

Propostas de expansão da rede cicloviária



THE WORLD BANK

IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

Objetivo

Sugerir um método de avaliação para propostas de expansão da rede que considere indicadores

Requisitos e indicadores - coerência

Sub requisito	Características (físicas) da rede	Atendimento da rede	
1. Cobertura territorial (Indicador geral)	1.1 Capilaridade		V
	1.2 Abrangência		V
	1.3 Conectividade territorial		V
2. Conectividade	2.1 Missing links (sub redes)		V
3. Rede completa (conectar O – D)		3. Polos de atração (no mapa)	V
		3.1 People near bike lanes (PNB)	V
		3.2 Igualdade (PNB)	V
		3.3 Business near bike lanes (BNB)	V
		3.4 Intermodalidade	V
4. Hierarquia da rede		4.1 Uso atual da rede (% de kms em bicicleta)	Não temos dados
		4.2 Uso potencial da rede (CPI) (% de kms em bicicleta)	V

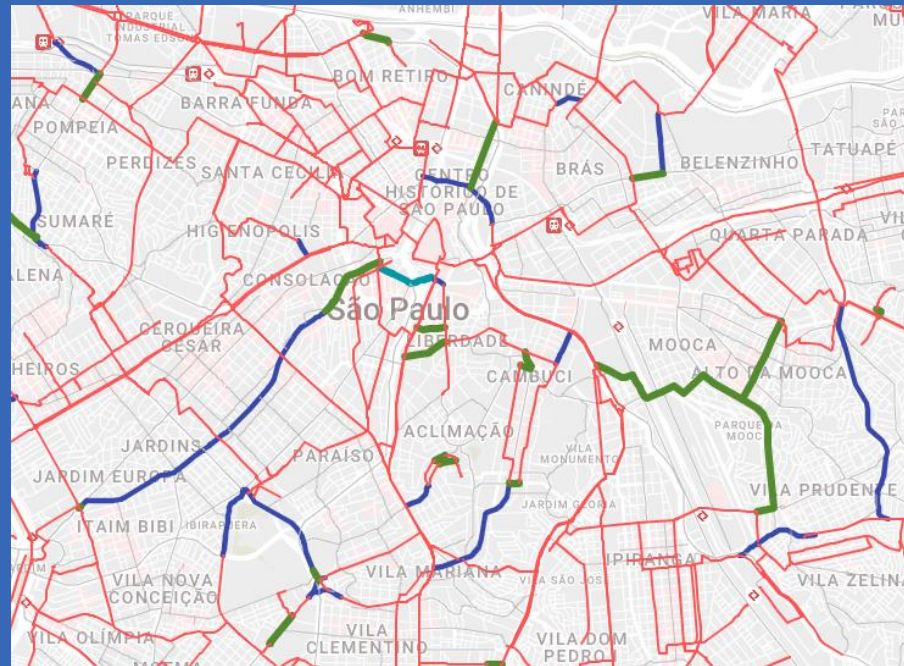
Requisitos e indicadores - outros

Requisito	Sub requisito	
5. Linearidade	5.1 Diretividade	Sem indicador
	5.2 Largura da malha	
6. Atratividade	6.1 Entorno atrativo	
	6.2 Segurança pessoal	
7. Segurança viária	7.1 Mudança de acidentes trás implementação da infraestrutura	Sem indicador

Proposta

Primeira expansão: Missing links

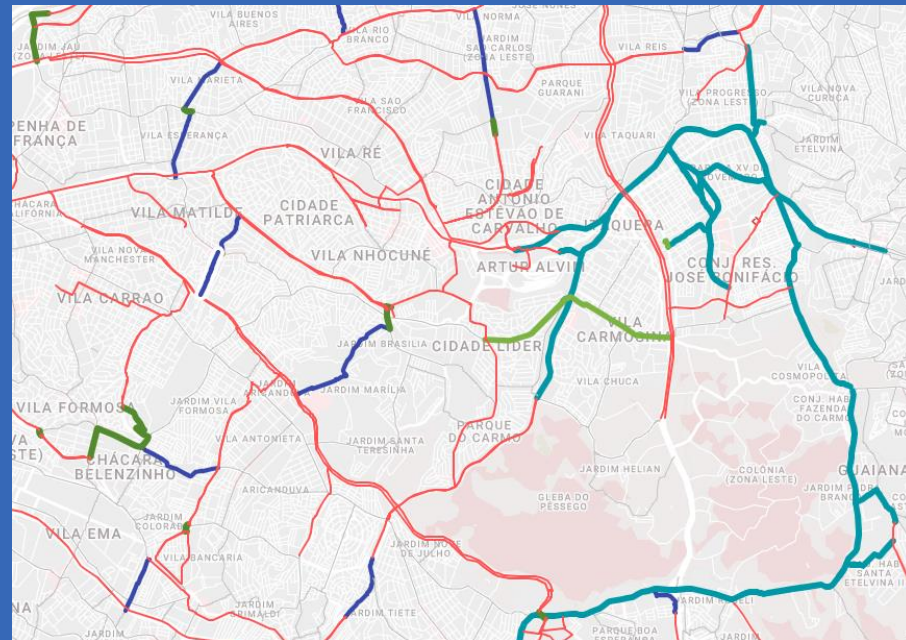
102 kms de pequenos trechos
que conectam rotas
desconectadas e aumentar a
densidade da rede (distância
entre rotas paralelas)



- Azul: Missing link (parte da rede 2028)
- Verde: Missing link (não fazem parte da rede 2028)
- Laranja: Rede 2022

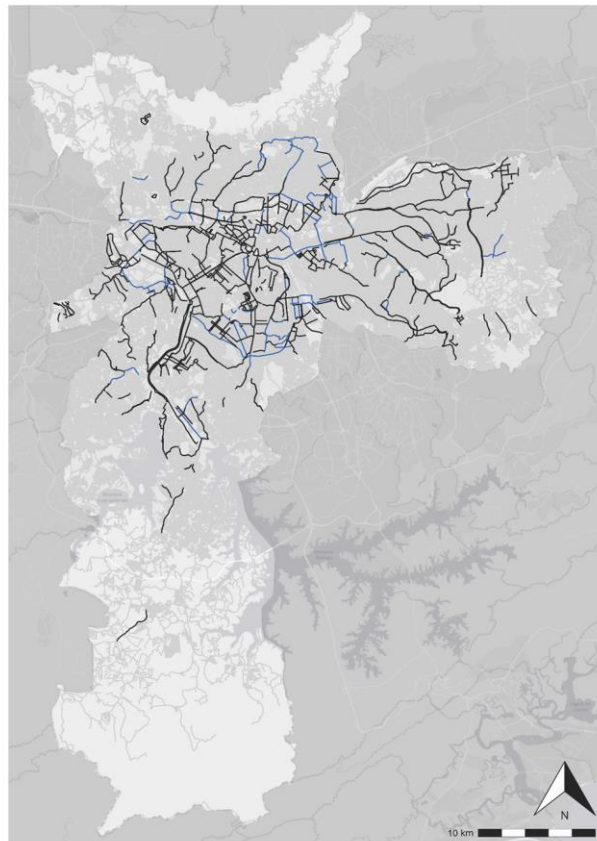
Segunda expansão: Expansão periférica

130 kms que resultam em uma expansão da rede em áreas periféricas dando acesso a populações mal servidas por infraestrutura ciclovária



- Verde claro: Expansão periférica (rede 2028)
- Laranja: Rede atual 2021

Rede Atual + 140km

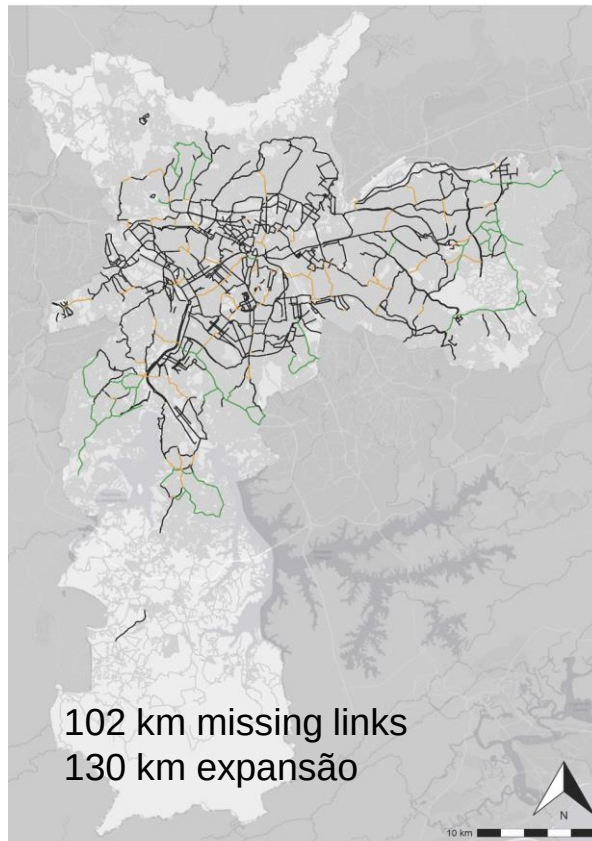


rede cicloviária

— Atual — 140km

Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

Rede Priorização



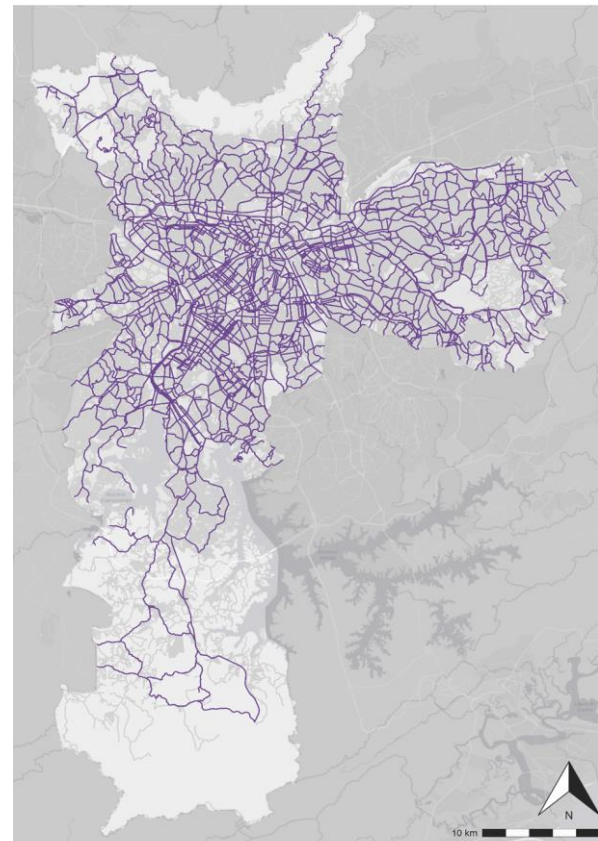
102 km missing links
130 km expansão

rede cicloviária

— Atual+140km — Missing links — Expansão

Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

Rede Referência 2028



rede cicloviária

— Rede de referência (2028)

Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

1 Cobertura territorial

1.1 Capilaridade – extensão relativa da rede (km)

1.2 Abrangência – extensão territorial da rede (zonas)

1.3 Conexão territorial – territórios conectados à rede (zonas)

Indicadores que somente dão uma perspectiva geral

1.1 Capilaridade

Capilaridade

São Paulo - expansão da rede

Rede	Rede Viária (km)	Rede Cicloviária (km)	Capilaridade
Atual	23.701	663	2,75%
Atual + 140km		803	3,35%
Priorização (missing links)		<u>905</u>	3,82%
Priorização (missing links + expansão)		<u>1040</u>	4,39%
Referência 2028		<u>1800</u>	7,59%



THE WORLD BANK
IBRD • IDA | WORLD BANK GROUP

Benchmarking

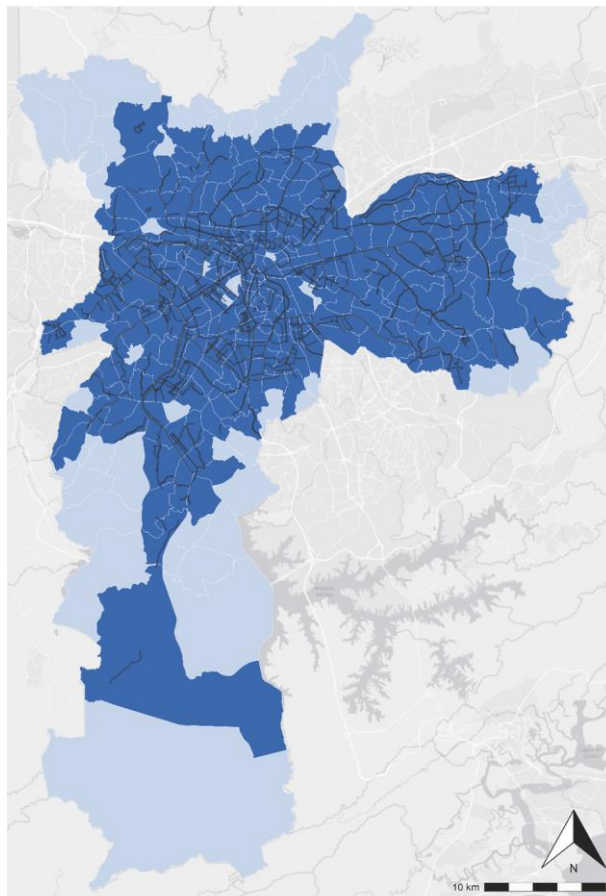
Rede	Rede Viária (km)	Rede Cicloviária (km)	Capilaridade
Lima	18.455	227	1,23%
Bogotá	7.276	553	7,60%
Santiago	12.451	772	6,27%

1.2 Abrangência

Abrangência

São Paulo Rede Cicloviária	Abrangência
Atual	80%
Atual + 140 km	84%
Priorização (missing links)	85%
Priorização (missing links + expansão)	91%
Referência 2028	99%

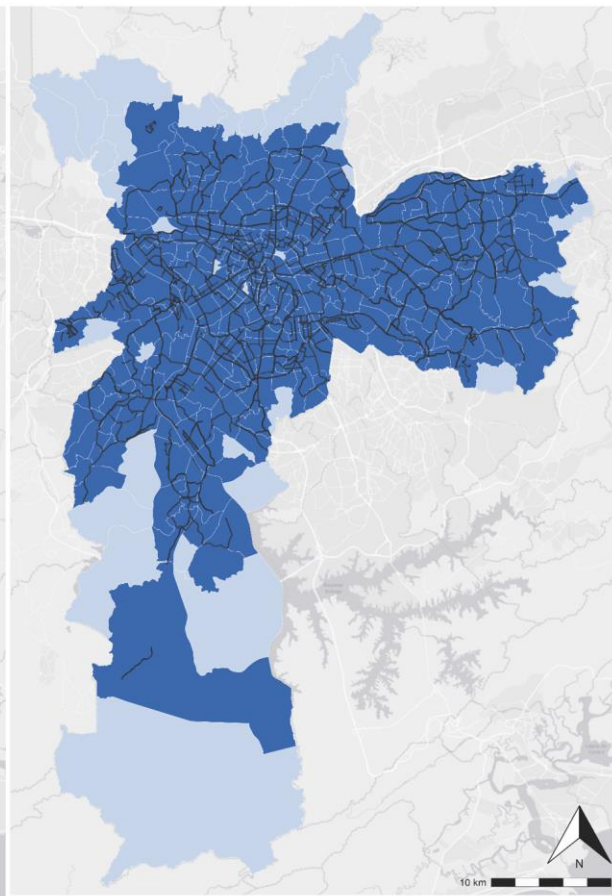
Zonas com infraestrutura
cicloviária



Infraestrutura cicloviária

■ Com infraestrutura ■ Sem infraestrutura

140km



Infraestrutura cicloviária

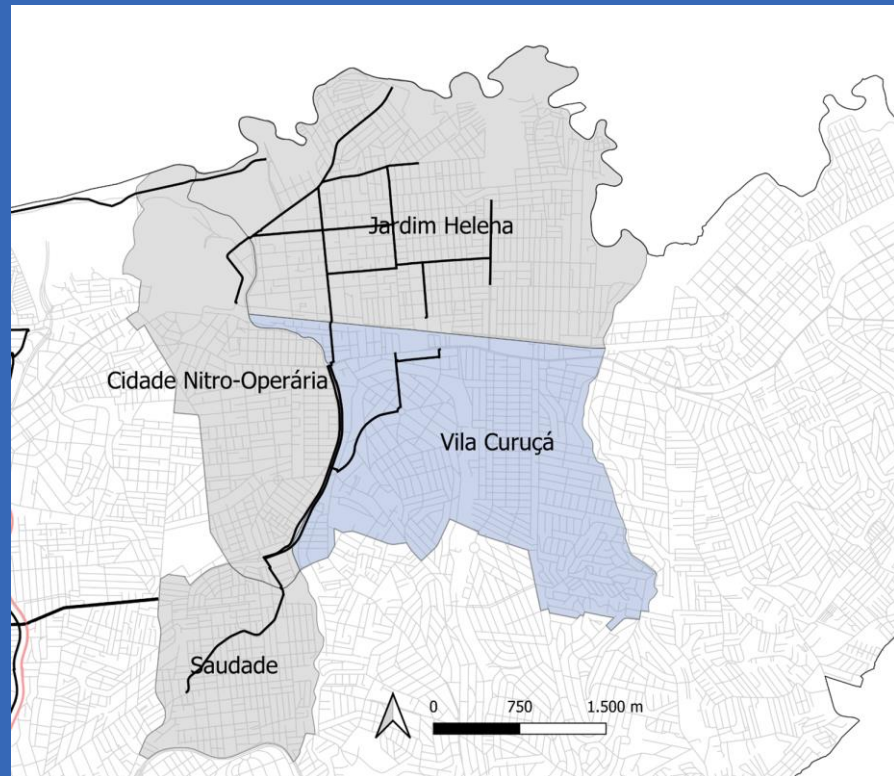
■ Com infraestrutura ■ Sem infraestrutura

Priorização

1.3 Conectividade territorial

Conectividade territorial

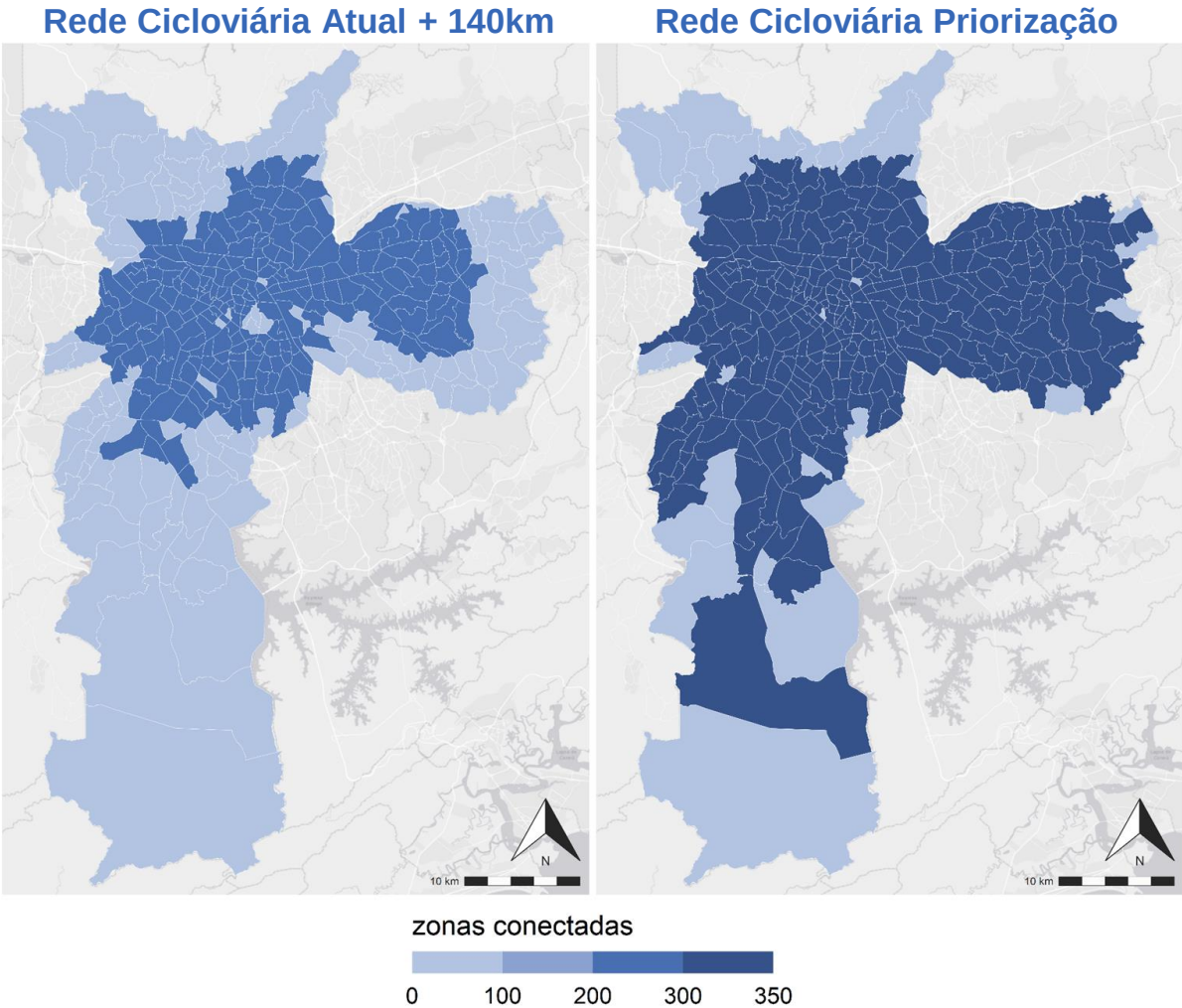
Quantidade de zonas de tráfego (OD) acessíveis por infraestrutura cicloviária conectada (sub-redes) a partir de cada região de origem



Exemplo de conectividade territorial: a Vila Curuçá está conectada a outras três zonas por estruturas cicloviárias

Conectividade territorial

São Paulo Rede Cicloviária	Mediana de zonas conectadas
Atual	28
Atual + 140 km	221
Priorização (missing links)	272
Priorização (missing links + expansão)	309
Referência 2028	335



2.1. Conectividade: Links faltantes e sub-redes

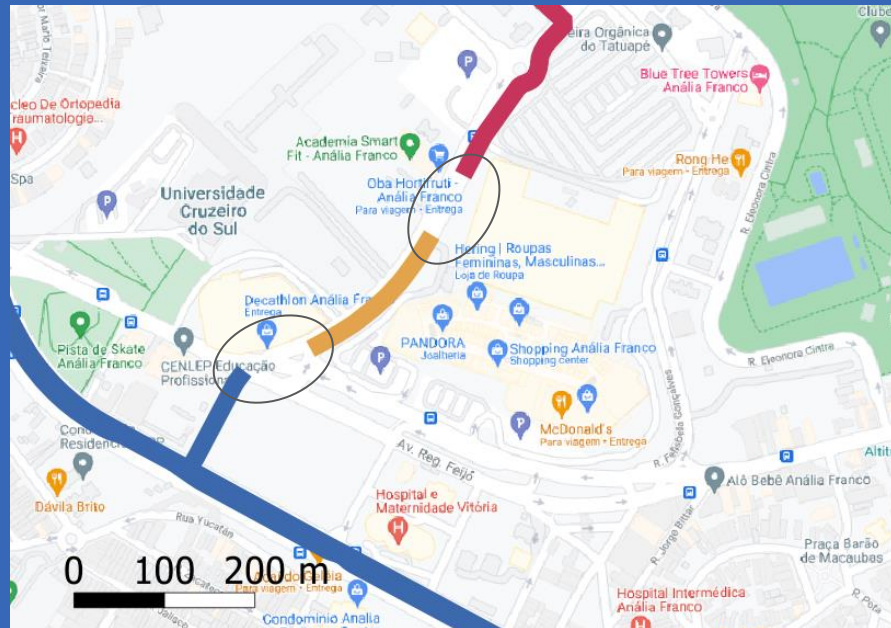
Importante indicador para definir projetos novos

Missing links - Link faltante

Trechos que faltam para gerar continuidade da rede.

No caso na direita, há dois **links faltantes**

Tolerância de 4 metros entre trechos da infraestrutura cicloviária

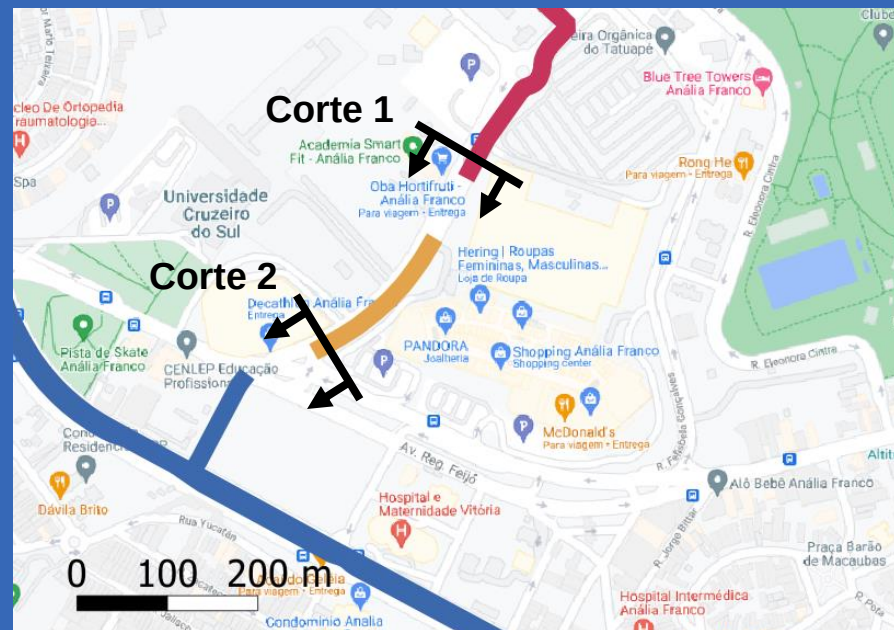


Exemplo de 2 trechos desconectados

Corte 1 (link faltante)



Corte 2 (link faltante)

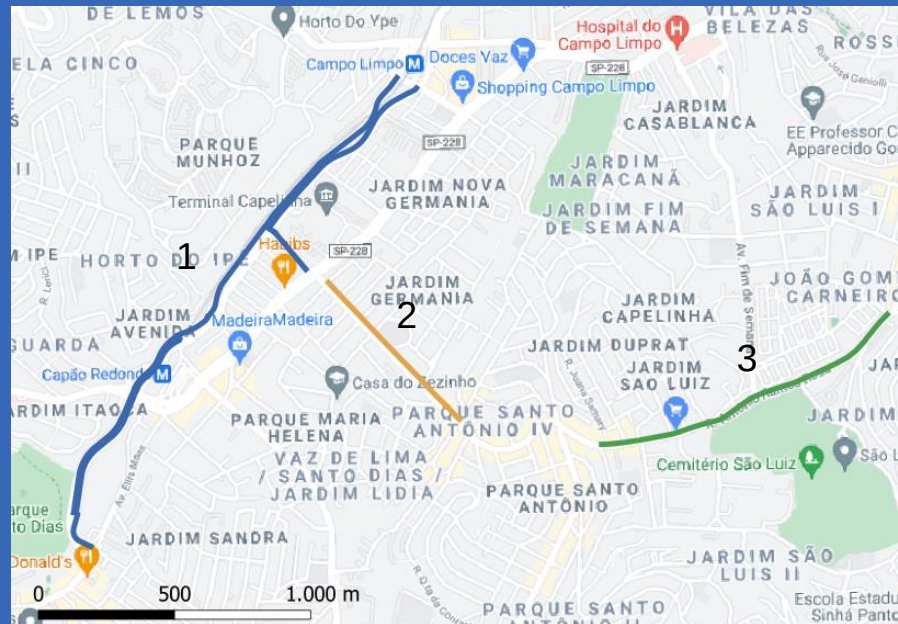


Exemplo de 2 trechos desconectados

Método: Sub-redes

Um trecho ou rede conectada de infraestrutura cicloviária

Quanto maior a conectividade, menor é o número de sub-redes existentes

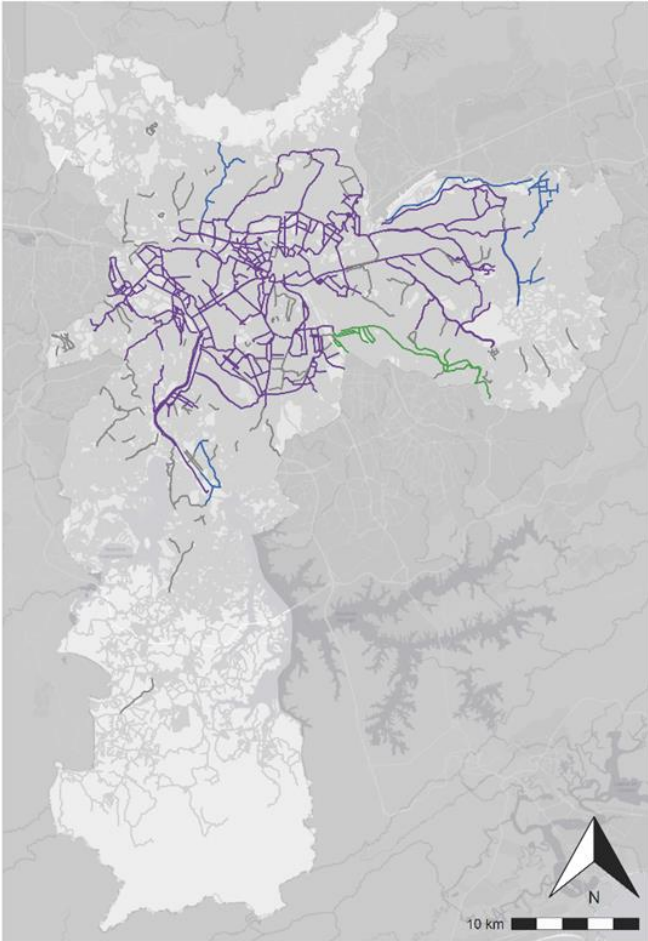


Exemplo sub-redes no Campo Limpo/Capão Redondo

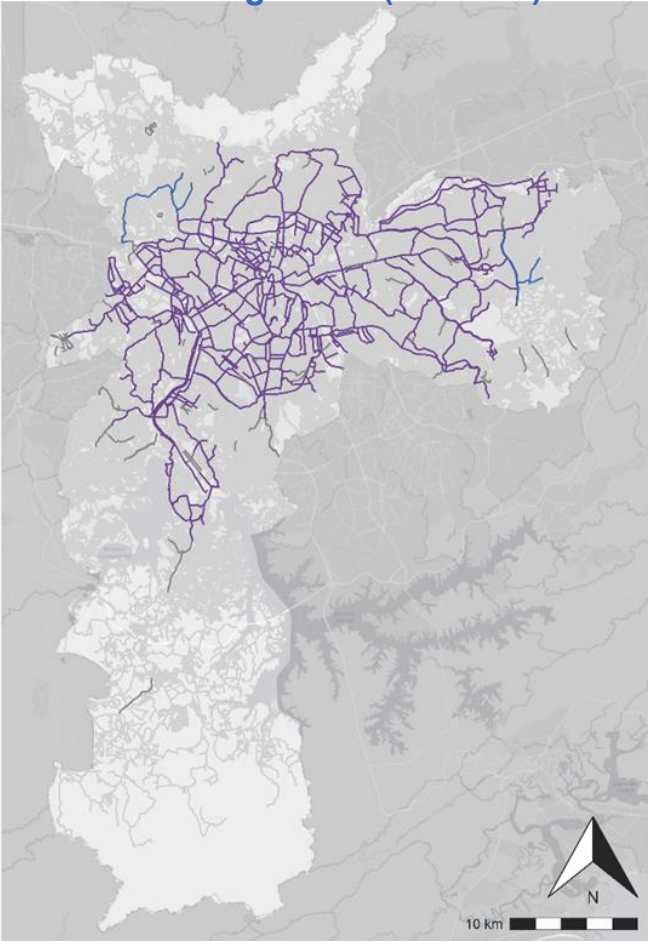
Sub-redes

São Paulo Rede Cicloviária	Sub-redes
Atual	105
Atual + 140 km	110
Priorização (missing links)	56
Priorização (missing links + expansão)	43
Referência 2028	113

Rede Cicloviária Atual + 140km



Rede Cicloviária Priorização de
“missing links” (+102 km)

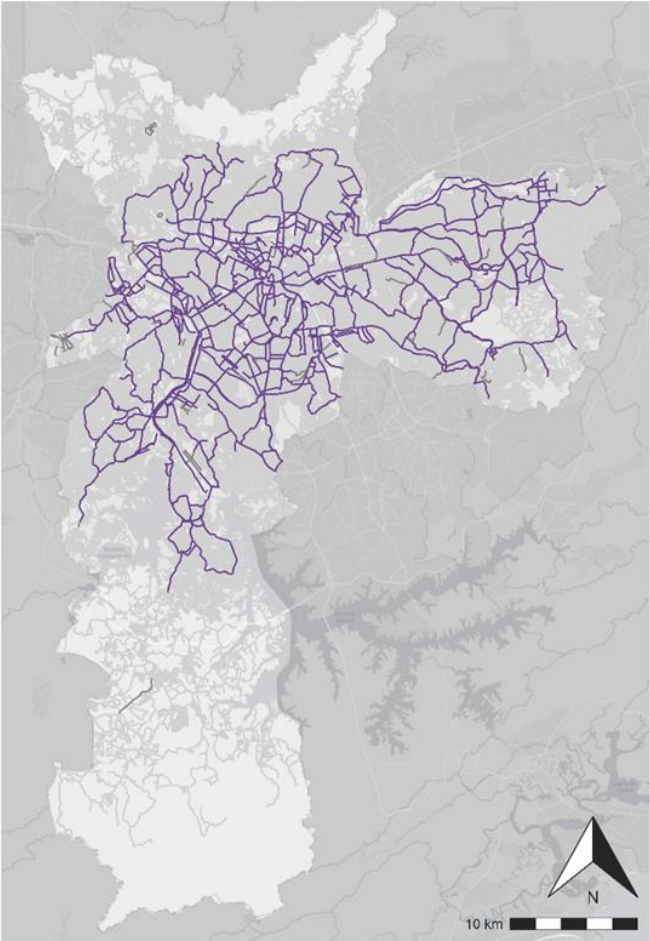
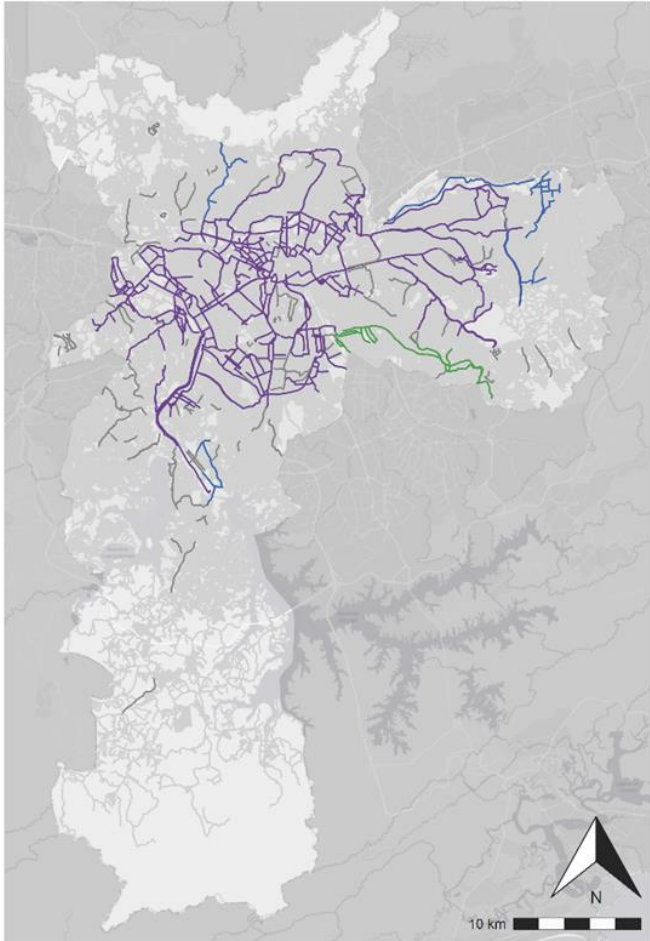


Sub-redes

Rede Cicloviária Atual + 140km

Rede Cicloviária Priorizada (missing links + expansão = + 232 km)

São Paulo Rede Cicloviária	Sub-redes
Atual	105
Atual + 140 km	110
Priorização (missing links)	56
Priorização (missing links + expansão)	43
Referência 2028	113



3 Conectividade

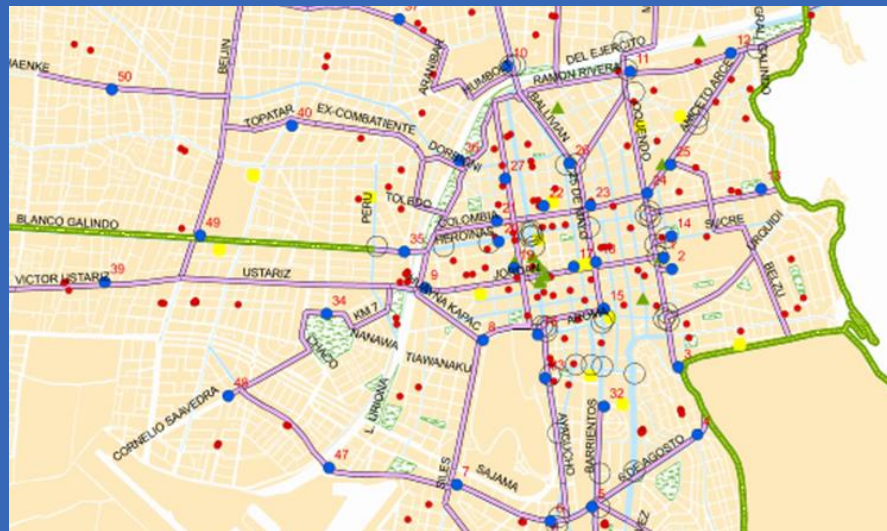
- 3. Polos de atração – mapa mostrando atendimento
 - 3.1 People near bike lanes (PNB) – indicação de acesso
 - 3.2 Igualdade – PNB ponderado
 - 3.3 Business near bike lanes (BNB) – indicação de acesso
 - 3.4 Acessibilidade acumulada – indicação de acesso
 - 3.5 Cobertura de origens com CPI
 - 3.6 Uso potencial da rede - coerência da rede
 - 3.7 Intermodalidade

3. Polos de atração (conectividade e acessibilidade)

Polos de atração

A rede cicloviária com os polos de atração mostram qualitativamente o indicador *conectividade* (de origens e destinos)

Cochabamba

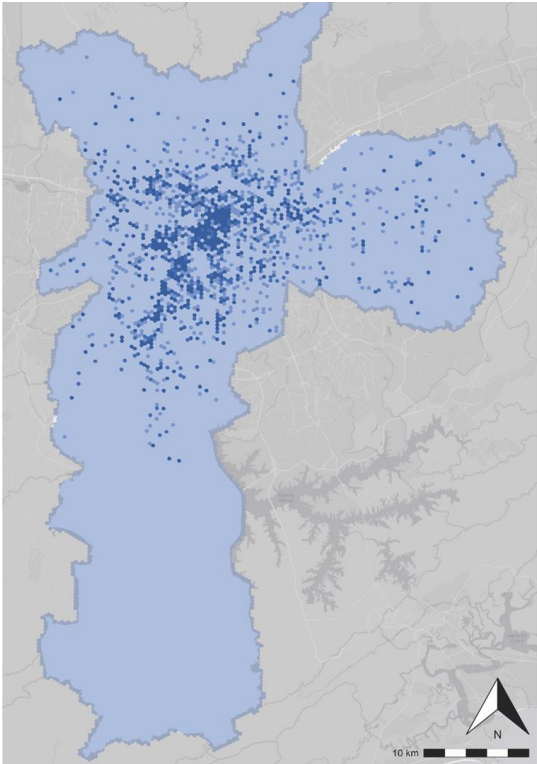


Método São Paulo: empregos e matrículas por hexágono.

Número de empregos e escolas

Empregos

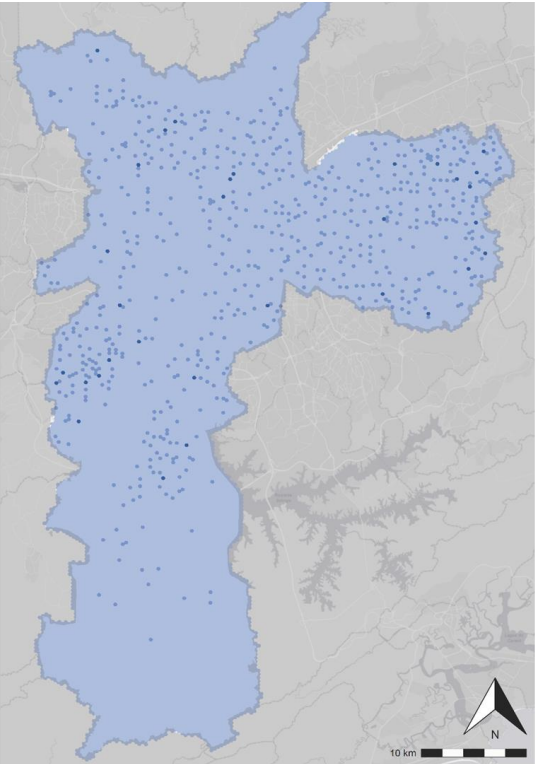
Escolas



Empregos (x1000)



2.5 5 7.5

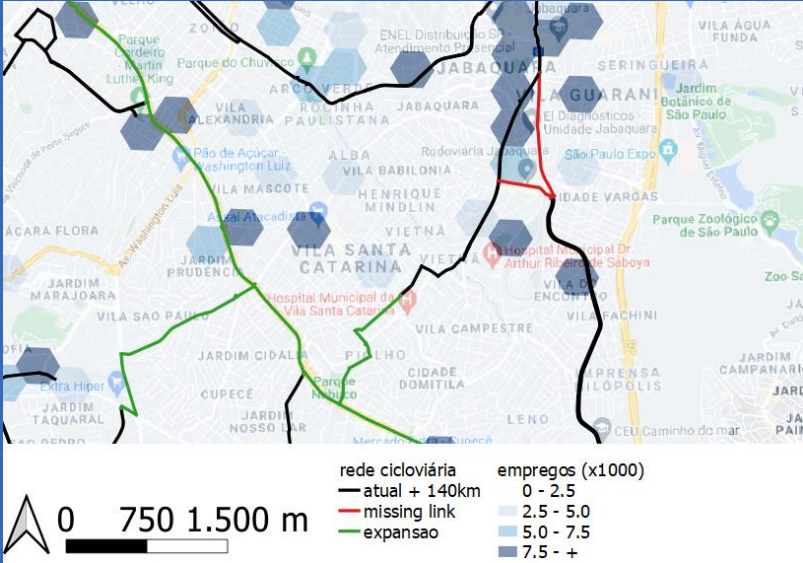


Escolas



0 1 2

- Os empregos formais estão mais concentrados na região central da cidade e as escolas têm uma distribuição mais homogênea
- Essa distribuição de oportunidades afeta a acessibilidade de toda a cidade



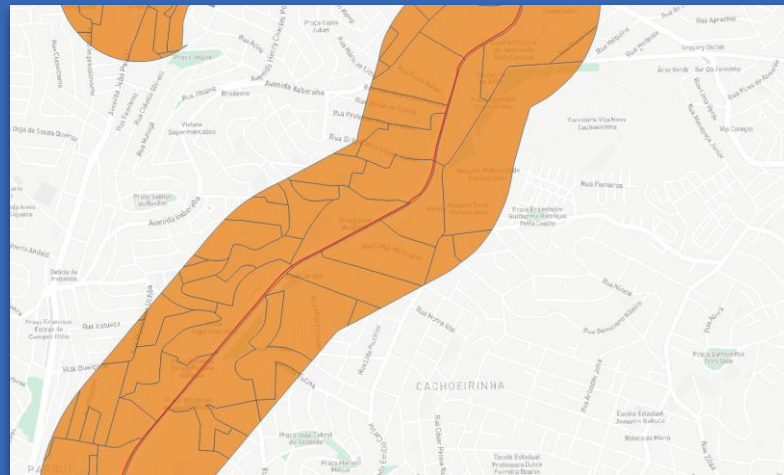
Rede priorizada e polos de emprego

3.1 PNB – People Near Bike lanes

O indicador PNB - People Near Bike lanes

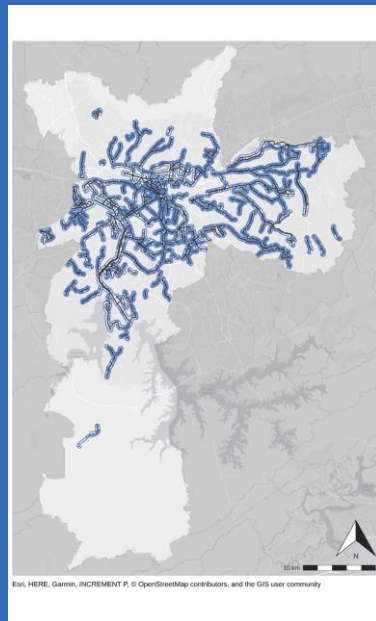
Criado pelo ITDP, o indicador *People Near Bike lanes* (PNB) mensura o percentual da população que reside a até 300 m da infraestrutura ciclovitária de circulação

Londres e Nova York possuem metas de expansão com base em indicadores similares, mas usando a distância de até 400 m da rede ciclovitária



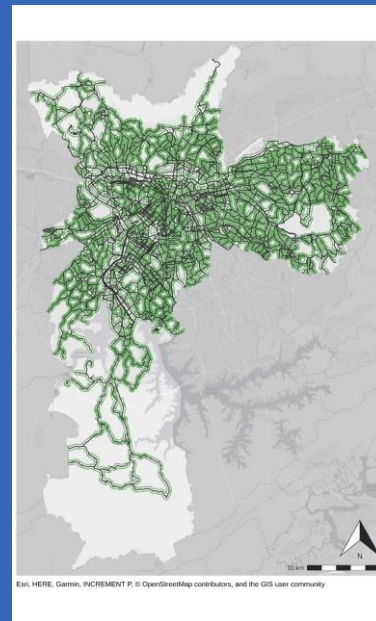
PNBs para a rede atual e de referência 2028 (+1800 km)

O indicador pode ser usado
para mensurar como a rede
ciclovária planejada pode
atender a mais pessoas



30%

Rede atual (663 km -
agosto de 2021)



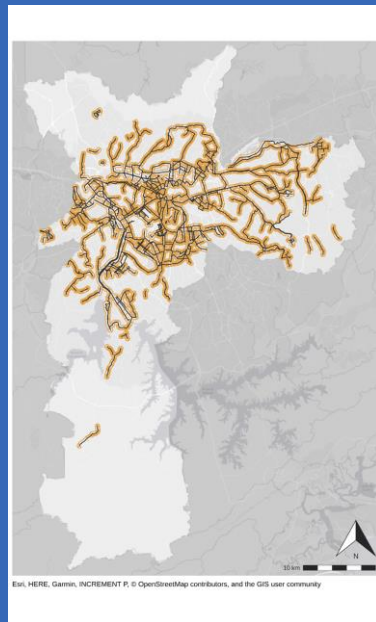
80%

Rede 2028 (1.800
km)

PNBs para a rede 2022 e proposta de priorização (+232 km)

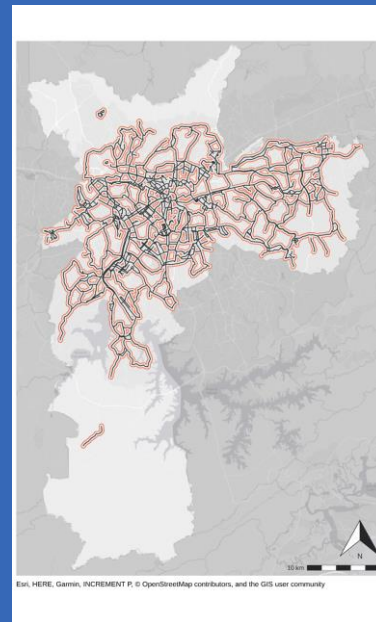
A rede 2022 faz subir o PNB de 30% para 34%

A proposta de priorização considera o grupo de indicadores para indicar onde a rede pode obter bom impacto ao ser implantada - ela sobe o PNB para 44%



34%

Rede 2022: rede atual
+ novos 140 km



44%

Rede - Proposta de
Priorização (+232 km)

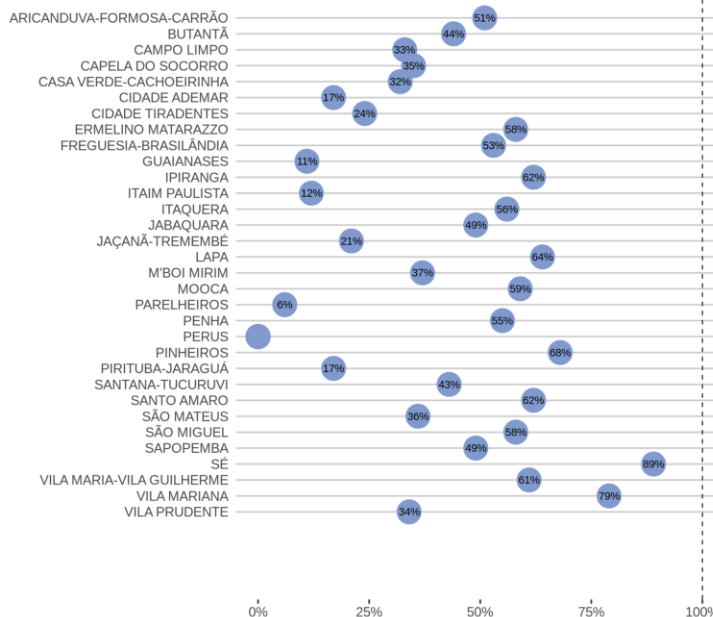
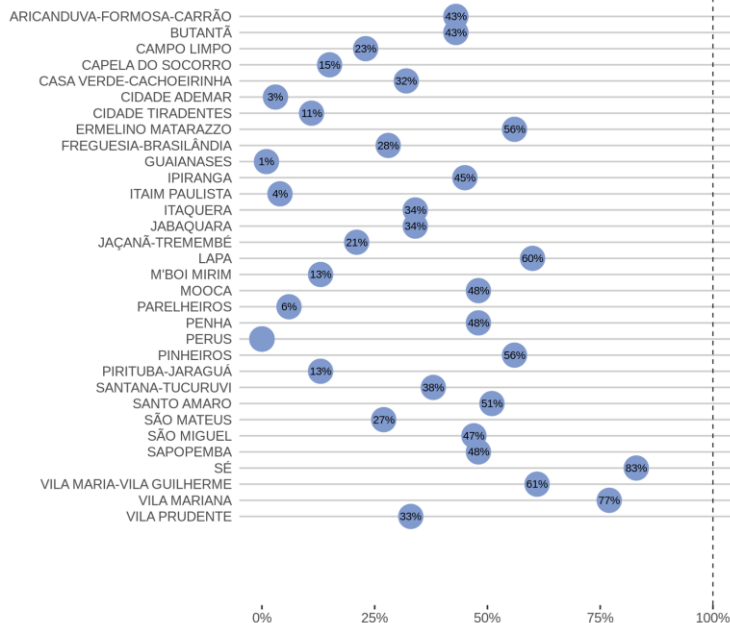
Desigualdades no acesso - Visão por Subprefeitura

Rede projetada (+140km)

Proposta de priorização (Rede atual+140km+232km)

PNB Geral

PNB Geral

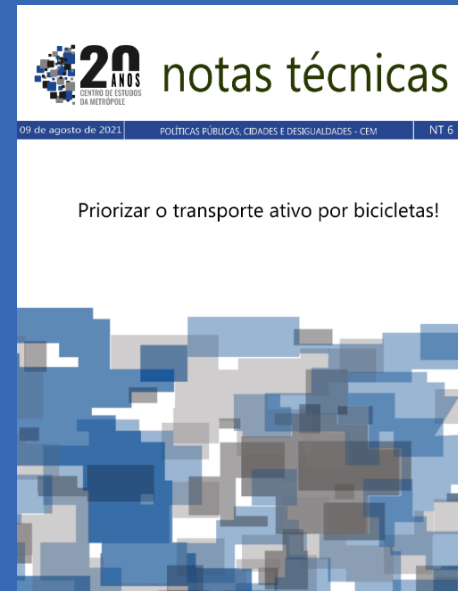


PNB geral por Subprefeitura, para a rede 2022 e a rede proposta de priorização

Quanto mais próximo do eixo zero, melhor. Observa-se que mesmo com a rede de referência de 1.800 km, ainda haverá diferenças de acesso entre os territórios

O PNB como indicador de desigualdades

O PNB indica quem são as pessoas com acesso à rede cicloviária e com relação à renda e à cor/raça. Assim pode ser usado como indicador de desigualdade



Nas imagens, estudos do ITDP e Multiplicidade (2020) e do CEM (2021) sugerem usar o PNB com sensibilidade sociodemográfica como indicador de desigualdades na implantação da malha cicloviária.

Planejando para reduzir as desigualdades

Descrição	Proporção em SP	Desigualdades			
		Rede atual (~663 km)	Rede atual + 140 km (~803 km)	Rede atual + 140 km + proposta de priorização (~1.035 km)	Rede referência 2028 (+1.800 km)
Pessoas brancas	63%	13%	14%	10%	4%
Pessoas negras	37%	-23%	-24%	-17%	-7%
Renda: Zero a 0.5 SM	19%	-26%	-28%	-21%	-9%
Renda: 0.5 a 1 SM	23%	-23%	-23%	-17%	-7%
Renda: 1 a 3 SM	36%	0%	1%	1%	1%
Renda: Acima de 3 SM	22%	46%	47%	34%	12%

Os agrupamentos de cor/raça seguem ITDP e Multiplicidade (2020), com pessoas brancas (brancas, amarelas e indígenas) e pessoas negras (pretas e pardas). Os agrupamentos de renda seguem o utilizado pelo ITDP para o comparativo do PNB nacional e corresponde a domicílios particulares com renda nominal mensal domiciliar per capita, em salários mínimos.

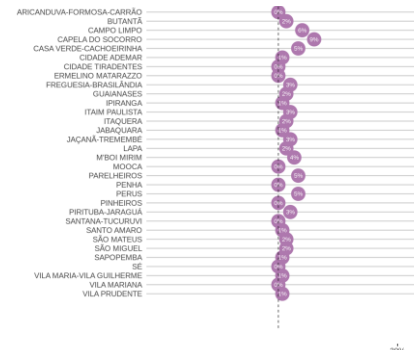
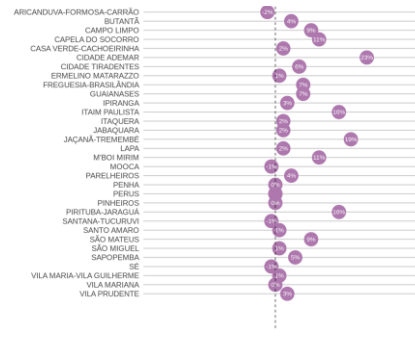
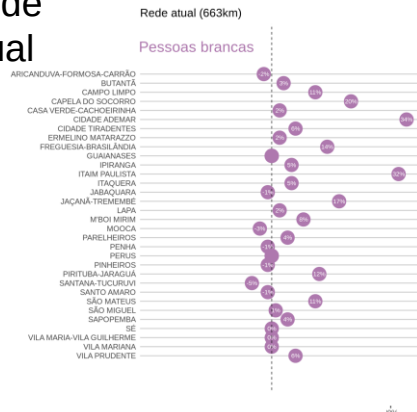
Desigualdades no acesso - Visão por Subprefeitura

Rede
atual

Rede 2022

Rede priorização

Rede 2028

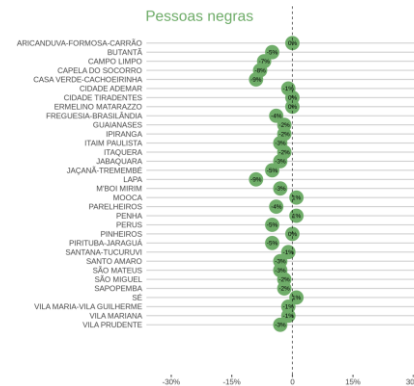
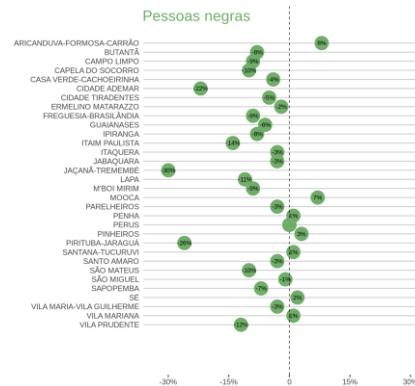
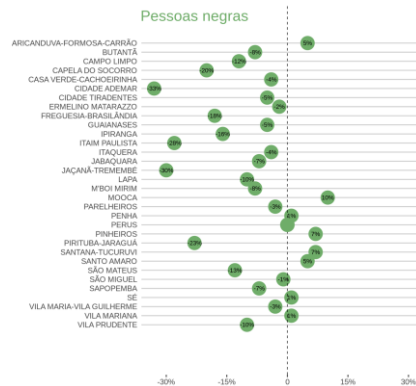
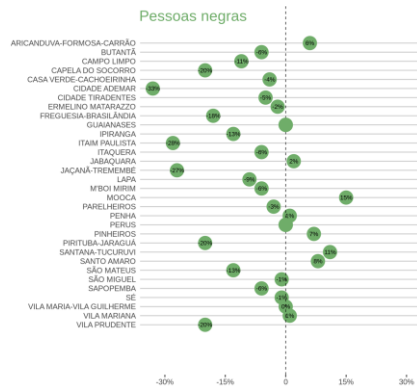


Rede atual

Rede 2022

Rede priorização

Rede 2028



Resultados

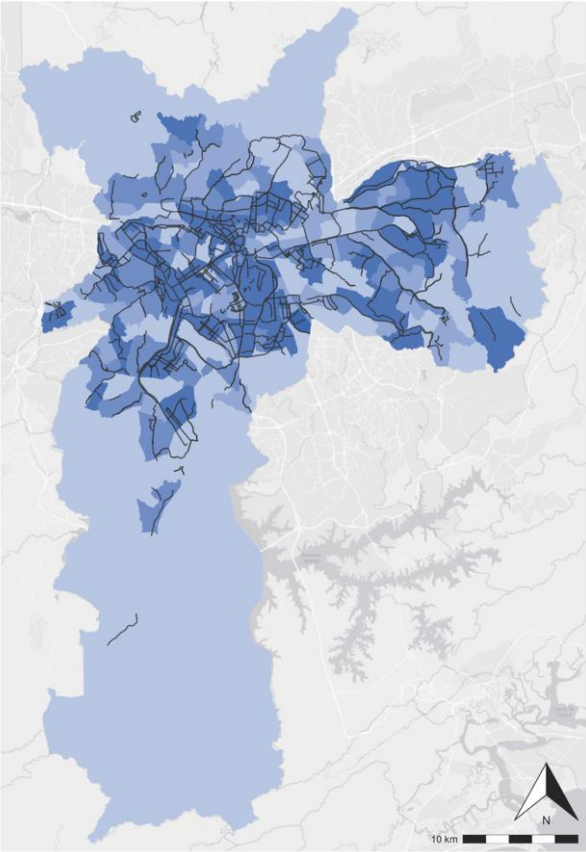
- O PNB com sensibilidade às variáveis sociodemográficas evidencia desigualdades na rede cicloviária atual, que atende menos a pessoas negras e de menor renda;
- Qualquer adição na rede aumentará o PNB geral. A escolha deve priorizar onde o impacto será maior;
- A rede 2022 (+140km) aumenta o PNB geral em 4 pontos percentuais, mas acentua as desigualdades existentes;
- A proposta de priorização aumenta o PNB geral em 10 pontos percentuais frente à rede 2022 e começa a reduzir as desigualdades e mostra que, mesmo com poucos quilômetros (232 km) é possível obter impactos muito expressivos (-7% pretos, -7% até 0.5 SM)
- A rede 2028 (+1.800 km) possibilita vislumbrar o teto máximo de cada indicador

3.3 BNB – Businesses Near Bike lanes

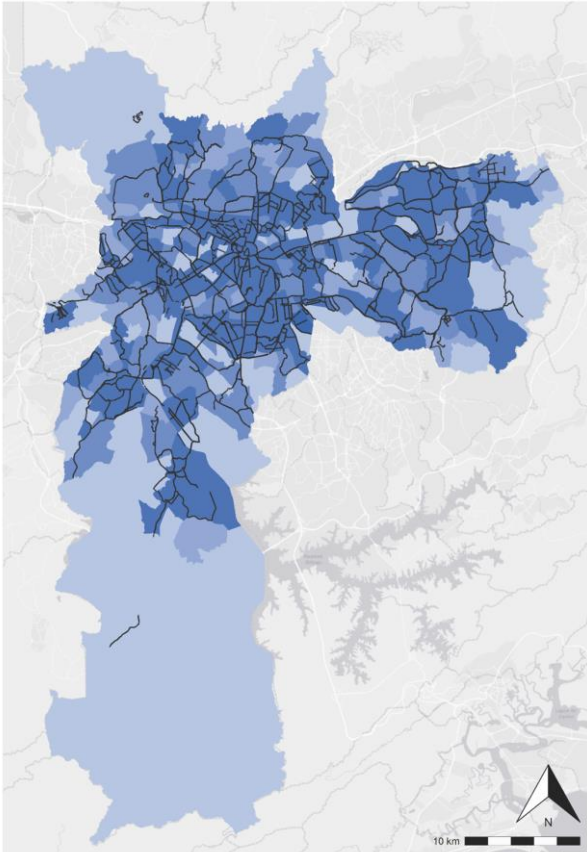
Cobertura Empregos Comércio e Serviços

São Paulo Rede Ciclovária	Cobertura	Aumento por km (p.p/km)
Atual	55%	-
Atual + 140 km	62%	0,050
Priorização (missing links)	65%	0,068
Priorização (missing links + expansão)	71%	0,046
Referência 2028	84%	0,017

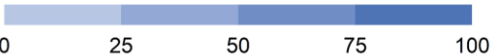
Rede Ciclovária Atual + 140
km



Rede Ciclovária Priorização



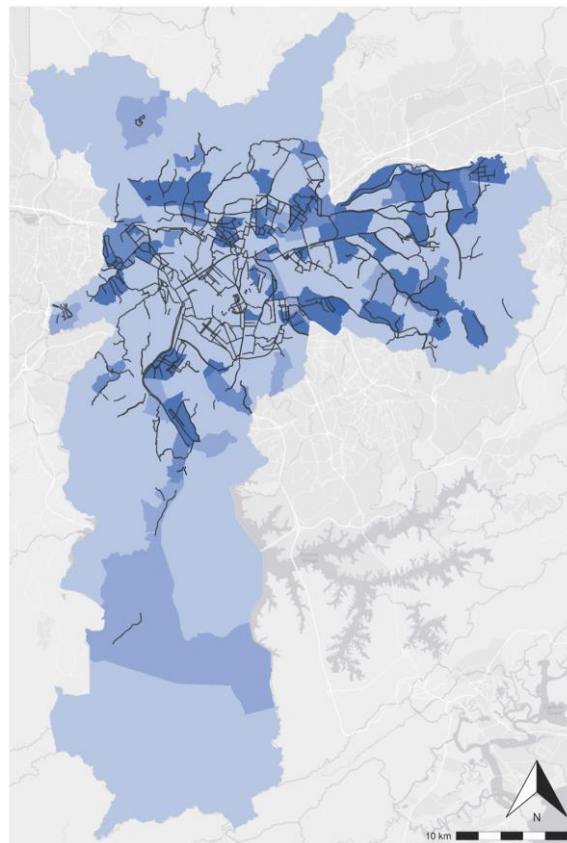
% Empregos próximos à infraestrutura (<300m)



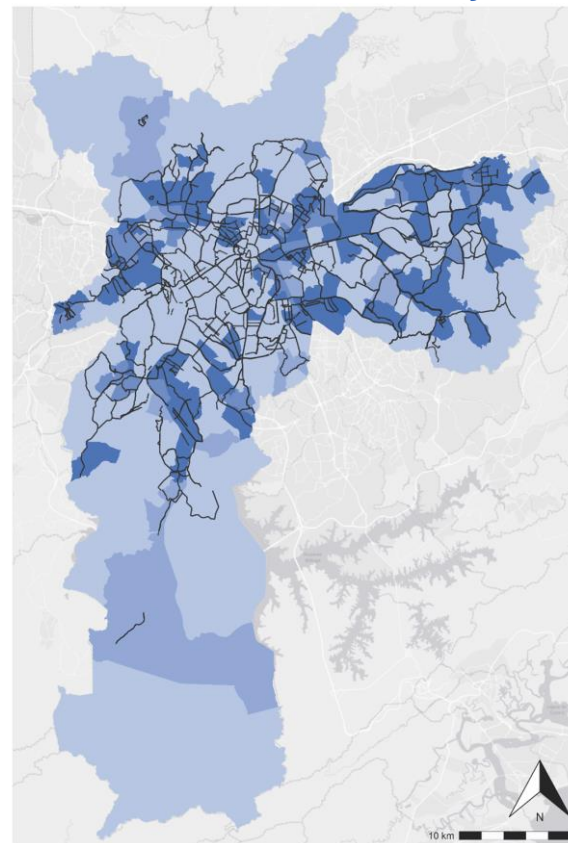
Cobertura Empregos Indústrias e Armazéns

São Paulo Rede Ciclovária	Cobertura	Aumento por km (p.p./km)
Atual	29%	-
Atual + 140 km	35%	0,043
Priorização (missing links)	37%	0,019
Priorização (missing links + expansão)	39%	0,015
Referência 2028	52%	0,017

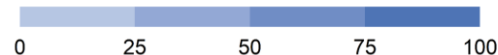
Rede Ciclovária Atual + 140
km



Rede Ciclovária Priorização



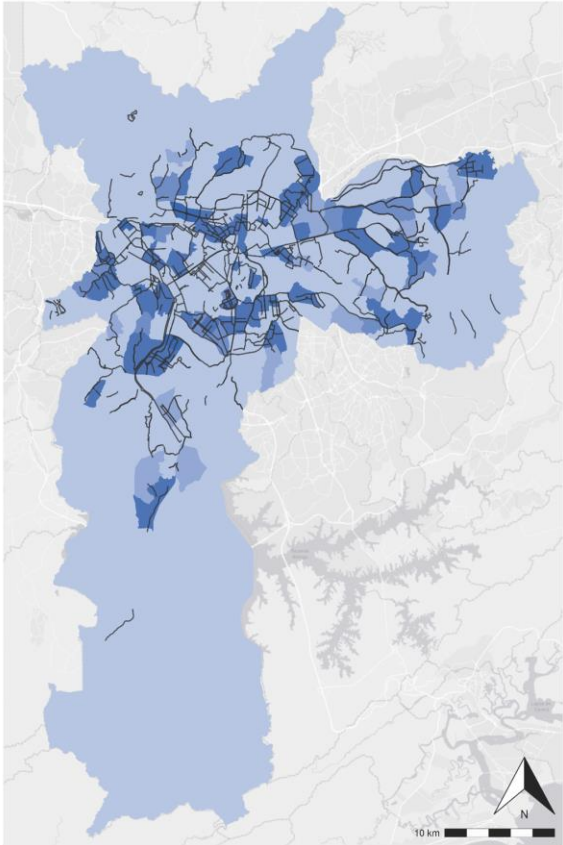
% Empregos próximo à infraestrutura (<300m)



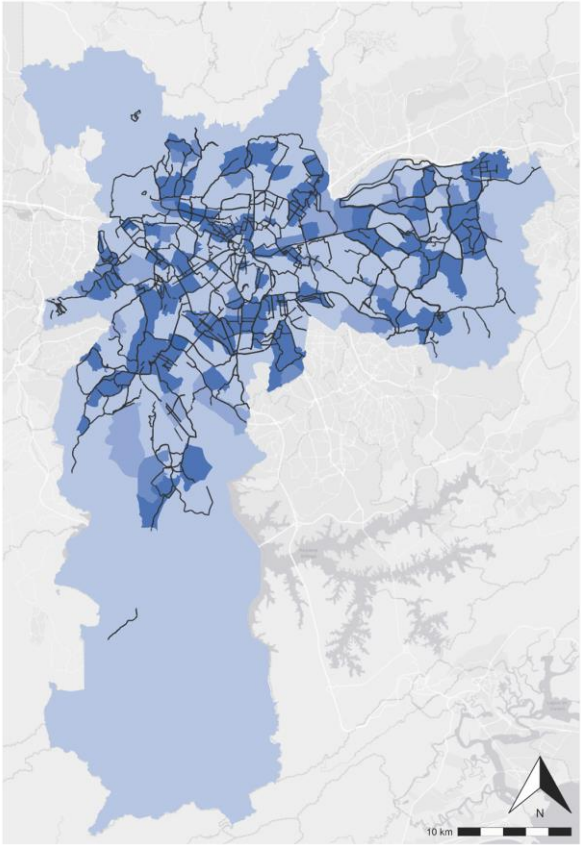
Cobertura Escolas e Universidades

São Paulo Rede Ciclovária	Cobertura	Aumento por km (p.p./km)
Atual	25%	-
Atual + 140 km	29%	0,029
Priorização (missing links)	29%	-
Priorização (missing links + expansão)	34%	0,021
Referência 2028	51%	0,022

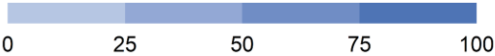
Rede Ciclovária Atual + 140 km



Rede Ciclovária Priorização



% Matrículas próximo à infraestrutura (<300m)



3.4 Acessibilidade Acumulada

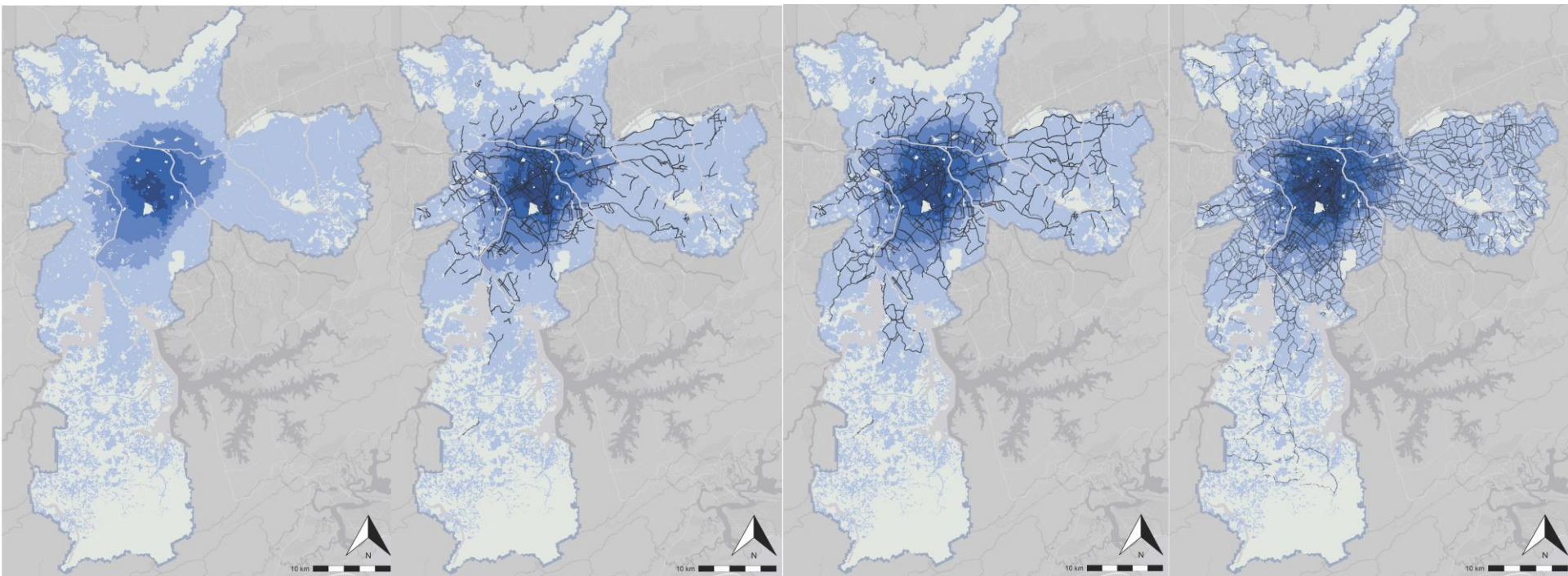
Acessibilidade acumulada aos empregos - 30 min

Sem Rede

Rede Atual + 140 km

Rede Priorização
(missing links e expansão)

Rede 2028

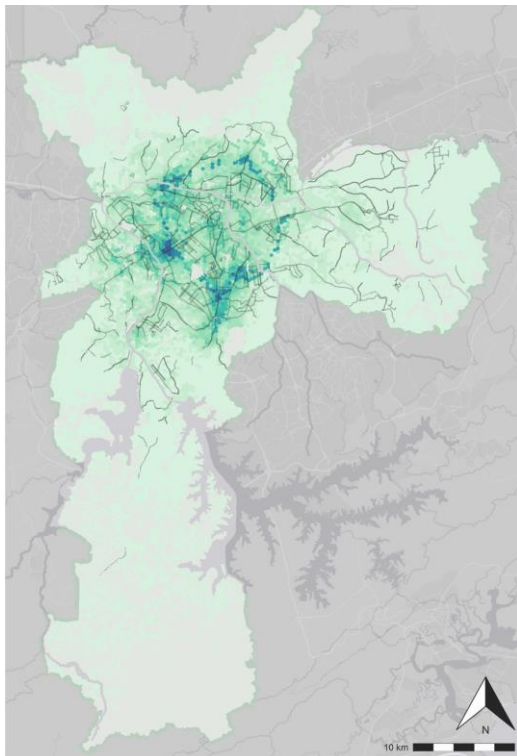


Acessibilidade Acumulada - Empregos

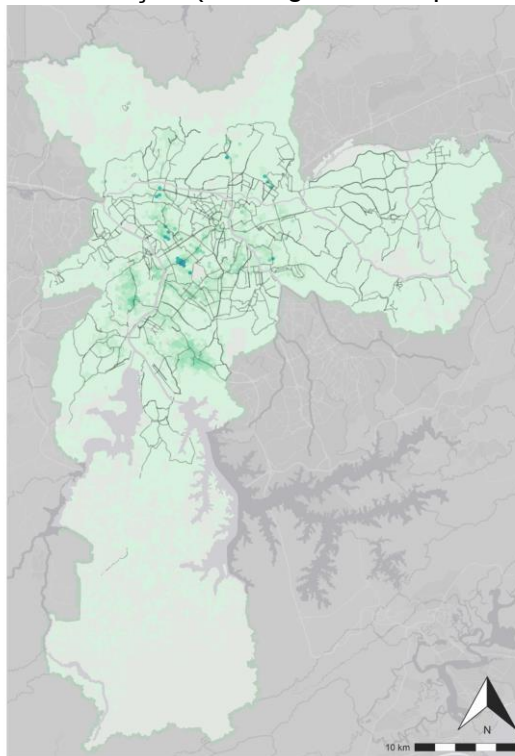


Variação Acessibilidade acumulada aos empregos

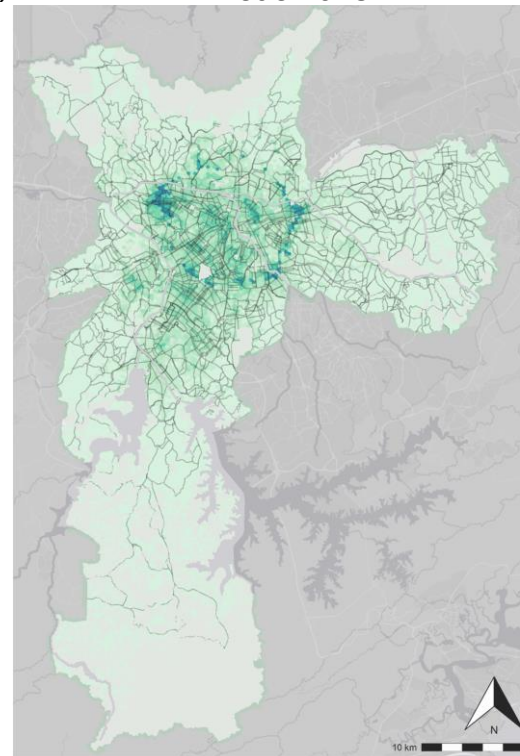
Sem Rede x
Rede Atual + 140km



Rede Atual + 140km x
Priorização (missing links e expansão)

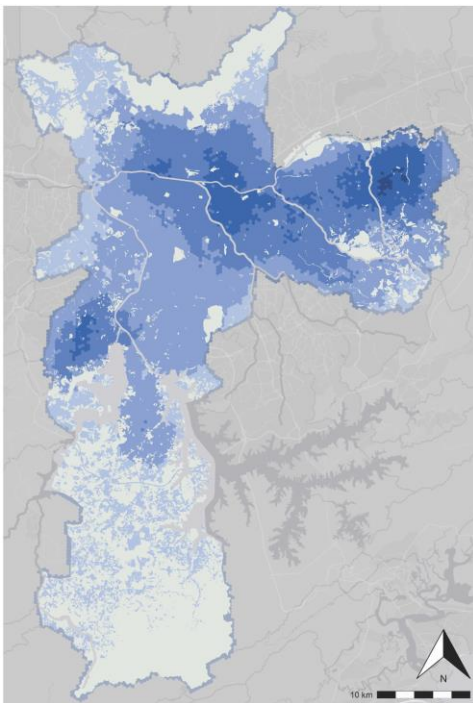


Priorização (missing links e expansão)
x Rede 2028

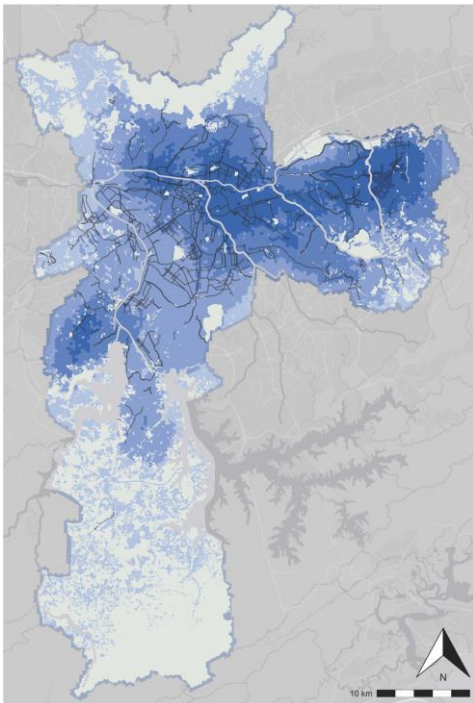


Acessibilidade acumulada às escolas - 30 min

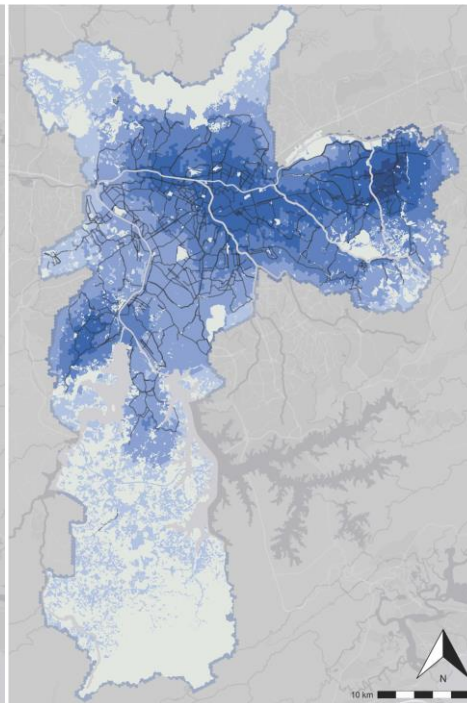
Sem Rede



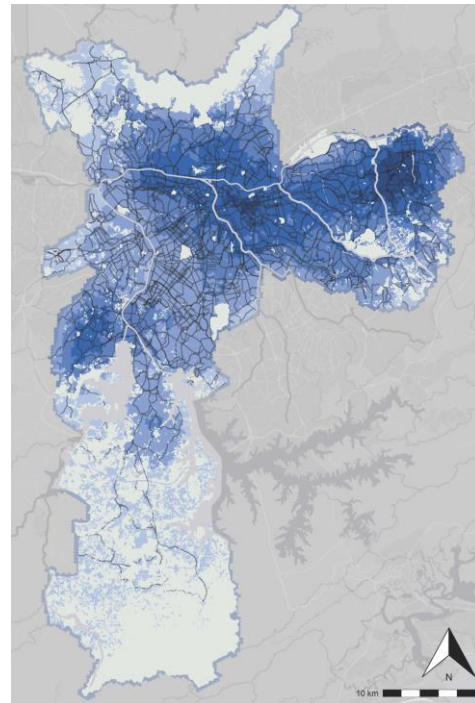
Rede Atual + 140 km



Rede Priorização
(missing links e expansão)



Rede 2028

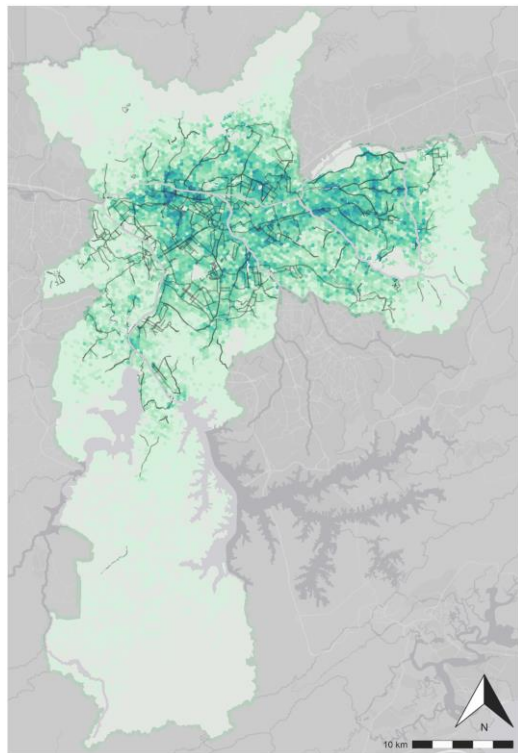


Acessibilidade Acumulada - Escolas

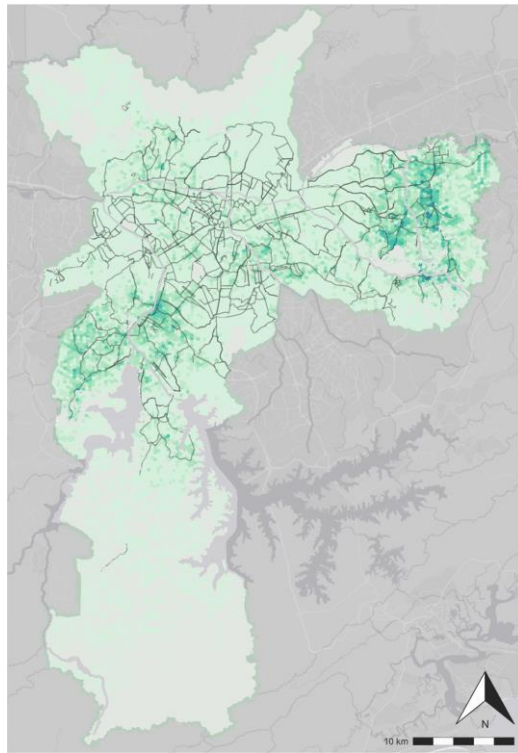


Variação Acessibilidade acumulada às escolas

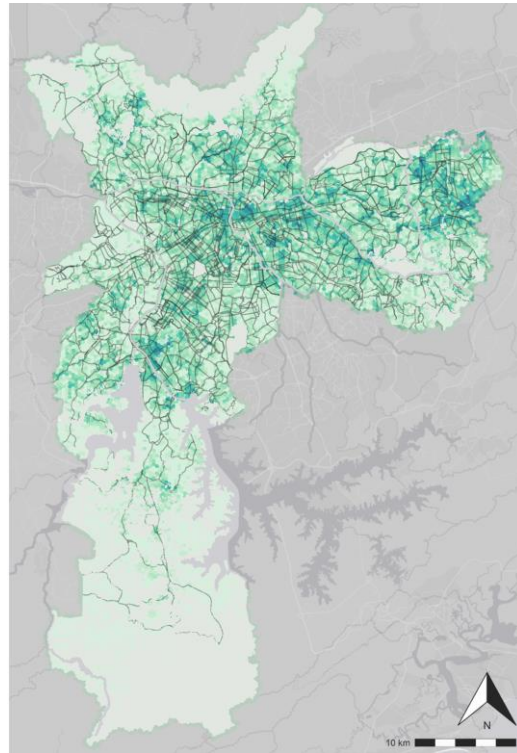
Sem Rede x
Rede Atual + 140km



Rede Atual + 140km x
Priorização (missing links e expansão)



Priorização (missing links e expansão) x
Rede 2028



Aumento Acessibilidade Acumulada - Escolas

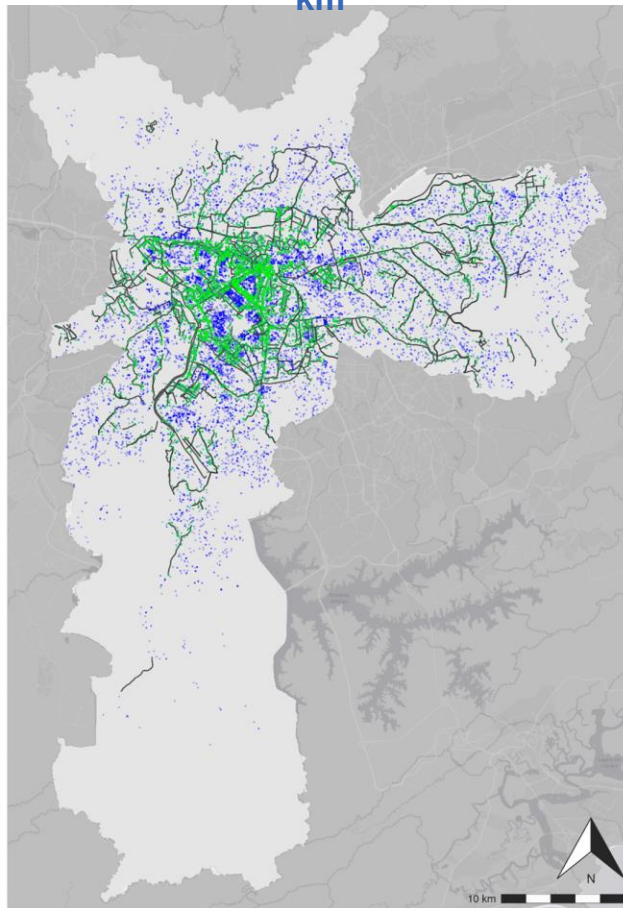


3.5 Cobertura do CPI

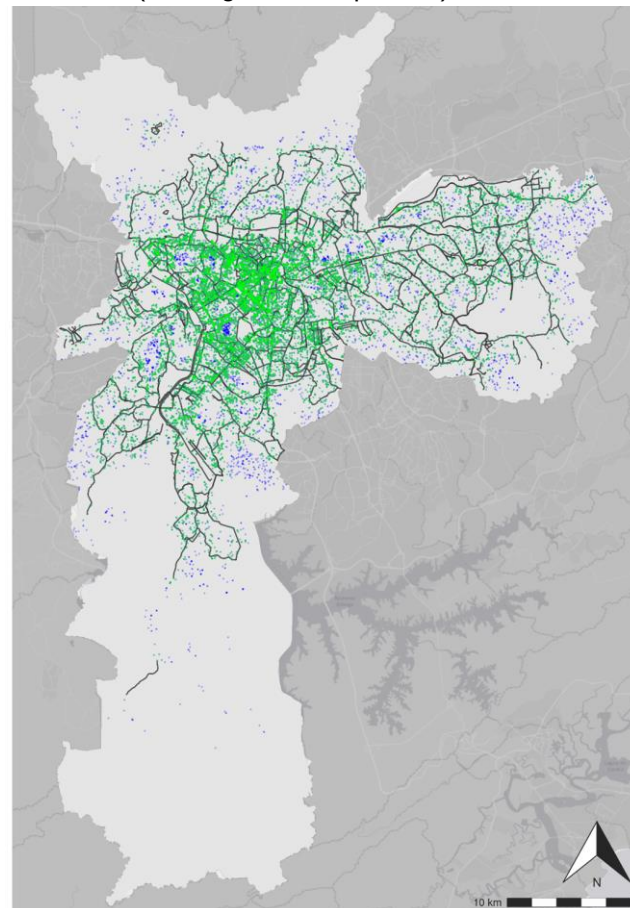
Cobertura origens CPI

São Paulo Rede Ciclovária	Cobertura	Aumento por km (p.p./km)
Atual	45%	-
Atual + 140 km	52%	0,050
Priorização (missing links)	55%	0,029
Priorização (missing links + expansão)	62%	0,054
Referência 2028	81%	0,025

**Rede Ciclovária Atual + 140
km**



**Rede Ciclovária Priorização
(missing links e expansão)**



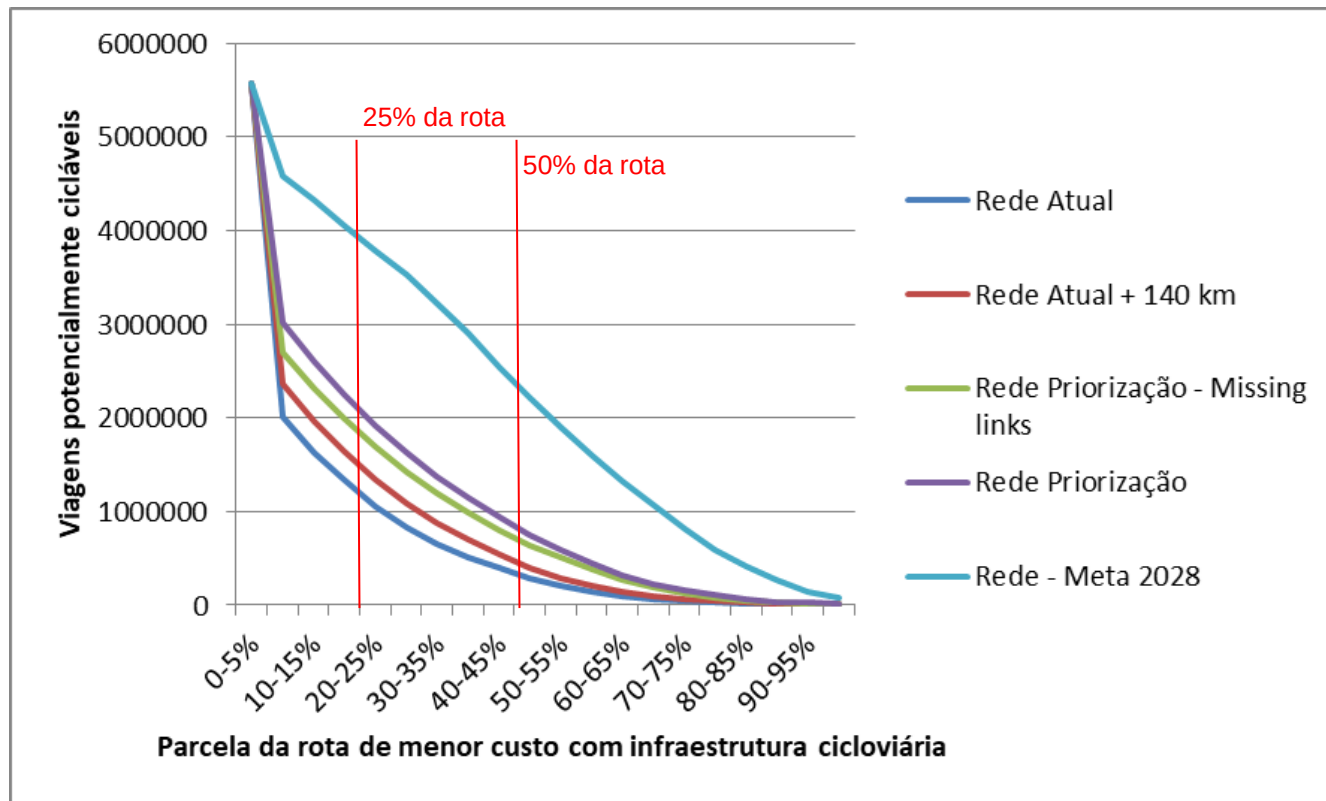
3.6 Uso potencial da rede

Uso potencial da rede

- Mostra a **porcentagem da rota de menor custo* coberta pela infraestrutura cicloviária** das viagens potencialmente cicláveis
- Pequena capilaridade, mas alto grau de sobreposição às rotas de menor custo
- Representa a coerência da rede. Isto é, se a infraestrutura cicloviária está implantada ao longo das rotas de menor custo das viagens potencialmente cicláveis
 - Total km percorridos: 81.767.629

São Paulo Rede Cicloviária	Km percorridos em infraestrutura cicloviária	Aumento por km (p.p./km)
Atual	14%	-
Atual + 140km	17%	0,021
Priorização (missing links)	24%	0,068
Priorização (missing links + expansão)	25%	0,007
Referência 2028	42%	0,022

Distribuição da % da rota de menor custo com infraestrutura cicloviária



Uso potencial da rede

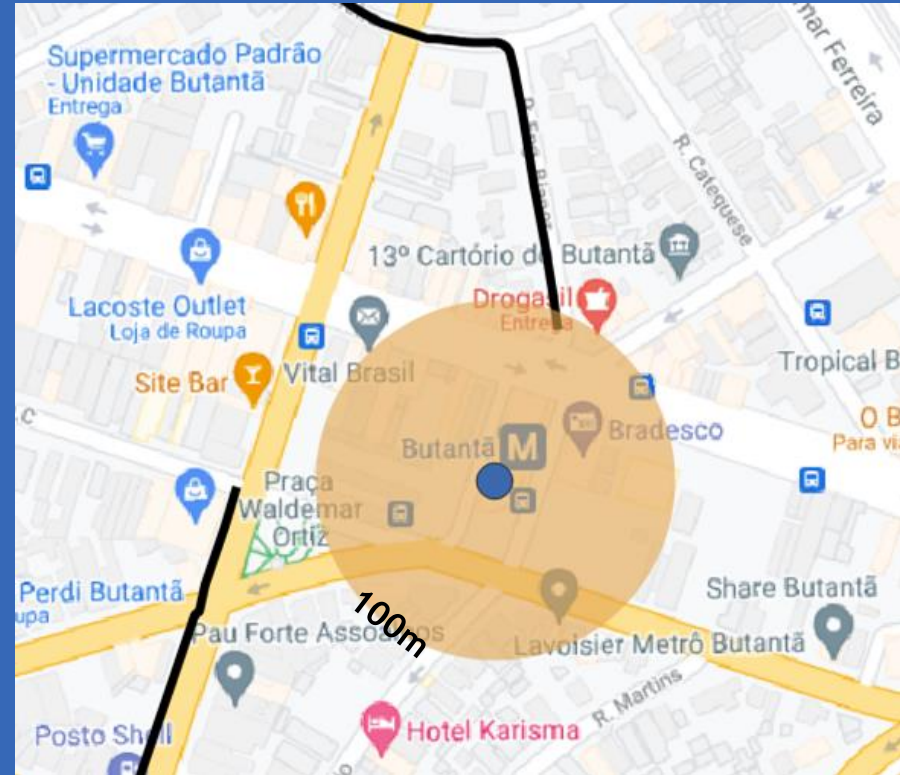
- Observa-se que há um aumento do uso da infraestrutura cicloviária ao longo das rotas de menor custo*
- Espera-se que o uso efetivo da infraestrutura cicloviária seja maior, uma vez que a presença de ciclovias e ciclofaixas fazem com que os usuários prefiram percorrer um caminho maior, porém mais seguro, do que simplesmente escolher a rota de menor custo*

	% da rota percorrida dentro de infraestrutura cicloviária		
Rede Cicloviária (% viagens)	0% (Rota totalmente fora da rede)	Ao menos 25%	Ao menos 50%
Rede Atual	64	19	4
Rede Atual + 144 km	58	24	5
Rede Priorização - Missing Links	52	30	9
Rede Priorização (missing links + expansão)	46	35	11
Referência 2028	18	68	34

3.7 Conectividade intermodal

Método: Conectividade intermodal

- Pelo menos uma infraestrutura cicloviária conecta até estações de metrô, trem e terminais de ônibus
- Tolerância de 100m a partir dos pontos georreferenciados do GeoSampa.



Método: Conectividade intermodal

Cada estação e terminal foi classificado a partir da proximidade com algum trecho de ciclovia ou ciclofaixa

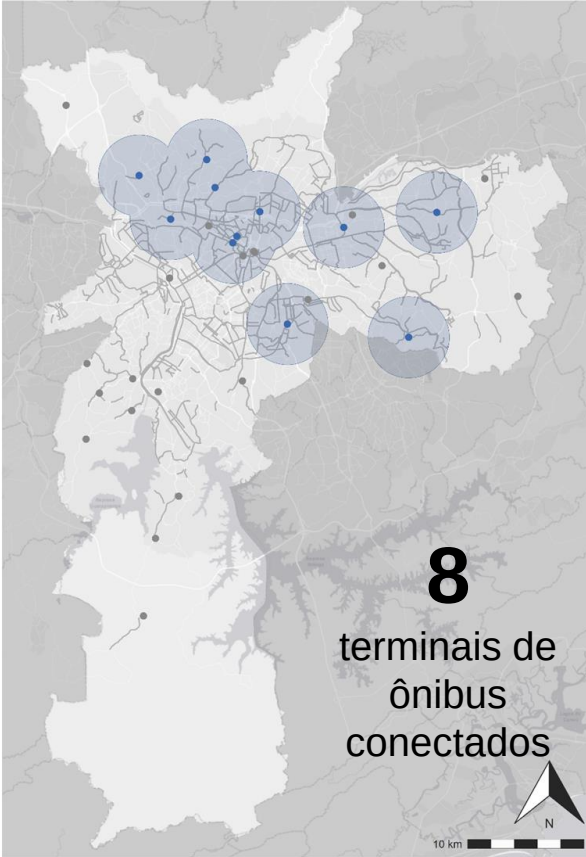
Apenas **em caráter de visualização**, foi adicionado aos mapas uma área de impacto dessas estações ou terminais com conexão, referente a uma viagem comum de bicicleta em linha reta: 3 km



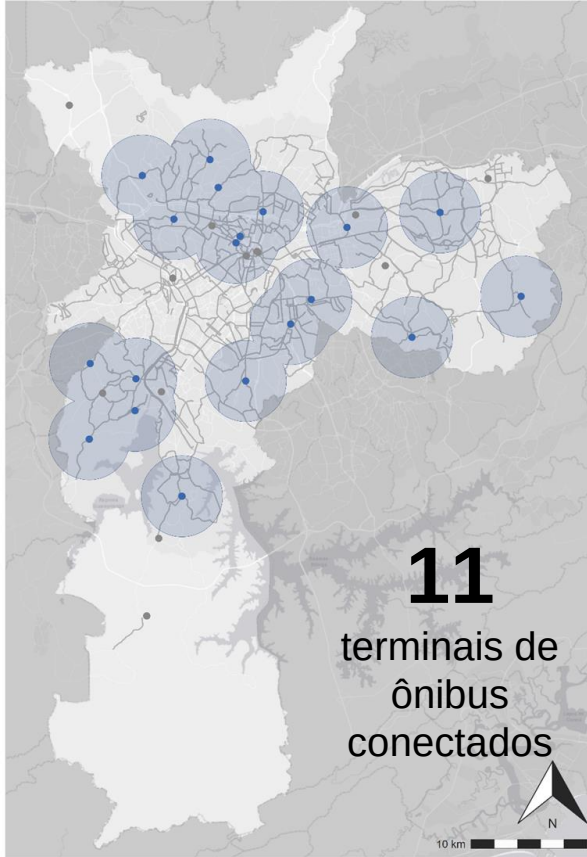
Acesso de terminais de ônibus por rede cicloviária

São Paulo Rede Cicloviária	Terminais conectados
Atual	25%
Atual + 140 km	34%
Priorização (missing links)	44%
Priorização (missing links + expansão)	59% (+24%)
Referência 2028	94%

Rede Cicloviária Atual + 140km



Rede Cicloviária Proposta



conexão ônibus

• Menos de 100m • Mais de 100m

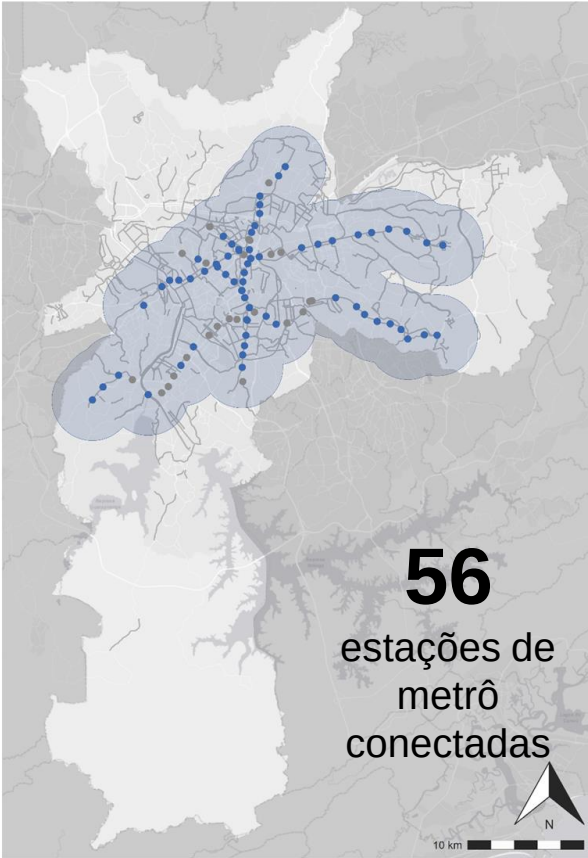
Região com acesso

Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

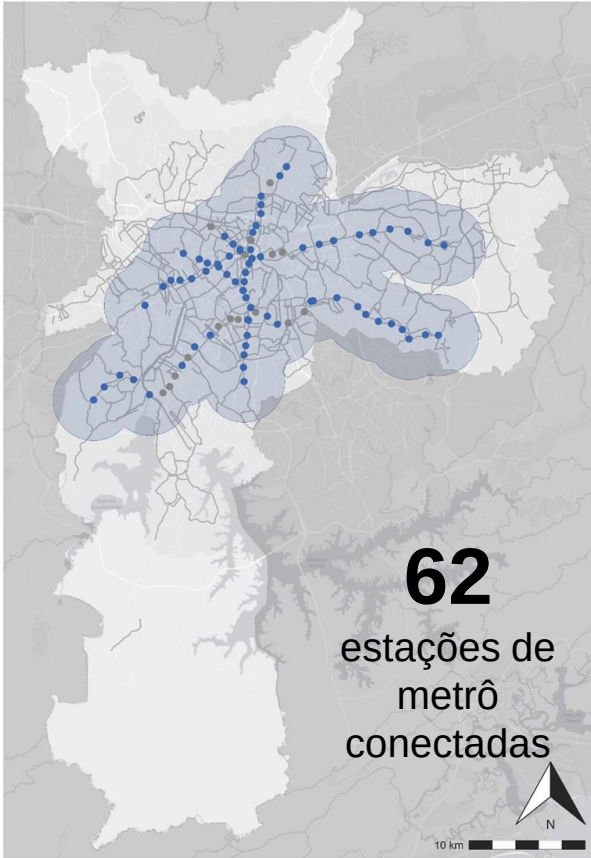
Acesso de estações de metrô por rede cicloviária

São Paulo Rede Cicloviária	Estações conectadas
Atual	67%
Atual + 140 km	74%
Priorização (missing links)	81% (+7%)
Priorização (missing links + expansão)	81%
Referência 2028	94%

Rede Cicloviária Atual + 140km



Rede Cicloviária Proposta



conexão metrô

• Menos de 100m • Mais de 100m

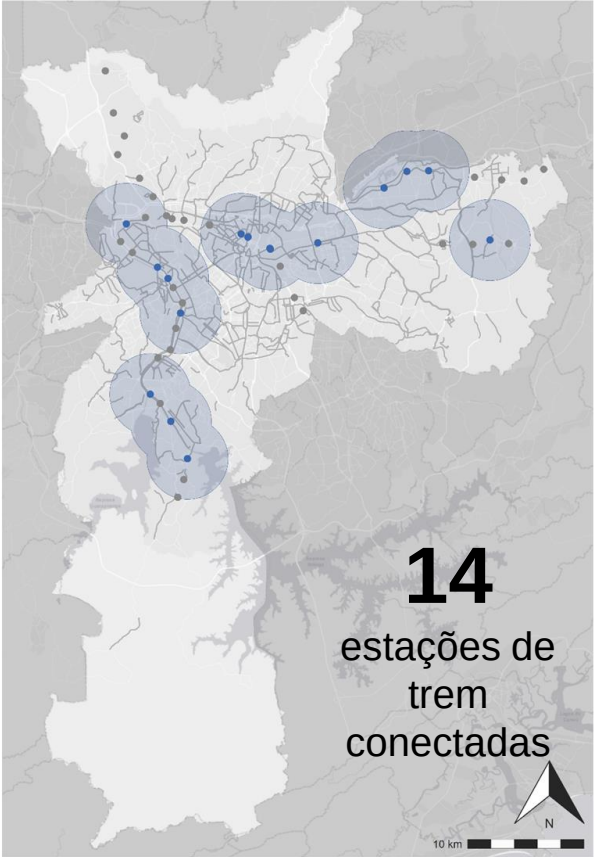
Região com acesso

Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

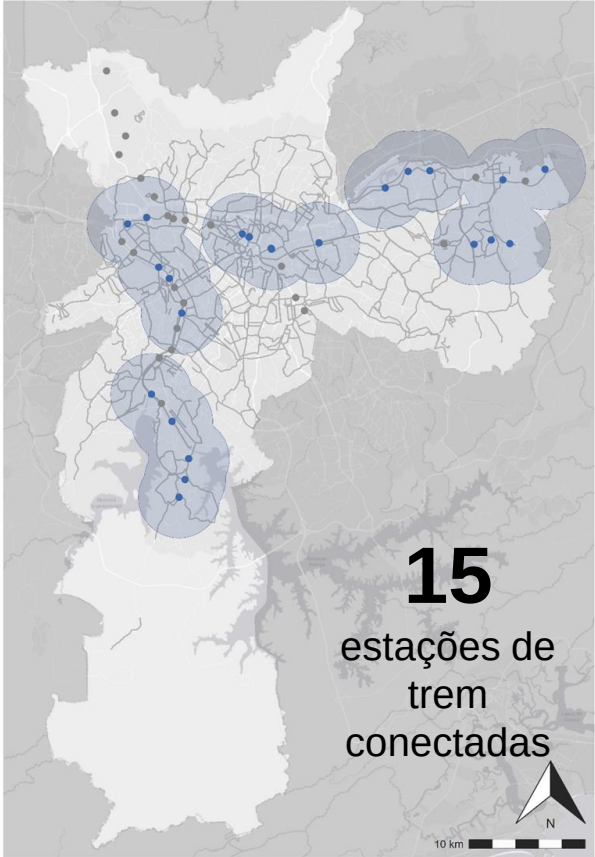
Acesso de estações de trem por rede cicloviária

São Paulo Rede Cicloviária	Estações conectadas
Atual	31%
Atual + 140 km	33%
Priorização (missing links)	36%
Priorização (missing links + expansão)	49% (+16%)
Referência 2028	71%

Rede Cicloviária Atual + 140km



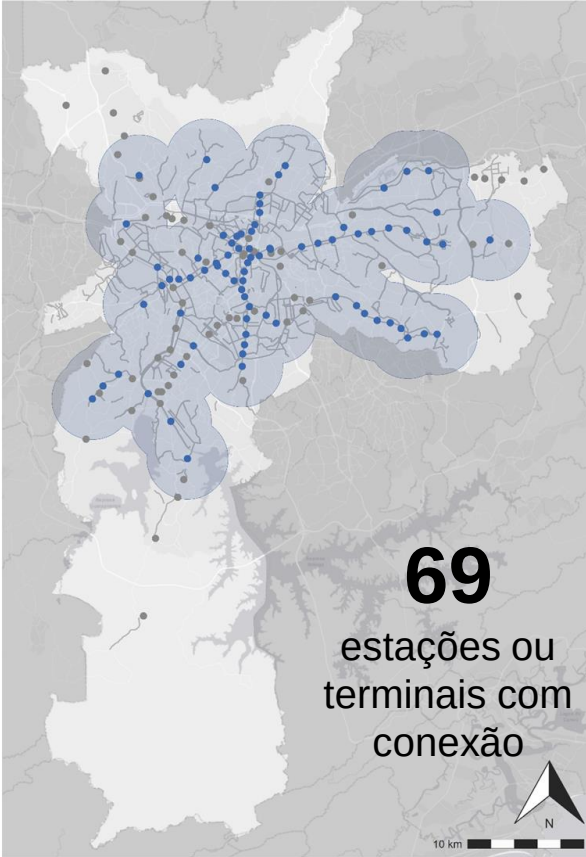
Rede Cicloviária Proposta



Acesso ao transporte de alta capacidade por rede ciclovária

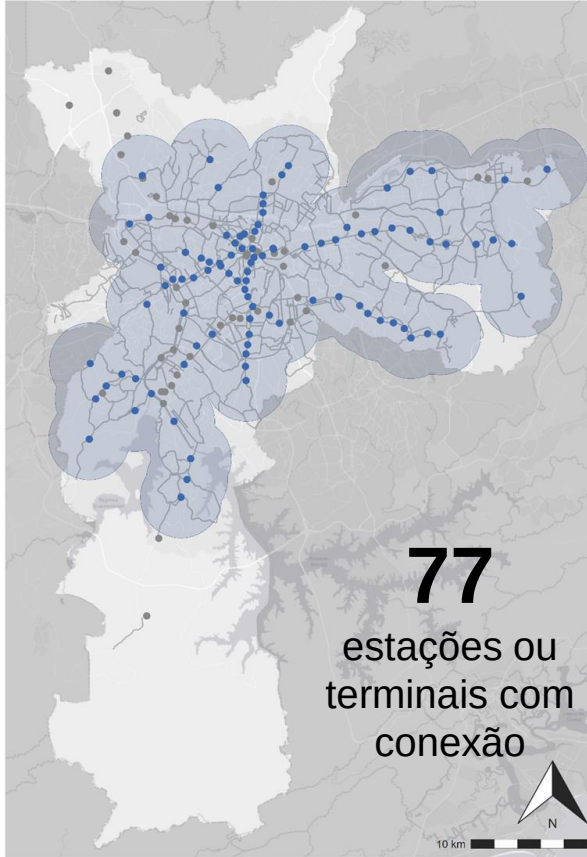
São Paulo Rede Ciclovária	Estações ou terminais conectados
Atual	49%
Atual + 140 km	55%
Priorização (missing links)	60%
Priorização (missing links + expansão)	67%
Referência 2028	89%

Rede Ciclovária Atual + 140km



69
estações ou
terminais com
conexão

Rede Ciclovária Proposta



77
estações ou
terminais com
conexão

conexão TP

• Menos de 100m • Mais de 100m

Região com acesso

Esri, HERE, Garmin, INCREMENT P, © OpenStreetMap contributors, and the GIS user community

4 Linearidade

5.1 Diretividade – infraestrutura em duas direções

5.2 Largura da malha – distância entre rotas paralelas

5. Atratividade

5.1 Atratividade física (fachadas, verde)

5.2 Segurança pessoal

Conclusões

Expansão da rede

- A principal conclusão é que requer melhorar a conectividade da rede. Tem uma alta quantidade de missing links (trechos desconectados).
- Os polos geradores vão dar informações importantes sobre onde exatamente requer agregar trechos de infraestrutura cicloviária

Conclusões

A expansão 'missing links' (102 km) resulta num melhoramento significativo de:

- Conectividade territorial (+23%)
- Sub-redes (-49%): de 110 a 56
- Uso potencial da rede (+41%): de 17% a 24%

A expansão periférica (130 km) resulta num melhoramento significativa de:

- PNB (+29%): de 34% a 44%

Obrigado!

Equipe de trabalho

Claudio Olivares Medina

Débora Toledo Gonçalves

Flávio Soares

Jeroen Buis

Lucas Melo

Gabriel Caldeira

Tais Fonseca