

Otimização de Rotas para Coleta de Dados Imobiliários

Aplicação de Teoria dos Grafos e Algoritmos de Roteamento

Amon Lemes dos Santos	2023005290
Lucas Salles Granado	2023006878
Sammuel Gonçalves Reis	2023004480
Ulisses Douglas de Paula Assis Junior	2024001849

[Universidade Federal de Itajubá \(UNIFEI\)](#)

Curso de Sistemas de Informação

Disciplina: Grafos (SMAC03)

Equipe e contribuições

Amon Lemes dos Santos

Exploração de alternativas e apoio no desenvolvimento técnico.

Lucas Salles Granado

Implementação das rotas e otimização para múltiplos agentes.

Sammuel Gonçalves Reis

Integração do pipeline e ajustes no dataset final.

Ulisses Douglas de Paula Assis Junior

Organização do projeto, automação da execução e apoio no desenvolvimento.

Contexto Geral do Recadastramento Imobiliário

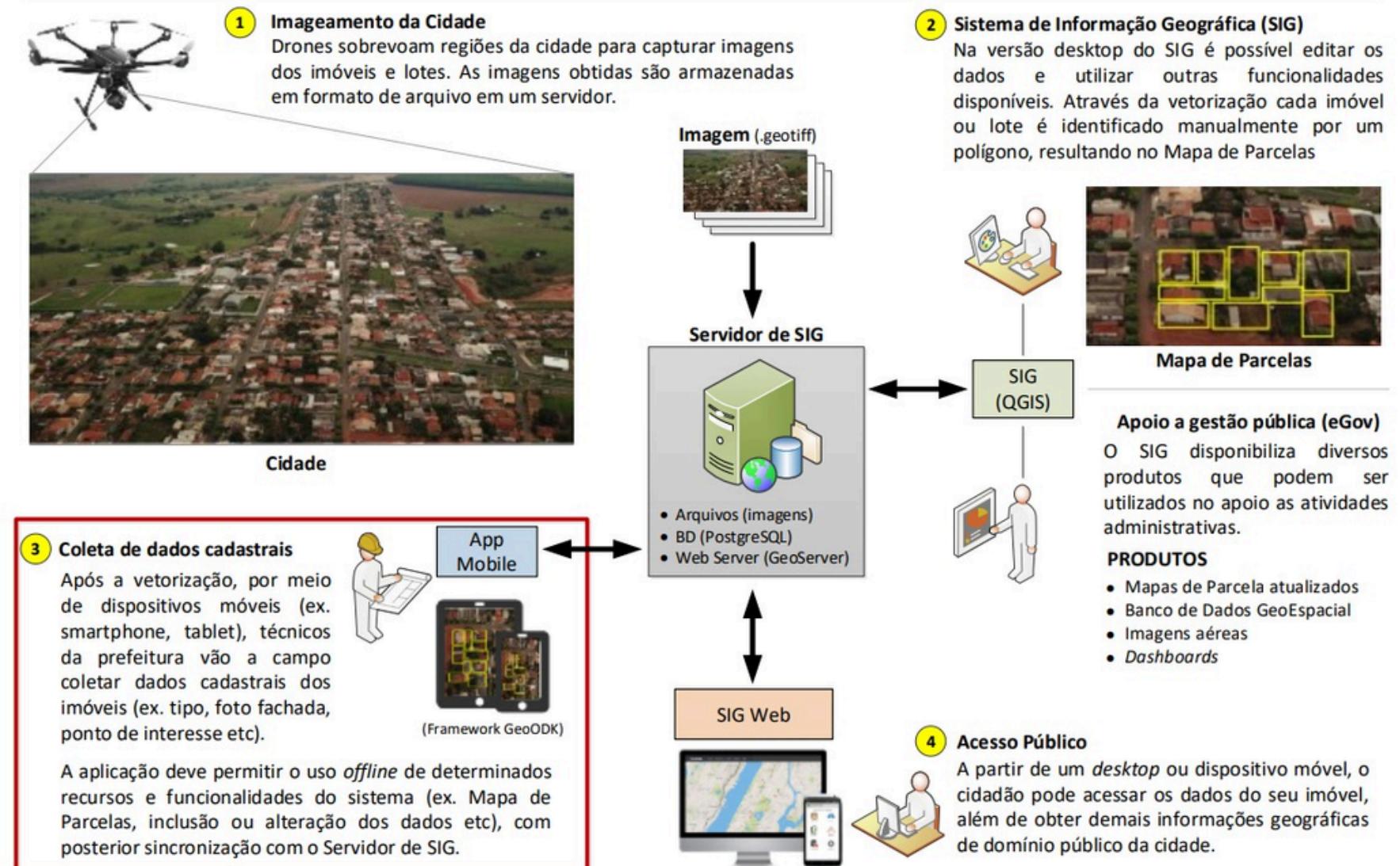
Um sistema completo de recadastramento imobiliário envolve diversas etapas, desde o imageamento da cidade até o acesso público às informações

Essas etapas incluem captura de imagens via drone, vеторização no SIG, coleta em campo e posterior sincronização com o banco de dados georreferenciado.

Nosso trabalho foca em otimizar o deslocamento dos agentes que realizam a coleta presencial, reduzindo tempo e custo operacional.

Sistema de recadastramento imobiliário multifinalitário georreferenciado

UNIFEI / NEIRU – Escopo do Projeto
23/06/2020 - Versão 1.0



Visão em alto nível do processo de recadastramento imobiliário Multifinalitário

Georreferenciado.

O recadastramento imobiliário exige visitas presenciais a todos os lotes, gerando um alto custo logístico

A coleta de dados imobiliários é fundamental para a justiça fiscal e planejamento urbano municipal. Cada lote deve ser visitado presencialmente para validar informações cadastrais.

Em cidades como **Elói Mendes/MG**, este processo envolve:

Desafios Logísticos

Centenas de lotes

Dispersos em toda a cidade, exigindo rotas eficientes para minimizar tempo e custo de deslocamento.

Custo Operacional

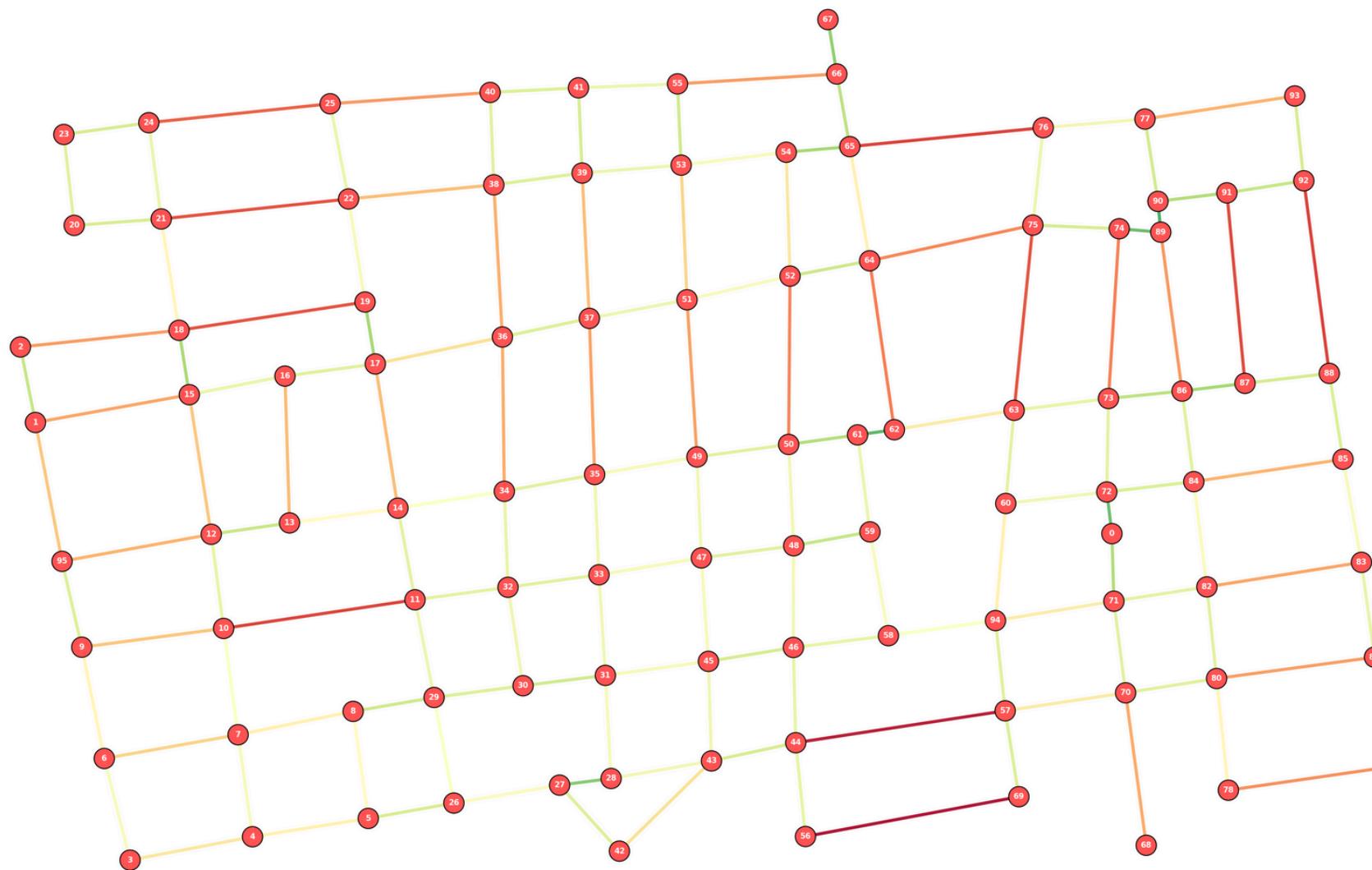
Alto

Tempo dos agentes, desgaste e custo operacional são significativos.



Ortofoto de Elói Mendes. Único dataset fornecido para modelagem do problema

O mapa da cidade deve ser transformado em um modelo matemático para permitir o roteamento eficiente



Conversão de rede viária em grafo: nós (cruzamentos) e arestas (ruas)

O algoritmo de Edmonds-Johnson garante que todas as ruas sejam visitadas com o menor custo total possível

O **Problema do Carteiro Chinês (CPP)** é resolvido através do algoritmo de Edmonds-Johnson, que garante um caminho que percorre todas as arestas do grafo pelo menos uma vez.

Passo 1

Identificar todos os vértices com grau ímpar no grafo de ruas.

Passo 2

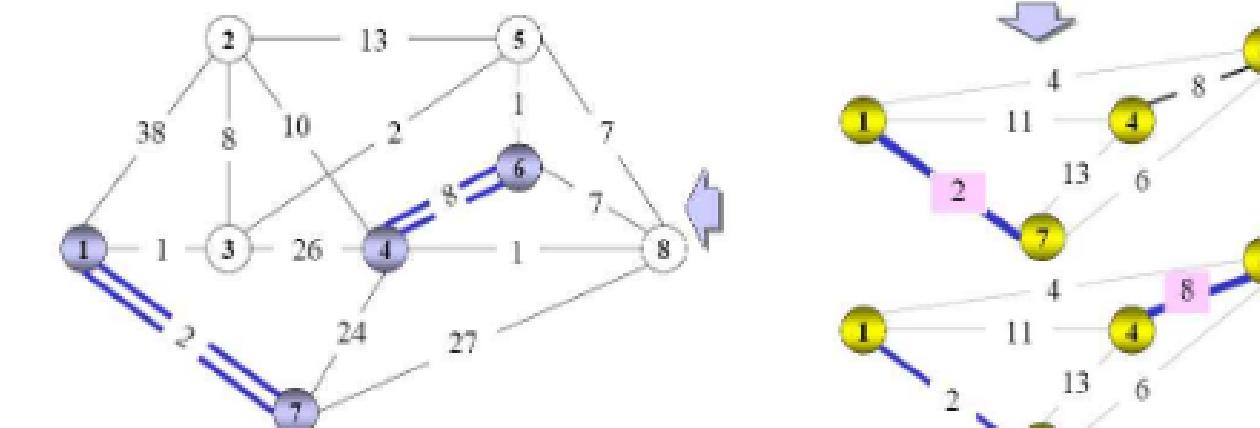
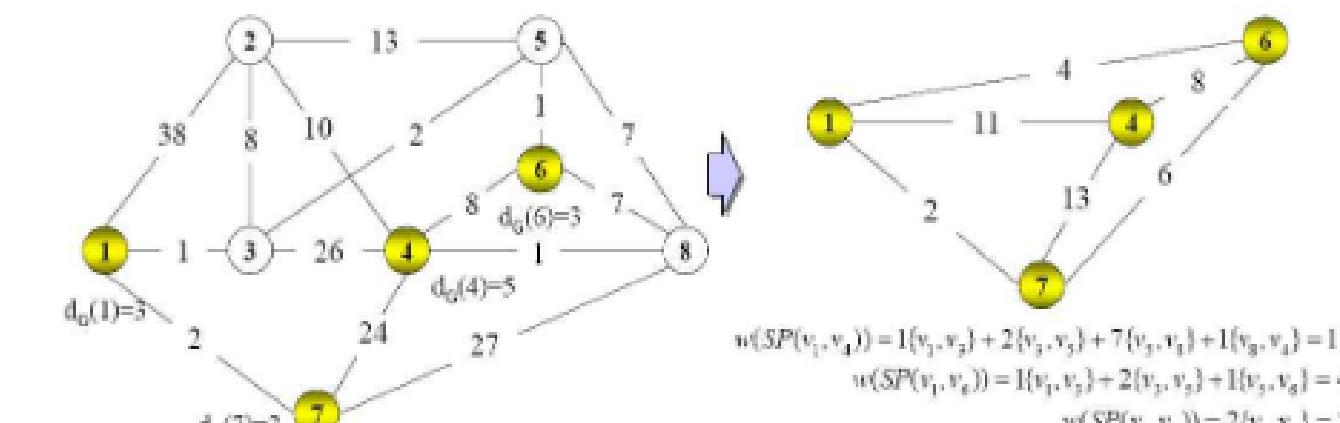
Calcular o emparelhamento mínimo entre esses vértices ímpares.

Passo 3

Duplicar as arestas do emparelhamento no grafo original.

Resultado

Grafo resultante possui todos os vértices com grau par, permitindo um caminho Euleriano que percorre todas as ruas.



Estratégia de Pós-Processamento e Divisão de Rotas

Transformar uma rota única contínua (Solução CPP) em rotas viáveis para múltiplos agentes, garantindo conectividade com a base.

Passo 1

Calcula o custo total e define uma meta de corte para dividir o trabalho igualmente entre N agentes.

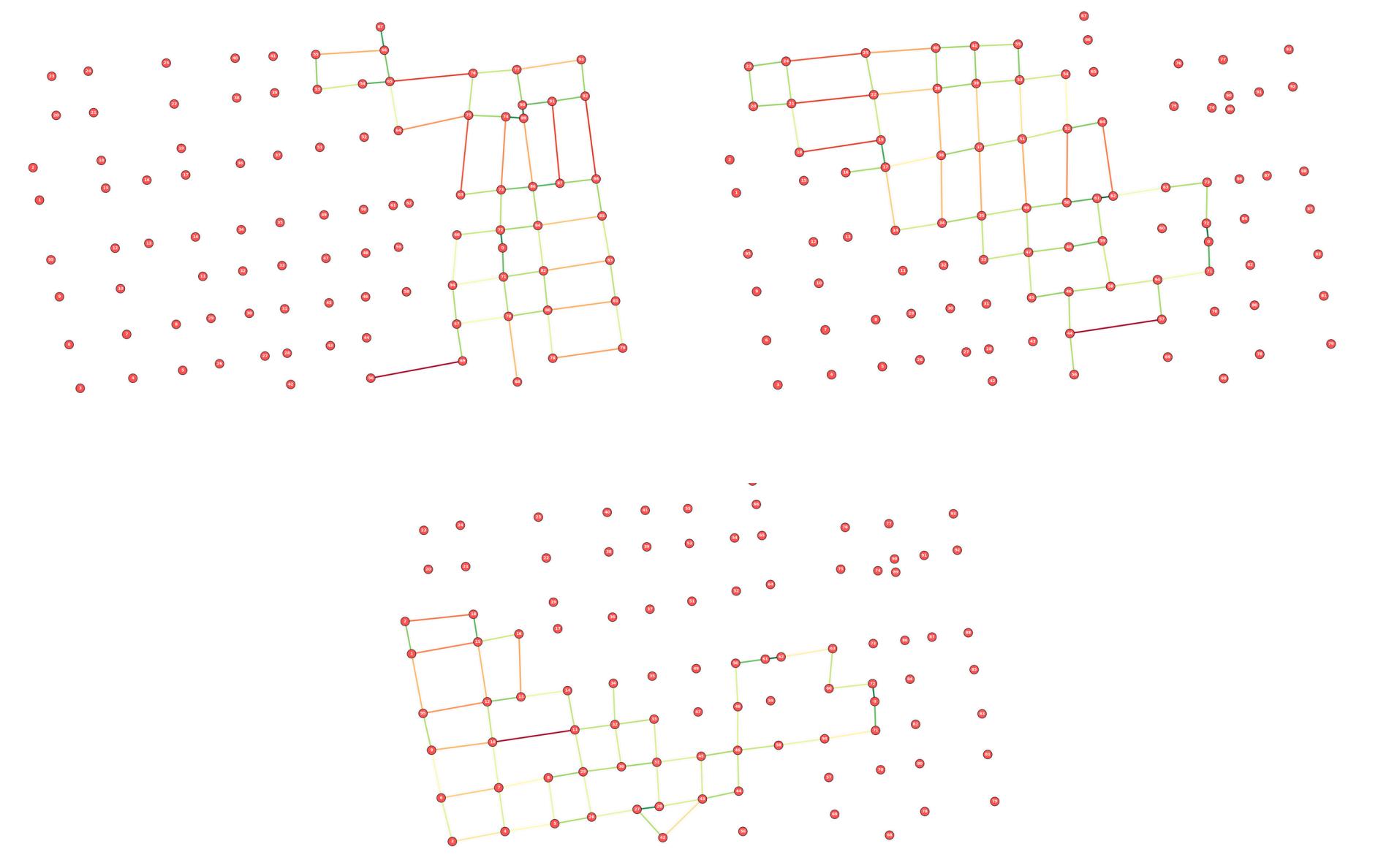
Passo 2

Utiliza Dijkstra para calcular o caminho da Base → Início do Setor de cada agente.

Passo 3

Utiliza Dijkstra para calcular o retorno do Fim do Setor → Base.

Resultado individual para cada agente, contendo apenas o seu subgrafo de operação + deslocamentos



Resultado do particionamento para 3 agentes

A complexidade da coleta de dados é capturada ao ponderar as arestas pela densidade de casas, não apenas pela distância

Uma rota não é custosa apenas pelo seu **comprimento**. O tempo que o agente gasta depende também do **número de casas** a visitar em cada segmento de rua.

$$P = \frac{d}{1,4} + 20n$$

Comparação: Mesma Distância, Esforço Diferente



Poucas casas: peso baixo



Muitas casas: **peso alto**

Nosso modelo incorpora **ambos os fatores**:

distância + densidade de casas = custo real da aresta.

- P é o **Peso** total (o resultado final).
- d é a **distância** (`distancia_m`).
- n é o **número de casas** (`numero_de_casas`).
- 1,4 é a velocidade de caminhada (1.4 m/s).
- 20 é o tempo de serviço por casa (20 s).

Ferramentas visuais permitem a validação da coerência e da eficiência das rotas geradas

Python

OSMnx

Folium

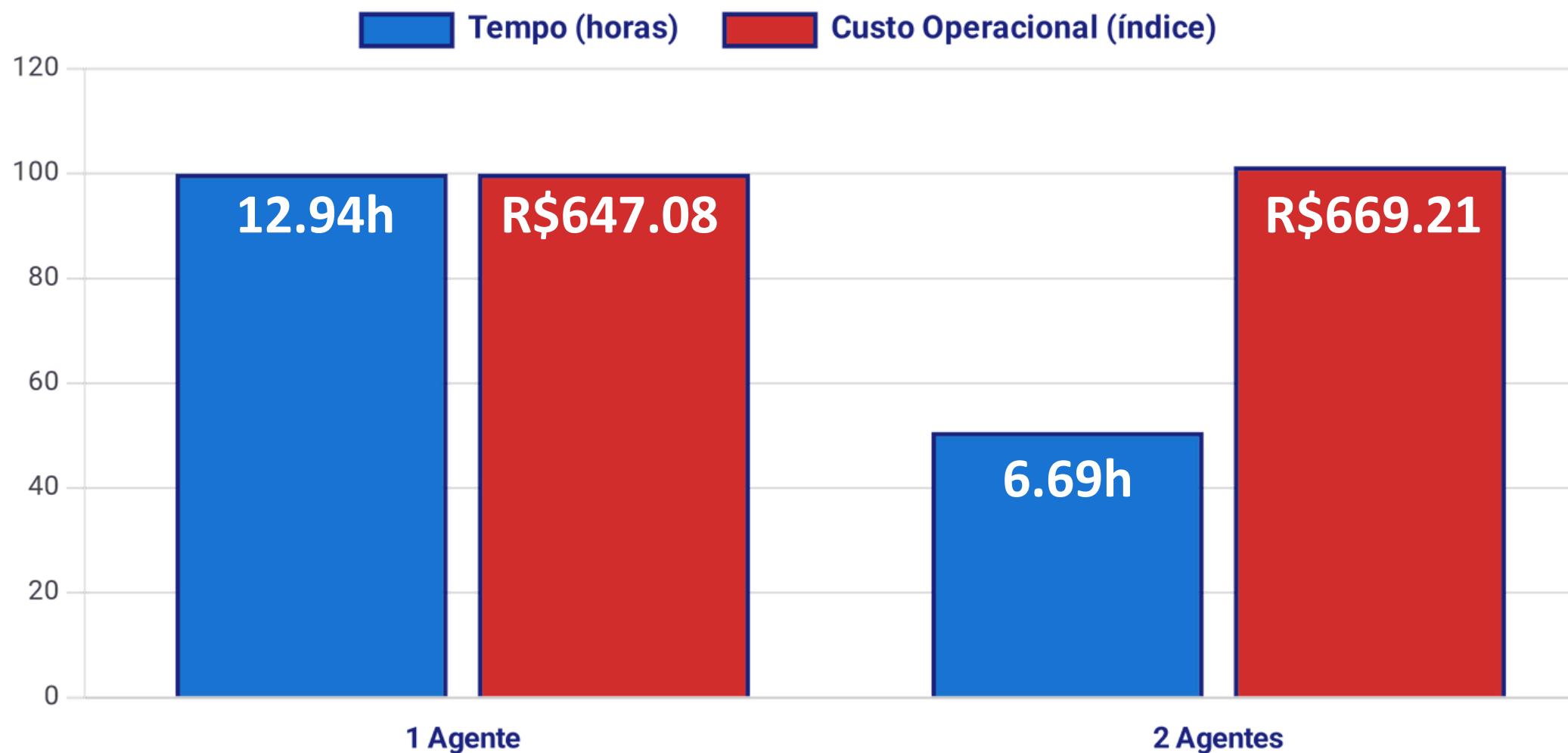
Linguagem de programação para processamento de dados
e algoritmos de otimização

Extração de dados geoespaciais do OpenStreetMap e
construção de grafos de ruas

Visualização interativa de mapas com rotas sobrepostas em
imagens de satélite

- ✓ **Coerência:** Todas as ruas são visitadas sem desvios desnecessários
- ✓ **Eficiência:** Rotas minimizam distância e tempo total de coleta
- ✓ **Praticidade:** Agentes de campo podem verificar e validar as rotas no mapa
- 🟡 **Viabilidade:** Solução é escalável para outras cidades e contextos?

A configuração com dois agentes reduziu o tempo de coleta em 49,3% com um aumento de custo operacional de apenas 1,4%



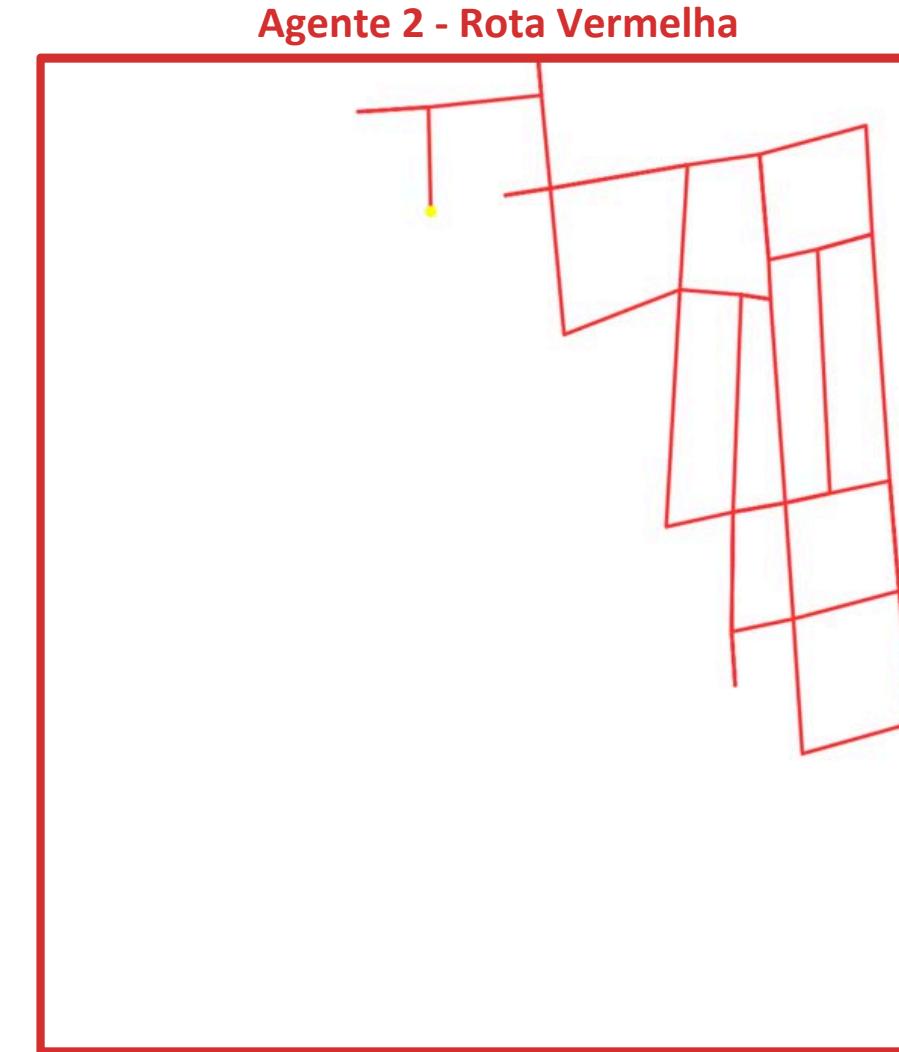
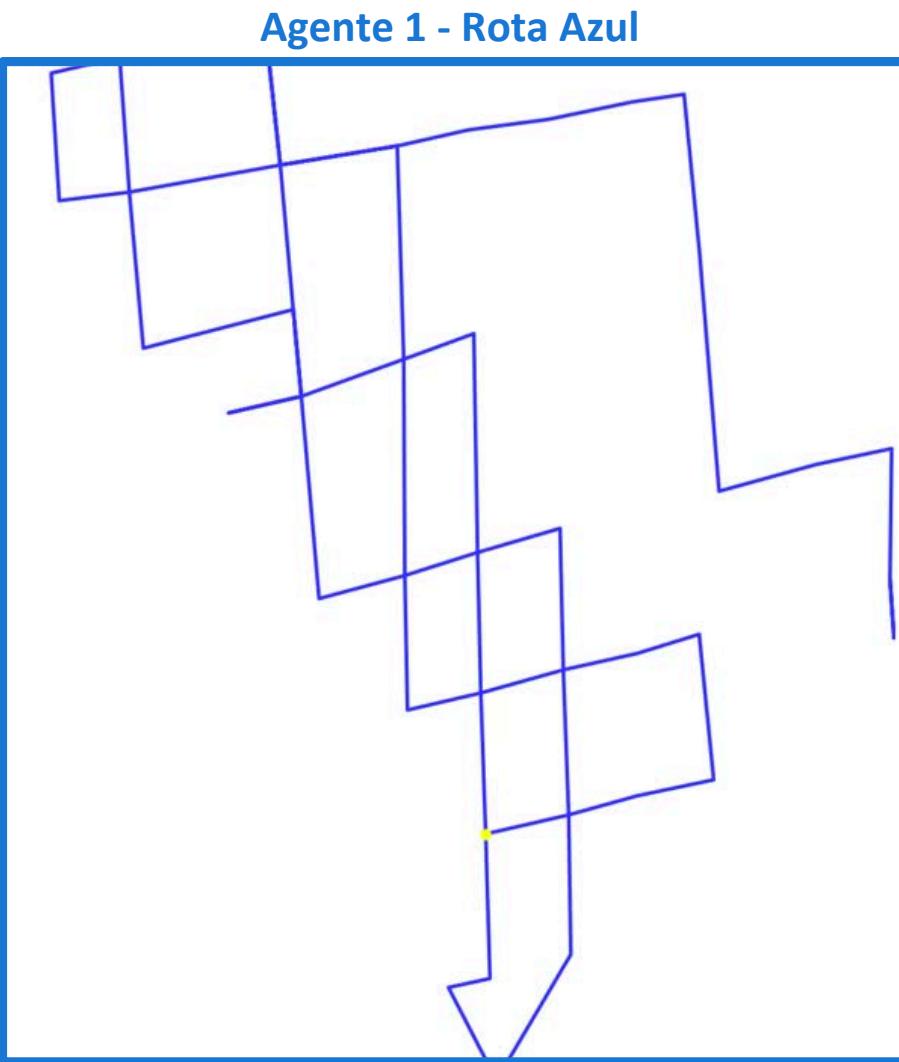
-49,3%

Redução de Tempo

+1,4%

Aumento de Custo

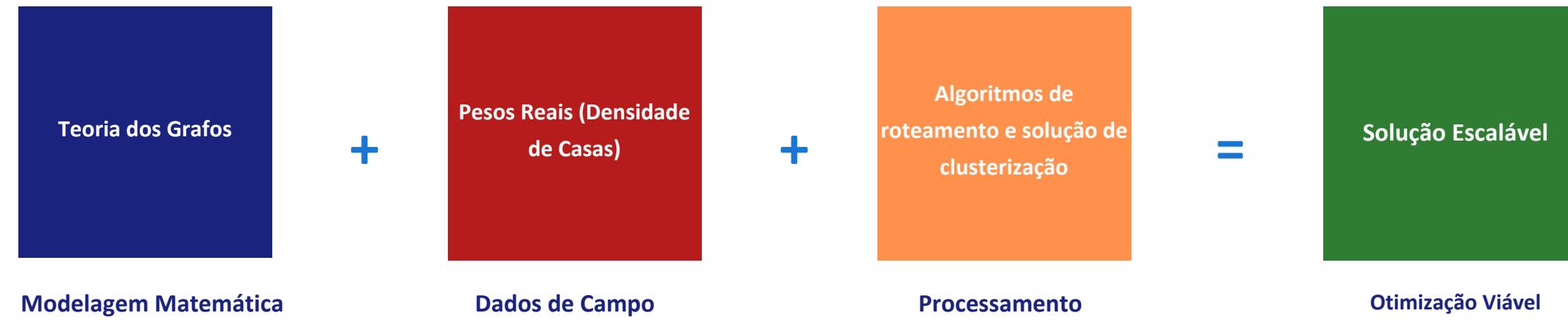
A setorização eficiente das rotas demonstra visualmente o equilíbrio da carga de trabalho entre os agentes



Resultado: Equilíbrio Perfeito

As duas rotas otimizadas apresentam uma distribuição **praticamente equilibrada** da carga de trabalho, com diferença de apenas **1,4%** no custo operacional total.

A abordagem híbrida de Grafos e Pesos Reais validou uma solução escalável e economicamente viável para a prefeitura



Benefícios Alcançados	
	Redução de Tempo 49,3% de economia no tempo total de coleta com dois agentes
	Escalabilidade Metodologia aplicável a outras cidades e contextos de roteamento
	Custo Marginal Aumento de apenas 1,4% no custo operacional, altamente aceitável
	Viabilidade Econômica Solução tecnicamente robusta e economicamente justificável para prefeituras