

# ANÁLISE DA VIABILIDADE E EFICIÊNCIA DA FILTRAGEM DE COR NA QUANTIFICAÇÃO DO PERCENTUAL DE COBERTURA ARBÓREA NO PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE SATÉLITE.

Colégio São Francisco de Sales – Diocesano  
Gonçalo Ponte Leite  
Orientador: Victor Eduardo Alves da Silva Carvalho

## INTRODUÇÃO

A arborização urbana apesar de trazer diversos benefícios econômico-sociais diminui a cada dia. Para reduzir esse problema estabeleceu-se o artigo 172 da lei complementar N° 5.481 de Teresina-PI exigindo que 12% dos condomínios em áreas de urbanização específica sejam cobertos por áreas verdes. A fiscalização além de ser demorada, por ser manual e feita poucos fiscais, é dificultada pela localização remota dos condomínios. Assim, automatizar a fiscalização usando imagens de satélite seria ideal. Por isso este estudo busca responder o quanto preciso e viável é usar a filtragem de cor para definir o percentual de arborização de áreas com base em imagens extraídas pelo satélite do Google Maps.

## METODOLOGIA

Para definir a eficiência da filtragem da cor para calcular a taxa de arborização em imagens de satélite do Google Maps foi desenvolvido um algoritmo utilizando dessa técnica. Usando esse algoritmo foram analisados 5 lotes de Teresina-PI. Os resultados foram comparados com os valores esperados, obtidos manualmente por meio da ferramenta medir distância, para assim definir a precisão do algoritmo (usando do delimitador de área para análise) e da filtragem de cor isoladamente.

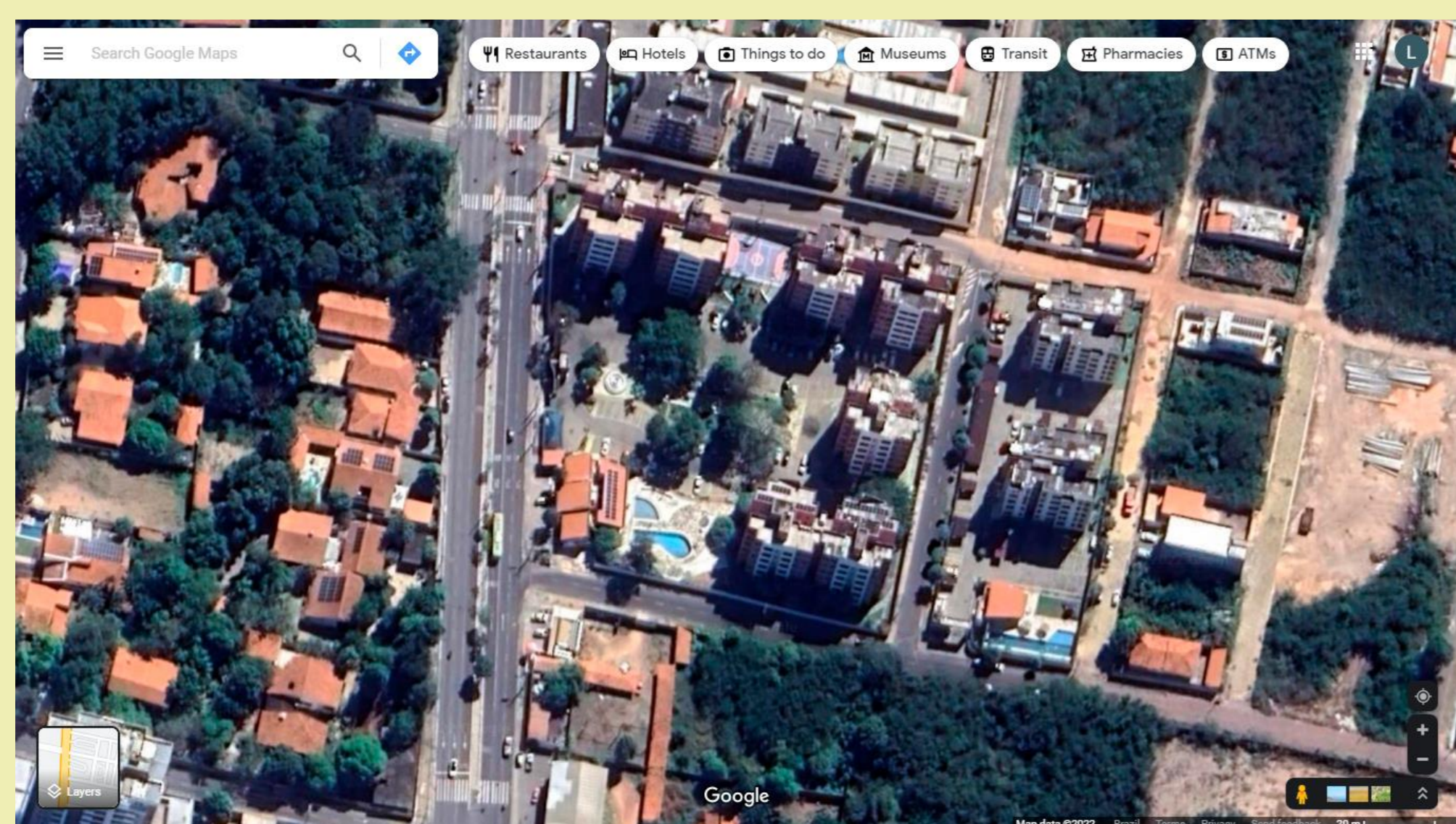


Figura 1 - Exemplo de Lote Usado Para o Cálculo da Precisão

## DESENVOLVIMENTO

O algoritmo é composto por 3 etapas:

### DELIMITAÇÃO DA ÁREA A SER ANALISADA (OPCIONAL)

Pode ser fornecido ao sistema uma imagem delimitando que área da foto do satélite deve ser analisada. As duas imagens são comparadas, sendo selecionadas as partes diferentes, que incluem o contorno da região escolhida para análise. Para reduzir o ruído efetua-se uma série de operações, de modo que as formas delimitadas são preenchidas e seus pixels contabilizados por meio de um algoritmo de contaminação. A maior forma é tomada como área de análise, sendo aplicada como máscara sobre a imagem a ser analisada.

### FILTRAGEM DE COR

O algoritmo recebe o recorte de uma árvore a partir do qual detecta o padrão de cores das áreas verdes. Esse padrão é usado para filtrar a imagem, separando as zonas arborizadas das demais.

### CÁLCULO DO PERCENTUAL DE ARBORIZAÇÃO

O tamanho real da área arborizada é calculada através da escala fornecida pelo Google Maps, sendo usada posteriormente para definir a eficiência da filtragem de cor isoladamente. O percentual de arborização também é calculado:

$$\text{Percentual de Arborização} = \frac{\text{Quantidade de Pixels Das Areas Verdes} *}{\text{Quantidade de Pixel de Toda a área analisada} *}$$

\*: Dados Produzidos pelo algoritmo

A imprecisão desse sistema deriva de dois problemas. O compartilhamento de cores entre árvores e não-árvores, fazendo com que esses últimos também sejam identificados como áreas verdes, o que é o déficit próprio e inerente da filtragem de cor. E a inexistência do algoritmo em delimitar a área de análise, sendo considerado nos cálculos uma área maior ou menor daquela realmente processada.

Para isolar a ineficiência gerada pelo primeiro problema é necessário remover, ou ao menos diminuir, o impacto da área de análise delimitada pelo algoritmo sobre o cálculo do percentual de arborização. Assim, extraiu-se o tamanho da área analisada pelo algoritmo através da ferramenta medir distância, passando-se a calcular o percentual de arborização como:

$$\text{Percentual de Arborização} = \frac{\text{Áreas Arborizadas (convertida em m}^2\text{)} *}{\text{Área Analisada}}$$

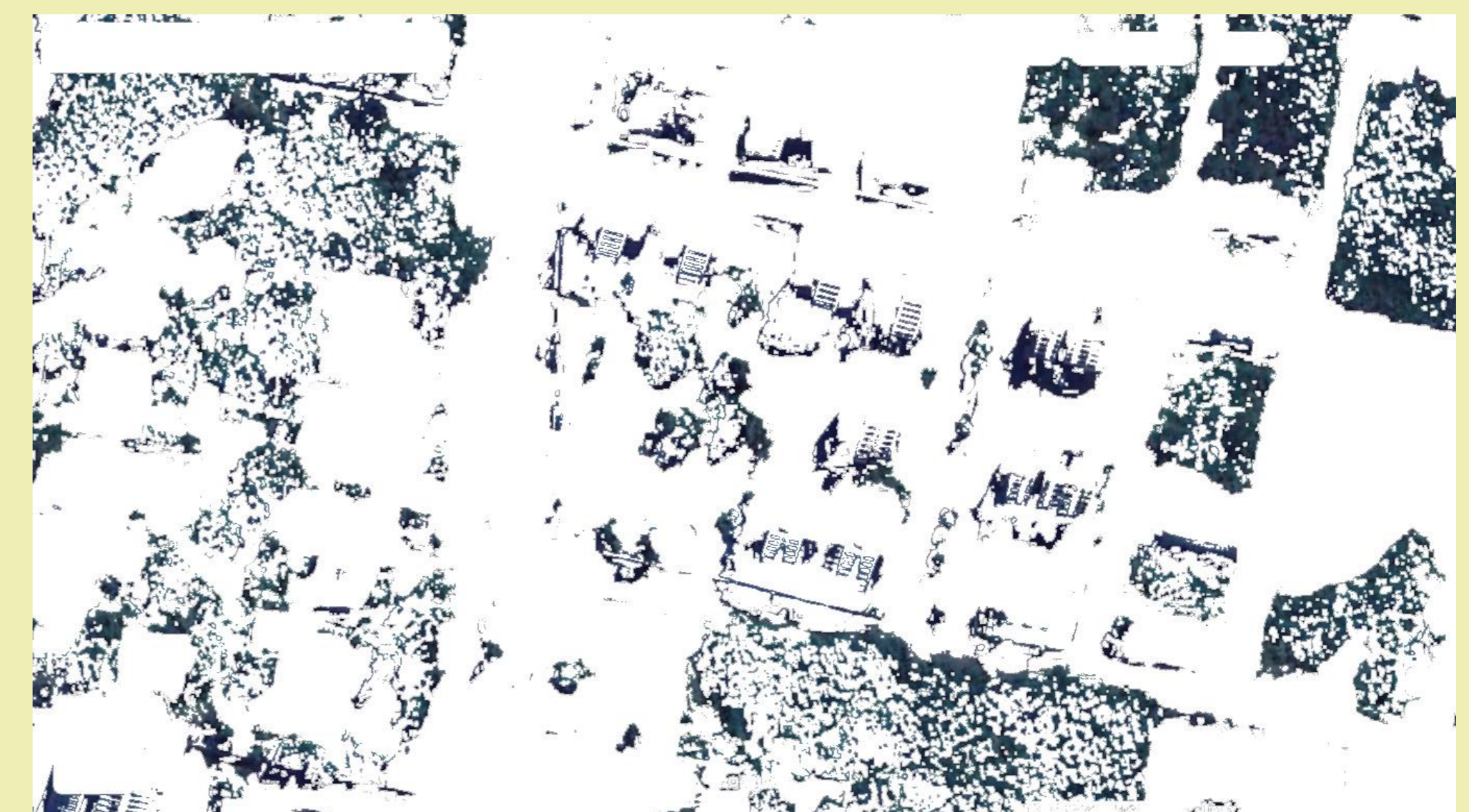


Figura 2 – Exemplo de Áreas Identificadas como Arborizadas Pela Etapa da Filtragem De Cor

## RESULTADOS

Índice do Lote	Índice de Erro na Definição da Área Arborizada
1	-1.872% ± 0.55%
2	-2.695% ± 0.165%
3	33.283% ± 0.411%
4	-6.244% ± 1.284%
5	18.941% ± 0.238%

Figura 3 – Tabela do Índice de Imprecisão do Algoritmo na Análise de Cada Lote

Índice do Lote	Índice de Erro na Definição da Área Arborizada
1	-1.642% ± 0.803%
2	-2.809% ± 0.21%
3	33.168% ± 1.054%
4	-6.014% ± 1.847%
5	18.587% ± 0.603%

Figura 4 – Tabela do Índice de Imprecisão da Filtragem de Cor na Análise de Cada Lote

## CONCLUSÕES

A filtragem isoladamente apresentou uma margem de erro média de 12,44% ± 0,9%, ao passo que o algoritmo como um todo teve uma média de erro de 12,6% ± 0,53%. Considerando-se aceitável um índice de erro de no máximo 5% é notório a ineficiência da técnica proposta para definição do percentual de cobertura arbórea, sendo inviável seu uso em situações práticas como a fiscalização da lei N°5.481, artigo 172.

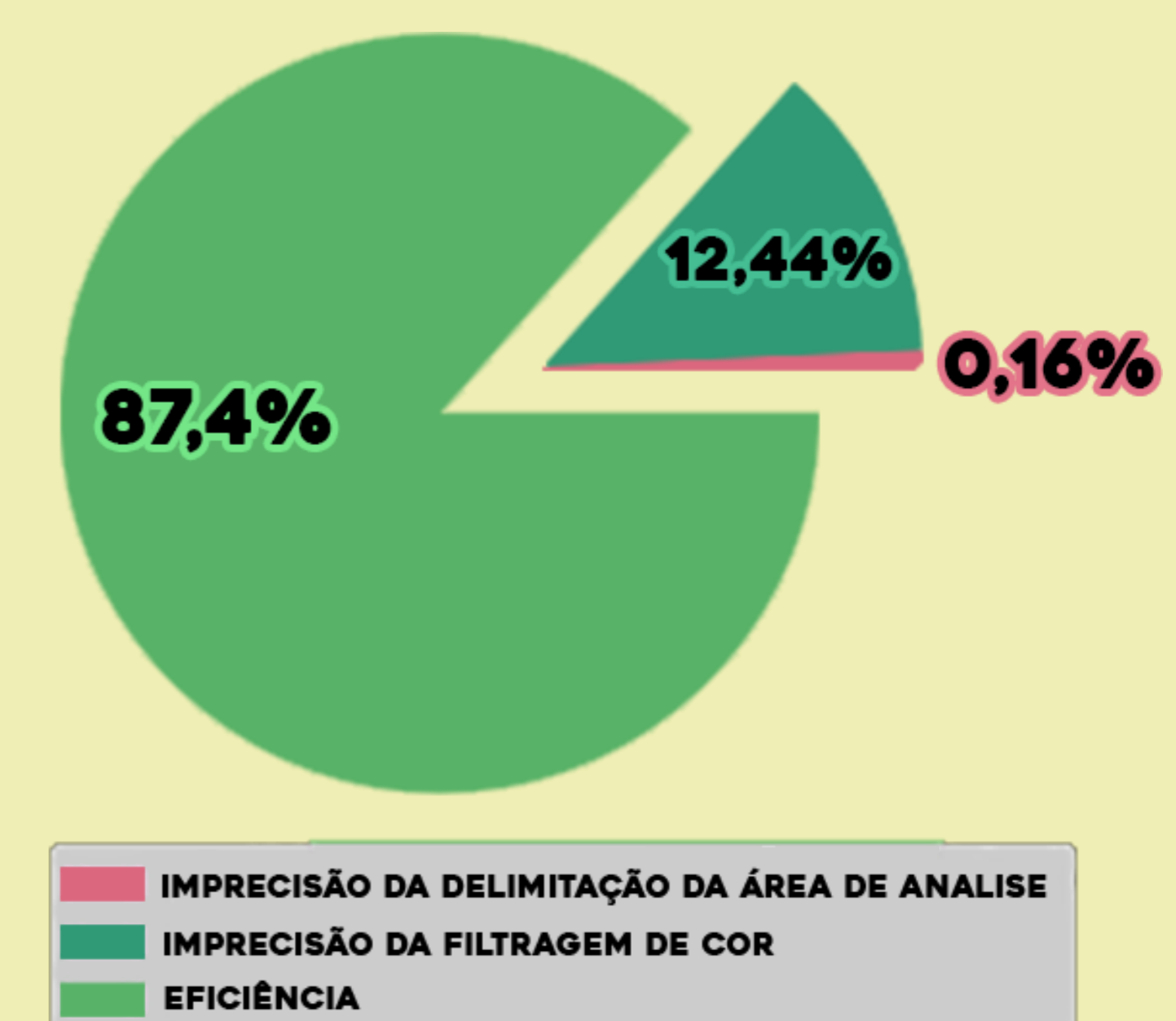


Figura 5 – Gráfico descrevendo os Percentuais de Eficiência e Ineficiência do Algoritmo