



## **MODELAGEM DE TRANSPORTES E USO DE GIS**

**Aluno: João Alberto Moreira Seródio**

**Coorientação: Matemática Selma Setsumi Isa**

**Orientador: Prof. Dr. Orlando Fontes Lima Jr.**

### **Resumo da Pesquisa**

**Período: agosto de 2019 a setembro de 2020**

**PIBIC – Programa Institucional de Iniciação Científica**

**UNICAMP**

**Faculdade de Engenharia Civil**

**Departamento de Geotecnia e Transportes**

**LALT – Laboratório de Aprendizagem em Logística e Transportes**

## 1. INTRODUÇÃO

“Logística urbana é um processo de otimização das atividades de distribuição de mercadorias, realizadas por entidades públicas e privadas em áreas urbanas, considerando fatores como o aumento e congestionamento do tráfego e o consumo de energia na estrutura do mercado econômico” (Taniguchi *et al.*, 2001). Assim, a movimentação de cargas em centros urbanos é definida por uma solução de logística urbana, havendo um processo constante de aperfeiçoamento de estratégias e criação de novos modelos para tornar o transporte de mercadorias, mais eficaz em quesitos econômicos e ambientais. Fora isso, ainda há alterações em dinâmicas sociais, como a relação entre clientes e negócios por meio do comércio eletrônico, o que pode levar ao aumento do volume de fretes nos centros urbanos, tornando mais importante ainda a organização do fluxo de cargas (Taniguchi *et al.*, 2016).

O transporte urbano de cargas é o resultado de interações entre diferentes agentes em especial dos setores de *commodities*, transporte e infraestrutura. A fim de tomar melhores decisões para diminuir custos (setor privado) e melhorar a qualidade de vida em áreas urbanas (setor público), faz-se uso de modelos de transporte como GoodTrip (Boerkamp e Van Binsbergen, 1999) e FRETURBV3 (Routhier *et al.*, 2007), que podem ser categorizados utilizando os seguintes parâmetros: agente, objetivo, indicadores (*descriptors*) e perspectiva (Anand *et al.*, 2012). Porém, ainda há dificuldades de se obter dados sobre fluxo de carga nas cidades do Brasil e principalmente aplicar modelos de maneira a permitir sua fácil visualização.

Os dados de transporte devem ser tratados antes de serem inseridos no modelo, para isso faz-se uso de scripts que automatizam esse processo. Gobulev (2016) utiliza-se de ferramentas para geração de dados sintéticos para testes, agrupamento de regiões (*clustering*) e design de melhores redes de transporte, juntamente com GIS para melhor analisar dados de transporte urbano. Sendo assim, a automatização do pré-processamento de dados e da geração de mapas usando GIS tornam-se recursos valiosos ao trabalhar com modelos de transporte de carga em ambientes urbanos.

## 2. OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo o desenvolvimento de ferramentas que realizem o pré-processamento de dados (etapa em vermelho no esquema da Figura 1) a serem utilizados como dados de entrada de modelos ou para simples visualização em

aplicações GIS (e.g. ArcGIS), servindo de apoio para a visualização do fluxo de carga na cidade de São Paulo.

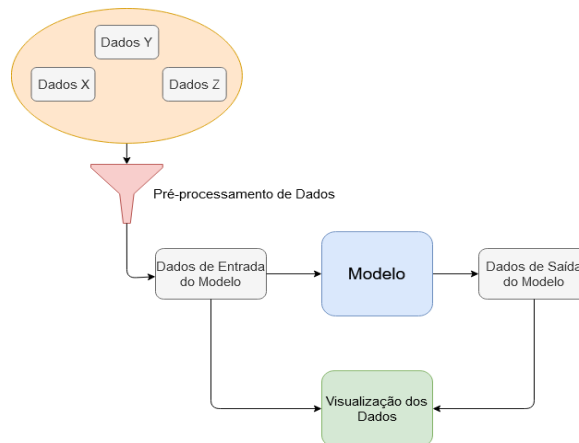


Figura 1 – Esquema de Entrada/Saída de Modelo

### 3. MATERIAIS E MÉTODOS

A fonte de dados utilizada como base de teste para ferramenta foi a Pesquisa Origem Destino realizada na cidade de São Paulo (CET, 2019), planejou-se que os dados seriam estruturados em um grafo no qual cada nó representa uma zona da cidade de São Paulo e cada nível é referente a categoria do produto transportado como pode ser visto no esquema simplificado da Figura 2.

A fim de realizar o desenvolvimento da ferramenta utilizou-se a linguagem de programação Python com algumas bibliotecas auxiliares para manipulação de dados (e.g. Pandas), e os nós e arestas do grafo foram armazenados em arquivos no formato JSON (*JavaScript Object Notation*) utilizando um *template*, como mostrado na Figura 3, para a estruturação desses arquivos.

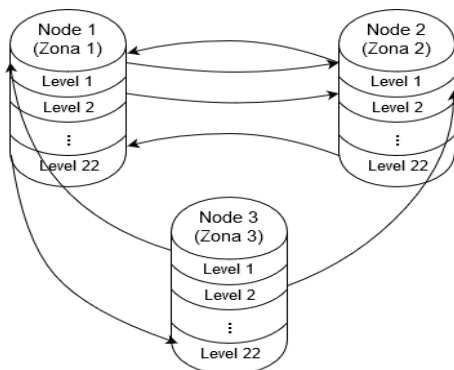


Figura 2 – Esquema de grafo com 3 nós

```

1 {
2   "file_name_connector": "to",
3   "edgeclass": "ZONA_LIST",
4   "headtype": "int",
5   "edgetail": "ZONA_MOV",
6   "tailtype": "int",
7   "inversortag": [{"TIPO_MOV"}],
8   "inversorvalues": [{"Exposição"}],
9   "structure":
10  {
11    "1":{
12      "name": "transporte",
13      "tag": "",
14      "filter": [],
15      "contentType": "JSON",
16      "content":{
17        "name": "UNIQUE_GENERATED",
18        "tag": "CATEGORIA_PRODUTO_MOV",
19        "filler": [],
20        "contentType": "JSON",
21        "content":{
22          "name": "UNIQUE_GENERATED",
23          "tag": "UNIDADE_MOV",
24          "filler": [],
25          "contentType": "Float",
26          "content": {
27            "tag": "PRESO_VOLUMI_MOV"
28          }
29        }
30      }
31    }
32  }
33 }

```

} Parte fixa: essas chaves devem estar presentes, mas os valores podem ser alterados para satisfazer o objetivo do usuário

} Parte modificável: estrutura pode ser alterada mas mantendo o padrão de chaves ("name", "tag", "filter", "content", "contentType"). Ela que descreve a estrutura do JSON

Figura 3 – Exemplo de *template* utilizado.

Jupyter Notebooks foram utilizados para a execução do código-fonte e seleção de arquivos de entrada e saída, além de que a para a exportação dos dados faz-se necessária a programação por parte do usuário para a seleção e estruturação dos dados de acordo com sua preferência. No Notebook de exportação ainda há o uso da API do Google Maps para obtenção de dados geográficos como latitude e longitude, para que os dados possam ser visualizados no ArcMap. O fluxo de execução pode ser observado na Figura 4.

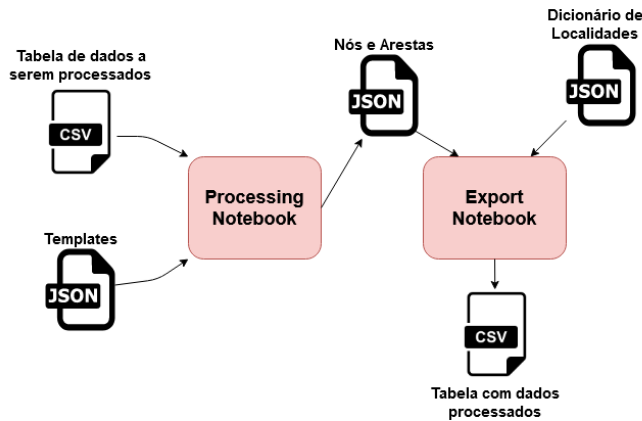


Figura 4 – Fluxo de execução da ferramenta desenvolvida.

#### 4. RESULTADOS

A ferramenta de processamento de dados se encontra no repositório do GitHub <https://github.com/SerodioJ/DataProcessingGIS>, juntamente com dados da pesquisa do CET-SP utilizados, alguns *templates* e saídas de um teste. Além disso, no arquivo README.md há instruções para o uso da ferramenta.

Os mapas das Figuras 3 e 4 (escalas de representação de dados diferentes) são um exemplo da saída da exportação de dados. Nele foram utilizados os dados de entrada e saída em cada uma das 49 zonas internas de São Paulo (vide especificação de zoneamento interno da pesquisa) de produtos da categoria 1 e unidade de movimentação do tipo 2 (Produtos Agrícolas em Kg – vide dicionário do layout da pesquisa).

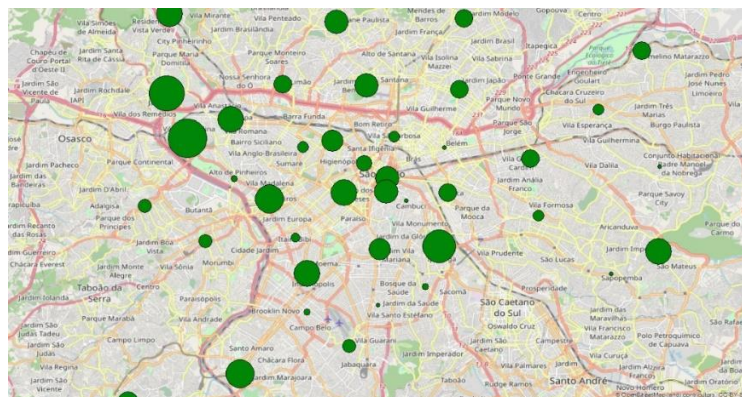


Figura 5 – Mapa com Entrada de Produtos Agrícolas em Kg.

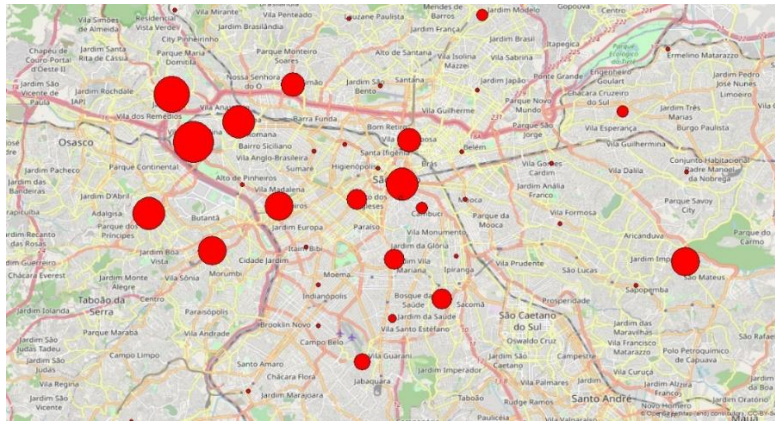


Figura 6 – Mapa com Saída de Produtos Agrícolas em Kg.

## 5. CONCLUSÕES

O trabalho possibilitou a visualização dos locais de origem e destino das cargas dentro da cidade de São Paulo por meio da utilização da ferramenta para pré-processamento dos dados da Pesquisa Origem-Destino da CET-SP juntamente com o software de georreferenciamento (ArcGIS). Entretanto, como limitação do trabalho no que se refere à aplicação de modelo de transportes, devido à escassez de fontes de dados abertas que contenham os dados de entrada necessários para tal modelo, os testes realizados se restringiram apenas a visualização dos dados processados.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANAND, Nilesh; QUAKE, Hans; DUIN, Ron; TAVASSZY, Lori. *City logistics modeling efforts: Trends and gaps - A review*. Procedia - Social and Behavioral Sciences Vol.39: 101 – 115, 2012.

BOERKAMPS, Jeroen; VAN BINSBERGEN, Arjan. *GoodTrip—A new approach for modelling and evaluation of urban goods distribution*. City logistics, v. 1, 1999.

CET. Pesquisa Origem e Destino de Cargas. Disponível em <http://www.cetsp.com.br/consultas/pesquisa-origem-e-destino-de-cargas/a-pesquisa.aspx>. Acessado em Setembro, 2019.

GOLUBEV, Alexey et al. *Geospatial data generation and preprocessing tools for urban computing system development*. Procedia Computer Science, v. 101, p. 217-226, 2016.

ROUTHIER, Jean-Louis; TOILIER, Florence. *FRETURB V3, a policy oriented software of modelling urban goods movement*. In: 11th WCTR. 2007.

SILVA, Thiago Canhos Montmorency; MARINS, Karin Regina de Castro. *Avaliação do potencial de integração entre o uso e ocupação do solo e o transporte de carga em um recorte urbano de São Paulo*. TRANSPORTES, v. 27, n. 2, p. 117-135, 2019.

TANIGUCHI, Eiichi; THOMPSON, Russell G.; YAMADA, Tadashi. *City logistics network modelling and intelligent transport systems*. Pergamon, Oxford. Elsevier, 2001.

TANIGUCHI, Eiichi; THOMPSON, Russell G.; YAMADA, Tadashi. *New opportunities and challenges for city logistics*. Transportation Research Procedia, v. 12, n. 12, p. 1, 2016.