

# Revisão da metodologia de cálculo da população beneficiada nas operações de crédito com recursos do FGTS – Mobilidade Urbana

CGDI/DEREG/SEMOB

## Nota metodológica

### 1. Fundamento normativo

A estimativa da população beneficiada por operações de crédito com recursos do FGTS decorre de obrigação normativa expressa.

A **Lei nº 8.036, de 11 de maio de 1990**, em seu art. 6º, inciso VII, atribui ao gestor da aplicação a competência de “definir as metas a serem alcançadas nos programas de habitação popular, saneamento básico e infra-estrutura urbana”.

A **Resolução nº 702, de 4 de outubro de 2012**, em seu art. 2º, inciso XVII, define o Orçamento Operacional como “orçamento composto pelo Plano de Contratações e Metas Físicas, contendo os recursos para contratação de todos os Programas de Aplicação (...), bem como a geração de empregos e a **população beneficiada** em nível nacional”.

Assim, a presente metodologia visa atender à necessidade de estimar, de forma parametrizada e consistente, a população beneficiada pelos empreendimentos de mobilidade urbana financiados com recursos do FGTS, conforme exigido pelo arcabouço normativo vigente.

Como referência técnica complementar para custos médios e caracterização de tipologias de mobilidade urbana, foi considerado o **Estudo Nacional de Mobilidade Urbana (ENMU)**, iniciativa do BNDES em parceria com o Ministério das Cidades, especialmente os resultados parciais, relatórios de diagnóstico, levantamento de planos de investimento e demais entregas públicas do projeto.<sup>1</sup>

### 2. Objetivo

Estabelecer uma metodologia parametrizada para estimar o número de pessoas beneficiadas por empreendimentos de mobilidade urbana financiados pelo Ministério das Cidades (MCID), a partir das informações usualmente disponíveis na carteira de investimentos, especialmente:

- tipologia do empreendimento;
- extensão da intervenção, em quilômetros;
- densidade média do município;
- complexidade relativa do investimento; e
- valor de investimento<sup>2</sup>.

---

<sup>1</sup>BNDES. **Estudo Nacional de Mobilidade Urbana - ENMU: resultados parciais**. Disponível em: [https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/bndes-fep!/ut/p/z1/fY6xjoMwDIZ3noKFMXJaobt2RB2uqo6BDbjJUBtziKyRAktM9\\_gGl7dbFv2X93yeDCsIwCCCFYlrW8UhQGn\\_5io6NxxhZyKNTH-TP7OhyTePMt03QnMxlnaRLvZXzYwmkBX\\_xseE\\_kK7HWnwEF\\_wyDSkBVrvjv6c5CXuiZ7Zm0dO18tH0WyMR1Fcuo0VHFH2pII9mQHxzZDCmusjY0kWeeXZXGIC\\_WPm9B4V4maR GdKbnliSPixRI1ijOtbN0tEj2PFyBb6myr-AUIFXcU!/. Acesso em: 9 maio 2026.](https://www.bndes.gov.br/wps/portal/site/home/conhecimento/pesquisaedados/estudos/bndes-fep!/ut/p/z1/fY6xjoMwDIZ3noKFMXJaobt2RB2uqo6BDbjJUBtziKyRAktM9_gGl7dbFv2X93yeDCsIwCCCFYlrW8UhQGn_5io6NxxhZyKNTH-TP7OhyTePMt03QnMxlnaRLvZXzYwmkBX_xseE_kK7HWnwEF_wyDSkBVrvjv6c5CXuiZ7Zm0dO18tH0WyMR1Fcuo0VHFH2pII9mQHxzZDCmusjY0kWeeXZXGIC_WPm9B4V4maR GdKbnliSPixRI1ijOtbN0tEj2PFyBb6myr-AUIFXcU!/)

A metodologia foi concebida para permitir sua aplicação em larga escala, inclusive em contextos nos quais não estejam disponíveis, de forma sistemática e abrangente, estudos de demanda, dados operacionais, contagens de passageiros ou bases georreferenciadas detalhadas. Ainda que parte dos empreendimentos disponha de estudos e informações mais robustas, a metodologia tem por finalidade produzir uma estimativa parametrizada e comparável da população potencialmente beneficiada pelas intervenções apoiadas com recursos federais.

#### ! Importante

A presente metodologia não tem a pretensão de substituir estimativas oriundas de estudos específicos de demanda desenvolvidos para cada empreendimento. Seu objetivo é oferecer uma estimativa parametrizada e tecnicamente fundamentada da população potencialmente beneficiada, aplicável de forma sistemática ao conjunto da carteira, especialmente nos casos em que tais estudos não estejam disponíveis. Ao incorporar fatores como extensão da obra, densidade demográfica, tipologia da intervenção e intensidade do investimento, busca-se uma aproximação mais aderente à realidade do que o critério exclusivamente financeiro atualmente vigente.

Para fins desta metodologia, adota-se como referência a estimativa de **pessoas potencialmente beneficiadas**, em razão da indisponibilidade de dados de demanda observada ou projetada. O novo cálculo não pretende reproduzir a demanda real, mas oferecer uma medida parametrizada e comparável do alcance potencial de cada intervenção.

### 3. Critério atualmente utilizado

A fórmula atualmente utilizada constitui um critério simplificado de estimativa da população beneficiada, baseado exclusivamente no valor do investimento. Sua principal vantagem reside na facilidade de aplicação operacional, uma vez que demanda apenas a informação do montante investido.

Trata-se de abordagem útil em contextos de escassez de informações, especialmente quando não se dispõe de dados físicos, territoriais ou operacionais mais detalhados sobre os empreendimentos. Não obstante, por fundamentar-se exclusivamente na variável financeira, essa fórmula não diferencia adequadamente intervenções de naturezas distintas, tampouco incorpora aspectos relevantes como tipologia do empreendimento, extensão física da obra, densidade urbana do município e complexidade relativa do investimento.

Como consequência, empreendimentos substancialmente distintos podem resultar em estimativas semelhantes sempre que apresentem valores de investimento próximos, o que reduz a aderência da estimativa às características concretas de cada projeto.

Nesse contexto, a presente proposta metodológica busca aperfeiçoar o critério atualmente utilizado, incorporando variáveis físicas, territoriais e tipológicas capazes de qualificar a estimativa da população potencialmente beneficiada.

A fórmula atualmente utilizada é expressa da seguinte forma:

$$PB = \left( \frac{\text{Valor do investimento}}{2.500} \right) \times 2,96$$

---

<sup>2</sup>O valor do investimento é utilizado subsidiariamente quando não se tem a extensão do empreendimento.

#### 4. Por que a mobilidade urbana exige uma abordagem diferente

Enquanto outros programas do FGTS — como habitação e saneamento — contam com métricas de benefício direto e estático, a mobilidade urbana apresenta características que inviabilizam esse tipo de mensuração simples.

Na **habitação**, o nexo é direto: uma casa entregue corresponde a uma família beneficiada. No **saneamento**, uma ligação efetuada corresponde a um domicílio atendido. Em ambos os casos, o benefício é pontual, localizável e contável por unidade.

Na **mobilidade urbana**, o benefício é de natureza fundamentalmente distinta:

- é **sistêmico**: não se localiza em um ponto, mas se distribui ao longo de uma rede;
- é **dinâmico**: decorre do deslocamento, não da infraestrutura em si;
- depende do **entorno**: a mesma obra produz efeitos diferentes conforme a densidade urbana, a tipologia da intervenção e a extensão do corredor; e
- é **multimodal**: diferentes tipologias (metrô, BRT, ciclovia, calçada) produzem benefícios de naturezas e alcances distintos.

Essas características tornam inadequada a simples conversão de valor investido em número de beneficiários — abordagem que ignora as dimensões territoriais, tipológicas e operacionais que determinam o alcance efetivo de cada intervenção. É essa complexidade que justifica a adoção de uma metodologia paramétrica capaz de incorporar múltiplas variáveis na estimativa da população potencialmente beneficiada.

#### 5. Hierarquia de aplicação da metodologia

A presente metodologia foi desenvolvida para viabilizar a estimativa parametrizada da população beneficiada em contextos de ausência ou limitada disponibilidade de dados mais precisos. Assim, sua aplicação é recomendada sempre que não houver informações suficientes para mensuração direta ou mais refinada dos beneficiários.

Não obstante, caso existam dados técnicos mais consistentes para determinado empreendimento, estes deverão prevalecer sobre a metodologia paramétrica aqui proposta, observada a seguinte ordem de prioridade:

##### Nível 1. Dados de demanda

Quando houver estudos de demanda, contagens operacionais ou projeções tecnicamente consistentes, essas informações deverão prevalecer sobre a metodologia paramétrica.

##### Nível 2. Dados georreferenciados

Quando houver traçado georreferenciado, estações, áreas de influência delimitadas ou bases espaciais que permitam estimar com maior precisão a população efetivamente atendida, tais informações deverão ser utilizadas preferencialmente.

##### Nível 3. Fórmula paramétrica

Na ausência das informações anteriores, deverá ser aplicada a presente metodologia, com uso dos parâmetros definidos neste documento.

#### 6. Tipos de empreendimentos em mobilidade urbana (tipologia)

A metodologia aplica-se aos seguintes grupos de empreendimentos, organizados conforme a natureza física e operacional da intervenção.

##### 6.1 Obras lineares

Incluem-se neste grupo empreendimentos cuja lógica de implantação se desenvolve ao longo de um eixo territorial. Nessa categoria enquadram-se:

- metrô;
- trem urbano;
- VLT;
- BRT;
- corredores de ônibus;
- qualificação viária;
- ciclovias;
- ciclofaixas; e
- calçadas.

Essas intervenções têm em comum o fato de produzirem benefícios ao longo de uma extensão física definida, razão pela qual a metodologia considera tanto o comprimento da obra quanto a sua faixa média de influência territorial.

## 6.2 Aquisição de frota e material rodante

Incluem-se neste grupo empreendimentos cujo benefício não decorre diretamente da implantação de infraestrutura linear, mas da disponibilização de veículos ou composições para operação do sistema, como:

- ônibus;
- trens; e
- composições de VLT.

Nesses casos, não há quilometragem de obra a ser considerada. Por isso, a estimativa é realizada com base no investimento total, no custo médio unitário e no número médio de beneficiários por unidade adquirida.

## 7. Estrutura geral da metodologia

A metodologia está organizada em duas fórmulas principais, conforme a natureza do empreendimento.

### i Fórmula para obras lineares

$$PB_{mob}(\text{pessoas}) = KM(\text{km}) \times FI(\text{km}) \times DM(\text{hab}/\text{km}^2) \times FT(-) \times FC(-)$$

Onde:

- $PB_{mob}$  = pessoas beneficiadas estimadas (**pessoas**);
- $KM$  = extensão da intervenção (**km**);
- $FI$  = largura de influência média da tipologia (**km**);
- $DM$  = densidade média do município (**hab/km<sup>2</sup>**);
- $FT$  = fator de tipologia (**adimensional**); e
- $FC$  = fator de complexidade do investimento (**adimensional**).

Referência para  $DM$ : arquivo .. / data / densidade\_urbana\_municipios.csv.

### **i** Fórmula para aquisição de frota e material rodante

$$PB_{mob}(\text{pessoas}) = \frac{INV(\text{R}\$)}{C_{unit}(\text{R}\$/\text{unidade})} \times B_{unit}(\text{pessoas}/\text{unidade})$$

Onde:

- $PB_{mob}$  = pessoas beneficiadas estimadas (**pessoas**);
- $INV$  = valor de investimento (**R\\$**);
- $C_{unit}$  = custo médio unitário estimado do veículo ou composição (**R\$/unidade**); e
- $B_{unit}$  = beneficiários médios estimados por unidade adquirida (**pessoas/unidade**).

### **7.1 Regra subsidiária para ausência de informação de extensão**

Nos casos em que não houver informação disponível acerca da extensão física do empreendimento, recomenda-se, de forma subsidiária, estimar um quantitativo de referência mediante a divisão do valor do investimento pelo custo médio da modalidade da obra em questão, a fim de viabilizar a aplicação da metodologia de cálculo da população beneficiada.

$$Q_{ref}(\text{km}) = \frac{INV(\text{R}\$)}{C_{med,mod}(\text{R}\$/\text{km})}$$

Onde:

- $Q_{ref}$  = quantitativo de referência estimado do empreendimento (**km**);
- $INV$  = valor total do investimento (**R\\$**); e
- $C_{med,mod}$  = custo médio da modalidade da obra em questão (**R\$/km**).

Na ausência de informação sobre a extensão da intervenção, o quantitativo de referência estimado ( $Q_{ref}$ ) deverá substituir operacionalmente a variável  $KM$  na aplicação da fórmula de estimativa da população beneficiada, conforme a expressão a seguir:

$$PB_{mob}(\text{pessoas}) = Q_{ref}(\text{km}) \times FI(\text{km}) \times DM(\text{hab}/\text{km}^2) \times FT(-) \times FC(-)$$

Essa saída deverá ser utilizada apenas de forma excepcional, quando inexistir dado mais preciso sobre a dimensão física da intervenção, devendo ser substituída sempre que houver informação de extensão disponível.

## **8. Interpretação da fórmula para obras lineares**

A fórmula aplicável às obras lineares combina cinco dimensões principais:

- a extensão física da intervenção ( $KM$ );
- a faixa média de influência territorial do empreendimento ( $FI$ );
- a densidade média urbana do município ( $DM$ );
- a capacidade da tipologia de converter proximidade territorial em benefício efetivo ( $FT$ ); e
- a robustez relativa do investimento realizado ( $FC$ ).

Em termos práticos, o produto entre  $KM$  e  $FI$  corresponde a uma aproximação simplificada da área de influência do empreendimento. Ao multiplicar esse resultado pela densidade média do município, obtém-se uma estimativa da população potencialmente situada nessa área de influência. Na sequência, aplicam-se o fator de tipologia e o

fator de complexidade do investimento, com o objetivo de ajustar a estimativa segundo a natureza da intervenção e o nível relativo de complexidade do investimento.

Essa formulação permite captar, de modo simplificado, três dimensões centrais do problema: o porte físico da obra, o alcance espacial potencial de seus benefícios e as características da intervenção, expressas pela tipologia do empreendimento e pelo nível de complexidade do investimento.

## 9. Parâmetros para obras lineares

As subseções a seguir apresentam os parâmetros de referência recomendados para a aplicação da metodologia, com destaque inicial para a variável de densidade ( $DM$ ), seguida dos parâmetros de faixa de influência ( $FI$ ), fator de tipologia ( $FT$ ) e fator de complexidade ( $FC$ ). Esses valores têm caráter inicial e poderão ser revistos à medida que a carteira evoluir, que os custos observados se consolidarem e que novas bases de dados estiverem disponíveis.

### 9.1 Densidade urbana municipal (DM)

No caso da variável  $DM$ , adota-se, preferencialmente, a **densidade urbana do município**, por ela representar melhor a pressão demográfica sobre a área efetivamente urbanizada e, portanto, o espaço em que os benefícios das intervenções de mobilidade tendem a se materializar. Operacionalmente, esse parâmetro corresponde à razão entre a população total do município e a área urbana identificada na base territorial utilizada.

Assim, nas aplicações da fórmula para empreendimentos específicos, a variável  $DM$  deve ser preenchida com a **densidade urbana municipal** correspondente ao município do projeto. Já nas estimativas agregadas de orçamento ou carteira, em que não se trabalha com um único município observável, adota-se a **densidade urbana ponderada de referência** ( $DM_{ref}$ ), atualmente fixada em 3.895 hab/km<sup>2</sup>.

Para fins de padronização, recomenda-se utilizar a coluna `densidade_urbana_hab / km2` da base de referência disponível para download abaixo para o cálculo municipal e a estatística de densidade urbana ponderada da mesma base para as aplicações orçamentárias agregadas. Nos casos excepcionais em que não houver área urbana identificada para determinado município, a própria base já adota como aproximação a área total municipal, evitando lacunas na aplicação da metodologia.

Para maior detalhamento sobre o cálculo da densidade urbana municipal e da densidade urbana ponderada de referência, ver a nota complementar Detalhamento do cálculo da densidade de referência.

Referência para  $DM$ : arquivo `.. / data / densidade_urbana_municipios.csv`.

### 9.2 Faixa de influência média (FI)

A largura de influência corresponde à faixa média de abrangência territorial do empreendimento ao longo de seu eixo, representando, de forma simplificada, o alcance espacial potencial dos benefícios gerados pela intervenção.

Em termos metodológicos, o parâmetro  $FI$  procura refletir que diferentes tipos de obra possuem alcances territoriais distintos. Empreendimentos de maior capacidade e maior integração urbana, como metrô, trem urbano, VLT e BRT, tendem a influenciar uma faixa territorial mais ampla. Já intervenções como ciclovias, ciclofaixas e calçadas possuem alcance mais localizado, concentrando seus efeitos em áreas mais próximas.

Assim, o parâmetro  $FI$  não corresponde à largura física da infraestrutura nem a um buffer cartográfico exato, mas a um valor de referência simplificado para aproximar a abrangência territorial do empreendimento.

A calibração dos valores de  $FI$  considerou estudo comparativo de sistemas implantados em diferentes cidades e regiões metropolitanas brasileiras. Para os sistemas de alta capacidade, foram observadas redes de metrô e trem urbano em São Paulo, Rio de Janeiro, Brasília, Belo Horizonte, Salvador e Porto Alegre. Para os sistemas

de média capacidade, foram considerados exemplos de BRT, VLT e corredores centrais de ônibus em contextos metropolitanos e urbanos distintos. Essa comparação permitiu diferenciar o alcance territorial esperado de cada modal sem transformar o parâmetro em uma delimitação cartográfica rígida.

**Tabela 1. Faixa de influência média (FI)**

Parâmetros sugeridos por tipologia de empreendimento

Tipologia	FI (km)
Metrô	4,0
Trem urbano	2,0
VLT	1,5
BRT	1,5
Corredor de ônibus	1,0
Qualificação viária	1,0
Ciclovía / ciclofaixa	0,6
Calçada / acessibilidade	0,3

### 9.3 Fator de tipologia (FT)

O fator de tipologia expressa a proporção da população potencialmente influenciada que tende a ser efetivamente beneficiada, segundo a natureza do empreendimento e sua capacidade de produzir ganhos concretos de mobilidade.

Esse parâmetro foi introduzido porque nem toda a população contida na área de influência estimada é beneficiada com a mesma intensidade. Um sistema de média ou alta capacidade, por exemplo, tende a produzir efeitos mais abrangentes e estruturantes do que uma intervenção localizada de qualificação viária ou de acessibilidade.

Em termos práticos, o *FT* atua como um redutor ou moderador da população potencialmente contida na área de influência, adequando a estimativa ao potencial de benefício de cada tipologia.

Os valores de *FT* foram definidos em conjunto com os parâmetros de *FI*, buscando distinguir não apenas o alcance territorial de cada modal, mas também sua capacidade relativa de transformar proximidade espacial em benefício efetivo de mobilidade. Assim, sistemas com maior capacidade, integração e efeito estruturador recebem fatores mais elevados, enquanto intervenções de menor capacidade sistêmica ou de função complementar recebem fatores moderadores.

**Tabela 2. Fator de tipologia (FT)**

Proporção estimada da população potencialmente beneficiada

Tipologia	FT
Metrô	1,00
Trem urbano	0,80
VLT	0,50
BRT	0,60
Corredor de ônibus	0,50
Qualificação viária	0,40

Tabela 2. Fator de tipologia (FT)	
Proporção estimada da população potencialmente beneficiada	
Tipologia	FT
Ciclovias / ciclofaixas	0,20
Calçadas / acessibilidade	0,30

### 9.3.1 Justificativa dos parâmetros por grupo modal

Os parâmetros de  $FI$  e  $FT$  para transporte público coletivo foram consolidados a partir de estudo comparativo dos principais sistemas em operação no Brasil, considerando diferenças de capacidade, inserção urbana, integração tarifária e física, espaçamento entre estações ou paradas, papel metropolitano e efeito de rede. A tabela de parâmetros não pretende reproduzir a demanda observada de cada sistema específico, mas estabelecer valores de referência aplicáveis de forma padronizada à carteira.

**Metrô –  $FI = 4,0 \text{ km}$  e  $FT = 1,00$ .** O metrô foi adotado como referência superior da metodologia em razão de sua elevada capacidade de transporte, frequência operacional e papel de estruturador primário do território. Nos sistemas de São Paulo e Rio de Janeiro, considerou-se o efeito de rede produzido por múltiplas linhas integradas, que amplia possibilidades de destino e aumenta a atratividade das estações. O caso de São Paulo foi usado como baliza de capacidade, com cuidado para que sua densidade de conexões não elevasse artificialmente o parâmetro esperado para outros contextos. Também foram consideradas especificidades como o traçado em tronco comum e ramificação em “Y” no Distrito Federal, além da capacidade das estações em Belo Horizonte e Salvador de atrair passageiros a partir de centralidades urbanas e alimentação multimodal.

**Trem urbano –  $FI = 2,0 \text{ km}$  e  $FT = 0,80$ .** Embora também seja um sistema de alta capacidade, o trem urbano apresenta dinâmica territorial distinta da do metrô. Em sistemas como CPTM, SuperVia e Trensurb, a operação tende a ocorrer em faixas de domínio mais segregadas, com maior distância média entre estações e, em muitos trechos, menor concentração de empregos e serviços no entorno imediato. Por isso, a área de influência direta foi fixada em patamar inferior ao do metrô. O  $FT = 0,80$  reflete, de forma agregada, intervalos operacionais geralmente maiores, menor capilaridade urbana e densidade de atendimento ligeiramente inferior à dos sistemas metroviários, sem deixar de reconhecer seu papel estruturante metropolitano e sua função de integração com outras redes.

**BRT –  $FI = 1,5 \text{ km}$  e  $FT = 0,60$ .** Os parâmetros do BRT refletem a eficiência gerada por segregação viária, troncalização e integração física ou tarifária. Foram considerados sistemas como Rio de Janeiro, Recife e Curitiba, que combinam eixos de alta demanda, corredores metropolitanos saturados e histórico de integração operacional. O  $FT = 0,60$  posiciona o BRT como modal de média capacidade com alta capilaridade e desempenho superior ao corredor convencional, mas ainda abaixo dos sistemas sobre trilhos de maior capacidade.

**VLT –  $FI = 1,5 \text{ km}$  e  $FT = 0,50$ .** O VLT compartilha com o BRT uma faixa de influência de referência de 1,5 km, mas sua função observada nos sistemas brasileiros tende a ser mais complementar e associada à requalificação urbana, à integração local e à circulação em áreas centrais ou de alta densidade de atividades. Foram considerados exemplos como Baixada Santista, VLT Carioca e Teresina, este último enquadrado tecnicamente como VLT para fins de coerência metodológica, ainda que receba denominação local distinta. O fator de tipologia de 0,50 reflete a capacidade intermediária das composições e velocidades comerciais compatíveis com áreas urbanas consolidadas, patrimônio edificado e circulação de pedestres.

**Corredor de ônibus –  $FI = 1,0 \text{ km}$  e  $FT = 0,50$ .** Para corredores centrais convencionais, com faixas exclusivas ou tratamento prioritário de pista, a influência territorial tende a se concentrar em faixa mais próxima

ao eixo viário, em razão de paradas mais frequentes e menor efeito de rede estruturante em comparação com sistemas segregados de maior capacidade. O  $FT = 0,50$  reconhece sua relevância para a circulação urbana e sua proximidade funcional com o VLT em termos de benefício potencial por pessoa alcançada, mas com área de influência territorial mais restrita.

#### 9.4 Fator de complexidade do investimento (FC)

O fator de complexidade do investimento ( $FC$ ) tem por finalidade ajustar a estimativa da população beneficiada conforme a robustez relativa da intervenção, a partir da comparação entre o investimento por quilômetro do empreendimento e o valor de referência da respectiva tipologia.

Para esse fim, calcula-se inicialmente o investimento por quilômetro do empreendimento, mediante a razão entre o valor total investido e a extensão da obra.

O termo  $INV_{km}$  corresponde ao investimento por quilômetro do empreendimento, obtido pela expressão:

$$INV_{km} = \frac{INV}{KM}$$

Onde:

- $INV_{km}$  = investimento por quilômetro do empreendimento;
- $INV$  = valor total do investimento; e
- $KM$  = extensão da obra, em quilômetros.

Em seguida, esse resultado é comparado ao valor de referência da tipologia, definido, para fins desta metodologia, pela **mediana** do investimento por quilômetro observada no conjunto de empreendimentos da mesma modalidade.

$$INV_{ref,tip} = \text{mediana}(INV_{km})$$

A escolha da mediana como valor de referência decorre de sua maior robustez em relação a valores extremos, evitando que empreendimentos atípicos distorçam a classificação das demais intervenções.

Para fins de aplicação desta metodologia, adotou-se as seguintes faixas de classificação:

- **baixa intensidade**, quando o investimento por quilômetro do empreendimento for inferior a 80% da mediana da tipologia, caso em que se atribui  $FC = 0,85$ ;
- **média intensidade**, quando o investimento por quilômetro do empreendimento estiver entre 80% e 120% da mediana da tipologia, caso em que se atribui  $FC = 1,00$ ; e
- **alta intensidade**, quando o investimento por quilômetro do empreendimento for superior a 120% da mediana da tipologia, caso em que se atribui  $FC = 1,25$ .

$$FC = \begin{cases} 0,85, & \text{se } INV_{km} < 0,80 \cdot INV_{ref,tip} \\ 1,00, & \text{se } 0,80 \cdot INV_{ref,tip} \leq INV_{km} \leq 1,20 \cdot INV_{ref,tip} \\ 1,25, & \text{se } INV_{km} > 1,20 \cdot INV_{ref,tip} \end{cases}$$

Assim, o  $FC$  atua como fator de ajuste da estimativa final, reduzindo-a nos empreendimentos com investimento relativamente inferior ao padrão da tipologia, mantendo-a nos casos compatíveis com esse padrão e ampliando-a moderadamente nas intervenções de maior robustez.

Tabela 3. Fator de complexidade do investimento (FC)		
Classificação simplificada com base na mediana do investimento por quilômetro da tipologia		
Classificação	Critério	FC
Baixa	Abaixo de 80% da mediana da tipologia	0,85
Média	Entre 80% e 120% da mediana da tipologia	1,00
Alta	Acima de 120% da mediana da tipologia	1,25

## 11. Metodologia para aquisição de frota e material rodante

Para empreendimentos de aquisição de frota, nos quais não há extensão física da intervenção em quilômetros, aplica-se fórmula própria:

$$PB_{mob} = \frac{INV}{C_{unit}} \times B_{unit}$$

Essa fórmula estima, em primeiro lugar, a quantidade aproximada de unidades adquiridas a partir do quociente entre o investimento total e o custo unitário médio do veículo ou composição. Em seguida, esse quantitativo é convertido em pessoas beneficiadas mediante a aplicação de um parâmetro médio de beneficiários por unidade.

Os parâmetros necessários são:

- $C_{unit}$ : custo médio unitário estimado do veículo ou composição; e
- $B_{unit}$ : número médio de beneficiários estimados por unidade adquirida.

A lógica subjacente é que, na ausência de dados operacionais detalhados, o investimento total pode ser convertido em uma quantidade estimada de veículos ou composições, a qual, por sua vez, pode ser transformada em população beneficiada potencial com base em parâmetros médios previamente definidos.

Os parâmetros de referência adotados para aquisição de frota e material rodante foram definidos a partir de base empírica recente de contratações financiadas com recursos do FGTS no âmbito do Novo PAC (2024-2026), complementada por referências técnicas setoriais, especialmente valores publicados pela SPTrans e estudos do BNDES. Para o cálculo do custo unitário médio, considera-se o valor total contratado acrescido da contrapartida mínima de 5%, dividido pelo número de veículos adquiridos.

Tabela 5. Custos unitários médios para aquisição de frota (Cunit)			
Valores de referência em R\$ milhões por unidade			
Tipologia	Valor mínimo (R\$ mi)	Valor adotado (Cunit, R\$ mi)	Valor máximo (R\$ mi)
Ônibus Euro 6 – convencional	0,75	0,82	0,90
Ônibus Euro 6 – articulado	1,35	1,45	1,55
Ônibus elétrico – convencional	2,40	3,30	3,60
Ônibus elétrico – articulado	4,20	4,50	4,80
Material rodante sobre trilhos	14,00	15,93	18,00

O parâmetro  $B_{unit}$  corresponde à população potencialmente beneficiada por unidade de frota adquirida. Para evitar superestimação, não se utiliza a vida útil do veículo como base de cálculo; a referência é a operação diária típica do sistema, estimada a partir da capacidade do veículo, da ocupação média, do número de viagens comerciais por dia e, quando aplicável, de fator moderado de qualificação do serviço.

$$B_{unit} = Capacidade \times Ocupação \text{ média} \times Viagens/dia \times Fator \text{ de ajuste}$$

**Tabela 6. Beneficiários médios por unidade de frota (Bunit)**

Memória de cálculo por dia típico de operação							
Categoria	Capacidade	Ocupação	Passageiros/viagem	Viagens/dia	Fator	Bunit estimado	Bunit adotado
Euro 6 convencional	80	60%	48	10	1,0	480	500
Euro 6 articulado	110	60%	66	12	1,0	792	800
Elétrico convencional	80	60%	48	10	1,1	528	550
Elétrico articulado	110	60%	66	12	1,1	871	900
Material rodante sobre trilhos	250	70%	175	20	1,0	3.500	3.500

Para ônibus elétricos, adota-se fator de ajuste de 1,1 sobre o  $B_{unit}$  operacional, em razão da maior atratividade potencial associada a conforto térmico e acústico, menor emissão local de poluentes e incorporação de tecnologia mais moderna. No caso do material rodante sobre trilhos, a unidade de referência é o veículo individual, mantendo coerência com o  $C_{unit}$  adotado.

## 14. Vantagens da metodologia

### Vantagens metodológicas

- simplicidade de aplicação em larga escala;
- comparabilidade entre empreendimentos de naturezas distintas;
- uso de variáveis normalmente disponíveis na carteira;
- redução do risco de superestimação decorrente do uso da população total do município; e
- possibilidade de aperfeiçoamento progressivo, à medida que novas bases sejam incorporadas.

## 15. Limitações

### Aviso. Limitações metodológicas

- o resultado corresponde a uma estimativa da população potencialmente beneficiada, e não ao número de usuários efetivamente observados;
- os parâmetros adotados são médios e simplificados;
- o uso da densidade média municipal não capta adequadamente as variações intraurbanas;
- em municípios muito dispersos ou muito adensados, a aplicação da metodologia pode gerar distorções; e
- a metodologia deve ser empregada apenas na ausência de dados mais precisos.

## 16. Quadro-resumo consolidado

Grupo	Fórmula	Observação
Obras lineares	$PB_{mob} = KM \times FI \times DM \times FT \times FC$	Aplicável a metrô, VLT, BRT, corredor, qualificação viária, ciclovias e calçadas
Aquisição de frota	$PB_{mob} = \frac{INV}{C_{unit}} \times B_{unit}$	Aplicável a ônibus, trens e composições

Grupo	Fórmula	Observação
Ausência de quilometragem	$Q_{ref} = \frac{INV}{C_{med,mod}}; \quad PB_{mob} = Q_{ref} \times FI \times DM \times FT \times FC$	Aplicação subsidiária quando não houver informação sobre a extensão física
Resultado agregado	$PB_{mob,final} = \sum PB_{mob,lineares} + \sum PB_{mob,frota}$	Aplicável à consolidação por carteira, programa, município, UF ou conjunto de operações

## 17. Tabela consolidada de parâmetros iniciais

Tabela 4. Parâmetros consolidados da metodologia					
Valores iniciais recomendados para aplicação parametrizada					
Tipologia	FI (km)	FT	FC baixo	FC médio	FC alto
Metrô	4,0	1,00	0,85	1,00	1,25
Trem urbano	2,0	0,80	0,85	1,00	1,25
VLT	1,5	0,50	0,85	1,00	1,25
BRT	1,5	0,60	0,85	1,00	1,25
Corredor de ônibus	1,0	0,50	0,85	1,00	1,25
Qualificação viária	1,0	0,40	0,85	1,00	1,25
Ciclovias / ciclofaixa	0,6	0,20	0,85	1,00	1,25
Calçada / acessibilidade	0,3	0,30	0,85	1,00	1,25

## 18. Estimativa da população beneficiada a partir do orçamento anual previsto (Item 18)

Esta seção apresenta uma metodologia complementar, de natureza distinta das formulações anteriores. Enquanto as seções precedentes tratam da estimativa aplicável à **carteira definida** (empreendimento individual ou relação específica de contratos), o presente procedimento destina-se a estimar a **população potencialmente beneficiada pelo conjunto de operações previstas em um exercício orçamentário**, a partir exclusivamente do montante global (habitualmente referido como “Item 18” no anexo de Metas Físicas).

Essa necessidade surge tipicamente no contexto de elaboração do Orçamento Operacional do FGTS, conforme previsto na Resolução nº 702/2012, quando ainda não se dispõe de projetos individualmente identificados – apenas do montante global alocado para o período.

### **i** Nota

Esta estimativa não substitui os cálculos por empreendimento individual. Sua finalidade é exclusivamente subsidiar o planejamento orçamentário e o registro de metas físicas no Orçamento Operacional, antes que os projetos estejam identificados individualmente.

### 18.1 Lógica da estimativa

O ponto de partida é o **orçamento total previsto** para o exercício ( $INV_{orc}$ ). A estimativa é construída em três etapas:

**Etapas 1 – Divisão do orçamento por componente.** Com base no histórico de execução dos últimos cinco anos, calcula-se a participação percentual dos dois grandes componentes de investimento:

$$\alpha = \frac{\text{valor histórico de obras lineares}}{\text{valor histórico total}} \quad \beta = \frac{\text{valor histórico de aquisição de frota}}{\text{valor histórico total}} \quad \alpha + \beta = 1$$

O orçamento previsto é então alocado proporcionalmente:

$$INV_{\text{lineares}} = \alpha \times INV_{\text{orç}} \quad INV_{\text{frota}} = \beta \times INV_{\text{orç}}$$

**Etapa 2 – Estimativa por componente.** Cada parcela do orçamento é convertida em população potencialmente beneficiada por meio das fórmulas da metodologia, com parâmetros ponderados pela composição histórica da carteira (ver seção 18.2).

**Etapa 3 – Agregação.**

$$PB_{\text{orç}} = PB_{\text{lineares}} + PB_{\text{frota}}$$

## 18.2 Fórmulas por componente

**Obras lineares:**

$$PB_{\text{lineares}} = \frac{INV_{\text{lineares}}}{C_{\text{med, cart}}} \times FI_{\text{cart}} \times DM_{\text{ref}} \times FT_{\text{cart}} \times FC_{\text{default}}$$

Onde:

- $C_{\text{med, cart}}$  = custo médio ponderado por km, segundo a composição histórica da carteira de obras lineares (**R\$/km**);
- $FI_{\text{cart}}$  = faixa de influência média ponderada (**km**);
- $DM_{\text{ref}}$  = 3.895 hab/km<sup>2</sup> – densidade demográfica de referência adotada na calculadora interativa (CGDI/SEMOB);
- $FT_{\text{cart}}$  = fator de tipologia médio ponderado (**adimensional**); e
- $FC_{\text{default}}$  = 1,00 – complexidade média, adotada por ausência de informação individualizada.

**Aquisição de frota e material rodante:**

$$PB_{\text{frota}} = \frac{INV_{\text{frota}}}{C_{\text{unit, cart}}} \times B_{\text{unit, cart}}$$

Onde:

- $C_{\text{unit, cart}}$  = custo unitário médio ponderado do veículo ou composição, segundo a composição histórica das aquisições (**R\$/unidade**); e
- $B_{\text{unit, cart}}$  = beneficiários médios ponderados por unidade adquirida (**peçoas/unidade**).

## 18.3 Cálculo dos parâmetros ponderados

Os parâmetros ponderados são obtidos a partir da participação percentual de cada tipologia no valor total contratado historicamente dentro de cada componente. Para obras lineares:

$$C_{\text{med, cart}} = \sum_i w_i \cdot C_{\text{med, } i} \quad FI_{\text{cart}} = \sum_i w_i \cdot FI_i \quad FT_{\text{cart}} = \sum_i w_i \cdot FT_i$$

Onde  $w_i$  é a participação percentual do valor contratado da tipologia  $i$  no total de obras lineares contratadas, de modo que  $\sum_i w_i = 1$ .

Analogamente, para a frota,  $C_{unit, cart}$  e  $B_{unit, cart}$  são ponderados pela participação de cada modalidade de veículo no valor total das aquisições históricas.

#### ⚠ Atualização anual dos parâmetros

Os coeficientes de divisão do orçamento ( $\alpha$  e  $\beta$ ) e os parâmetros ponderados deverão ser recalculados anualmente pela CGDI com base nos últimos cinco anos de execução da carteira, de modo a refletir eventuais mudanças no perfil dos investimentos contratados ao longo do tempo.

### 18.4 Cálculo pela fórmula atual

Aplicando a fórmula atualmente utilizada ao orçamento previsto de R\$ 6,4 bilhões:

$$PB = \left( \frac{6.400.000.000}{2.500} \right) \times 2,96 = 2.560.000 \times 2,96 = \mathbf{7.577.600}$$

Fórmula atual aplicada ao orçamento de R\$ 6,4 bilhões	
PB = (Valor do investimento / 2.500) × 2,96	
Componente	Valor
Orçamento previsto (R\$)	6.400.000.000
Divisor	2.500
Fator multiplicador	2,96
<b>PB estimado (pessoas)</b>	<b>7.577.600</b>

A fórmula atual não distingue componentes, tipologias, extensão física ou densidade urbana – produz um único resultado independente da composição do orçamento.

### 18.5 Estimativa pela nova metodologia e comparativo

#### i Nota

Os valores de participação histórica por tipologia ( $w_i$  e  $w_j$ ) utilizados neste exemplo são **hipotéticos**, adotados exclusivamente para fins de ilustração da metodologia. Já os parâmetros de frota ( $C_{unit}$  e  $B_{unit}$ ) seguem os valores de referência definidos na seção 11. Em aplicação real, os pesos deverão ser derivados do histórico dos últimos cinco anos da carteira FGTS/MCID.

Considere-se o mesmo orçamento de **R\$ 6,4 bilhões**, alocado da seguinte forma com base no histórico de execução:

Divisão do orçamento por componente		
Exemplo hipotético – orçamento previsto de R\$ 6,4 bilhões		
Componente	Valor (R\$ bi)	Participação (%)
Obras lineares	3,9	60,9
Aquisição de frota	2,5	39,1
<b>Total</b>	<b>6,4</b>	<b>100,0</b>

## Obras lineares – R\$ 3,9 bilhões

A parcela de obras lineares é decomposta por tipologia conforme os pesos históricos  $w_i$ . Para cada tipologia, aplica-se a fórmula individualmente, o que evita a distorção que ocorreria ao calcular um  $C_{med}$  médio único entre tipologias de custos muito distintos (metrô vs. calçada).

$$PB_{lin,i} = \frac{w_i \times INV_{lineares}}{\underbrace{C_{med,i}}_{KM_i}} \times FI_i \times DM_{ref} \times FT_i \times FC_{default}$$

Estimativa de PB por tipologia – Obras lineares								
DM_ref = 3.895 hab/km² · FC = 1,00 · INV = R\$ 3,9 bi								
	Tipologia	w <sup>i</sup> (%)	Parâmetros do módulo				INV <sup>i</sup> (R\$ mi)	PB <sup>i</sup> (pessoas)
			C <sub>ec</sub> (R\$ mi/km)	KM <sup>i</sup> (km)	FI <sup>i</sup> (km)	FT <sup>i</sup>		
	Metrô	5%	727,8	0,3	4,00	1,00	195	4.172
	Trem urbano	5%	313,3	0,6	2,00	0,80	195	3.876
	VLT	5%	124,5	1,6	1,50	0,50	195	4.573
	BRT	35%	88,0	15,5	1,50	0,60	1.364	54.364
	Corredor de ônibus	25%	41,8	23,3	1,00	0,50	974	45.390
	Qualificação viária	20%	1,1	742,4	1,00	0,40	780	1.156.739
	Ciclovía / ciclofaixa	3%	0,9	132,9	0,60	0,20	117	62.109
	Calçada / acessibilidade	2%	0,5	155,9	0,30	0,30	78	54.656
Total	–	100%	–	–	–	–	3.898	1.385.879

## Aquisição de frota – R\$ 2,5 bilhões

Para a frota, a decomposição segue a mesma lógica: distribuição do orçamento por tipo de veículo conforme os pesos históricos, cálculo do número de unidades adquiridas e aplicação do  $B_{unit}$  de cada modalidade.

$$PB_{frota,j} = \frac{w_j \times INV_{frota}}{C_{unit,j}} \times B_{unit,j}$$

Estimativa de PB por tipo de veículo – Aquisição de frota							
INV = R\$ 2,5 bi							
	Tipo de veículo	w <sub>j</sub> (%)	INV <sub>j</sub> (R\$ mi)	C <sub>unit</sub> (R\$ mi/un.)	Unidades	B <sub>unit</sub> (pessoas/un.)	PB <sub>j</sub> (pessoas)
	Ônibus Euro 6 – convencional	70%	1.752	0,82	2.136	500	1.068.098
	Ônibus Euro 6 – articulado	5%	125	1,45	86	800	69.032
	Ônibus elétrico – convencional	10%	250	3,30	76	550	41.707
	Ônibus elétrico – articulado	5%	125	4,50	28	900	25.024

Estimativa de PB por tipo de veículo – Aquisição de frota							
INV = R\$ 2,5 bi							
	Tipo de veículo	w <sub>j</sub> (%)	INV <sub>j</sub> (R\$ mi)	C <sub>unit</sub> (R\$ mi/un.)	Unidades	B <sub>unit</sub> (pessoas/un.)	PB <sub>j</sub> (pessoas)
	Material rodante sobre trilhos	10%	250	15,93	16	3.500	54.981
Total	–	100%	2.502	–	2.342	–	1.258.842

## Resultado consolidado

Resultado consolidado – Orçamento previsto de R\$ 6,4 bilhões			
Estimativa total da população potencialmente beneficiada			
Componente	Investimento (R\$ bi)	PB estimado (pessoas)	
Obras lineares	3,9	1.385.879	
Aquisição de frota	2,5	1.258.842	
<b>Total</b>	<b>6,4</b>	<b>2.644.721</b>	

A nova metodologia produz uma estimativa de aproximadamente **2,64 milhões de pessoas** potencialmente beneficiadas. Note que a frota ainda representa parcela relevante do resultado – cerca de 48% dos beneficiários estimados – em razão do maior alcance unitário dos veículos em comparação com obras lineares de alto custo por quilômetro. Essa assimetria é esperada e metodologicamente coerente com a natureza de cada componente.





## Comparativo entre as duas abordagens

Comparativo de estimativas – Orçamento de R\$ 6,4 bilhões		
Fórmula atual versus nova metodologia		
Metodologia	PB estimado (pessoas)	Razão (nova = 1,0)
Fórmula atual	7.577.600	2,9
Nova metodologia	2.644.721	1,0

A fórmula atual superestima em **2,4 vezes** o resultado da nova metodologia para o mesmo orçamento. Essa diferença decorre do fato de que a fórmula atual aplica um coeficiente fixo sobre o valor total, sem considerar a composição do investimento, as tipologias envolvidas, a extensão física das obras ou a densidade populacional dos municípios beneficiados.

## 19. Cronograma de implementação

Atividade	Responsável	Abr/26	Mai/26	Jun/26
1. Segmentação da base por tipologia	CGDI (Ramson)			
2. Medianas investimento/km (FC)	CGDI/DEMOB (Danilo/Cláudio e Eq. DEMOB)			
3. Definição C <sub>unit</sub> e B <sub>unit</sub> (frota)	DEMOB (Equipe DEMOB)			
4. Definição C <sub>med,mod</sub> (regra subsidiária)	CGDI/DEMOB (Danilo/Cláudio e Eq. DEMOB)			
5. Elaboração da calculadora – orçamento previsto	CGDI (Ramson)			

Atividade	Responsável	Abr/26	Mai/26	Jun/26
6. Exercícios amostrais de comparação	CGDI/DEMOB (Equipes envolvidas)			
7. Estruturação e integração no banco de dados	CGDI (Ramson)			

 CGDI  
  CGDI/DEMOB  
  DEMOB  
  Validação conjunta

**Dependências:** Tarefas 2 e 4 dependem da conclusão de 1. Tarefa 3 é independente. Tarefa 5 é independente. Tarefa 6 inicia após conclusão de 2, 3 e 4.