

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA  
INSTITUTO DE GEOGRAFIA, GEOCIÊNCIAS E SAÚDE COLETIVA  
CURSO DE ENGENHARIA DE AGRIMENSURA E CARTOGRÁFICA

AUGUSTO PERA

MENSURAÇÃO CARTOGRÁFICA DO CRESCIMENTO DO BAIRRO CIDADE JARDIM EM  
MONTE CARMELO/MG ENTRE OS ANOS DE 2019 E 2024

Trabalho apresentado como requisito para  
obtenção de aprovação na disciplina de  
Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de  
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica na  
Universidade Federal de Uberlândia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>. Dra. Luziane Ribeiro Indjai

Monte Carmelo

2025

AUGUSTO PERA

MENSURAÇÃO CARTOGRÁFICA DO CRESCIMENTO DO BAIRRO CIDADE JARDIM EM  
MONTE CARMELO/MG ENTRE OS ANOS DE 2019 E 2024

Trabalho apresentado como requisito para obtenção de aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de Engenharia de Agrimensura e Cartográfica na Universidade Federal de Uberlândia.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Luziane Ribeiro Indjai

Monte Carmelo

2025



AUGUSTO PERA

MENSURAÇÃO CARTOGRÁFICA DO CRESCIMENTO DO BAIRRO CIDADE JARDIM EM  
MONTE CARMELO/MG ENTRE OS ANOS DE 2019 E 2024

Trabalho apresentado como requisito para  
obtenção de aprovação na disciplina de  
Trabalho de Conclusão de Curso II do curso de  
Engenharia de Agrimensura e Cartográfica na  
Universidade Federal de Uberlândia.

Monte Carmelo, 08 de maio de 2025

---

Profº Dr. Pedro Eduardo Ribeiro de Toledo – Examinador (UFU)

---

Profº Dr. Ricardo Luis Barbosa – Examinador (UFU)

---

Profª Dra. Luziane Ribeiro Indjai – Orientadora (UFU)

Monte Carmelo

2025

Dedico este trabalho a minha mãe, que sempre foi meu maior porto seguro. Obrigado por tudo.

## AGRADECIMENTOS

É com muita felicidade que termino um ciclo de suma importância para minha vida.

Primeiramente, agradeço a Deus, cuja orientação e força foram fundamentais em cada etapa desta jornada. Sem a Sua luz e sabedoria, eu não teria conseguido superar os desafios e chegar até aqui.

Gostaria de expressar minha profunda gratidão à minha mãe, Sineide, que me ensinou o valor da liberdade, que sempre me incentivou a não temer correr atrás dos meus sonhos, me orientando todos os dias a ser uma pessoa melhor.

Ao meu pai, Carlos, obrigado por me ensinar a importância de ser um homem honesto e justo. Aqui entrego mais uma das minhas conquistas para você se orgulhar aí do céu.

A minha professora Luziane Indjai, por sua orientação, paciência e apoio incondicional durante todo o processo de pesquisa. Seus ensinamentos foram essenciais para o desenvolvimento deste projeto.

Agradeço também ao professor Ricardo Barbosa, que contribuiu significativamente com seu conhecimento. Sua dedicação e apoio foram fundamentais para o êxito deste trabalho.

E por fim, agradeço aos meus amigos, que fizeram toda a diferença para que essa missão fosse cumprida, principalmente ao meu amigo, Adriano, que sempre esteve do meu lado independente da situação, muito obrigado.

## RESUMO

O monitoramento do crescimento urbano é uma ferramenta fundamental para a organização e gestão do território. As mudanças impostas pelo crescimento de aglomerados urbanos vão desde os aspectos sociais e econômicos até os ambientais, promovendo alterações na circulação de pessoas e veículos, oferta de bens e serviços, disponibilidade de água tratada, instalação de rede de captação de esgoto e de energia elétrica, entre outros. No ano de 2019, é executado um voo na cidade de Monte Carmelo – MG, cujo resultado é uma ortofoto utilizada para a produção de uma base cartográfica de toda a cidade. Neste trabalho, realizou-se um levantamento aéreo com uma Aeronave Remotamente Pilotada (ARP) no bairro Cidade Jardim, com o objetivo de atualizar a base cartográfica desse bairro e mensurar a expansão ocorrida entre os anos de 2019 e 2024. O levantamento é realizado com uma ARP DJI Mavic 2 Pro, com pontos de controle e verificação sinalizados no terreno, permitindo verificar o Padrão de Exatidão Cartográfica para Produtos Digitais. O processamento da ortofoto é feito com o Agisoft Metashape e a vetorização ocorre no Quantum GIS 3.22.3. As mudanças observadas, como área construída, alteração no arreamento, supressão de árvores no interior dos lotes ou nas calçadas, são modeladas e analisadas.

**Palavras-chave:** crescimento urbano, ARP, ortofoto, organização espacial urbana.

## ABSTRAC

Monitoring urban growth is a fundamental tool for organizing and managing the territory. The changes imposed by the growth of urban agglomerations range from the social and economic to the environmental, promoting changes in the movement of people and vehicles, the supply of goods and services, the availability of treated water, the installation of sewage collection systems and electricity, and so on. In 2019, a flight was carried out in the city of Monte Carmelo - MG, the result of which was an orthophoto used to produce a cartographic base of the entire city. This work aims to carry out an aerial survey with a Remotely Piloted Aircraft (RPA) of the Cidade Jardim neighborhood so that the cartographic base of this neighborhood can be updated and the expansion that occurred between the years 2019 and 2024 measured. The survey will be carried out using a ARP DJI Mavic 2 ARP, with control and verification points marked on the ground so that the Cartographic Accuracy Standard for Digital Products can be verified. The orthophoto will be processed using Pix4D and vectorized using Quantum Gis 3.22.3. The changes observed, such as the built-up area, changes to the street layout, removal of trees within the plots or on the sidewalks, will be modelled and analysed.

**Keywords:** urban growth, ARP, orthophoto, urban spatial organization.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Crescimento da urbanização mundial. ....	17
Figura 2 – Percentual de população residente em áreas urbanas entre 1950 e 2030.....	18
Figura 3 – População urbana e rural brasileira entre 1940 e 2000 .....	18
Figura 4 – Urbanização do Brasil entre 1940 e 2010. ....	19
Figura 5 – Esquema 1 – expansão urbana com ampliação de território. ....	21
Figura 6 - Esquema 2 – expansão urbana com ampliação de área ocupada. ....	21
Figura 7 – Esquema 3 – expansão urbana com parcelamento do solo. ....	21
Figura 8 – Cidade planejada versus cidade não planejada. ....	24
Figura 9 – Capela de Nossa Senhora do Carmo. ....	24
Figura 10 – Praça Getúlio Vargas.....	25
Figura 11 - Mapa de localização do município .....	28
Figura 12 – Fluxograma da metodologia .....	29
Figura 13 – Equipamento utilizado para obtenção das imagens - DJI Mavic 2 Pro.....	30
Figura 14 – Receptor GNSS e base de centragem forçada no campus da UFU Monte Carmelo. .....	31
Figura 15 – Coleta das coordenadas dos alvos.....	32
Figura 16 - Ortofoto de Monte Carmelo-MG (Interface QGIS) .....	33
Figura 17 – Sesi, UFU e Cidade Jardim.....	37
Figura 18 – Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de agosto de 2007, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	38
Figura 19 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de julho de 2011, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	38
Figura 20 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de maio de 2013, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	38
Figura 21 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de julho de 2016, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	38
Figura 22 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de abril de 2017, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	40
Figura 23 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de março de 2018, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.....	40
Figura 24 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de abril de 2019, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.....	40

Figura 25 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de junho de 2020, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	40
Figura 26 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de junho de 2021, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	41
Figura 27 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de dezembro de 2022, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	41
Figura 28 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de dezembro de 2023, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022. ....	41
Figura 29- Mapa da Base cartográfica de Monte Carmelo – MG .....	42
Figura 30 – Delimitação do bairro Cidade Jardim – Monte Carmelo – MG .....	43
Figura 31 – Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos à malha dos setores censitários do IBGE em 2000. ....	44
Figura 32 – Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos à malha dos setores censitários do IBGE em 2010. ....	45
Figura 33 – Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos à malha dos setores censitários do IBGE em 2021. ....	46
Figura 34 - Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos à malha dos setores censitários do IBGE em 2022. ....	46
Figura 35 – Proposta de divisão dos bairros da área urbana de Monte Carmelo de feita por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022) <sup>4</sup> .....	47
Figura 36 - Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022). ....	48
Figura 37 - Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2016 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022). ....	48
Figura 38 – Variação dos valores de área e perímetro dos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo entre 2000 e 2022.....	49

Figura 39 – Ortofoto do bairro Cidade Jardim do ano de 2024 com sobreposição dos limites dos bairros dos Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022).....	52
Figura 40 – Mapa comparativo de lotes do bairro Cidade Jardim. ....	53
Figura 41 - Mapa comparativo de área construída do bairro Cidade Jardim. ....	55
Figura 42 – Quadras do bairro Cidade Jardim. ....	56
Figura 43 – Variação dos valores de área (m <sup>2</sup> ) das quadras do bairro Cidade Jardim entre 2019 e 2024. ....	57
Figura 44 – Mapa de Área Permeável do bairro Cidade Jardim entre 2019 e 2024.....	58
Figura 45 – Mapa de Arborização do bairro Cidade Jardim entre 2019 e 2024. ....	60
Figura 46 – Mapa de Painel Solar no bairro Cidade Jardim em 2019 e em 2024. ....	61
Figura 47 - Mapa de Piscina no bairro Cidade Jardim em 2019 e em 2024. ....	62

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa de urbanização das regiões brasileiras entre 1940 e 2010.....	19
Tabela 2 – Classificações das Cartas pela PEC.....	36
Tabela 3 – Relação área x perímetro dos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo de acordo com o IBGE e com Patêz, Spanghero e Ferreira (2022).....	49
Tabela 4 – Coordenadas coletadas em campo com GNSS dos pontos de controle.....	50
Tabela 5 - Coordenadas coletadas em campo com GNSS dos pontos de checagem.....	51
Tabela 6 - Valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro de lotes do bairro Cidade Jardim em 2019 e em 2024.....	54
Tabela 7 – Classes e subclasses de lotes.....	54
Tabela 8 - Classes e subclasses de área construída.....	57
Tabela 9 - Valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro de área construída em 2019 e em 2024.....	58
Tabela 10 - Valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro de área permeável em 2019 e em 2024.....	59
Tabela 11 – Relação entre a distribuição de árvores no bairro Cidade Jardim por quadras em 2019 e em 2024.....	60
Tabela 12 - Valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro de painel solar em 2019 e em 2024.....	61

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	14
2	OBJETIVOS .....	15
2.1	Objetivo Geral.....	15
2.2	Objetivos Específicos .....	15
3	JUSTIFICATIVA.....	16
4	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	17
4.1	Expansão Urbana.....	17
4.2	Planejamento Urbano .....	22
4.3	Monitoramento territorial urbano.....	23
4.4	Crescimento Urbano em Monte Carmelo .....	24
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	28
5.1	Área de Estudo .....	28
5.1.1	ARP DJI Mavic 2 Pro .....	29
5.1.2	Receptor GNSS.....	30
5.1.3	Alvos .....	31
5.1.4	Softwares.....	32
5.2	Levantamento Aéreo.....	33
5.3	Base Cartográfica da Cidade de Monte Carmelo/MG.....	33
5.4	Ortofoto do Bairro Cidade Jardim do ano de 2024 .....	34
5.5	Vetorização do Bairro Cidade Jardim .....	34
6	RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	36
7	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	63
8	REFERÊNCIAS.....	64
	APÊNDICE A .....	66
	APÊNDICE B.....	75
	APÊNDICE C.....	77
	APÊNDICE E.....	89
	APÊNDICE F .....	91

## 1 INTRODUÇÃO

A manchete do jornal eletrônico ONU News <sup>1</sup>de 11 de julho de 2022 foi “População mundial deve ultrapassar marca de 8 bilhões ainda este ano”. Na reportagem, o Secretário-geral da ONU, António Guterres, chamou atenção ao fato de que o crescimento população mais que triplicou entre 1950 e 2020. O fato é ainda mais alarmante quando se considera que a maior parte da população está concentrada nas áreas urbanas. Mas já em 2012 a edição de 21 de agosto do jornal alemão Deutsche Welle<sup>2</sup> noticiava que a urbanização no Brasil chegaria a 90% até 2020.

No Brasil, a revolução industrial trouxe consigo grandes alterações na sociedade, alterações tanto no meio de produções quanto na forma da organização socioeconômica dos centros urbanos em escala mundial. Contudo, a mão de obra foi atraída para as cidades através do êxodo rural, onde, o processo de especulação imobiliária fez com que a população mais humilde fosse se concentrando para áreas mais periféricas das cidades, resultando na expansão da malha urbana (ARAÚJO.2022; ALBULQUERQUE.2022).

Segundo dados do IBGE (2010,2021), a Cidade de Monte Carmelo- MG tem como dado estimado em 2010 a população no seu último censo em 45.772 mil pessoas, contudo, o IBGE também afirma o dado de população estimada no ano de 2021 de 48.049 pessoas, concretizando uma expansão populacional.

Dessa forma, o seguinte trabalho tem como objetivo mostrar a influência que o crescimento trouxe para o bairro cidade jardim, bairro pelo qual está localizado na região periférica de Monte Carmelo, junto a isso, dando ênfase na realidade da UFU estar próxima ao bairro e qual a sua influência. Portanto o trabalho visa realizar voo aerofotogramétrico com o equipamento ARP DJI Phantom 4 para a elaboração de uma ortofoto, junto a isso, também será utilizada para realização do trabalho um ortofoto já realizada no ano de 2019 que foi disponibilizada.

---

<sup>1</sup> Disponível em [população mundial | ONU News](#)

<sup>2</sup> Disponível em [Urbanização no Brasil deve chegar a 90% até 2020 – DW – 21/08/2012](#)

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Medir o crescimento do bairro Cidade Jardim no período de 2019 a 2024.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Mensurar cartograficamente se o bairro Cidade Jardim cresceu entre 2019 e 2024 através dos indicadores: lotes, área construída, área permeável, arborização, painel solar e piscina;
- Documentar se há mudança de comportamento da população residente em relação à adoção de energia limpa pelo uso de painel solar e aumento do número de árvores no período estudado;
- Indicar se houve diminuição da área permeável no bairro em detrimento do aumento de área construída.

### 3 JUSTIFICATIVA

O processo de urbanização no Brasil nas últimas duas décadas é destacado pelos seguintes conceitos como:

interiorização do fenômeno urbano; acelerada urbanização das áreas de fronteira econômica; crescimento das cidades médias; periferização dos centros urbanos; e formação e consolidação de aglomerações urbanas de caráter metropolitano e não-metropolitano. Tais manifestações resultam do processo de reestruturação econômica em curso no país, cujos impactos se fizeram sentir, sobremaneira, na estrutura do emprego urbano e na dinâmica migratória. (DA MOTATA,2001).

Tendo isso em vista, é possível concluir que no Brasil o processo de urbanização é um fator presente no dia a dia, como é o caso do município em questão que será realizado o trabalho.

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia Estatística – IBGE (2010,2021), a população no censo no ano de 2010 era de 45.772 pessoas, já no ano de 2021 a população estimada foi de 48.049 pessoas, dados que comprova um crescimento populacional nesse período.

Com o objetivo de mostrar o crescimento do bairro Cidade Jardim, o presente trabalho se justifica em colaborar com os diversos aspectos, podendo ser citados alguns, como, uma visão ampla para o bairro de como está o seu desenvolvimento em relação a expansão urbana nesse período. Pode-se afirmar que dependendo dos resultados do projeto, o material gerado pode colaborar com uma melhor visão da prefeitura para o bairro, no qual, vendo o crescimento do bairro presente atualmente, futuramente pode ser implantado melhorias nos sistemas de mercados, farmácias, vigilância, segurança, dentre outros.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Expansão Urbana

A urbanização é um fenômeno moderno que foi impulsionado tanto com o desenvolvimento econômico quanto com a industrialização, e recebe esse nome sempre que a população urbana cresce em maiores proporções que a rural (RIGATTI, 2001). Essa premissa do autor pode ser visualizada na figura 01, que mostra um prospecto do crescimento da urbanização mundial entre os anos de 1900 e 2030, com ênfase na alteração do espaço físico, onde a arborização é deixada de lado para dar lugar a empreendimentos prediais. Para os próximos dez anos, a previsão é de 7% de crescimento, ou seja, se as taxas de urbanização têm relação direta com o crescimento populacional, o futuro breve reserva ainda mais residentes ocupando áreas urbanas não adequadas a recebê-los.

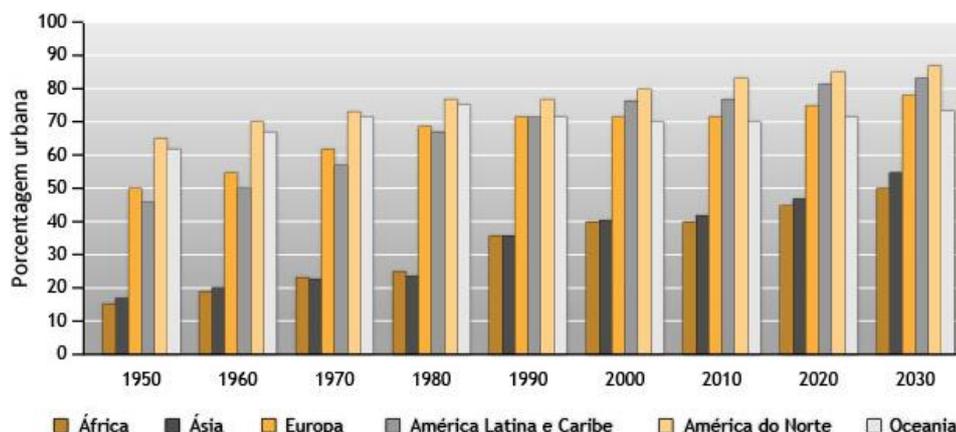
Figura 1 – Crescimento da urbanização mundial.



FONTE: internet.

A ONU (Organização das Nações Unidas) relatou que até 2020 mais de 80% da população da América Latina residia em áreas urbanas e a perspectiva para 2030 é que esse percentual aumente. É o que mostra a figura 2, além de indicar que desde 1950 esse número foi crescente, mantendo-se quase estável entre 2000 e 2010.

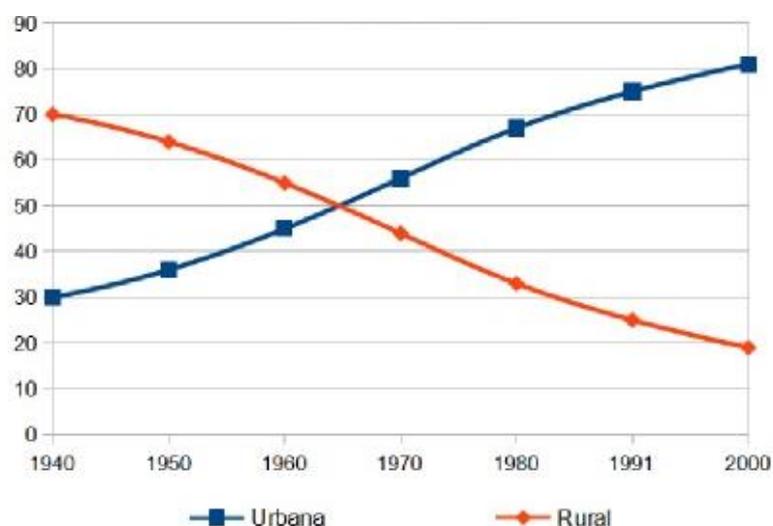
Figura 2 – Percentual de população residente em áreas urbanas entre 1950 e 2030



FONTE: ONU

A partir da década de 70 o Brasil passou a ter população majoritariamente urbana através de um processo acelerado quando comparado a países mais industrializados – figura 3. Historicamente, a industrialização brasileira levou à urbanização através do investimento dos lucros do café. A população se deslocou para as cidades em função da concentração fundiária nas mãos de alguns e pela intensa mecanização agrícola que foi implementada nas lavouras, fomentando o abandono da mão de obra. Em consequência, a área urbana sofreu crescimento rápido e desordenado, ocasionando ocupação de áreas irregulares e de risco. Surgiram então novos aglomerados humanos até então desconhecidos, as favelas e as periferias, áreas sem saneamento básico e infraestrutura mínima para receber pessoas e sem atenção do Estado. A combinação desses fatores resultou na poluição do ar, da água e do solo.

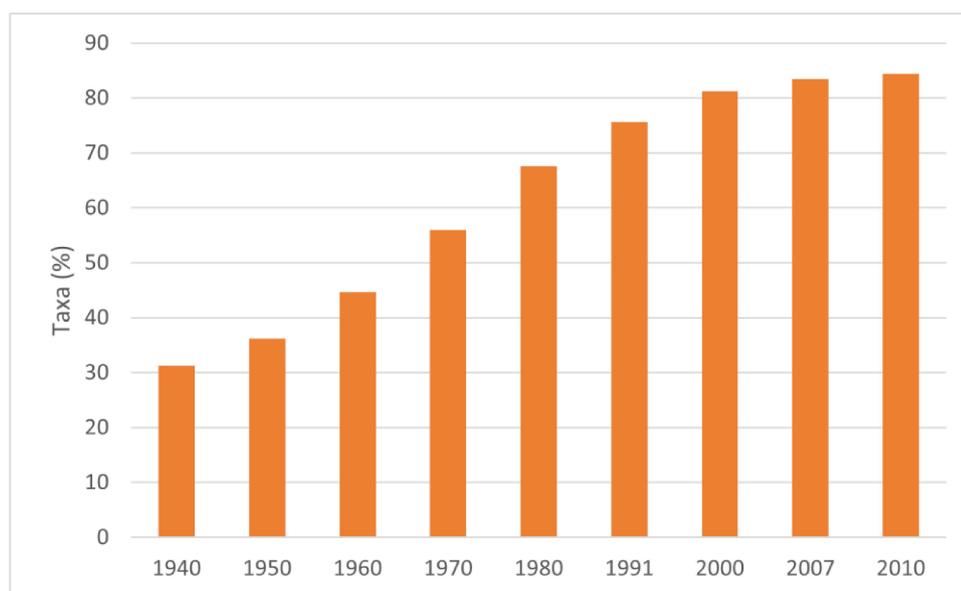
Figura 3 – População urbana e rural brasileira entre 1940 e 2000



FONTE: IBGE

A figura 4 permite fazer um paralelo entre o crescimento populacional e a urbanização brasileira desde a década de 40 com dados do IBGE. Na década de 80 a taxa de urbanização já era mais de 200% maior que em 1940 devido ao êxodo rural provocado pela mecanização agrícola.

Figura 4 – Urbanização do Brasil entre 1940 e 2010.



Fonte: O autor.

As regiões brasileiras experimentaram desigualdades econômicas e dificuldades de se inserirem no novo modelo econômico, gerando processos diferentes de urbanização. A região Sudeste, que na época concentrava a maior parte das indústrias do país, foi a que recebeu grandes fluxos migratórios advindos da área rural, principalmente da região nordeste.

Tabela 1 – Taxa de urbanização das regiões brasileiras entre 1940 e 2010.

Região	1940	1950	1960	1970	1980	1991	2000	2007	2010
Brasil	31,24	36,16	44,67	55,92	67,59	75,59	81,23	83,48	84,36
Norte	27,75	31,49	37,38	45,13	51,65	59,05	69,83	76,43	73,53
Nordeste	23,42	26,4	33,89	41,81	50,46	60,65	69,04	71,76	73,13
Sudeste	39,42	47,55	57	72,68	82,81	88,02	90,52	92,03	92,95
Sul	27,73	29,5	37,1	44,27	62,41	74,12	80,94	82,9	84,93
Centro Oeste	21,52	24,38	34,22	48,04	67,79	81,28	86,73	86,81	88,8

Fonte: O autor.

Na tabela 1 pode ser visto que a região Sudeste apresenta as maiores taxas de urbanização dos últimos 70 anos, mas a partir de 1960, com 57%, foi a região que registrou superioridade absoluta de habitantes vivendo na área urbana em relação à população rural.

A região centro oeste teve seu processo de urbanização desencadeado pela construção de Brasília na década de 60, atraindo milhares de trabalhadores, cuja maior parte veio das regiões Norte e Nordeste. No final da década de 60 e início da década de 70, a região centro oeste tornou-se a segunda região mais urbanizada do país.

A urbanização na região Sul foi lenta até a década de 1970, em razão de suas características econômicas de predomínio da propriedade familiar e da policultura, pois um número reduzido de trabalhadores rurais acabava migrando para as áreas urbanas.

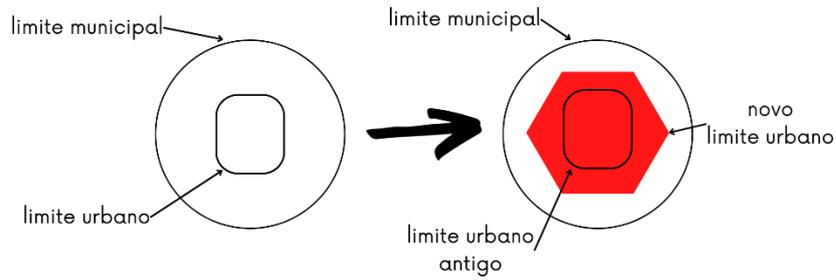
Em 2010 a região nordeste apresentou a menor taxa de urbanização no Brasil – 73,13%, conforme tabela 1. A fraca urbanização pode decorrer do fato de que dessa região partiram várias correntes migratórias para o restante do país bem como do baixo desenvolvimento econômico das cidades nordestinas não ser capaz de atrair a sua própria população rural.

Até a década de 60 a região norte era a segunda mais urbanizada do país, com 37,38% de urbanização. Porém, a concentração da economia do país na região sudeste tornou-se atrativa, levando à migração.

Japiassú e Lins (2014) definem a expansão urbana como “um processo que se refere às dinâmicas da cidade que resultam ou justificam seu crescimento” e este conceito explica como as alterações no cenário nacional provocadas pela mecanização agrícola e abertura de postos de emprego pela industrialização levaram ao deslocamento em massa de pessoas das áreas rurais brasileiras para as áreas urbanas que, além de poucas, eram pequenas e sem estrutura socioeconômica e ambiental. Dessa forma a expansão urbana aconteceu a passos largos, mas sem planejamento. As autoras propõem ainda um raciocínio que mostra como a expansão urbana pode ou não alterar os limites urbanos e municipais. Na figura 5 ocorre expansão urbana e ampliação do limite urbano; na figura 06 a mancha edificada é que se amplia e na figura 07 o solo sofre parcelamento, apresentando áreas ocupadas e não ocupadas.

No esquema 01, apresentado na figura 5, a alteração do perímetro urbano acontece pela extensificação da área urbana para além dos limites existentes, geralmente pela conversão de área rural em urbana. O novo limite urbano se caracteriza pela contiguidade das terras.

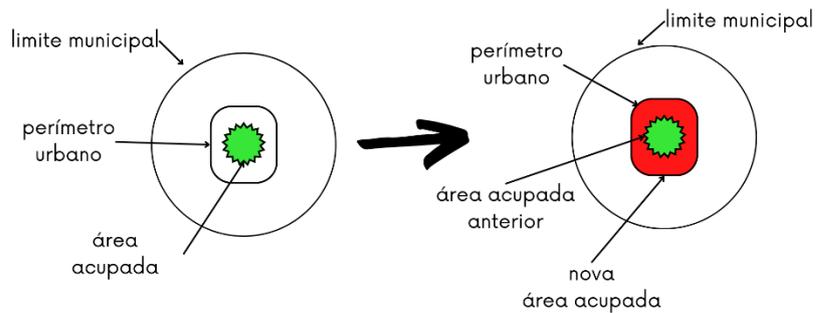
Figura 5 – Esquema 1 – expansão urbana com ampliação de território.



FONTE: O Autor.

Quando o perímetro urbano não é alterado e os vazios entre ele e área ocupada são preenchidos, ocorre a expansão urbana esquematizada na figura 6.

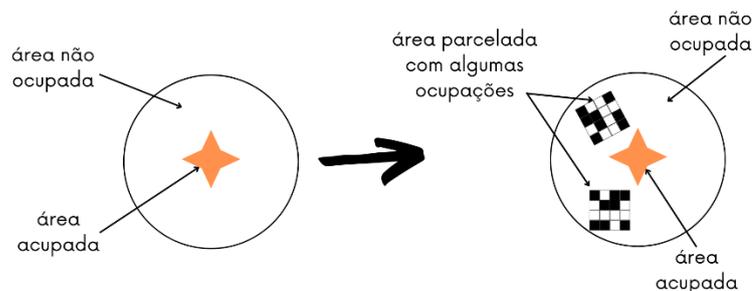
Figura 6 - Esquema 2 – expansão urbana com ampliação de área ocupada.



FONTE: O Autor.

O parcelamento do solo, de modo geral, tem finalidade habitacional e se caracteriza pela expansão urbana periférica. Outro catalisador é a instalação de empreendimentos e equipamentos no entorno da área ocupada, os quais funcionam simbioticamente com a expansão urbana. O resultado desse modelo são áreas desconectadas.

Figura 7 – Esquema 3 – expansão urbana com parcelamento do solo.



FONTE: O Autor.

Estes padrões de crescimento populacional urbano podem acontecer tanto de modo ordenado e planejado quanto sem controle algum. A segunda opção de instalação sugere alienação do poder público, sendo executado essencialmente pela população que se apropria da área. Huffner e Oliveira (2017) relatam que essa é a realidade da maioria das cidades brasileiras e garantia de problemas sociais, econômicos e ambientais.

## 4.2 Planejamento Urbano

O planejamento urbano com vistas à expansão urbana tem por objetivo a melhoria da qualidade de vida da população nos aspectos social, econômico ambiental e político. Desde os primórdios da civilização, as terras mais valorizadas são aquelas que atendem às necessidades do homem e que lhe proporcionar água para consumo, ar respirável, segurança, moradia e acessibilidade. Porém, isso não significa necessariamente que o agente antrópico tenha capacidade de usar os recursos naturais com responsabilidade.

A Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001, também conhecida como Estatuto da Cidade, instituiu a execução da política urbana e traçou os contornos de uso da urbana em função do bem coletivo, da segurança e do bem-estar dos cidadãos, sem deixar de lado a determinação de normativas para garantir o equilíbrio ambiental. Determinou também o Plano Diretor como instrumento base da gestão municipal. O artigo 2º dispõe que:

A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:  
I – garantia do direito a cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;  
IV – planejamento do desenvolvimento das cidades, da distribuição espacial da população e das atividades econômicas do Município e do território sob sua área de influência, de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;  
VI – ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar:  
a) a utilização inadequada dos imóveis urbanos;  
b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;  
c) o parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;

Ou seja, é previsto em lei que a área urbana deve atender às necessidades primárias da população e que o planejamento deve ser efetivado paulatinamente no parcelamento do solo à medida que a mancha urbana cresce.

Em relação ao plano diretor e a expansão urbana ordenada:

O planejamento urbano de uma cidade, também é conhecido como plano diretor é um processo que busca melhorar aspectos dentro da cidade, buscando melhorias na qualidade de vida dos habitantes, e na criação de uma área urbana, no desenvolvimento de sua estruturação e apropriação do espaço urbano, variando de

acordo com o planejamento ou plano diretor de cada cidade (HOFFMAN; MIGUEL; PEDROSO, 2011, p. 70).

Os autores mencionam o plano diretor como ferramenta de controle de crescimento ordenado da cidade por aplicação de conceitos de administração, sendo a função do poder público a de gestar estrategicamente o território. Pessoas e entidades devem estar envolvidas no processo de planejamento territorial e garantir que este seja implementado. Etapas de autoavaliação devem ser periódicas para manutenção dos recursos e garantia de sucesso do processo.

### 4.3 Monitoramento territorial urbano

O campo da aerofotogrametria incessantemente vem sofrendo modificações devido ao avanço constante da tecnologia. Contudo, faz-se necessário um melhor conhecimento teórico dos conceitos que serão utilizados para a elaboração do produto.

Em 1989 Almeida escreveu sobre a necessidade de cartas atualizadas no mundo moderno e que a obtenção de cartas convencionais custa caro, além de exigirem mão de obra qualificada em sua produção. Nesse contexto, a produção de ortofoto digital trouxe facilidades, uma vez que a automação de processos baixou custos e tempo de produção sem eximir a necessidade de mão de obra especializada. Em relação à expansão urbana, tais produtos confirmaram-se como valiosos no que tange à compatibilidade de escala e objetivo, pois a resolução espacial das imagens, em geral, é alta e atende a funções diversos.

Os VANTs (veículos aéreos não tripulados) propiciam dados essenciais a atualização de bases cadastrais e com maior resolução espacial que imagens orbitais:

Os resultados são superiores quando comparados aos recursos de imagens fornecidos por satélites, que usam recursos visuais disponível em diretórios internacionais, em baixa resolução; estes, produzem dados bem menos precisos, que giram em torno de 2,000 m à 0,080 cm na horizontal (NECKEL et al., 2021, p. 115811).

Essa resolução espacial gera produtos capazes de atender ao Decreto 89.817, que define o Padrão de Exatidão Cartográfica.

Além de auxiliar no planejamento das cidades, as imagens de VANTs ajudam no monitorar a expansão urbana de forma ordenada e programada. Na figura 9 se vê duas cidades, onde constata-se o ordenamento territorial de Brasília e a desorganização na ocupação da cidade de Chennai. É possível distinguir, por exemplo, que Brasília apresenta maior mobilidade urbana que Chennai, mas em ambas não se pode afirmar que não exista problemas a serem mitigados.

Figura 8 – Cidade planejada versus cidade não planejada.



Brasília/Distrito Federal



Chennai/Índia

FONTE: imagem da internet.

#### 4.4 Crescimento Urbano em Monte Carmelo

De acordo com o site da Rádio Monte FM<sup>3</sup>, no dia 06 de outubro de 2022 a cidade de Monte Carmelo completou 140 anos. Sua história começou com a fazendeira Dona Clara Chaves, a qual doou seis léguas de terras para edificação da capela de Nossa Senhora do Carmo onde hoje situa-se a Igreja Matriz, dando origem ao Arraial do Carmo da Bagagem. Na figura 9 vê-se a vista frontal da Capela.

Figura 9 – Capela de Nossa Senhora do Carmo.



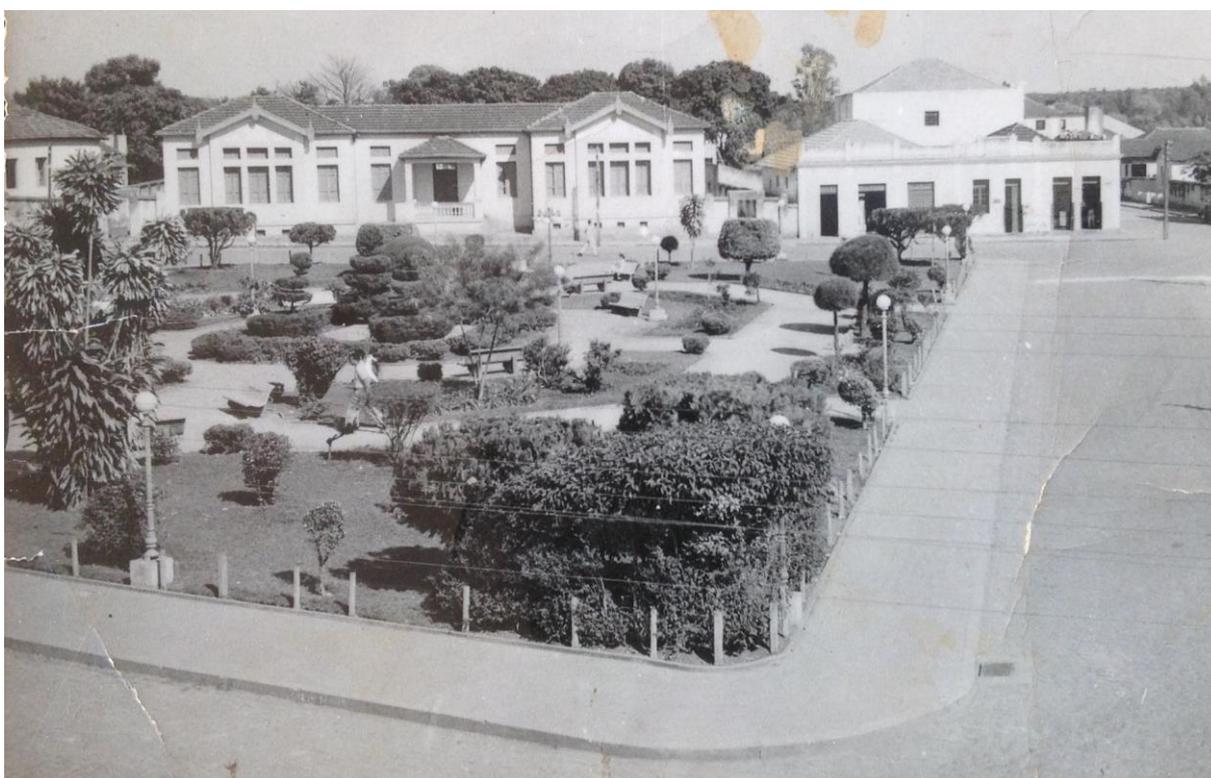
Fonte: Página no Facebook do perfil Conterrâneos Carmelitanos.

<sup>3</sup> [www.montefm.com.br](http://www.montefm.com.br)

Ainda de acordo com o site, a Lei Provincial de 1882 elevou o arraial à categoria de vila, mas 10 anos depois, em 24 de maio de 1892, a vila passa ser cidade e em 25 de junho de 1900 passa a ser chamada de Monte Carmelo. Recebeu este nome depois de ter chegado à região uma comitiva de freiras carmelitas, que acharam a paisagem do morro da Igrejinha parecido com o Monte Carmelo de Jerusalém. Mas o povoamento data de 1840, quando garimpeiros buscavam por diamante nas águas do entorno. As famílias permaneciam em Monte Carmelo enquanto os garimpeiros partiam para as áreas de garimpo. Em 1900 Monte Carmelo tem sua primeira formação administrativa, abrangendo cinco distritos: Nossa Senhora D'Abadia de Água Suja, São Sebastião de Ponte Nova, Espírito Santo do Cemitério e Santa Cruz do Boqueirão.

Na figura 10 pode ser vista a Praça Getúlio Vargas, fundada em 1926, patrimônio histórico da cidade.

Figura 10 – Praça Getúlio Vargas.



Fonte: Página no Facebook do perfil Conterrâneos Carmelitanos.

No setor econômico, Monte Carmelo se destaca no cenário nacional pela produção de telhas, tijolos e artefatos cerâmicos, curtume, embalagens e produção de café. Com grãos de altíssima qualidade, o município, juntamente com Araguari, Uberaba e Patrocínio, é marcador geográfico do melhor café do cerrado para exportação.

A expansão urbana da cidade de Monte Carmelo sofreu alterações significativas nos últimos anos por que em 2011 recebeu instalações da Universidade Federal de Uberlândia, fato este que modificou o ritmo da cidade, atraindo pessoas de várias partes do Brasil. Essa movimentação puxou Monte Carmelo para o foco das cidades em seu redor:

Monte Carmelo tem na agricultura e no comércio as principais atividades econômicas. Essa localidade é polo regional do RIDES (Região Integrada de Desenvolvimento), servindo de referência nos serviços médicos e atividades comerciais aos 7 municípios do entorno, cuja abrangência populacional engloba mais de 100.000 pessoas. É, portanto, na área urbana de Monte Carmelo que ocorrem muitos dos serviços essenciais para um relevante parcela da população regional (MARTINS; BRAVO, 2021).

Inicialmente, em 2011, a UFU instalou-se na estrutura estadual do SESI, localizado no bairro Vila Nova. Mais tarde houve necessidade de adição de mais salas de aula e laboratórios, sendo então ocupadas as salas acessórias do ginásio de esportes do SESI. Simultaneamente estava em construção a sede oficial da UFU, chamada na época de Campus Araras. As obras foram iniciadas, mas as terras ainda eram de uso rural, sendo então necessário que a Câmara Municipal decretasse a assimilação da área ao perímetro urbano. Tal medida permitiu que a área passasse a ser atendida por equipamentos urbanos. Com a instalação do Curso de Geologia e Engenharia Florestal no ano de 2015, foi necessário a instalação de outras unidades para receber laboratórios – a Unidade JK e a Unidade Boa vista.

O espalhamento de unidades da UFU em quatro pontos distintos dentro da mancha urbana de Monte Carmelo gerou especulação imobiliária e conseqüente acréscimo de comércios variados, especialmente porque os polos Araras e Vila Nova se encontravam em pontos extremos dentro da mancha urbana. As unidades JK e Boa Vista estavam no meio desses extremos e mais alocadas no centro urbano.

A partir do ano de 2018 houve desativação das unidades SESI e JK pela alocação destas ou no campus ou na unidade Boa Vista, cuja distância entre um e outro é de aproximadamente 2 km, cada uma de um lado da rodovia MG190.

Diante da construção das instalações definitivas da UFU, o entorno da área tem se caracterizado por acréscimo de área urbanizada. Em 2011 a conformação dos bairros fazia

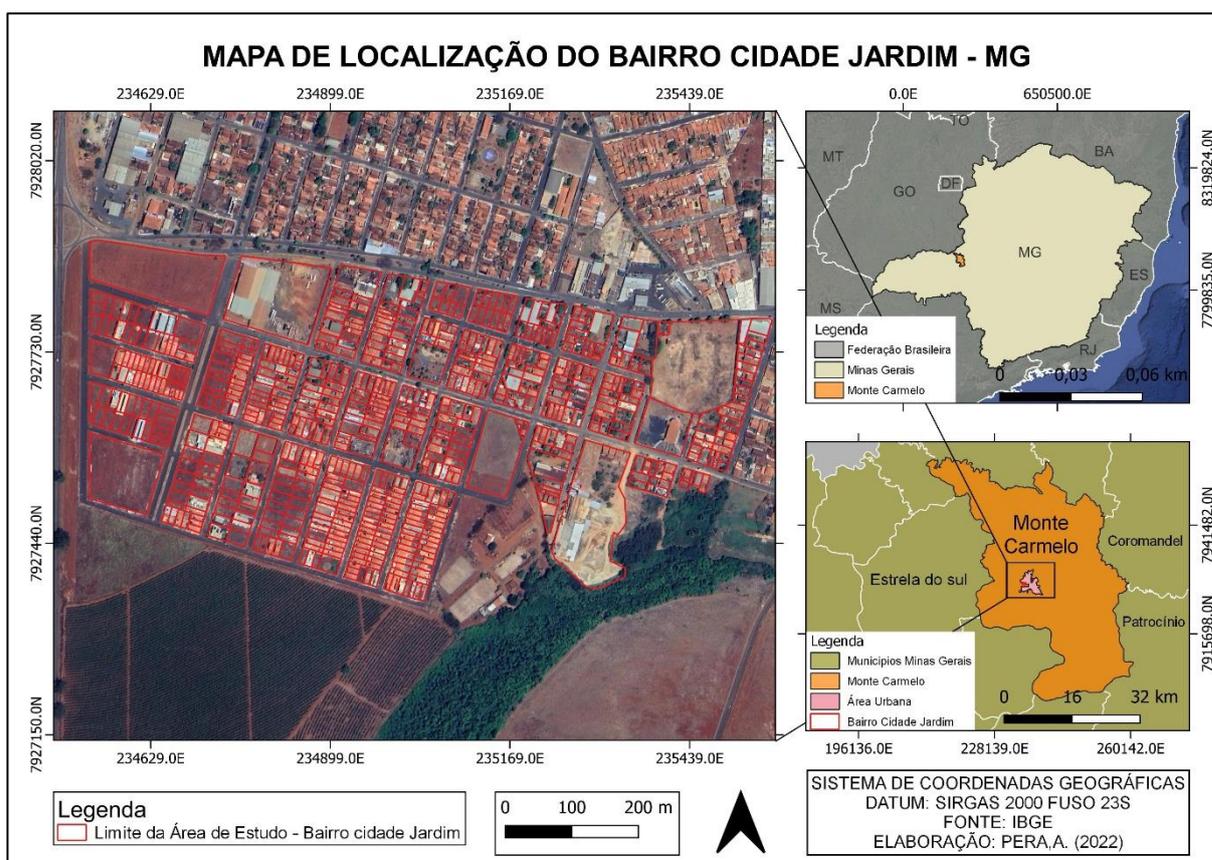
limite com densos cafezais, os quais foram gradualmente dando lugar a loteamentos residenciais.

## 5 MATERIAL E MÉTODOS

### 5.1 Área de Estudo

A área de estudo é um bairro Cidade Jardim da cidade de Monte Carmelo – figura 11, município brasileiro presente no estado de Minas Gerais, que no último censo elaborado pelo IBGE no ano de 2021, determinou uma população de 48.049 habitantes. A altitude média é de a 890 m e é localizado nas coordenadas geográficas  $18^{\circ} 44' 5''$  S e  $47^{\circ} 29' 47''$  W. Possui expansão territorial de 1.343,035 km<sup>2</sup> e em 2010 sua densidade demográfica era de 34,08 hab/km<sup>2</sup>. A escolarização registrada entre crianças de 6 a 14 anos era de 98,4%. Em 1991 o IDHM – índice de desenvolvimento humano municipal – foi de 0,480, saltando para 0,728 em 2010. Em 2020 o PIB per capita foi de R\$ 26.625,51.

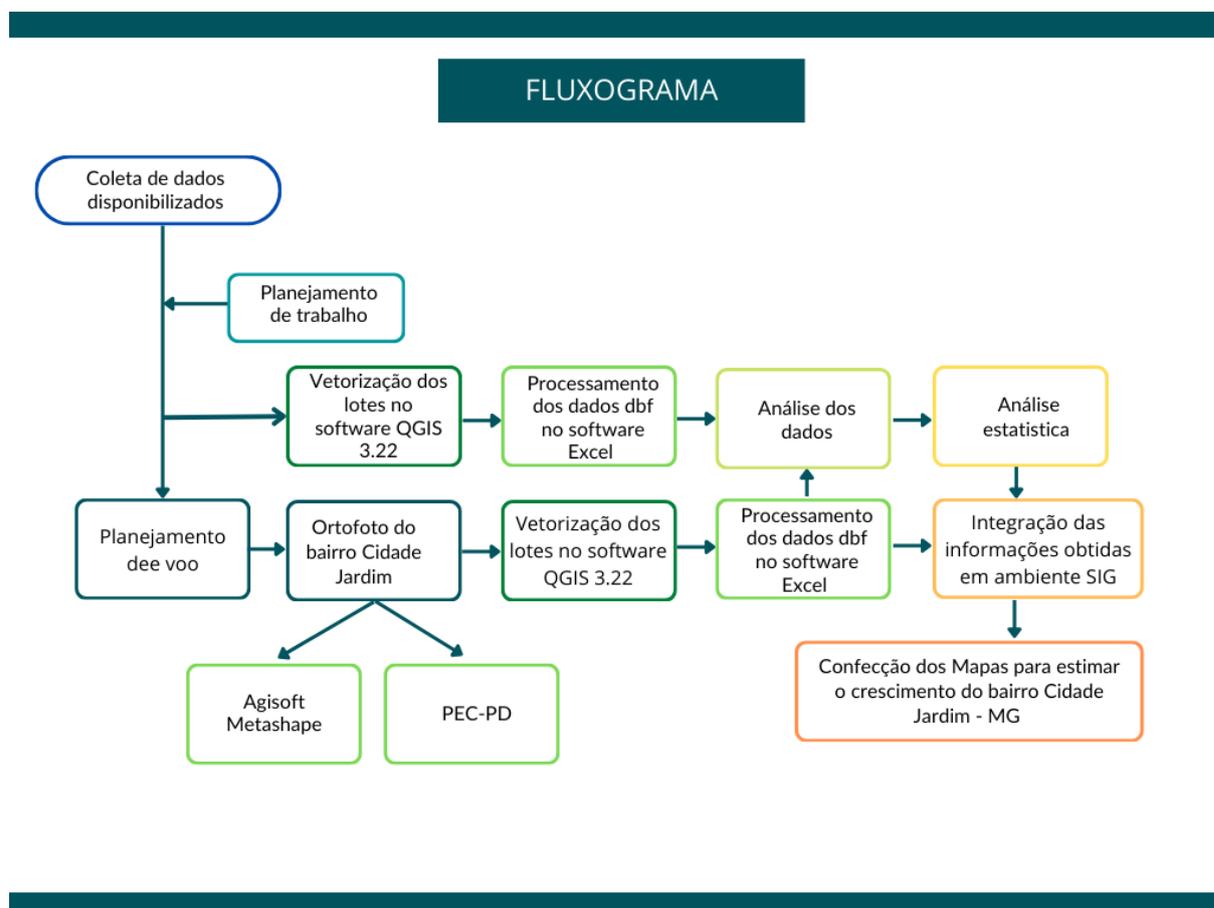
Figura 11 - Mapa de localização do município



Fonte: O autor (2022).

Com o intuito de apresentar os materiais e metodologias utilizadas no trabalho, de forma mais compreensível, foi elaborado um fluxograma apresentando as fases da metodologia para a realização do trabalho.

Figura 12 – Fluxograma da metodologia



FONTE: O Autor (2022).

Para serem realizadas as etapas descritas no fluxograma acima, foi necessária a utilização de equipamentos e *softwares* específicos, como descritos nas seções a seguir:

### 5.1.1 ARP DJI Mavic 2 Pro

O levantamento fotogramétrico foi efetuado utilizando o drone DJI Mavic 2 Pro (figura 13), equipado com uma câmera Hasselblad L1D-20c de 20 megapixels. O dispositivo possui autonomia de voo de cerca de 31 minutos, conta com sensor CMOS de 1 polegada, abertura variável entre  $f/2.8$  e  $f/11$ , e suporte para o sistema de cores Dlog-M de 10 bits. (*Suporte para o Mavic 2*, [s.d.] )

Figura 13 – Equipamento utilizado para obtenção das imagens - DJI Mavic 2 Pro



FONTE: O Autor (2025).

Para transporte do equipamento foi utilizada uma mala, contendo também o controle remoto original do equipamento e baterias reservas.

### 5.1.2 Receptor GNSS

Para o levantamento dos pontos de controle e de checagem foi utilizado o Receptor GNSS Hiper V RTK da Topcon Tools. Esse receptor possui rastreamento de 226 canais das constelações GPS e GLONASS (figura 14).

Figura 14 – Receptor GNSS e base de centragem forçada no campus da UFU Monte Carmelo.



FONTE: O Autor (2025).

### 5.1.3 Alvos

Foram pintados no asfalto de maneira planejada 35 alvos (17 alvos de apoio e 18 alvos de checagem), todos os alvos foram realizados com tinta spray branca (figura 15).

Figura 15 – Coleta das coordenadas dos alvos.



FONTE: O Autor (2025).

#### 5.1.4 Softwares

Ao total, foram utilizados 4 softwares:

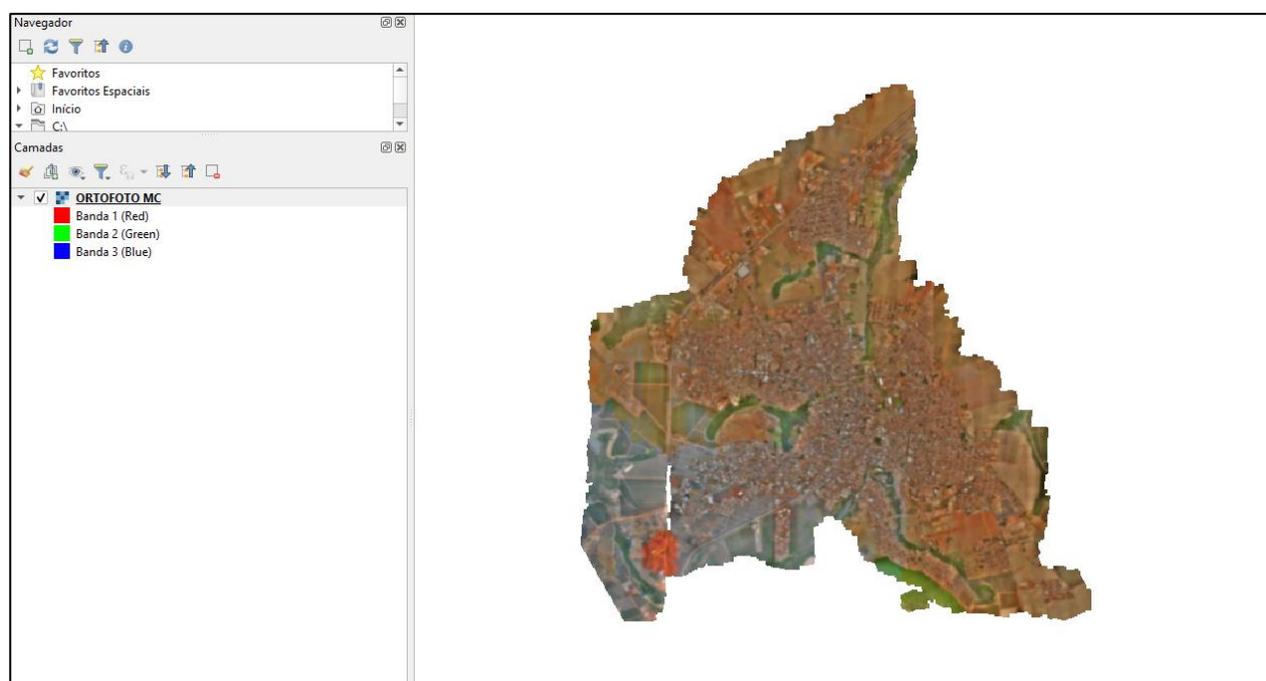
- Para o planejamento do voo foi utilizado o software Drone Deploy, aplicativo gratuito para realização de voo automatizado.
- No processamento das imagens e produção da ortofoto foi utilizada o software Agisoft Metashape.
- Para a validação do produto foi utilizado o Padrão de Exatidão Cartográfica, com auxílio do software GeoPEC (*Downloads | Engenharia de Agrimensura e Cartográfica*, [s.d.]
- Para o processamento dos dados dbf e análise estatísticas dos resultados, foi utilizado o software Excel
- Para as vetorizações fez-se necessidade da utilização do software Qgis

## 5.2 Levantamento Aéreo

Foi disponibilizada a ortofoto do ano de 2019 da cidade de Monte Carmelo, corretamente processada, foi produzida nos dias 18, 19 e 20 de agosto de 2019, utilizando o equipamento ARP de asas fixas eBee-X Classic, equipada com uma câmara Sony WX220, sensor CMOS Exmor R de 1/2,3", com 18,2 MP e resolução de 4896 x 3672, com focal de 4,45 mm. O resultado do voo foram 4.166 imagens e desse total foram utilizadas 4.129 para o processamento fotogramétrico (BARBOSA; REISS; GALLIS; HIRAGA, 2021).

Abaixo, a ortofoto disponibilizada do ano de 2019 da cidade de Monte Carmelo (figura 16), que será utilizada como base para a realização desse trabalho.

Figura 16 - Ortofoto de Monte Carmelo-MG (Interface QGIS)



FONTE: O Autor (2025).

## 5.3 Base Cartográfica da Cidade de Monte Carmelo/MG

Foi disponibilizado pelo Laboratório de Sensoriamento Remoto e Fotogrametria (LASER) uma *shapefile* com as divisões exatas dos bairros da cidade de Monte Carmelo – MG, no qual, será utilizada a limite exato da divisão do bairro Cidade Jardim para a execução do trabalho. A *shapefile* é produto da vetorização de quadras e lotes dos bairros da cidade a partir da ortofoto do ano de 2019.

#### 5.4 Ortofoto do Bairro Cidade Jardim do ano de 2024

O levantamento aéreo para a realização de uma nova ortofoto do bairro Cidade Jardim foi realizado em abril do ano de 2024. Foi utilizada a Aeronave Remotamente Pilotada DJI Phantom 4 Advanced com as mesmas especificações técnicas utilizadas para a geração da ortofoto do ano de 2019, câmara acoplada Sony RGB, modelo FC6310S, focal de 8.8 mm e o sensor da câmara é do tipo CMOS de 1” com dimensões de 12,8 mm x 9,6 mm e tamanho do pixel de 2,6  $\mu\text{m}$ .

Em primeiro momento, o primeiro passo foi dedicado ao planejamento do voo no software Drone Deploy e foi necessário apenas um plano de voo para o recobrimento total da área de interesse.

No dia escolhido para a realização do voo, fez-se necessário a marcação e o levantamento dos pontos de controle e de checagem antes da coleta das imagens. Os pontos de controle e de checagem foram marcados e distribuídos aleatoriamente no terreno utilizando um spray branco, diferenciando-os pelo formato do desenho de cada um no terreno, como mostrado na figura 15, em seguida, esses pontos foram coletados por um par de receptores GNSS (base e rover), utilizando o posicionamento pelo RTK (*Real Time Kinematic*).

Para o levantamento dos pontos de controle e de checagem foi empregado o Receptor GNSS Hiper V RTK da Topcon Tools. Ambos disponibilizados pela Universidade Federal de Uberlândia.

Ao total, foram coletados com o equipamento GNSS 35 pontos, sendo eles 17 de controle e 18 de checagem.

Para processamento das imagens capturadas e geração da ortofoto foi usado o software Agisoft Metashape, o qual segue um fluxo automatizado baseado na técnica Structure from Motion (SfM).

A criação do produto e sua validação conforme os critérios dos Padrões de Exatidão Cartográfica (PEC) contou com o auxílio do aplicativo GeoPEC, software gratuito, disponibilizado no site do curso de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Viçosa.

#### 5.5 Vetorização do Bairro Cidade Jardim

O crescimento urbano foi mensurado pela comparação entre as vetorizações realizadas nas ortofoto dos anos de 2019 e de 2024 no perímetro que o bairro abrange, onde foram

tabulados os dados obtidos para os objetos espaciais lotes, arborização, área construída, área permeável, painel solar e piscinas.

## 6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A validação da ortofoto para extração de medidas foi feita através da determinação do PEC (Padrão de Exatidão Cartográfica) para a imagem. O decreto n° 89.817 de 20 de junho de 1984 estabeleceu o Padrão de Exatidão Cartográfica (PEC) e as Instruções Reguladoras das Normas Técnicas da Cartografia Nacional. O PEC é aplicado como uma medida estatística da qualidade da posição do produto cartográfico confeccionado e é calculado da seguinte forma: 90% da amostra deve ser igual ou inferior ao valor apresentado na tabela do PEC ou 1,6449 multiplicado pelo erro padrão. Portanto, para que o produto seja considerado uma Referência Cartográfica para os Produtos Cartográficos Digitais (PCD), é essencial que os valores mencionados na tabela 1 sejam cumpridos.

Tabela 2 – Classificações das Cartas pela PEC.

Carta (Classes)	PEC Planimetria	PEC Altimetria	EP Planimetria	EP Altimetria
<b>Classe A</b>	0,5 mm x escala	½ equidistância	0,5 mm x escala	1/3 equidistância
<b>Classe B</b>	0,8 mm x escala	3/5 equidistância	0,5 mm x escala	2/5 equidistância
<b>Classe C</b>	1,0 mm x escala	¾ equidistância	0,5 mm x escala	½ equidistância

Fonte: Adaptado de Decreto – Lei 89.817 de 1984

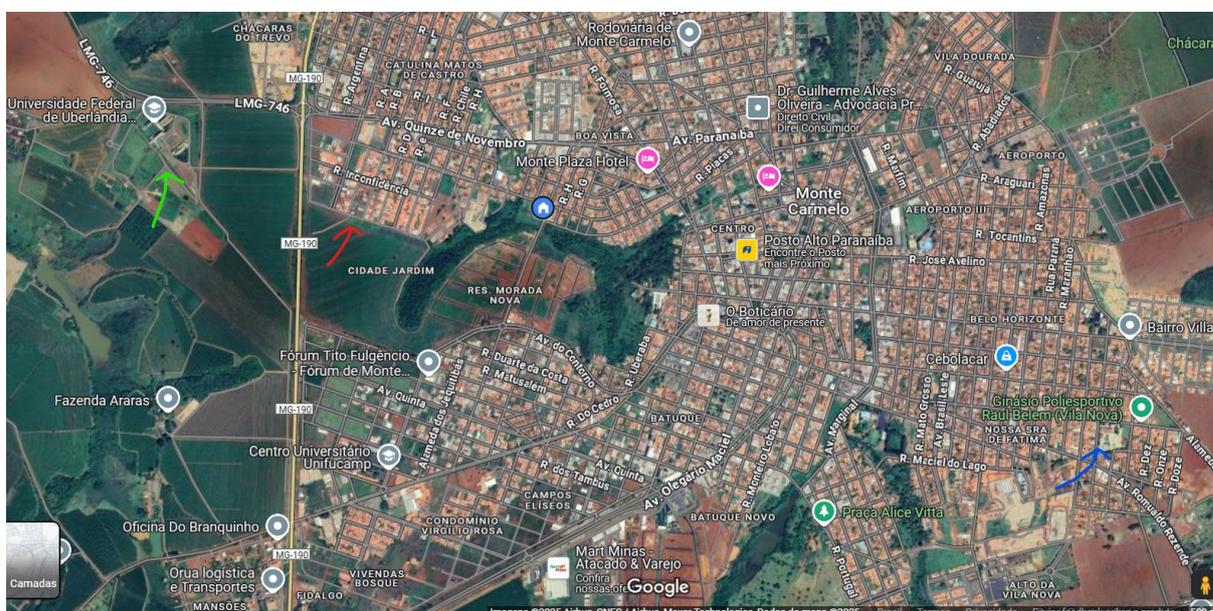
Este processamento foi feito no software GeoPEC, desenvolvido pelo Departamento de Engenharia de Agrimensura da Universidade Federal de Viçosa – UFV e pela metodologia proposta por Santos et al. (2016). É dividido em três padrões: a acurácia posicional de acordo com o Decreto n° 89.817 de 20 de junho de 1984, inspeção topográfica baseado na Norma Técnica Brasileira n° 13133 e avaliação de ortofotos de aerolevantamentos e bases cartográficas seguindo a Norma de execução n° 2 de 2018 do INCRA.

Conforme o relatório de processamento gerado pelo aplicativo, cujo teor completo está mostrado no Apêndice E, o produto é acurado para a escala de 1/1000. O resultado do PEC-PCD foi "Classe A", de acordo com o Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984, que regulamenta as normas cartográficas brasileiras, aliada às tolerâncias da ET-CQDG. O produto foi submetido a análise de tendência e precisão em suas componentes posicionais, onde os resultados é preciso e não indica tendência. Foram utilizados 18 pontos de checagem e o RMS foi de 0,0364 m.

O crescimento da área urbana de Monte Carmelo sempre teve como força motriz a indústria cerâmica e a produção de café. Em 2011 essa força foi impulsionada pela chegada da UFU na cidade.

Inicialmente o campus provisório foi assimilado pelas instalações do Sesi (seta azul na figura 17), que fica no bairro Vila Nova. Essa estrutura está na extremidade diametralmente oposta ao bairro Cidade Jardim (seta vermelha na figura 17). Entretanto, a posição espacial do terreno doado à UFU (seta verde na figura 17) para construção de suas instalações já era de conhecimento dos especuladores imobiliários. A partir dessa informação, algumas mudanças morfológicas puderam ser notadas no bairro Cidade Jardim

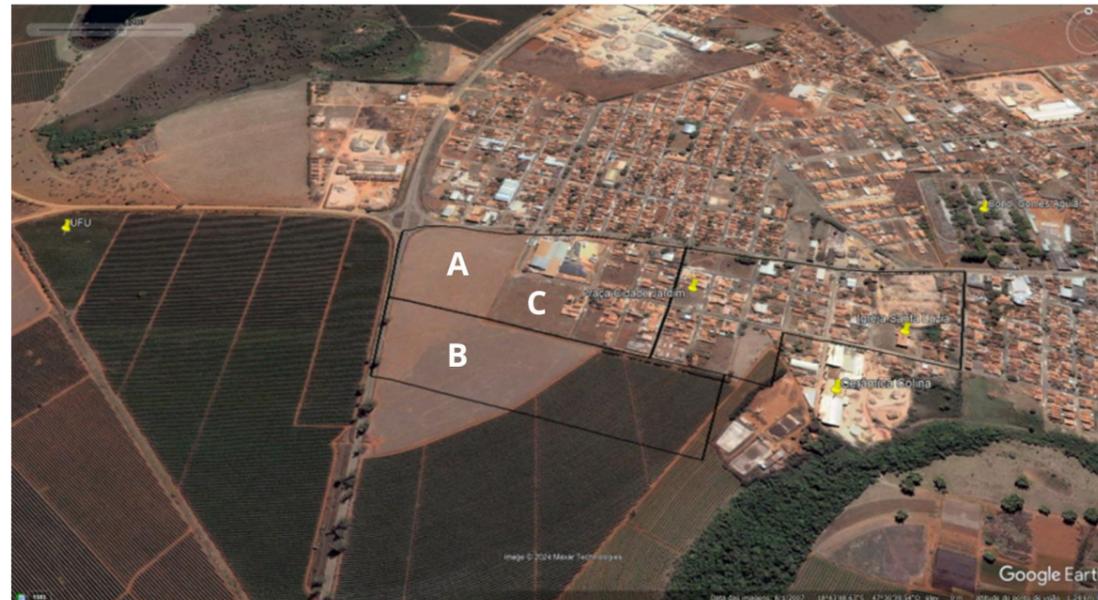
Figura 17 – Sesi, UFU e Cidade Jardim.



Fonte: O autor (2025).

Nas figuras 18 a 21 pode ser visto o crescimento do bairro Cidade Jardim entre os anos de 2007 e 2023. As imagens foram extraídas do Google Earth Pro, que oferece imagens com variação temporal. Os mesmos alvos foram marcados em todas as 10 fotos da sequência com um pin amarelo sobre os limites dos Setores Censitários disponibilizados pelo IBGE para o ano de 2020: UFU, praça do bairro Cidade Jardim, Condomínio Gomes Aguiar, Igreja Santa Luzia e Cerâmica Colina. Os anos apresentados nas imagens eram os únicos disponíveis na aplicação.

Figura 18 – Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de agosto de 2007, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Figura 20 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de maio de 2013, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Figura 19 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de julho de 2011, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Figura 21 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de julho de 2016, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Pela análise das imagens, entre os anos de 2007 a 2011 (figuras 18 e 19, respectivamente), a implantação efetiva do campus da UFU ainda não tinha se iniciado. E isso pode ser notado porque o café cultivado nessa área ainda não foi arrancado. A cor verde escura é contínua entre os talhões em 2007. Em 2011 é que a cor muda e em 2013 (figura 20) já se percebe o avanço do canteiro de obras de construção do Bloco 1AMC.

Mudando o foco nas três figuras para o bairro Cidade Jardim e tendo como referência a praça do bairro, percebe-se que em 2007, 2011 e 2013, mesmo com o início das obras na UFU, as quadras mais próximas à MG190 e, portanto, mais próximas à UFU, não sofreram alterações significativas. Observando as áreas correspondentes aos pontos A, B e C da figura 18 nas figuras 19 e 20, é fato que apenas em 2013 (figura 20) há movimentações de terra na região dos pontos. Em B, o café continua em cultivo. Mas três anos depois, em 2016 (figura 21), o café é removido e os arruamentos e quadras instalados em A, B e C. Inclusive com a construção de casas. O novo loteamento recebeu o nome de Cidade Jardim. Até aquele momento, toda a gleba se chamava Bairro do Carmo.

De 2017 em diante – figuras 22 a 25, houve um adensamento no bairro Cidade Jardim pela construção de mais edificações, em sua maioria, casas. Mas em 2014 a comunidade acadêmica da UFU foi transferida do SESI para a nova sede da instituição, o que pode ter contribuído para o aumento da ocupação do bairro. Nas figuras 24 e 25, observa-se que nos anos de 2019 e 2020 algumas construções prediais são construídas e chamam atenção porque não são características das moradias da cidade de Monte Carmelo. De fato, esses prédios foram construídos com a destinação de abrigar outro modelo de moradia, a *kitnet*, muito comum em cidades universitárias.

De forma geral, o novo loteamento Cidade Jardim traz consigo características de cidade projetada, com quadras em ângulo reto, vias paralelas e lotes com medidas que respeitam a legislação. Mas peca em alguns aspectos, como incremento da impermeabilidade e pouca arborização. Algumas dessas medidas devem ser fomentadas pelo poder público, o qual também é agente de fiscalização. Por outro lado, a sociedade também deve fazer sua parte e tomar a iniciativa.

As figuras 26, 27 e 28 correspondem aos anos de 2021, 2022 e 2023 e denotam um *delay* no crescimento do bairro Cidade Jardim. O cenário mundial ficou caótico em 2020 com a pandemia do COVID 19. A UFU teve suas aulas suspensas a partir de março e só retornou suas atividades presenciais no início de 2022. Essa pode ter sido a causa do pouco avanço das obras no bairro.

Figura 22 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de abril de 2017, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Figura 24 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de abril de 2019, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Figura 23 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de março de 2018, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Figura 25 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de junho de 2020, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Figura 26 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de junho de 2021, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Figura 28 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de dezembro de 2023, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

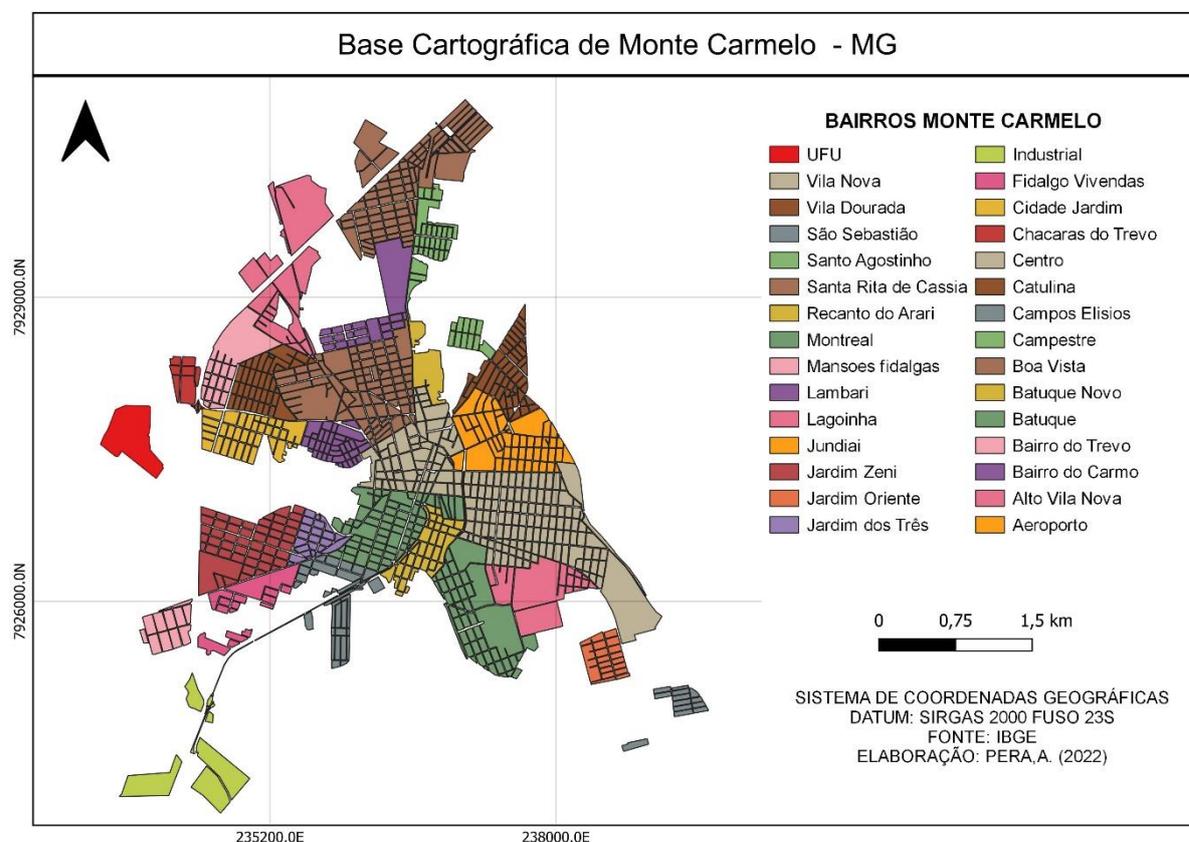
Figura 27 - Imagem do Google Earth Pro com foco no bairro Cidade Jardim de dezembro de 2022, destacada pela malha censitária preliminar do censo IBGE 2022.



Fonte: O autor (2025).

Outro aspecto que trouxe certo grau de dificuldade ao desenvolvimento deste trabalho é relativo aos limites do bairro Cidade Jardim. Monte Carmelo não tem legislação municipal que liste todos os bairros atualmente existentes, tão pouco que determine onde um bairro começa e outro termina. Para rigor do trabalho, a base cartográfica da área urbana de Monte Carmelo foi organizada conforme a figura 29 para verificação dos limites de cada bairro. De acordo com os dados, a cidade hoje tem 29 bairros.

Figura 29- Mapa da Base cartográfica de Monte Carmelo – MG



Fonte: O autor (2025).

A figura 30 mostra as quadras e lotes do que se considerou inicialmente como a delimitação do bairro Cidade Jardim.

A população de Monte Carmelo, de modo geral, quando perguntada sobre o bairro em que se encontra sua moradia, tende a localizá-la no bairro adjacente, especialmente se ele for mais nobre em sua concepção. Dessa foram, partiu-se para a busca do limite mais provável para o bairro Cidade Jardim.

Figura 30 – Delimitação do bairro Cidade Jardim – Monte Carmelo – MG



FONTE: O Autor (2025).

O IBGE oficialmente fornece aos municípios o delineamento dos setores censitários. Mas esses limites são atualizados a cada edição do censo e acabam se mostrando diferentes. Mesmo assim, como órgão oficial brasileiro, esses limites foram considerados o ponto de partida.

Na sequência de figuras a seguir é mostrada a evolução do limite do bairro Cidade Jardim de acordo com o IBGE. O esquema foi produzido em cima de imagens históricas do Google Earth Pro para ano de 2007 justamente para que ficasse evidente as alterações morfológicas do bairro. São indicados os nomes de três bairros que existem hoje – Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo – para enfatizar a evolução.

A figura 31 exibe pouca precisão cartográfica dos seguimentos, pois as bordas dos polígonos não se sobrepõem às ruas. O arquivo do IBGE define apenas dois bairros – Morada Nova e Bairro do Carmo e indica os três polígonos dos quais o bairro Cidade Jardim derivou.

Figura 31 – Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos à malha dos setores censitários do IBGE em 2000.



FONTE: O Autor (2025).

A divisão setorial do IBGE em 2010 na área de estudo trouxe algumas subdivisões aos polígonos mapeados em 2000. Na figura 32 o Bairro do Carmo aparece dividido em dois polígonos, mas a tabela de atributos não faz diferenciação de nomes dos bairros. Um novo polígono aparece do lado direito do pin com o nome do bairro Morada Nova, mas, também, sem indicação de nome por parte do IBGE. Observa-se também que parte do lado esquerdo da MG190 teve sua classificação de rural para urbano. Isso pode ter acontecido porque em seguida o trecho de acesso da MG190 até a UFU pela LMG746 foi asfaltado. Segunda a política local, o investimento não poderia ser feito se a área fosse rural. Vale ressaltar que as obras de construção do campus Monte Carmelo da UFU só se iniciaram em 2014. Nota-se também a alta precisão cartográfica do arquivo.

Figura 32 – Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos à malha dos setores censitários do IBGE em 2010.



FONTE: O Autor (2025).

Somente nos setores censitários de 2021 é aparece um polígono na área de produção de café na área próxima ao pin com o nome do bairro Cidade Jardim (figura 33). Provavelmente já tramitava documentos na prefeitura municipal com as tratativas para implantação do loteamento Cidade Jardim. Por isso o café ainda não tinha sido retirado. Entretanto, o polígono sobre a área do cafezal apenas foi agregado ao bairro acima. Somente mais tarde é que os dois polígonos foram fundidos para formar o bairro de estudo. No polígono entre o pin do bairro Morada Nova e o do Bairro do Carmo observou-se que seu limite foi estendido até a mata dos Langoni e que o polígono imediatamente inferior agora vai até a Avenida do Contorno. Chama atenção também que não há mais área urbana à esquerda da MG190.

No ano de 2022 não houve alteração dos limites que o IBGE apresentou em 2021 (figura 34). Os polígonos são exatamente os mesmos para os setores censitários. No entanto, como citado no começo dessa discussão, o problema de saber oficialmente os limites do bairro Cidade Jardim persistiu e a consulta aos dados do IBGE não trouxe o resultado esperado.

Figura 33 – Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos à malha dos setores censitários do IBGE em 2021.



FONTE: O Autor (2025).

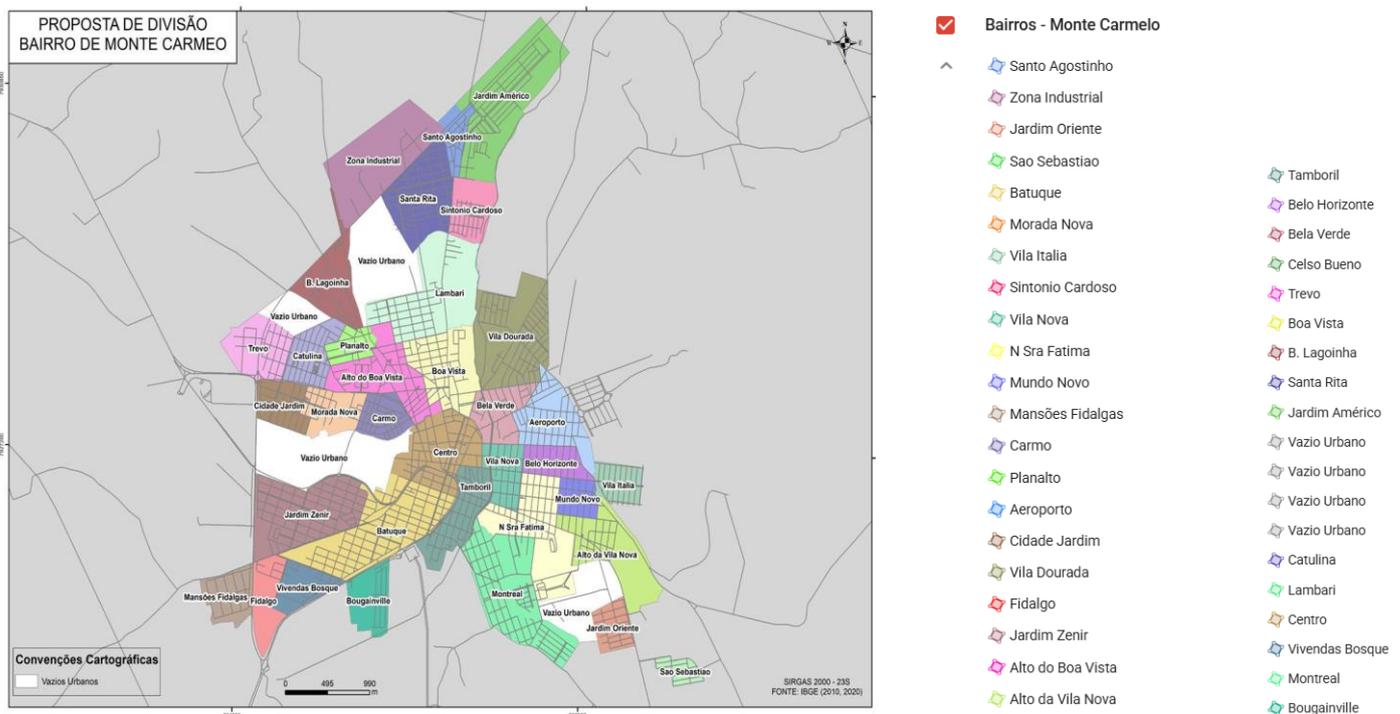
Figura 34 - Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos à malha dos setores censitários do IBGE em 2022.



FONTE: O Autor (2025).

Patêz, Spanghero e Ferreira (2022)<sup>4</sup> propuseram uma divisão para os bairros da cidade de Monte Carmelo que está mostrada na figura 35. Chegaram nesse resultado levando em conta dados do IBGE como número de habitantes do bairro, renda, proximidade do posto de saúde da família, proximidade de unidade escolar, pontos de referência e conversa com agentes comunitários de saúde. A delimitação considerou os limites já existentes dos bairros e os setores censitários do IBGE. A análise combinada da renda mensal e de número de habitantes por setor censitário culminou em uma proposta de divisão da área urbana de Monte Carmelo em 36 bairros, os quais podem ser vistos nesse link [Bairros - Monte Carmelo - Google My Maps](#). Optou-se por extrair dessa divisão da mancha urbana o polígono de referência do Cidade Jardim por considerar que ele seja o mais aproximado da realidade atual do bairro. Na figura 36 são apresentados os limites dos bairros Cidade Jardim (na cor roxo), Morada Nova (rosa) e do Carmo (azul) propostos por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022) sobre a imagem histórica da região extraída do Google Earth.

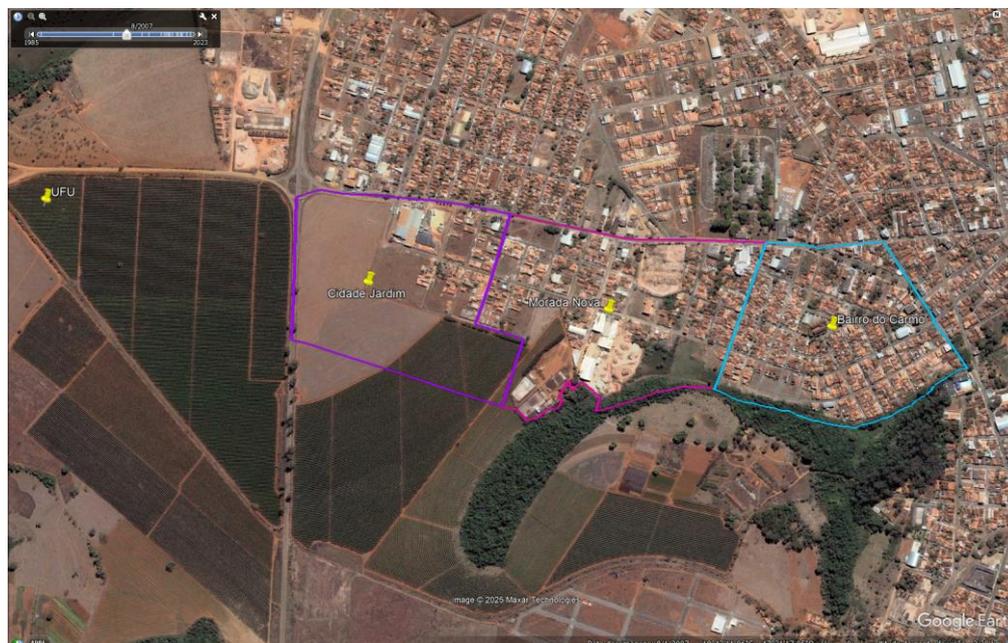
Figura 35 – Proposta de divisão dos bairros da área urbana de Monte Carmelo de feita por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022)<sup>4</sup>.



FONTE: Patêz, Spanghero e Ferreira (2022)

<sup>4</sup> PATÊZ, Daniel; SPANGHERO, Pedro; FERREIRA, Vagner. **PROPOSTA DE DELIMITAÇÃO DO TERRITÓRIO URBANO – MONTE CARMELO PARA FINS DE PLANEJAMENTO**. Trabalho apresentado na disciplina GAC043 – Cadastro Multifinalitário para obtenção de aproveitamento de créditos no Curso de Graduação em Engenharia de Agrimensura e Cartográfica da Universidade Federal de Uberlândia. Monte Carmelo: 2022.

Figura 36 - Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2007 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022).



FONTE: O Autor (2025).

Para salientar as alterações temporais e espaciais no bairro Cidade Jardim e como os limites propostos por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022) se ajustam à conformação atual do bairro, foi gerada a figura 37, que mostra também os bairros do Carmo e Morada Nova.

Figura 37 - Imagem histórica do Google Earth Pro para o ano de 2016 contraposta aos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022).



FONTE: O Autor (2025).

A Tabela 2 mostra a área e perímetro dos limites desses três bairros e sua variação desde o censo de 2000 do IBGE. Em cada época do censo do IBGE houve variação do número de polígonos componentes dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo e isso foi mostrado nas figuras 31 a 34. Em 2000 eram apenas dois polígonos, mas a base cartográfica, era imprecisa, com parte dos seguimentos cortando quadras, e o café ainda não tinha sido retirado. A partir daí o número de polígonos só aumentou, fixando-se em seis em 2022. As divisões foram internas aos bairros.

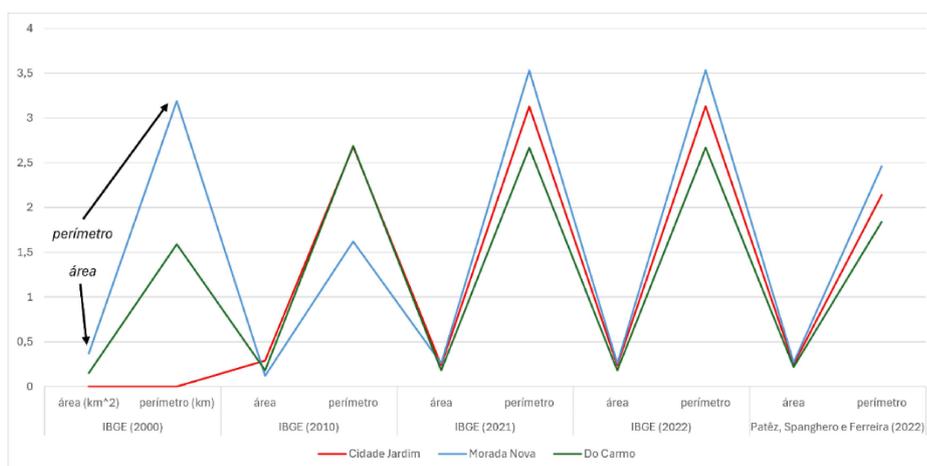
Tabela 3 – Relação área x perímetro dos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo de acordo com o IBGE e com Patêz, Spanghero e Ferreira (2022).

BAIRRO	IBGE (2000) nº polígonos: 02		IBGE (2010) nº polígonos: 05		IBGE (2021) nº polígonos: 07		IBGE (2022) nº polígonos: 06		Patêz, Spanghero e Ferreira (2022) nº polígonos: 03	
	área (km <sup>2</sup> )	perímetro (km)	área	perímetro	área	perímetro	área	perímetro	área	perímetro
Cidade Jardim	0	0	0,29	2,68	0,24	3,13	0,24	3,13	0,25	2,14
Morada Nova	0,37	3,19	0,12	1,62	0,26	3,53	0,26	3,53	0,27	2,46
Do Carmo	0,15	1,59	0,18	2,69	0,18	2,67	0,18	2,67	0,22	1,84

Fonte: O autor (2025).

A partir dos dados da Tabela 2 foi gerado o gráfico da figura 38 para exibir as variações de área e perímetro. Houve grande variação nos censos IBGE de 2000 e 2010, mas em 2021 e 2022 os valores se fixaram e passaram a se manter. Na proposta de Patêz, Spanghero e Ferreira (2022) o número de polígonos foi determinado em três e os valores de área se aproximam dos valores documentados pelo IBGE em 2022. Entretanto, o perímetro destoa.

Figura 38 – Variação dos valores de área e perímetro dos limites dos bairros Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo entre 2000 e 2022.



FONTE: O Autor (2025).

Outra característica que chamou atenção foi a falta de informações na tabela de atributos da malha digital disponibilizada pelo IBGE. Essas tabelas estão no Apêndice B. Em 2000 o atributo mais significativo está no campo ID e é o geocódigo do bairro. Somente a partir de 2010 é que os atributos passaram a ser mais completos e a tabela passou a ter um campo chamado TIPO para identificar as áreas rural e urbana do município. Em 2021 a novidade está nos campos CD\_SIT (situação detalhada do Setor Censitário) e NM\_SIT (nome da situação) que trazem o atributo “1 - Área urbana de alta densidade de edificações de cidade ou vila” e “2 - Área urbana de baixa densidade de edificações de cidade ou vila” para os polígonos dos bairros Cidade Jardim e entorno. Em 2022 a tabela passa a ter 26 campos contra de 16 em 2021, trazendo desde informações de área em quilômetros quadrados, código da região, da unidade federativa e de distrito, até da região intermediária, que é Uberlândia.

O significado dos nomes dos campos das tabelas de atributos dos setores censitários do IBGE foram consultados em [Malha de Setores Censitários | IBGE](#).

Estabelecido o limite territorial do bairro Cidade Jardim, partiu-se então para vetorização das camadas lotes, arborização, área construída, área permeável, painel solar e piscinas, as quais foram extraídas das imagens de 2019 e de 2024.

O primeiro produto deste trabalho foi a ortofoto do bairro Cidade Jardim do ano de 2024. Ela é apresentada na figura 39. O relatório de processamento das fotos no software Agisoft Metashape está no Apêndice A e data de 17 de julho de 2024. Na Tabela 3 são apresentadas as coordenadas dos 17 pontos de controle coletados com o equipamento GNSS e na Tabela 4 os 18 de checagem. Os pontos foram empregados para georreferenciamento e ajustes da imagem. O GSD (*Ground Resolution*) da imagem foi de 3.09 cm/pixel.

Tabela 4 – Coordenadas coletadas em campo com GNSS dos pontos de controle.

QUANTIDADE	NOME	DESCRIÇÃO	E (m)	N (m)	Z (m)
1	PT02	CONTROLE	234.530,48	7.927.886,70	898,23
2	PT04	CONTROLE	234.527,64	7.927.770,77	897,63
3	PT06	CONTROLE	234.525,04	7.927.507,86	893,90
4	PT08	CONTROLE	234.685,53	7.927.641,04	894,87
5	PT10	CONTROLE	234.631,36	7.927.807,88	897,17
6	PT12	CONTROLE	234.805,32	7.927.874,55	894,66
7	PT14	CONTROLE	234.877,25	7.927.728,55	892,23
8	PT16	CONTROLE	235.071,16	7.927.675,64	886,47
9	PT18	CONTROLE	235.274,95	7.927.610,46	879,04

10	PT20	CONTROLE	235.101,59	7.927.517,80	883,27
11	PT22	CONTROLE	235.017,59	7.927.349,48	882,16
12	PT24	CONTROLE	234.839,89	7.927.403,90	887,74
13	PT26	CONTROLE	234.900,30	7.927.577,10	890,02
14	PT28	CONTROLE	235.477,57	7.927.541,45	869,90
15	PT30	CONTROLE	235.058,06	7.927.836,86	888,86
16	PT32	CONTROLE	235.243,52	7.927.732,38	882,09
17	PT34	CONTROLE	235.380,57	7.927.674,30	878,80

Fonte: O autor (2025).

Tabela 5 - Coordenadas coletadas em campo com GNSS dos pontos de checagem.

QUANTIDADE	NOME	DESCRIÇÃO	E (m)	N (m)	Z (m)
1	PT01	CHECAGEM	235.554,36	7.927.713,25	878,14
2	PT03	CHECAGEM	234.535,07	7.927.876,92	898,07
3	PT05	CHECAGEM	234.527,39	7.927.754,59	897,54
4	PT07	CHECAGEM	234.536,32	7.927.497,93	893,74
5	PT09	CHECAGEM	234.697,78	7.927.655,09	894,75
6	PT11	CHECAGEM	234.646,42	7.927.801,48	897,04
7	PT13	CHECAGEM	234.819,49	7.927.878,43	894,34
8	PT15	CHECAGEM	234.865,17	7.927.732,87	892,50
9	PT17	CHECAGEM	235.062,81	7.927.677,64	886,70
10	PT19	CHECAGEM	235.261,57	7.927.616,25	879,38
11	PT21	CHECAGEM	235.110,23	7.927.514,41	882,90
12	P123	CHECAGEM	235.004,14	7.927.353,45	882,64
13	P125	CHECAGEM	234.838,39	7.927.410,53	887,81
14	P127	CHECAGEM	234.908,71	7.927.580,30	889,80
15	P129	CHECAGEM	235.482,29	7.927.540,15	869,68
16	P131	CHECAGEM	235.055,10	7.927.826,94	888,97
17	P133	CHECAGEM	235.250,58	7.927.723,10	881,49
18	P135	CHECAGEM	235.379,80	7.927.667,05	878,64

Fonte: O autor (2025).

Na ortofoto de 2024 da figura 39 é possível ver que ela não recobre o bairro do Carmo, mas cobre quase totalmente o bairro Morada Nova e totalmente o Cidade Jardim, que é o objeto de estudo deste trabalho.

Figura 39 – Ortofoto do bairro Cidade Jardim do ano de 2024 com sobreposição dos limites dos bairros dos Cidade Jardim, Morada Nova e do Carmo propostos por Patêz, Spanghero e Ferreira (2022).



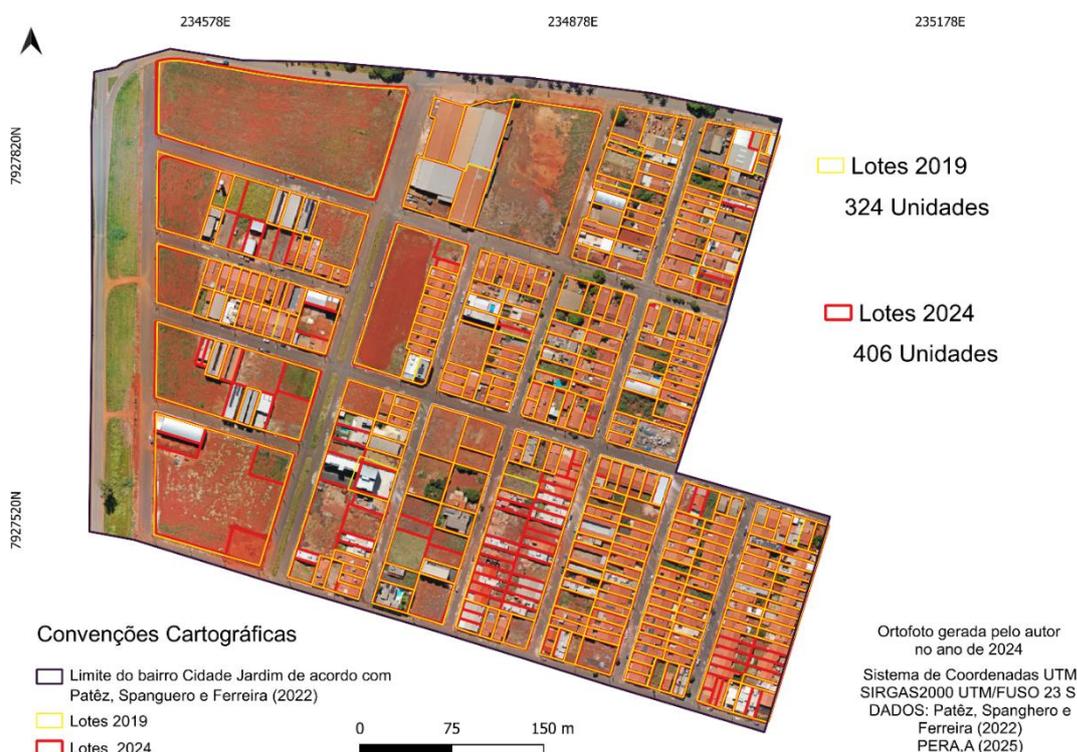
FONTE: O Autor (2025).

Para definição dos seis objetos espaciais vetorizados - lotes, arborização, área construída, área permeável, painel solar e piscinas, primeiro foi feita uma verificação se eles estavam bem definidos na ortofoto de 2019, pois ela é menor resolução espacial. Isso foi necessário porque alvos como rampa de acesso a cadeirantes e meio-fio não puderam ser identificados nela. Apenas inferidos. E a escolha desses objetos se deveu também porque foram considerados não só como indicadores do crescimento espacial do bairro Cidade Jardim, mas também como determinantes do padrão do bairro.

Os mapas individuais de cada uma das variáveis vetorizadas para os anos de 2019 e 2024 são apresentados nos Apêndices C e D, respectivamente. Nessa seção do trabalho serão discutidos apenas os mapas comparativos.

De 2019 para 2024 não houve aumento do número de quadras no bairro Cidade Jardim. Entretanto, o número de lotes subiu de 324 em 2019 para 406 em 2024, caracterizando um aumento de 20%. Como pode ser visto na figura 40 que, das 18 quadras, há ainda uma quadra inteira vazia e outras três não loteadas em ao menos 50% de seu total. O número de lotes é menor à oeste do bairro, e à medida que se aproxima do limite com o bairro Morada Nova, a densidade de polígonos aumenta.

Figura 40 – Mapa comparativo de lotes do bairro Cidade Jardim.



Fonte: O autor (2025).

Os critérios usados para identificar os lotes foram, primeiramente, a presença telhados ou cobertura. De área construída. Em caso de ausência, a presença de passeios (calçadas) construídos, de muros ou de cercas ou qualquer sinal de uso e ocupação da gleba. As áreas em que não puderam ser aplicados nenhum desses critérios não foram considerados lotes, apesar de se saber que essa era destinação da terra.

Os valores médios de área e perímetro dos lotes em 2019 foi de 329,1 m<sup>2</sup> e 76,7 m. O lote com maiores de área e perímetro é usado como garagem de caminhões e tem 8.294,4 m<sup>2</sup> de área e 373, 4 m de perímetro. O menor tem 66,3 m<sup>2</sup> e 35,5 m de área e perímetro e é de uso residencial. Estes mesmos lotes se mantiveram como maior e menor em 2024. O aumento médio de área e perímetro para 2024 pode ter ocorrido em função dos novos lotes que surgiram. Na Tabela 5 foi feito um resumo dos valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro para as duas épocas.

Tabela 6 - Valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro de lotes do bairro Cidade Jardim em 2019 e em 2024.

	2019		2024	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)
<b>Média</b>	329,1	76,7	330,9	77,1
<b>Máximo</b>	8.294,4	373,8	8.294,4	373,8
<b>Mínimo</b>	64,7	35,7	64,7	35,7
<b>Total</b>	101.369,8	23.633,0	126.720,1	29.543,2
<b>*Área (%)</b>	40,5		50,7	

\*valor percentual de área em relação à área total do bairro (250.000 m<sup>2</sup>). Fonte: O autor (2025).

Atribuiu-se aos lotes mapeados em 2024 os atributos TIPO e USO, sendo que USO é um subtipo das classes de TIPO. A Tabela 6 mostra as classes e a quantidade de registros encontrados. O lote do tipo comercial tem apenas o subtipo comercial. Foi identificado apenas um lote no bairro Cidade Jardim do tipo público, o qual tem o subtipo caixa d'água. Já o tipo residencial tem os subtipos construído, depósito, em construção, não construído cercado, não construído não cercado e república/kitnet.

Pode-se ver que 73% dos lotes apresentaram área construída e foram identificados como estritamente residenciais. Os lotes comerciais margeiam a Avenida 15 de Novembro e representaram 6,5% do total de lotes. Porém, o segundo maior grupo de lotes foi classificado como 'não construído cercado' e representa 10% do total. É um indicativo do ritmo de crescimento do bairro Cidade Jardim.

Tabela 7 – Classes e subclasses de lotes.

ATRIBUTO				
TIPO	USO (subtipo)	QUANTIDADE	%	DESCRIÇÃO
comercial	comercial	26	6,4	Lote de uso estritamente residencial. Apresenta galpões e carros na imagem.
público	caixa d'água	1	0,2	Uso público – aloca a caixa d'água do DMAE.
residencial	construído	298	73,4	Lote de uso estritamente residencial caracterizado por área construída identificada por telhado, muro, passeio, etc.
	depósito	1	0,2	Gleba ocupada por material e equipamento de construção.
	em construção	9	2,2	Caracterizado na imagem por construção em andamento.
	não construído cercado	41	10,1	Lote que não apresenta área construída, mas é cercado por muro ou cerca e apresenta passeio (calçada) construída.
	não construído não cercado	17	4,2	Lote que não apresenta área construída tão pouco muro ou cerca na testada.

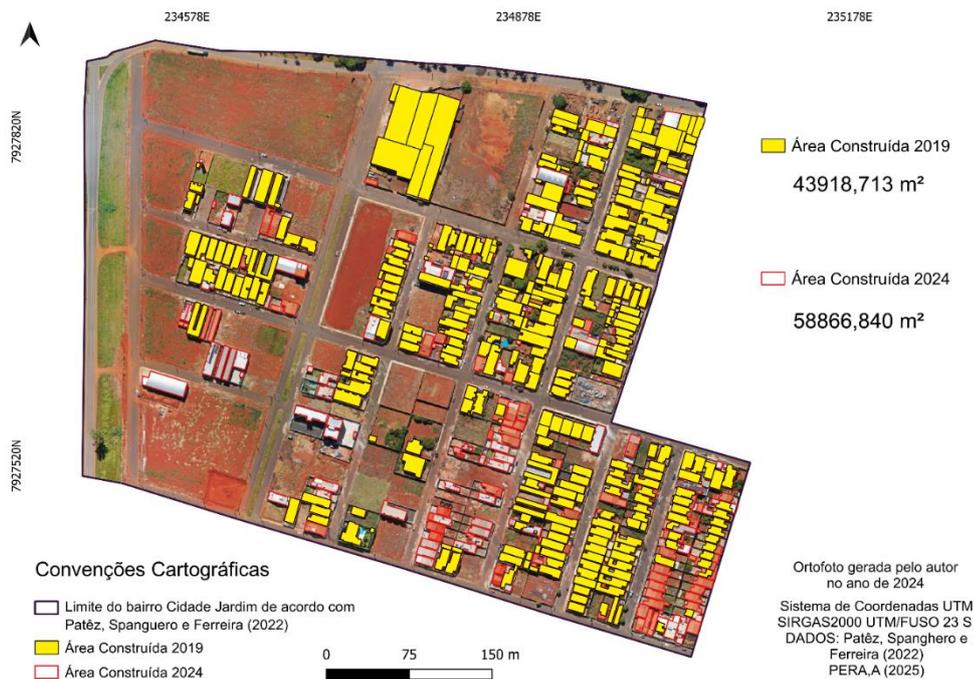
república/kitnet	13	3,2	Edificação tipicamente predial geralmente em forma de 'U' ou que ocupa um lado do lote com garagem.
------------------	----	-----	---

Fonte: O autor (2025).

Um outro olhar que pode ser lançado sobre a análise de lotes do bairro Cidade Jardim seria tomar o valor de área de um lote padrão de  $12 \times 30 \text{ m} = 360 \text{ m}^2$  – e fazer uma relação com a área total das quadras –  $0,25 \text{ km}^2$ . Essa métrica permite verificar a quantidade de lotes estimados para o bairro, pois o mapa da figura 40 é um recorte da realidade atual e ainda com muitos lotes a serem implantados. Como já descrito, hoje o bairro Cidade Jardim tem 406 unidades de lotes instalados com área média de  $330 \text{ m}^2$ . Mas há uma quadra sem nenhum lote instalado e ao menos outras duas não totalmente loteadas. A estimativa é de o bairro pode ter até 694 lotes do tamanho padrão ( $12 \times 30 \text{ m}$ ). Ou seja, o bairro está apenas em 58% de sua capacidade de lotes. Por outro lado, há lotes com medidas variadas – ou muito menores ou muito maiores que o valor padrão e isso pode estar associado com o fato de que o uso desses lotes seja comercial. Apenas 10 lotes apresentaram área inferior a  $125 \text{ m}^2$ . Um mapa com os lotes estimados pode ser visto no Apêndice F, que mostra também a área construída para toda a cobertura da ortofoto de 2024 sobre os bairros Cidade Jardim e Morada Nova.

Olhando para dentro dos lotes gerou-se o Mapa Comparativo de Área Construída do bairro Cidade Jardim para os anos de 2019 e 2024 – figura 41.

Figura 41 - Mapa comparativo de área construída do bairro Cidade Jardim.

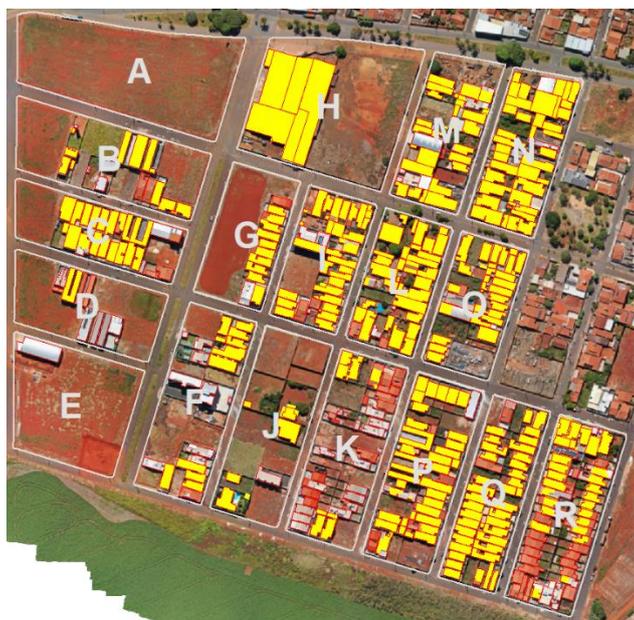


Fonte: O autor (2025).

As regiões central e leste do bairro já apresentavam maior adensamento de área construída em 2019 e isso pode ser visto em destaque pelos polígonos amarelos da figura 42 – quadras M, N, L e O. Por outro lado, à sudeste da área foram encontrados muitos polígonos de novas áreas construídas em 2024 – polígonos de linha vermelha, quadras K e R. E isso pode ter relação com o fato de essa quadra e as adjacentes terem sido implantadas após 2013. Até esse ano a área era de plantio de café.

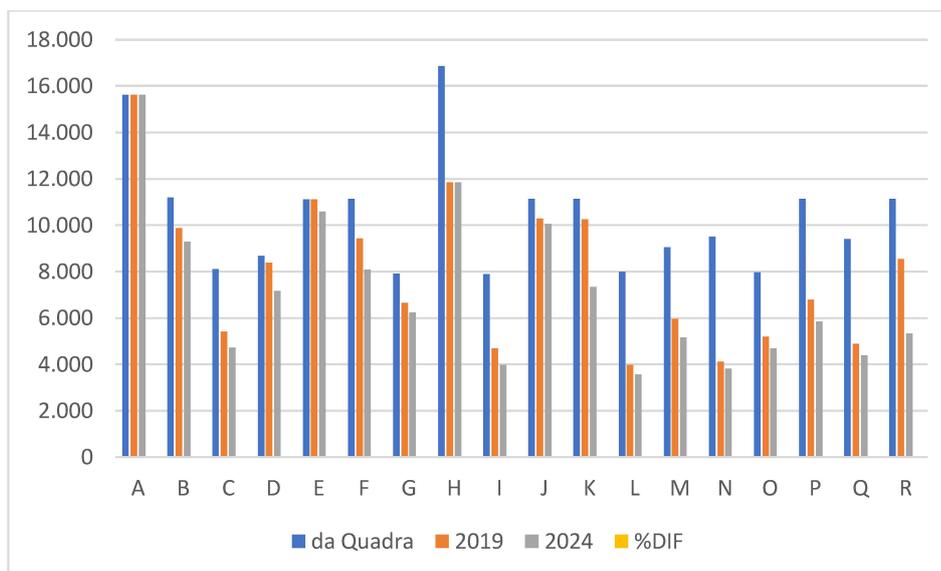
A síntese apresentada na figura 42 mostra uma compilação do Mapa Comparativo de Área Construída do bairro Cidade Jardim para os anos de 2019 e 2024 mostrado na figura 41, porém, com indicação das quadras com letras que vão de A até R. Junto a ela está uma tabela com valores de área das quadras nos anos de 2019 e 2024. A coluna ‘da Quadra’ apresenta o valor total de área da quadra, estando ela sem nenhum recorte. Como esperado, para a quadra A esse valor se manteve inteiro mesmo em 2024, pois ela não recebeu nenhuma intervenção desde a implantação do loteamento. Algumas quadras, como a H, não sofreram aumento de ocupação entre 2019 e 2024. No entanto, as quadras K e R cresceram quase 30%, como mostra o gráfico da figura 43.

Figura 42 – Quadras do bairro Cidade Jardim.



QUADRA	ÁREA (m <sup>2</sup> )						
	da Quadra	2019	DIF	%	2024	DIF	%
A	15.628,7	15.628,7	0,0	0,0	15.628,7	0,0	0,0
B	11.202,8	9.860,5	1.342,3	12,0	9.282,4	1.920,3	17,1
C	8.094,8	5.422,6	2.672,2	33,0	4.729,0	3.365,7	41,6
D	8.687,1	8.385,5	301,6	3,5	7.171,9	1.515,2	17,4
E	11.120,7	11.120,7	0,0	0,0	10.594,6	526,1	4,7
H	16.860,4	11.860,0	5.000,4	29,7	11.859,9	5.000,5	29,7
G	7.928,2	6.658,5	1.269,7	16,0	6.222,3	1.705,9	21,5
F	11.149,7	9.433,8	1.715,8	15,4	8.071,8	3.077,9	27,6
I	7.892,8	4.694,9	3.197,9	40,5	3.984,9	3.907,9	49,5
J	11.140,7	10.293,8	846,9	7,6	10.076,3	1.064,4	9,6
M	9.037,1	5.947,1	3.090,0	34,2	5.161,1	3.876,0	42,9
L	8.001,9	3.991,3	4.010,6	50,1	3.577,2	4.424,6	55,3
K	11.135,3	10.245,1	890,2	8,0	7.338,7	3.796,6	34,1
P	11.140,7	6.793,2	4.347,4	39,0	5.851,2	5.289,4	47,5
N	9.509,6	4.128,1	5.381,5	56,6	3.805,9	5.703,6	60,0
O	7.963,3	5.194,8	2.768,5	34,8	4.699,2	3.264,0	41,0
Q	9.414,4	4.879,5	4.534,9	48,2	4.396,9	5.017,5	53,3
R	11.135,0	8.556,9	2.578,1	23,2	5.320,2	5.814,7	52,2

Fonte: O autor (2025).

Figura 43 – Variação dos valores de área (m<sup>2</sup>) das quadras do bairro Cidade Jardim entre 2019 e 2024.

Fonte: O autor (2025).

Este mapeamento resultou em 446 objetos espaciais distribuídos em três classes e cinco subclasses, conforme mostra a Tabela 7. A maioria das feições, 80%, é do tipo residencial com uso da mesma finalidade. A média de área construída em 2019 era 129,6 m<sup>2</sup> e em 2024, de 132,5 m<sup>2</sup>.

Tabela 8 - Classes e subclasses de área construída.

ATRIBUTO				
TIPO	USO	QUANTIDADE	%	DESCRIÇÃO
<b>comercial</b>	galpão	49	11,0	Edificação de uso comercial.
<b>público</b>	caixa d'água	1	0,2	Caixa d'água do DMAE para abastecimento público.
<b>residencial</b>	residencial	357	80,0	Edificação residencial horizontal individual.
	predial	10	2,2	Edificação residencial vertical e/ou coletiva.
	edícula	29	6,5	Edificação com área menor ou igual a 20 m <sup>2</sup> não utilizada para moradia.
<b>TOTAL</b>		446		

Fonte: O autor (2025).

A vetorização da área construída nas duas épocas permitiu ver o nítido crescimento do bairro Cidade Jardim. Na Tabela 8 vê-se que 23,6% da área total é ocupada essa classe, com um crescimento de 6% em cinco anos. Com essa taxa de crescimento, um dos objetos espaciais que pareceu importante mapear foi a área permeável do bairro.

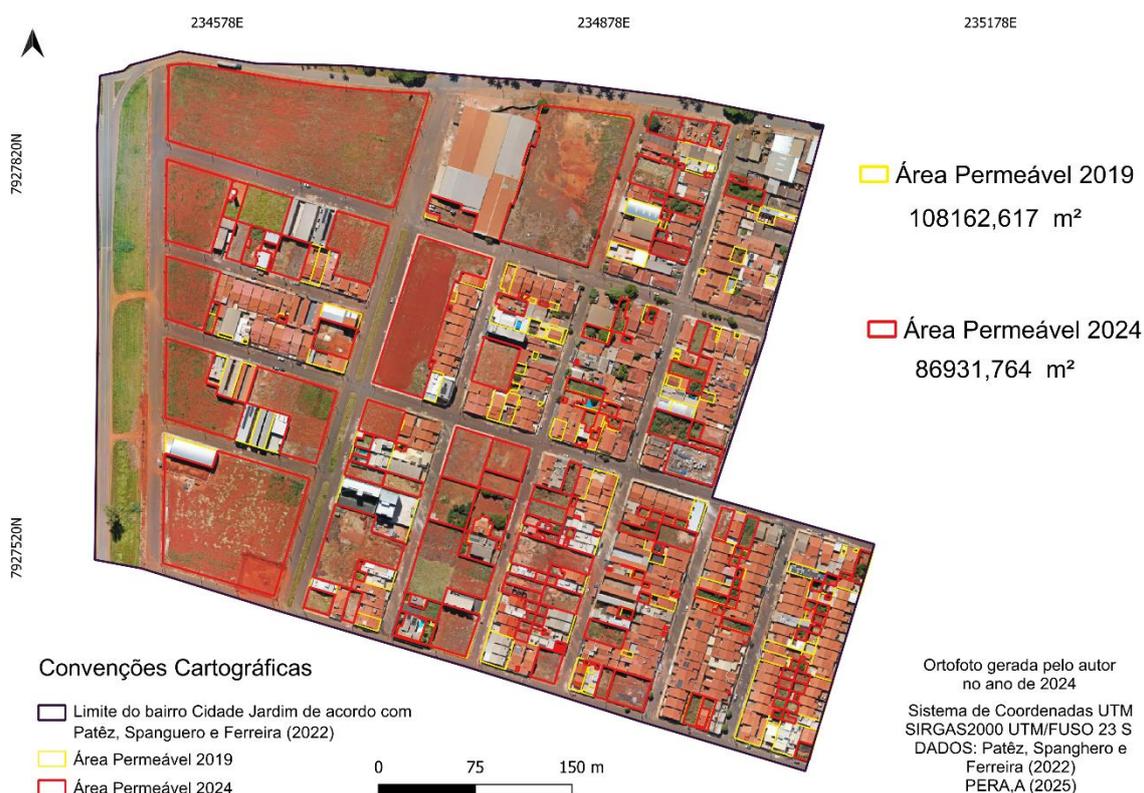
Tabela 9 - Valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro de área construída em 2019 e em 2024.

	2019		2024	
	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)
<b>Média</b>	129,6	49,9	132,5	51,0
<b>Máximo</b>	1.485,3	232,6	1.481,7	232,6
<b>Mínimo</b>	2,8	6,7	4,4	8,5
<b>Total</b>	43.918,7	16.820,9	58.886,8	22.707,3
<b>*Área (%)</b>	17,6		23,6	

\*valor percentual de área em relação à área total do bairro (250.000 m<sup>2</sup>). Fonte: O autor (2025).

O crescimento da área impermeável de uma cidade deve ser constantemente monitorado pelo poder público, pois incrementa a velocidade do escoamento superficial.

Figura 44 – Mapa de Área Permeável do bairro Cidade Jardim entre 2019 e 2024.



Fonte: O autor (2025).

O Mapa de Área Permeável do bairro Cidade Jardim – figura 44 – foi gerado pela relação entre os lotes e área construída para cada época, pois a área que sobra dentro do lote é a área ainda permeável. Pela análise do mapa é possível notar que em seis anos o bairro perdeu mais de 20.000 m<sup>2</sup> de área permeável para o crescimento do número de edificações. Considerando a

posição dos pontos de controle (*Ground Control Points* – Apêndice A) e a altitude de cada um deles Tabela 3, o escoamento superficial do bairro Cidade Jardim tende a ir, evidentemente, para o córrego Mumbuca, mas antes passa por parte do bairro Morada Nova. O PT02 tem 898,2 m de altitude e está na quadra A (figura 42), no extremo esquerdo superior, e é o ponto mais alto do bairro. A queda de altitude vai para a direita inferior da ortofoto, sendo o PT22 o ponto mais baixo, com 882,2 m, o qual se encontra na quadra R. Pelos dados tabulados na Tabela 9 percebe-se que houve uma redução de 8,5% de área permeável no bairro.

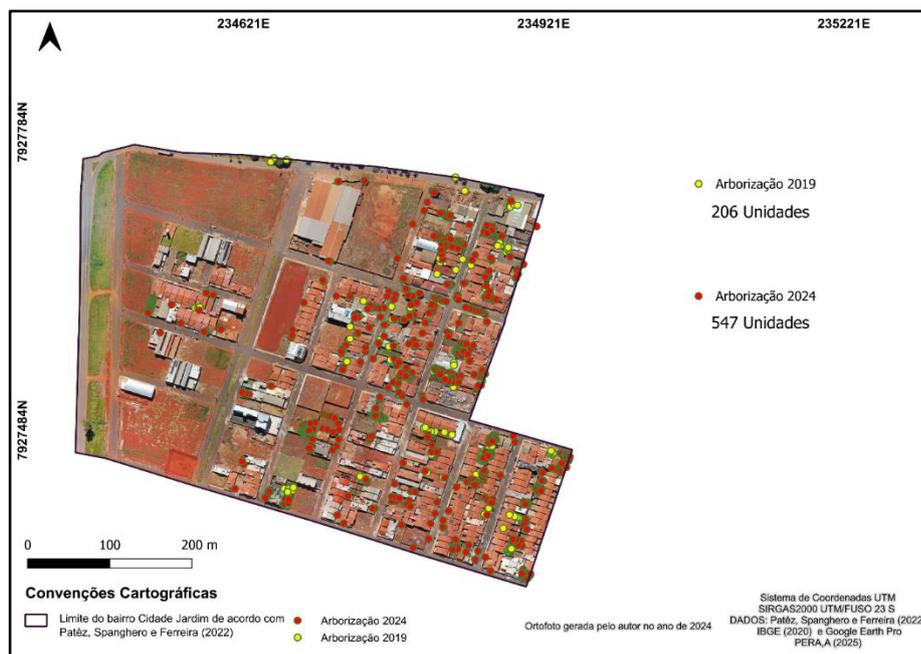
Tabela 10 - Valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro de área permeável em 2019 e em 2024.

	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)
<b>Média</b>	236,1	107,3	218,3	105,5
<b>Máximo</b>	15.628,7	554,5	15.628,7	554,5
<b>Mínimo</b>	0,4	6,9	0,2	11,2
<b>Total</b>	108.162,6	16.820,9	86.931,8	22.707,3
<b>*Área (%)</b>	43,3		34,8	

\*valor percentual de área em relação à área total do bairro (250.000 m<sup>2</sup>). Fonte: O autor (2025).

A realidade que pode mitigar o aumento da velocidade do escoamento superficial no bairro Cidade Jardim é a manutenção de áreas verdes e árvores e com essa intenção decidiu-se por vetorizar as árvores do bairro entre 2019 e 2024, mostradas na figura 45. Contrariando todas as expectativas, o número de árvores no bairro cresceu mais de 100% no período. De fato, cresceu 132%, pois o valor foi de 206 árvores em 2019 para 547 em 2024. Do total de 547, 525 árvores estão dentro das quadras. Ou seja, ou estão no passeio ou dentro do lote, indicando um comportamento da população. A quadra L (figura 42) tinha o maior número de árvores em 2019 – 28. Valor igual ao da quadra R. E estes valores corresponderam a 14,7% do total da época. Mas em 2024, a mesma quadra L apresentou 55 árvores e a R, 71 (veja a Tabela 10). A quadra R em 2024 foi a que tinha o maior valor percentual de árvores – 13,5%. A Tabela 10 traz a relação de distribuição das árvores pelas quadras do bairro Cidade Jardim.

Figura 45 – Mapa de Arborização do bairro Cidade Jardim entre 2019 e 2024.



Fonte: O autor (2025).

Tabela 11 – Relação entre a distribuição de árvores no bairro Cidade Jardim por quadras em 2019 e em 2024.

2019			2024		
QUADRA	Nº ÁRVORES	%	QUADRA	Nº ÁRVORES	%
C	3	1,6	C	24	4,6
H	3	1,6	D	1	0,2
I	13	6,8	F	7	1,3
J	21	11,1	G	6	1,1
K	5	2,6	H	5	1,0
L	28	14,7	I	26	5,0
M	11	5,8	J	60	11,4
N	23	12,1	K	35	6,7
O	21	11,1	L	55	10,5
P	12	6,3	M	54	10,3
Q	28	14,7	N	38	7,2
R	22	11,6	O	55	10,5
			P	27	5,1
			Q	61	11,6
			R	71	13,5

Fonte: O autor (2025).

Os outros dois objetos espaciais vetorizados foram piscinas e painel solar, pois julgou-se que eles dão uma dimensão de como o bairro Cidade Jardim está se diferenciando dos bairros adjacentes.

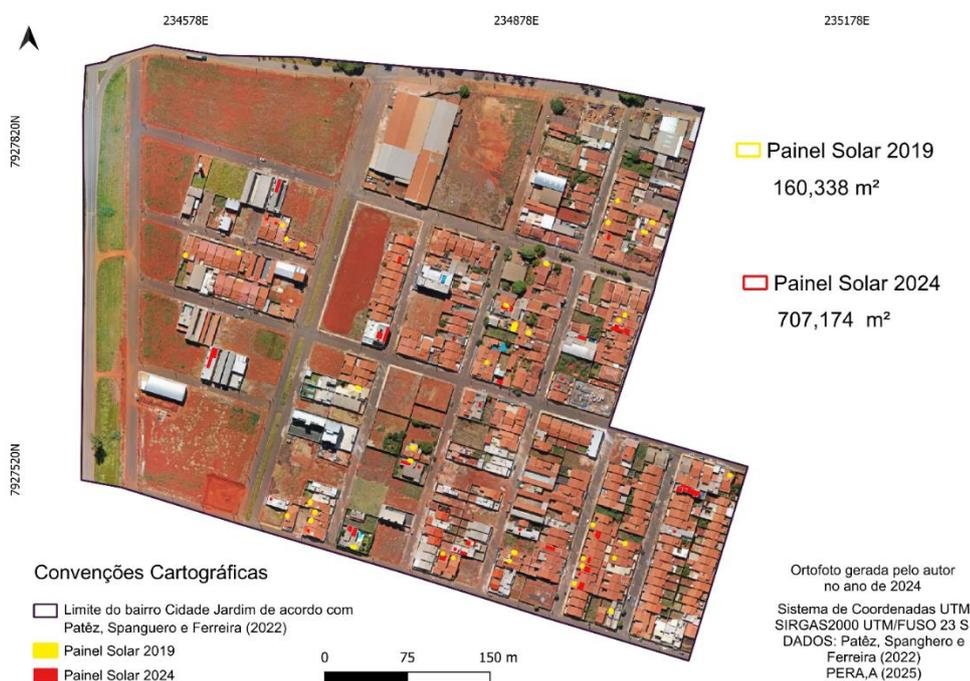
A figura 46 traz o mapa de comparação de painéis solares instalados no bairro nas duas datas estudadas. Foram vetorizadas 37 unidades de painel solar em 2019 e 86 em 2024 e houve um aumento de 4,4 vezes de aparelhos em 2024. Em 2019 havia apenas 160,3 m<sup>2</sup> de área de painel solar no bairro, enquanto em 2024 a área foi de 707,2 m<sup>2</sup>, conforme Tabela 11.

Tabela 12 - Valores médios, máximo e mínimo de área e perímetro de painel solar em 2019 e em 2024.

	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)
<b>Média</b>	4,3	8,5	8,2	11,8
<b>Máximo</b>	13,4	13,4	41,1	41,7
<b>Mínimo</b>	2,8	6,7	1,2	4,5
<b>Total</b>	160,3	314,6	707,2	1.015,2
<b>*Área (%)</b>	0,06		0,28	

\*valor percentual de área em relação à área total do bairro (250.000 m<sup>2</sup>). Fonte: O autor (2025).

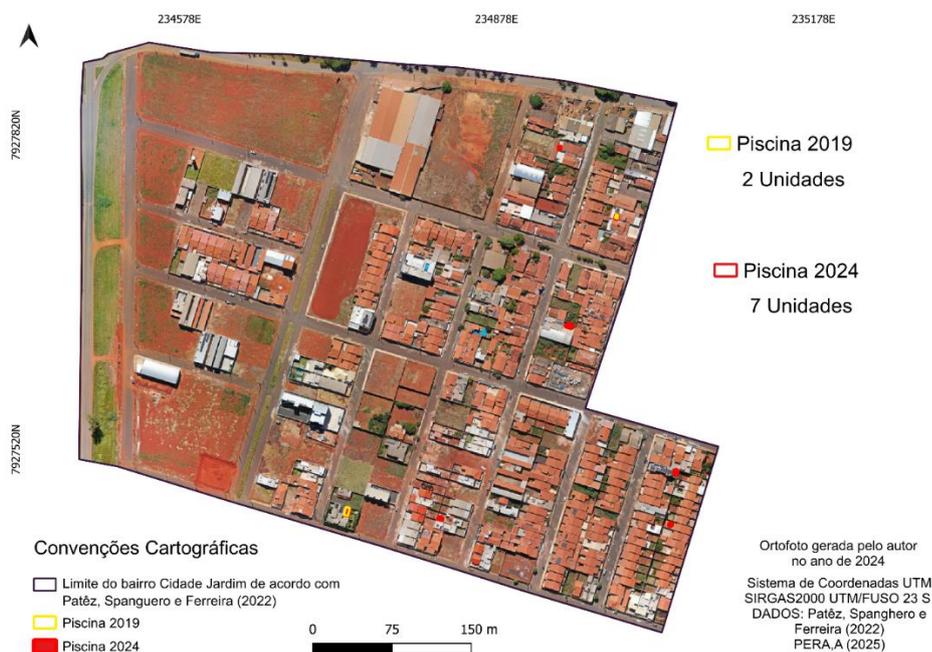
Figura 46 – Mapa de Painel Solar no bairro Cidade Jardim em 2019 e em 2024.



Fonte: O autor (2025).

Em 2019 foram identificadas na ortofoto duas piscinas no bairro Cidade Jardim e em 2024, sete. Assim como os painéis solares, as piscinas se localizaram nas unidades bairro construídas em 2024, nas novas quadras e lotes.

Figura 47 - Mapa de Piscina no bairro Cidade Jardim em 2019 e em 2024.



Fonte: O autor (2025).

O crescimento do número de painéis solares mostra uma preocupação da população em relação à energia limpa por ela custar menos no Brasil. Entretanto, somente as novas áreas construídas é que apresentaram esse item, indicando que a população mais antiga do bairro Cidade Jardim não compartilha dessa preocupação. Já o crescimento do número de piscinas denota uma possível mudança no padrão econômico do bairro. Mas deve ser monitorado pelo poder público, especialmente o setor de saúde, para que a manutenção adequada seja feita para não causar o surgimento de focos de dengue.

## 7 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A elaboração deste trabalho permitiu a comparação do crescimento do bairro Cidade Jardim entre os anos de 2019 e 2024. A produção da ortofoto de 2024 e a extração dela das feições lote, área construída, área permeável, arborização, painel solar e piscina deu uma dimensão de como este bairro difere dos demais bairros da cidade no sentido de que a malha urbana não projetada pode ser reorganizada para melhorar a vida da população.

Sem dúvida a alocação do campus Monte Carmelo da UFU promoveu o crescimento do bairro e com imóveis residenciais destinados a kitnet e república, até então pouco utilizados na cidade. As instalações prediais trouxeram também para o dia a dia do carmelitano a construção de apartamentos nessa região da cidade, ainda que a maioria do bairro seja de casas.

A novidade positiva ficou por conta do aumento significativo do número de árvores na área de estudo, pois em outros pontos da cidade o hábito é derrubar árvores para aumentar espaço de estacionamento.

Em relação aos lotes do bairro, conclui-se que o bairro tem potencial para ter 694 lotes de medidas padrão 12 x 30 m, mas atualmente apresenta 406 implantados com área média de 330 m<sup>2</sup>.

Finalmente recomenda-se que sejam mapeados os bairros adjacentes ao Cidade Jardim – Morada Nova e do Carmo – aproveitando a base de dados já iniciada com este trabalho. Recomenda-se também que a Secretaria Municipal de Saúde se utilize do georreferenciamento das piscinas que este trabalho apresentou para monitorar se o seu uso está adequado ao não surgimento de focos de dengue.

## 8 REFERÊNCIAS

ARAÚJO, João Pedro Marinho; ALBUQUERQUE, Emanuel Lindemberg Silva. EXPANSÃO URBANA E SEUS IMPACTOS NA BACIA HIDROGRÁFICA NOS RESIDENCIAIS TORQUATO NETO II, III E IV EM TERESINA, PIAUÍ. **Estudos Geográficos: Revista Eletrônica de Geografia**, v. 20, n. 1, p. 22-35, 2022.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Disponível em: [L10257 \(planalto.gov.br\)](https://www.planalto.gov.br/legis/leis/l10257.htm). Acesso em: 07 de dezembro de 2022.

DA MOTTA, Diana Meirelles; AJARA, Cesar. Configuração da rede urbana do Brasil. **Revista Paranaense de Desenvolvimento-RPD**, n. 100, p. 5-23, 2001.

DJI. **PHANTON 4 Especificações**. Disponível em: <https://www.dji.com/br/phantom-4-adv?site=brandsite&>

HOFFMANN, Rosa Cristina; MIGUEL, Renato Abib Dutra; PEDROSO, Daiane Cristina. A importância do planejamento urbano e da gestão ambiental para o crescimento ordenado das cidades. **Revista Engenharia e Tecnologia**, v. 3, nº 3, p. 70, 2011

IBGE. **Cidades e Estados: Monte Carmelo**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/mg/monte>

JAPIASSÚ, Luana Andressa Teixeira; LINS, Regina Dulce Barbosa. As diferentes formas de expansão urbana. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 02, n. 13, 2014, pp. 15-25, 2014.

MARTINS, George Deroco; BRAVO, João Vitor Meza. UMA ANÁLISE DAS CONSEQUÊNCIAS DA IMPLANTAÇÃO DO CAMPUS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA NA EVOLUÇÃO URBANA DE MONTE CARMELO POR MEIO DE IMAGENS MULTIESPECTRAIS DE BAIXO CUSTO.

NECKEL, Nicolas Roberto *et al*; Drone e vants como ferramenta para levantamento de áreas de difícil acesso. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.12, p. 115809-115824, dec. 2021.

Pix4D. **Pix4Dmapper Guia para iniciantes**. 24 p. Disponível em: [https://s3.amazonaws.com/mics.pix4d.com/KB/Getting+Started+PDFs/traductions/Pix4Dmapper\\_Getting\\_Started\\_Master\\_4.0\\_PT\\_FINAL.pdf](https://s3.amazonaws.com/mics.pix4d.com/KB/Getting+Started+PDFs/traductions/Pix4Dmapper_Getting_Started_Master_4.0_PT_FINAL.pdf). Acesso em: 11 jan. 2023.

PEDREIRA, Wállace John Pereira; 2017. **Avaliação da acurácia altimétrica de mapeamento topográfico usando VANT**. Dissertação, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, p.28-52.

RIGATTI, Décio. Loteamentos, expansão e estrutura urbana. **Paisagem e Ambiente**, n. 15, p. 35-69, 2002.

HUFFNER, João Gabriel Pinheiro; OLIVEIRA, Ana Rosa Ferreira. Crescimento urbano desordenado no município de Ponta de Pedras na Ilha do Marajó: Um estudo de caso do bairro do Carnapijó. **InterEspaço: Revista de Geografia e interdisciplinaridade**, p. 159-181, 2017.

## APÊNDICE A

# Agisoft Metashape

Processing Report  
17 June 2024



## Survey Data

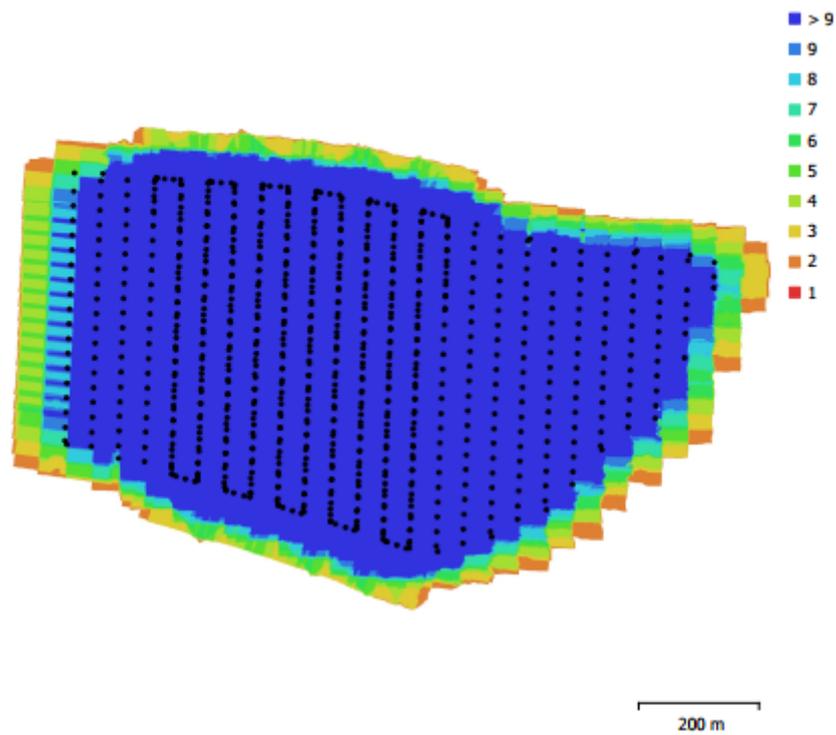


Fig. 1. Camera locations and image overlap.

Number of images:	816	Camera stations:	816
Flying altitude:	151 m	Tie points:	510,340
Ground resolution:	3.09 cm/pix	Projections:	2,454,052
Coverage area:	0.731 km <sup>2</sup>	Reprojection error:	0.864 pix

Camera Model	Resolution	Focal Length	Pixel Size	Precalibrated
L1D-20c (10.26mm)	5472 x 3648	10.26 mm	2.41 x 2.41 $\mu$ m	No

Table 1. Cameras.

## Camera Calibration

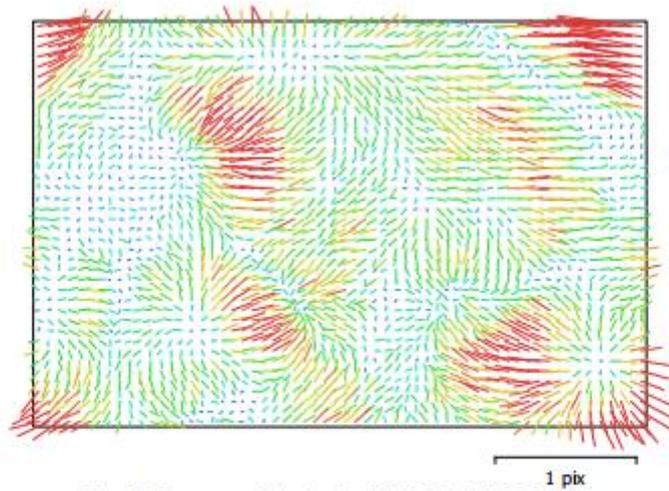


Fig. 2. Image residuals for L1D-20c (10.26mm).

### L1D-20c (10.26mm)

816 images

Type	Resolution	Focal Length	Pixel Size
<b>Frame</b>	<b>5472 x 3648</b>	<b>10.26 mm</b>	<b>2.41 x 2.41 <math>\mu</math>m</b>

	Value	Error	F	Cx	Cy	B1	B2	K1	K2	K3	K4	P1	P2	P3	P4
F	4556.65	1.3	1.00	-0.37	-0.21	-0.52	0.05	-0.01	-0.07	0.10	-0.14	-0.09	-0.09	0.05	-0.07
Cx	-29.7579	0.041		1.00	0.12	0.15	0.02	0.01	0.02	-0.03	0.04	0.31	0.21	0.15	-0.10
Cy	-15.1337	0.031			1.00	0.09	-0.05	0.00	0.01	-0.02	0.03	0.14	0.25	0.10	-0.08
B1	-19.1329	0.01				1.00	-0.03	0.01	0.02	-0.04	0.06	0.04	0.05	-0.03	0.04
B2	0.495107	0.0084					1.00	-0.01	0.00	-0.00	-0.00	-0.01	-0.01	0.01	-0.00
K1	0.00122198	4.3e-005						1.00	-0.97	0.92	-0.87	0.05	0.05	0.07	-0.08
K2	-0.0219645	0.00032							1.00	-0.99	0.96	-0.05	-0.05	-0.09	0.10
K3	0.0613015	0.00095								1.00	-0.99	0.05	0.06	0.10	-0.12
K4	-0.0630139	0.00095									1.00	-0.06	-0.06	-0.12	0.14
P1	-0.00102881	3e-006										1.00	0.86	0.91	-0.81
P2	-0.000484509	1.4e-006											1.00	0.86	-0.79
P3	1.39572	0.016												1.00	-0.97
P4	-1.15322	0.021													1.00

Table 2. Calibration coefficients and correlation matrix.

## Camera Locations

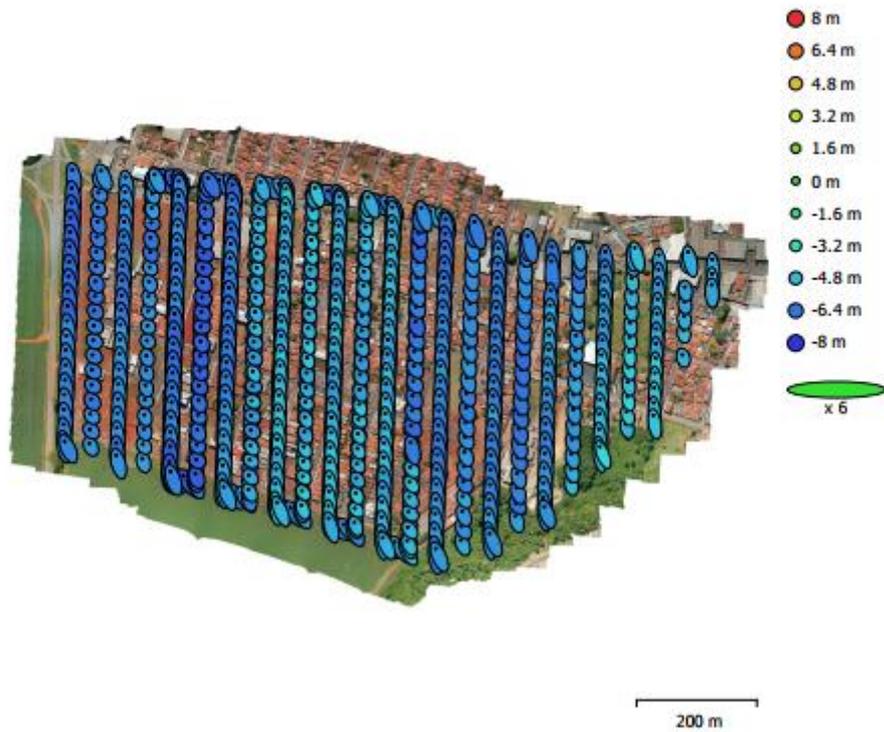


Fig. 3. Camera locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.  
 Estimated camera locations are marked with a black dot.

X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	XY error (m)	Total error (m)
0.757063	4.65488	5.88175	4.71605	7.53897

Table 3. Average camera location error.  
 X - Longitude, Y - Latitude, Z - Altitude.

## Ground Control Points

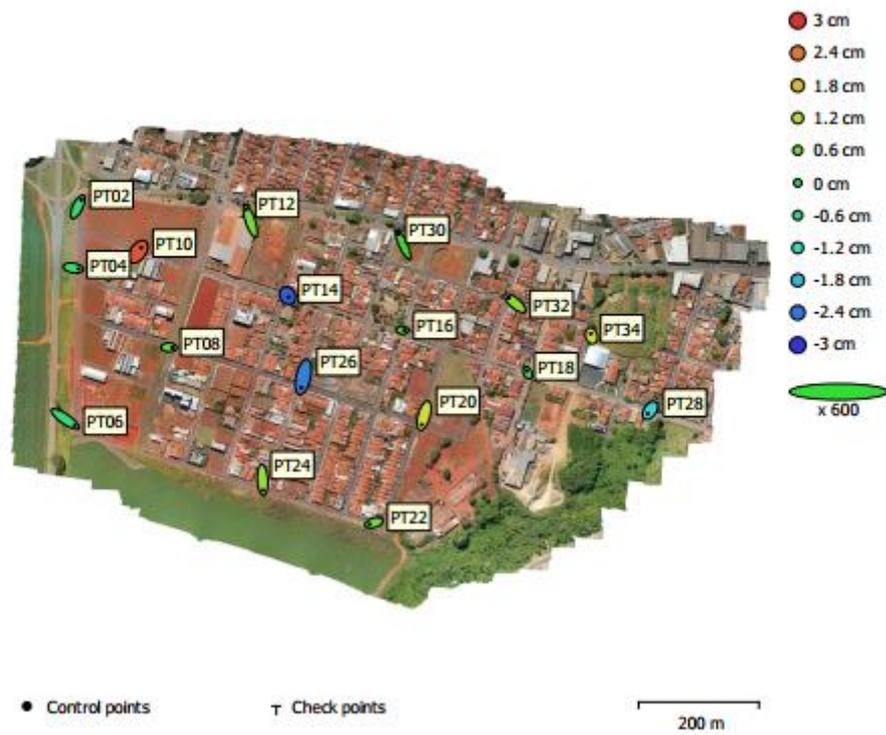


Fig. 4. GCP locations and error estimates.

Z error is represented by ellipse color. X,Y errors are represented by ellipse shape.  
 Estimated GCP locations are marked with a dot or crossing.

Count	X error (cm)	Y error (cm)	Z error (cm)	XY error (cm)	Total (cm)
17	2.22775	3.64796	1.30374	4.2744	4.46881

Table 4. Control points RMSE.

X - Longitude, Y - Latitude, Z - Altitude.

<b>Label</b>	<b>X error (cm)</b>	<b>Y error (cm)</b>	<b>Z error (cm)</b>	<b>Total (cm)</b>	<b>Image (pix)</b>
PT02	1.90878	4.02891	-0.598686	4.49822	2.109 (13)
PT04	2.91464	-0.496679	-0.586511	3.01427	0.872 (12)
PT06	5.31145	-3.71285	-0.654256	6.51343	1.547 (14)
PT08	1.90067	-0.100155	0.341469	1.93369	0.570 (24)
PT10	1.64671	2.28872	2.68357	3.89249	1.079 (22)
PT12	-2.18954	6.58162	0.533181	6.95673	1.263 (47)
PT14	0.427143	-0.731699	-2.61487	2.74871	0.733 (38)
PT16	1.20473	-0.00987386	0.00345013	1.20477	0.834 (37)
PT18	-0.521038	1.15539	-0.14758	1.276	0.513 (20)
PT20	-1.3991	-5.0199	1.40708	5.39785	1.030 (31)
PT22	-2.40843	-0.808355	0.543718	2.598	1.400 (14)
PT24	0.337638	-5.84065	0.878373	5.91598	1.218 (37)
PT26	-1.28659	-5.92796	-2.2996	6.48723	0.747 (42)
PT28	-1.22948	-1.79955	-1.57894	2.69129	1.782 (13)
PT30	-2.76816	6.04798	0.0696538	6.65174	1.006 (44)
PT32	-3.48865	2.999	0.766182	4.66387	0.962 (19)
PT34	-0.35075	1.26958	1.37221	1.90206	0.884 (20)
<b>Total</b>	<b>2.22775</b>	<b>3.64796</b>	<b>1.30374</b>	<b>4.46881</b>	<b>1.076</b>

Table 5. Control points.  
X - Longitude, Y - Latitude, Z - Altitude.

## Digital Elevation Model

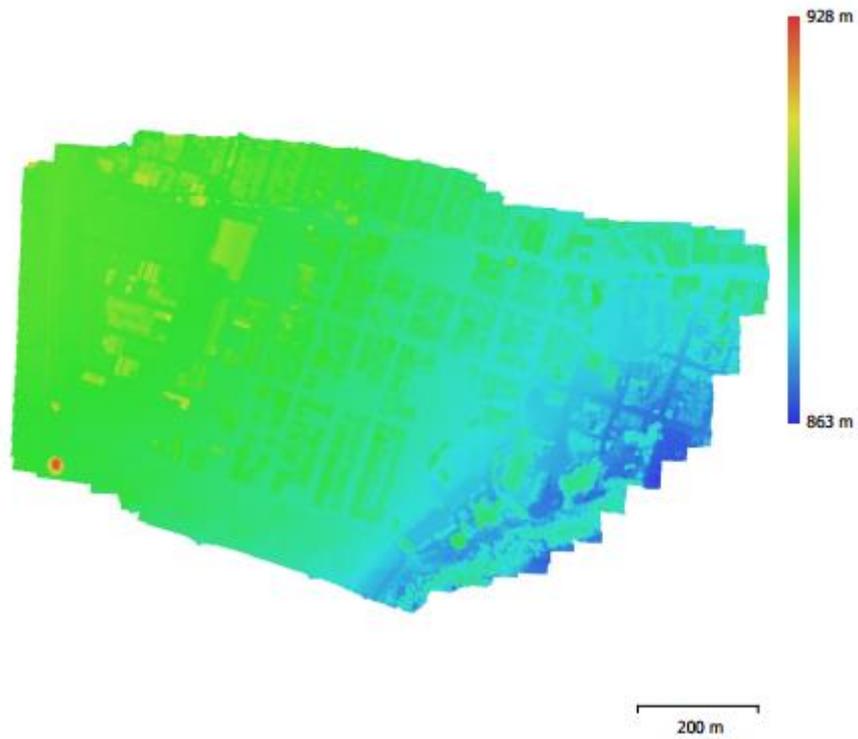


Fig. 5. Reconstructed digital elevation model.

Resolution: 12.4 cm/pix  
Point density: 65.3 points/m<sup>2</sup>

## Processing Parameters

<b>General</b>	
Cameras	816
Aligned cameras	816
Markers	17
Coordinate system	WGS 84 (EPSG::4326)
Rotation angles	Yaw, Pitch, Roll
<b>Point Cloud</b>	
Points	510,340 of 616,703
RMS reprojection error	0.182625 (0.863972 pix)
Max reprojection error	2.64885 (45.5631 pix)
Mean key point size	3.89825 pix
Point colors	3 bands, uint8
Key points	No
Average tie point multiplicity	5.71101
<b>Alignment parameters</b>	
Accuracy	High
Generic preselection	Yes
Reference preselection	Yes
Key point limit	40,000
Tie point limit	4,000
Adaptive camera model fitting	No
Matching time	25 minutes 34 seconds
Alignment time	17 minutes 41 seconds
<b>Optimization parameters</b>	
Parameters	f, b1, b2, cx, cy, k1-k4, p1-p4
Adaptive camera model fitting	No
Optimization time	39 seconds
Software version	1.5.5.9057
<b>Depth Maps</b>	
Count	816
<b>Depth maps generation parameters</b>	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Processing time	2 hours 18 minutes
Software version	1.5.5.9057
<b>Dense Point Cloud</b>	
Points	69,944,135
Point colors	3 bands, uint8
<b>Depth maps generation parameters</b>	
Quality	Medium
Filtering mode	Mild
Processing time	2 hours 18 minutes
<b>Dense cloud generation parameters</b>	
Processing time	2 hours 49 minutes
Software version	1.5.5.9057
<b>DEM</b>	
Size	11,968 x 7,883
Coordinate system	WGS 84 (EPSG::4326)
<b>Reconstruction parameters</b>	
Source data	Dense cloud

---

<b>General</b>	
Interpolation	Enabled
Processing time	2 minutes 31 seconds
Software version	1.5.5.9057
<b>Orthomosaic</b>	
Size	40,637 x 26,160
Coordinate system	WGS 84 (EPSG::4326)
Colors	3 bands, uint8
<b>Reconstruction parameters</b>	
Blending mode	Mosaic
Surface	DEM
Enable hole filling	Yes
Processing time	46 minutes 34 seconds
Software version	1.5.5.9057
<b>Software</b>	
Version	1.5.5 build 9057
Platform	Windows 64

## APÊNDICE B

IBGE 2000								
FID	Shape*	ID	NAME1	NAME2	PARTS	POINTS	LENGTH	AREA
0	Polygon	314310405000038			1	49	6,146889	1,184398
1	Polygon	314310405000016			1	24	3,192992	0,369802
2	Polygon	314310405000015			1	19	1,599639	0,150979

IBGE 2010																
FID	Shape*	ID	CD_GEOCODI	TIPO	CD_GEOCODB	NM_BAIRRO	CD_GEOCODS	NM_SUBDIST	CD_GEOCODD	NM_DISTRIT	CD_GEOCODM	NM_MUNICIP	NM_MICRO	NM_MESO	area	perim
0	Polygon	20487	314310405000020	URBANO			31431040500		314310405	MONTE CARMELO	3143104	MONTE CARMELO	PATROCCNIO	TRIRNGULO MINEIRO/ALTO PARANA	0,09	1,2
1	Polygon	20488	314310405000021	URBANO			31431040500		314310405	MONTE CARMELO	3143104	MONTE CARMELO	PATROCCNIO	TRIRNGULO MINEIRO/ALTO PARANA	0,12	1,62
2	Polygon	20489	314310405000022	URBANO			31431040500		314310405	MONTE CARMELO	3143104	MONTE CARMELO	PATROCCNIO	TRIRNGULO MINEIRO/ALTO PARANA	0,29	2,68
3	Polygon	20505	314310405000048	URBANO			31431040500		314310405	MONTE CARMELO	3143104	MONTE CARMELO	PATROCCNIO	TRIRNGULO MINEIRO/ALTO PARANA	1,95	7,81
4	Polygon	20526	314310405000069	URBANO			31431040500		314310405	MONTE CARMELO	3143104	MONTE CARMELO	PATROCCNIO	TRIRNGULO MINEIRO/ALTO PARANA	0,09	1,49

IBGE 2021															
FID	Shape*	CD_SETOR	CD_SIT	NM_SIT	CD_UF	NM_UF	SIGLA_UF	CD_MUN	NM_MUN	CD_DIST	NM_DIST	CD_SUBDIST	NM_SUBDIST	area	perim
0	Polygon	314310405000020	1	Área Urbana de Alta Densidade de Edificações	31	Minas Gerais	MG	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		0,09	1,2
1	Polygon	314310405000021	1	Área Urbana de Alta Densidade de Edificações	31	Minas Gerais	MG	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		0,13	1,79
2	Polygon	314310405000022	1	Área Urbana de Alta Densidade de Edificações	31	Minas Gerais	MG	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		0,13	1,74
3	Polygon	314310405000048	2	Área Urbana de Alta Densidade de Edificações	31	Minas Gerais	MG	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		0,91	5,66
4	Polygon	314310405000069	1	Área Urbana de Alta Densidade de Edificações	31	Minas Gerais	MG	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		0,09	1,47
5	Polygon	314310405000101	1	Área Urbana de Alta Densidade de Edificações	31	Minas Gerais	MG	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		0,13	1,55
6	Polygon	314310405000102	1	Área Urbana de Alta Densidade de Edificações	31	Minas Gerais	MG	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		0,11	1,58

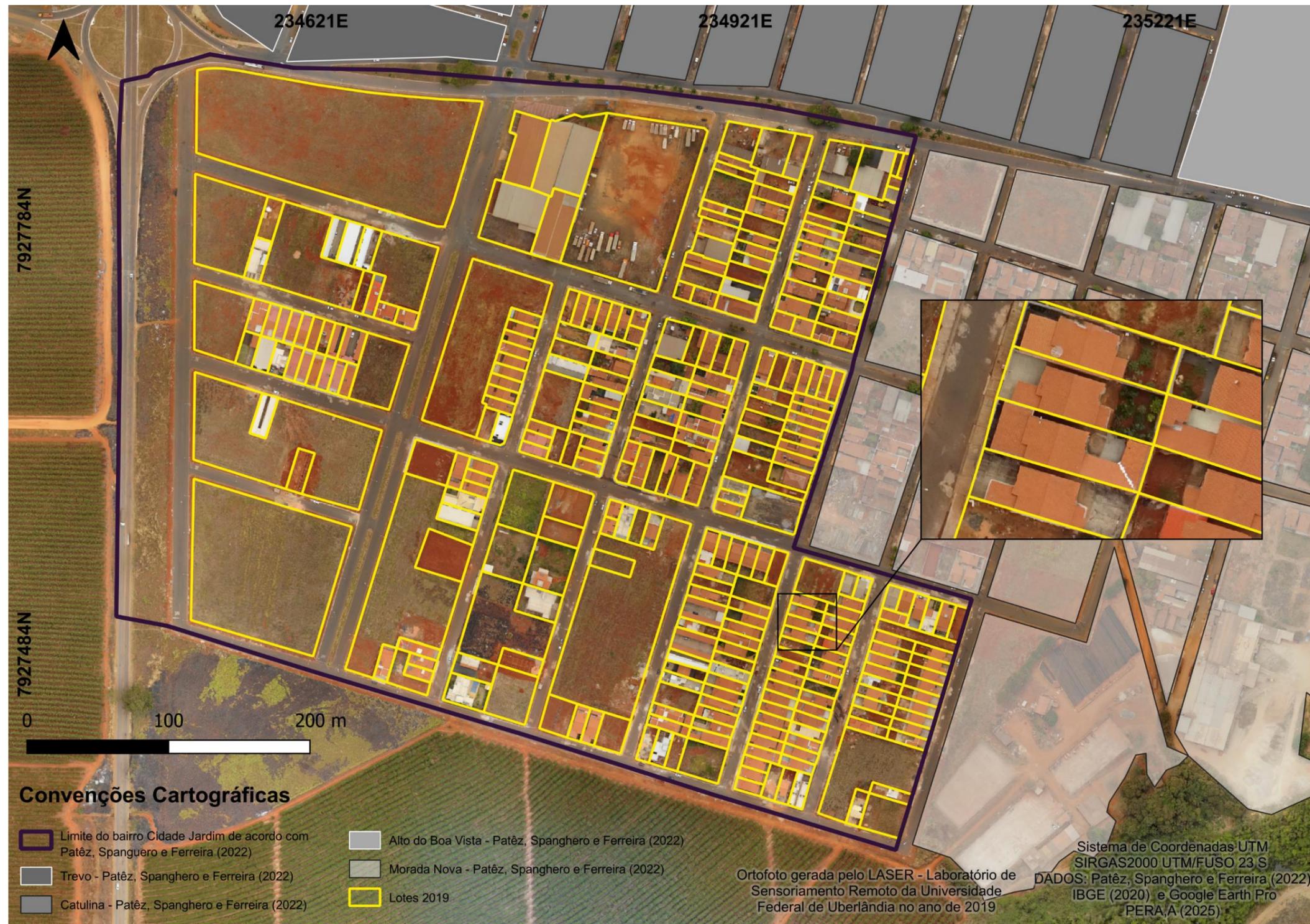
IBGE 2022																
FID	Shape*	CD_SETOR	AREA_KM2	CD_REGIAO	NM_REGIAO	CD_UF	NM_UF	CD_MUN	NM_MUN	CD_DIST	NM_DIST	CD_SUBDIST	NM_SUBDIST	CD_MICRO	NM_MICRO	CD_MESO
0	Polygon	314310405000020P	0,08704	3	Sudeste	31	Minas Gerais	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		31019	Patrocínio	3105
1	Polygon	314310405000021P	0,128902	3	Sudeste	31	Minas Gerais	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		31019	Patrocínio	3105
2	Polygon	314310405000022P	0,1304	3	Sudeste	31	Minas Gerais	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		31019	Patrocínio	3105
3	Polygon	314310405000069P	0,088765	3	Sudeste	31	Minas Gerais	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		31019	Patrocínio	3105
4	Polygon	314310405000101P	0,133781	3	Sudeste	31	Minas Gerais	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		31019	Patrocínio	3105

5	Polygon	314310405000102P	0,110302	3	Sudeste	31	Minas Gerais	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		31019	Patrocínio	3105
6	Polygon	314310405000048P	0,908137	3	Sudeste	31	Minas Gerais	3143104	Monte Carmelo	314310405	Monte Carmelo	31431040500		31019	Patrocínio	3105

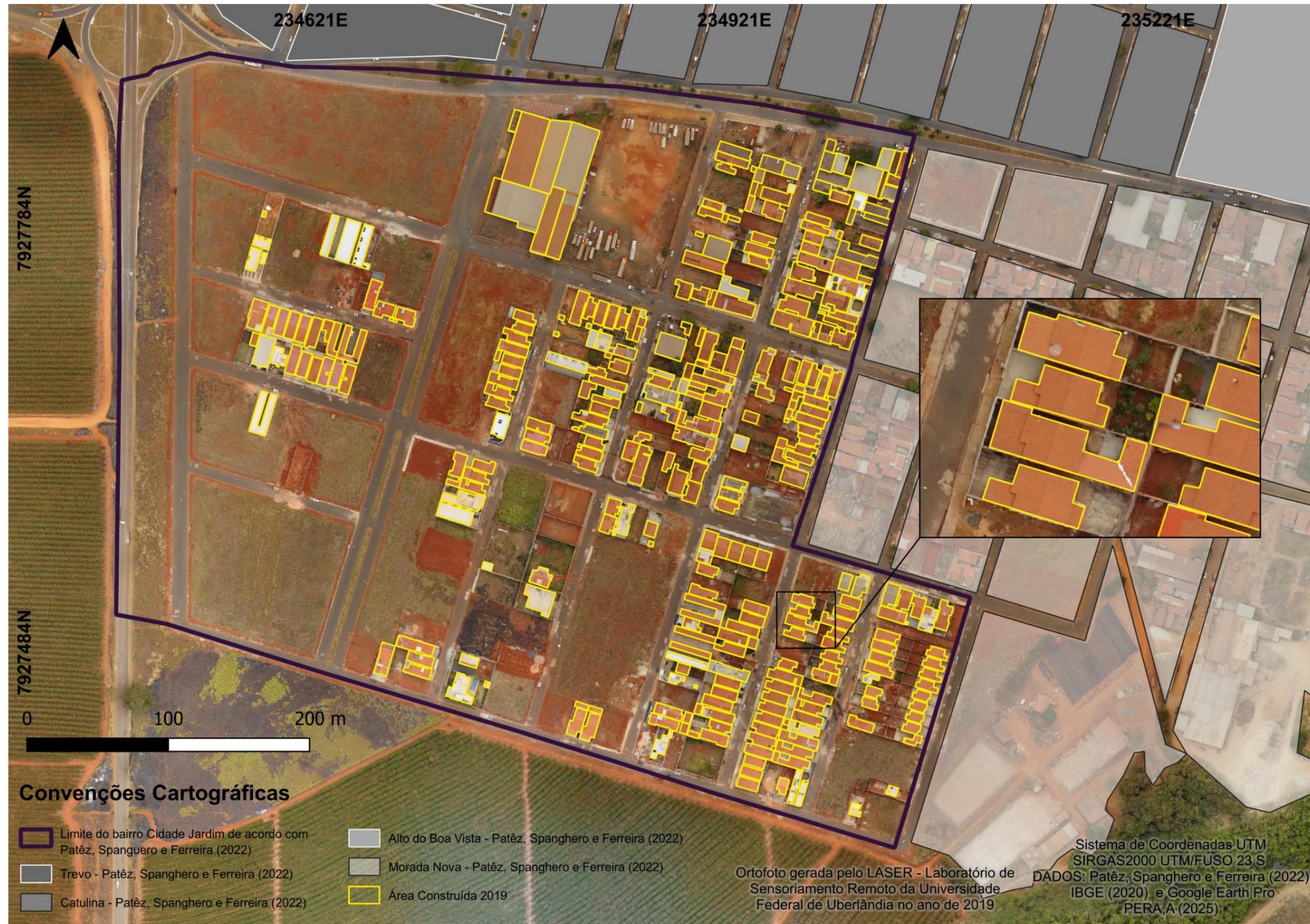
IBGE 2022 - continuação								
NM_MESO	CD_RGI	NM_RGI	CD_RGINT	NM_RGINT	CD_CONCURB	NM_CONCURB	perim	area
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	310061	Monte Carmelo	3111	Uberlândia			1,2	0,09
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	310061	Monte Carmelo	3111	Uberlândia			1,79	0,13
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	310061	Monte Carmelo	3111	Uberlândia			1,74	0,13
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	310061	Monte Carmelo	3111	Uberlândia			1,47	0,09
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	310061	Monte Carmelo	3111	Uberlândia			1,55	0,13
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	310061	Monte Carmelo	3111	Uberlândia			1,58	0,11
Triângulo Mineiro/Alto Paranaíba	310061	Monte Carmelo	3111	Uberlândia			5,66	0,91

### APÊNDICE C

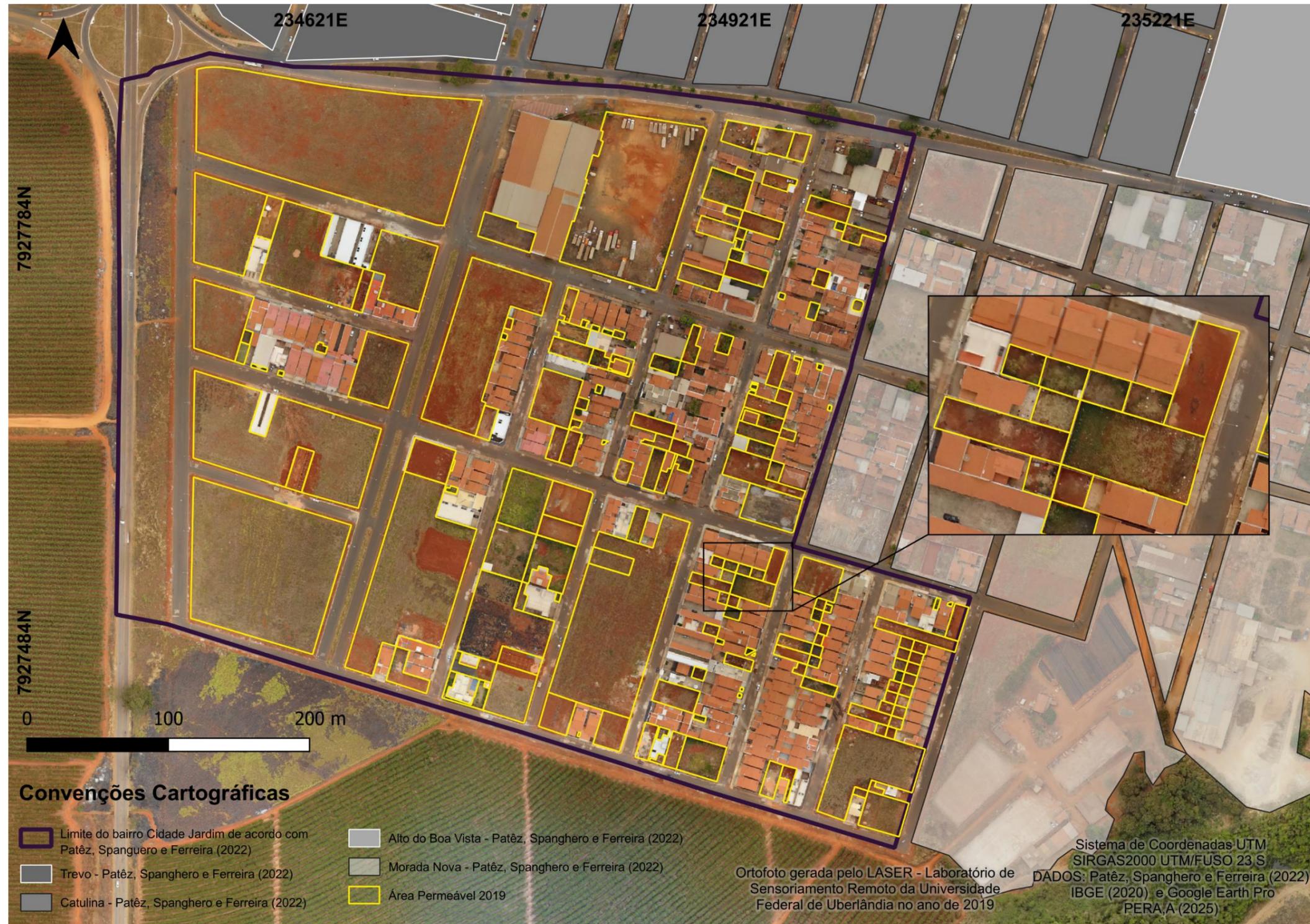
Mapa de lotes do bairro Cidade Jardim para o ano de 2019.



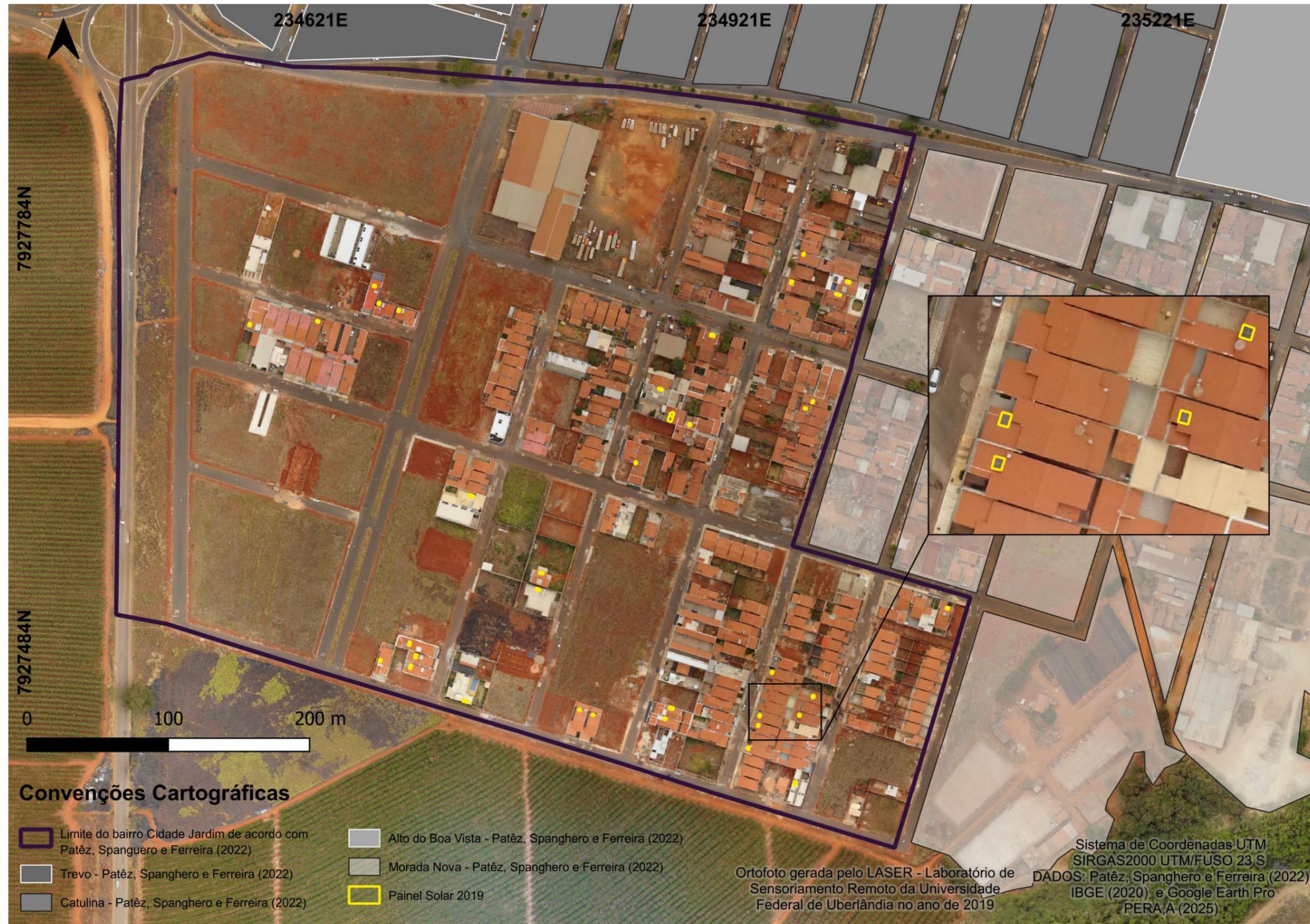
Mapa de área construída do bairro Cidade Jardim para o ano de 2019.



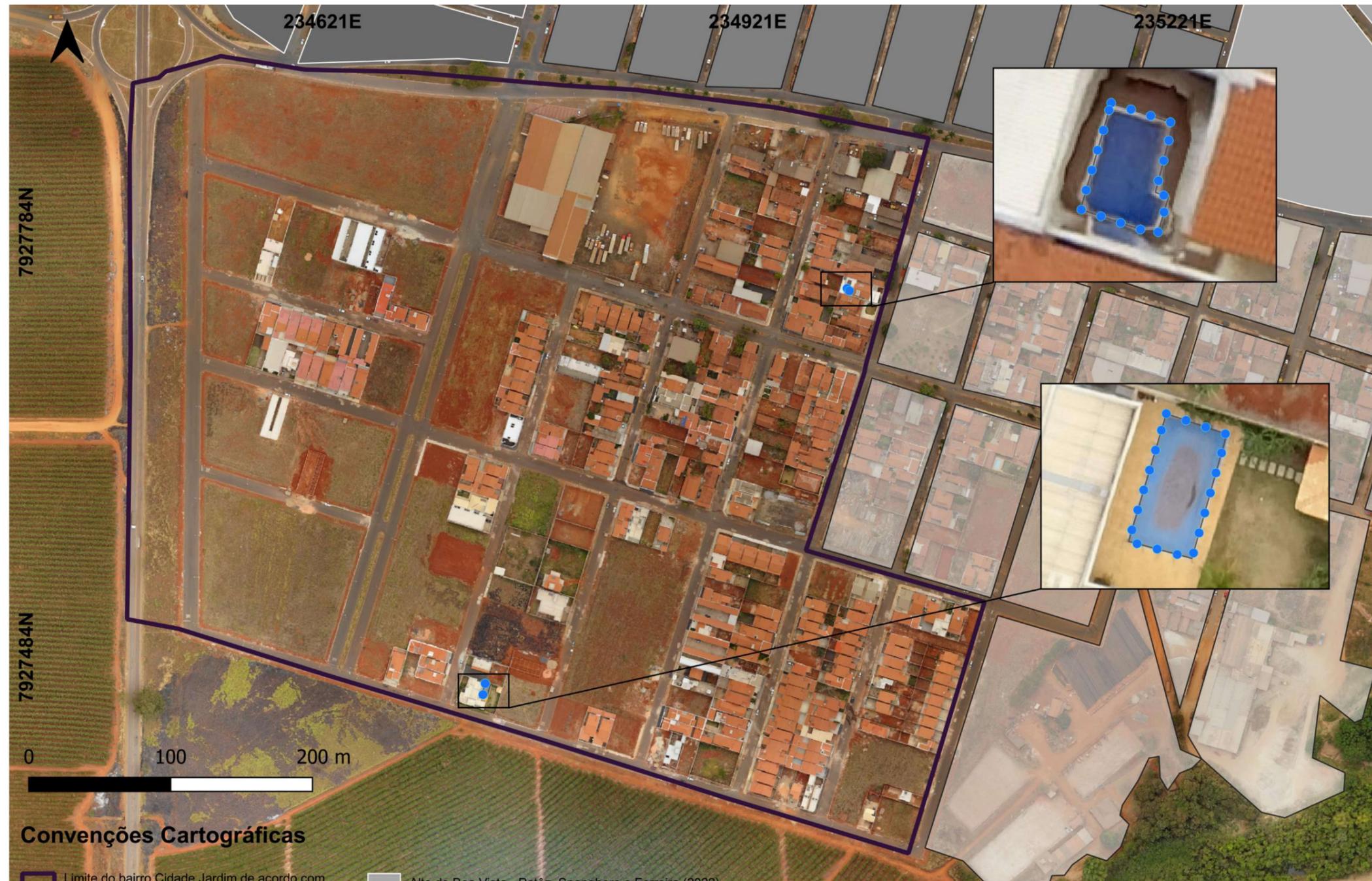
Mapa de área permeável do bairro Cidade Jardim para o ano de 2019.



Mapa de painel solar do bairro Cidade Jardim para o ano de 2019.



Mapa de piscinas do bairro Cidade Jardim para o ano de 2019.

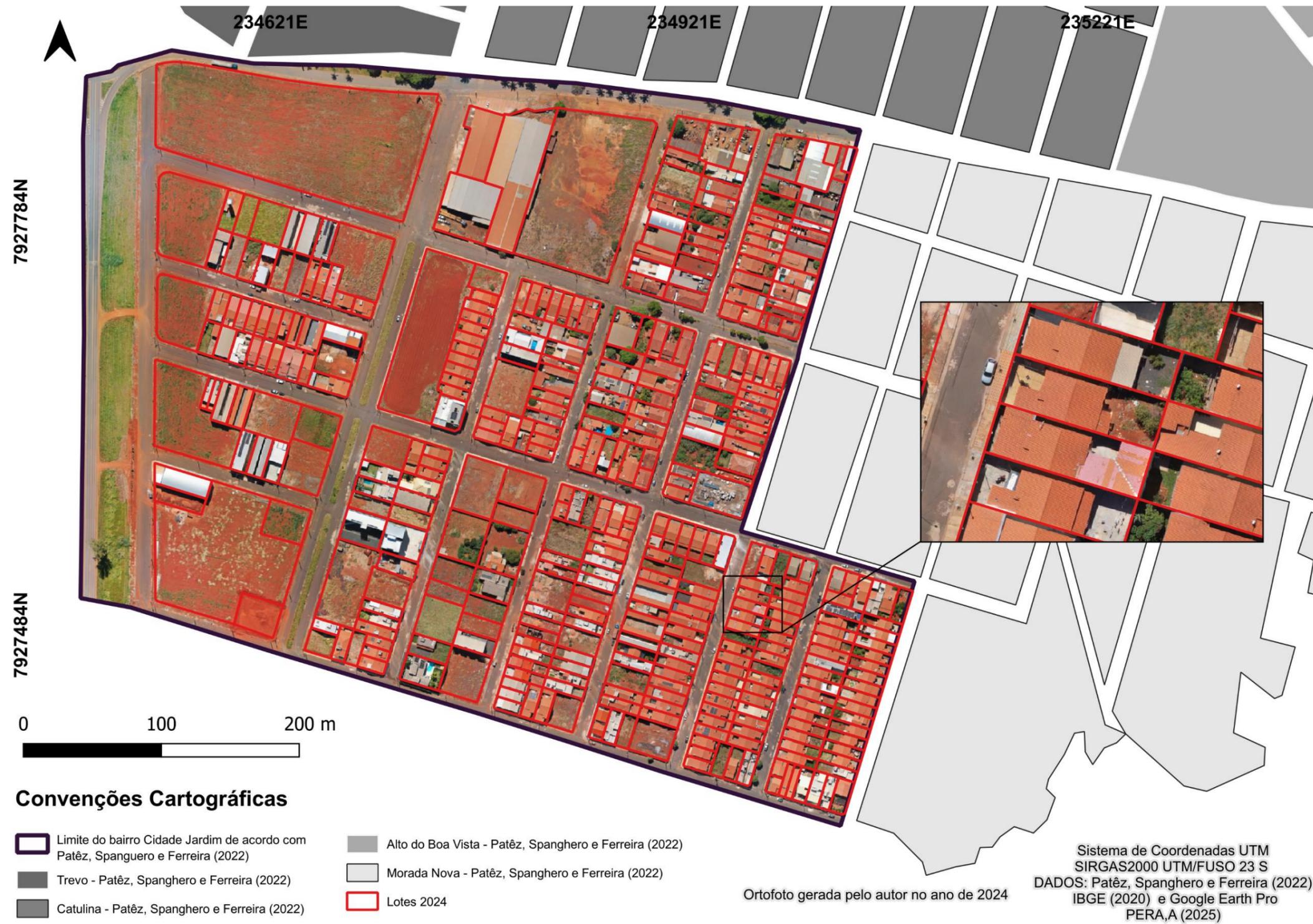


Mapa de arborização do bairro Cidade Jardim para o ano de 2019.



### APÊNDICE D

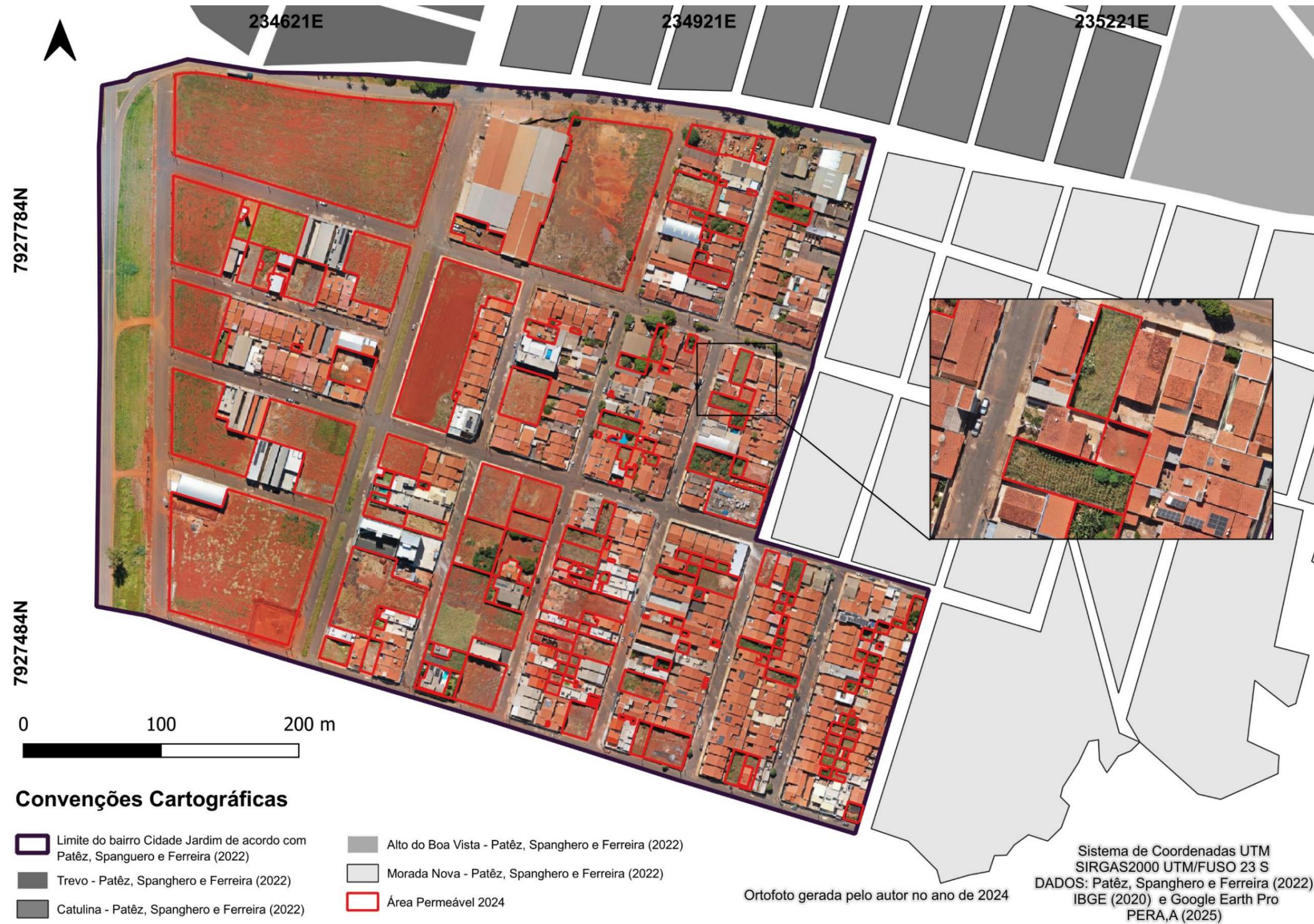
Mapa de lotes do bairro Cidade Jardim para o ano de 2024.



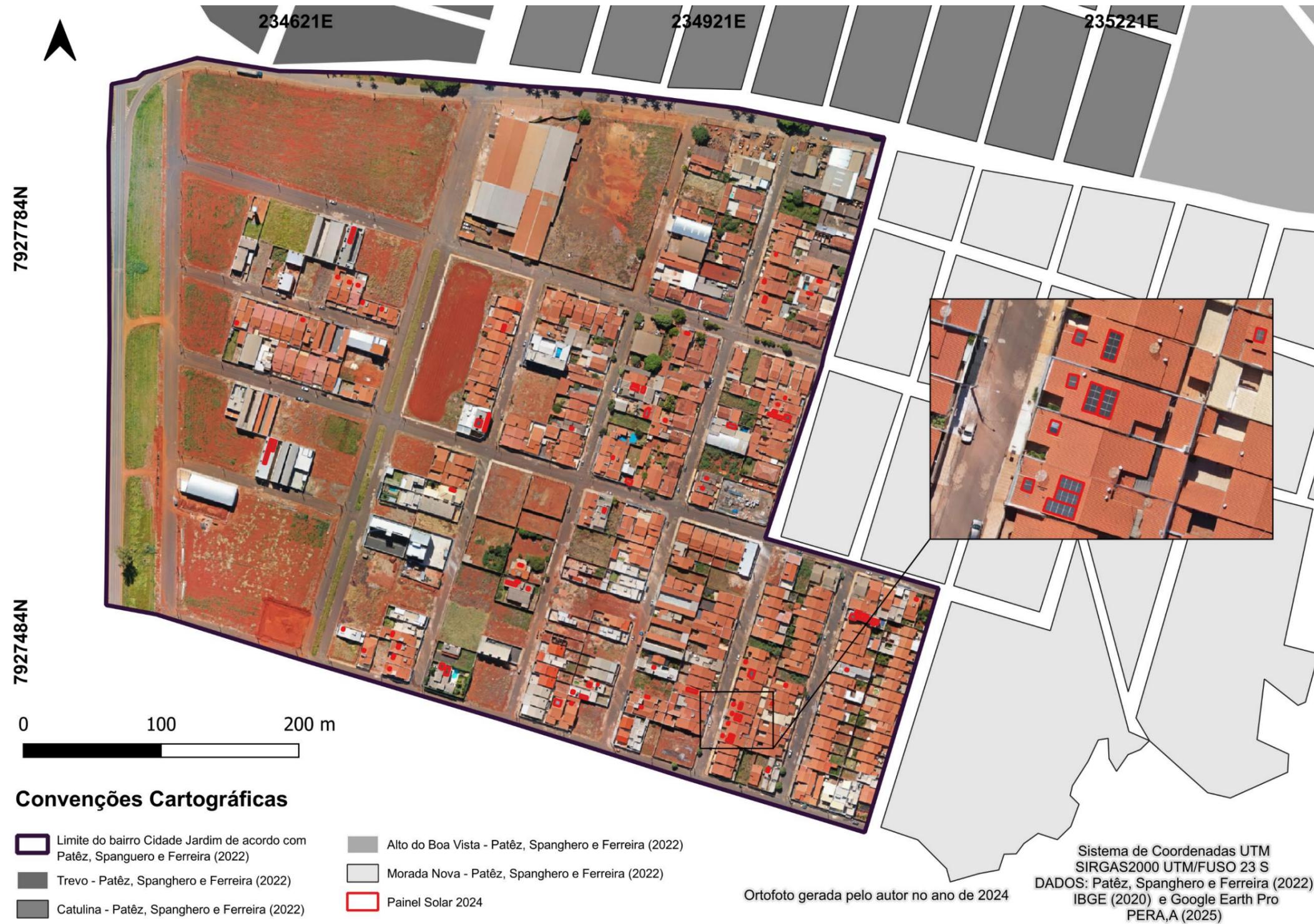
Mapa de área construída do bairro Cidade Jardim para o ano de 2024.



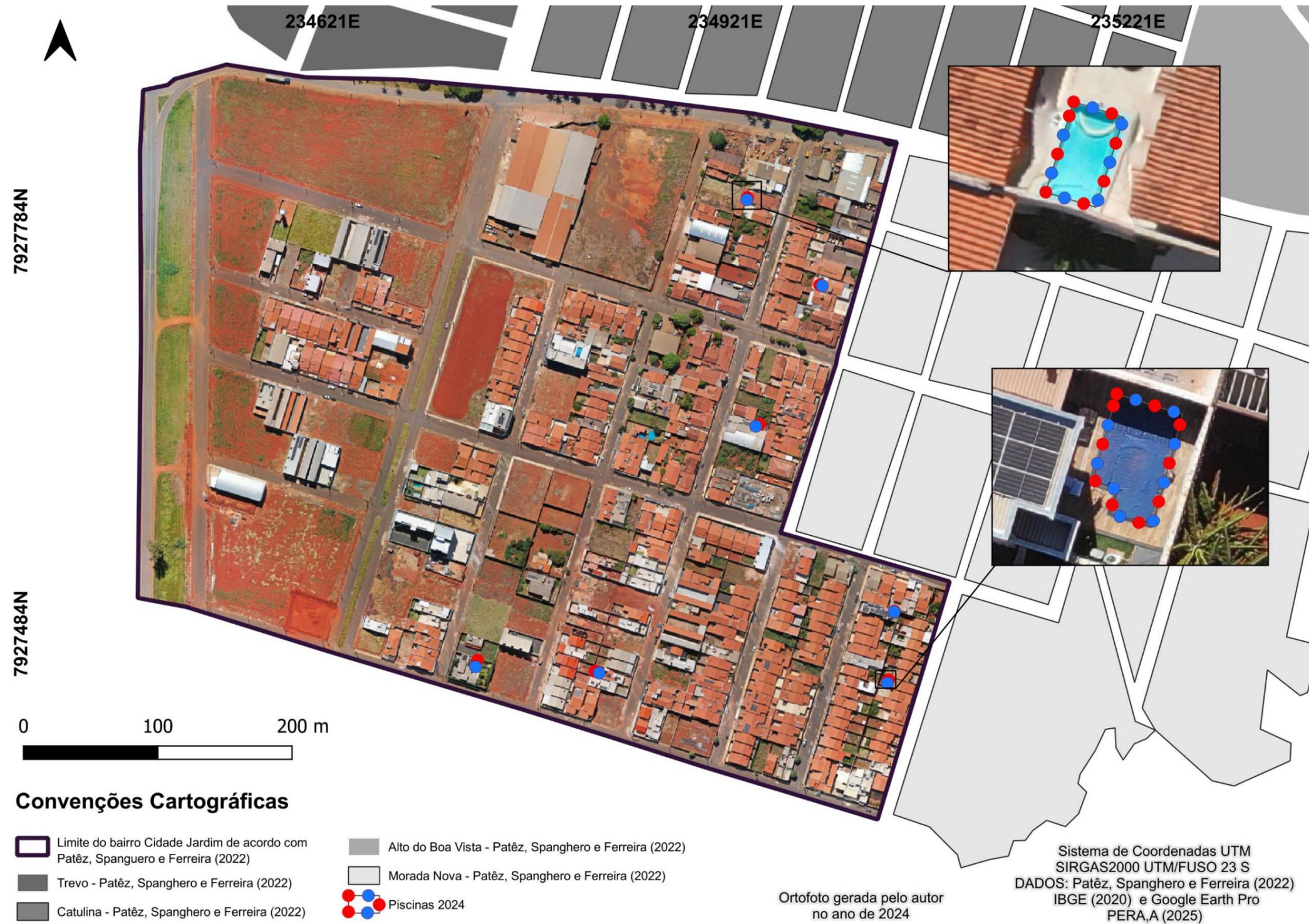
Mapa de área permeável do bairro Cidade Jardim para o ano de 2024.



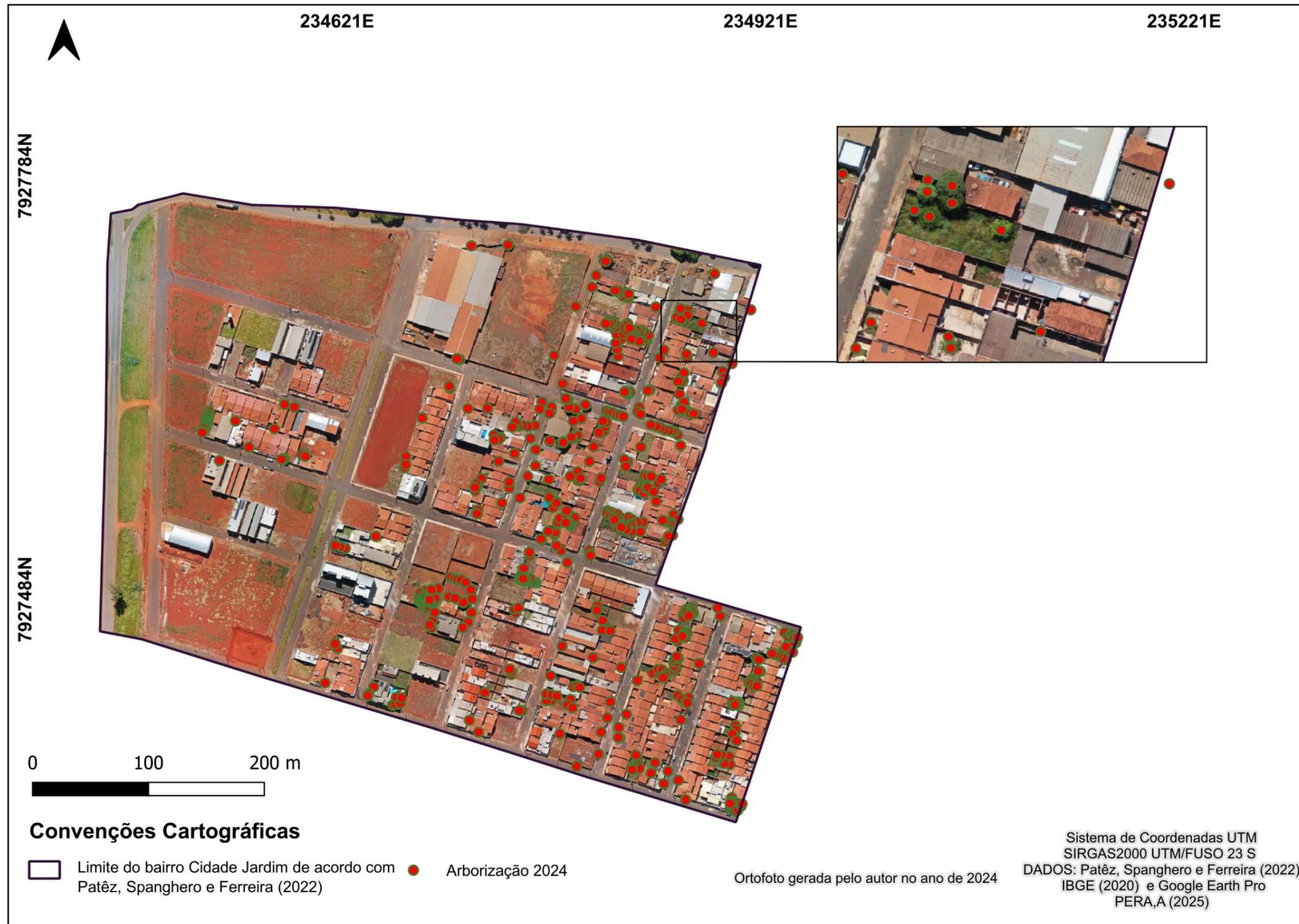
Mapa de painel solar do bairro Cidade Jardim para o ano de 2024.



Mapa de piscinas do bairro Cidade Jardim para o ano de 2024.



Mapa de arborização do bairro Cidade Jardim para o ano de 2024.



## APÊNDICE E

### GeoPEC

Software Científico para Avaliação do Padrão de Acurácia Posicional em Dados Espaciais

#### RELATÓRIO DE PROCESSAMENTO

(completo)

##### DADOS DO PRODUTO

Produto: relatório  
Local: Bairro Cidade Jardim - Monte Carmelo - MG  
Data: 17/06/2024  
Responsável Técnico: Augusto Pera

##### CLASSIFICAÇÃO FINAL DO PRODUTO

Padrão de acurácia utilizado: Decreto n. 89.817/1984 - Análise Planimétrica  
Metodologia: Santos et al. (2016) com as tolerâncias PEC-PCD da ET-CQDG

O produto "relatório", É **ACURADO** para a escala de **1/1000**. O resultado do PEC-PCD foi "**Classe A**", de acordo com o Decreto n. 89.817 de 20 de junho de 1984, que regulamenta as normas cartográficas brasileiras, aliada às tolerâncias da ET-CQDG.

O produto foi submetido a análise de tendência e precisão em suas componentes posicionais, onde os resultados foram: É **Preciso** e **Não há Tendência**.

Pontos de checagem utilizados: 18  
RMS das discrepâncias (m): 0,0364

##### INFORMAÇÕES GERAIS

Padrão de acurácia utilizado: Decreto n. 89.817/1984  
Análise Planimétrica

##### PROCESSAMENTO

Escala de Referência: 1/1000  
Pontos de checagem inseridos: 18  
Pontos de checagem utilizados: 18

1

##### OUTLIERS

>> Outliers detectados: 0  
>> Valor limite - detecção: 0,9

##### ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS

>> Média(E)= 0,0029      Média(N)= 0,0025      Média(ABS)= 0,0311  
>> Desv-pad(E)= 0,0213      Desv-pad(N)= 0,0306      Desv-pad(ABS)= 0,0199  
>> RMS(E)= 0,0208      RMS(N)= 0,0296      RMS(ABS)= 0,0364

##### PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL

>> Vizinho mais próximo:  
:: Área (m<sup>2</sup>) = 731000  
:: 1ª ordem - R= 1,5011    Zcalc= 4,0672    Ztab= 1,96  
> Resultado = Padrão DISPERSO - (significativo estatisticamente) - 95%  
> Resultado Final = Disperso  
:: 2ª ordem - R= 1,1374    Zcalc= 1,606    Ztab= 1,96  
> Resultado = Padrão DISPERSO - (NÃO é significativo estatisticamente) - 95%  
> Resultado Final = Aleatório  
:: 3ª ordem - R= 1,1615    Zcalc= 2,3293    Ztab= 1,96  
> Resultado = Padrão DISPERSO - (significativo estatisticamente) - 95%  
> Resultado Final = Disperso

##### TESTE DE NORMALIDADE

>> Teste de Normalidade Shapiro-Wilk :  
Wcalc(E)= 0,9743      Wcalc(N)= 0,9495  
p-value(E)= 0,8736      p-value(N)= 0,4175  
Nível de Confiança = 95%  
Amostra Normal

##### TESTE DE PRECISÃO

>> Decreto 89.817:  
PEC= 0,28      EP= 0,17  
Resultado: Classe A

##### TESTE DE TENDÊNCIA

>> Teste t de Student  
tcalc(E)= 0,5776      tcalc(N)= 0,3466      ttab= 1,7396  
Resultado: Não Tendencioso

##### >> Estatística Espacial

Média Direcional (Azimute)= 88,1479    Variância Circular= 0,8706  
Resultado: Não Tendencioso

2

**DISCREPÂNCIAS - PONTOS DE CHECAGEM**

---

ID	di(E)	di(N)	di(2D)	Excluído(2D)
PT01	-0,005	0,018	0,0187	0
PT03	0,015	0,011	0,0186	0
PT05	0,036	0	0,036	0
PT07	0,023	-0,022	0,0318	0
PT09	0,007	-0,01	0,0122	0
PT11	0,021	0,003	0,0212	0
PT13	0,009	0,062	0,0626	0
PT15	-0,003	-0,002	0,0036	0
PT17	-0,02	0,064	0,0671	0
PT19	-0,01	0,007	0,0122	0
PT21	-0,018	-0,037	0,0411	0
PT23	0,031	0	0,031	0
PT25	-0,036	-0,062	0,0717	0
PT27	0,038	0,019	0,0425	0
PT29	-0,003	-0,024	0,0242	0
PT31	-0,012	0,027	0,0295	0
PT33	-0,027	-0,005	0,0275	0
PT35	0,007	-0,004	0,0081	0

---

Relatorio gerado em: 17/06/2024 - 14:19:36  
GeoPEC - versão 3.6 - 2023

### APÊNDICE F

Mapa de lotes estimados nos bairros Cidade Jardim e Morada Nova.



#### Convenções Cartográficas

- Limite do bairro Cidade Jardim
- Limite do bairro Morada Nova
- Área Construída 2024
- Lotes Estimados

Ortofoto gerada pelo autor no ano de 2024

Sistema de Coodernadas UTM  
SIRGAS2000 UTM/FUSO 23 S  
DADOS: Patês, Spanghero e Ferreira  
(2022)  
PERA,A (2025)

FONTE: O Autor.