunto com o pessoal operacional das referidas estações, as seguintes metas: **Tempo de venda do direito de viagem menor ou igual a 10 segundos e capacidade de vazão de entrada nos bloqueios de 15 usuários por minuto (4 usuários por segundo).**

- O sistema também deveria possibilitar a aquisição de créditos eletrônicos de direitos de viagem pela internet, por aplicativo para dispositivos móveis (Apps), bem como a venda de QR Codes através de máquinas automáticas (ATMs) localizadas nas estações.
- Período de testes com duração de 6 (seis) meses, a contar do início da operação do sistema na primeira estação.

OPERAÇÃO DO SISTEMA

A escolha das estações para a realização dos testes com o QR Code, obedeceu aos seguintes critérios: venda de Edmonson entre 10% e 20% do total de pagantes; baixo índice de utilização dos bloqueios (entre as quatro menores da linha); infraestrutura modernizada; localização dentro do município de São Paulo (a fim de facilitar deslocamentos em caso de falhas).



Figura 9 - Estações selecionadas para a realização dos testes com o QR Code.

Atendendo às premissas elencadas anteriormente, o período de testes teve seu início em 22/10/2016, na Estação Tamanduateí da Linha 10 - Turquesa da CPTM. Houve um período de 22 dias entre o início da operação da primeira estação e o da segunda, com a finalidade de efetuar os ajustes iniciais necessários no sistema.

Decorrido este período inicial, as demais estações tiveram o início da operação do sistema escalonado a cada semana, conforme pode ser observado na tabela abaixo:

Tabela 5 - Data de início da operação do sistema do QR Code em cada estação da CPTM.

Linhas	Estação	Data de início da operação do sistema
Linha 10 - Turquesa	Tamanduateí	22/10/2016
Linha 7 - Rubi	Vila Aurora	12/11/2016
Linha 9 - Esmeralda	Autódromo	19/11/2016
Linha 12 - Safira	USP Leste	26/11/2016
Linha 8 - Diamante	Lapa	03/12/2016
Linha 11 - Coral	Dom Bosco	10/12/2016

Os códigos impressos nas estações continham as informações solicitadas pela CPTM. A figura abaixo exibe o layout desejado e um QR Code impresso na Estação Tamanduateí da CPTM.



Figura 10 - Layout desejado para o bilhete e QR Code impresso na Estação Tamanduateí.

O sistema de venda e utilização dos diretos de viagem através do uso de QR Codes impressos na bilheteria da estação possuía um servidor central, que controlava a captura dos dados de venda e utilização, sendo o responsável pela geração, criptografia e gerenciamento das informações de bilhetagem.

Os novos validadores instalados compartilharam a infraestrutura de comunicação existente dos VBS (Validadores de Bilhetes Smart), dispensando instalações adicionais para este fim.

Os validadores utilizados nos bloqueios foram do tipo scanner de códigos de barras 2D (câmeras de captura digital de imagem – Modelo LV 4500).



Figura 11 - Validador (scanner) de QR Code.

A fixação destes leitores demandou uma análise caso a caso das intervenções necessárias na estrutura física dos bloqueios, pois a variedade de bloqueios existentes na CPTM, inviabilizaram a adoção de uma solução única padronizada.

Para tanto, visando não alterar as modificar as tampas originais, a Autopass confeccionou novas tampas, já com as intervenções necessárias, para serem instaladas nestes bloqueios.

As ilustrações das soluções de instalação dos validadores de QR Code para cada bloqueio utilizado no Programa Piloto podem ser observadas a seguir:

Solução para as Estações Vila Aurora da Linha 7-Rubi e Tamanduateí da Linha 10-Turquesa:



Figura 12 - Solução de instalação do validador de QR Code nas Estações Vila Aurora e Tamanduateí.

Solução para a Estação Lapa da Linha 8 - Diamante:



Figura 13 - Solução de instalação do validador (scanner) de QR Code na Estação Lapa.

Solução para a Estação Autódromo da Linha 9 - Esmeralda:



Figura 14 - Solução de instalação do validador (scanner) de QR Code na Estação Autódromo.

Solução para a Estação Dom Bosco da Linha 11 - Coral:



Sugestão: utilizar este espaço.

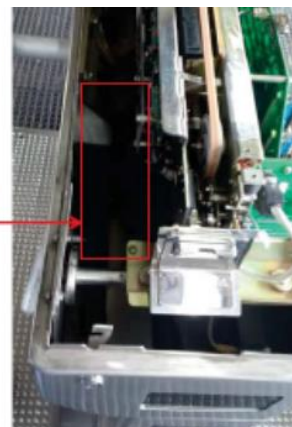


Figura 15 - Solução de instalação do validador (scanner) de QR Code na Estação Dom Bosco.

Solução para a Estação USP Leste da Linha 12 - Safira:



Sugestão: utilizar este espaço.

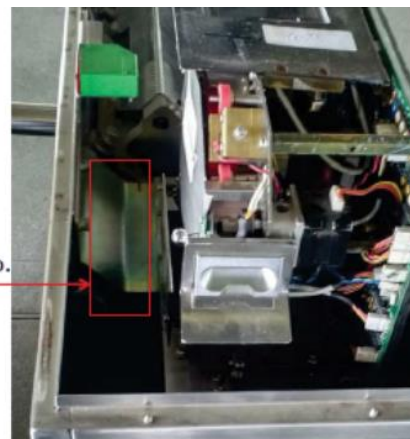


Figura 16 - Solução de instalação do Validador (scanner) de QR Code na Estação USP Leste.

Com exceção dos bloqueios das Estações Vila Aurora e Tamanduateí, que possuíam uma abertura onde puderam ser posicionados os validadores de QR Code, todas as demais tampas dos bloqueios necessitariam de uma intervenção física (corte) para a fixação do validador.

Os funcionários (supervisores e equipe) da CPTM receberam treinamentos de produto, técnico e operacional antes do início da operação em cada estação.

As estações foram devidamente sinalizadas com materiais de comunicação visual instalados nas bilheterias e bloqueios, para divulgação do QR Code e folders com instruções aos usuários.



Figura 17 - Sinalização visual utilizada nas estações da CPTM referente ao uso do QR Code.

Para a impressão dos QR Codes nas bilheterias das estações, foram utilizados equipamentos do tipo POS (modelo VX 680), similares a máquinas de cartão de débito e crédito, que imprimiam os códigos em papel térmico, que eram destacados e entregues aos usuários.



Figura 18 - POS VX 680 utilizado para a impressão de QR Code nas estações da CPTM.

A comunicação deste equipamento com o servidor do sistema ocorria através de conexão de dados via GPRS (sem fio).

ANÁLISE DOS RESULTADOS

1. Venda e validação do direito de viagem.

Nos moldes e com os equipamentos citados anteriormente o período de testes foi iniciado, buscando-se atender aos padrões operacionais exigidos nas premissas estabelecidas.

Os resultados obtidos com o sistema nesta primeira configuração foram os exibidos abaixo:

- Tempo de validação no bloqueio: 1,5 segundos;
- Tempo de impressão do QR Code: 15 segundos (média)
- Tempo de venda na bilheteria: 22 segundos (média).

Os resultados demonstraram que o gargalo evidente na operação deste sistema era o processo de venda e não o de validação.

O equipamento utilizado para a impressão dos códigos apresentava muita instabilidade na comunicação de dados, com constantes variações de intensidade e qualidade de sinal, o que comprometia o tempo de impressão dos códigos (direitos de viagem).

Nesta primeira versão do equipamento, o tempo de impressão variou de 12 a 23 segundos, o que, segundo os parâmetros operacionais almejados, tornava a operação do sistema inviável.

Com o principal gargalo definido, os esforços para melhoria do sistema concentraram-se, na disponibilização de meios mais rápidos para a impressão dos bilhetes (QR Codes).

Com esta finalidade, foi testado um novo modelo de POS, o Verifone VX 520, que imprimia o código também em papel térmico, porém utilizava como meio de comunicação de dados uma conexão ethernet (internet cabeada). Desta forma, buscou-se resolver os problemas de irregularidade do sinal GPRS nas estações da CPTM.

Tal equipamento apresentou considerável melhoria no desempenho, seja referente a velocidade de impressão, seja referente a estabilidade do sinal:

- Tempo da impressão do QR Code: média de 8 segundos (melhora de 50%).
- Tempo de venda: em torno de 13 segundos (melhora de 41%).

Este nível de desempenho permitiu que o sistema operasse sob condições próximas às ideais, o que atende a necessidade da maioria das estações da CPTM. Porém, para a operação em estações com grande demanda de viagens unitárias, o processo ainda necessitava de avanços.

Outro fator que aumentava o tempo de venda era a necessidade de o operador ter que destacar o bilhete para entregá-lo ao usuário, além do fato de, por utilizar uma bobina de papel térmico, os códigos serem disponibilizados aos usuários com uma curvatura natural (como ocorre com comprovantes maiores em algumas máquinas de débito/crédito).

Visando a resolução dos problemas persistentes, foi testado um formato diferente, não se valendo mais da tecnologia de POSs. A venda dos direitos de viagem a partir deste momento passou a ser realizada por dois equipamentos, um equipamento similar a um tablet (modelo DC 1000), com interface touch screen, para o uso pelo operador em conjunto com uma impressora térmica (modelo MP 4200TH). Tal solução finalmente alcançou desempenho operacional dentro dos limites desejados, a saber:

- Tempo de impressão do QR Code: 4 segundos (média)
- Tempo de venda na bilheteria: 8 segundos (média).

Além disso, os códigos já eram impressos e cortados automaticamente pela impressora, necessitando que o operador somente o entregasse ao usuário.

A figura a seguir exibe os equipamentos utilizados nesta formatação.



Figura 19 - Equipamento touch screen DC 1000 e impressora térmica.

2. Emissão de relatórios para controle, gerenciamento e auditoria do sistema.

Quanto aos relatórios gerenciais, o sistema permitiu que fosse realizada a consulta em tempo real, com os seguintes parâmetros:

- Venda por estação, por operador e por período;
- Utilização por estação e por período;
- Códigos cancelados, não utilizados e vencidos por estação, por operador e por período.

Utilização QRCode								
TIPO DE QRCODE: MULTIPLO,UNITARIO								
SITUAÇÃO: CRÉDITO POR TIMEOUT,NÃO UTILIZADO,UTILIZADO,VENCIDO								
LOJA: AUTODROMO,DOM BOSCO,LAPA L8,TAMANDUATEI,USP LESTE,VILA AURORA								
DATA INICIAL: 16/10/2016 04:00								
DATA FINAL: 01/04/2017 03:59								
<u>Unitário</u>								
<u>Estação: TAMANDUATEI</u>								
ID QRCODE	IMPRESSÃO	VALIDADE INÍCIO	VALIDADE FIM	TRANSAÇÃO	QTD VENDIDA	QTD DISP	SITUAÇÃO	ÚLTIMA UTILIZAÇÃO
517	17/10/2016 16:03:27	17/10/2016 16:03:27	17/10/2016 23:59:59	1027	1	1	VENCIDO	
518	17/10/2016 17:28:26	17/10/2016 17:28:26	17/10/2016 23:59:59	1028	1	1	VENCIDO	
519	19/10/2016 12:19:53	19/10/2016 12:19:53	19/10/2016 23:59:59	1029	1	0	UTILIZADO	19/10/2016 14:35:10
521	19/10/2016 12:29:56	19/10/2016 12:29:56	19/10/2016 23:59:59	1031	1	0	UTILIZADO	19/10/2016 15:26:16
522	19/10/2016 13:02:10	19/10/2016 13:02:10	19/10/2016 23:59:59	1033	1	0	UTILIZADO	19/10/2016 15:24:35
522	19/10/2016 13:02:10	19/10/2016 13:02:10	19/10/2016 23:59:59	1033	1	0	UTILIZADO	19/10/2016 15:25:22
523	19/10/2016 13:02:41	19/10/2016 13:02:41	19/10/2016 23:59:59	1034	1	0	UTILIZADO	19/10/2016 15:25:50

Figura 20 - Imagem do relatório de utilização do QR Code.

As características da tecnologia e do sistema testados permitiram que estes relatórios também fornecessem um refinamento das informações obtidas, como: data e hora de

venda/utilização; períodos de início e fim da validade do código; identificador para cada transação realizada; data e hora em que o operador que efetuou a venda.

A disponibilização das informações gerenciais do sistema também passou por uma evolução constante durante o período de testes, sendo que foram realizadas algumas melhorias nos relatórios financeiros e gerenciais como: criação de relatórios analíticos no mesmo formato dos relatórios sintéticos já existentes; criação de filtros e ordenação das informações cronologicamente nos relatórios; disponibilização dos relatórios em Excel.

O portal do administrador do sistema incorporou melhorias durante o Programa Piloto, com a criação de permissões de acesso por perfil e parametrização dos acessos por operadores.

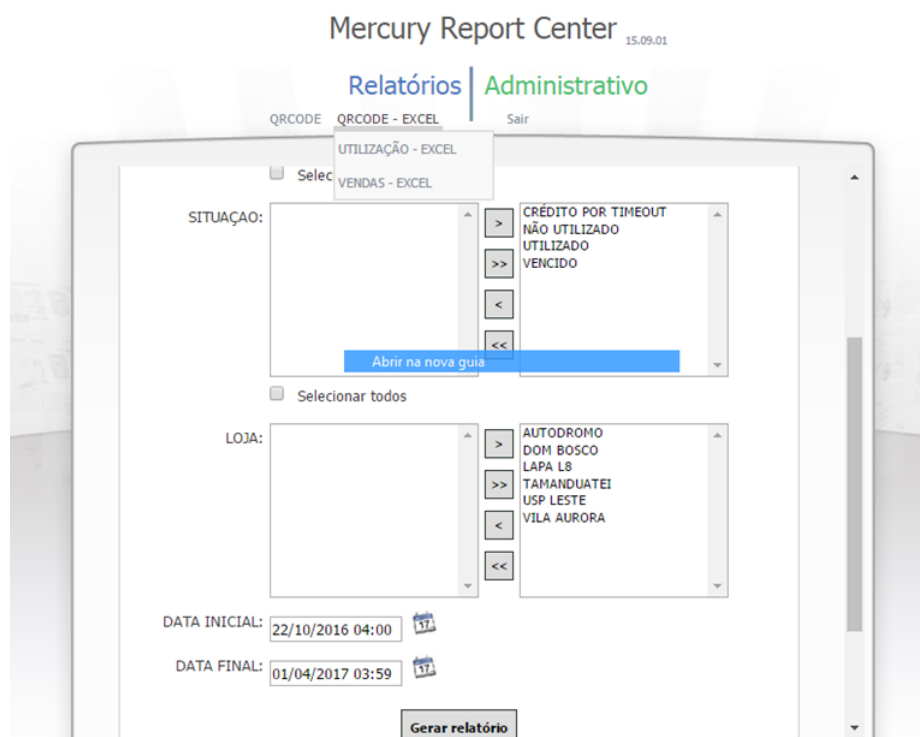


Figura 21: Portal administrador do sistema de vendas e utilização do QR Code.

Algumas melhorias solicitadas pela CPTM não puderam ser implantadas durante o Programa Piloto, devido às restrições de tempo e orçamento intrínsecas a formatação do projeto.

3. Múltiplas formas de venda do direito de viagem.

Apesar de não serem implantadas durante o período de testes (Programa Piloto) nas estações da CPTM, as funcionalidades de venda do direito de viagem por meios externos à bilheteria, por ATM, internet e aplicativo mobile, se mostraram viáveis para o modelo de sistema adotado, com soluções tecnológicas já desenvolvidas, porém não implantadas por limitações de investimentos e de tempo, inerentes a um período de testes.

4. Números de venda e utilização do QR Code durante o Programa Piloto.

Considerando que a validação do QR Code ocorria apenas em um único bloqueio de somente uma estação de cada linha da CPTM e que o sistema, por vezes, esteve inoperante devido à realização de ajustes ou manutenção, os números apresentados mostraram-se bem significativos, superando a marca de 200.000 direitos de viagens (bilhetes QR Code) vendidos.

Os quantitativos de venda do QR Code nas estações da CPTM foram os apresentados abaixo:

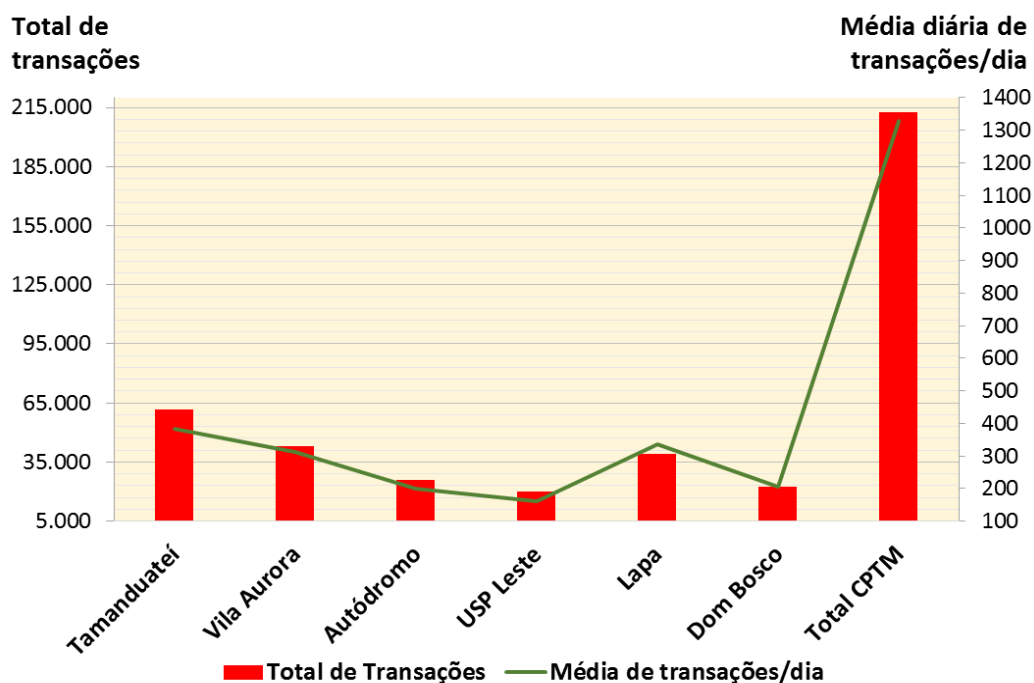


Figura 22 - Totais de transações do QR Code, por estação da CPTM.

5. Repercussão na mídia

Vários canais de televisão, rádio e mídia impressa divulgaram os testes da utilização da tecnologia do QR Code nas estações da CPTM. As matérias realizadas abordaram a grande probabilidade de substituição do Bilhete Edmonson e a possibilidade de emissão do QR Code via aplicativo mobile, com usuários validando suas viagens com seus aparelhos celulares.

6. Percepção do usuário

Em pesquisa realizada pela CPTM entre outubro e novembro de 2016, observamos que houve boa aceitação por parte dos usuários, que não demonstraram dificuldades com a tecnologia, sendo que, em alguns casos, usuários faziam questão de utilizar o novo bilhete.

Foram solicitadas opiniões dos usuários referentes a confiabilidade, facilidade de compra, tempo de venda e validação e nome sugerido ao bilhete. A figura abaixo exibe a opinião dos usuários referente ao tempo de venda na bilheteria e o tempo de validação no bloqueio.

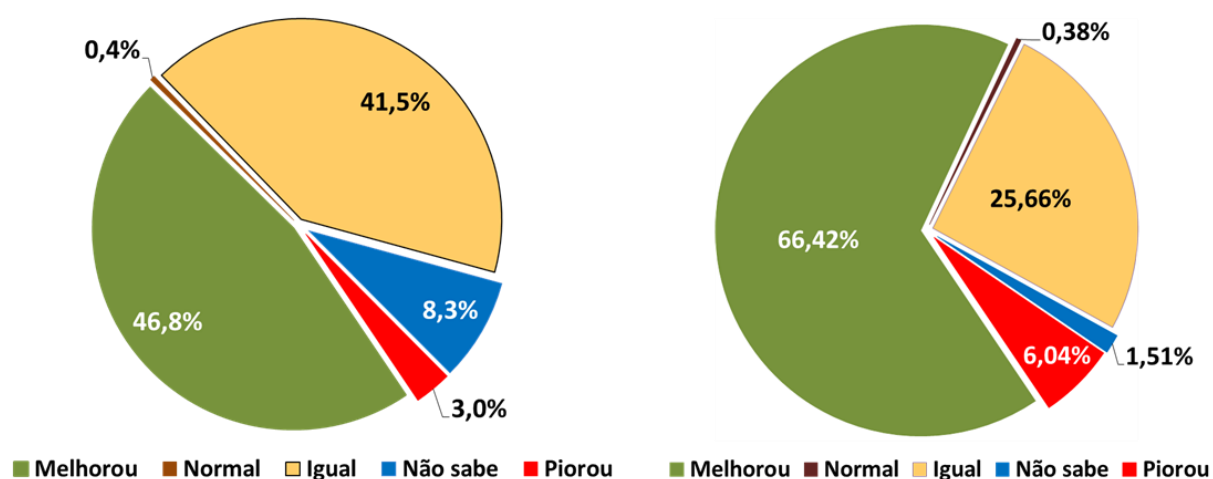


Figura 23 - Opinião dos usuários respectivamente sobre tempo de venda na bilheteria e tempo de validação nos bloqueios.

Os nomes mais sugeridos pelos usuários para o novo bilhete foram:

- Passe Rápido;

- Bilhete Fácil;
- Bilhete Rápido.

Também foram mencionados: Bilhete Expresso, Expresso Rápido, Mais Fácil, entre outros.

Os usuários, em sua grande maioria, forneceram feedbacks positivos, o que se refletiu nos nomes mais sugeridos para o novo bilhete (Bilhete Fácil, Passe Rápido e Bilhete Rápido).

O impacto causado no acesso do usuário às estações foi mínimo, excetuando-se os momentos de instabilidade do sistema, onde o processo de venda demorou mais tempo que o habitual. Também não ocorreram impactos significativos na leitura e validação nos bloqueios.

CONCLUSÕES

O sistema desenvolvido mostrou confiabilidade e robustez a fraudes, além de permitir a obtenção de informações detalhadas sobre a bilhetagem. O uso do QR Code foi de fácil assimilação pelo usuário, além de se mostrar promissor para a realização de parcerias comerciais e utilização de múltiplas formas de venda do direito de viagem.

As vendas de QR Code alcançaram número expressivos, apesar das restrições dos testes, e o impacto positivo na imagem da CPTM, mensurado pela receptividade dos usuários e pelas matérias divulgadas na imprensa sobre o assunto foi de grande relevância.

Considerando que os parâmetros operacionais exigidos pela CPTM foram atendidos, **a solução tecnológica para a venda e validação dos direitos de viagens nas estações foi desenvolvida a contento** durante o período, resultando na construção de um sistema capaz de atender as necessidades específicas da CPTM.

A solução desenvolvida aborda especificamente os processos de compra e venda dos direitos de viagens, bem como as validações para o acesso a área paga, restando ainda ações sobre pontos que são parte integrante da composição do sistema como um todo, a saber:

Solução para controle e validação em situações de contingência operacional: O sistema deve necessariamente operar de forma on-line durante 100% do período de operação. Tal requisito implica na adoção de soluções para situações de contingenciamento em que tal conexão de dados é perdida. Durante o período de testes, a preocupação com este ponto crucial do sistema sempre se fez presente. Com isso, para o caso de uma licitação/concessão futura, a elaboração de um contrato deve ser bastante incisiva nesta exigência técnica e deverá demandar especial atenção neste aspecto. Neste caso, links redundantes, conexão confiável e independente da atualmente instalada são premissas essenciais, bem como a solução, seja ela tecnológica ou operacional, para os casos de ausência total do sistema.

Solução para venda de bilhetes/códigos com múltiplos direitos de viagens: O sistema desenvolvido é parametrizável, permitindo a impressão de um QR Code que contenha múltiplos direitos de viagens (ida e volta, 5, 10, etc.). A qualidade do papel utilizado (bobina térmica) durante o período de testes é relativamente baixa, pois um dos principais focos era a redução dos custos. A partir do momento em que viagens múltiplas são comercializadas, se faz necessário que o usuário armazene o bilhete por um tempo indeterminado sem que as informações ali presentes percam sua integridade, fato que não é possível com o papel térmico. Tal situação implica na melhoria da qualidade do papel utilizado, limitando-se esta melhora a um valor de custo resultante que não exceda aos limites desejados.

Solução para a destinação dos QR Codes impressos e já utilizados: Devido ao fato da solução testada disponibilizar o código impresso em um bilhete que, após a validação do direito de viagem, deve ser descartado, houve uma grande preocupação no que se refere ao comportamento do usuário referente ao descarte do bilhete. Durante todo o período de testes da tecnologia, não foram observados problemas neste sentido, sendo que os usuários procederam o descarte adequado dos códigos já validados em lixeira apropriada.

Considerando uma situação futura em que o sistema está implantado em todas as estações da CPTM, uma estratégia de conscientização junto aos usuários sobre a importância do descarte adequado mostra-se de suma importância.

Soluções tecnológicas para que o descarte seja realizado no processo de validação, ainda no bloqueio, podem ser elaboradas, sempre com o cuidado de se evitar a adoção de componentes mecânicos adicionais, o que pode acarretar na elevação dos custos de manutenção, devido aos desgastes naturais dos componentes empregados no processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE TRANSPORTES PÚBLICOS. Bilhetagem automática e gestão nos transportes públicos. Série cadernos técnicos, Vol. I, São Paulo, nov, 2003.

UNIÃO INTERNACIONAL DE TRANSPORTE PÚBLICO. Sistema de bilhetagem eletrônica para o transporte público na América Latina. Divisão América Latina, São Paulo, 2013.