

APRESENTAÇÃO

Durante o Protocolo de Quioto, realizado pela UNFCCC (Organização das Nações Unidas), foi proposto o mercado de carbono, um ambiente no qual é possível comprar ações sustentáveis, como aponta STELLA *et al.* (2011), uma empresa é capaz de compensar suas emissões de GEE (Gases do Efeito Estufa). Nessa situação o C.O.C propõe pela primeira vez um método acessível e eficiente, incentivando os pequenos e médios proprietários a lucrarem com a preservação das áreas verdes a partir do cálculo do *offset*, isto é a compensação de carbono.

PROBLEMA

As dificuldades em amenizar as emissões dos GEE (Gases do Efeito Estufa) se tornaram preocupantes para o futuro do meio ambiente, principalmente devido às altas taxas de emissões de gás carbônico.

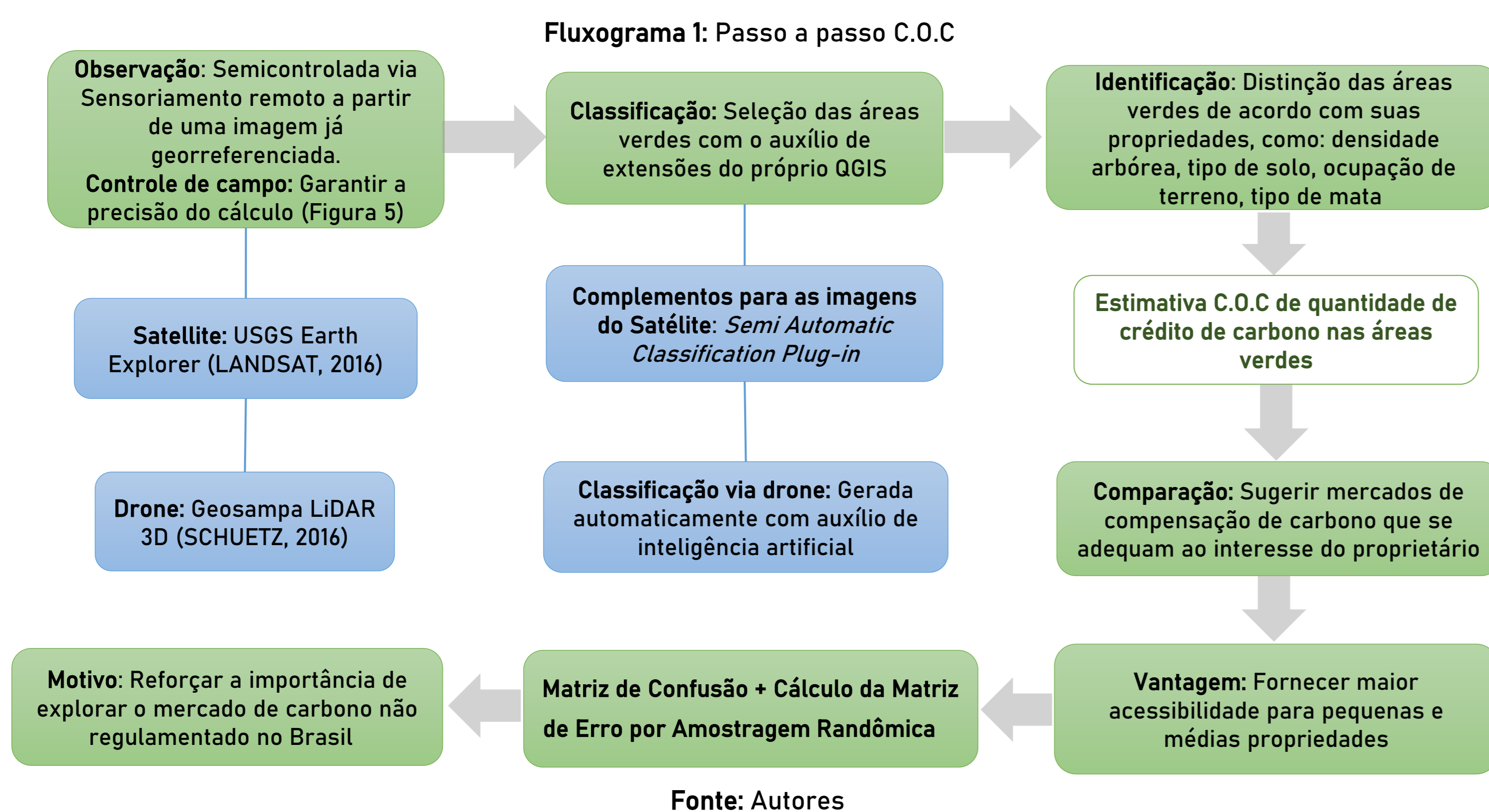
HIPÓTESE

O projeto surgiu a partir do questionamento: “É possível estimar a área verde de uma região delimitada com auxílio de imagens de satélite e drones? Se sim como converter isso em lucro sustentável?”

OBJETIVO

O Estudo realizado objetivou encontrar um algoritmo que, a partir da classificação e subcategorização, gere uma estimativa da quantidade de carbono capturado dentro de uma área delimitada, convertendo assim, a estimada quantidade em arrecadação financeira, levando em consideração o preço variável de carbono (CO2) por tonelada.

MATERIAIS, MÉTODOS E PROCEDIMENTOS



RESULTADOS

ETAPA 1: Caracterização das Áreas de Estudo através de imagens via Satélite (LANDSAT, 2016) e aplicação da classificação semiautomática

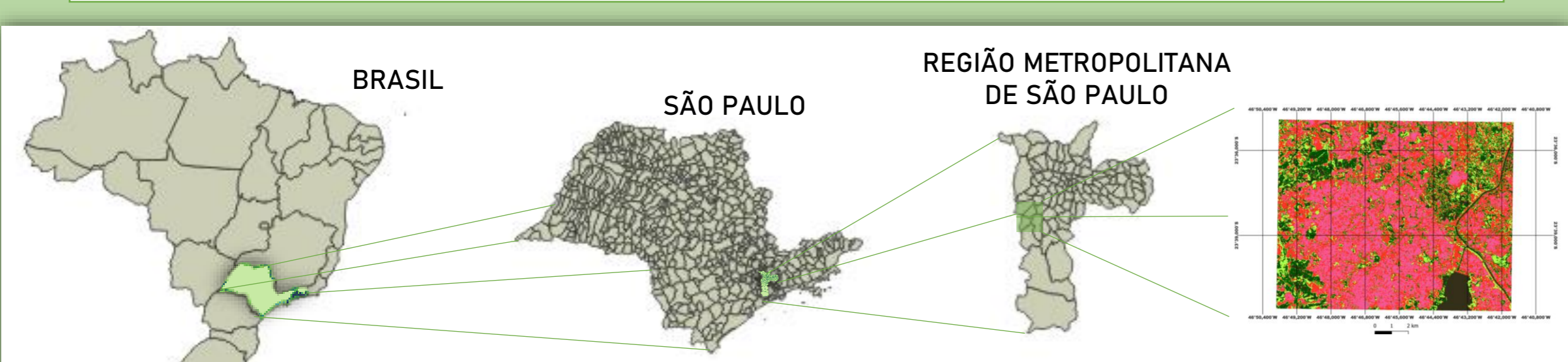


Figura 1 – Brasil – Unidades da Federação
Fonte – IBGE, 2021

Figura 2 – São Paulo – Malha Municipal
Fonte – IBGE, 2020

Figura 3 – São Paulo – Subdistritos
Fonte – IBGE, 2010

Figura 4 – Classificação Semiautomática dos Bairros Butantã e Vila Andrade – Escala 1:107.000
Fonte: Autores

PESQUISA DE CAMPO: Coleta de amostragem na garantia da precisão e eficiência do método C.O.C



Figura 5 – Mosaico de fotos das áreas verdes do Campus Morumbi
Fonte: Autores

ETAPA 2: Obtenção de imagens via Drone LiDAR 3D (SCHUETZ, 2016), e aplicação da classificação automática

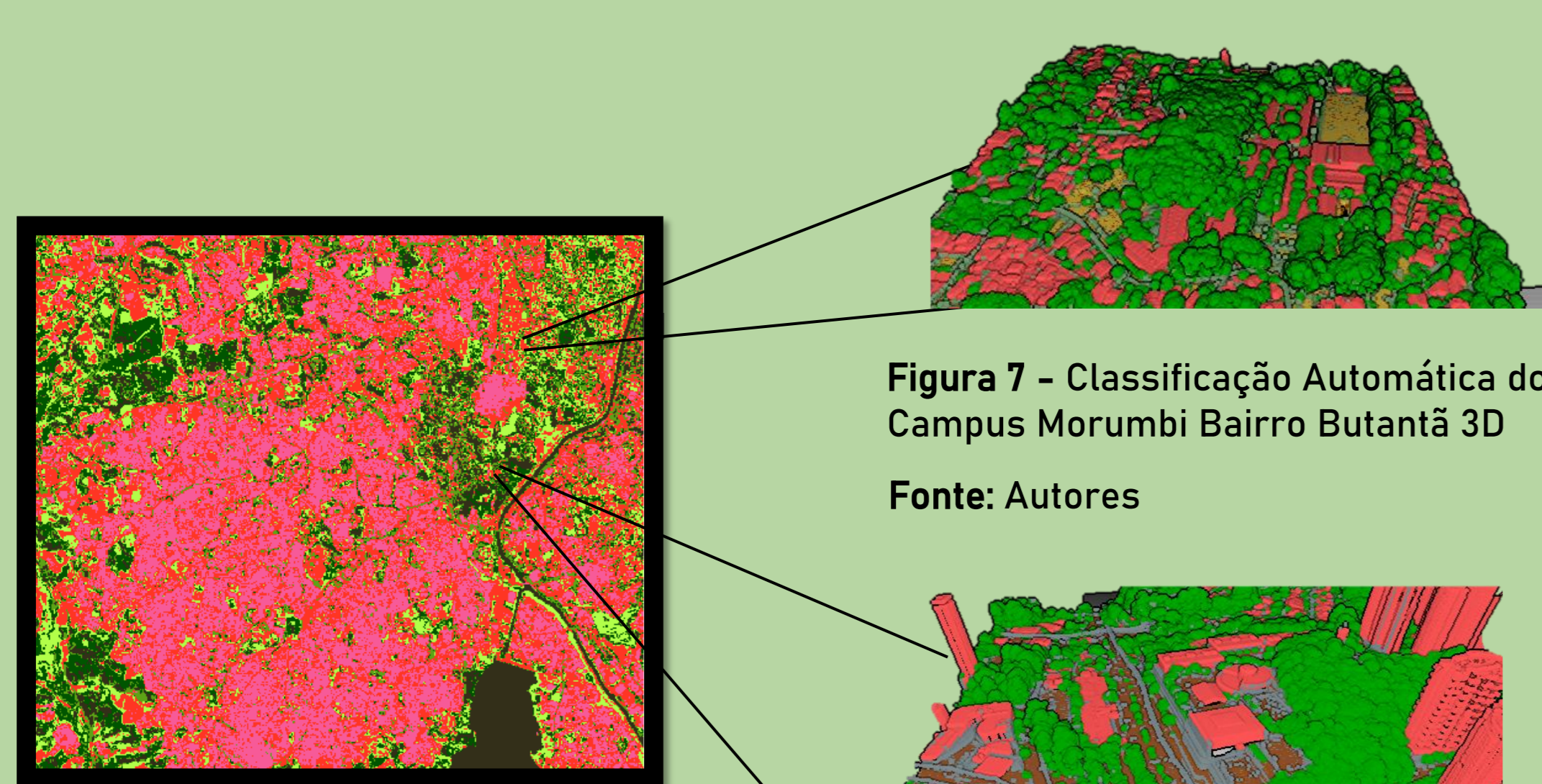


Figura 6 – Classificação Semiautomática dos Bairros Butantã e Vila Andrade
Fonte: Autores

Figura 8 – Classificação Automática do Campus Panamby Bairro Vila Andrade 3D
Fonte: Autores

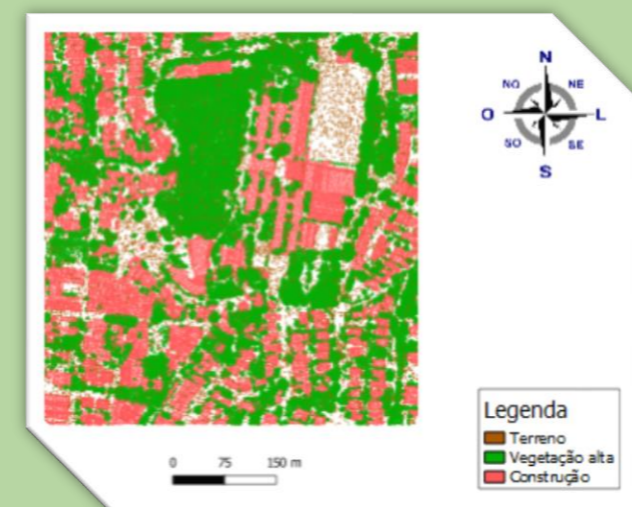


Figura 9 – Classificação Automática do Campus Morumbi Bairro Butantã – Escala 1:4750
Fonte: Autores

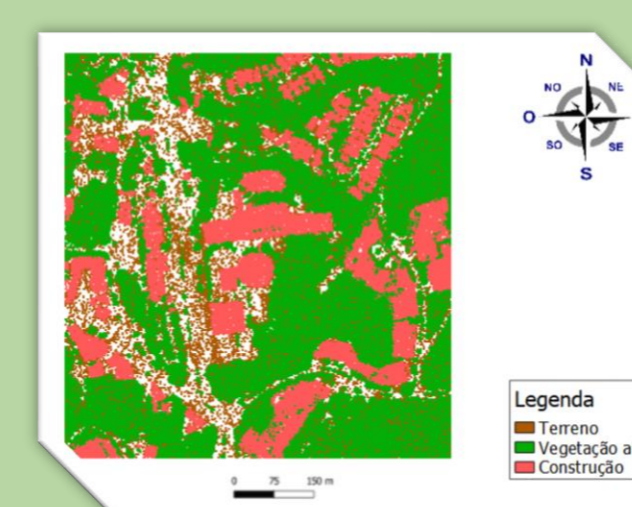


Figura 10 – Classificação Automática do Campus Panamby Bairro Vila Andrade – Escala 1:4750
Fonte: Autores

PRÉ ETAPA 1: Auxílio para a classificação semiautomática a partir de Bandas Espectrais

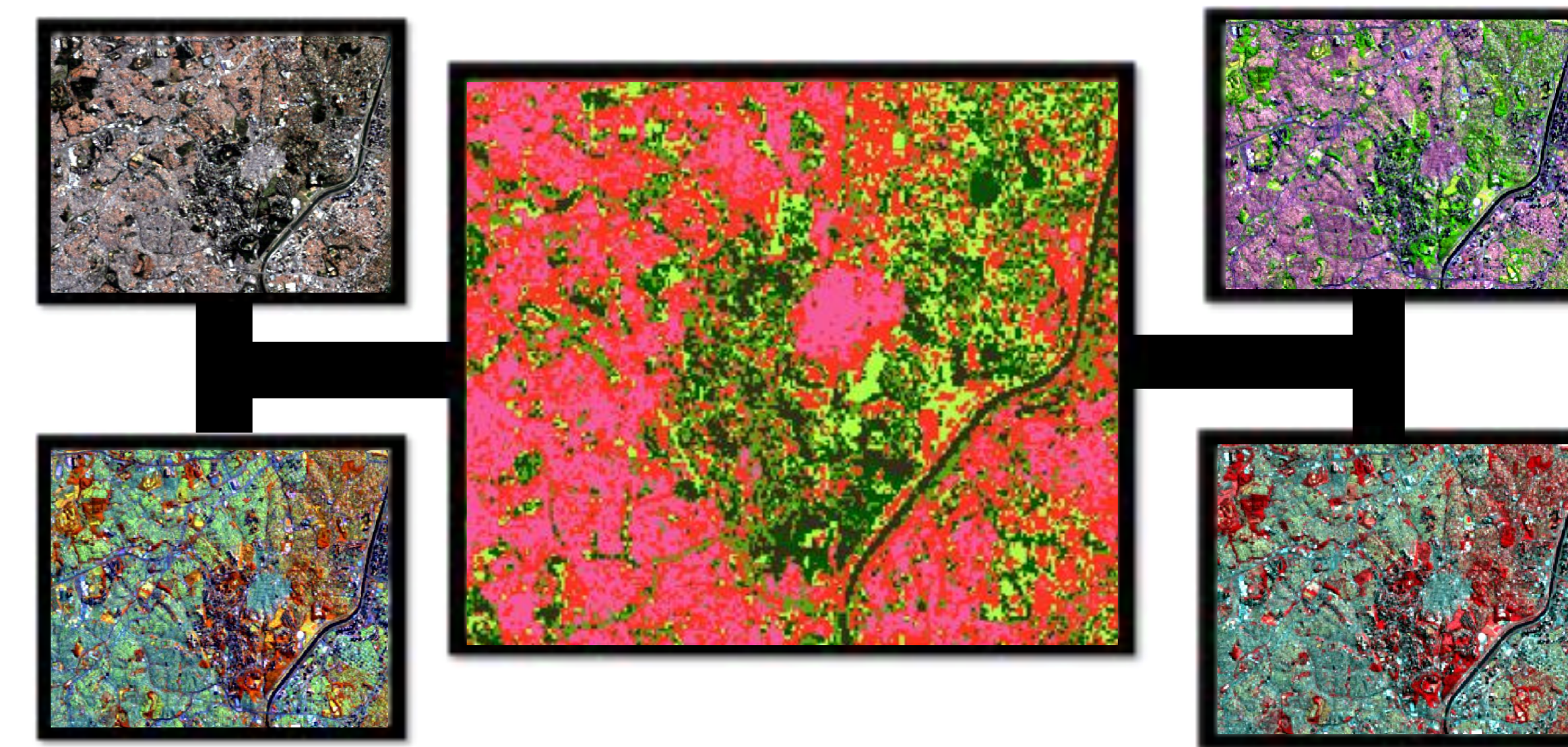


Figura 11 – Mosaico de diferentes Bandas Espectrais (lados esquerdo e direito) no auxílio da formação da imagem classificada (centro)
Fonte: Autores

Tabela 1: Legenda: Classificação Semiautomática dos Bairros Butantã e Vila Andrade

MC ID	MC Name	C ID	C Name	Overlap MC_I	Min B1	Max B1	Min B2	Max B2	Min B3
1	Vegetation	1	WeakInfra...	1-2,2-3,2-...	0,017794723	0,034654424	0,01995931	0,042764675	0,02867868
2	Vegetation	2	StrongGre...	1-1,1-2,2-...	0,01447476	0,060694564	0,0155137	0,06964037	0,01845880
3	Ocupad...	3	Buildings	1-1,1-2,2-...	0,032893386	0,082952835	0,037020043	0,09489949	0,04718414
4	Ocupad...	4	Sao_Paul...	1-1,1-2,2-...	0,016813172	0,082952835	0,018140642	0,09489949	0,03364426
5	Vegetation	6	Green_Po...	1-1,1-2,2-...	0,012973555	0,0338172	0,013579583	0,039387178	0,01300243
6	Vegetation	7	Healthy_F...	1-1,1-2,2-...	0,011991986	0,028562987	0,011876395	0,03465289	0,01121250

Fonte: Autores

ETAPA 3: Conversão das unidades medidas em offset de carbono

Tabela 2: Valores a partir das variáveis do método C.O.C aplicadas nos Campus Morumbi e Panamby

Variáveis do C.O.C	Campus Morumbi	Campus Panamby
Área total de árvores (m²)	37282,177	33537,199
Número total de árvores	6214	5590
Toneladas de carbono capturadas por árvores	887,7142857	798,5714286
Área total de campo (m²)	8774,835	2558,786
Toneladas de carbono capturadas pelo campo	1,350008365	0,393669226
Valor total em offset (em Reais)	11.836,15	10.636,66
Total de offset (em Reais)	22.472,81	

Fonte: Autores

DADOS COMPLEMENTARES: Equação do cálculo amostral na determinação da margem de erro

$$\frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2} \div \left(1 + \frac{z^2 \times p(1-p)}{e^2 N} \right)$$

Figura 12 – Fórmula do cálculo amostral
Fonte: DIAS *et al.* (2018)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- **Sucedimento:** Retomando nossa hipótese inicial, o trabalho teve êxito quanto à criação do algoritmo para estimar arrecadação financeira do carbono acumulado nas áreas verdes estudadas.
- **Inovação:** A partir de um protocolo técnico simples e acessível, podemos permitir a popularização e democratização do conhecimento e dos benefícios do Crédito de Carbono para pequenas propriedades dentro do circuito REDD+.
- **Oportunidade:** Propriedades de pequeno e médio porte do Brasil inteiro poderão participar do mercado voluntário da compensação de carbono, principalmente pela questão de documentação e estruturação de portfólio exido para as devidas negociações, de acordo com as questões legais e técnicas exigidas pelo Banco Mundial, BNDES e CVM.

CONSIDERAÇÕES FINAIS – FUTURO DO PROJETO

1. Otimização da solução de desenvolvida: migrando o algoritmo para um protótipo funcional com suporte de uma aplicação.
2. Equação alométrica de lucro (em desenvolvimento): uma fórmula que auxilie o algoritmo na estimativa de carbono acumulado por biomassa transformando-o em arrecadação financeira
3. Refinamento do algoritmo: avaliação dos materiais fonte para base das variáveis, experimentação de outras soluções.
4. C.O.C software (em desenvolvimento): uma plataforma no qual o indivíduo interaja com a área delimitada através da metodologia do C.O.C (Fluxograma 1)

REFERÊNCIAS

- DIAS, G. *et al.* O que é amostragem. *Aquarela*, 2018. Disponível em: <<https://www.aquarela.io/que-e-amostragem/>>. Acesso em 15 de setembro de 2022.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *Brasil – Unidades da Federação*. São Paulo: IBGE, 2021. malhas territoriais. Escala 1: 1.2.500.000
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *São Paulo – Malha Municipal*. São Paulo: IBGE, 2020. malhas territoriais. Escala (aproximada) 1:900.000.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. *São Paulo – Subdistritos*. São Paulo: IBGE, 2010. malhas territoriais. Escala (aproximada) 1:407.000
- QGIS DEVELOPMENT TEAM. QGIS Geographic Information System. Open-Source Geospatial Foundation Project, 2022. Disponível em: <<http://qgis.osgeo.org/>>. Acesso em: 30 de julho de 2022.
- SÃO PAULO. PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. GeoSampa. 2017. Disponível em: <https://geosampa.prefeitura.sp.gov.br/PaginasPublicas_SBC.aspx>. Acesso em: 23 de julho de 2017.
- SCHUETZ, M. Potree: Rendering Large Point Clouds in Web Browsers. Thesis (Diplom-Ingenieur) – Faculty of Informatics, Vienna University of Technology, Vienna, p. 92. 2016.
- STELLA, O. SMID, B. AZEVEDO, A. STABILE, M. Compilação dos principais resultados da cop-17 sobre o novo Protocolo de Kyoto, salvaguardas de REDD+, níveis de referência, fundo verde para o clima e LULUCF. IPAM Amazônia, 2011. Disponível em: <https://ipam.org.br/wp-content/uploads/2011/08/resumo_dos_resultados_da_cop-17.pdf>. Acesso em: 5 de agosto de 2022.
- USGS, United States Geological Survey. Landsat8, 2016. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/landsat-8/>>. Acesso em: 10 de julho de 2022.