

Visualização de Fluxos de Mobilidade com Bundling

Tallys Martins

Fabio Kon (orientador)

Higor Amario (coorientador)



Webinar de Mobilidade Urbana, Junho, 2020



IME-USP

USP

Contexto

- Grandes quantidades de dados de mobilidade são gerados diariamente nas cidades
- Esses dados podem vir de diferentes fontes:
 - GPS, celular, câmeras, sensores e pesquisas censitárias
- Eles contêm informação sobre o comportamento de mobilidade de cidadãos e podem ajudar na tomada de decisão e melhoria dos sistemas de transporte

Introdução

- Imagine que você tenha as origens e destinos de milhões de cidadãos se movimentando durante o dia.

| Lon Origin | Lat Origin | Lon Dest | Lat Dest |
|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| -46.628 093 770 | -23.551 691 866 | -47.003 481 044 | -23.393 563 283 |
| -46.628 093 770 | -23.551 691 866 | -47.003 481 044 | -23.393 563 283 |
| -47.001 872 312 | -23.398 468 606 | -47.003 481 044 | -23.393 563 283 |

Introdução

- Imagine que você tenha as origens e destinos de milhões de cidadãos se movimentando durante o dia.

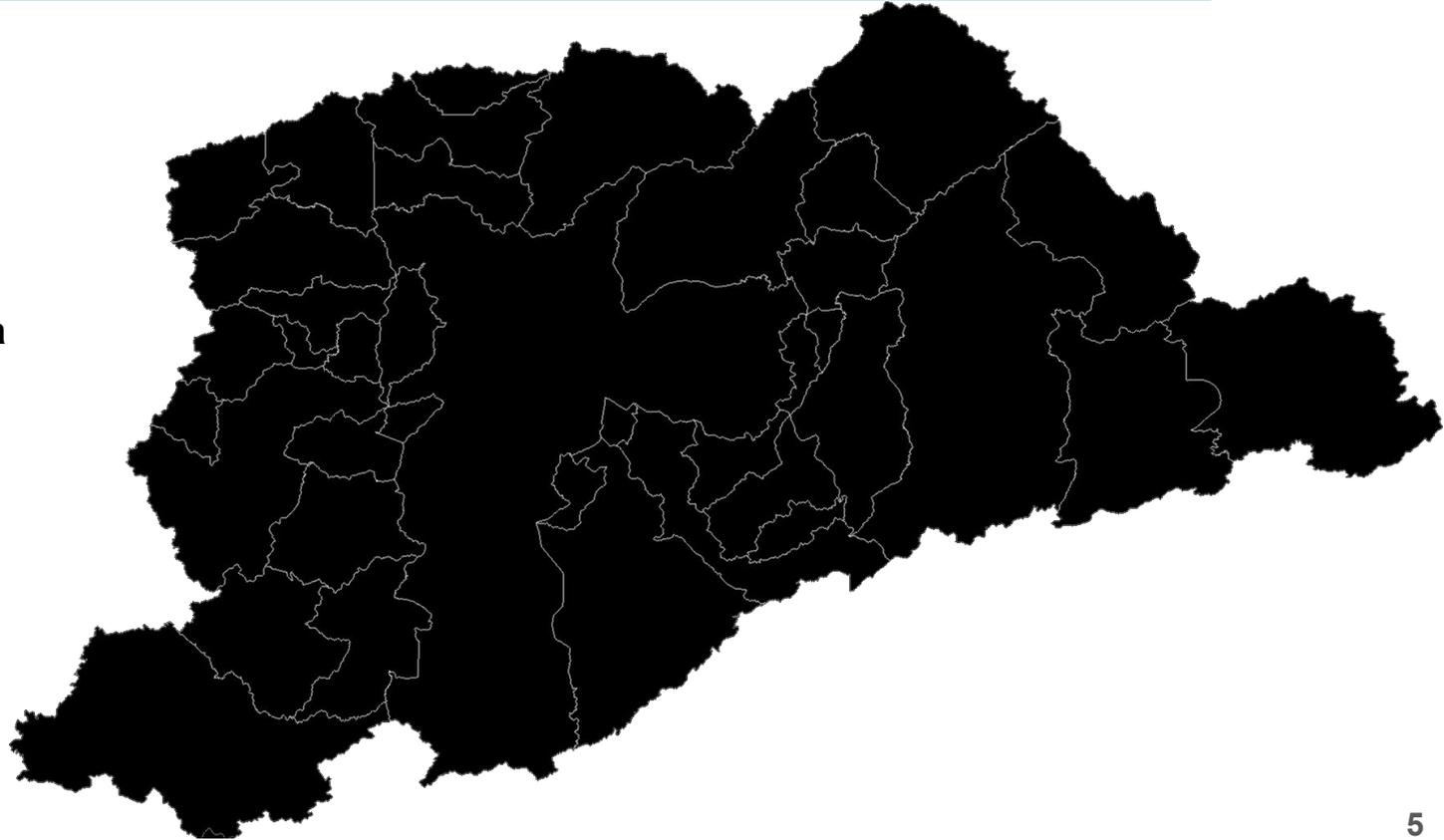
Como podemos visualizar os padrões de mobilidade?

| Lon Origin | Lat Origin | Lon Dest | Lat Dest |
|-------------------|-------------------|-----------------|-----------------|
| -46.628 093 770 | -23.551 691 866 | -47.003 481 044 | -23.393 563 283 |
| -46.628 093 770 | -23.551 691 866 | -47.003 481 044 | -23.393 563 283 |
| -47.001 872 312 | -23.398 468 606 | -47.003 481 044 | -23.393 563 283 |

Problema

**Este é o mapa da
região metropolitana
de São Paulo**

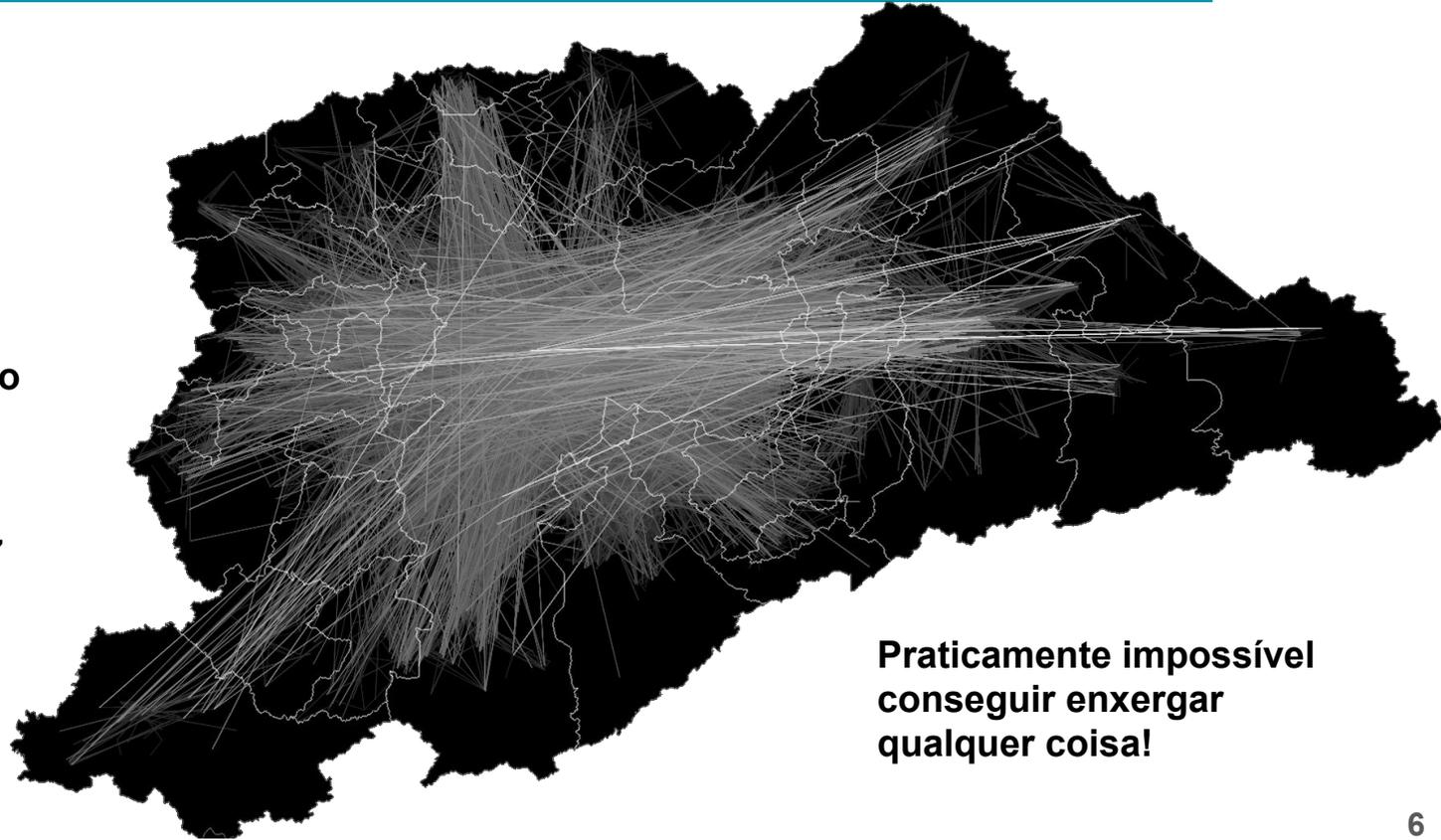
31 municípios



Problema

42 milhões de viagens na região metropolitana de São Paulo

Dados da pesquisa origem-destino 2017



Praticamente impossível conseguir enxergar qualquer coisa!

Questão de pesquisa

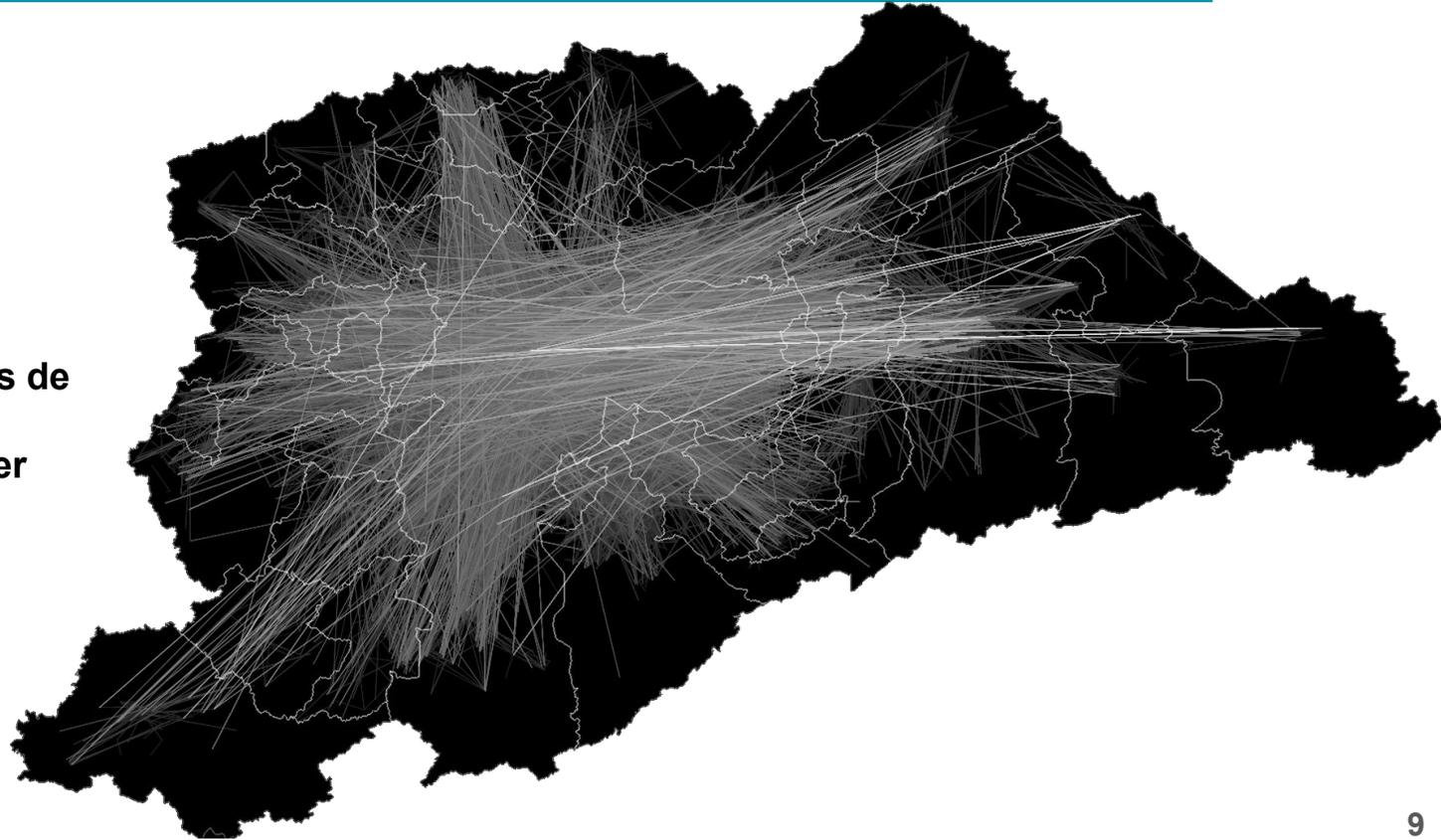
- Como podemos oferecer uma visualização de grandes quantidades de dados de mobilidade de uma região metropolitana:
 - que forneça informações visuais claras para planejadores urbanos, pesquisadores e o grande público
 - que seja capaz de visualizar claramente milhões de fluxos de mobilidade em uma única imagem
 - que seja customizável permitindo facilmente a visualização de diferentes parâmetros

Metodologia

- A pesquisa origem-destino (OD):
 - É um censo elaborado pela Companhia do Metrô na região metropolitana de São Paulo
 - Ela é executada a cada 10 anos desde 1967
 - A última pesquisa foi efetuada em 2017 e contém cerca de **42 milhões de viagens** em um dia comum da semana
 - Contém diversas outras informações como:
 - Modo de transporte, gênero, motivo da viagem, etc.

Metodologia

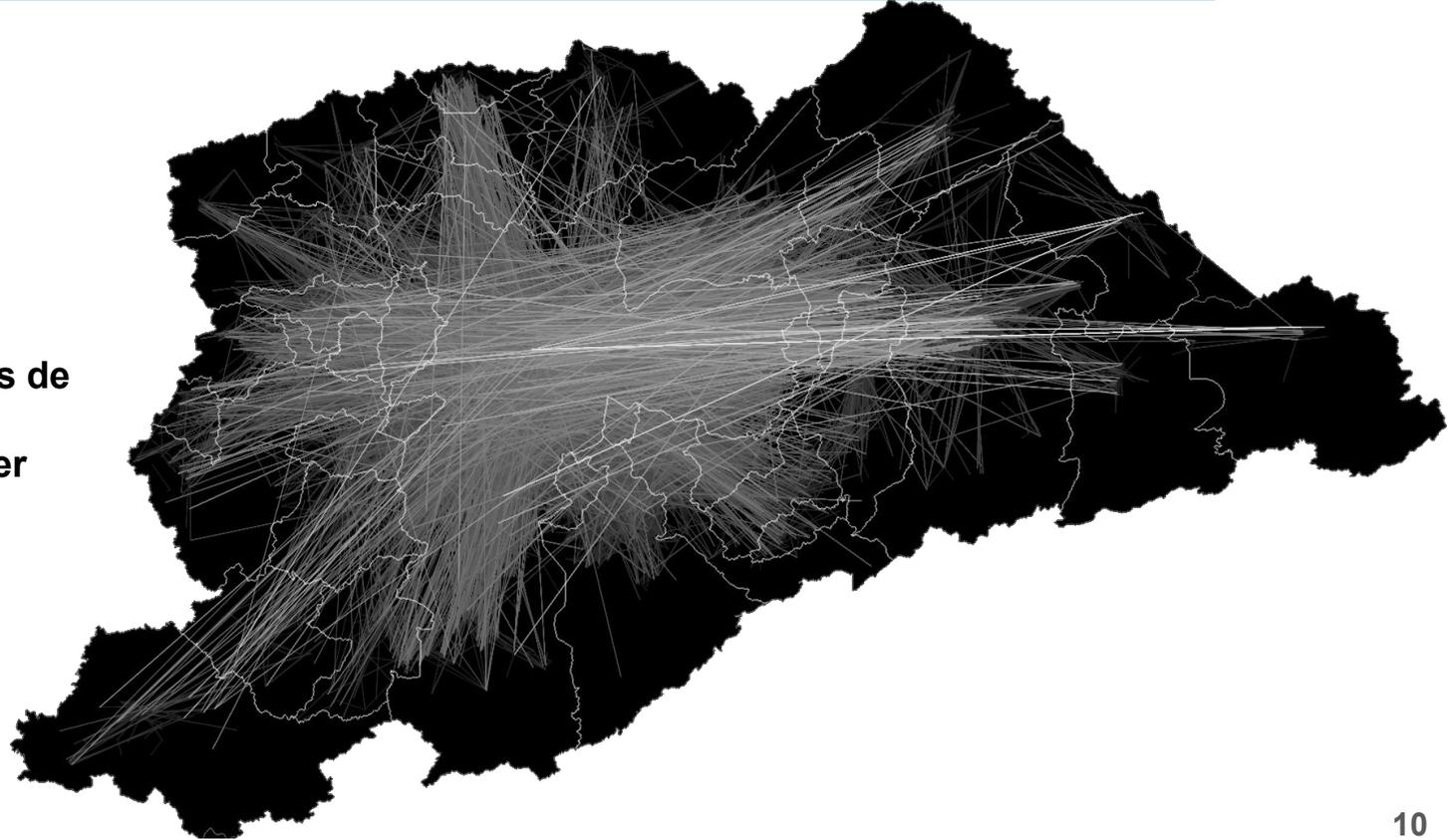
Para reduzir a complexidade de grandes quantidades de dados, técnicas de agregação podem ser utilizadas



Metodologia

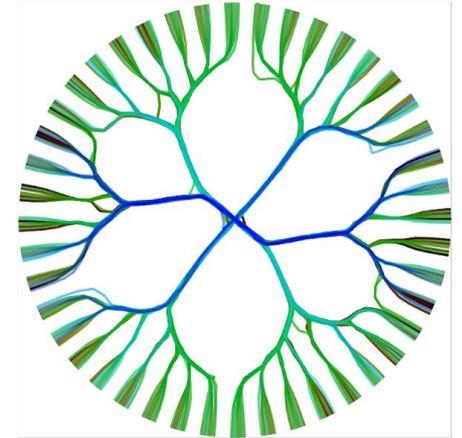
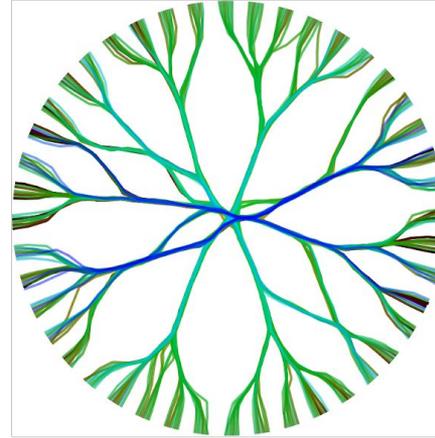
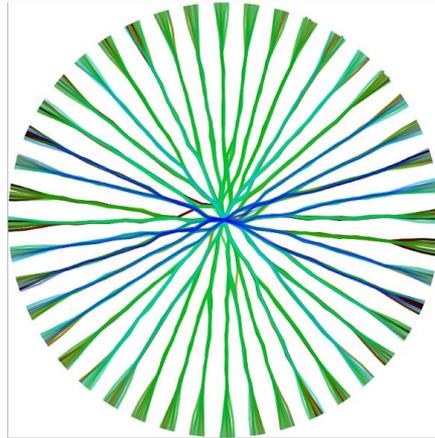
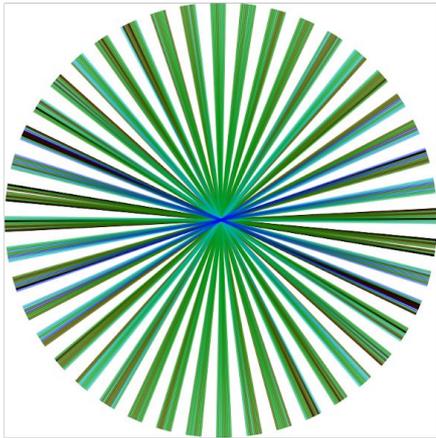
Para reduzir a complexidade de grandes quantidades de dados, técnicas de agregação podem ser utilizadas

Bundling



Metodologia

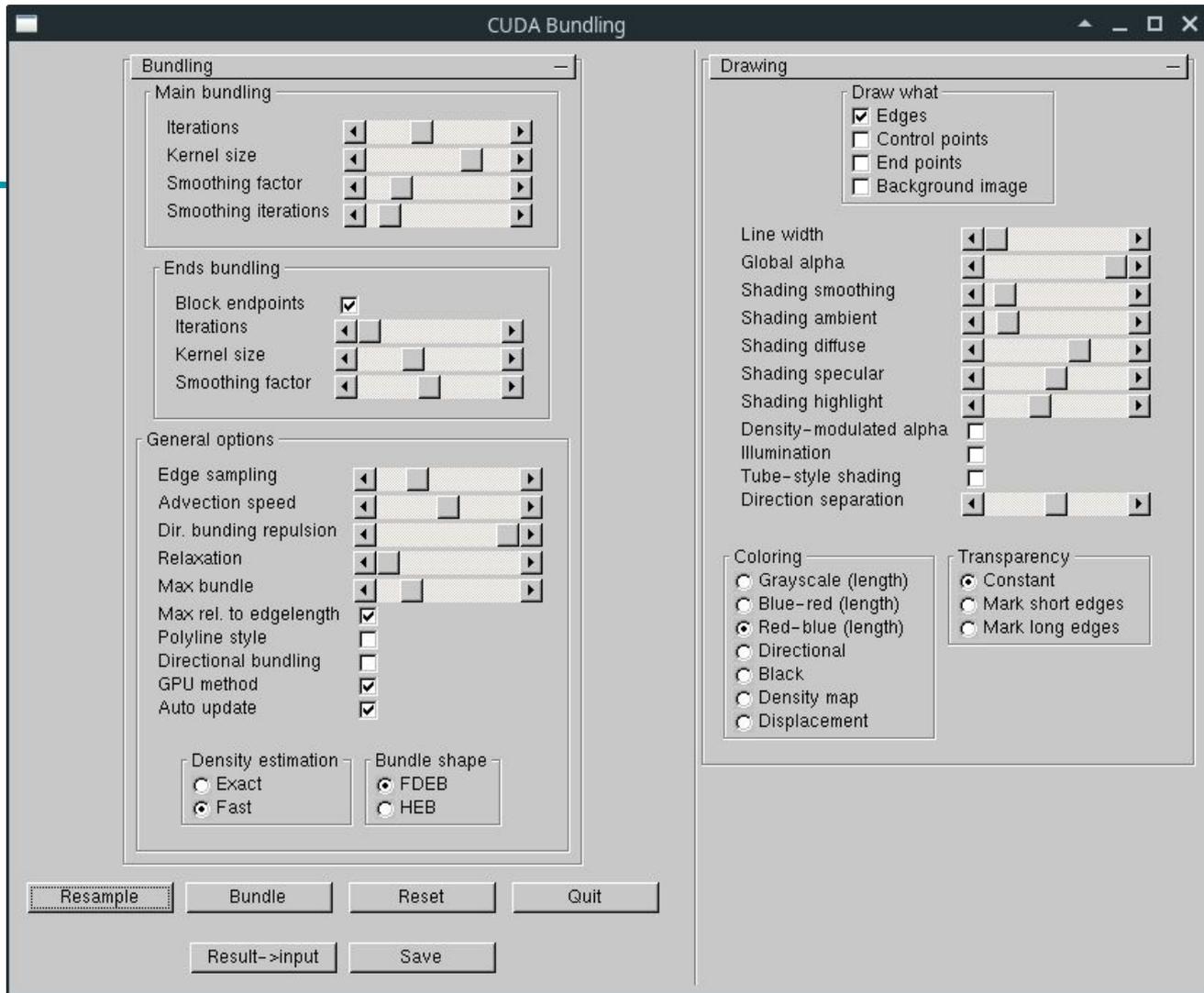
O *Bundling* permite agrupar as arestas espacialmente próximas em diferentes níveis de agregação, gerando uma forma simplificada.



Metodologia

Framework CUBu
Cuda Universal Bundling

Prof. Alexandru Telea
University of Groningen
The Netherlands



Drawing

Draw what

- Edges
- Control points
- End points
- Background image

Line width

Global alpha

Shading smoothing

Shading ambient

Shading diffuse

Shading specular

Shading highlight

Density-modulated alpha

Illumination

Tube-style shading

Direction separation

Coloring

- Grayscale (length)
- Blue-red (length)
- Red-blue (length)
- Directional
- Black
- Density map
- Displacement
- Transport Types
- Transport Public x Private
- Transport Motorized x Non Motorized

Transparency

- Constant
- Mark short edges
- Mark long edges

View Control

Quit

Transportation

Draw what

- Metro
- Train
- Monorail
- Bus from SP
- Bus from other regions
- Metropolitan Bus
- Chartered Transport
- School Bus
- Driving Car
- Car Passenger
- Regular Taxi
- Non Regular Taxi
- Driving Motorcycle
- Motorcycle Passenger
- Bicycle
- On foot
- Others

Time Control

Departure H min

Arrival: H min

Metodologia

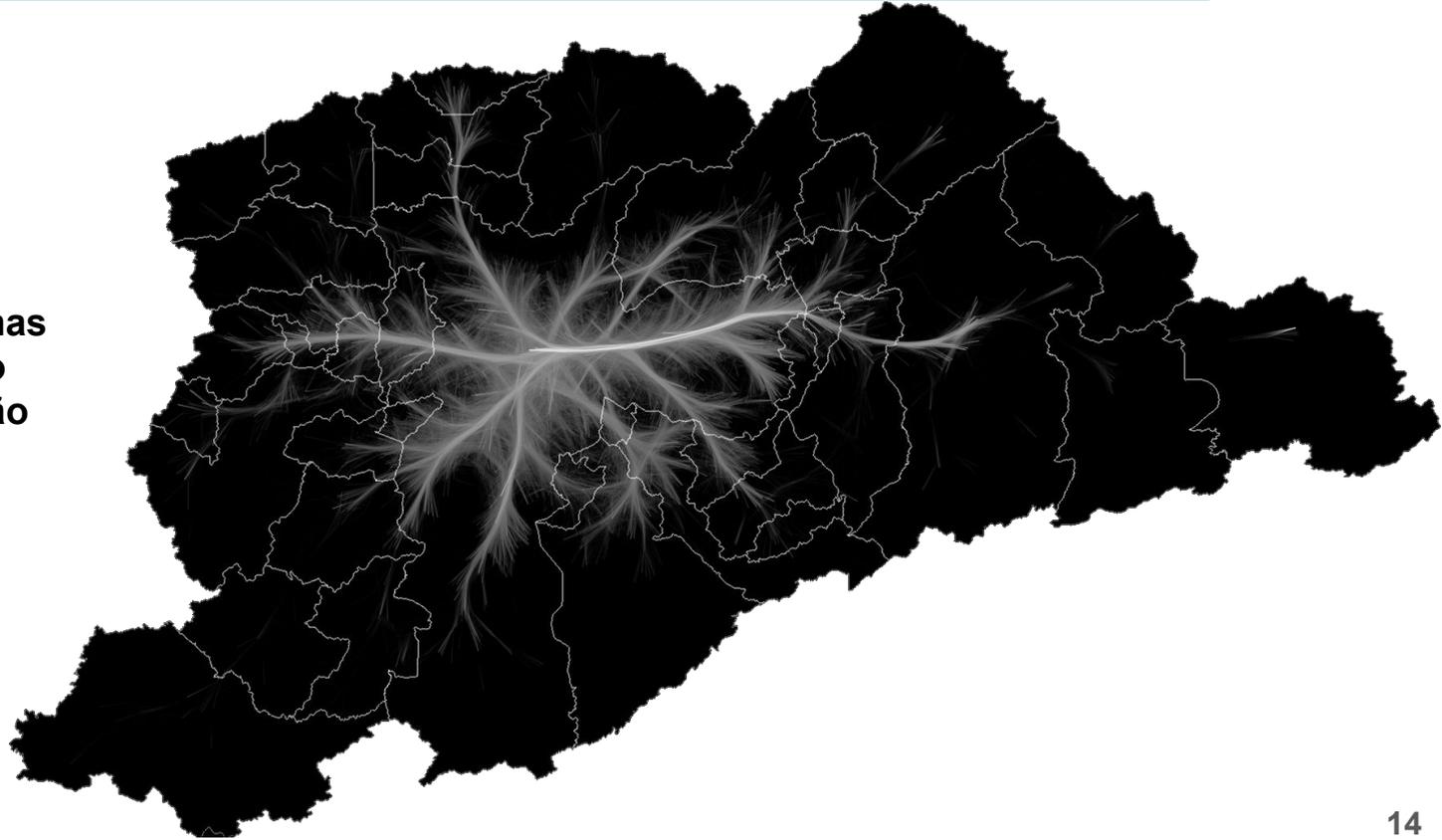
Estendemos o *framework* para atender ao nosso estudo

e

trabalhar com a pesquisa Origem-Destino de São Paulo

Resultados

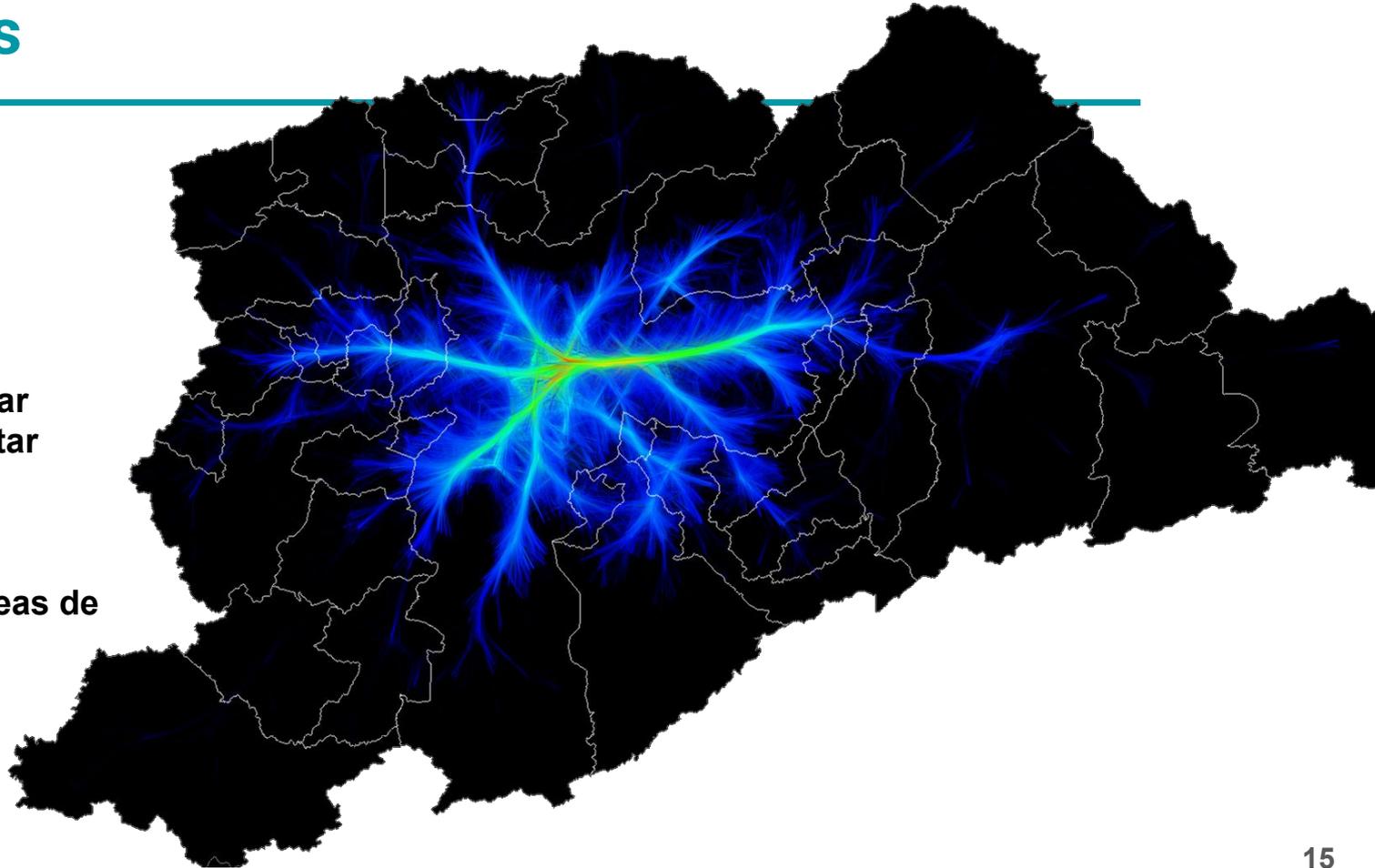
Bundling aplicado nas trajetórias da região metropolitana de São Paulo



Resultados

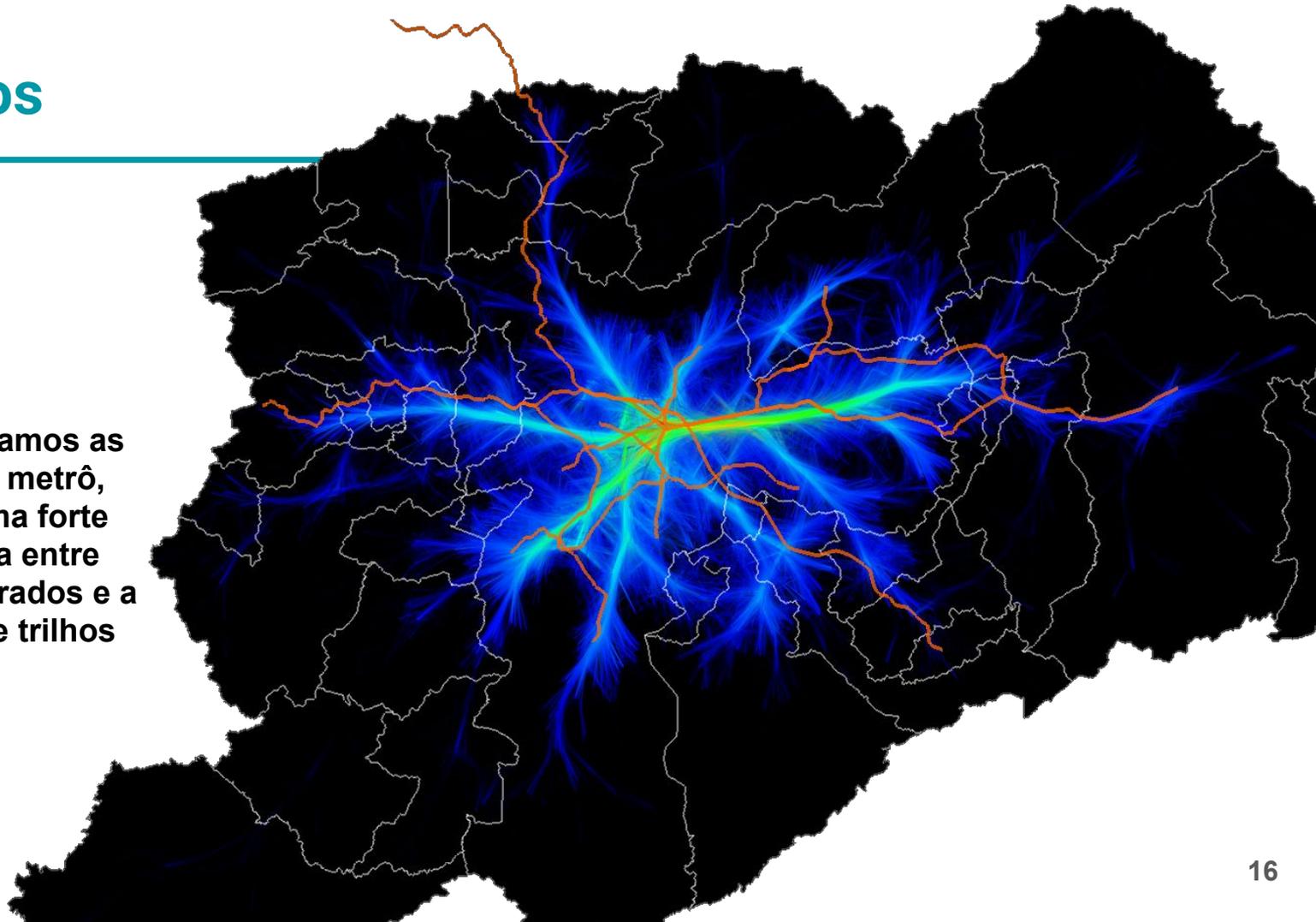
Podemos adicionar cores para ressaltar características relevantes.

Neste caso, as áreas de maior densidade.

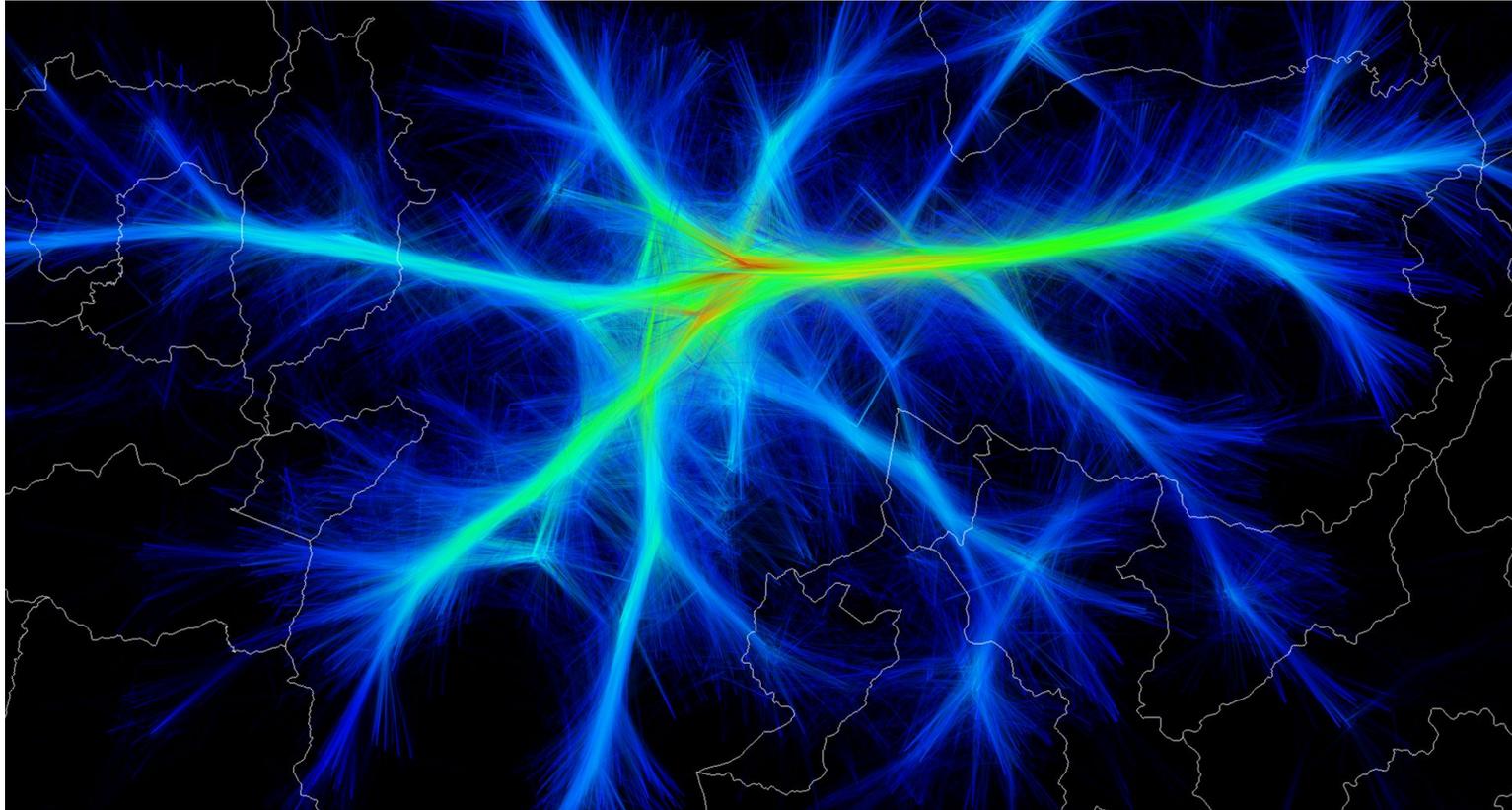


Resultados

Quando desenhamos as linhas de trem e metrô, podemos ver uma forte correspondência entre os caminhos gerados e a infraestrutura de trilhos

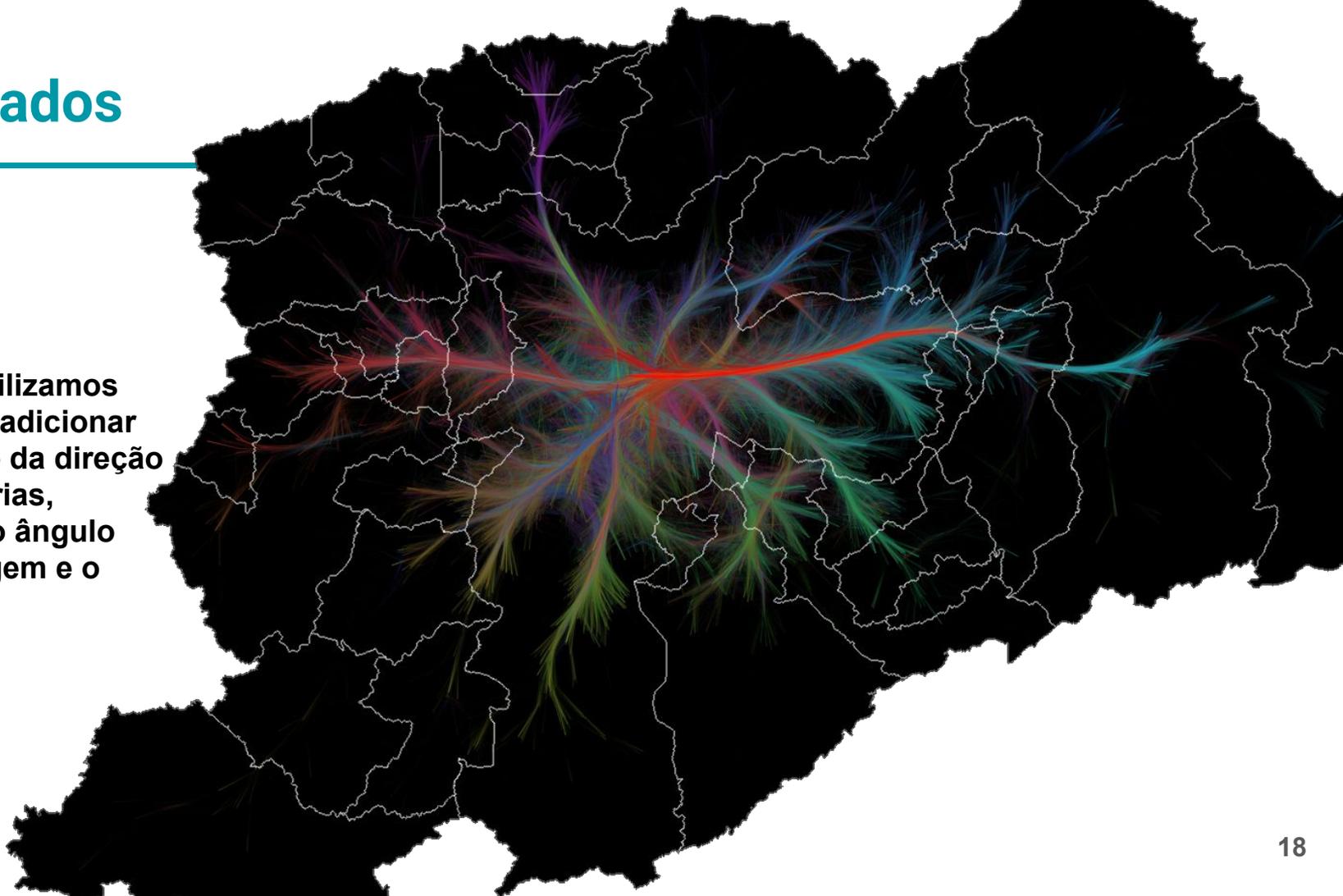


Resultados



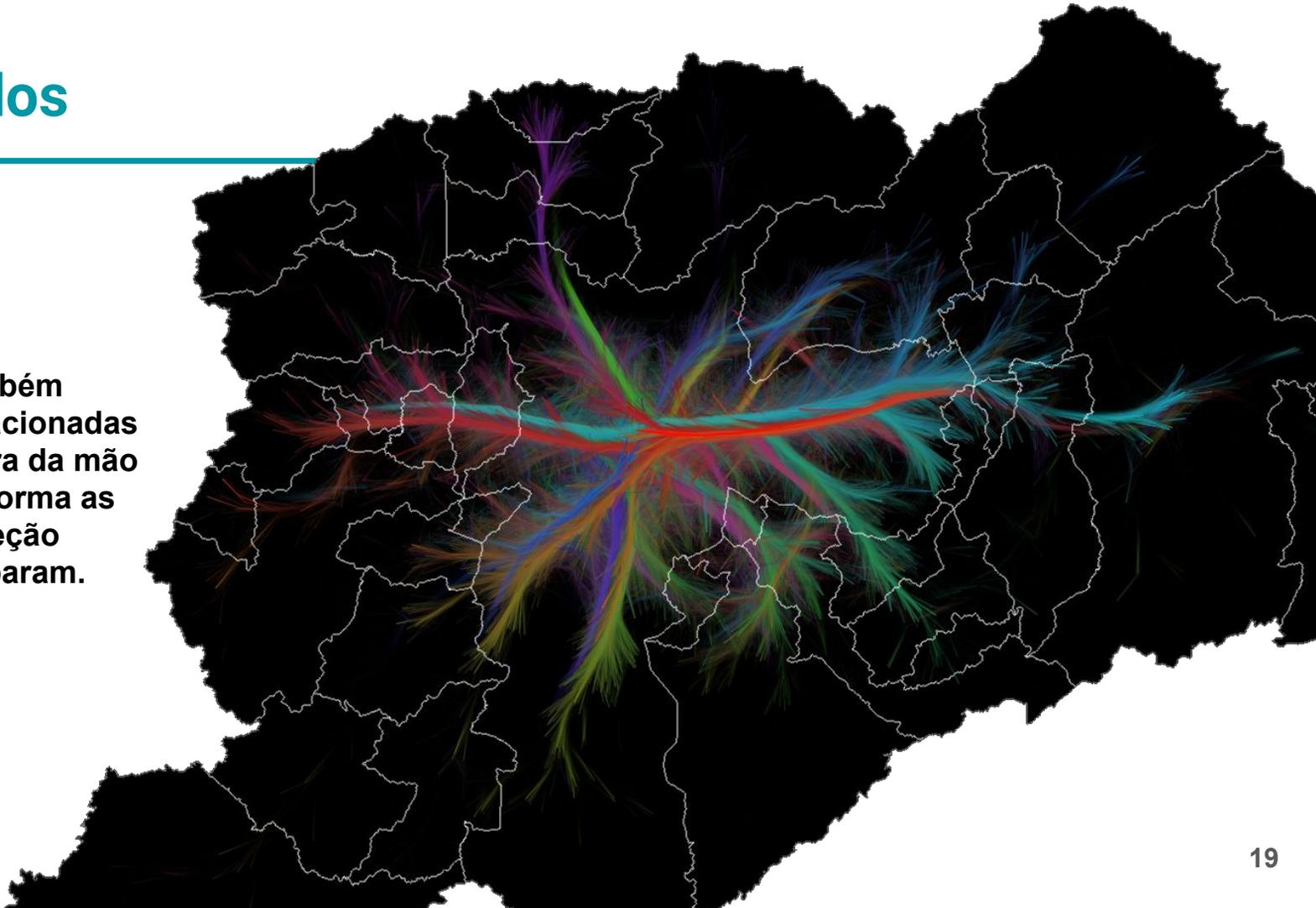
Resultados

Também utilizamos cores para adicionar informação da direção das trajetórias, utilizando o ângulo entre a origem e o destino.



Resultados

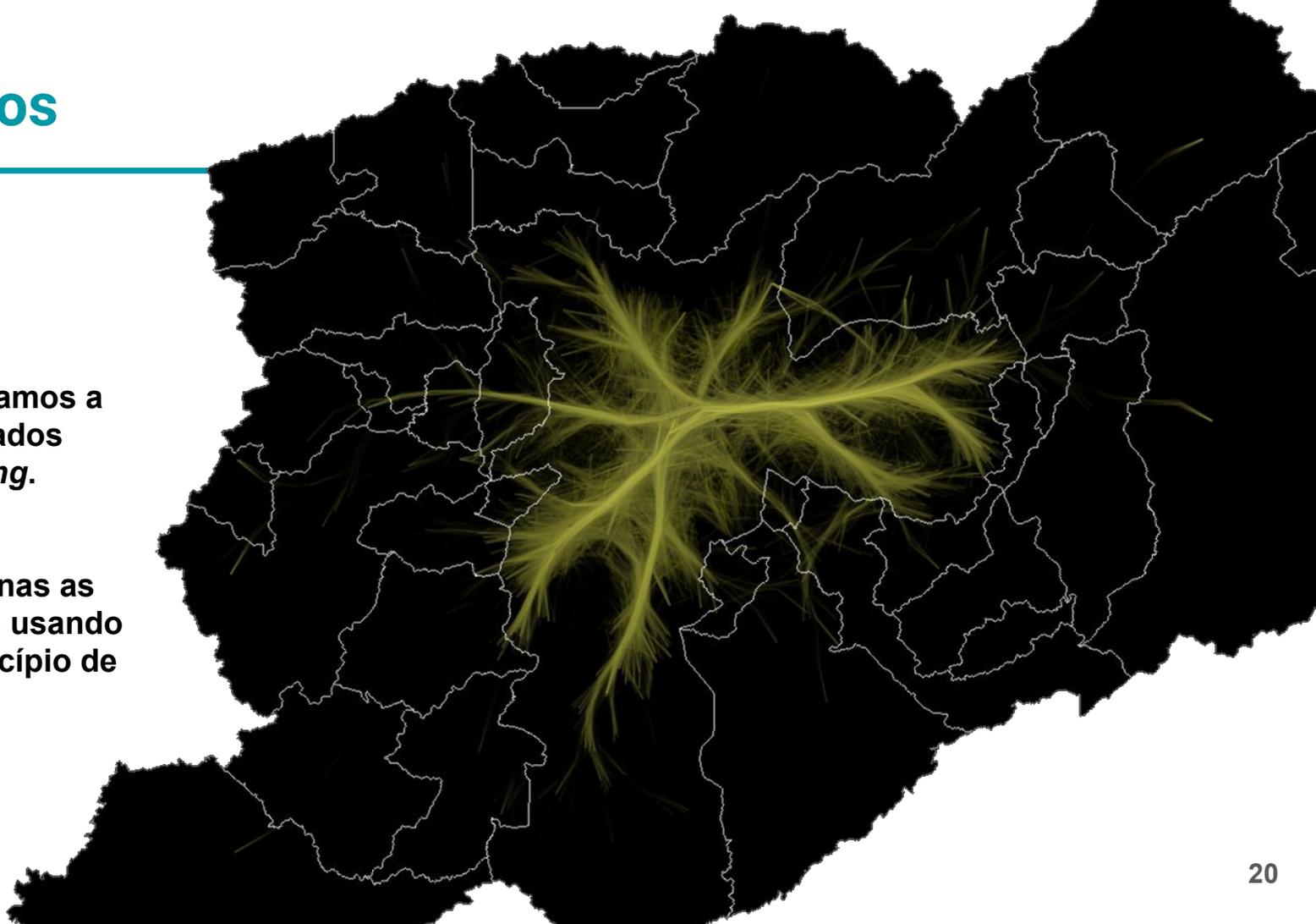
As arestas também podem ser rotacionadas segundo a regra da mão direita, dessa forma as arestas em direção opostas se separam.



Resultados

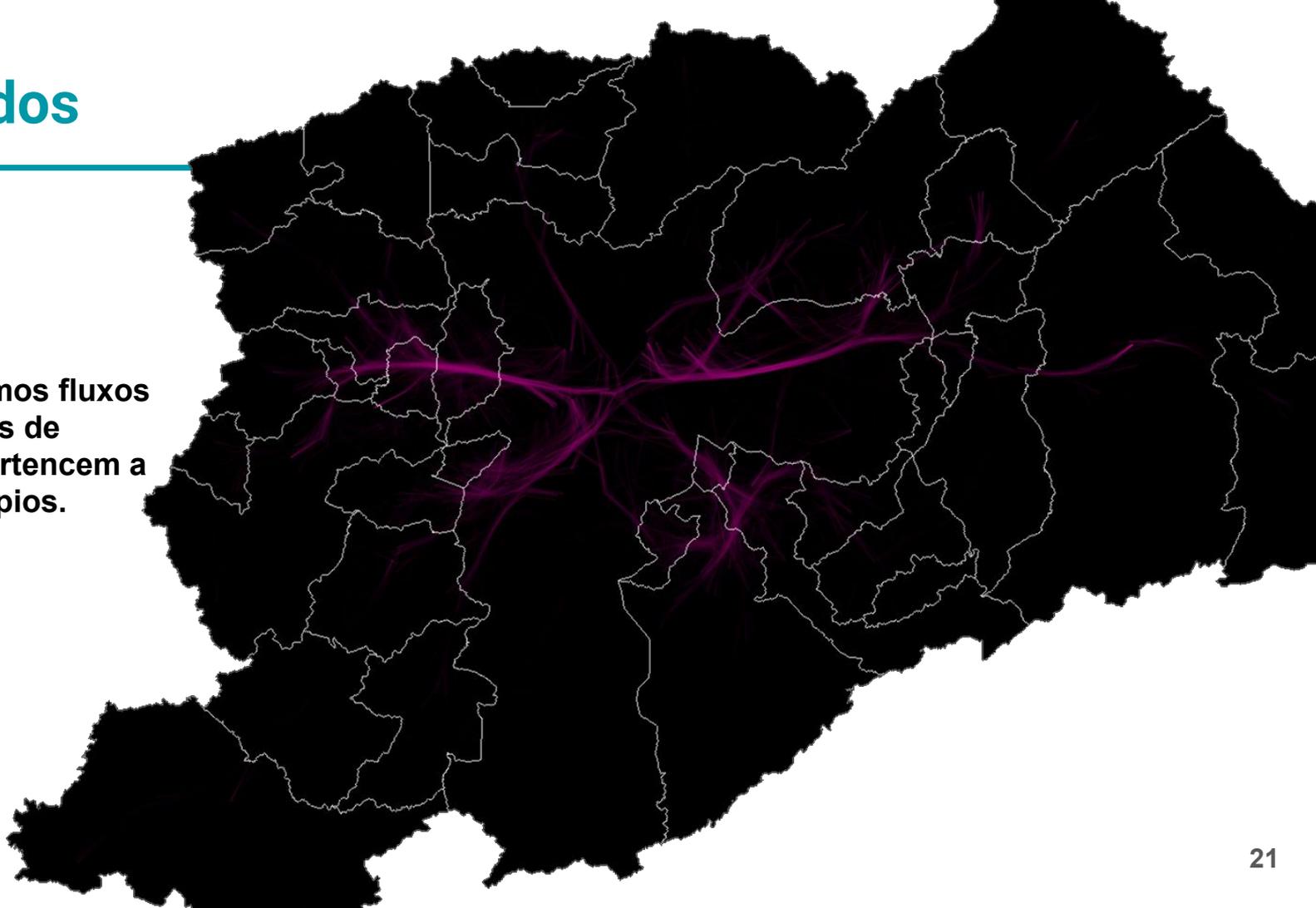
Também exploramos a filtragem dos dados junto ao *bundling*.

Neste exemplo, mostramos apenas as movimentações usando ônibus do município de São Paulo.



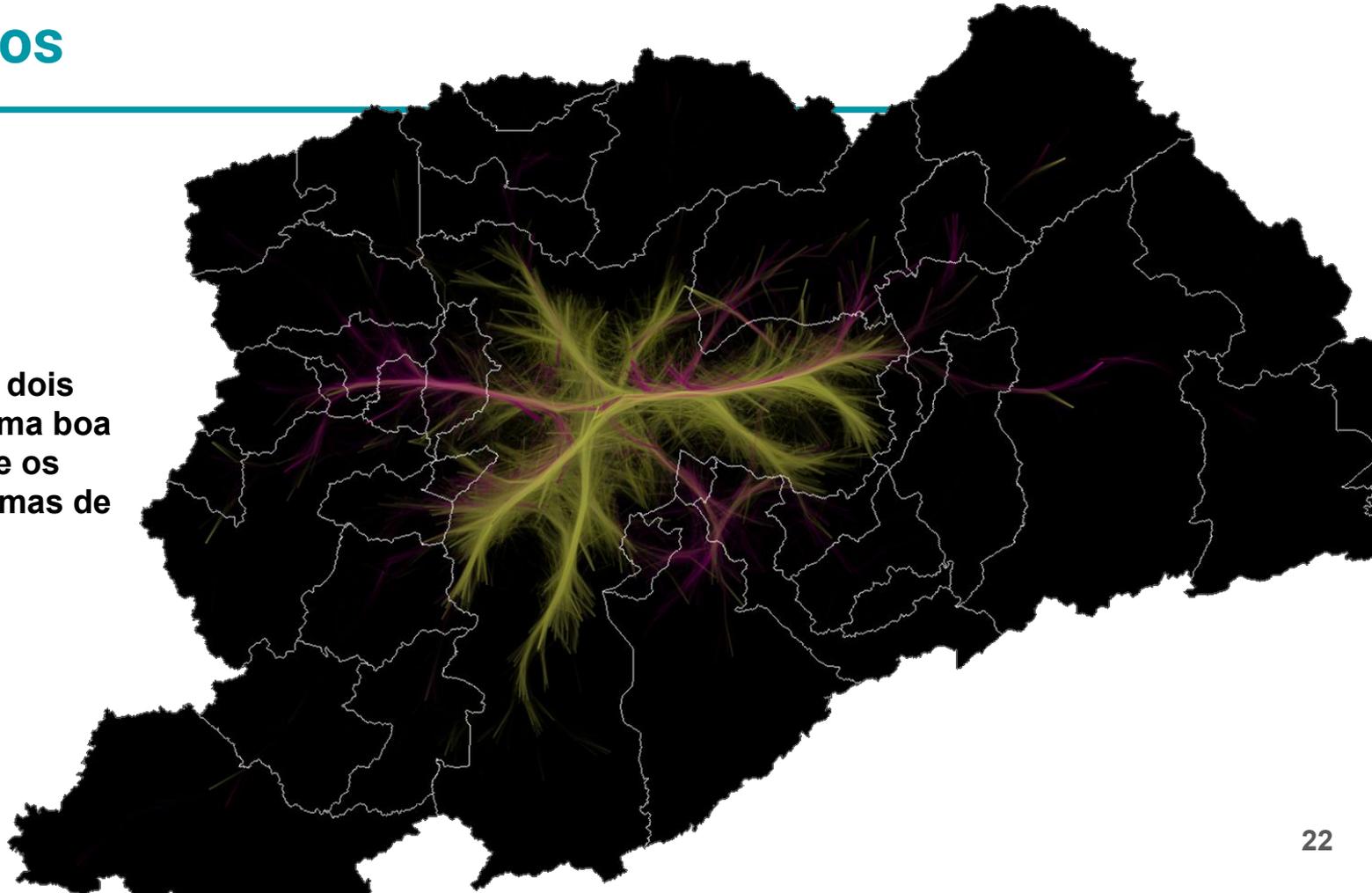
Resultados

Aqui observamos fluxos de passageiros de ônibus que pertencem a outros municípios.



Resultados

A visualização combinada dos dois casos sugere uma boa integração entre os diferentes sistemas de transporte.



Conclusões

- A técnica de *Bundling* apresenta um grande potencial para a visualização de dados de mobilidade. Apesar dos desafios de validação e escolha de parâmetros, conseguimos extrair informações relevantes.
- Artigo aceito no Workshop on Urban Computing - COURB em colaboração com Alex Telea, um pesquisador de referência em visualização de dados => **estará disponível em <http://interscity.org>**
- O que mostramos é apenas um percentual pequeno das possibilidades de pesquisa e experimentação na área. Há muito o que explorar tanto do lado da técnica e algoritmo, quanto no lado dos dados.

Trabalhos Futuros

- Estou terminando meu mestrado aqui.
- Mas outros alunos poderiam continuar a pesquisa de várias maneiras:
 - Incluir mais atributos da pesquisa OD, como renda, gênero, motivo da viagem.
 - Testar diferentes escalas de agregação dos dados e parâmetros do bundling, avaliando os impactos no desempenho computacional e nos resultados visuais.
 - Fazer uma análise temporal dos dados utilizando dados dos outros anos



IME-USP



INCT

InterSCity

tallys@ime.usp.br

kon@ime.usp.br

<http://interscity.org>

