

ERICK SALES GOMES

MOISÉS AUGUSTO LOPES FREIRE

THIAGO DORETTO DIAZ

RECEITA TARIFÁRIA PELO MÉTODO DE COBRANÇA PERSONALIZADO

METRÔ DE SÃO PAULO

Trabalho apresentado à disciplina
Projeto Integrador em Aeroportos V do
curso de Tecnologia em Logística
Aeroportuária da Faculdade de
Tecnologia de Guarulhos.

Professoras: Célia de Lima Pizolato,
Wanny Arantes Bongiovanni Di Giorgi.

Guarulhos

2018

1. RESUMO

O presente artigo tem como objetivo realizar o estudo sobre a redução do valor da tarifa cobrada pelo uso do serviço metroviário, sem prejudicar sua capacidade de crescimento, a modernização da frota e dos equipamentos. Esta redução foi demonstrada através da modificação na forma de se calcular a tarifa cobrada, obtida pelo sistema do custo total dividido pelos usuários pagantes, e com auxílio das tecnologias de controle e movimentação de passageiros, sistema que usa o RFID em conjunto com sistema informatizado de cobrança. O novo sistema propõe a separação do custo total em custo fixo e custo variável, permitindo de forma transparente que o usuário pague somente o percurso utilizado. Este cálculo baseado na quilometragem utilizada pelo usuário, proporciona uma cobrança mais justa sem prejudicar os ganhos para reinvestimento no setor, além de possibilitar o aumento da demanda decorrente da redução do tempo de atendimento. A inovação proposta é sustentável, na medida em que elimina a utilização de passagens descartáveis após o uso.

Palavras-chave: Transporte público. RFID - *Radio-Frequency Identification*. Mobilidade urbana. Sustentabilidade.

2. INTRODUÇÃO

O modal metroviário é vital para um deslocamento eficiente e constante em cidades onde os outros tipos de modais não atendem à demanda de forma adequada. Atualmente, na cidade de São Paulo, o modal rodoviário apresenta um grande contingente de veículos de diversas categorias, no âmbito de transporte público e particular de passageiros, associado a uma malha rodoviária insuficiente e desprovida de planejamento de tráfego, o que afeta diretamente o tempo de locomoção e qualidade de mobilidade urbana seja ela de natureza corriqueira ou sazonal.

Por conta disso a proposta deste estudo refere-se ao sistema de cobrança personalizada, que além de diminuir custos ao usuário, torna o modal metroviário cada vez mais atrativo, e a configuração dos trâmites em relação ao processo de embarque e desembarque muito mais dinâmico, por conta da automação de processos que atualmente são realizados por trabalho humano como a bilheteria, que normalmente atuam no setor de vendas de bilhetes unitários.

Esta função pode ser substituída por um equipamento eletrônico denominado de "totem", torre de autoatendimento, que desempenha as mesmas funções da bilheteria com a vantagem de ser totalmente modular operando de forma linear ou descentralizada em diversos pontos estratégicos do complexo metroviário.

Entretanto, além da substituição gradativa da bilheteria por "totens", é providencial a substituição dos bilhetes unitários descartáveis por cartões retornáveis que serão embutidos a uma tecnologia substancial para implementação do sistema de cobrança personalizada que é a tecnologia RIFD – *Radio-Frequency Identification*, que proporcionará o controle de percurso dos usuários dentro das

dependências do complexo metroviário desde a sua origem até o destino final, através da interação do cartões retornáveis com os receptores espalhados em pontos estratégicos do modal metroviário.

Contudo o registro de movimentação do usuário dentro do complexo metroviário é o fator crucial para a aplicação do sistema de cobrança personalizada, onde o custo variável será implementado após a parametrização de quilômetros percorridos a partir da entrada em um vagão do trem (ponta A), até o desembarque (ponto B), esta metodologia de cobrança por percurso é suficiente para suprir as despesas do complexo metroviário com uma margem de lucro considerável dedicada à manutenção e ao reinvestimento na infraestrutura.

Partindo do pressuposto que o complexo metroviário pertence à máquina pública que é subsidiada pelos contribuintes através de tributos, a obtenção de margem excessiva de lucro fica em segundo plano, pois a principal função do estado é administrar o dinheiro do contribuinte de forma que ocorra um retorno à sociedade, resultando em um transporte público de qualidade e com tarifas de uso acessíveis para estimular o uso do transporte público metroviário desafogando os outros modais de transporte que já atingirão seu teto operacional, proporcionando uma mobilidade urbana mais eficiente.

A atratividade do processo proposto inclui a redução do preço da passagem para o usuário, o aumento da demanda pelo modal e o aumento da segurança gerado pela identificação do usuário.

O problema identificado no contexto do transporte público paulistano é uma deficiência operacional no tocante à mobilidade urbana, que atinge seu apogeu nos horários de pico de demanda. A questão que se coloca é: até que ponto a utilização da tecnologia RFID – *Radio-Frequency Identification* pode contribuir para a melhoria na operacionalidade do sistema de transporte metroviário, na redução do preço da passagem, na diminuição dos custos operacionais e na preservação do meio ambiente?

3. OBJETIVOS

O presente trabalho tem como objetivo principal, demonstrar um novo sistema para cálculo da tarifa cobrada na utilização do metrô da cidade de São Paulo, possível de ser implementado pelo uso da tecnologia RFID, com reflexos na diminuição do custo operacional com a mão-de-obra relativa à venda de bilhetes, a

redução do valor da passagem, que passa a ser cobrada por quilometragem percorrida, e na redução do tempo de permanência do usuário nas estações de embarque e desembarque. Outro impacto positivo da utilização da nova tecnologia é a sua contribuição na preservação do meio ambiente, tendo em vista que o bilhete passa a ser permanente e o descarte dos milhões de bilhetes individuais, utilizáveis apenas uma vez, que deixa de existir.

4. METODOLOGIA

A abordagem do tema segue os parâmetros estabelecidos pela pesquisa exploratória, um dos tipos de pesquisa científica, que consiste na realização de um estudo para a familiarização dos pesquisadores com o objeto de estudo.

O estudo teve início com a revisão da literatura existente sobre o tema a respeito da própria tecnologia e de sua utilização em empresas metroviárias no Brasil e no exterior. Visitas técnicas e entrevistas com especialistas sobre o assunto contribuíram para a efetivação da pesquisa, assim como foram realizados plantões de observação direta nas estações metroviárias das linhas Verde, Azul e Vermelha, com administração direta do poder público.

5. DESENVOLVIMENTO

5.1 Transporte Metroviário de São Paulo

O metropolitano, conhecido popularmente como metrô é um meio de transporte onde se circula em trilhos (carris), transportando passageiros. Existindo cerca de 140 redes de metrôs ao redor do mundo.

A definição de metropolitano tem como base três condições fundamentais que o caracterizam como, ser um sistema de transporte urbano elétrico, não depende do restante do tráfego (circulação em sítio próprio e subterrâneo) e frequente, ou seja, com tempo de espera do próximo comboio reduzido.

Não tem como obrigatoriedade ser um transporte localizado no subterrâneo, podendo ser também terrestre ou elevado, dependendo muito da topografia do terreno, variando de caso a caso.

Tendo sua primeira linha inaugurada em Londres no ano de 1863. Inicialmente se utilizava trens a vapor para tal finalidade, percorrendo por tuneis

localizados no subsolo da capital inglesa. Em 1890, a procura pelas pessoas por esse meio de transporte aumentou, devido as linhas passaram a ser elétricas.

5.2 Sistema de Cobrança das Passagens

De acordo com o Ipea - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea, 2013), o sistema de cobrança tarifária do transporte público urbano no Brasil baseia-se na fórmula do Custo Médio, onde o custo quilométrico do sistema é dividido pelo Índice de Passageiros por Quilometro (IPK), demonstrado na Figura 1, repartindo assim os custos de produção do transporte pelos usuários pagantes. Esta metodologia foi desenvolvida pela Empresa Brasileira de Transporte Urbanos (EBTU), hoje substituída pelo Ministério dos Transportes, que atualizou a formula e permitiu a inserção de especificidades conforme necessidade dos gestores regionais.

$$\begin{array}{c} \uparrow \\ Tar \end{array} = \frac{C_{km}}{IPK_e} = \frac{\frac{CT}{\cancel{Km}}}{\frac{Pe}{\cancel{Km}}} = \frac{CT}{Pe} \begin{array}{c} \uparrow \\ \downarrow \end{array}$$

Figura 1: FÓRMULA DO CÁLCULO DA TARIFA DE TRANSPORTE PÚBLICO
Fonte: www.ipea.gov.br

Sendo CT: Custo total do sistema; Pe: Número de passageiros pagantes equivalentes do sistema.

Esta fórmula nos traz outra importante informação, representada pelas setas em vermelho, que o aumento das tarifas se dá proporcionalmente aos aumentos dos custos e ou a diminuição da demanda urbana. Este fenômeno ocorreu nos últimos anos no Brasil, devido ao aumento do combustível e mão de obra, porém o setor metroviário não obteve diminuição da demanda urbana, pelo contrário, este setor teve fortes ganhos de passageiros (Ipea, 2013), pois não disputa espaço com o setor automotivo.

O CT do sistema, Figura 1, é representado pelos itens especificados na Tabela 1, onde mostra a média de distribuição dos custos, podendo assim verificar os principais componentes do custo no transporte, o combustível e encargos com a mão de obra.

Componentes de custo	Incidência sobre a tarifa (%)
Pessoal e encargos	40 a 50
Combustível	22 a 30
Impostos e taxas	4 a 10
Despesas administrativas	2 a 3
Depreciação	4 a 7
Remuneração	3 a 4
Rodagem	3 a 5
Lubrificantes	2 a 3
Peças e acessórios	3 a 5

Tabela 1: ITENS DE CUSTOS QUE COMPÕEM A TARIFA DE TPU NAS CAPITALS BRASILEIRAS Fonte: www.ipea.gov.br

5.3 Tecnologia RFID

Radio-Frequency Identification ou *RFID* é o nome atribuído à tecnologia capaz de, através de frequência de rádio realizar uma troca de informações a partir de uma interação entre a antena e o transceptor, converte as ondas de rádio provenientes do sistema *RFID* para um modelo compatível as características de interpretação dos sistemas de dados presente nos sistemas de computadores, gerando informações digitais que estarão sujeitas a eventual análise e interpretação segundo os parâmetros de informação estipulados ou requeridos de acordo com a natureza de uso desta tecnologia.

O primeiro uso efetivo deste sistema de parametrização, troca de dados e identificação de padrões, foi durante o período da segunda guerra mundial, criado por um físico escocês chamado Charles Walton e desenvolvido em parceria com exército britânico com o intuito de identificar e diferenciar aeronaves aliadas das aeronaves inimigas.

Nos anos oitenta houve a utilização desta tecnologia aplicada ao meio civil para algumas atividades pontuais, o uso era limitado, pois na época o acesso desta tecnologia era financeiramente inviabilizado e a aplicabilidade era limitada.

Entretanto, com o avanço da tecnologia da informação ocorreu um salto evolutivo de modo que o uso do RFID começou a ser desenvolvido para atuar em diversos segmentos com o intuito de simplificar e otimizar tarefas já realizadas sem o auxílio tecnológico.

Segundo o artigo FITEC – Inovações Tecnológicas (Martins, 2005), os principais tipos de transceptores são, o passivo, as informações são gravadas

permanentemente quando fabricado e ativo, regravável que permite maior armazenamento.

5.4 SISTEMA DE COBRANÇA PERSONALIZADO

Para tentar reduzir a tarifa do transporte público, tornando-o mais atrativo aos usuários de um modo justo, onde só se paga o que usa, foi criada um sistema de cálculo de tarifas, chamada Sistema Personalizado (SP), levando em conta o gasto do combustível e o quanto o usuário utilizou o sistema por quilometragem.

O SP pode ser considerado uma modificação do sistema já usual, demonstrado no capítulo acima, baseado na fórmula de custo médio, com o diferencial de cada pessoa pagar o que usa, ou seja, tarifa personalizada para cada usuário.

Para que isto ocorra foi retirado o combustível do Custo Total (CT) da fórmula “Tar” representada na Figura 1, possibilitando o cálculo do Custo Variável (CV), representado na Figura 4, custo que varia ao longo do tempo (Martins, 2003), que permite a personalização da tarifa pelo passageiro. Assim ele pagará somente o que usou e não o combustível usado por todo o sistema.

Deste modo o CT da formula “Tar” foi renomeado como Custo Fixo (CF), custo que não varia ao longo do tempo, ou seja, utilizando ou não o sistema (Martins, 2003), ainda composto com o restante dos custos inerentes ao sistema, representado novamente pela Figura 3 e Tabela 2.

Ambos componentes somados se obtêm a Tar₂, Figura 2, caracterizando o SP.

$$Tar_2 = CF + CV$$

Figura 2: FÓRMULA DO CÁLCULO DA NOVA TARIFA DE TRANSPORTE PÚBLICO

$$CF = \frac{CT}{Pe}$$

Figura 3: FÓRMULA DO CUSTO FIXO

Sendo CT: Custos inerentes ao sistema, Tabela 2; Pe: Número de passageiros pagantes equivalentes do sistema

Componentes de custo	Incidência sobre a tarifa (%)
Pessoal e encargos	40 a 50
Impostos e taxas	4 a 10
Despesas administrativas	2 a 3
Depreciação	4 a 7

Remuneração	3 a 4
Rodagem	3 a 5
Lubrificantes	2 a 3
Peças e acessórios	3 a 5

Tabela 2: ITENS DE CUSTOS QUE COMPÕEM A TARIFA DE TPU NAS CAPITAIS BRASILEIRAS, ATUALIZADO

Fonte: www.ipea.gov.br

Modificada: Pelo autor

$$CV = \left(\frac{Cb}{Pe} \right) * d$$

Figura 4: FÓRMULA DO CUSTO VARIÁVEL

Sendo Cb: Custo do combustível por km; Pe: Número de passageiros pagantes equivalentes do sistema; d: Distância percorrida pelo usuário em km.

Segundo Gitman (Gitman, 2010) uma empresa não sobrevive sem ter uma margem de lucro, seja para reinvestir ou partilhar com acionistas, pois caso ela só cubra seus gastos ficará obsoleta e perderá mercado ao longo do tempo.

Com este pensamento levamos em conta a Teoria das Restrições (TOC), usada para levantar restrições com o objetivo de se obter o custo de uma produção ou serviço para se alcançar suas metas (Cogan, 2005), onde as metas principais são o lucro e a sustentabilidade futura (Wanke, 2004).

Desta forma mesmo acreditando que o transporte público deveria ser um serviço prestado sem intenção de lucro, foi acrescentado o item RI (Reinvestimento e Inovação). Um multiplicador em porcentagem requerida pela companhia e fiscalizada pelos órgãos cabíveis, para ser usado como reinvestimento da infraestrutura e inovação em novas tecnologias, resultando na possível equação Tar₃, Figura 5.

$$Tar_3 = (CF + CV) + RI$$

Figura 5: FÓRMULA DO CÁLCULO DA NOVA TARIFA DE TRANSPORTE PÚBLICO COM LUCRO

6. RESULTADOS

6.1 Demonstração dos Valores Cobrados Pelo Novo Sistema

Para a demonstração do sistema tarifário explanado anteriormente, foram utilizados valores inerentes ao sistema obtidos pelo Relatório Integrado 2017 (Metrô, 2018). Desta forma, segundo o relatório, o gasto total com o sistema foi de R\$ 2.703 Milhões, apresentado na Tabela 3, valor que representa o CT na fórmula da Tarifa vigente.

	R\$ milhões	
	2017	2016
Receita Total	2.834	2.519
Receita tarifária	1.856	1.682
Receita não tarifária	248	171
Gratuidades - ressarcimento GESP	640	598
Outras receitas operacionais	90	68
Gasto Total	2.703	2.432
Pessoal	2.046	1.842
Material	57	51
Gastos gerais	600	539
Taxa de Cobertura (Receitas/Gastos)	104,80%	103,60%

Tabela 3: TAXA DE COBERTURA 2017
Fonte: Relatório Integrado 2017 (Metrô, 2018)

Este valor também foi utilizado para compor o CF (Figura 6) na tarifa por km, porém retirando o custo operacional do serviço com energia elétrica de aproximadamente R\$ 140 Milhões, informado pelo Relatório Integrado, através dos custos de compra de energia pagos por contratos com o Banco BTG Pactual e AES Eletropaulo de R\$ 383,00/MWh e seu consumo total em GWh, Tabela 4. Além deste valor, utilizamos o PE (passageiros pagantes), Tabela 5.

Energia	2015	2016	2017*
Consumo total por ano (GWH)	598	568	528
Consumo de energia por local (MWh)			
Prédios administrativos	5.944	5.677	5.203
Pátio e CCO	14.932	16.666	17.919
Canteiros de obras	30.334	17.075	9.356
Estações (inclui equipamentos auxiliares)	129.782	128.862	131.744
Tração dos trens (com perdas)	417.023	399.564	363.965

*Consumo total: inclui oferta de transporte e atividades nos canteiros de obras.

Tabela 4: PASSAGEIROS TRANSPORTADOS EM 2017
Fonte: Relatório Integrado 2017 (Metrô, 2018)

2017	Extensão em Operação - km	Qtde de Estações	km Percorrida pelos trens	Passageiros Transportados
Linha 1-Azul	20,2	23	6.117.422	407.028.080
Linha 2-Verde	14,7	14	3.558.819	190.039.806
Linha 3-Vermelha	22	18	7.379.045	419.293.651
Linha 5-Lilás	12,3	10	1.452.513	74.330.905
Linha 15-Prata	2,3	2	235.011	5.052.302
Total	71,5	64	18.742.810	1.095.744.744

Tabela 5: ESTRUTURA OPERACIONAL POR LINHA 2017
Fonte: Relatório Integrado 2017 (Metrô, 2018)

Substituindo estes valores obtemos o CF, demonstrado na Figura 6.

$$CF = \frac{2.703.000.000 - 139.398.595}{1.095.744.744}$$

$$CF = R\$ 2,34$$

Figura 6: VALOR DO CF

A representação do CV, Figura 4, que é a principal diferença na cobrança por km, depende de quanto cada usuário utilizará o sistema, assim configurando a tarifa personalizada, cobrada após seu uso. Para efeito do estudo, representamos o máximo e o mínimo pago por um usuário referente à quilometragem utilizando o sistema. Segundo o Relatório Integrado do Metrô de 2017, há 71,5 km de extensão de rede metroviária em operação, Tabela 5, utilizado para calcular o valor máximo, e 1,1 km como mínimo deduzido do km/estação existente no sistema.

$$Cb = \frac{139.398.595}{71,5}$$

$$Cb = R\$ 1.949.630,669$$

Figura 7: VALOR DO CB

De acordo com a Figura 7, o custo do combustível (Eletricidade) por quilômetro é de aproximadamente R\$ 2.629 Milhões, que será dividido pelos usuários pagantes. Assim gerando tarifa máxima de R\$ 0,172 e mínima de R\$ 0,003, Figuras 8 e 9 respectivamente.

$$CV = \left(\frac{1.949.630,669}{1.095.744.744} \right) * 71,5$$

$$CV = R\$ 0,127$$

Figura 8: VALOR APROXIMADO MÁXIMO DO CV

$$CV = \left(\frac{1.949.630,669}{1.095.744.744} \right) * 1,1$$

$$CV = R\$ 0,002$$

Figura 9: VALOR APROXIMADO MÍNIMO DO CV

Cuminando na tarifa total paga no momento da saída do usuário, antes de qualquer taxa igual a R\$, máxima e R\$, mínima, Figura 10.

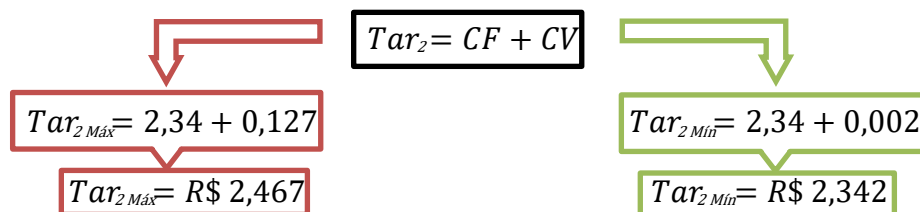


Figura 10: FÓRMULA DO CÁLCULO DA NOVA TARIFA MÁXIMA/MÍNIMA DE TRANSPORTE PÚBLICO

Como explicado anteriormente, apenas a arrecadação deste valor não seria suficiente para manter o Metrô de São Paulo funcionando em constante ampliação para atender demandas futuras com serviços mais eficientes em seu programa de investimento. Desta forma usaria-se a Tar_3 , tarifa acrescida da taxa de reinvestimento e inovação RI, Figura 5, assim acrescida dos recursos provenientes do Governo do Estado de São Paulo e Receitas Não Tarifárias, como publicidade, varejo e telecomunicação.

O valor da RI deve ser adotado dependendo da necessidade do reinvestimento planejado para o próximo ano. Para a continuidade do estudo adotou-se $RI = 30\%$ do valor arrecadado, como na Figura 11.



Figura 11: FÓRMULA DO CÁLCULO DA NOVA TARIFA MÁXIMA/MÍNIMA DE TRANSPORTE PÚBLICO COM LUCRO

6.2 Processo de Utilização do Sistema

O processo para utilização do sistema está diretamente relacionado com as novas tecnologias apresentadas pelo trabalho e sua ordem de acionamento. O cartão de embarque, item obrigatório, está no centro do processo, onde o mesmo é responsável pelo acúmulo de informações usadas para calcular o valor da tarifa final.

A tarifa será armazenada ou descontada, dependendo do tipo do cartão, durante o processo.

6.2.1 Método de utilização dos cartões no modal metroviário

O sistema de cartões utilizados para a execução de pagamentos no transporte público em diversos modais, já é uma realidade no cenário mundial, esse sistema visa reduzir tempo do pagamento, de forma que o usuário não necessita passar por processos burocráticos como, por exemplo, as filas para a compra do

bilhete correspondente ao modal utilizado, geralmente os cartões são utilizados por usuários contínuos (entre três e cinco vezes por semana), e os usuários sazonais que utilizam o sistema metroviário de forma esporádica normalmente realizam o processo tradicional de aquisição da passagem unitária.

Com o aperfeiçoamento desse sistema de pagamento já implementado e consolidado, através da aplicação da tecnologia RFID representada por intermédio de um transceptor anexado no interior do cartão, auxiliará a nova metodologia de cobrança, pois o cartão além da funcionalidade convencional o transceptor RFID irá interagir com os receptores instalados em lugares estratégicos para contabilizar o percurso realizado pelo usuário nas dependências do modal de transporte na qual este sistema é aplicado (metro).

6.2.2 Passageiros que utilizam o modal de forma contínua

O processo em si é semelhante ao convencional mantendo os mesmos padrões estipulados, como por exemplo, sua aquisição do recurso, carregamento e como é utilizado, mudando somente a forma de cobrança ou desconto do valor creditado no cartão, anteriormente o valor era descontado antes do embarque nas dependências do complexo metroviário (tarifa fixa). No sistema proposto o modelo de tarifa é baseado em uma metodologia que engloba custos tarifários fixos e variáveis onde o valor resultante é cobrado após o encerramento do trecho percorrido.

Desta forma, para este tipo de usuário, ao passar pela catraca, no momento da entrada, será descontada o CF, e após uso do sistema, ao passar por outra catraca do mesmo modelo no momento da saída, se desconta o valor, CV e RI.

6.2.3 Passageiros que utilizam o modal de forma esporádica

Contrapondo o sistema convencional na qual o usuário esporádico ou sazonal deve realizar a aquisição de sua passagem unitária de forma lenta, pois é necessário aguardar por tempo indeterminado em filas para o atendimento nos guichês de compra de bilhete unitário, a metodologia proposta abrange o privilegio que só os usuários que possuíam os cartões tinham que é justamente eliminar a necessidade de atendimento nos guichês, assim este tipo de passageiro adquira seu cartão temporário através dos totens localizados antes das catracas.

A aquisição deste cartão será unitária e cadastrada temporariamente em seu nome. O mesmo poderá utilizar seu documento de identificação com QR Code, para rápido cadastramento, ou se preferir inserir manualmente o número de seu CPF, até que todos os cidadãos brasileiros possuam biometria cadastrada junto aos órgãos públicos. Este procedimento visa controlar a perda deste tipo de cartão, levando em conta o custo do produto.

Diferente do modelo contínuo, explanado anteriormente, o modelo esporádico consiste em um cartão em branco, somente com o registro pessoal, assim ao passar pela catraca na entrada, o mesmo registra o valor CF para pagamento posterior. Da mesma forma que o contínuo, os valores de CV serão computados de acordo com o uso do sistema pelo usuário.

Nas portas do trem estarão instalados receptores que ao contato com o cartão gravará a entrada e saída do usuário, assim sempre que o mesmo passa pela porta do trem será computado o percurso em km utilizado. Este procedimento será feito de modo automático, sem a necessidade da apresentação do cartão a algum totem pelo usuário, o receptor possua capacidade para detectar e gravar as informações no cartão dentro de uma bolça.

Por fim o pagamento da tarifa total será feito nos totens instalados antes das catracas de saída, gravando no cartão o código de liberação da catraca, onde o mesmo será depositado e condicionado em uma entrada na catraca. Caso o usuário pague a tarifa e decida voltar para o trem, a cobrança é reaberta e começará a acumular os valores referentes a nova rota, sem cobrar o CF novamente, pago anteriormente neste caso. A perda do cartão e possíveis problemas com seu uso, como guarda-lo em caixa de chumbo, para não ser reconhecidos pelos sensores, deverão ser estudados e possíveis taxas/multas aplicadas aos usuários.

6.2.4 Totens de autoatendimento

Os totens de autoatendimento buscam automatizar o processo reduzindo tempo e gastos com mão de obra. Essa tecnologia não é nova no cenário metroviário, sendo utilizado para carregamento e compra de bilhetes unitários, com o propósito principal de reduzir filas e agilizar o processo

Os totens no modelo convencional estão localizados nas entradas do complexo, deferentemente do sistema proposto, que estariam dispostos em ambos

os lados da catraca, entrada e saída, tendo funções específicas em cada uma das localidades.

Na entrada os totens têm função similar ao modelo convencional, carregamento dos cartões de uso contínuo através de dinheiro ou cartão de crédito/debito, somado ao sistema de retirada dos cartões esporádicos, na saída tem como principal função o pagamento do trecho percorrido pelos usuários esporádicos, porém o mesmo possuirá o sistema de carregamento dos cartões contínuos, caso o usuário escolha utilizá-lo.

7. DISCUSSÃO

A proposta do novo sistema de cobrança personalizado amparada por ferramentas tecnológicas que possibilitam a implementação desta nova metodologia, com o propósito de auxiliar e simplificar os processos de entrada e saída, parametrizando o trecho percorrido pelo usuário para realização subsequente da cobrança, tornando o processo mais dinâmico, seguro e sustentável.

O dinamismo nos procedimentos de embarque e saída é crucial para se equiparar a realidade dos indivíduos que estão inseridos em grandes megalópoles (ou lugares que apresentam alta densidade demográfica), a necessidade de locomoção de forma ágil e prática.

A tecnologia RFID presente nos cartões de uso contínuo e de uso esporádico e a implementação dos Totens, atendem esta necessidade de dinamismo e praticidade, pois elimina qualquer natureza de aglomeração de indivíduos principalmente nas áreas de embarque e desembarque acarretando na maior fluidez no sistema metroviário.

Contudo outro preceito imprescindível é o aumento nos níveis de segurança em sistemas de grande fluxo de passageiros através da identificação de todos os usuários presentes nas dependências do complexo metroviário, os usuários contínuos que apresentam cartões similares que já estão em circulação (modelo bilhete único) passam por uma série de coleta de dados para aquisição do cartão contínuo.

O novo procedimento padrão no que diz respeito ao usuário esporádico, seria o fornecimento obrigatório de um documento (Registro Geral, CPF) que seria cadastrado no totem para a retirada do cartão retornável, além do chip RFID estar

instalado nos cartões realizando a parametrização de dados de percurso percorrido, através da conexão (receptor/ transceptor).

Dando a devida importância a um conceito fundamental que está em ascensão na sociedade pós-moderna: a sustentabilidade, com a substituição dos bilhetes unitários descartáveis por cartões retornáveis, além da otimização de custos propriamente dita há uma grande contribuição ao meio ambiente, pois diminui o impacto no ecossistema oriundo da extração de celulose e outras matérias primas para sua fabricação.

Entretanto os custos de implementação do sistema de cobrança personalizada e suas ferramentas tecnológicas são consideráveis a curto prazo, tendo em vista que processo de modernização teria que ser feito por toda extensão de todo o sistema metroviário. No período de transição haveria dificuldade na mudança do sistema, considerando que os usuários estão habituados a realizar o pagamento antes de utilizar o modal metroviário.

Em médio e longo prazos, o investimento na modernização da operação pode ser recuperado, pois um detalhe substancial seria a diminuição de mão-de-obra (Pessoal e Encargos), que geram 50% do custo à passagem, a automação dos processos gerará apenas um custo periódico de manutenção das ferramentas automatizadas, acarretando redução no valor das passagens e, por consequência, aumentando a demanda de usuários que utilizavam de forma contínua outros modais de transporte e migraram para o metroviário diante da relação custo benefício e na melhoria da mobilidade urbana.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo do estudo no sentido de melhorar a funcionalidade do transporte público em São Paulo foi plenamente atingido, assim como os cálculos de viabilidade econômica demonstram que a utilização da tecnologia RFID reflete a atratividade da redução dos preços das passagens, do tempo de permanência do usuário no complexo metroviário. Ficou demonstrado, também a redução dos custos operacionais, a segurança e a contribuição do novo sistema à preservação ambiental.

A presente pesquisa pode ser expandida para o foco em sistema de segurança integrando os bancos de dados do Metrô com os da Segurança Pública.

9. FONTES CONSULTADAS

COGAN, S. **Teoria Das Restrições Versus Outros Métodos De Custeio**: Uma Questão De Curto Ou De Longo Prazo. Revista Universo Contábil, vol. 1, núm. 3, septiembre-diciembre, 2005, pp. 7-20. Universidade Regional de Blumenau. Blumenau, Brasil, 2005. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=117016151002>>. Acesso em: abr. 2018.

GITMAN, L. J. Princípios de **Administração Financeira**. Tradução Hastings, A. V. Editora Person, 12ª Edição, 2010.

HAUBERT, F. **Metrô**. Disponível em: <<https://fabiohaubert.com.br>>. Acesso em: abr. 2018.

IPEA. Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Nota Técnica, **Tarificação e financiamento do transporte público urbano**. N°2, Brasília, jul. 2013. Disponível: <<http://repositorio.ipea.gov.br/handle/11058/1365>>. Acesso em: abr. 2018.

MARTINS, E. **Contabilidade de Custos**. Da Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. EDITORA ATLAS S.A. 9ª Edição. São Paulo, 2003. Disponível em: <https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/39402522/contabilidade_de_custos.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1528838888&Signature=jm%2BdYEB0LgqZR1WA835vqVla8L0%3D&response-content-disposition=inline%3B%20filename%3DEliseu_Martins.pdf>. Acesso em: jun. 2018.

MARTINS, V. A. **RFID (Identificação por Radiofrequência)**. Teleco – Inteligência em Telecomunicações. FITEC Inovações tecnológicas. Brasil, 2005. Disponível: <<http://www.teleco.com.br/pdfs/tutorialrfid.pdf>>. Acesso em: abr. 2018.

METRÔ. **Relatório Integrado 2017**. São Paulo, 2018. Disponível: <www.metro.sp.gov.br/metro/institucional/pdf/relatorio-integrado-2017>. Acesso em: mai. 2018.

STM, Secretária dos Transportes Metropolitanos. Companhia do Metropolitano de São Paulo, **Metrô**. Governo do Estado de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <<http://www.metro.sp.gov.br>>. Acesso em: abr. 2018.

WANKE, Peter. **Teoria Das Restrições**: Principais Conceitos E Aplicação Prática. ILOS, 2004. Disponível em: <<http://www.ilos.com.br/web/teoria-das-restricoes-principais-conceitos-e-aplicacao-ao-pratica>>. Acesso em: abr. 2018.