



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA
12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

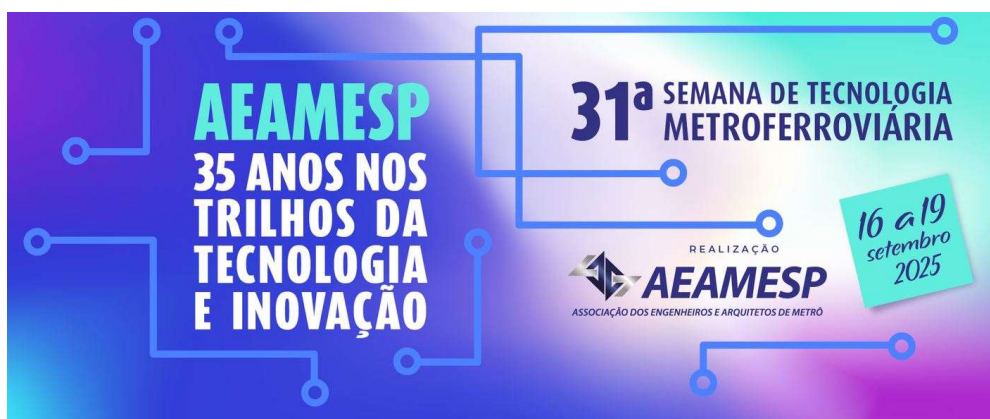
CATEGORIA 1

CLEARING MULTIMODAL: TRANSFORMANDO A BILHETAGEM EM

GARANTIAS PARA FINANCIAMENTO DE INVESTIMENTOS

SOBRE O AUTOR

Edson Issao Kuwabara - Estudou engenharia na Poli-USP e sé Administrador pela FEA-USP; atuou no Banco Itaú nos anos 1980, contribuindo para a modernização tecnológica do mercado financeiro. Empreendeu por mais de 20 anos no desenvolvimento de soluções inovadoras para o Sistema de Pagamentos Brasileiro, Custódia Qualificada e Tesouraria de bancos. A partir de 2013, direcionou sua experiência para o setor de mobilidade urbana, criando tecnologias para a gestão operacional do transporte público, posteriormente adquiridas por uma multinacional canadense. Atualmente lidera a MobiFintech X4Fare, dedicada à construção de uma infraestrutura digital para a integração multimodal de transportes, com foco em novos modelos de negócio, governança e melhor experiência para os milhões de passageiros que dependem diariamente do transporte coletivo. Acredita no papel estratégico da tecnologia para garantir integração multimodal, sustentabilidade e transparência aos sistemas metropolitanos de mobilidade urbana.



CATEGORIA 1 - Políticas públicas; planejamento urbano; planejamento de transporte; financiamento (funding); gestão de empreendimentos de transporte; tarifas e custeio do serviço

CLEARING MULTIMODAL: TRANSFORMANDO A BILHETAGEM EM GARANTIAS PARA FINANCIAMENTO DE INVESTIMENTOS

INTRODUÇÃO

A integração dos sistemas de transporte nas regiões metropolitanas brasileiras enfrenta uma série de obstáculos estruturais, institucionais e financeiros que impedem a consolidação de um modelo eficiente de mobilidade urbana. Embora o conceito de Mobility as a Service (MaaS) tenha ganhado relevância nos debates sobre o futuro da mobilidade — propondo a convergência entre diferentes modos de transporte por meio de plataformas digitais unificadas — sua aplicação prática ainda é limitada diante da realidade fragmentada do transporte público e individual no país.

A promessa de um MaaS funcional esbarra, sobretudo, na ausência de interoperabilidade entre os diversos operadores que compõem a malha de transporte: ônibus urbanos e metropolitanos, trens, metrô, transporte rodoviário intermunicipal,



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

táxis, aplicativos de transporte, bicicletas e outros serviços de micromobilidade. Cada modal opera sob lógicas tarifárias, tecnológicas e institucionais distintas, com pouca ou nenhuma integração entre os sistemas de bilhetagem, regras de uso e plataformas de pagamento. Essa desconexão estrutural impede que o usuário final tenha uma experiência fluida e integrada, e ao mesmo tempo desincentiva soluções que promovam eficiência, transparência e governança na gestão da mobilidade.

Outro entrave crítico diz respeito à insegurança jurídica e institucional relacionada aos processos de arrecadação tarifária, repasse de subsídios e controle dos múltiplos stakeholders envolvidos no ecossistema. A ausência de mecanismos padronizados e auditáveis de gestão financeira gera desconfiança entre investidores privados e operadores, que enfrentam dificuldades para antecipar receitas, atrair financiamentos e investir em inovação. Os órgãos gestores, por sua vez, lutam para implementar políticas públicas eficazes diante da fragmentação das competências e da falta de visibilidade sobre os fluxos financeiros do sistema.

Nesse contexto, torna-se urgente discutir não apenas o conceito de MaaS como interface tecnológica, mas a necessidade de uma infraestrutura institucional robusta que viabilize a interoperabilidade tarifária, a governança dos dados e a segurança na liquidação financeira entre os diversos modais e agentes envolvidos.

A bilhetagem eletrônica no Brasil foi concebida, historicamente, como uma evolução operacional do passe em papel. Embora tenha representado um avanço na automação do processo de acesso ao transporte, a substituição física do bilhete por cartões magnéticos ou chips não rompeu com os modelos centralizados, fechados e de baixa transparência institucional.

Esses sistemas mantêm estruturas proprietárias, com controle das credenciais, dados e liquidação concentrados nas mãos de operadores ou consórcios específicos.

Neste cenário, a arquitetura tecnológica baseada em Account-Based Ticketing (ABT) representa uma transformação estrutural: ao separar a identidade do usuário do suporte físico, abre espaço para múltiplos meios de pagamento, interoperabilidade entre modais e a entrada de novos atores no ecossistema. O ABT permite padronização técnica, escalabilidade e abertura de mercado, além de propiciar um ambiente mais fértil à inovação, governança pública e à formulação de políticas públicas eficazes.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

A Clearing Multimodal dos Transportes é uma infraestrutura digital e institucional que atua como registradora, compensadora, liquidante financeira e, potencialmente, garantidora dos contratos de concessão do transporte público. Seu principal papel é permitir que múltiplos modais (ônibus urbanos, trens, metrô, transporte rodoviário intermunicipal e interestadual, DRTs, bicicletas, táxis e aplicativos), operadores, órgãos gestores e emissores de pagamento atuem de forma coordenada e interoperável, sob regras públicas, rastreáveis e auditáveis. Projetada para conviver com diferentes arranjos de pagamento, tanto closed loop (carteiras digitais, bilhetes de gratuidade, vale-transporte) quanto open loop (PIX, cartões EMV), a Clearing também suporta múltiplas regras tarifárias, acordos de interoperabilidade regionais ou modais e diferentes métodos de controle, como a validação por catraca ou a emissão de BPEs (Bilhete de Passagem Eletrônico) com ou sem reserva de assento, conforme exigido por normas da ANTT, ARTERP e outras agências estaduais.

Além de registrar e liquidar as passagens em tempo real, a Clearing fornece a base técnica e institucional para o controle dos subsídios públicos, a compensação tarifária entre operadores, a segregação da Conta Sistema e o acesso a mecanismos de financiamento estruturado, como FIDCs e contratos de desempenho. No entanto, a função mais estratégica e desejada dessa estrutura é a de se tornar a instância garantidora dos repasses financeiros dos contratos de concessão, assegurando que os repasses aos operadores estejam lastreados em fatos geradores auditáveis e liquidados com recursos segregados e controlados. Esse avanço representaria um salto institucional na governança do setor, com impactos diretos na segurança regulatória, previsibilidade contratual, atração de novos investimentos e fortalecimento da credibilidade do poder concedente.

Este artigo parte dessa reflexão para propor alternativas que conectem inovação, regulação e financiamento sustentável para a mobilidade metropolitana: propõe a consolidação da Clearing Multimodal dos Transportes como uma infraestrutura crítica de Estado. Com base em análise sobre os desafios de integração metropolitana, o modelo busca garantir governança tarifária, controle de subsídios, transparência no uso do Vale-Transporte e segurança regulatória para viabilizar financiamento e novos investimentos no setor de mobilidade urbana e regional.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

DIAGNÓSTICO

Interoperabilidade, Governança e Confiança no Setor de Transportes

A superação dos desafios da mobilidade urbana nas regiões metropolitanas passa necessariamente por um diagnóstico claro das falhas estruturais que comprometem a interoperabilidade tarifária, a governança dos recursos públicos e a capacidade de atrair investimentos para o setor. A fragmentação institucional e tecnológica dos sistemas de transporte coletivo — especialmente nas cidades brasileiras — tem se mostrado um dos principais entraves à modernização e à integração efetiva entre modais, afastando investidores e limitando o surgimento de soluções inovadoras e sustentáveis.

A Interoperabilidade Tarifária como Pilar Estrutural

A ausência de um modelo nacional ou regional de interoperabilidade tarifária impede que os sistemas de transporte funcionem de forma integrada. Cada cidade, e por vezes até mesmo diferentes operadores dentro da mesma cidade, possui regras próprias para emissão de créditos, tarifas, bilhetagem e validação. Isso resulta em padrões tecnológicos proprietários em cada cidade de forma isolada através do uso de soluções card-based com o CHIP SAM – Secure Access Module com baixa capacidade de comunicação entre si, e que ainda operam sob a lógica do “moedeiro eletrônico” — replicando digitalmente o modelo analógico de venda de bilhetes em papel. Essa abordagem impede que o crédito de transporte funcione como uma unidade interoperável de valor, dificultando a implementação de sistemas multimodais e o uso compartilhado de infraestrutura entre operadores.

1. A Fragmentação da Emissão de Créditos e seus Impactos

O fato de cada cidade possuir seu próprio emissor de créditos de transporte — geralmente ligado ao poder concedente local ou a consórcios formados pelas operadoras — cria barreiras à escala, à inovação e à concorrência. Esse modelo dificulta o surgimento de carteiras digitais nacionais ou regionais, inviabiliza a portabilidade de saldos entre cidades e impede que usuários tenham uma experiência contínua de mobilidade. Além disso, os créditos antecipadamente adquiridos e não utilizados geram um passivo flutuante relevante, permeado por interesses políticos, operacionais e financeiros que muitas vezes conflitam com a transparência e a boa governança. Esses saldos “dormentes” são frequentemente utilizados para equilibrar fluxos de caixa das operações, criando um incentivo perverso à manutenção do modelo atual.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

2. A Falta de Governança Tarifária e de Subsídios Auditáveis

A governança sobre os subsídios tarifários é outro ponto nevrálgico. Sem uma plataforma centralizada de compensação tarifária — uma Clearing Multimodal dos Transportes — os subsídios públicos (como gratuidades, meia-entrada estudantil, passes sociais, etc.) são repassados com base em estimativas, planilhas e processos manuais, que dificultam a auditoria e a previsibilidade fiscal. Essa fragilidade expõe o sistema a riscos de fraude, desperdício e captura política. Pior ainda, a ausência de padronização na arrecadação e na liquidação financeira impede que investidores e instituições financeiras tenham visibilidade suficiente para securitizar recebíveis ou financiar melhorias operacionais, como a renovação de frota, a eletrificação do transporte ou a modernização de infraestrutura.

3. Interesses em Jogo: Um Ecossistema Desalinhado

Cada stakeholder do ecossistema de transporte possui interesses legítimos, mas muitas vezes desalinhados:

- Poder público: busca controlar a política tarifária e garantir o acesso da população, mas carece de ferramentas de gestão e auditoria eficazes.
- Operadores: desejam previsibilidade de receita e autonomia sobre seus fluxos financeiros, mas enfrentam custos crescentes e baixa margem de inovação.
- Usuários: querem conveniência, integração e tarifas acessíveis, mas são penalizados pela fragmentação e ineficiência do sistema.
- Investidores e financiadores: exigem segurança jurídica, governança e previsibilidade, mas encontram opacidade e riscos não mensuráveis.
- Novos entrantes (fintechs, operadores internacionais de trilhos, startups de mobilidade, etc.): são barrados por estruturas fechadas, ausência de padronização e acesso restrito à infraestrutura crítica, como validadores e sistemas de bilhetagem.

4. Barreiras Estruturais ao Financiamento do Transporte Público e os Requisitos para sua Superação

A busca por financiamento para melhorias no transporte público coletivo — incluindo renovação de frota, expansão de infraestrutura e digitalização de processos — enfrenta obstáculos estruturais que impedem a transformação da receita tarifária em garantias reais de crédito. A dificuldade não reside apenas na ausência de capital disponível, mas



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

em um conjunto de fragilidades institucionais, jurídicas, operacionais e regulatórias que inviabilizam o acesso, especialmente por pequenos e médios operadores.

A. Acesso restrito a linhas de crédito e fomento

Mesmo com a existência de linhas de financiamento oferecidas por bancos públicos, entidades de fomento ou agências multilaterais, os operadores têm extrema dificuldade de acesso. Entre os fatores que dificultam a captação de recursos estão:

- **Falta de garantias reconhecíveis:** Sem um sistema que permita transformar a receita tarifária futura em ativo financeiro seguro, não há colateral que sustente a operação de crédito.
- **Instabilidade contratual:** Muitos operadores ainda atuam sob regimes precários de permissão, sem contratos formalizados de concessão, o que compromete a previsibilidade jurídica exigida por financiadores.
- **Baixa capacidade técnica para estruturação de projetos:** Falta de governança contábil, dados auditáveis e estrutura de planejamento financeiro dificultam a elaboração de propostas bancáveis.

B. Concessões recentes e permissões precárias: um cenário desigual

O cenário institucional do transporte coletivo no Brasil é heterogêneo. Algumas cidades já passaram por processos licitatórios recentes, com contratos de concessão formalizados e regras claras de remuneração. Nestes casos, ainda assim, a ausência de uma infraestrutura financeira digital auditável limita o uso dos fluxos tarifários como garantia.

Outras cidades operam sob permissões precárias, muitas vezes com operadores autônomos, cooperativas ou empresas familiares, sem contrato de longo prazo, metas de desempenho ou mecanismos de remuneração por qualidade. Nestes ambientes, o risco regulatório e a informalidade do controle impedem qualquer estruturação financeira de médio ou longo prazo.

C. Inexistência de regulação metropolitana integrada

Nas regiões metropolitanas, o desafio se amplia: a falta de um **marco regulatório integrado** entre estados, capitais e municípios vizinhos inviabiliza o planejamento



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

tarifário e a interoperabilidade entre modais e entes federativos. O transporte intermunicipal metropolitano, muitas vezes essencial para a mobilidade cotidiana, carece de uma instância de governança que integre a arrecadação, a gestão dos subsídios e os contratos dos operadores.

Essa fragmentação impede a coordenação de políticas públicas, a uniformização de indicadores e, sobretudo, o desenvolvimento de instrumentos regionais de financiamento para mobilidade.

D. Renovação de frota: um desafio sistêmico

A modernização da frota — seja pela exigência ambiental (como veículos elétricos), seja pela obsolescência operacional — é um dos maiores gargalos enfrentados pelos operadores. No entanto, a maioria dos financiamentos de veículos depende de receitas futuras para amortização.

Sem:

- previsibilidade de recebíveis tarifários,
- registros auditáveis das viagens,
- segurança jurídica dos contratos,

os bancos e fornecedores impõem exigências de garantias pessoais ou colaterais adicionais, tornando o financiamento inacessível ou economicamente inviável.

E. Infraestrutura física e digital: déficit de investimento

Além da frota, o setor carece de investimentos em:

- terminais,
- estações de integração,
- faixas exclusivas,
- sistemas de bilhetagem digital,
- redes de comunicação embarcada,



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

- pontos de recarga elétrica.

A ausência de uma estrutura que permita acompanhar, liquidar e auditar em tempo real os fluxos financeiros do sistema impede o uso de modelos de financiamento estruturado como parcerias público-privadas (PPP), fundos garantidores ou operações lastreadas em fluxo de caixa performado.

F. Requisitos para Superação das Barreiras

A superação desse quadro exige a criação de uma infraestrutura institucional, tecnológica e regulatória que garanta:

- Contratos públicos formais, mesmo em municípios pequenos, com regras claras de remuneração e partilha tarifária;
- Separação entre arrecadação e liquidação, com custódia dos recursos em contas segregadas;
- Registro digital auditável de 100% das passagens, com dados confiáveis para construção de projeções de fluxo de caixa;
- Governança pública sobre subsídios e arrecadação, com sistemas de compensação tarifária transparentes;
- Padronização técnica em arquitetura ABT, viabilizando múltiplas carteiras, integração entre modais e rastreabilidade por CPF e operador;
- Infraestrutura tecnológica neutra, interoperável e capaz de suportar auditorias externas, essenciais para a confiança de financiadores;
- Ambiente regulatório metropolitano, com regras de partilha de receitas, subsídios e interoperabilidade tarifária.

5. O Cenário Atual Como Barreira à Transformação

Complementando a análise sobre o cenário atual do setor de mobilidade urbana e os entraves provocados pela dominância do modelo *card-based*, é fundamental destacar o crescente interesse de novos atores econômicos — como bancos, fintechs, gestores de



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

benefícios e operadores de aquisição e credenciamento — em participar da transformação do setor por meio de uma nova abordagem de financiamento, governança e serviços digitais.

Esses agentes vislumbram um potencial inexplorado na bilhetagem eletrônica, que ultrapassa a simples arrecadação tarifária, enxergando o ecossistema como uma nova infraestrutura de pagamentos e como instrumento estratégico de inclusão financeira, interoperabilidade e geração de ativos financeiros. A partir da consolidação de uma **Clearing Multimodal** interoperável, auditável e com liquidação financeira segregada, abre-se um campo fértil para a entrada de:

A. Bancos e Instituições Financeiras

Buscam transformar o fluxo tarifário em ativos securitizáveis, oferecendo crédito baseado em *recebíveis performados* do sistema de transporte. Com a criação de contas gráficas, liquidação por saldo líquido (LDL) e governança pública da Conta Sistema, o risco institucional é reduzido, tornando o setor mais atrativo para operações de antecipação de receita, emissão de debêntures incentivadas ou financiamento via *blended finance*.

B. Fintechs e Iniciadores de Pagamento (IPs)

Com a adoção do ABT e da infraestrutura aberta do Sistema de Bilhetagem Digital (SBD), fintechs podem oferecer carteiras digitais interoperáveis que operam como front-end do sistema, capturando cash-in via PIX, cartão ou boletos e entregando experiências personalizadas de mobilidade. Esses players trazem inovação, agilidade e relacionamento com o usuário final — algo historicamente ausente nas estruturas operacionais de bilhetagem.

C. Gestores de Benefícios

Interessam-se em digitalizar e automatizar o processo de compra e distribuição do Vale-Transporte (VT), com potencial para reduzir fraudes, desintermediações e oferecer um controle auditável aos RHs das empresas. Com a infraestrutura da Clearing e perfis tarifários padronizados, é possível alocar créditos diretamente em carteiras interoperáveis, com rastreabilidade e compatibilidade regulatória com o Decreto 10.854/2021.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

D. Operadores de Credenciamento e Adquirência

Empresas tradicionalmente ligadas ao setor de meios de pagamento, como adquirentes e subadquirentes, passam a ver no transporte público um novo vertical de atuação. Ao permitirem a aceitação de pagamentos por QR Code, PIX, cartões EMV e até biometria nos validadores, esses players podem operar como back-end das transações e oferecer serviços de liquidação, antifraude e reconciliação em tempo real.

6. Vale-Transporte como instrumento legal de financiamento do Transporte Público

O Vale-Transporte (VT) é um direito do trabalhador garantido pela Lei Federal nº 7.418/1985 e regulamentado pelo Decreto nº 10.854/2021, sendo uma das principais fontes estáveis de financiamento do sistema de transporte público no Brasil. Por seu caráter compulsório nas relações formais de trabalho urbano, o VT movimenta bilhões de reais anualmente, com potencial para ser alavanca de sustentabilidade financeira para os sistemas de mobilidade coletiva — sobretudo nas regiões metropolitanas.

Contudo, o atual modelo de emissão e distribuição do VT enfrenta desafios como:

- concentração nas mãos de poucos emissores autorizados;
- falta de interoperabilidade entre sistemas de bilhetagem locais;
- ausência de rastreabilidade por CPF e origem do crédito;
- restrições artificiais à inovação e concorrência, que limitam a redução de custos para os empregadores e para o próprio sistema de transporte.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Participação % por Tipo de Pagamento - Capitais Brasileiras

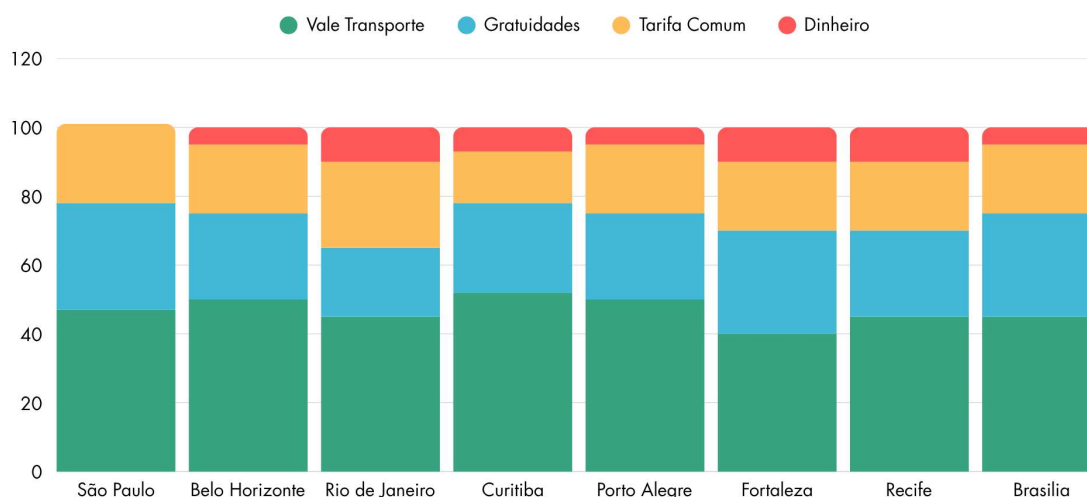


Figura 1 – Participação % por Tipo de Pagamento – Capitais Brasileiras. Fonte: Autor

Obs: Os dados acima são estimativas com base em relatórios públicos, estudos técnicos da NTU/ANP e planos de mobilidade publicados por órgãos locais. A maioria das cidades ainda não divulga dados abertos de arrecadação desagregada mensal.

A participação do Vale-Transporte no pagamento do transporte público nas regiões metropolitanas é muito significativa: atinge a impressionante média de 50% dos passageiros transportados e, portanto, tem uma relevância central no financiamento do sistema. Trata-se de uma fonte de receita estável, previsível e vinculada a uma política pública trabalhista consolidada, com potencial estratégico para estruturar modelos de remuneração por desempenho, integrar subsídios públicos e viabilizar operações de financiamento. Além de garantir o acesso ao trabalho para milhões de brasileiros, o VT representa um importante mecanismo de antecipação de receita, sendo um vetor fundamental para a sustentabilidade econômica do setor de mobilidade urbana. Sua modernização — com rastreabilidade, múltiplos emissores e interoperabilidade — é condição indispensável para que o transporte público avance em direção a um modelo mais transparente, eficiente e alinhado às diretrizes de inovação e governança.

Nova Proposta: Emissão Descentralizada e Interoperável do Vale Transporte (VT)



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

A proposta apoiada neste artigo é que empresas de benefícios, fintechs ou instituições financeiras autorizadas possam atuar como emissoras de VT digital, desde que integrem suas carteiras à Clearing Multimodal e cumpram os requisitos legais e operacionais exigidos pelo marco regulatório. A lógica do modelo segue os mesmos princípios aplicáveis a emissores de benefícios alimentação ou refeição, mas com garantias específicas para o transporte:

A. Requisitos obrigatórios para os emissores de VT interoperável:

1. Segregação dos recursos depositados pelas empresas em contas vinculadas ao uso exclusivo no transporte;
2. Controle por CPF e identificação unívoca do trabalhador beneficiado;
3. Impossibilidade de saque ou desvio de finalidade dos créditos VT;
4. Liquidação exclusivamente por uso efetivo do transporte público (catracada) validada na Clearing;
5. Registro em tempo real das transações, com rastreabilidade, georreferenciamento e registro da linha, operador e valor tarifário;
6. Integração com a base de dados dos operadores e com a Câmara de Compensação Tarifária (CCT);
7. Compliance com o Decreto nº 10.854/2021, incluindo envio regular de relatórios à autoridade competente;
8. Adoção de arquitetura compatível com a ABT, para interoperabilidade entre cidades, operadores e modais.

B. Benefícios do Novo Modelo

Ao abrir a emissão de VT a múltiplos players integrados à Clearing, o sistema de transporte se beneficia de:

- Maior previsibilidade de receita, com depósitos antecipados que são liquidados apenas por uso efetivo;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

- Redução de fraudes e desvios de finalidade, com controle individualizado e digital;
- Incentivo à concorrência entre emissores, promovendo redução de custos operacionais e taxas administrativas;
- Facilidade de portabilidade de carteiras e saldos, garantindo liberdade para os trabalhadores e empregadores;
- Aumento da eficiência na aplicação do subsídio implícito do VT, que funciona como cofinanciamento indireto da política pública de mobilidade.

C. O Vale Transporte como Eixo de Sustentação Financeira da Mobilidade

Considerando que o VT representa receita antecipada, lastreada em vínculo formal de trabalho e com uso compulsório para o transporte público, sua estruturação dentro da Clearing Multimodal permite transformá-lo em:

- ativo securitizável (com base na previsão de catracadas futuras);
- instrumento de planejamento financeiro do sistema de transporte;
- e eixo de sustentação das políticas tarifárias integradas e subsidiadas.

A proposta, portanto, não é desregulamentar o VT, mas modernizá-lo — com segurança jurídica, controle auditável, interoperabilidade e abertura à inovação, em linha com as diretrizes da reforma do marco legal da mobilidade urbana e da digitalização dos benefícios trabalhistas.

7. Superando Limites: Por que a Estrutura Atual da Bilhetagem Não Atende aos Desafios da Mobilidade

O modelo tradicional de bilhetagem eletrônica, baseado em cartões com saldo embarcado (card-based), foi eficiente para digitalizar o acesso ao transporte coletivo nas últimas décadas. No entanto, sua arquitetura monolítica, fechada e concentrada já não responde aos desafios contemporâneos da mobilidade, especialmente diante da



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

necessidade de abertura a múltiplos emissores, integração entre modais e exigências crescentes de rastreabilidade e governança fiscal.

Para permitir a multiplicação dos emissores de Vale-Transporte — incluindo empresas de benefícios, plataformas digitais e entes públicos — e o surgimento de carteiras digitais interoperáveis, torna-se imprescindível uma arquitetura que permita a coexistência de múltiplas entidades emissoras. Essa pluralidade não é viável no modelo atual, em que a emissão, controle e liquidação estão fundidos em uma única infraestrutura técnica e institucional.

Da mesma forma, os programas de governo que subsidiam o transporte de estudantes, idosos, pessoas com deficiência e beneficiários de assistência social requerem rastreabilidade plena por CPF, origem dos recursos, tipo de benefício e operador. Isso exige uma plataforma capaz de segregar os fluxos por fonte pagadora, aplicar regras específicas e permitir auditoria em tempo real — algo que o modelo card-based não consegue oferecer.

A interoperabilidade entre sistemas, modais, cidades e regiões é outro requisito inadiável. A fragmentação atual impede que o crédito de transporte funcione como uma unidade de valor padronizada e aceite em diferentes contextos, prejudicando a experiência do usuário e inviabilizando a escala de soluções nacionais. Uma arquitetura interoperável baseada em contas (Account-Based Ticketing – ABT) é fundamental para garantir mobilidade contínua e transparente.

Além disso, a separação entre a emissão dos créditos de transporte — que representam passivos sob gestão das carteiras digitais — e o controle das viagens validadas — que geram ativos performados e passíveis de securitização — é essencial para construir uma estrutura financeira robusta. Essa separação possibilita a transformação dos fluxos tarifários em garantias reconhecidas por instituições financeiras, fundos de



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

investimento e bancos públicos, promovendo acesso a capital de forma estruturada e transparente.

Por fim, a modernização da bilhetagem deve dialogar com a nova agenda do Banco Central, que avança com o ecossistema de pagamentos instantâneos, Open Finance e interoperabilidade entre carteiras digitais. Para isso, a bilhetagem não pode mais ser uma infraestrutura isolada do sistema financeiro nacional. É preciso adotar padrões abertos, integração com o sistema bancário e suporte a múltiplos meios de pagamento — incluindo Pix, cartões EMV, QR Code e biometria digital.

A transição para uma arquitetura mais flexível, interoperável e orientada à governança pública é o único caminho para garantir um sistema de bilhetagem compatível com os princípios de transparência, inovação, financiamento sustentável e inclusão. Essa transformação será aprofundada nos capítulos seguintes com a apresentação da proposta da Clearing Multimodal dos Transportes.

A proposta da Clearing Multimodal dos Transportes não apenas viabiliza essa nova participação econômica no ecossistema, como também promove um ambiente de governança pública, interoperabilidade e transparência, essencial para garantir a confiança de todos os stakeholders e atrair novos investimentos.

Essa transformação estrutural abre caminho para a consolidação de um mercado regulado, escalável e financeiramente sustentável, alinhando interesses públicos e privados na construção de uma mobilidade inteligente, integrada e centrada no cidadão.

Portanto, se o país deseja destravar os gargalos da mobilidade urbana e metropolitana, é imprescindível avançar na construção de uma infraestrutura institucional e tecnológica que viabilize a interoperabilidade tarifária, a governança transparente dos subsídios e a confiança nos fluxos de arrecadação. Apenas com essas bases será possível atrair capital, promover inovação e garantir um transporte público de qualidade, acessível e sustentável.



O modelo vigente de bilhetagem eletrônica criou um mosaico de soluções tecnológicas com baixa interoperabilidade. Em vez de uma infraestrutura pública unificada e padronizada, cada ente ou operador desenvolveu sua própria arquitetura, reforçando silos de dados e sistemas fechados. A arrecadação e liquidação permanecem concentradas nos mesmos agentes que controlam o acesso ao sistema, o que compromete a governança e impede a criação de garantias financeiras sobre os fluxos tarifários.

Esse cenário torna ainda mais relevante o papel do governo como estruturador de políticas públicas que aumentem a governança, reduza o custo do benefício e criem um ambiente propício à inovação. Na mobilidade, esse papel se traduz principalmente na criação de mecanismos de integração multimodal e multirregional, com controle dos subsídios tarifários e partilha de receitas com base em contratos públicos auditáveis.



Figura 2 – Uso dos serviços públicos através da tecnologia. Fonte: Autor



PROPOSTA

Estudo técnico de uma Clearing Multimodal dos Transportes

A proposta técnica do Sistema Clearing Multimodal estabelece uma nova arquitetura para o ecossistema de mobilidade urbana e metropolitana, baseada na separação entre os meios de pagamento, os direitos de uso do transporte (bilhetagem) e os processos de liquidação financeira e subsídios. Essa separação, sustentada por uma estrutura digital interoperável e segura, permite a integração multimodal real e abre o sistema para a entrada de novos players, tanto no front-end (carteiras, adquirentes, emissores de benefícios) quanto no back-end (operadores multimodais e prestadores de serviço de mobilidade).

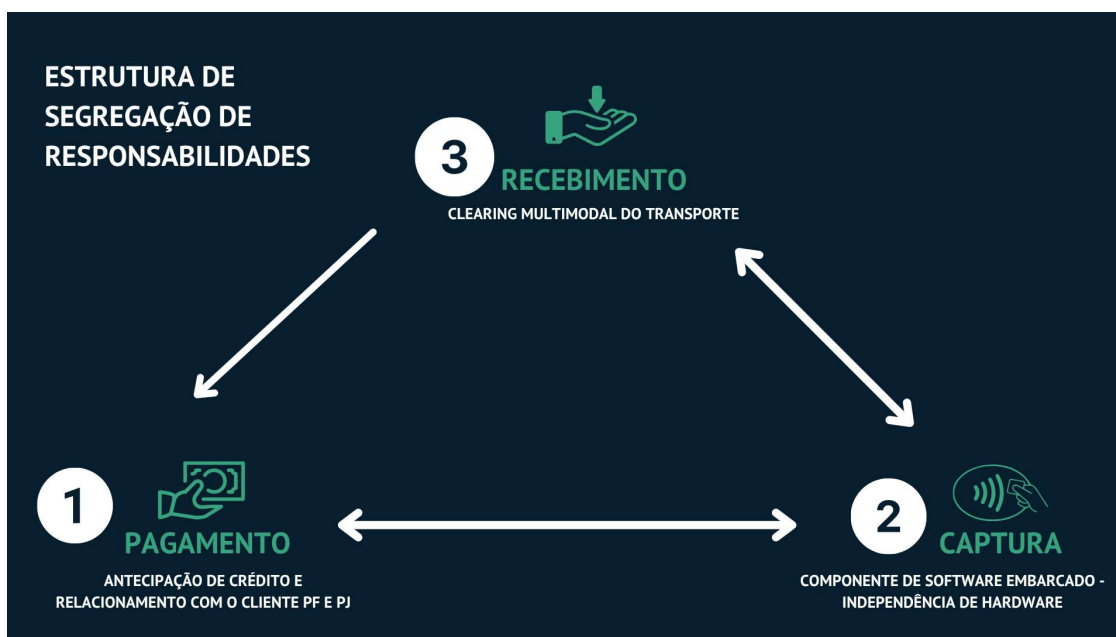
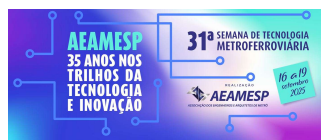


Figura 3 – Estrutura de segregação de responsabilidades Fonte: Autor

A arquitetura é organizada em três componentes centrais, logicamente independentes, porém sincronizados em tempo real:

1. Carteira Digital do Transporte (CDT)

A Carteira Digital do Transporte (CDT) é a conta digital única e segura do passageiro, baseada em arquitetura ABT (Account-Based Ticketing). Cada carteira armazena os



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

saldos, perfis tarifários e direitos de acesso ao sistema de transporte, identificando o usuário por múltiplas mídias: aplicativo, QR Code, cartão físico, wearables ou credenciais biométricas.



Figura 4 – Carteira Digital do Transporte (CDT) Fonte: Autor

Essa estrutura permite:

- Arrecadação via diversos meios de pagamento (PIX, cartão de crédito/débito, boleto, dinheiro em PDV);
- Perfis tarifários personalizados (vale-transporte, estudante, gratuidade, comum, plano mensal, entre outros);
- Processos remotos e digitais de cadastro, recarga, comunicação e controle de uso;
- Controle de saldos, vencimentos e uso por parte dos emissores e do poder concedente.

A CDT atua como interface entre os meios de pagamento e os direitos de viagem, desacoplando as camadas financeiras da camada de acesso ao transporte, o que permite oferta de serviços por múltiplas carteiras, públicas ou privadas, desde que integradas à estrutura central.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

2. Clearing Financeira de Recebimentos (CFR)

A Clearing Financeira de Recebimentos (CFR) é o componente que registra, valida, classifica e reconcilia 100% das transações de embarque, independentemente do meio de pagamento, da carteira utilizada ou do tipo de passageiro. A CFR opera como back-office tarifário e operacional, garantindo que cada viagem (passagem) seja registrada com:

- Geolocalização, linha, operador, veículo, data/hora e tipo de cliente;
- Identificação da origem da receita (carteira, cartão, Pix, gratuidade, etc.);
- Aplicação das regras tarifárias parametrizadas conforme definição do poder concedente;
- Classificação de transações para cálculo de subsídios e controle de integrações.

A CFR utiliza liquidação diferida pelo saldo líquido (LDL) e está 100% integrada com os dispositivos embarcados de validação, que transmitem em tempo real os dados de uso. Todas as informações são rastreáveis, auditáveis e armazenadas em nuvem pública ou privada, com acesso online pelo poder concedente.

3. Câmara de Compensação Tarifária (CCT)

A Câmara de Compensação Tarifária (CCT) é a instância responsável pela liquidação financeira e repasses aos operadores de transporte, com base nas passagens validadas e classificadas pela CFR. Ela é operada pelo poder concedente, garantindo governança pública e controle institucional da Conta Sistema.

Suas funções incluem:

- Controle dos pré-depósitos operacionais das carteiras digitais;
- Validação da Tarifa Técnica e dos valores a serem repassados a cada operador;
- Liquidação dos subsídios tarifários públicos (passe livre, PCD, estudante etc.);
- Parametrização das regras contratuais de remuneração por linha, tipo de serviço, região e faixa horária;
- Bloqueio automático de carteiras inadimplentes no processo de clearing.

A Câmara de Compensação Tarifária - CCT é o elo financeiro entre a arrecadação descentralizada das carteiras e a distribuição centralizada e auditável dos recursos públicos e privados do sistema de transporte.

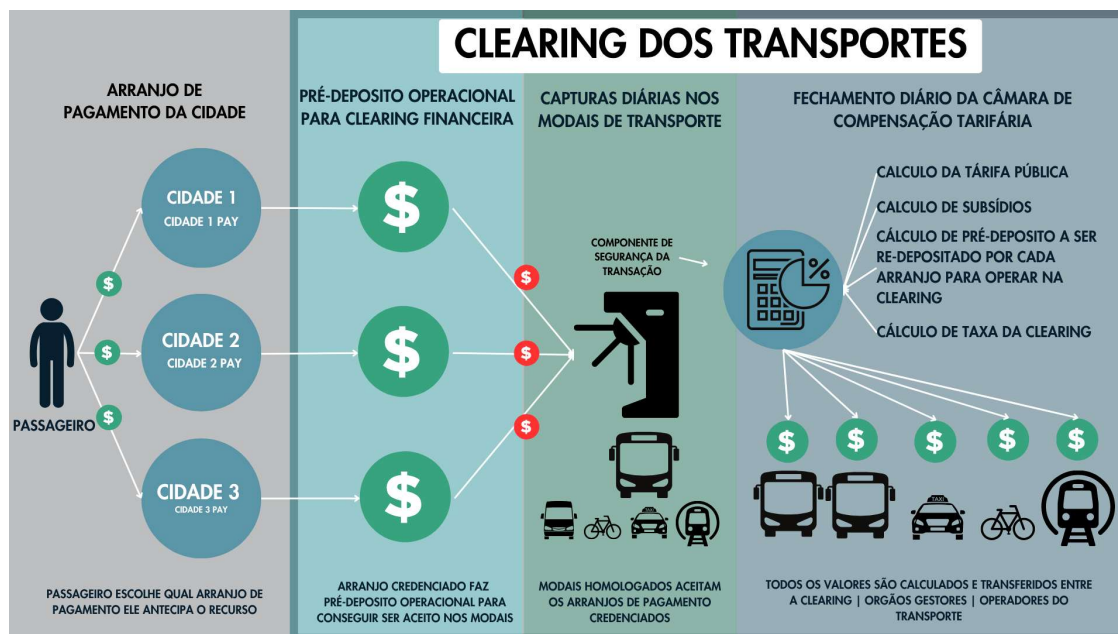


Figura 5 – Clearing dos Transportes Fonte: Autor

4. CSE – Componente de Software Embarcado: Gerando Independência de Hardware

A arquitetura da Clearing Multimodal dos Transportes adota um modelo agnóstico de hardware de captura, baseado na implantação do Componente de Software Embarcado (CSE) em qualquer equipamento validador. Esse CSE é responsável por:

- Capturar a transação no momento do embarque (via QR Code, NFC, EMV, biometria, etc.);
- Identificar o usuário e aplicar regras tarifárias;
- Operar online ou offline, com sincronização posterior;
- Registrar posição georreferenciada, veículo, viagem e identificação do operador;
- Transmitir os dados para a CFR em tempo real.

O CSE pode ser instalado em:

- Validadores fixos embarcados com catraca;
- POS Android;
- Tablets e celulares com app do motorista;
- Equipamentos IoT para bilhetagem móvel ou pontos de controle.



Figura 6 – Independência de Hardware Fonte: Autor

Essa independência de hardware:

- Reduz custos e evita dependência de fornecedores proprietários;
- Permite inovação e concorrência no fornecimento de equipamentos;
- Viabiliza a inclusão de modais sem catraca, como transporte escolar, táxis, vans, bicicletas públicas e transporte por aplicativo;
- Assegura contingência operacional, com fallback por dispositivos móveis.

Integração multimodal e abertura a novos players

A arquitetura da Clearing Multimodal dos Transportes, ao separar os meios de pagamento, os direitos de acesso ao transporte e os processos de liquidação financeira, viabiliza a construção de um ecossistema verdadeiramente interoperável, no qual diversos modais, operadores e emissores possam coexistir sob regras comuns de governança, segurança e transparência.

Esse modelo tem como base a compatibilidade com a arquitetura Account-Based Ticketing (ABT) e protocolos abertos de interoperabilidade, permitindo que sistemas historicamente isolados — como o transporte urbano municipal, os modais sobre



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

trilhos, o transporte rodoviário intermunicipal e interestadual, além de modos complementares como DRTs, táxis, aplicativos, bicicletas e patinetes — sejam integrados com segurança jurídica e técnica.

A. Integração do Transporte Rodoviário e Trens Intercidades

A inclusão dos modais regulados por órgãos estaduais e federais é fundamental para alcançar a integração metropolitana e intermunicipal, especialmente nas regiões onde a mobilidade se organiza a partir da combinação entre linhas urbanas e linhas rodoviárias/intermunicipais. Dois pilares normativos estruturam essa integração:

- Bilhete de Passagem Eletrônico (BPE): regulamentado pela Resolução nº 4.282/2014 da ANTT, esse documento fiscal é obrigatório para a operação regular do transporte rodoviário interestadual e internacional de passageiros, sendo progressivamente adotado também nos serviços intermunicipais sob regulação estadual (como pela ARTESP em São Paulo e outras agências estaduais). O BPE permite a emissão eletrônica e o registro fiscal e operacional da viagem, com rastreabilidade e integração com sistemas de pagamento e controle.
- Planos de Mobilidade Urbana (PMUs): exigidos pela Lei nº 12.587/2012 (Política Nacional de Mobilidade Urbana), os PMUs devem contemplar não apenas os serviços municipais, mas também sua articulação com os modais regionais e intermunicipais. No entanto, a realidade é que a maioria dos planos ainda trata de forma estanque os serviços urbanos e rodoviários, dificultando a visão sistêmica e a adoção de mecanismos de integração tarifária e operacional.

A Clearing Multimodal resolve esse impasse ao atuar como plataforma horizontal de registro e compensação das passagens entre sistemas com diferentes entes reguladores, unificando:

- a validação e liquidação das passagens emitidas por BPE, vinculando a liberação do serviço ao embarque efetivo do passageiro (catracada ou leitura de QR Code);
- a integração dos dados fiscais e operacionais dos bilhetes rodoviários à mesma infraestrutura utilizada pelos sistemas urbanos;
- e a parametrização de regras tarifárias e subsídios intermodais, conforme diretrizes definidas por cada poder concedente, seja municipal, estadual ou federal.

31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

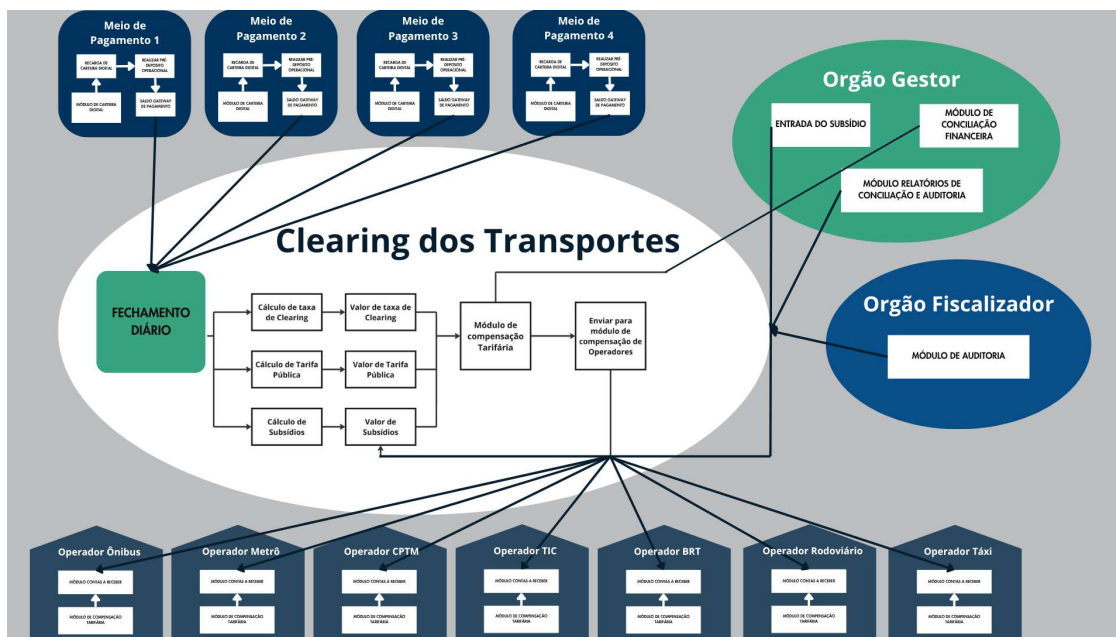


Figura 7 – Clearing dos Transportes – Atores envolvidos Fonte: Autor

B. Abertura a Novos Players e Emissores

Essa arquitetura aberta permite que empresas de benefícios, bancos, fintechs e plataformas MaaS atuem como emissores de saldos pré-pagos ou carteiras digitais, respeitando os protocolos de interoperabilidade definidos pela Clearing e garantindo:

- controle por CPF, fonte pagadora e uso efetivo;
- rastreabilidade de subsídios e direitos tarifários;
- e liquidação financeira vinculada ao fato gerador da viagem.

C. Superando Fragmentações e Avançando nos PMUs

Atualmente, a fragmentação entre modais e jurisdições impede que os Planos de Mobilidade avancem para soluções integradas. A criação da Clearing permite:

- que operadores regulados por diferentes entes (municipais, estaduais ou federais) atuem de forma coordenada e interoperável;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- que os PMUs sejam atualizados com propostas viáveis de integração operacional, tarifária e contratual;
- que o sistema de transporte funcione de forma contínua para o cidadão, independentemente do CNPJ do operador ou da esfera de governo responsável.

Com isso, a Clearing Multimodal se posiciona como infraestrutura crítica de interesse público, necessária à implantação das diretrizes da Política Nacional de Mobilidade Urbana, e capaz de viabilizar parcerias público-privadas, contratos de desempenho e fontes de financiamento estruturado, incluindo o uso dos recebíveis tarifários dos modais rodoviários e metroferroviários.

PIX como principal instrumento de arrecadação tarifária

A análise dos meios de pagamento utilizados no sistema de transporte em uma plataforma de compra de bilhetes de viagens rodoviária evidencia a crescente relevância do **PIX** como principal instrumento de arrecadação tarifária. Com participação média superior a **44%** da movimentação financeira, o PIX supera tanto os pagamentos por **fatura de vale-transporte (cerca de 31%)** quanto os **cartões de crédito (em torno de 21%)**. Essa dominância é resultado da liquidez imediata, dos custos transacionais baixos e da ampla adesão da população ao meio de pagamento instantâneo.

Gráfico dos principais meios de pagamentos utilizados para cash-in

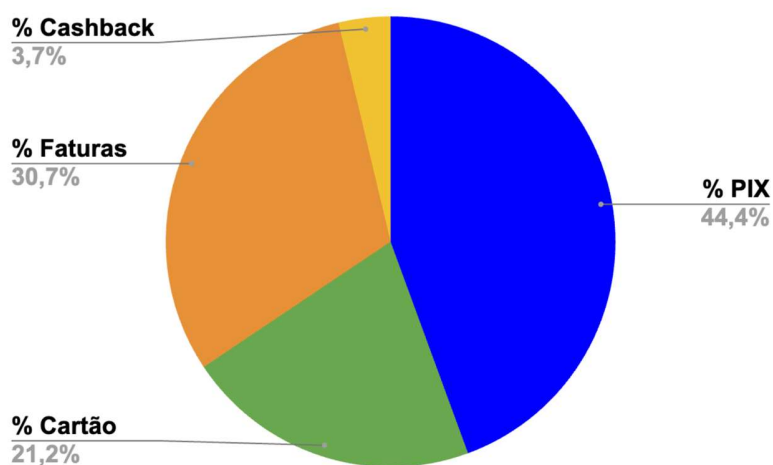


Figura 8 – Gráfico dos principais meios de pagamentos utilizados para cash-in Fonte: Autor



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

O PIX cumpre duplo papel estratégico no ecossistema da bilhetagem digital baseada em contas (ABT). Primeiro, como meio de carregamento direto das carteiras digitais do transporte, permitindo o cash-in instantâneo, essencial para o modelo de pré-depósito operacional e para a securitização dos créditos performados. Segundo, como meio de pagamento direto na catraca, viabilizando o acesso ao transporte por passageiros ocasionais ou turistas sem necessidade de cadastro ou cartão físico.

Com a introdução do PIX por aproximação (NFC e QR dinâmico), o pagamento embarcado se tornará tão fluido quanto o cartão contactless, porém com liquidação imediata e menor custo para operadores e prefeituras. Somado a isso, a integração com o Open Finance permitirá que o passageiro autorize débitos recorrentes diretamente de sua conta, enquanto o futuro PIX parcelado e garantido abrirá espaço para assinaturas mensais, planos de mobilidade e parcelamento de pacotes multimodais com maior previsibilidade de receita.

Nesse contexto, o PIX deixa de ser apenas um meio de pagamento e se posiciona como infraestrutura financeira crítica para a modernização da mobilidade urbana e regional, viabilizando políticas públicas, controle de subsídios, e novas formas de financiamento por meio de dados auditáveis e transações líquidas e certas.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Separação entre a aceitação do pagamento e o controle da tarifa

A arquitetura ABT permite que a experiência do passageiro (meio de pagamento) seja desvinculada da governança contratual da tarifa. Isso garante que a partilha entre operadores e o repasse de subsídios siga regras definidas em contrato público.

A implantação de uma **Clearing Multimodal dos Transportes** com arquitetura aberta, interoperável e governança pública cria o ambiente ideal para o surgimento de **novos modelos de negócios** em mobilidade, pagamentos e benefícios — ampliando o ecossistema além do transporte tradicional. Abaixo, listo os principais modelos que podem emergir:

A. Emissores de Carteiras Digitais de Transporte (B2C, B2B e B2G)



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Empresas poderão oferecer carteiras digitais interoperáveis para diferentes segmentos:

- **B2C:** aplicativos de mobilidade com funções de pagamento integrado, cashback e fidelização.
- **B2B:** plataformas corporativas de gestão de VT, viagens e deslocamentos operacionais.
- **B2G:** carteiras sociais (gratuidades, estudantes, idosos, saúde, assistência social), operadas por prefeituras ou estados.

Exemplo: fintechs e apps de mobilidade ofertando planos mensais multimodais integrados com ônibus, metrô, trem, táxis e bikes.

B. Gestores de Benefícios Interoperáveis (VT e Outros Programas)

Empresas especializadas poderão atuar como emissores ou operadores de contas VT, desde que integradas à Clearing, gerando:

- Redução de fraudes e custos para empregadores;
- Portabilidade entre cidades e modais;
- Melhores serviços digitais ao trabalhador.

Exemplo: uma empresa de benefícios oferecendo um "combo mobilidade" interoperável para colaboradores de uma rede nacional de supermercados.

C. Operadores de Liquidação e Securitização de Recebíveis

Com dados auditáveis das catracadas e liquidação padronizada, surgem novas oportunidades para:

- Fundos de Investimento em Direitos Creditórios (FIDCs);
- Operações de antecipação com bancos e fintechs;
- Securitização de subsídios garantidos por lei municipal ou estadual.

Exemplo: um fundo estruturado em parceria com um governo estadual para antecipar a receita de um programa de Passe Livre Estudantil.

D. Gateways e Iniciadores de Pagamento Especializados

Empresas de meios de pagamento poderão criar APIs e gateways especializados para transporte:

- Integração com QR Code, NFC, Pix offline, cartão EMV e biometria;
- Provedores de checkout white label para apps e bilheterias digitais;
- Operação de arranjos próprios com regras homologadas na Clearing.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Exemplo: uma adquirente ofertando SDKs para integração direta de POS de transporte com Pix e débito automático.

E. Plataformas de Planejamento, Venda e Fidelização

Novas plataformas MaaS (Mobility as a Service) poderão emergir com serviços de:

- Planejamento de rotas multimodais e emissão direta do bilhete;
- Venda de passagens avulsas, planos semanais/mensais e combos intermodais;
- Programas de fidelidade com pontos, cashback ou gamificação.

Exemplo: um superapp regional que combina passagens de ônibus urbanos, trens e bicicletas públicas, com sistema de pontos e benefícios.

F. Operadores Sociais de Mobilidade

ONGs, cooperativas ou consórcios poderão operar programas de transporte social, saúde, assistência e esportes, com gestão:

- De vouchers digitais integrados à Clearing;
- De contratos com o poder público ou empresas parceiras;
- De indicadores de uso, destino e impacto social.

Exemplo: uma plataforma operando o transporte de pacientes do SUS com carteiras específicas integradas ao SBD municipal.

G. Serviços de Inteligência de Dados e Auditoria

Com dados em tempo real da Clearing, novas empresas podem surgir oferecendo:

- Serviços de auditoria tarifária independente;
- Business intelligence para prefeituras e operadores;
- Plataformas de compliance para consórcios de transporte e subsídios.

Exemplo: startup que oferece relatórios em tempo real sobre uso do Passe Livre, mau uso de gratuidades e indicadores de integração modal.

H. Serviços de Valor Agregado (SVA) vinculados à mobilidade

Empresas poderão criar novos produtos a partir do canal de relacionamento com o passageiro:

- Microcrédito atrelado à frequência de uso do transporte;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- Programas de seguros, saúde, conveniência e bem-estar integrados à carteira de mobilidade;
- Campanhas publicitárias geolocalizadas ou por perfil tarifário.

Exemplo: uma fintech oferecendo um "crédito mobilidade" para trabalhadores que usam VT diariamente e atingem determinada frequência.

GOVERNANÇA PÚBLICA E CONTROLE DOS SUBSÍDIOS:

Ao registrar cada transação com identificação do pagador, programa e operador, a Clearing garante transparência na aplicação dos subsídios, rastreabilidade por CPF e por fonte pagadora e controle institucional sobre gratuidades e benefícios tarifários.

A. Desafio dos Subsídios Públicos e a Urgência por Governança Tarifária

A sustentabilidade financeira do transporte público coletivo depende, cada vez mais, de mecanismos de cofinanciamento público que garantam o acesso da população de baixa renda, estudantes, idosos, pessoas com deficiência e trabalhadores informais ao sistema de mobilidade urbana e regional. No entanto, a ausência de governança e rastreabilidade sobre os subsídios tarifários tem se tornado um dos principais obstáculos à ampliação e à efetividade dessas políticas públicas.

Problemas Estruturais dos Subsídios no Modelo Atual

1. Sub-representação e subfinanciamento crônicos

Grande parte das gratuidades e benefícios tarifários é imposta por lei sem previsão orçamentária compatível, sobrecarregando os operadores e distorcendo a tarifa pública.

2. Repasse com base em estimativas ou planilhas

Muitos municípios e estados realizam os repasses de subsídios com base em planilhas manuais, declarações de embarque e auditorias ex-post, gerando insegurança e atrasos.

3. Falta de controle individualizado e identificação do beneficiário

A ausência de registros por CPF, perfil tarifário e tipo de programa impede a aferição da efetividade da política pública e expõe o sistema a fraudes e desperdícios.

4. Opacidade dos fluxos financeiros

Sem segregação contábil entre o que é pago pelo cidadão e o que é coberto por



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

subsídio público, o modelo compromete a transparência, a accountability e a previsibilidade fiscal.

5. Barreiras ao financiamento público e privado

A ausência de dados auditáveis e processos rastreáveis impede que fundos públicos estaduais e federais aportem recursos com base em resultados mensuráveis, e afasta investidores privados que exigem previsibilidade regulatória e contratual.

B. A Governança como Pré-requisito para Políticas Públicas Escaláveis

A implantação de uma Clearing Multimodal dos Transportes com arquitetura baseada em ABT (Account-Based Ticketing) e liquidação parametrizada por regras públicas é condição essencial para a transição de um modelo informal e reativo para uma política de subsídios estruturada, escalável e auditável.

Essa nova governança permite:

- Controle em tempo real por CPF, operador e tipo de benefício;
- Substituição do repasse baseado em estimativa por repasse por fato gerador (catracada validada);
- Segregação da receita pública e privada, permitindo rastreabilidade e prestação de contas;
- Auditorias por entidade pública ou independente, com base em dados originados nos validadores embarcados e sincronizados com a Clearing;
- Estruturação de contratos públicos de desempenho, onde o subsídio é pago conforme indicadores de qualidade e serviço prestado;
- Acesso a fontes de financiamento estruturado, como fundos federais, operações com lastro nos subsídios (FIDCs públicos) ou parcerias com bancos de desenvolvimento.

C. A Política Pública Depende da Infraestrutura de Governança

Sem um sistema de bilhetagem digital interoperável, com regras de liquidação auditáveis, não é possível expandir programas como:

- Passe Livre Estudantil ou subsídio;
- Transporte Gratuito ao Idoso e PCD;
- Cartões de Transporte para Saúde e Assistência Social;
- Integração tarifária metropolitana com subsídio cruzado entre entes federativos.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Cada um desses programas requer registro individualizado, regras públicas e validação automática das viagens para garantir legalidade, eficiência e continuidade.

Padronização técnica e abertura a novos emissores:

O modelo permite credenciar múltiplos emissores e carteiras digitais, inclusive de entrantes fintechs, criando um ecossistema mais competitivo, interoperável e com maior eficiência.

Aplicações específicas ao Vale-Transporte:

A digitalização do VT sob um modelo padronizado permite que o empregador aloque créditos diretamente em carteiras interoperáveis, reduzindo intermediações, fraudes e custos. Isso reforça a função do benefício sem comprometer a liberdade de escolha do trabalhador.

Interoperabilidade entre modais e regiões:

Ao integrar ônibus urbanos, trens, metrô, DRTs, transporte rodoviário e serviços complementares, a Clearing torna possível uma mobilidade verdadeiramente multimodal. Isso atende às exigências das regiões metropolitanas e facilita a integração contratual entre diferentes entes federativos.

A SECURITIZAÇÃO DOS RECEBÍVEIS DO TRANSPORTE: Transformação da receita tarifária em ativo financeiro

Securitização de recebíveis é o processo de transformar receitas futuras — como o valor das passagens validadas por meio da bilhetagem digital — em recursos financeiros disponíveis no presente. No contexto da Clearing Multimodal, cada catracada registrada e liquidada em ambiente auditável e rastreável se converte em um ativo financeiro confiável, permitindo ao poder público e aos operadores anteciparem receitas e acessarem crédito com menor risco e maior previsibilidade. Essa transformação é possível graças a uma arquitetura digital composta por três pilares integrados: a Carteira Digital do Transporte (CDT), a Clearing Financeira de Recebimentos (CFR) e a Câmara de Compensação Tarifária (CCT). A segregação de funções, a liquidação parametrizada e o controle público da Conta Sistema



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

permitem que os direitos creditórios associados à bilhetagem se tornem ativos líquidos, certos e exigíveis.

A securitização dos recebíveis tarifários consiste na antecipação de fluxos futuros de receita decorrentes da venda de passagens — tanto pagas diretamente pelos usuários quanto cobertas por subsídios públicos — com base em contratos de concessão, dados auditáveis e liquidação segregada. Para que isso ocorra com segurança jurídica e atratividade financeira, é imprescindível a existência de três pilares estruturantes:

Separação entre arrecadação e liquidação

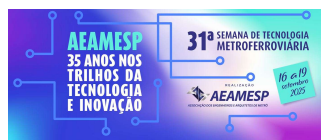
O modelo ABT e a Clearing dos Transportes viabilizam a dissociação entre o momento da arrecadação (cash-in) e o direito à remuneração (catracada validada).

Controle dos subsídios e receitas públicas

A participação de entes públicos no financiamento do transporte por meio de subsídios tarifários requer instrumentos que garantam rastreabilidade, controle por CPF e por fonte pagadora, além de segregação contábil. A Clearing Multimodal viabiliza a contabilização individualizada desses subsídios, possibilitando seu uso como parte dos recebíveis a serem securitizados — com maior segurança jurídica e previsibilidade fiscal.

Geração de ativos padronizados, auditáveis e performados

Com o registro completo e auditável de 100% das passagens na Clearing, incluindo a origem da receita (PIX, VT, cartão etc.), perfil do usuário (comum, estudante, idoso, PCD), linha, horário, operador e georreferenciamento da viagem, cada transação deixa de ser apenas uma informação operacional e passa a se constituir como evidência econômica de um serviço prestado. Esses dados estruturados e validados em tempo real tornam possível classificar as receitas geradas como direitos creditórios líquidos, certos e exigíveis — ou seja, ativos financeiros com valor mensurável e juridicamente reconhecível.



Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

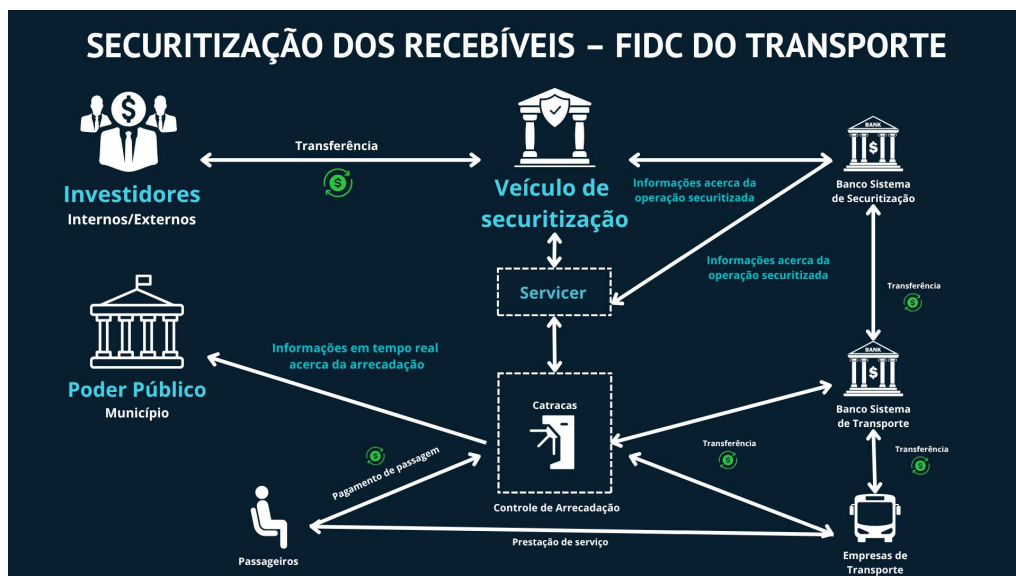


Figura 9 – Securitização dos recebíveis – FIDC DO TRANSPORTE Fonte: Autor

A. Requisitos Atendidos para Securitização de Recebíveis do Transporte

O modelo atende integralmente aos requisitos para que os recebíveis tarifários possam ser securitizados e utilizados como colateral em operações financeiras:

- Liquidação auditável e segregada por operador, linha, faixa horária, tipo de cliente e forma de pagamento;
- Rastreabilidade completa da origem da receita (por CPF, carteira digital, bilhete avulso, VT, gratuidade ou meio aberto);
- Controle em tempo real da base de passagens validadas, com conciliação automática com os fluxos de arrecadação;
- Governança pública da Conta Sistema, com liquidação diferida pelo saldo líquido e gestão da CCT;
- Parametrização contratual da remuneração dos operadores, com base em regras públicas e rastreáveis.

Esses elementos conferem às passagens o status de direito creditório líquido, certo e exigível, permitindo sua utilização em mecanismos como:

- FIDCs (Fundos de Investimento em Direitos Creditórios) lastreados nas catracadas líquidas;
- Operações de antecipação de receita com bancos públicos ou privados;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

- Parcerias público-privadas com remuneração variável por desempenho;
- Blended finance, com uso de garantias públicas ou multilaterais;
- Emissão de debêntures incentivadas ou green bonds, com base em receitas de transporte sustentável.

B. Interessados na Estrutura

Diversos stakeholders têm interesse direto na consolidação desta arquitetura:

- Operadores de Transporte: obtêm previsibilidade de receitas, acesso a crédito e desintermediação da arrecadação.
- Poder Público (Municípios e Estados): controla os subsídios, define políticas públicas com base em dados auditáveis e reduz riscos fiscais.
- Investidores institucionais e bancos: veem a possibilidade de financiar projetos com garantias reais e monitoramento automatizado do desempenho.
- Empresas de benefícios e fintechs: podem atuar como emissores de créditos ou integrar soluções de pagamento interoperáveis.
- Organismos multilaterais (BNDES, CAF, BID, etc.): encontram uma estrutura transparente e escalável para apoiar políticas públicas e projetos de mobilidade urbana.

C. Impactos para Operadores e Municípios

Para os operadores, o modelo:

- Elimina incertezas na arrecadação, ao substituir repasses manuais por fluxos liquidados automaticamente;
- Permite o uso de direitos creditórios como garantia de crédito de curto, médio e longo prazo;
- Reduz dependência de empresas de bilhetagem legadas e de estruturas cartoriais.

Para os municípios:

- Aumenta o controle sobre a execução orçamentária dos subsídios;
- Permite o planejamento de novas políticas de mobilidade com base em indicadores reais;
- Reduz a fragmentação entre modais e regiões, facilitando a integração multimodal e metropolitana.

D. Perspectiva para Investidores e Financiadores



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Investidores e financiadores devem ver essa estrutura como:

- Uma infraestrutura pública crítica, de baixo risco e alto controle regulatório;
- Um meio de apoiar projetos de impacto social com retorno previsível e monitorável;
- Plataforma habilitadora de PPPs e concessões, com transparência e segurança para contratos de longo prazo;
- O início da formação de um novo mercado de ativos lastreados em mobilidade urbana, com potencial para se tornar tão relevante quanto os setores de energia e saneamento.

ROADMAP: Sandbox regulatório como estratégia de implantação

A criação de ambientes controlados para testes (sandbox) permite validar juridicamente o modelo, mitigar riscos e construir maturidade institucional antes da adoção em larga escala.

A implantação de uma Clearing Multimodal dos Transportes, que atue de forma integrada sobre diferentes modais, operadores e fontes de financiamento (tarifa pública, vale-transporte, subsídios, gratuidades), demanda a superação de barreiras institucionais, jurídicas e operacionais que ainda não estão plenamente normatizadas no arcabouço regulatório vigente. Nesse contexto, o uso de um sandbox regulatório torna-se essencial como ambiente controlado de experimentação, validação técnica e construção normativa.

A. O que é um Sandbox Regulatório?

Um sandbox regulatório é um instrumento jurídico-institucional que permite testar inovações tecnológicas e modelos de negócio sob supervisão direta de autoridades reguladoras, com regras específicas e temporárias. Seu principal objetivo é permitir a validação de soluções inovadoras em ambiente real, mas com riscos mitigados e requisitos regulatórios adaptados, até que se possa construir um marco regulatório definitivo e replicável.

Aplicado ao setor de transportes, o sandbox pode:

- Criar exceções normativas temporárias para testar a interoperabilidade entre modais;
- Permitir a entrada de novos emissores, adquirentes e meios de pagamento;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- Avaliar os impactos de novos modelos de liquidação tarifária, incluindo mecanismos de controle dos subsídios e da Conta Sistema;
- Desenvolver diretrizes técnicas para homologação de equipamentos e validação de dados em tempo real;
- Consolidar boas práticas de governança, auditoria e proteção de dados.

B. A importância do Sandbox na Mobilidade Metropolitana

A Clearing Multimodal dos Transportes rompe com os modelos tradicionais de bilhetagem — historicamente concentrados em arranjos fechados, card-based, com emissão centralizada e baixa transparência institucional. A transição para um modelo ABT interoperável, com múltiplos emissores, meios de pagamento e subsídios liquidados com base na catracada, exige testes em ambiente real e governado, onde os atores públicos e privados possam operar com segurança jurídica e aprendizado mútuo. As regiões metropolitanas, em especial, concentram os desafios mais agudos de integração entre municípios, modais e operadores com diferentes contratos, tarifas e níveis de subsídio. É justamente nesse ambiente que o sandbox regulatório pode cumprir papel estratégico:

- Validar a viabilidade técnica da integração entre ônibus urbanos, trens, metrô, transporte intermunicipal, DRTs, táxis e micromobilidade;
- Testar regras de interoperabilidade tarifária e liquidação financeira multientes;
- Estabelecer métricas e critérios para auditoria e compensação tarifária em contextos de múltiplos prestadores;
- Consolidar diretrizes para o controle dos subsídios sociais e do VT, com rastreabilidade por CPF e fonte pagadora;
- Permitir o credenciamento supervisionado de emissores e carteiras digitais, ampliando a concorrência com segurança.

C. Resultados Esperados

A criação de um sandbox regulatório para a Clearing Multimodal permitirá:

- Construir confiança institucional entre órgãos gestores, operadores e investidores;
- Mitigar os riscos regulatórios de adoção em larga escala;
- Desenvolver um modelo regulatório escalável que possa ser adotado por outras regiões;
- Atrair novos atores econômicos (fintechs, bancos, empresas de benefícios) com regras claras e auditáveis;



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

- Validar a estrutura de securitização de recebíveis tarifários como instrumento de financiamento sustentável do setor.

CONCLUSÕES

A proposta da Clearing Multimodal dos Transportes representa uma transformação estrutural no ecossistema da bilhetagem eletrônica no Brasil, rompendo com os modelos centralizados, proprietários e de baixa transparência que marcaram a evolução do setor nas últimas décadas. Ao separar, de forma clara e funcional, as camadas de pagamento, direito de uso e liquidação financeira, essa nova arquitetura oferece um caminho concreto para a construção de um sistema de mobilidade mais integrado, auditável e financeiramente sustentável.

A infraestrutura proposta não apenas viabiliza a interoperabilidade técnica entre diferentes modais e entes federativos, mas também oferece a base institucional necessária para o controle de subsídios públicos, a gestão das políticas tarifárias e a atração de novos investimentos privados. A combinação de Carteira Digital do Transporte (CDT), Clearing Financeira de Recebimentos (CFR) e Câmara de Compensação Tarifária (CCT), operando de forma sincronizada e com governança pública, permite transformar passagens validadas em ativos financeiros auditáveis — condição indispensável para o acesso a crédito estruturado, securitização de recebíveis e parcerias público-privadas.

Ao incorporar as diretrizes do Banco Central — como o uso intensivo do PIX, a integração com o Open Finance e a adoção de arranjos closed loop com ativos tokenizados — a Clearing Multimodal se posiciona como uma camada funcional da infraestrutura financeira nacional, apta a operar tanto benefícios públicos (como gratuidades e programas sociais) quanto direitos tarifários privados (como o Vale-Transporte), com rastreabilidade plena e liquidação pós-fato.

Para consolidar essa transformação, é essencial que os entes públicos atuem como indutores do novo modelo, promovendo a padronização técnica, a abertura a novos emissores e a estruturação de contratos públicos ancorados em dados e liquidação segregada. Ambientes de teste controlado — como sandboxes regulatórios — podem



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

acelerar essa transição, permitindo validar tecnologias, regras de interoperabilidade e mecanismos de financiamento com segurança jurídica.

A consolidação da Clearing Multimodal como infraestrutura crítica de Estado não é apenas uma resposta técnica às limitações da bilhetagem tradicional. É um passo decisivo para posicionar o transporte coletivo como política pública de impacto, como ativo financeiro performado e como instrumento de desenvolvimento urbano, ambiental e social. Trata-se de garantir que a mobilidade do futuro seja interoperável, transparente, cofinanciada e centrada no cidadão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- **Banco Central do Brasil.** *Agenda BC# – Inovação.* Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/acessoinformacao/bcmaisinovacao>
(Destaca os eixos de inovação do BCB, incluindo Pix, Open Finance e o Drex como pilares de uma nova infraestrutura financeira.)
- **Banco Central do Brasil.** *Pix como infraestrutura de pagamentos instantâneos: fundamentos e diretrizes.*
Disponível em: <https://www.bcb.gov.br/estabilidadefinanceira/pix>
(Base conceitual do Pix, destacando seu papel como infraestrutura pública de pagamentos no país.)
- **X4Fare.** *Documentação técnica da Plataforma de Clearing dos Transportes.* São Paulo, 2024.
- **McKinsey & Company.** *Reinventando a infraestrutura de mobilidade com dados e fintechs.* 2024.
- **ABDIB.** *Propostas para a modernização da mobilidade urbana no Brasil.* São Paulo, 2023.
- **World Bank.** *Mobility as a Service (MaaS): Opportunities and Challenges.* Washington, 2021.
- **BNDES.** *Modelagem de concessões de transporte público urbano.* Brasília, 2022.
- **Lei Federal nº 14.133/2021** – Nova Lei de Licitações e Contratos Administrativos.
- **Lei nº 13.709/2018** – Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD).
- **Decreto Federal nº 10.854/2021** – Regulamentação do Vale-Transporte e demais benefícios trabalhistas.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA **12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS**

APÊNDICE – Alinhamento da Clearing dos Transportes à Estratégia do Banco Central: PIX, Open Finance e Benefícios Tokenizados (Closed Loop)

A proposta da Clearing Multimodal dos Transportes está fortemente alinhada à nova infraestrutura financeira que vem sendo construída no Brasil sob a liderança do Banco Central, com base em três pilares estruturantes: PIX, Open Finance e a tokenização de ativos e stablecoins setoriais.

Essa convergência estratégica permite posicionar a Clearing como uma infraestrutura de liquidação de benefícios públicos e privados, análoga aos sistemas financeiros tradicionais, porém com foco específico na mobilidade urbana e regional e na execução de políticas públicas setoriais de transporte.

O PIX como Backbone de Arrecadação Tarifária e Liquidação Imediata

O PIX representa hoje a maior parte das transações em sistemas que utilizam ABT (Account-Based Ticketing), superando cartões de crédito e faturas de VT. Com sua adoção como meio de carregamento das carteiras digitais e como meio de pagamento direto na catraca, o PIX:

- Proporciona liquidez instantânea;
- Reduz custos operacionais e bancários;
- Garante rastreabilidade completa por CPF, operador, linha, tarifa e horário;
- Possibilita planos mensais, assinaturas, integração com cashback e fidelização;
- Se integra com o Open Finance, permitindo débitos autorizados diretamente na conta do usuário.

Open Finance e a Interoperabilidade de Carteiras Digitais

A arquitetura da Clearing separa os meios de pagamento (carteiras digitais), os direitos de uso (bilhetes) e os processos de liquidação (Clearing e Conta Sistema), criando uma base ideal para interoperabilidade plena, nos moldes do Open Finance:

- Passageiros podem utilizar qualquer carteira conectada à Clearing, inclusive as operadas por bancos, fintechs, empresas de benefícios ou governos;
- Saldos podem ser portáteis entre contas ou cidades, desde que obedecida a rastreabilidade e finalidade específica (ex. transporte);
- Emissores podem oferecer experiências diferenciadas, planos, pacotes e integrações com serviços adicionais.



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

Essa interoperabilidade garante liberdade de escolha ao usuário, competição saudável entre emissores e redução de custos para empregadores e governos — ao mesmo tempo em que mantém controle, governança e auditoria pública sobre os fluxos financeiros.

VT e Programas Governamentais como Stablecoins Setoriais em Arranjos Closed Loop

A grande inovação do modelo proposto está na reconceitualização dos benefícios de transporte (VT, passe estudantil, gratuidade, transporte saúde, etc.) como ativos digitais performáveis, operando sob lógica de closed loop tokenizado, totalmente compatível com as diretrizes do Banco Central para stablecoins setoriais:

- Emissão por entidade credenciada (empresa de benefícios, fintech ou órgão público);
- Recursos segregados, uso exclusivo para transporte;
- Liquidação após fato gerador (catracada);
- Rastreabilidade completa (CPF, linha, operador, geolocalização);
- Impossibilidade de saque ou conversão em dinheiro;
- Transparência e governança pública.

Esses créditos operam, portanto, como stablecoins setoriais lastreadas em serviços públicos, com possibilidade de serem:

- Securitizados (FIDC, debêntures incentivadas, garantias públicas);
- Utilizados em políticas públicas estruturadas e escaláveis;
- Compatíveis com novos instrumentos de política fiscal e social.

A Clearing como Infraestrutura de Liquidação Pós-Fato para o Setor de Mobilidade

A Clearing Multimodal atua como infraestrutura descentralizada de verificação, liquidação e compensação, integrando dados financeiros, operacionais e regulatórios em tempo real. Sua arquitetura:

- Separa o cash-in (meio de pagamento) do fato gerador (viagem validada);
- Permite que emissores privados ou públicos atuem de forma coordenada e auditável;
- Suporta tanto arranjos open loop (PIX, cartões EMV) quanto closed loop (carteiras de VT e benefícios públicos);



31ª SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA 12º PRÊMIO TECNOLOGIA E DESENVOLVIMENTO METROFERROVIÁRIOS

- Possibilita o surgimento de um novo mercado de ativos líquidos e exigíveis, com base nas passagens validadas.

Essa infraestrutura confere à mobilidade o status de infraestrutura financeira pública crítica, assim como o SPB (Sistema de Pagamentos Brasileiro), porém voltada para a liquidação de direitos de uso da mobilidade.

Visão de Futuro: Mobilidade como Camada da Infraestrutura Financeira Nacional

O alinhamento entre a Clearing dos Transportes, o PIX, o Open Finance e os conceitos de ativos digitais tokenizados permite vislumbrar um futuro no qual:

- O Vale-Transporte será 100% digital, interoperável e auditável;
- Os benefícios sociais terão emissão transparente, com repasse automatizado por CPF;
- As carteiras digitais de transporte funcionarão como contas transacionais setoriais, com interoperabilidade plena com bancos, fintechs e arranjos de pagamento;
- A receita tarifária do transporte poderá ser usada como lastro para financiamento público e privado, com menor dependência de aportes orçamentários;
- O cidadão poderá consumir mobilidade de forma modular, integrada e fluida, com acesso garantido por políticas públicas e digitalização dos seus direitos.

Conclusão

A Clearing Multimodal dos Transportes consolida o caminho para que o transporte público, os benefícios sociais e os direitos tarifários sejam integrados à infraestrutura de inovação financeira nacional, com governança pública, rastreabilidade, interoperabilidade e liquidação segura.

Ao posicionar os benefícios de transporte como ativos digitais de circulação restrita (closed loop) e permitir sua integração com meios de pagamento open loop, o modelo propõe uma nova arquitetura funcional para a mobilidade no Brasil — mais justa, eficiente e financeiramente sustentável.