

# IMPLEMENTAÇÃO DE ALGORITMO DE CONSULTA DE SEGMENTOS EM JANELAS

Aluno: Mateus Barros Rodrigues<sup>[1]</sup>  
Orientador: Prof. Dr. Carlos Eduardo Ferreira<sup>[2]</sup>

Instituto de Matemática e Estatística - Universidade de São Paulo  
[1] [mateus.barros.rodrigues@usp.br](mailto:mateus.barros.rodrigues@usp.br)  
[2] [cef@ime.usp.br](mailto:cef@ime.usp.br)

## Introdução

Este trabalho de conclusão de curso fundamentou-se na compreensão e implementação (em linguagem *python*) de um algoritmo para consultas de intersecções de segmentos de retas com janelas retangulares no espaço. Este é um problema de geometria computacional conhecido por: buscas em regiões ortogonais. Este algoritmo foi o foco da tese de mestrado de Álvaro Junio Pereira Franco [1]. Além da implementação, foi feita também a adaptação do visualizador de algoritmos geométricos feito por Alexis Sakurai Landgraf para exposição dos resultados obtidos.

## Consultas em janelas

Neste trabalho foi abordado o problema de *consultas de segmentos em janelas*, um problema de buscas em intervalos ortogonais. Dado um conjunto  $S$  de segmentos não-intersectantes no espaço (seja em  $\mathbb{R}$  ou  $\mathbb{R}^2$ ) queremos organizar os segmentos em estruturas de dados para que possamos responder eficientemente consultas do tipo: *dada uma janela  $W$  de lados paralelos, quais segmentos de  $S$  estão contidos ou intersectam a janela  $W$ ?*

Para resolvermos esse problema eficientemente, começamos criando 4 estruturas baseadas em  $S$ : duas **árvores limite com camadas**, uma sobre o conjunto de pontos esquerdos de  $S$  e outra sobre o conjunto de pontos direitos de  $S$ , e duas **árvores de segmentos 2D**, uma horizontal e a outra vertical.

Feito esse pré-processamento, a resposta da consulta será dividida em 5 etapas:

1. Encontramos todos os segmentos com o ponto esquerdo dentro da janela.
2. Encontramos todos os segmentos com o ponto direito dentro da janela.
3. Encontramos todos os segmentos que intersectam com o lado esquerdo da janela.
4. Encontramos todos os segmentos que intersectam com o lado direito da janela.
5. Encontramos todos os segmentos que intersectam com o lado superior da janela.

Perceba que podem haver segmentos que são detectados em mais de uma dessas consultas. Portanto, temos que remover as repetições na resposta final.

## Simulação

Para exemplificarmos o tipo de problema resolvido, segue uma série de imagens tiradas do visualizador geométrico na resolução de uma consulta de segmentos:

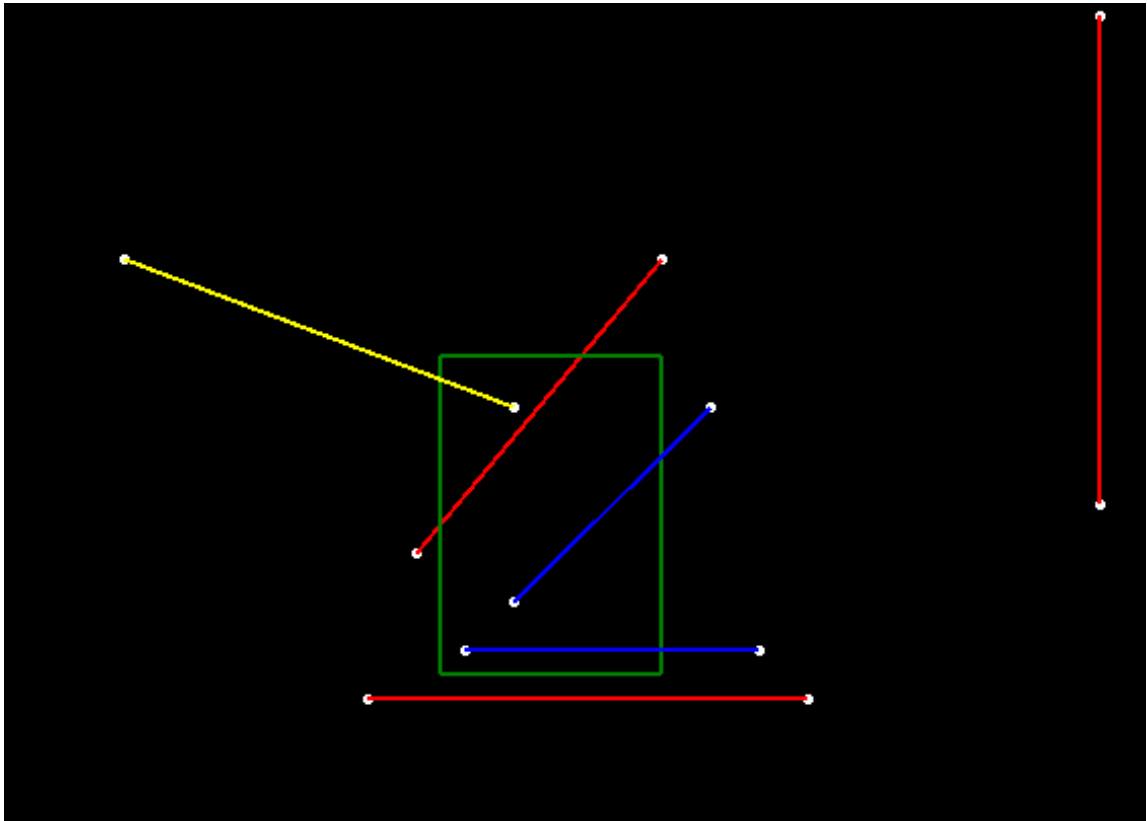


Figura 1: Destacamos em azul os segmentos cuja ponta esquerda está na janela e em amarelo os segmentos cuja ponta direita está na janela.

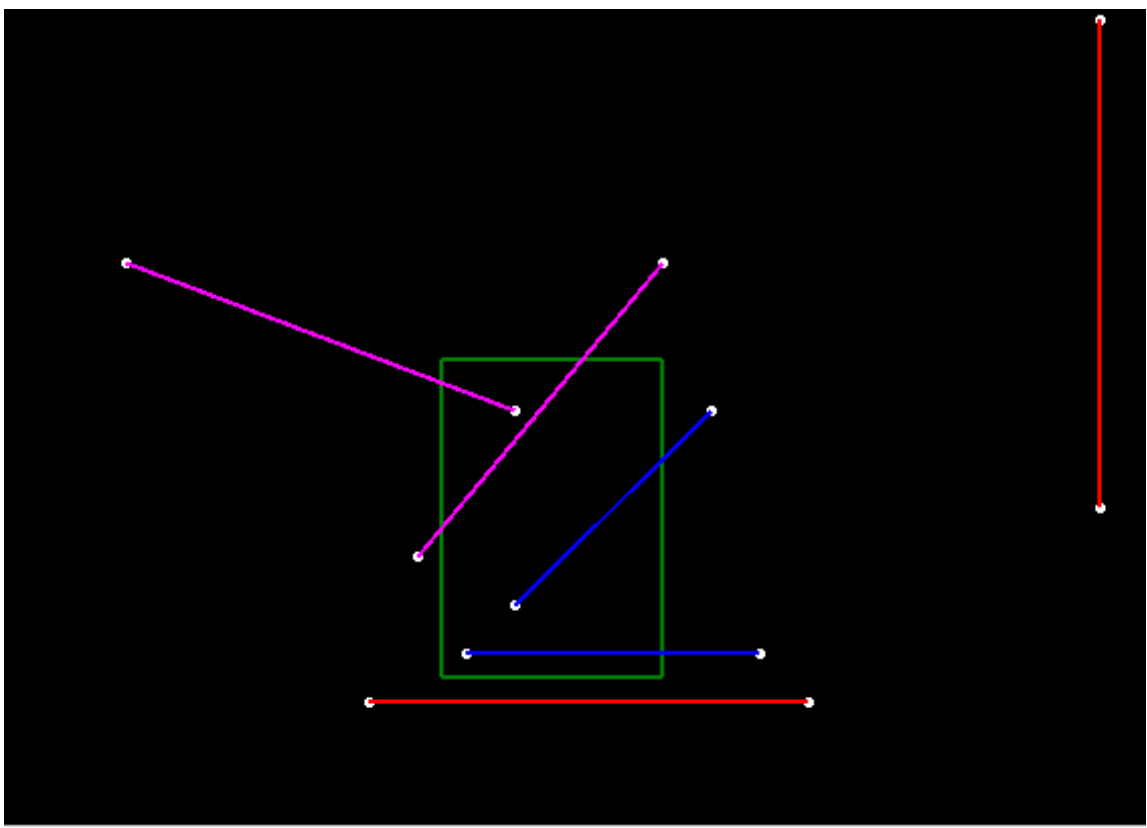


Figura 2: Destacamos em rosa os segmentos que intersectam com o lado esquerdo da janela.

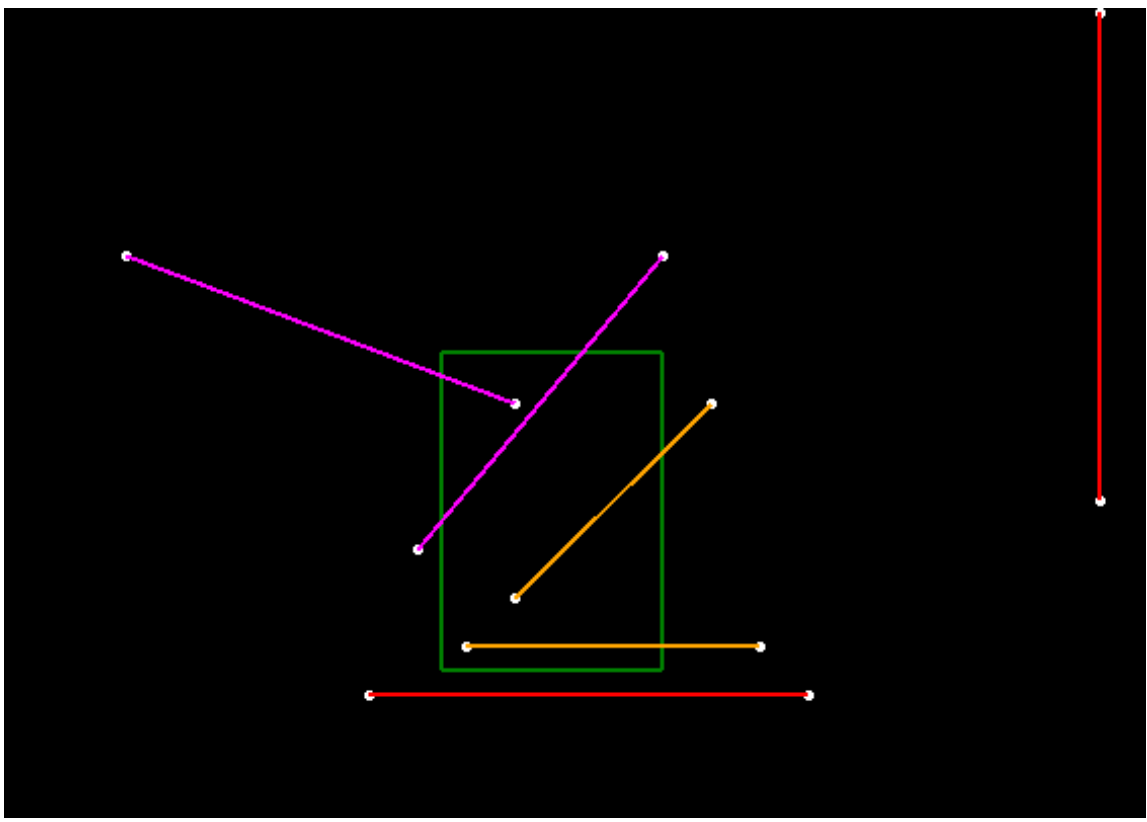


Figura 3: Destacamos em laranja os segmentos que intersectam com o lado direito da janela.

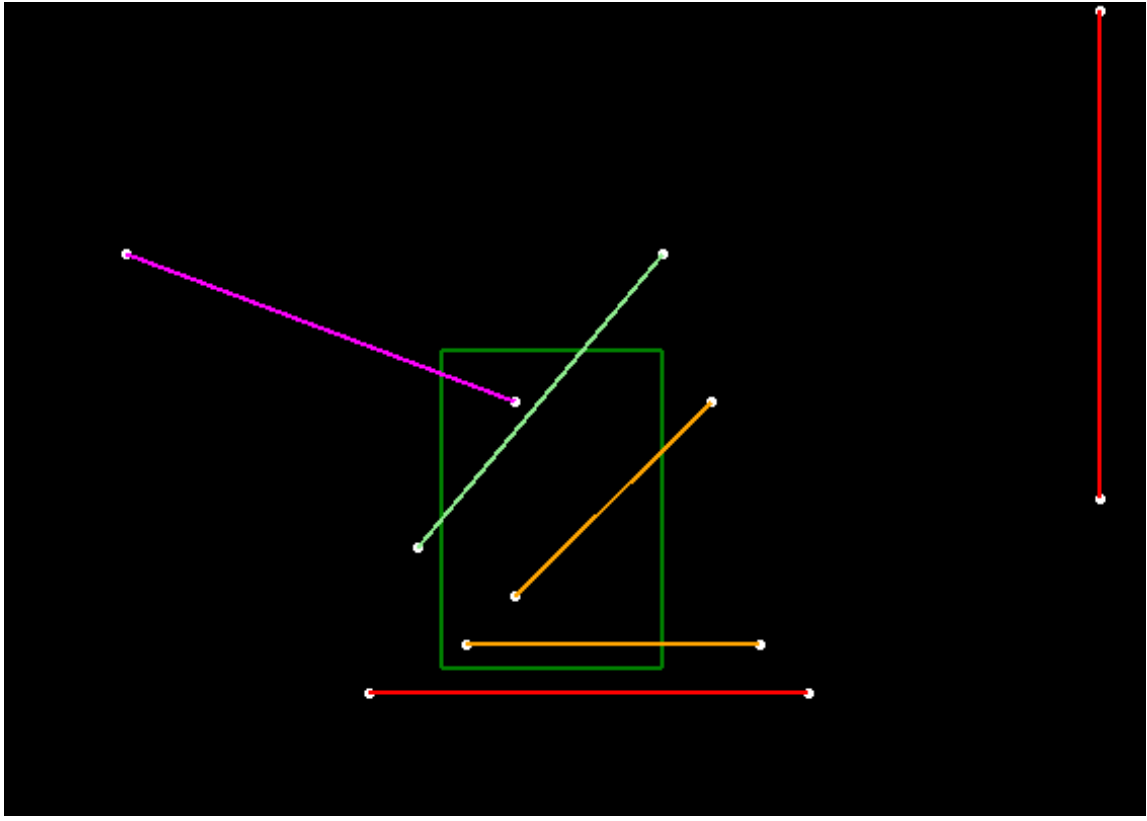


Figura 4: Destacamos em verde-claro os segmentos que intersectam com o lado superior da janela.

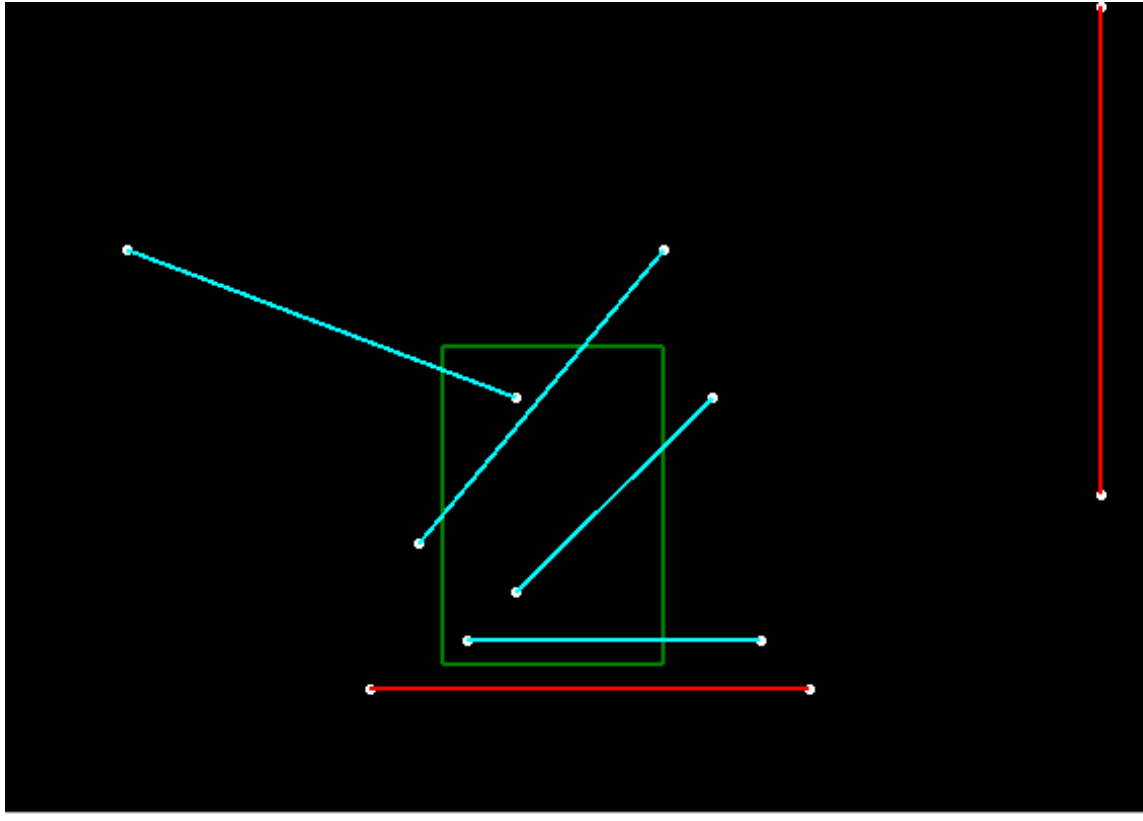


Figura 5: Destacamos em azul-claro todos os segmentos contidos na janela dada.

## Mais exemplos

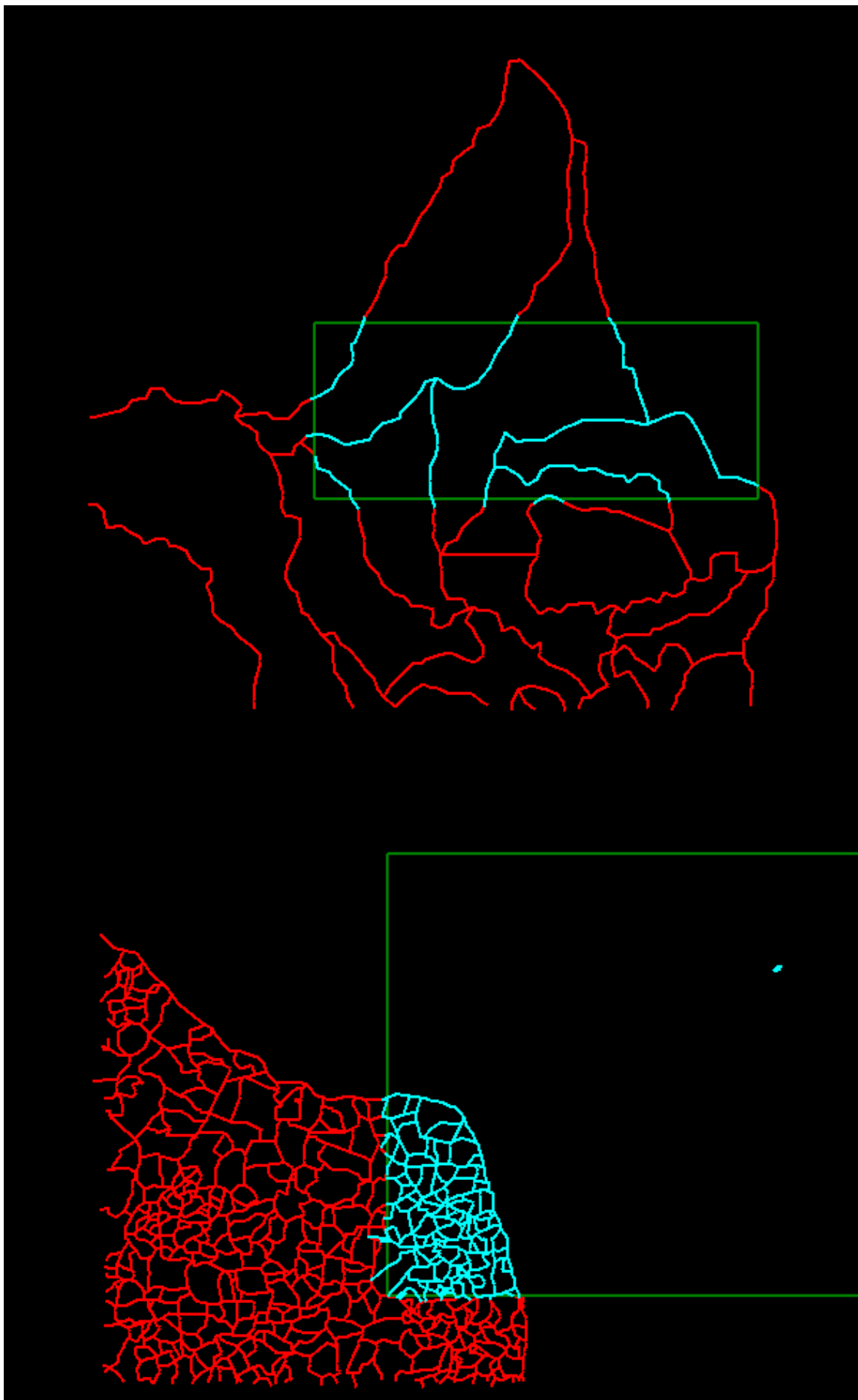


Figura 6: Dois exemplos de janelas em partes de um mapa de municípios do Brasil.

## Conclusão

Todos os algoritmos, sejam os utilizados efetivamente na consulta que nos propomos a resolver ou os mais básicos utilizados para fins de estudo, foram descritos de forma didática no trabalho, contando com sua implementação em linguagem *python* (disponível também no [gitHub](#) [2]) e análise de complexidade correspondente.

## Referências

- [1] Álvaro J. P. Franco. "Consultas de segmentos em janelas: algoritmos e estruturas de dados". Diss. de mestrado. Instituto de Matemática e Estatística, Universidade de São Paulo, Brasil, ago. de 2009.
- [2] Mateus Barros Rodrigues. *gitHub*. 2016. URL: <https://github.com/Wlordx/MAC0499/tree/master/src>.