

32^a

**SEMANA DE
TECNOLOGIA
METROFERROVIÁRIA**

**A ESTAÇÃO METROVIÁRIA
INTELIGENTE COMO
CATALISADORA DE ASCENSÃO
SOCIAL E DESENVOLVIMENTO
SUSTENTÁVEL**

Luciano Arruda, CBTU-REC

Introdução: O Paradoxo Socioespacial no Sul Global

1. O Diagnóstico das Metrôpoles

- Segregação Espacial Severa: Coexistência de áreas de alta centralidade corporativa e 'ilhas de vulnerabilidade' marcadas pela pobreza e informalidade estrutural.
- Planejamento Setorial Histórico: Estações metroviárias concebidas exclusivamente sob critérios técnicos e de fluxo de engenharia, desvinculadas das políticas de desenvolvimento social.
- Impacto Social Subutilizado: Sistemas de transporte de alta capacidade que falham em reter valor socioeconômico direto no entorno de suas comunidades.

2. A Hipótese de Transformação

- A Estação de Metrô como Âncora: Entender o transporte não apenas como deslocamento físico, mas como veículo garantidor do acesso à cidadania, saúde, educação e cultura.
- Desenvolvimento Orientado ao Transporte Centrado nas Pessoas (DOT-CP / HOTD): Prioridade às populações historicamente marginalizadas.
- O Conceito EMI-CP: Transição de um nó logístico para um ecossistema territorial que articula e potencializa capacidades humanas (Amartya Sen).

Fundamentação Teórica: Cidades Inteligentes Centradas nas Pessoas

Smart City de 1ª Geração

Foco prioritário em tecnologia digital pura e automação tecnocêntrica.

Medida pelo volume de sensores e processamento técnico.

Risco severo de exclusão digital e aprofundamento das desigualdades urbanas preexistentes.

Human Smart Cities

A tecnologia passa a ter um papel estritamente instrumental.

Subordinação aos direitos humanos, equidade socioespacial e participação ativa da comunidade.

A inteligência como resultado da inteligência coletiva e governança participativa.

A Proposta EMI-CP

Estação Metroviária Inteligente Centrada nas Pessoas.

Integração sistêmica entre Cidades Inteligentes, Justiça Urbana (Harvey/Lefebvre) e o TOD-CP.

Plataforma territorial voltada para a promoção direta da ascensão social.

Benchmarking Internacional: Modelos e Lições Adaptativas

King's Cross (Londres)

- Conceito: Regeneração de antiga área industrial degradada de 27 hectares.
- Ativos: Instalação de universidades, sedes de inovação (Google) e espaços públicos.
- Alerta de Risco: Elevado risco de gentrificação imobiliária.
- Lição: Estação como âncora de economia criativa e educação.

Futian (Shenzhen)

- Conceito: Integração de alta velocidade, trens regionais e infraestrutura digital.
- Ativos: Sensores em tempo real e eficiência técnica de grande escala.
- Limitação: Governança estatal rígida, baixa participação comunitária.
- Lição: Conectividade integrada e monitoramento ambiental digital.

Gangnam (Seul)

- Conceito: Integração entre alta densidade, mobilidade ativa e qualidade espacial.
- Ativos: Excelente caminhabilidade, uso compacto do solo e comércio de alta vitalidade.
- Lição: Mobilidade centrada no pedestre e espaços públicos de convivência dinâmica.

O Laboratório Real: Estação Joana Bezerra (Recife)

Centralidade Metropolitana Alta

- Conectividade Estratégica: Integração entre a Linha Centro do Metrô do Recife, terminal de ônibus metropolitanos e corredores viários principais.
- Adjacência Econômica Crítica: Proximidade imediata com o Centro Histórico, Polo Médico do Recife (2º maior do Brasil) e importantes polos jurídicos/institucionais.

Vulnerabilidade Socioespacial Muito Alta

- Segregação Física Infraestrutural: O bairro é segregado e isolado fisicamente pelas elevações da Av. Agamenon Magalhães.
- Exclusão Estrutural: A comunidade adjacente do Coque enfrenta baixa renda familiar, moradia precária em áreas alagáveis e dependência de comércio informal.
- Ativo Humano Resiliente: Capital social comunitário de forte identidade e redes solidárias locais de apoio social.



Modelo Conceitual: Estruturação Sistêmica da EMI-CP

Nível I: Infraestrutura

Base física e operacional que suporta o funcionamento da estação.

- Sistema metroferroviário e integração multimodal eficiente.
- Acessibilidade universal completa.
- Infraestrutura digital de conectividade pública gratuita e sensores urbanos.

Nível II: Eixos de Ação

Cinco dimensões estratégicas operadas de forma integrada:

- Mobilidade Inteligente
- Inclusão Social
- Desenvolvimento Econômico
- Sustentabilidade Ambiental
- Governança Participativa

Nível III: Resultados

Impactos territoriais e de emancipação gerados no território:

- Ascensão Social: Ampliação de oportunidades educativas e econômicas.
- Desenvolvimento Sustentável: Integração social, verde e econômica.
- Resiliência Territorial face às mudanças urbanas.

Planos de Ação: Programas Estruturantes (Parte 1)

P1: Mobilidade Inclusiva

- Integração Multimodal Plena: Tarifas integradas e sistema digital de informação.
- Mobilidade Ativa: Rede cicloviária integrada e bicicletas compartilhadas.
- Acessibilidade: Eliminação de barreiras arquitetônicas no entorno.
- ODS Prioritários: ODS 9, 11 e 13.

P2: Educação e Inclusão

- Centro de Formação Tecnológica: Capacitação em programação, IA, BIM e energias limpas.
- Laboratório Maker Comunitário: Prototipagem e soluções locais.
- Inclusão Digital: Conectividade gratuita de alta velocidade na estação.
- ODS Prioritários: ODS 4, 8 e 9.

P3: Economia Criativa

- Incubadora de Negócios: Mentoria a negócios liderados por mulheres e economia solidária.
- Mercado Criativo da Estação: Área para comercialização de gastronomia e artesanato local.
- Turismo e Memória Urbana: Valorização da história ferroviária do Coque.
- ODS Prioritários: ODS 1, 8 e 10.

Planos de Ação: Programas Estruturantes (Parte 2)

P4: Sustentabilidade e Resiliência Climática

- Parque Linear do Capibaribe: Integração de áreas verdes, lazer comunitário e recuperação ativa das margens de manguezal.
- Drenagem Urbana Sustentável: Jardins de chuva e calçamentos permeáveis para mitigação estrutural de inundações em áreas baixas.
- Transição Energética: Instalação de painéis fotovoltaicos nas coberturas da estação e sistemas inteligentes de consumo eficiente.
- ODS Prioritários: ODS 11, 13 e 15.

P5: Governança e Laboratórios Vivos (Living Labs)

- Conselho Comunitário da EMI-CP: Gestão tripartite compartilhada entre comunidade, operadores de transporte e poder público.
- Observatório de Joana Bezerra: Acompanhamento estatístico dos indicadores socioespaciais.
- Plataforma Participativa Digital: Ferramenta integrada de orçamento participativo e consultas populares.
- ODS Prioritários: ODS 16 e 17.

Monitoramento de Impacto: O Índice IMI-DSH

Mensuração Multidimensional Integrada

- O IMI-DSH: Índice do Metrô Inteligente para o Desenvolvimento Sustentável e Humano.
- Objetivo: Monitorar de forma integrada a evolução territorial e social produzida pela implantação do modelo na comunidade.
- Centralidade de Impacto: Pesos estruturados priorizando Mobilidade Acessível e Inclusão Social ativa.
- Transparência: Publicação continuada sob a gestão do Observatório Urbano de Joana Bezerra.

Dimensão do IMI-DSH	Peso Relativo (%)
Mobilidade e Acessibilidade	20%
Inclusão Social	20%
Educação e Capacitação	15%
Desenvolvimento Econômico	15%
Sustentabilidade Ambiental	10%
Tecnologia e Inovação	10%
Governança Participativa	10%

O Índice Composto IMI-DSH e suas Subdimensões Ponderadas

Estrutura de avaliação dinâmica das metas regulatórias, econômicas, territoriais, sociais e ecológicas

EQUAÇÃO GERAL DO ÍNDICE DO METRÔ INTELIGENTE PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL E HUMANO:

$$\text{IMI-DSH} = 0,25 \cdot \text{IMM} + 0,25 \cdot \text{IIT} + 0,25 \cdot \text{IDSM} + 0,25 \cdot \text{IMA}$$

1. IMM (Tecnológico)

Peso: 25%

Índice de Modernização
Metroferroviária

Avalia frotas, digitalização das operações, eficiência energética de tração, sistemas inteligentes (sensores e Big Data) e práticas de inovação aberta.

2. IIT (Territorial)

Peso: 25%

Índice de Integração Territorial

Mensura a caminhabilidade da estação, o uso misto do solo, a densidade populacional próxima, a acessibilidade física ativa e a conectividade com ciclovias.

3. IDSM (Social)

Peso: 25%

Índice de Desenvolvimento
Socioespacial

Monitora a inclusão digital (Wi-Fi gratuito), telessaúde, fomento ao emprego na comunidade, segurança pública do entorno e participação comunitária.

4. IMA (Ecológico)

Peso: 25%

Índice de Monitoramento Ambiental

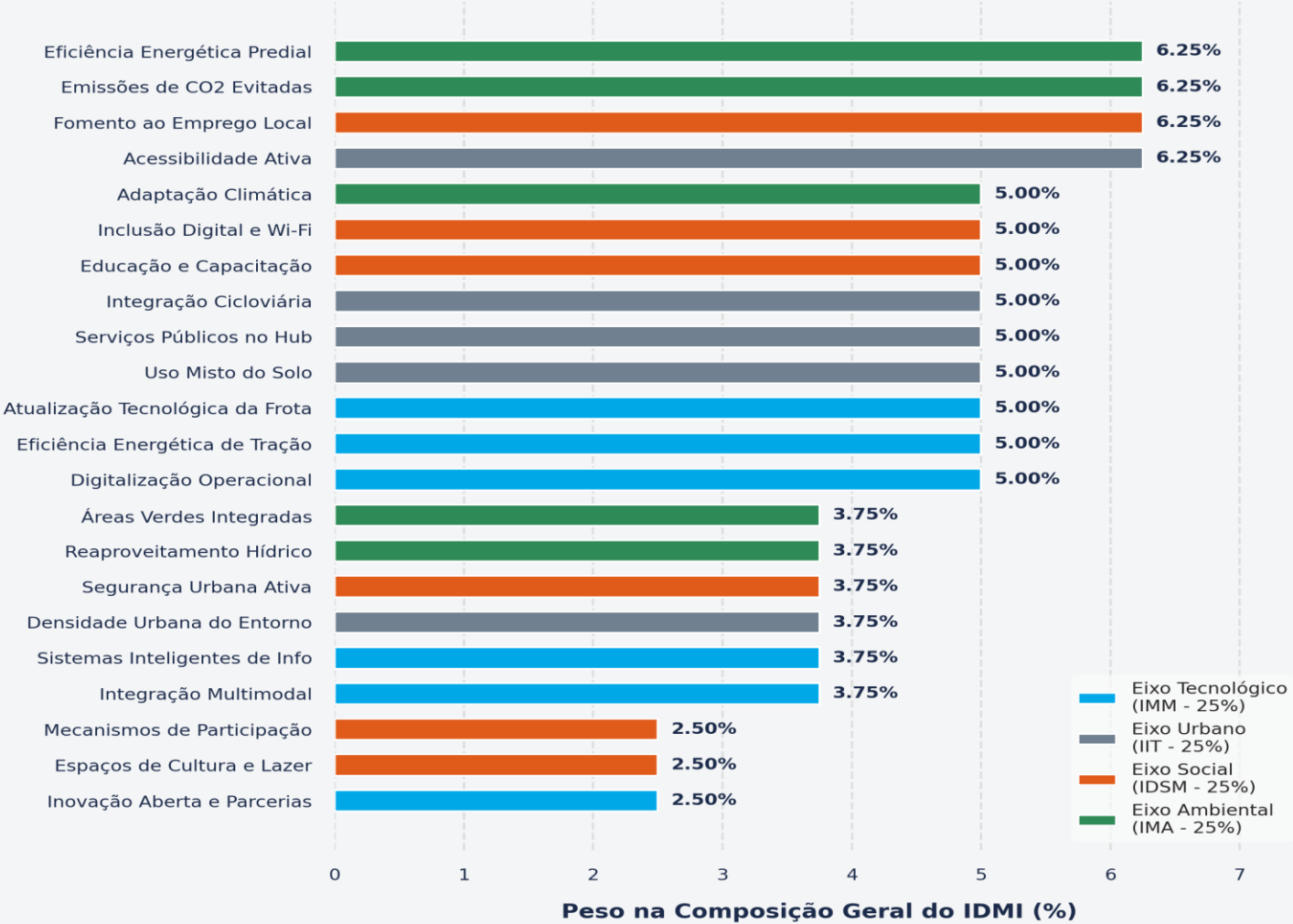
Acompanha a pegada de descarbonização (CO2 evitado), eficiência predial, reaproveitamento hídrico local, áreas verdes e resiliência climática.

Harmonização de 22 Parâmetros Técnicos, Urbanos, Sociais e Ecológicos

A composição matemática integrada impede o tecnocentrismo ao garantir pesos equilibrados ao desenvolvimento humano

Equilíbrio Multidimensional

- Cada eixo estrutural responde por exatos 25% do peso na nota do IMI-DSH.
- O modelo impede que a concessionária atinja notas aceitáveis focando apenas na modernização de trens (IMM), obrigando a entrega de calçadas, segurança, Wi-Fi e sustentabilidade ambiental.
- Parâmetros de maior peso individual (6.25%): Acessibilidade Ativa (AA), Fomento ao Emprego Local (EL), Descarbonização (CO2) e Eficiência Predial (EF).
- Fornece uma régua matemática estável para a fiscalização regulatória e comitês tripartites.



Implicações Estratégicas para Concessões do Metrô

Paradigma Tradicional de Gestão

- Foco Estrito Operacional: Critérios exclusivos de eficiência de custos, equilíbrio contratual e faturamento tarifário simples.
- Perigo da Estagnação Territorial: Contratos rígidos de longa duração (30+ anos) congelam as estações como meros locais de embarque.
- Fragmentação do Planejamento: Gestão isolada do transporte que desconsidera e abandona o tecido social ao redor.
- Perda de Valor Social Coletivo: Subutilização do espaço público como vetor econômico.

Modelo Proposto: Concessão com Valor Social

- A Estação como Ativo Social Comum: Mensuração de retornos utilizando metodologias de Retorno Social sobre Investimento (SROI).
- Metas Sociais em Contrato: Inclusão obrigatória de indicadores de capacitação, inclusão digital e emprego local.
- Financiamento Urbano Inteligente: Subsídio cruzado via captura de mais-valia imobiliária (Land Value Capture - LVC) no entorno das estações.

Conclusões: Um Novo Paradigma para o Sul Global

Recomendações Práticas e Caminho a Seguir

1. Institucionalização de Diretrizes EMI-CP: Reconhecimento formal das estações metroviárias como equipamentos de desenvolvimento humano nos Planos Diretores metropolitanos.
 2. Estação Joana Bezerra como Projeto-Piloto: Criação de um laboratório vivo urbano piloto para validar de forma empírica o modelo e a metodologia do IMID-SH antes da expansão sistêmica.
 3. Financiamento com Base em Valor Coletivo: Implementação de mecanismos de captura de valorização imobiliária para viabilizar os investimentos de impacto social.
 4. Integração da Rede Acadêmica: Fortalecimento da cooperação contínua com as universidades pernambucanas para inovação aberta, avaliação técnica e governança compartilhada.
- Conclusão Principal: A inteligência de uma metrópole reside na redução ativa das desigualdades históricas e na promoção direta da dignidade humana através de suas infraestruturas públicas comuns.

32^a

SEMANA DE TECNOLOGIA METROFERROVIÁRIA

OBRIGADO(A)!

LUCIANO.ARRUDA@CBTU.GOV.BR



13ª Edição
Prêmio
Tecnologia &
Desenvolvimento
Metroferroviários

ANP **TRILHOS**
Associação Nacional dos Transportadores
de Passageiros sobre Trilhos

TIC **TRENS**

 **AEAMESP**
ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS E ARQUITETOS DE METRÔ