

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO  
FACULDADE DE FILOSOFIA, LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS  
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

MAURICIO ARNALDO ANDRADE ASSIS

**Análise GEOBIA de assentamentos precários e favelas:** um estudo de caso no  
Distrito Campo Limpo, São Paulo-SP

**GEOBIA approach of precarious settlements and slums:** case study in the Campo  
Limpo District, São Paulo – SP

São Paulo

2023

MAURICIO ARNALDO ANDRADE ASSIS

**Análise GEOBIA de assentamentos precários e favelas:** um estudo de caso no  
Distrito Campo Limpo, São Paulo-SP

**GEOBIA approach of precarious settlements and slums:** case study in the Campo  
Limpo District, São Paulo – SP

Versão final

Trabalho de Graduação Individual apresentado ao Departamento de Geografia da Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Área de concentração: Geografia Humana

Orientador: Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado

São Paulo

2023

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

A848a      Assis, Maurício Arnaldo Andrade  
              Abordagem GEOBIA de assentamentos precários e  
              favelas: estudo de caso no Distrito Campo Limpo, São  
              Paulo - SP / Maurício Arnaldo Andrade Assis;  
              orientador Reinaldo Paul Pérez Machado - São Paulo,  
              2023.  
              46 f.

              TGI (Trabalho de Graduação Individual)- Faculdade  
              de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da  
              Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia.

              1. Análise Espacial . 2. Geoprocessamento. 3.  
              Sensoriamento Remoto. 4. Favelas . 5. Desenvolvimento  
              Desigual. I. Pérez Machado, Reinaldo Paul, orient.  
              II. Título.

ASSIS, Mauricio Arnaldo Andrade. “**Análise GEOBIA de assentamentos precários e favelas:** um estudo de caso no Distrito Campo Limpo, São Paulo-SP

**GEOBIA approach of precarious settlements and slums:** case study in the Campo Limpo District, São Paulo – SP”, 2023. 45f. Trabalho de Graduação Individual (TGI) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023. Aprovado em 24 de fevereiro de 2023 pela comissão julgadora constituída pelos doutores:

---

**Prof. Dr. Reinaldo Paul Pérez Machado**

Universidade de São Paulo

Presidente

---

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Simone Scifoni**

Universidade de São Paulo

---

**Prof. Dr. Júlio César Pedrassoli**

Universidade Federal da Bahia

*Dedicado a todos os recenseadores e contratados temporários do Censo Demográfico de 2022 que, sob duras penas, garantiram que uma instituição de Estado e de extrema elevância como o IBGE cumprisse sua missão de produzir informações de qualidade para a próxima década...*

## **Agradecimentos**

Agradeço a minha família, sem a qual eu não poderia ter condições para chegar a este momento tão esperado. Ao meu irmão Murillo, pelas conversas e conselhos que me permitiram refletir eu mesmo sobre os passos que eu dava. A meus pais, Andreia e Marinaldo, pela paciência e compreensão por todos os momentos em que lhes apresentei razões pessoais para trilhar caminhos que nem sempre iam de encontro àquele que eles esperavam que eu seguisse.

Aos caríssimos amigos do IBGE Júlio, Beatriz Scotton, Beatriz Martin, Alan, Sabrina, Henrique Santa, pelas trocas sempre densas e intensas justificadas num projeto comum de âmbito nacional que envolveu a gestão de uma equipe imensa de pessoas. Sem dúvida, me inspiraram na produção dessa monografia.

Aos queridos amigos da Geografia com os quais partilho a escolha dessa linda carreira.

Ao Bruno, pela amizade que consolidamos e pelas conversas que me permitiram visualizar o valor da diferença nas amizades. Não obstante, pelo apoio incondicional de caráter técnico na elaboração deste trabalho, tendo sido pessoa chave até aqui.

Ao Lucas, outro grande amigo e pupilo do Departamento de Geografia, cujo potencial humano, acadêmico e profissional é, sem sombra de dúvidas, inquestionável.

A todos os professores que participaram, desde cedo, em minha formação escolar.

Aos professores do Departamento de Geografia, pela dedicação e comprometimento com a ciência Geográfica, fundamental para a análise holística dos complexos fenômenos de nosso tempo.

À professora Simone Scifoni, pelo compromisso na função de lecionar conteúdo que busca compreender os fenômenos geográficos no âmbito da cidade e do espaço urbano.

Ao professor Reinaldo, pela paciência durante a elaboração desse trabalho, dada a minha agenda nem sempre tranquila pelo compromisso duplo de fazer a graduação

e trabalhar. Sem dúvida, suas aulas de Sensoriamento Remoto e Análise Espacial e Geoprocessamento, além das reuniões do grupo de orientandos, me abriram horizontes de possibilidades no mundo da pesquisa acadêmica – que deve sobretudo buscar material na vida concreta, como tentado aqui.

*“The freedom to make and remake our cities and ourselves is, I want to argue, one of the most precious yet most neglected of our human rights.”*

*David Harvey*



## Resumo

ASSIS, Mauricio Arnaldo Andrade. **Análise GEOBIA de assentamentos precários e favelas**: estudo de caso no distrito Campo Limpo, São Paulo-SP. 2023. 46 p. Dissertação (Trabalho de Graduação Individual) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2023.

O distrito Campo Limpo, situado na zona sul do município de São Paulo-SP, é caracterizado pela desigualdade socioespacial que se apresenta na mudança brusca das paisagens e, por sua vez, de suas características urbanísticas e sociais. Isso revela a simultaneidade nos mesmos bairros de construções e pessoas de classes distintas, de ricos e pobres, de favelas e condomínios de alto padrão. A Geografia Urbana fornece subsídios para a análise da formação do distrito, a partir da formação das periferias e, por fim, da formação das favelas. Num esforço interdisciplinar de contribuir aos dados geográficos e estatísticos fornecidos pelas órgãos oficiais de pesquisa e produção de dados, recorreu-se ao sensoriamento remoto e à análise espacial para investigar as diferenças locais em termos de precariedade entre essas favelas e assentamentos precários, se utilizando da análise de imagens geográficas baseadas em objetos, para, através de segmentação das imagens, entender a proporção de telhados de cerâmica e vegetação entre setores censitários localizados em aglomerados subnormais e outros setores censitários urbanos do distrito. Concluiu-se que, de fato, a diferença dessa proporção entre esses dois tipos de setores censitários é relevante para informar eventual maior ou menor precariedade das favelas, em função da menor ou maior presença desses objetos, respectivamente.

Palavras-chave: 1.Análise espacial. 2.Geoprocessamento. 3.Sensoriamento remoto. 4.Favelas. 5.Desenvolvimento desigual.

## Abstract

ASSIS, Mauricio Arnaldo Andrade. **GEOBIA approach of precarious settlements and slums**: : case study based on the Campo Limpo District, São Paulo – SP. 2023. 46 f. Dissertation (Individual Graduation Work) – Faculty of Philosophy, Letters and Human Sciences, University of São Paulo, São Paulo, 2023.

The Campo Limpo district, located in the southern zone of São Paulo-SP, is characterized by socio-spatial inequality that is presented in the abrupt change of landscapes and, in turn, their urban and social characteristics. This reveals the simultaneity in the same neighborhoods of constructions and people from different classes, rich and poor, slums and high-end condominiums. Urban Geography provides subsidies for the analysis of the district's formation, starting from the formation of the peripheries and, finally, of the slums. In an interdisciplinary effort to contribute to the geographic and statistical data provided by official research and data production agencies, remote sensing and spatial analysis were used to investigate local differences in terms of precariousness between these slums and precarious settlements, using geographic object-based image analysis to understand the proportion of ceramic roofs and vegetation between census tracts located in subnormal clusters and other urban census tracts in the district. It was concluded that, in fact, the difference in this proportion between these two types of census tracts is relevant to inform eventual greater or lesser precariousness of the slums, depending on the lower or higher presence of these objects, respectively.

Key Words: 1.Spatial Analysis. 2.Geoprocessing. 3.Remote sensing. 4.Slums. 5.Uneven Development

## Lista de figuras

Figura 1 – Imagem fusionada do CBERS-4A. Do autor. 2023. . . . .	32
Figura 2 – Mapa com as camadas dos setores censitários do Campo Limpo, destacando os aglomerados subnormais. O autor, 2023. . . . .	34
Figura 3 – Segmentação de nível 1 e classificação dos objetos. O autor. Janeiro de 2023. . . . .	36
Figura 4 – Mapa com a classificação e distribuição dos telhados de cerâmica e vegetação no distrito. O autor. Janeiro de 2023. . . . .	38
Figura 5 – Sobreposição dos objetos com os AGSNs do distrito. O autor. Janeiro de 2023 . . . . .	39
Figura 6 – Atribuição de unidade de análise dos dados obtidos (o setor censitário). Do autor. Janeiro de 2023. . . . .	40

## Lista de tabelas

Tabela 1 – Dados dos softwares utilizados. Organização do autor. 2023. . . . .	30
Tabela 2 – Bandas espectrais da câmera WPM do CBERS-4A. Organização do autor. 2023 . . . . .	31
Tabela 3 – Sistema de geocódigos dos setores censitários. IBGE, 2022. Organização do autor. . . . .	33
Tabela 4 – Situação e tipo no contexto urbano. Destacadas aquelas que são vistas no Campo Limpo. IBGE, 2010. Organização do autor . . . . .	33
Tabela 5 – Medidas de posição (Média e Desvio Padrão) do percentual dos objetos em setores censitários de AGSNs e setores censitários não especiais (apenas domiciliares). O autor. Janeiro de 2023. . . . .	40

## Lista de abreviaturas e siglas

AGSN	Aglomerados Subnormais
CBERS	Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres
CBERS-4A	CBERS versão 4A
DGI - INPE	Divisão de Geração de Imagem do INPE
GEOBIA	Geographic Embased-Objects Information Analysis
GIS	Geographic Information System
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IGC	Instituto Geográfico e Cartográfico do Estado de São Paulo
INPE	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais
MUX	Multispectral Imager
NIR	Near-Infra-red
OBIA	Object-Based Image Analysis
SEADE	Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados Estatísticos
SIG	Sistema de Informações Geográficas
WFI	Wide Field Imager
WPM	Wode-sweeping Panchromatic and Multispectral Imager

## Sumário

<b>1</b>	<b>Introdução . . . . .</b>	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS . . . . .</b>	<b>17</b>
2.1	<i>Objetivo geral . . . . .</i>	17
2.2	<i>Objetivo específico . . . . .</i>	17
<b>3</b>	<b>JUSTIFICATIVA . . . . .</b>	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .</b>	<b>19</b>
4.1	<i>O arcabouço teórico do Sensoriamento Remoto . . . . .</i>	19
4.1.1	A aplicação do Sensoriamento Remoto no meio urbano . . . . .	19
4.1.2	Literatura e empreitadas dos pesquisadores . . . . .	20
4.1.3	GEOBIA . . . . .	23
4.2	<i>O arcabouço teórico da Geografia Urbana . . . . .</i>	25
4.2.1	O Campo Limpo e seu lugar na formação das periferias de São Paulo	26
4.2.2	A origem das favelas e a segregação socioespacial . . . . .	28
<b>5</b>	<b>PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLOGIA . . . . .</b>	<b>30</b>
5.1	<i>Softwares utilizados . . . . .</i>	30
5.2	<i>Fonte das imagens de satélite . . . . .</i>	30
5.3	<i>Procedimentos de Geoprocessamento . . . . .</i>	31
5.3.1	Fusão das imagens do CBERS-4A no QGIS 3.10 . . . . .	31
5.3.2	Obtenção e processamento das camadas de setores censitários e aglomerados subnormais . . . . .	32
5.4	<i>Procedimentos de análise espacial . . . . .</i>	34
5.4.1	Segmentação de nível 1 . . . . .	35
5.4.2	Level 2 segmentation . . . . .	36
<b>6</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO . . . . .</b>	<b>38</b>
<b>7</b>	<b>CONCLUSÃO . . . . .</b>	<b>41</b>
<b>8</b>	<b>LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADES DA PESQUISA . . . . .</b>	<b>42</b>

9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS . . . . .	44
---	--------------------------------------	----

## 1 Introdução

A Geografia se destaca por ser campo das ciências humanas com objeto de análise mais amplo: é a disciplina acadêmica cujo escopo de atuação, o seu objeto de estudo, não se restringe à Geografia propriamente, mas recorre a outros campos da ciência (humana, biológica, exata, física) para tecer seu produto científico. Isso, ao longo da história da Geografia, sempre foi motivo de debate, e a deixou em posição delicada perante as outras ciências, na medida em que não definia objeto exclusivo de estudo (MORAES, 2005). No entanto, é ponto pacífico que a nossa disciplina articula elementos humanos e físicos para explicar os diferentes modos de vida e as diferentes condições geográficas impostas às sociedades.

A Geografia Urbana, por exemplo, toma por base autores da Filosofia, da Sociologia, da própria Geografia, por óbvio, e de outras áreas para explicar os fenômenos geográficos que ocorrem nos meios urbanos, tanto de caráter físico (aqueles que são percebidos no solo urbano), como de caráter humano (que se manifestam em seu conteúdo social, qual seja, o habitante das cidades e dos meios urbanos).

É com base nisso que se propôs aqui fazer análise do fenômeno social da formação das favelas do Distrito Campo Limpo, no contexto de sua condição de periferia. Esse distrito da Zona Sul de São Paulo é caracterizado por conter uma série de favelas – ou aglomerados subnormais, como denomina o IBGE (2020) –, que se distribuem por toda a localidade, como pode ser observado nas bases cartográficas municipal (GeoSampa), estadual (SEADE) e do IBGE. Além disso, essas favelas, em alguns casos, estão mais ou menos consolidadas – como observado em campo pelo autor – ou em condição de maior precariedade, dada a sua recente formação e/ou dado o descaso do poder público em face de sua existência, uma vez que os direitos constitucionais à moradia e à função social da terra nem sempre são respeitados pelo Estado, sobretudo nos grandes centros urbanos (BARBOSA, 2012).

Daí o esforço feito aqui de avançar sobre as diferentes condições desses assentamentos precários e dessas favelas do Distrito Campo Limpo. Partiu-se de uma análise pautada na literatura geográfica, sobretudo na Geografia Urbana, que fornece subsídios para a compreensão científica dos fenômenos vistos no Distrito, entre eles a existência de condomínios fechados de classe média alta que fazem limite à pobreza que não raro



pode ser vista ali, sugerindo segregação socioespacial levada a um extremo. Além disso, buscou-se compreender as eventuais diferenças entre essas localidades que chamamos aqui de assentamentos precários (PÉREZ MACHADO, 2008) – de maneira a compreender todas aquelas localidades cujas condições de existência no meio urbano carecem de recursos e de alguns serviços públicos, como saneamento básico, vias de circulação regulares entre outros. Supôs-se haver entre essas localidades diferenças essenciais a serem classificadas a partir de alguns recursos, que poderiam informar sobre maior ou menor precariedade desses assentamentos.

Para isso, recorreu-se a uma ferramenta que nem sempre esteve tão disponível à Geografia e que se mostra agora como indispensável às suas análises, qual seja, o Sensoriamento Remoto. No âmbito da cartografia, essa ferramenta permitiu que a partir de recursos tecnológicos de ponta fosse possível observar a superfície terrestre e analisar as mudanças de toda sorte que nela ocorrem, causadas pela sociedade ou pela natureza. Na definição de Novo (2002), pode ser definido como sendo a

utilização conjunta de modernos equipamentos sensores, equipamentos para processamento de dados, equipamento de transmissão, aeronaves, espaçonaves etc., com o objetivo de estudar o ambiente terrestre através do registro e das interações entre as radiações eletromagnéticas e as substâncias componentes do planeta terra em suas mais diversas manifestações.

Portanto, o sensoriamento remoto fornece informações sobre a superfície terrestre para que o geógrafo, munido de seu arcabouço teórico, possa interpretar os fenômenos que observa. Um passo além na utilização desse recurso é a Análise Espacial, que contribui para a interpretação acadêmica ao colocar o processamento computacional a serviço do pesquisador.

É desta forma que se pretendeu aqui investigar as eventuais diferenças entre esses assentamentos precários. Isso se mostrou muito importante, pois permitiu mapear a precariedade e classificá-la na escala de um distrito da maior metrópole do Brasil, como forma de conferir ricos subsídios ao poder público para agir com assertividade na tomada de decisões e na implementação de políticas públicas que visem a mitigação da desigualdade social, que parece afetar severamente grande parte dos municípios de São Paulo.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 *Objetivo geral*

Buscou-se aqui então a investigação das diferenças geográficas entre as favelas e assentamentos precários do distrito Campo Limpo que poderiam informar, de maneira paralela, variação na precariedade das condições de vida de suas populações e/ou da vulnerabilidade social de suas populações.

Num esforço digno de nota, Carmo (2021) analisou no mesmo distrito a vulnerabilidade social a partir do IPVS para investigar eventual segregação socioespacial. Então, para além de recorrer às bases de dados existentes sobre o tema (disponibilizadas pelos órgãos de geografia e estatística, quais sejam, SEADE, IGC, IBGE etc.) –, que contribuem de maneira indispensável à investigação da vulnerabilidade social e da segregação socioespacial, lançamos mão também da análise espacial, cujas ferramentas podem trabalhar em paralelo aos dados estatísticos no sentido de contribuir à pesquisa qualitativa.

### 2.2 *Objetivo específico*

Verificar se ocorrem padrões espaciais no distrito Campo Limpo que possam informar diferenças em termos de precariedade entre os aglomerados subnormais do distrito a partir da análise de imagens geográficas baseadas em objetos.

Através de parâmetros específicos e de testes de segmentação no software eCognition, pretende-se lançar mão da Análise de Informações Geográficas Baseadas em Objetos (GEOBIA, na sigla em inglês) para obter a ocorrência de objetos específicos nessas localidades que permitam aferir precariedade e/ou vulnerabilidade dos assentamentos precários.

### 3 JUSTIFICATIVA

Dado que a desigualdade social se manifesta nas mais variadas escalas (SMITH, 2008), os municípios, as cidades, as metrópoles, seus distritos e bairros não passam imune a essa constatação. A investigação mais apurada, a partir de dados estatísticos, sociológicos e mesmo geográficos leva também em direção à confirmação desse fato. Isto posto, utilizar-se das ferramentas e tecnologias disponíveis para mapear as desigualdades sociais e eventualmente classificá-las se mostra de extrema relevância social. Como já mencionado, isso conferiria ao poder público dados ricamente embasados, tanto do ponto de vista estatístico como do ponto de vista cartográfico e geográfico, para agir de maneira precisa e assertiva.

Ainda, mostra-se urgente que haja maior interlocução entre as diferentes frentes de atuação da pesquisa geográfica. Aquela suposta dicotomia entre Geografia Humana e Geografia Física perde o sentido quando o seu objeto de estudo reclama a união de forças para a solução dos problemas sociais e ambientais tão manifestos em nossos tempos (MORAES, 2005, p. 9; 30). Deste modo, a Geografia Urbana e o Sensoriamento Remoto – na maior parte das vezes posicionado “do outro lado”, na Geografia Física – devem caminhar juntos para a análise dos fenômenos geográficos, propriamente ditos. Isso se dá na esteira da necessidade premente de que os estudos acadêmicos sejam cada vez mais interdisciplinares (FAVARÃO e ARAÚJO, 2004).

## 4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 4.1 *O arcabouço teórico do Sensoriamento Remoto*

Buscou-se, a princípio, material que desse conta de explanar sobre como o sensoriamento remoto se aplica nos estudos do meio urbano e de que forma ele pode contribuir para a sociedade, trazendo conceitos primários sobre o tema, para então partir a busca de autores que tivessem tratado do mesmo tema que o investigado aqui.

#### 4.1.1 A aplicação do Sensoriamento Remoto no meio urbano

A obtenção de dados por meio do sensoriamento remoto tem, por definição, que levar em consideração o seu objeto de estudo para lançar mão das ferramentas mais adequadas ao que se propõe. A investigação do meio urbano é, talvez, o maior desafio que o especialista em dados obtidos através dessa ferramenta terá, dada a complexidade da paisagem urbana, cujos objetos e formas são os mais diversos possíveis. Isso, obviamente, se dá em função de ser o meio urbano certa “negação” de um estado anterior de naturalidade (SANTOS, 2006, p. 172), que remonta a um período em que pairava a ausência do julgo humano sobre a superfície da terra. Muito embora se discuta estarmos talvez no Antropoceno (CAVALCANTI, 2021), ainda é possível encontrar paisagens onde manipulação e/ou transformação humana do solo ainda não se deram de maneira tão intensa como a que se vê nas grandes metrópoles – como São Paulo.

Daí os quatro tipos de resolução existentes em sensoriamento remoto, quais sejam as resoluções espacial, temporal, espectral e radiométrica (JENSEN, 1998), das quais as três primeiras são indispensáveis ao estudo dos meios urbanos.

Em linhas gerais, a resolução espacial nos informa o tamanho da menor parcela da imagem obtida pelo sensor, isto é, o tamanho do pixel. Isso quer dizer que quanto maior a resolução espacial, menor o tamanho do pixel e, por conseguinte, quanto menor a resolução espacial, maior o tamanho do pixel. Num primeiro momento, pode-se pensar que apenas os satélites de alta resolução espacial (na esteira do desenvolvimento tecnológico das últimas décadas) são empregados e/ou úteis na atualidade. No entanto, os satélites de baixa resolução espacial também têm grande importância no sensoriamento remoto, dado

que essa característica os torna mais frequentes nas revisitas às seções do solo terrestre – isto é, quanto menor a resolução espacial, maior a resolução temporal.

A resolução temporal se refere justamente ao tempo que o sistema de sensoriamento remoto necessita para a obtenção de dados terrestres específicos, e pode ser mobilizada de três modos, segundo Jensen (1998, p. 408): 1. através do ciclo de desenvolvimento do espaço propriamente; 2. através da frequência de atualização das informações demandadas pelos gestores do espaço e/ou pesquisadores e; 3. pela revisita do sistema às seções terrestres específicas.

A resolução espectral se refere às bandas espectrais obtidas, que variam em quantidade e qualidade de sensor para sensor, e deve ser definida de modo que “haja contraste espectral o suficiente entre o objeto de interesse e o seu redor para que seja possível detectar o objeto, distingui-lo e identifica-lo” (JENSEN, 1998, p. 411, tradução nossa).

Isto posto, o pesquisador deve ajustar os mencionados tipos de resolução para obter produto que seja condizente com a sua proposta de análise. No caso em tela (o estudo do fenômeno urbano das favelas e assentamentos precários de um distrito de São Paulo), pretendeu-se através da análise espacial obter polígonos que eventualmente se referissem a determinados objetos existentes na paisagem urbana, e portanto utilizou-se imagem com alta resolução espacial (menos de 5 m), com 5 bandas e tempo de revisita de 31 dias.

#### 4.1.2 Literatura e empreitadas dos pesquisadores

Na busca por pesquisadores que tenham tratado do tema em discussão, qual seja, a identificação e/ou investigação das favelas e assentamentos precários das grandes cidades, deparamo-nos com vários autores (sobretudo colegas geógrafos). No caso deste trabalho, a dimensão do objeto de estudo e os métodos utilizados levaram à definição prévia das supramencionadas resoluções espacial, temporal e espectral (JENSEN, 1998), e como já abordado, escolheu-se imagem de alta resolução espacial, em suas bandas pancromática e multiespectral, para a obtenção da maior quantidade de objetos possível na análise espacial.

Portanto, seguiu-se nesse trabalho uma tendência entre aqueles que pesquisam assentamentos precários em grandes metrópoles através de imagens de satélite. Isto é, escolheu-se imagem de alta resolução – corroborando a hipótese de que não seria possível

fazer tal tipo de investigação por sensoriamento remoto por meio de imagens de resolução baixa ou mediana. Perez Machado (2008) provou ser falsa tal hipótese, ao propor o uso de imagem de mediana resolução espacial (pixel de 30 metros) através do Modelo Linear de Mistura Espectral (MLME), metodologia que avaliaria tais assentamentos através da análise da resposta espectral do substrato, vegetação e sombra das cidades.

A proposta apresentada pelo autor remonta a um período em que imagens de alta resolução não estavam à disposição do poder público brasileiro, tampouco de países pobres, de modo que sua tese vai no sentido da operacionalização de ferramentas de baixo custo para a avaliação da evolução desses assentamentos, numa abordagem muito precisa.

No entanto, a nossa proposta aqui foi a de lançar mão justamente da recente disponibilidade dessas imagens de alta resolução, resultantes da parceria entre China e Brasil no lançamento do programa CBERS, além de testar as possibilidades das novas tecnologias de análise espacial em programas de uso gratuito. Recorreu-se, então, a autores que lançaram mão justamente dessas tecnologias.

Deparamo-nos, de maneira muito grata, com o trabalho de Carmo (2021), que também se debruçou sobre o Campo Limpo e buscou compreender de que modo a segregação socioespacial se manifesta no distrito em tela e na periferia de São Paulo, além de investigar a contribuição dos Sistemas de Informações Geográficas (SIG) para o estudo das desigualdades, dado que elas se manifestam espacialmente. O autor elaborou mapas que ilustraram as questões investigadas, com base no Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS), em dados de mobilidade urbana da cidade e de acesso à área verde. Dessa forma, pôde mapear a vulnerabilidade social e identificar (ou ratificar) a existência da segregação e da autosegregação no distrito, vista nas favelas e nos condomínios de alto padrão, respectivamente.

Finalmente, em busca de autores que tivessem trabalhado com a análise de imagens geográficas baseada em objetos para a investigação de favelas, o trabalho de Pedrassoli nos forneceu elementos de suma importância. O autor se propôs a identificar os assentamentos precários do município de Taboão da Serra por meio de uma série de softwares de análise espacial, dentre os quais um daqueles que utilizamos aqui. De maneira muito perspicaz, introduz o seu leitor aos conceitos do sensoriamento remoto e os aproxima da segmentação das imagens de satélite, explicando de que forma ela pode ser executada no eCognition e no ENVI.

Pedrassoli lança mão da segmentação de multiresolução para avaliar em que medida um objeto é internamente homogêneo ou heterogêneo, através dos atributos cor e forma, de modo que o desvio padrão da resposta espectral das cores e o desvio padrão da compactação da forma guie a essa informação (PEDRASSOLI, 2011, p. 64). Esse foi, portanto, o parâmetro estatístico do autor na busca da heterogeneidade dos objetos, partindo da hipótese de haver relação entre o desvio padrão das características espectrais utilizadas (PEDRASSOLI, 2011, p. 70). Dessa maneira, as características dos objetos sob análise (as favelas) sairiam do nível dos pixels e passariam ao nível dos objetos, propriamente ditos (PEDRASSOLI, 2011, p. 71). O autor estabelece aquilo que ele chama de rede semântica, para o estabelecimento de uma hierarquia de classes no eCognition, pautada nas características urbanísticas e nas características fundiárias do município estudado (PEDRASSOLI, 2011, p. 67 a 69).

Ainda na prospecção de autores que tivessem trabalhado com a ferramenta, o trabalho de Souza (2022) foi central em nossa análise. O autor mobilizou e manipulou a análise espacial GEOBIA por meio do eCognition de modo a classificar as duas maiores favelas de São Paulo (Paraisópolis e Heliópolis) se utilizando de atributos quantificáveis por meio do sensoriamento remoto, quais sejam, vegetação e material dos telhados das construções.

O autor trabalha com segmentação da imagem em dois níveis de modo a obter o máximo de objetos pequenos no nível 1 (ruas, telhados, árvores etc.) para então, através da obtenção de objetos grandes no nível 2 (as próprias favelas), poder quantificar nelas a quantidade dos objetos obtidos no nível anterior (SOUZA, 2022, p. 9). Desta maneira, para além de ter visualização dos limites das favelas (nível 2 de segmentação), ratifica aspectos próprios desses assentamentos precários, ao notar diferenças no contexto da cidade para a proporção de telhados de cerâmica e vegetação entre as favelas e outras morfologias urbanas.

Dessa maneira, o pesquisador consegue comprovar o potencial da análise espacial e da GEOBIA na quantificação de atributos observáveis por meio do sensoriamento remoto (SOUZA, 2022, p. 14). Isso permitiria que o poder público pudesse avançar na mitigação das desigualdades que são mapeáveis e estão contidas na cidade – trata-se de um dever científico para com a sociedade.

### 4.1.3 GEOBIA

A maioria dos produtos sobre GEOBIA com que nos deparamos na pesquisa era de língua estrangeira, o que denota ser talvez incipiente ainda o lugar da ciência brasileira na produção desse tipo de produto. No entanto, tivemos acesso a autores que discutiram a metodologia empregada em nossa proposta e, não obstante, a autores que se debruçaram sobre o tema em tela.

Num primeiro momento, investigou-se o que seria GEOBIA e descobriu-se que remete a uma metodologia que desde a década de 1970 vindo sendo maturada mas que só toma forma em seu aspecto exclusivamente geográfico no começo dos anos 2000 (HAY e CASTILLA, 2008). Isto é, até então, o tema não era exclusivo ao campo das ciências baseadas em SIG, mas apenas uma metodologia que servia a diversas áreas. Era a chamada análise de imagens baseadas em objetos (OBIA), que para além da Geografia, servia também à Astronomia, Biomedicina, entre outros. Dada a abrangência e necessidade de se tratar do assunto mais precisamente, a GEOBIA toma forma, enquanto vertente da OBIA, e se torna metodologia própria das ciências de SIG.

O grande potencial da ferramenta é o de “desenvolver métodos automáticos que possibilitem transformar imagens de sensores remotos em imagens-objeto dotadas de significado” (HAY e CASTILLA, 2008, p. 77, tradução nossa). Isto é, se baseia em dados de sensoriamento remoto para gerar dados prontos de SIG (GIS ready output). A grande diferença entre OBIA e GEOBIA é a ênfase e dependência da análise de imagens desta última para com o sensoriamento remoto e para com as bases de dados de informações geográficas (HAY e CASTILLA, 2008, p. 77).

Uma das justificativas para o uso da análise orientada a objetos nas imagens de sensoriamento remoto seria, para Blaschke, o fato de que “o paradigma do pixel está passando por fraturas e os métodos de OBIA estão proporcionando progressos consideráveis em direção a uma informação geográfica explícita” (2010, p. 3, tradução nossa). Isto é, dado que o acesso a imagens com maior resolução espacial está se tornando mais difundido, a análise de imagens orientada por objetos estaria saindo do nível do pixel ao nível dos vários pixels, através da supramencionada segmentação computacional das imagens. Assim se dá, portanto, a origem da segmentação, na esteira da necessidade de que se converta



imagens de sensoriamento remoto em informação tangível a ser usada em comunhão com toda sorte de dados em SIGs (BLASCHKE, 2010).

A despeito das apontadas fraturas no paradigma do sensoriamento remoto, é importante se diga que a maior disponibilidade de imagens de alta resolução levou, outrossim, à interpretação de objetos em face da anterior supremacia da interpretação pixelar. No entanto, não há que se dizer haver ruptura paradigmática, dado que o pixel é ainda a menor unidade de informação sobre a qual são feitas interpretações das imagens. É desse modo que passamos de uma análise dos chamados padrões espectrais aos padrões espaciais – aqui buscados.

A identificação e classificação de favelas por meio de GEOBIA já foi empreitada por alguns autores, que nos forneceram base muito importante para nossa proposta. A segmentação e classificação hierárquica são unanimidades entre aqueles se puseram nessa tarefa. Menciona-se a necessidade de que se estabeleça conhecimento sobre a forma da ontologia de uma determinada favela para poder proceder a esse trabalho (KOHLI, SLIUZAS e STEIN, 2016, p. 408). Isto é, trata-se de saber sobre as características próprias das favelas sobre as quais se debruça na pesquisa por meio de GEOBIA, pois só assim é possível encontrar atributos compatíveis com os objetos procurados. Investigando as potencialidades de identificação e classificação de assentamentos precários da Índia, Kohli, Sliuzas e Stein (2016) apontam a necessidade de ontologicamente atribuir textura, escala e ter noção prévia das proporções de vegetação e tipo de construção a serem encontrados.

Avançando sobre as ontologias locais no uso da GEOBIA para identificação e classificação de favelas, Kohli, Kerle e Sliuzas (2012) indicam ser esse tipo de morfologia urbana consequência de um processo rápido de urbanização, o que teria tornado difícil o monitoramento e intervenção dos poderes públicos nesse tipo de fenômeno típico dos grandes centros. Assim, a identificação, delimitação e caracterização (classificação) tornaria possível esse tipo de intervenção, além de contribuir para o entendimento do fenômeno geográfico da formação de favelas – é o que propomos aqui.

Deparamo-nos ainda com um estudo brasileiro sobre o tema, que se debruçou sobre os assentamentos precários da região amazônica. Constatou-se que mais da metade da população local vive em áreas urbanas, e boa parte dessa população em assentamentos precários, ao que se questiona se seria possível identificar tais locais combinando dados de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Os autores se utilizam da mesma imagem que a utilizada aqui (CBERS-4A) e estabelecem metodologia de classificação para os diferentes

tipos de tecido urbano, que variam conforme a localidade e a cultura (SANTOS et al., 2022).

Com base então no vasto produto desse rol de pesquisadores – que muito laboriosamente trazem a público o resultado de seus trabalhos – ficou evidente a potencialidade da GEOBIA para a investigação a que nos propusemos, numa tentativa de lançar mão de uma das tantas tecnologias disponíveis como forma de solver problemas da atualidade e buscar soluções para as questões urbanas e, sobretudo, para o fenômeno dos assentamentos precários e favelas.

#### *4.2 O arcabouço teórico da Geografia Urbana*

Para embasar a investigação dos fenômenos urbanos e geográficos observados no distrito Campo Limpo, recorreu-se, em primeiro lugar, aos autores que deram forma ao pensamento vigente na Geografia Urbana e que consolidaram o caminho para que outros pesquisadores pudessem investigar o urbano. A começar por Henri Lefebvre, que numa análise da urbanização de Paris do século XIX lançou mão de conceitos que nos serviram para estudar a nossa realidade brasileira, ao observar um tipo de existência urbana que, contraditoriamente, é desprovida de aspectos da vida urbana propriamente dita. Observa o autor que

Se se definir a realidade urbana pela dependência em relação ao centro, os subúrbios são urbanos. Se se definir a ordem por uma relação perceptível (legível) entre a centralização e a periferia, os subúrbios são desurbanizados (...). Toda realidade urbana perceptível desapareceu: ruas, praças, monumentos, espaços para encontros (LEFEBVRE, 1969, p. 24).

Muito embora Lefebvre estivesse olhando para a realidade francesa ao elucidar a existência de um tipo de vida urbana que não continha mais elementos que, na origem, eram essencialmente urbanos – lugares que proporcionassem o encontro e a convivência dos diferentes indivíduos –, preparara o terreno para o estudo de outros fenômenos, como por exemplo, a formação das periferias. Isso seria fruto da revolução industrial, após a qual os antigos núcleos urbanos se transformaram em grandes tecidos urbanos (LEFEBVRE, 1969) – que em última análise pode ser verificado, no nosso caso, na expansão da metrópole

paulista de sua realidade urbana exclusivamente central para a formação de uma grande área urbanizada.

#### 4.2.1 O Campo Limpo e seu lugar na formação das periferias de São Paulo

A periferia da Zona Sul de São Paulo teria se formado dessa forma, a partir da década de 1940. Até ali, essa área na parte sudoeste do município era composta sobretudo por chácaras que, a partir de então, foram loteadas num processo que se iniciou na região do distrito vizinho de Vila Andrade – onde está Paraisópolis – e que se estenderia para o Capão Redondo – antigo retiro de caça e pesca da burguesia paulistana – e Campo Limpo, localidades que ao longo das décadas veriam boom demográfico e de edificações, transformadores de suas paisagens (PMSP, 2016).

Como assevera a Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano da cidade,

O distrito de Campo Limpo também possui origem rural e assim se manteve até o final da década de 1960 e início da década de 1970, ocasião da explosão populacional na região com a chegada de novos moradores, em sua maioria pobres e migrantes vindo do interior de São Paulo e das regiões nordeste e sul do país. A partir da década de 1990, como em Vila Andrade, ocorreu grande crescimento imobiliário com o lançamento de empreendimentos residenciais para a classe média. Em face de sua proximidade a centros comerciais, escritórios, ao distrito de Vila Andrade e bairros como o Morumbi, Campo Limpo começou a atrair novos moradores com nível superior, profissionais liberais e originários de outras regiões da cidade, interessados em imóveis mais baratos e próximos às novas áreas de trabalho. A partir de 2001, iniciou-se novo crescimento com a instalação de empreendimentos comerciais e educacionais (PMSP, 2016).

Na origem, portanto, o conteúdo social da periferia era o trabalhador de baixo poder aquisitivo. A distância em relação às áreas centrais da cidade é sua característica por definição e o auto-emprego da moradia popular pelos próprios moradores foi a tônica desse processo de edificação nessa parte da cidade. A edificação da casa própria, sob a gerência de seu proprietário e morador, se constitui na década de 1940 como alternativa à classe trabalhadora dada a ausência de política habitacional. Isso ocorreria na esteira de um processo de desmercantilização da produção da moradia popular, que implicava na transferência ao morador da responsabilidade pela produção de sua moradia. Como verifica Nabil Bonduki,

Ao se desqualificar a produção da moradia como mercadoria (...) configura-se uma situação na qual se deixa de contabilizar o valor da habitação. E essa redução ou anulação do custo de moradia acarreta uma diminuição do custo da força de trabalho, sem que esta deixe de ser alojada, contudo, ampliando-se assim a taxa de acumulação do capital (2007, p. 282).

Ficava então viabilizada a moradia popular sem o efetivo investimento público no setor, de modo a haver a sensação de ascensão social sem redistribuição de riqueza ou aumento de salários. Houve assim a construção – sob muito sacrifício, dadas as longas jornadas de trabalho e as dificuldades de empreender a edificação – de moradias precárias, além de uma desqualificação do modo de morar urbano, à medida que

A omissão do poder público na expansão dos loteamentos clandestinos fazia parte de uma estratégia para facilitar a construção da casa pelo próprio morador que, embora não tivesse sido planejada, foi se definindo na prática como um modo de viabilizar uma solução habitacional “popular”, barata, segregada, compatível com a baixa remuneração dos trabalhadores e que, ainda, lhes desse a sensação, falsa ou verdadeira, de realizar o sonho de se tornarem proprietários (BONDUKI, 2007, p. 288).

A expansão horizontal da área urbanizada de São Paulo – e não escapa a esse processo a faixa sudoeste da capital, onde está incluída a região sob análise – na primeira

metade do século XX foi marcada pela falta de zelo urbanístico, com a abertura de vias e ruas clandestinas que só seriam regularizadas em 1962 – impondo até então dificuldades para a instalação de serviços públicos, como energia elétrica e saneamento (BONDUKI, 2007). No entanto, os loteadores garantiram que as periferias fossem ocupadas ao se associarem às empresas de transporte, cujas redes de serviço se ampliaram e possibilitaram a ocupação dessa área nascente na cidade.

#### 4.2.2 A origem das favelas e a segregação socioespacial

Ao debater sobre a regularização fundiária das moradias em assentamentos precários e favelas, Jorge Luis Barbosa estima que cerca de 80% das moradias dos grandes centros urbanos foram construídas sob o supramencionado modelo do auto-emprego da moradia. Segundo o autor, a urbanização do território brasileiro seria resultado de um processo discricionário e o surgimento das favelas (não só nas metrópoles, mas também em cidades médias) seria expressão disso (BARBOSA, 2012, p. 97).

As favelas, portanto, seriam o resultado dos esforços conjugados dos trabalhadores subalternizados que, dado o desprezo do Estado e da sociedade à sua condição, se organizam para legitimar o acesso à moradia e estabelecer um mercado imobiliário paralelo ao mercado imobiliário formal. Esse mercado criado à revelia da formalidade seria marcado por relações jurídicas precárias e informais, legitimadas pelos próprios membros das favelas (BARBOSA, 2012, p. 99).

De maneira muito perspicaz, o autor avalia que a prévia delimitação da propriedade privada frente ao acesso da população às terras urbanas e rurais contribuiu para a concentração exacerbada da propriedade que impede a apropriação de terras pelas classes trabalhadoras, de modo a haver hegemonia de classe sobre as terras e a primazia do debate acerca da estrutura fundiária brasileira e sobre a regularização fundiária dos espaços populares no Brasil (BARBOSA, 2012, p. 101).

Não obstante, defende políticas públicas que visem a garantia e proteção da moradia das famílias que habitam a cidade – principalmente nas tensões entre elas e o Estado e/ou o mercado de terras. Algumas delas são a implementação de novo quadro normativo de regularização fundiária que assegure a permanência dessa população de áreas urbanas ocupadas em desconformidade com a ordem hegemônica e a intervenção urbanística de

qualificação físico-ambiental das moradias, para além da mera regularização fundiária que confere dignidade ao morador dos assentamentos precários (BARBOSA, 2012).

É com base na interpretação de Barbosa sobre a origem das favelas que partimos em direção à investigação delas e eventuais outros tipos de assentamentos precários do Campo Limpo.

## 5 PROCEDIMENTOS TÉCNICOS E METODOLOGIA

### 5.1 *Softwares utilizados*

Utilizou-se somente os softwares QGIS (em suas 2 versões, listadas na tabela 1) e eCognition versão de testes gratuita, instalado em janeiro de 2023.

SOFTWARE	DESENVOLVEDOR	VERSÃO	APLICAÇÃO
eCognition	Trimble	9.0.1 (trial)	Segmentação e classificação
QuantumGIS	QGIS Development Team	3.10.10 - A Coruña	Geoprocessamento e confecção dos mapas
QuantumGIS	QGIS Development Team	3.24 - Tisler	Geoprocessamento e empilhamento das camadas obtidas

Tabela 1 – Dados dos softwares utilizados. Organização do autor. 2023.

### 5.2 *Fonte das imagens de satélite*

Utilizou-se a imagem do satélite CBERS-4A fornecida pelo INPE (2023), em suas bandas multiespectral com resolução de 8 metros e pancromática com resolução de 2 metros, fusionadas no QGIS de modo que a imagem final tivesse resolução de 2 metros. O CBERS, cujo nome é a sigla em inglês para Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres, é resultado da parceria entre Brasil e China na produção de tecnologia espacial, tendo sido o CBERS-4A produto da terceira etapa (INPE, 2018) dessa parceria – que remonta aos projetos CBERS 1, 2, 2B, 3 e 4 – e o sexto satélite da família CBERS a ser posto em órbita, no dia 20 de novembro de 2019 (INPE, 2022).

Em linhas gerais, o CBERS-4A leva consigo três câmeras (INPE, 2019), quais sejam:

- Câmera Multiespectral (MUX), com resolução espacial de 16,5 metros;
- Câmera de Campo Largo (WFI), com resolução espacial de 55 metros; e
- Câmera Multiespectral e Pancromática de Ampla Varredura (WPM), com resolução espacial de 2 metros na banda pancromática e 8 metros na banda multiespectral.

Nesse trabalho, a imagem de satélite utilizada foi a do WPM, mais adequada para a nossa proposta por ter maior resolução espacial e, por conseguinte, permitir que seja obtida a maior quantidade de objetos possível na análise espacial. A imagem utilizada refere-se ao dia 18 de novembro de 2021 e foi baixada da plataforma DGI – INPE (2023), em dezembro de 2022.

### 5.3 Procedimentos de Geoprocessamento

#### 5.3.1 Fusão das imagens do CBERS-4A no QGIS 3.10

Após o download da imagem do satélite, procedeu-se então a duas etapas: 1. o empilhamento das bandas multiespectrais da imagem (NIR, azul, verde e vermelha) e; 2. a fusão da banda pancromática com o empilhamento anterior. Por meio da primeira etapa, foi possível obter as cores verdadeiras da imagem. A etapa seguinte permitiu aumentar a resolução espacial da imagem para 2 metros.

Foram selecionadas as 4 bandas multiespectrais com resolução espacial de 8 metros (ver tabela 2) e, através da função mesclar do QGIS (ver apêndice 1), foram informadas todas as camadas de entrada com resolução espacial de 8 metros e gerada uma camada multibanda, com todas as bandas espectrais separadas, de modo a permitir que nas propriedades dessa camada fosse possível atribuir as numerações corretas às bandas (ver tabela 2).

BANDAS	NÚMERO	RESOLUÇÃO ESPACIAL	FAIXA ESPECTRAL
Pancromática	0	2 metros	0.45 - 0.90 $\mu m$
Azul	1	8 metros	0.45 - 0.52 $\mu m$
Verde	2	8 metros	0.52 - 0.59 $\mu m$
Vermelho	3	8 metros	0.63 - 0.69 $\mu m$
NIR	4	8 metros	0.77 - 0.89 $\mu m$

Tabela 2 – Bandas espectrais da câmera WPM do CBERS-4A. Organização do autor. 2023

Para a fusão desse shape com aquele da banda pancromática, usou-se a função pansharpening (ver apêndice 2), selecionando-se a camada com o empilhamento das bandas multiespectrais em “conjunto de dados espectrais” e selecionando a banda pancromática em “atribuir dados pancromáticos”. Dessa maneira, obteve-se camada fusionada da composição colorida da imagem e com resolução de 2 metros (ver figura 1).





Figura 1 – Imagem fusionada do CBERS-4A. Do autor. 2023.

### 5.3.2 Obtenção e processamento das camadas de setores censitários e aglomerados sub-normais

Utilizou-se os softwares supramencionados e as bases de dados públicas para todos os procedimentos de geoprocessamento feitos nessa pesquisa, entre elas a fonte da Diretoria de Geociências do IBGE (2021), que disponibiliza gratuitamente malha de setores censitários. Assim, foram obtidas as camadas com todos os setores do distrito Campo Limpo e com aqueles localizados em aglomerados subnormais. É importante que se diga que o instituto não distingue no interior de um setor censitário o que é favela ou assentamento precário de outra configuração urbana, o que resulta numa lista de setores em que parte são considerados aglomerados subnormais e outra parte são considerados setores urbanos comuns ou especiais (ver tabela 2).

O distrito Campo Limpo é catalogado pelo IBGE com um total de 486 setores censitários, dos quais 101 são considerados aglomerados subnormais (ver figura 2). A

identificação dos setores é dada pelo geocódigo – código único de identificação para cada setor censitário do Brasil, cuja lógica de identificação pode ser vista na tabela 3.

SISTEMA DE GEOCÓDIGOS DO IBGE			
GEOCÓDIGO GENÉRICO		GEOCÓDIGO DO CAMPO LIMPO	
XX	UNIDADE FEDERATIVA	35	ESTADO DE SÃO PAULO
XXXXX	MUNICÍPIO	50308	MUNICÍPIO DE SÃO PAULO
XX	DISTRITO	17	DISTRITO CAMPO LIMPO
XXX	SUBDISTRITO	000	<i>não há nesse município</i>
XXX	SETOR CENSITÁRIO	001	setor número 1

Tabela 3 – Sistema de geocódigos dos setores censitários. IBGE, 2022. Organização do autor.

Para além do geocódigo, outras informações sobre os setores censitários podem ser observadas na tabela de atributos da camada baixada do site do IBGE, quais sejam, os dados sobre situação e tipo, cujos significados estão na tabela 4. Com essa classificação, filtrou-se então na tabela de atributos dos setores censitários aqueles que eram situação 1 – área urbanizada de cidade ou de vila – e tipo 1 – localizados em aglomerados subnormais. Dessa maneira, pôde-se obter a visualização de todos aqueles em aglomerados subnormais e criar camada com essa informação (ver figura 2).

SITUAÇÃO E TIPO NO CONTEXTO URBANO			
SITUAÇÃO		TIPO	
CÓDIGO	DESCRIÇÃO	CÓDIGO	DESCRIÇÃO
1	área urbanizada de cidade ou vila	0	<i>não especial</i>
2	área não urbanizada de cidade ou vila	1	<i>aglomerado surnormal</i>
3	área urbana isolada	2	quartel/base militar
		3	alojamento/acampamento
		4	<i>baixo patamar domiciliar</i>
		5	agrupamento indígena
		6	unidades prisionais
		7	hospital
		8	agrovila
		9	agrupamento quilombola

Tabela 4 – Situação e tipo no contexto urbano. Destacadas aquelas que são vistas no Campo Limpo. IBGE, 2010. Organização do autor



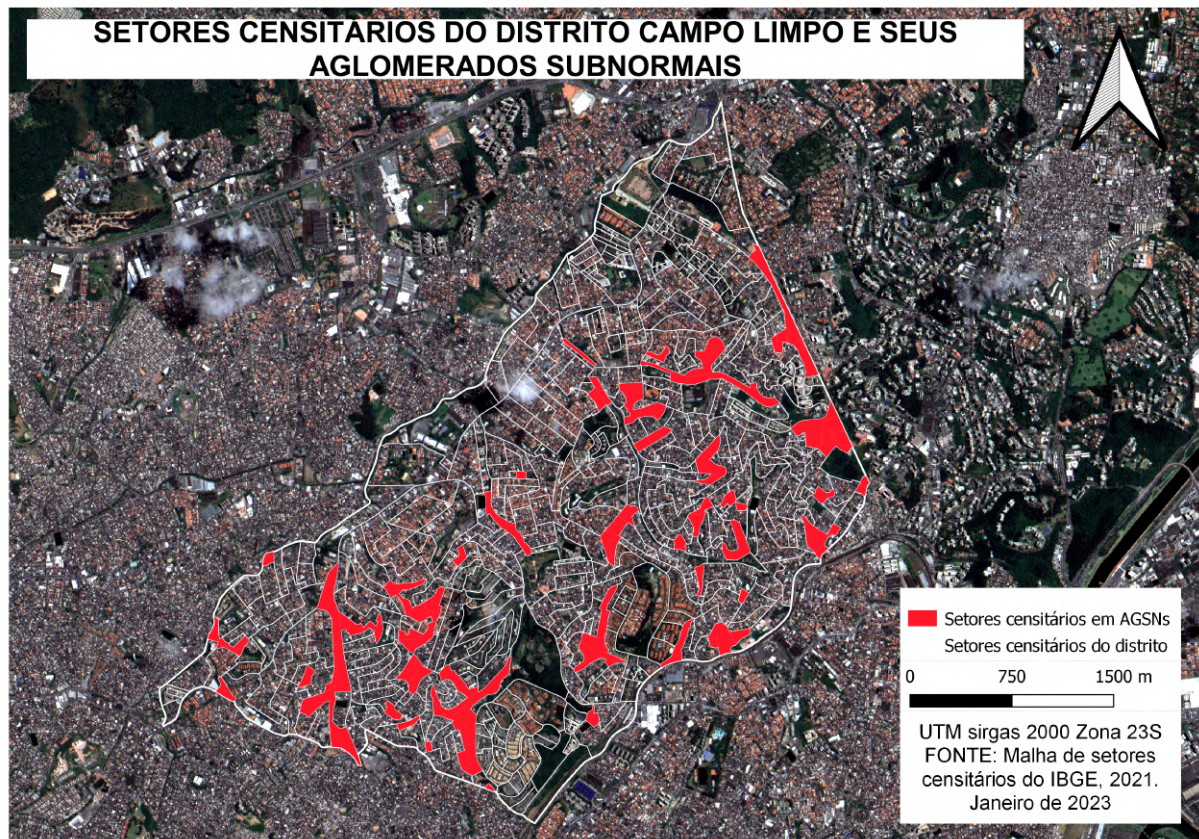


Figura 2 – Mapa com as camadas dos setores censitários do Campo Limpo, destacando os aglomerados subnormais. O autor, 2023.

Assim, foi possível, numa segunda etapa, proceder à análise espacial da referida imagem fusionada do CBERS-4A para prospectar nela objetos e classificá-los. Numa segunda etapa, procedeu-se à comparação com a camada dos setores censitários em aglomerados subnormais, de modo a avaliar se a nossa investigação sobre a proporção de telhados de cerâmica e vegetação nos informaria sobre maior ou menor precariedade das favelas do distrito.

#### 5.4 Procedimentos de análise espacial

No eCognition, foram feitas as segmentações da imagem CBERS-4A em dois níveis para a investigação proposta.

### 5.4.1 Segmentação de nível 1

Foi feita segmentação do tipo Multirresolução usando a camada de setores censitários, atribuindo os seguintes valores aos parâmetros: forma (shape) a 0,5; compacidade (compactness) a 0,5; e escala (scale) a 10, de maneira a obter o máximo de objetos possível no nível do pixel (ver imagem). Então, procedeu-se à classificação dos objetos obtidos de acordo com o índice normalizado da diferença de telhado (NDRI, na sigla em inglês) e com o índice normalizado da diferença de vegetação (NDVI, na sigla em inglês), para encontrar, respectivamente, telhados de cerâmica e vegetação, atribuídos os valores maior ou igual a 0,2 e 0,06 a eles, respectivamente.

A escolha dos parâmetros e dos índices remete aos interessantes resultados obtidos por Souza (2022) e por Carmo (2021) em seus trabalhos de investigação das favelas de Paraisópolis, Heliópolis e do Campo Limpo. Por sua vez, a fonte dos referidos índices, tal como no trabalho de Souza, devém do trabalho de Santos et al. (2022), cuja área de estudo foram as favelas e assentamentos precários da região amazônica do Brasil. Nesse estudo, os autores descrevem como chegam aos referidos valores, isto é, dado que a câmera WPM do CBERS-4A dispõe de 5 bandas espectrais distintas, é com base nos valores espectrais de cada uma dessas bandas que se obtém os valores dos índices, como se vê nas fórmulas abaixo. Esses valores seriam diferentes caso estivessemos usando imagens provenientes de outro satélite. Mas, dado que Santos et al. (2022) e Souza (2022) também se utilizam da câmera WPM do CBERS-4A, utilizamos o mesmo valor.

$$NDVI = \frac{(NIR - RED)}{(NIR + RED)}$$

Fórmula 1: Divisão da banda do infravermelho próximo (NIR) pela banda do espectro vermelho, normalizada, para analisar a presença de vegetação

$$NDRI = \frac{(RED - BLUE)}{(RED + BLUE)}$$

Fórmula 2: Divisão da banda vermelha pela banda do espectro azul, normalizada, para identificar a presença de telhado de cerâmica e áreas com solo exposto

Ademais, os materiais escolhidos nessa análise (telhado de cerâmica e vegetação) remetem a metodologia empregada por Kohli, Sliuzas e Stein, que parte da análise prévia das ontologias do local de estudo ao processamento computacional das imagens de satélite.

Isto é, os autores afirmam que “a parametrização da análise orientada por objetos deve ser guiada pela ontologia local, que define diferentes características para a classificação” (KOHLLI, SLIUZAS e STEIN, 2016, p. 7, tradução nossa). No caso em tela, tanto a observação em campo como das imagens de satélite permitem afirmar que as favelas e assentamentos precários do Campo Limpo têm menor proporções de telhados tipo cerâmica e de vegetação, quando analisadas em comparação com seu redor. Logo, características locais nos levaram a atribuir parâmetros com base nesses objetos.

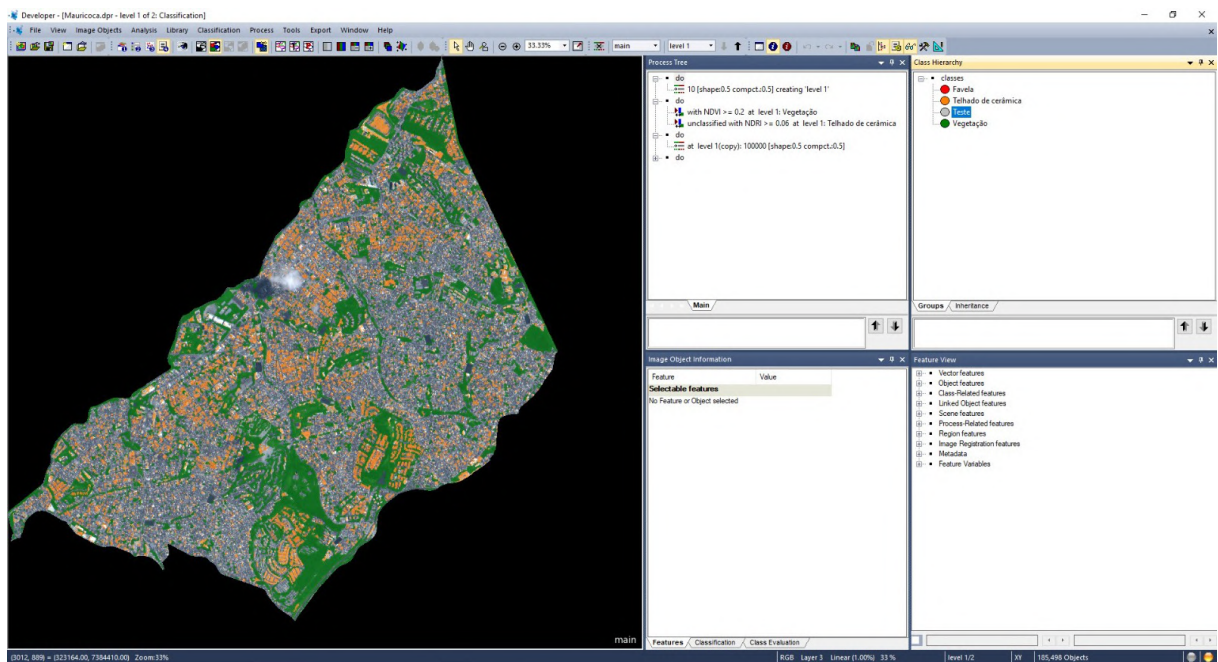


Figura 3 – Segmentação de nível 1 e classificação dos objetos. O autor. Janeiro de 2023.

#### 5.4.2 Level 2 segmentation

Nesse nível de segmentação foram criados polígonos correspondentes aos limites dos setores censitários, que serviram como unidade mínima para a análise dos dados obtidos na segmentação de nível 1, isto é, para a aferição da proporção de vegetação e de telhado de cerâmica nos setores, tanto aqueles em aglomerado subnormal como aqueles não especiais.

Com essa segmentação foi possível criar planilha com as colunas com a identificação do setor censitário, a situação e tipo do setor (conforme tabela 4), proporção de telhados de cerâmica, proporção de vegetação. Em posse dessas informações, foi possível avaliar a diferença das proporções entre os setores não especiais e os aglomerados subnormais, assim

como avaliar se os mencionados objetos são relevantes na investigação da precariedade e/ou vulnerabilidade das favelas.



## 6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pôde-se visualizar a distribuição dos referidos objetos por todo o distrito (ver figura 4) e tecer primeiras impressões sobre onde se localizam. O que se nota é a concentração de vegetação em locais específicos, e a heterogeneidade e desequilíbrio da arborização no contexto do distrito, o que informaria eventual escassez ou baixa taxa de arborização ali, sobretudo nas favelas.

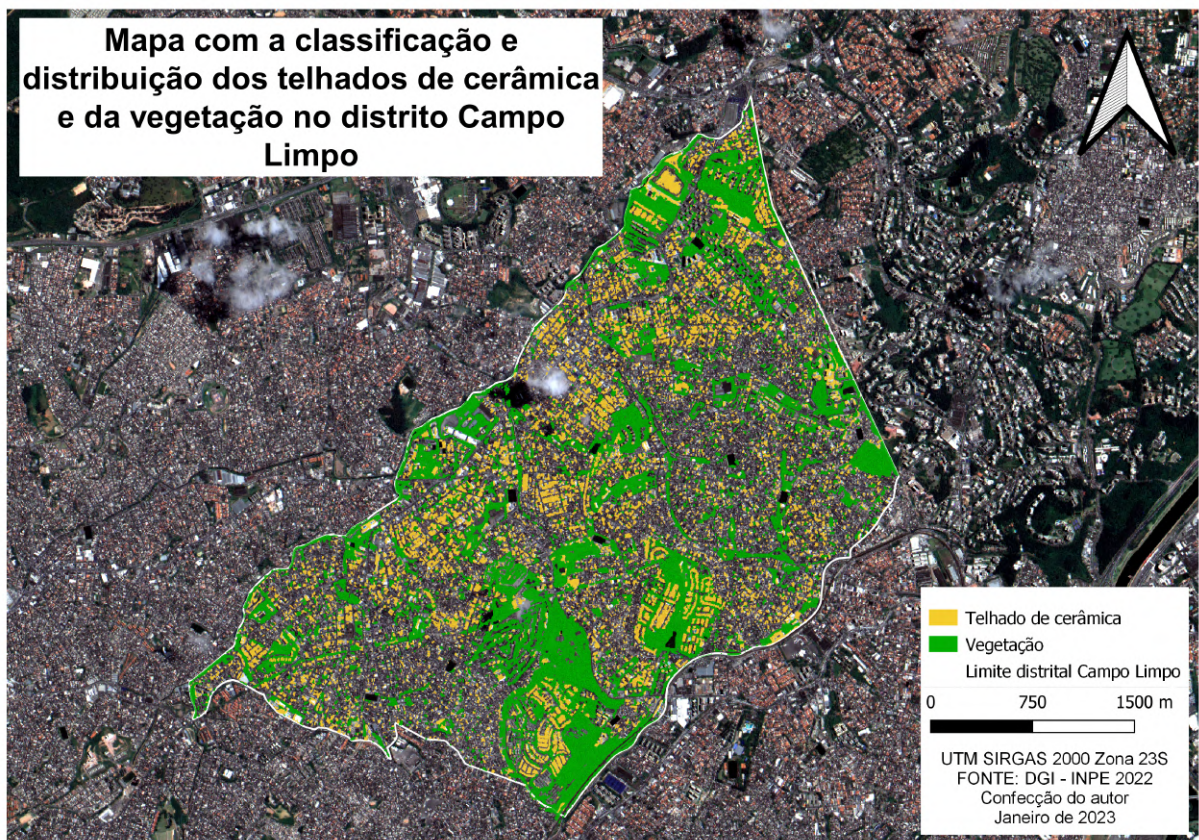


Figura 4 – Mapa com a classificação e distribuição dos telhados de cerâmica e vegetação no distrito. O autor. Janeiro de 2023.

Adicionalmente, observa-se que os telhados de cerâmica se concentram nas proximidades das áreas preenchidas por arborização, numa tendência que informa grande probabilidade de que locais com muito pouca ou nenhuma vegetação tampouco tenham construções com esse material – pelo maior custo em comparação com outros materiais, como madeirite, fibras, policarbonatos etc.

De fato, a sobreposição da classificação dos telhados de cerâmica e da vegetação com a camada dos aglomerados sobnormais (figura 5) corrobora essa percepção, ao representar



graficamente que as faixas onde estão as favelas do distrito estão em áreas onde não há concentração dos objetos buscados.

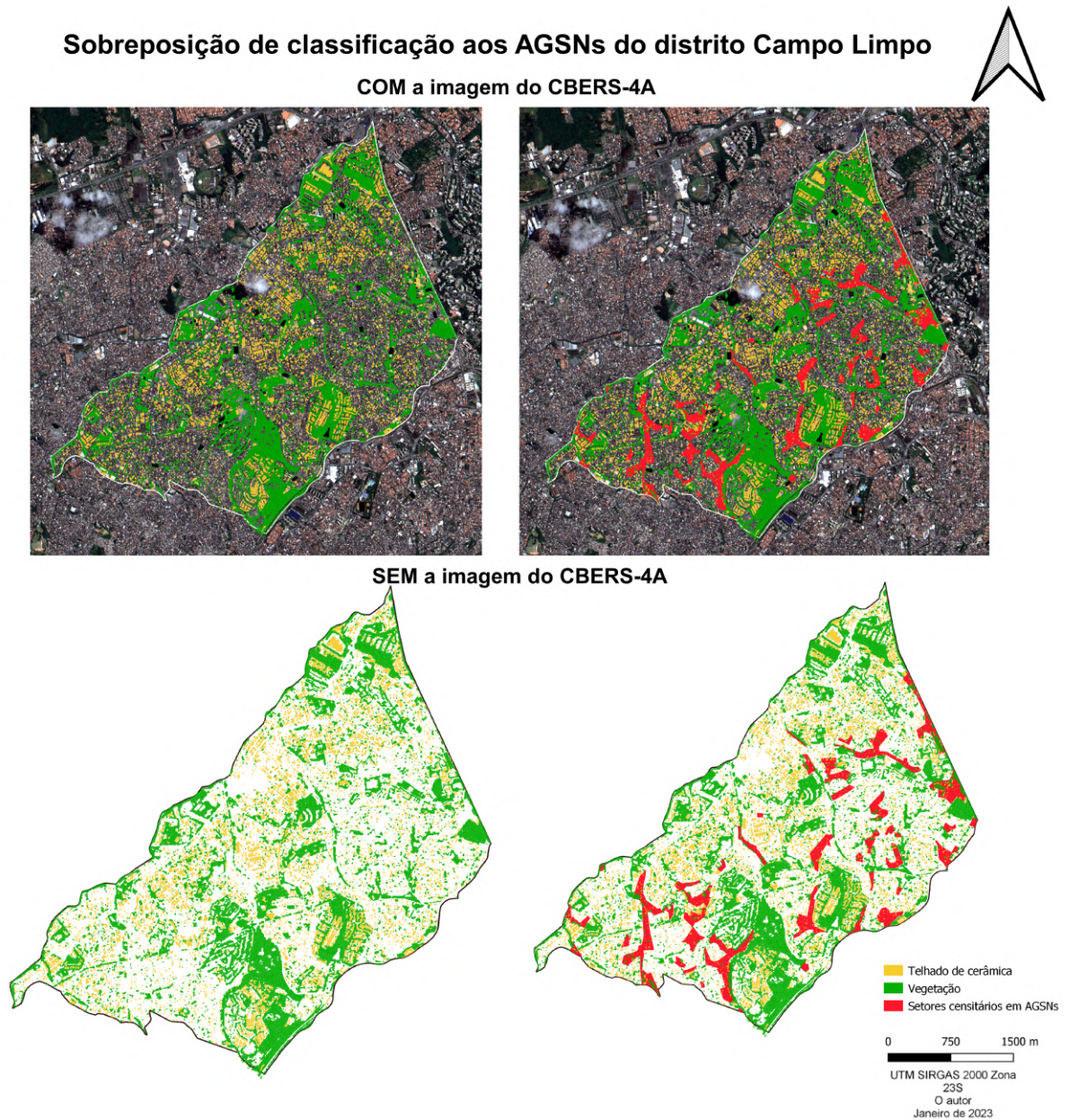


Figura 5 – Sobreposição dos objetos com os AGSNs do distrito. O autor. Janeiro de 2023

Desse modo, foi possível se utilizar da camada dos setores censitários para, no segundo nível de segmentação, atribuir uma unidade mínima de análise às informações obtidas (ver figura 6) e exportá-las por meio de tabela, com lista dos setores censitários e com a proporção da vegetação e telhados em cada um deles.



# CAMADAS DOS SETORES CENSITÁRIOS E A ANÁLISE DOS OBJETOS CLASSIFICADOS

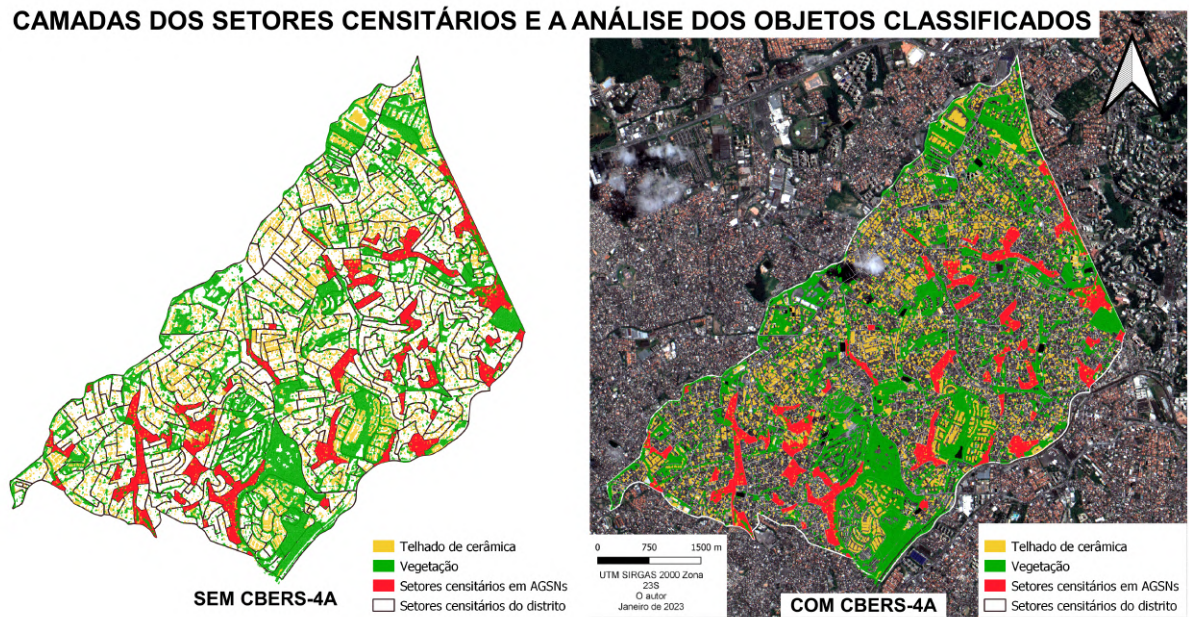


Figura 6 – Atribuição de unidade de análise dos dados obtidos (o setor censitário). Do autor. Janeiro de 2023.

Em posse dessa tabela, filtrou-se os setores de aglomerado subnormal por meio das informações de situação e tipo supramencionadas, de modo a aferir se nesse conjunto de setores as nossas impressões visuais sobre a distribuição dos dados se verificavam, e obteve-se resposta positivamente conclusiva (ver tabela 5).

MATERIAL	MEDIDA	AGSNs	NÃO ESPECIAIS
VEGETAÇÃO	MÉDIA	11,10%	26,66%
	DESVIO PADRÃO	11,93%	22,68%
TELHADOS	MÉDIA	5,38%	14,39%
	DESVIO PADRÃO	3,59%	10,60%

Tabela 5 – Medidas de posição (Média e Desvio Padrão) do percentual dos objetos em setores censitários de AGSNs e setores censitários não especiais (apenas domiciliares). O autor. Janeiro de 2023.

Como se vê na média e no desvio padrão do percentual de telhados e vegetação tanto em setores de aglomerados subnormais e setores não especiais (exclusivamente domiciliares), nas favelas a proporção desses objetos é mais que duas vezes menor que nas outras áreas do distrito. Esse cálculo foi feito apenas para os setores com algum percentual de vegetação e telhado de cerâmica, tanto para AGSNs como para setores censitários domiciliares não especiais.

## 7 CONCLUSÃO

Podemos então concluir, em face de nossos objetivos, que de fato há padrão espectral no distrito que informa diferenças entre as diferentes localidades do distrito e, numa escala menor, entre os próprios assentamentos precários e favelas – aqui tratados como aglomerados subnormais, quando analisados sob o prisma da classificação do IBGE –, vistas na diferença notável das médias de vegetação e telhado de cerâmica entre AGSNs e áreas domiciliares não especiais e na variação dessa proporção entre os assentamentos precários, respectivamente.

Essa variação, aferida por meio dos números na tabela exportada da análise espacial feita por meio computacional, é a ponta final de análises anteriores que remontam, em primeiro lugar, a uma primeira impressão dessa desigualdade extremada vista a olho nu em campo pelo autor. Isso justifica não ser essa a primeira (e provavelmente não será a última) pesquisa sobre a região em tela, dada a curiosa condição socioespacial ali manifestada.

Posteriormente a essa impressão, muito bem notada anteriormente por Carmo (2021), as ferramentas à disposição do Geógrafo foram postas em uso no sentido de investigar e apurar como tais diferenças se manifestam no espaço. Assim, buscou-se elementos em base de dados estatísticas e de sensoriamento remoto que alimentassem as ferramentas de GIS empregadas aqui e, finalmente, processou-se esses dados computacionalmente de modo a obter informações sensíveis para a análise aqui feita.

Daí, outra conclusão de suma importância extraída desse esforço científico, qual seja, a de tornar visível a utilidade (e necessidade) do uso das ferramentas tecnológicas e computacionais nos trabalhos de pesquisa geográficos. Muito embora a pesquisa em campo e a interpretação humana dos dados observados seja imprescindível, provou-se a utilidade dessas ferramentas ao contribuir à pesquisa e à ciência (e, no limite, à sociedade) de maneira muito satisfatória.

## 8 LIMITAÇÕES E POTENCIALIDADES DA PESQUISA

Muito embora o esforço de obter objetos que informem ao pesquisador as condições das diferentes localidades das cidades tenha se mostrado ferramenta excepcional na pesquisa geográfica, algumas barreiras se impuseram à empreitada demonstrando serem imprescindíveis outras frentes de atuação na pesquisa acadêmica. Isto é, nem a GEOBIA e nem mesmo a análise espacial podem, de maneira independente, esgotar as questões que se impõem à academia em se tratando do fenômeno urbano e, mais afundo, do fenômeno das favelas – presente em todo o mundo, como denotado das leituras feitas.

Por mais tentador que o uso dessas ferramentas possa ser, o geógrafo deve, antes de consultá-las, estar munido dos conceitos sobre os fenômenos que visualiza para compreender efetivamente aquilo que a tecnologia lhe apresenta. Mais além, deve se posicionar criticamente quanto ao que vê, em campo ou em gabinete (ao se deparar com resultados do processamento computacional), como maneira de resolver os problemas sociais que se apresentam à geografia.

Isto posto, algumas limitações a essa pesquisa são:

- Limitação de tempo de uso do software eCognition em versão de teste, dado que é de uso privado, com licença de uso extremamente cara, mesmo para o poder público e/ou academia;
- A necessidade de poder computacional alto para o processamento de imagens de satélite, que demandam uso de computadores de alto custo e com capacidade de processamento notável;
- O fato de que o manuseio de ferramentas de geoprocessamento ainda é explorado aquém do necessário pelo poder público para a tomada de decisões;
- A ainda incipiente quantidade de dados em língua portuguesa sobre o tema, que torna difícil a contribuição acadêmica em âmbito nacional sobre o tema.

Por outro lado, dada a atual disponibilidade de novas tecnologias e a sua constante atualização, defendemos, como já mencionado, o dever do profissional - mesmo nas ciências humanas - de se apropriar delas, como forma de ampliar os meios através dos quais investiga os fenômenos sociais - no nosso caso, os fenômenos geográficos. Daí a necessidade de que nos apropriemos das tecnologias para leitura mais precisa de nossa realidade geográfica.

Não obstante, caberá a esse profissional tecer comentários sobre os riscos das novas técnicas e tecnologias às formas consagradas de se produzir ciência, de modo a defender a garantia da autonomia do cientista sobre as máquinas e a inteligência artificial: vivemos um momento de atualização científica exponencial, cujo limiar entre o presente e o futuro (entre os métodos consagrados e as novas tendências) está, cada vez mais, impossível de vislumbrar. Premente, portanto, atenção constante às novidades tecnológicas - no nosso caso específico, à capacidade de processamento autônomo da realidade geográfica por meio computacional.

## 9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, J. **Da habitação como direito à moradia: um debate propositivo sobre a regularização fundiária das favelas da cidade do Rio de Janeiro.** In: BARBOSA, J. Ordenamento territorial e ambiental. Niterói: EDUFF, v. 1, 2012. p. 95-108.

BLASCHKE, T. **Object based image analysis for remote sensing.** ISPRS journal of photogrammetry and remote sensing, v. 5, n. 1, p. 2-16, 2010.

BONDUKI, N. **Origens da habitação social no Brasil: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria.** 5 ed. ed. São Paulo: FAPESP, 2007.

CARMO, T. V. D. **Análise de segregação socioespacial no distrito de Campo Limpo (MSP) por meio do índice Paulista de Vulnerabilidade Social.** São Paulo. 2021.

CAVALCANTI, M. C. C. **Antropoceno: a construção discursiva de um conceito.** Revista Investigações, Recife, v. 34, n. 2, p. 1-28, Janeiro 2021.

FAVARÃO, N. R. L.; ARAÚJO, C. S. A. **Importância da interdisciplinaridade no Ensino Superior.** EDUCERE, Umuarama, v. 4, n. 2, p. 103-115, jul./dez. 2004.

HARVEY, D. **Rebel Cities: from the right to the city to the urban revolution.** Ney York: Verso, 2012.

HAY, G. J.; CASTILLA, G. **Geographic Object-Based Image Analysis (GEOBIA): a new name for a new discipline.** In: BLASCHKE, T.; LANG, S.; HAY, G. J. Object-based image analysis. Berlin: Springer-Heidelberg, 2008. p. 75-89.

IBGE. [https://eventos.ibge.gov.br/downloads/sru2018/apresentacoes/03outubro/Mesa%203/GABRIEL%20BIAS%20FORTES/Apresenta%C3%A7%C3%A3o\\_CETE\\_Seminario%20-%20Gabriel.pdf](https://eventos.ibge.gov.br/downloads/sru2018/apresentacoes/03outubro/Mesa%203/GABRIEL%20BIAS%20FORTES/Apresenta%C3%A7%C3%A3o_CETE_Seminario%20-%20Gabriel.pdf), 2010.

IBGE. **Aglomerados subnormais 2019: classificação preliminar e informações de saúde para o enfrentamento à covid-19: notas técnicas**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

IBGE. **Malha de Setores Censitários**. Diretoria de Geociências do IBGE, 2021. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/estrutura-territorial/26565-malhas-de-setores-censitarios-divisoes-intramunicipais.html?t=acesso-ao-produto>. Access in: jan. 05 2023.

INPE. **Sobre o CBERS**. INPE, 2018. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/index.php>.

INPE. **Câmeras Imageadoras CBERS-4A**. INPE, 2019. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/cameras/cbers04a.php>.

INPE. **Sobre o CBERS - Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres**. Site do INPE, 2022. Disponível em: <http://www.cbers.inpe.br/sobre/index.php>. Access in: dec. 20 2022.

INPE. **Divisão de Geração de Imagens do INPE**. <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>, 2023. Available at: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Access in: jan. 09 2023.

JENSEN, J. R. **Introductory digital image processing: a remote sensing perspective**. Upper Saddle River: Prentice Hall, 1998.

KOHLI, D.; KERLE, N.; SLIUZAS, R. **Local ontologies for object-based slum identification and classification**. Proceeding of the 4th GEOBIA, Rio de Janeiro, 07 maio 2012. 201-205.

KOHLI, D.; SLIUZAS, D.; STEIN, A. **Urban slum detection using texture and spatial metrics derived from satellite imagery**. Journal of Spatial Science, Enschede, v. 61, n. 2, p. 405-426, Maio 2016.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Editora Documentos, 1969.

MORAES, A. C. R. **Geografia: pequena história crítica**. São Paulo: Annablume, 2005.

NOVO, E. M. L. M. **Sensoriamento remoto: princípios e aplicações**. São Paulo: Edgard Blucher, 2002.

PEDRASSOLI, J. C. **Análise Orientada a Objeto para detecção de favelas e classificação do uso do solo em Taboão da Serra/SP**. São Paulo: Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia - DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA, UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2011.

PÉREZ MACHADO, R. P. **Precarious settlements studies. Actual situation in São Paulo, Brazil**. Enschede: University of São Paulo, Department of Geography. Presentation at Expert Group on Slum Identification Using Geo-Information Technology, 2008. Available at: <http://www.ciesin.columbia.edu/confluence/display/slummap/Global+Slum+Mapping>.

PMSP. **Caderno de Propostas dos Planos Regionais das Subprefeituras: Quadro Analítico Campo Limpo**. São Paulo: PMSP, 2016.

SANTOS, B. D. E. A. **Identifying Precarious Settlements and Urban Fabric Typologies Based on GEOBIA and Data Mining in Brazilian Amazon Cities**. Remote Sens, p. 14, 2022.

SANTOS, M. **A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção**. 4<sup>a</sup>. ed. São Paulo: Edusp, 2006.

SEADE. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social**. SEADE, 2010. Disponível em: <http://ipvs.seade.gov.br/view/index.php>. Access in: jan. 02 2023.

SMITH, N. **Uneven Development: nature, capital, and the production of space**. Athens, Georgia: The University of Georgia Press, 2008.

SOUZA, B. F. C. **Paraisópolis e Heliópolis (São Paulo): Abordagem da Classificação GEOBIA**. São Paulo. 2022.