

**PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS**  
**ESCOLA DE GESTÃO E NEGÓCIOS**  
**Programa de Pós-Graduação *Strictu Sensu* em Desenvolvimento Territorial**  
**Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial**

**Fabriccio Dias Canhete**

**O USO DE DRONE COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DO  
IMPACTO CAUSADO PELO EXCESSO CONSTRUTIVO EM  
HABITAÇÕES DE UM BAIRRO RESIDENCIAL**

GOIÂNIA

2021

**Fabríccio Dias Canhete**

**O USO DE DRONE COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DO  
IMPACTO CAUSADO PELO EXCESSO CONSTRUTIVO EM  
HABITAÇÕES DE UM BAIRRO RESIDENCIAL**

Dissertação apresentada para obtenção do título de mestre em Desenvolvimento e Planejamento Territorial pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás, sob orientação do Prof. Dr. Ricardo Luiz Machado.

Área de Concentração: Planejamento Urbano e Regional

GOIÂNIA

2021

C222u Canhete, Fabriccio Dias

O uso de drone como ferramenta de avaliação do impacto causado pelo excesso construtivo em habitações de um bairro residencial / Fabriccio Dias Canhete.-- 2021.

93 f.: il.

Texto em português, com resumo em inglês.

Dissertação (mestrado) -- Pontifícia Universidade Católica de Goiás, Escola de Gestão e Negócios, Goiânia, 2021.

Inclui referências: f. 79-85.

1. Planejamento urbano. 2. Construção civil - Inspeção. 3. Impostos - Arrecadação. I.Machado, Ricardo Luiz. II.Pontifícia Universidade Católica de Goiás - Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Planejamento Territorial - 2021. III. Título.

CDU: 336.226.212.1(043)

**FABRICCIO DIAS CANHETE**

**O USO DE DRONE COMO FERRAMENTA DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO CAUSADO  
PELO EXCESSO CONSTRUTIVO EM HABITAÇÕES DE UM BAIRRO RESIDENCIAL**

Dissertação do Mestrado em Desenvolvimento e Planejamento Territorial da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, defendida e aprovada em 10/03/2021 pela Banca Examinadora constituída pelo(as) professor(as):



---

***Dr. Ricardo Luiz Machado***  
Orientador / PUC Goiás



---

***Dr. Bruno Soeiro Vieira***  
Examinador externo / UNAMA



---

***Dra. Deusa Maria Rodrigues Boaventura***  
Examinadora interna - PUC Goiás

## **DEDICATÓRIA**

Dedico a presente dissertação a meus pais, exemplo de dedicação, amparo e amor.

A todos os professores, pelo carinho, compreensão e incentivo para que pudesse vencer mais esta etapa da minha vida profissional.

A todos que contribuíram, acreditaram e compartilharam comigo o exercício de mais uma missão.

## **AGRADECIMENTOS**

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Agradeço também a Deus, por ter me proporcionado serenidade, comprometimento, saúde, motivação para condução de mais uma etapa em minha vida.

A minha esposa, Eliete Ferreira de Paula Canhete, acima de tudo uma surpreendente mulher.

Ao meu orientador professor Ricardo Luiz Machado Dr. além de tudo incansável colaborador.

Aos meus colegas de sala pela oportunidade da convivência e amizade.

## EPÍGRAFE

*“Toda adversidade tem a semente de um benefício maior”*

Napoleon Hill e W. Clement Stone

## RESUMO

A pesquisa teve como objetivo geral verificar o impacto gerado no planejamento territorial urbano do município, causado pelo excesso construtivo identificado pela medição da área total construída utilizando como ferramenta um drone. Inicialmente, foi feita a revisão sistemática da literatura para pesquisar a lacuna do conhecimento sobre o uso de drones em tarefas da construção. A revisão bibliográfica realizada permitiu constatar que o uso de drones apresenta um crescimento no número de pesquisas envolvendo o uso de drone na área da construção em especial na inspeção e gestão de obras, mostrando que o drone é uma tendência futura pela facilidade de uso, acessibilidade a áreas inatingíveis pelo homem e baixo custo de operação. Em seguida, foi realizado um levantamento nas habitações de um bairro residencial no município de Jataí – GO, para identificar excessos utilizando um drone como ferramenta de medição da área total construída em habitações residenciais. Com as imagens adquiridas, foram obtidas informações sobre áreas construídas, que possibilitaram comparações com as áreas projetadas, permitindo avaliar modificações em relação aos projetos iniciais e quais foram os impactos no planejamento territorial urbano, através do cálculo do valor estimado da perda de arrecadação fiscal do Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU. Com esse estudo, foi verificado como a tecnologia de drones pode ser usada em atividades de monitoramento no setor da construção civil. Os resultados encontrados mostram que 72% das habitações do bairro estudado apresentam algum excesso construtivo, representando uma perda de arrecadação municipal. Outro resultado permitiu estimar que a perda de arrecadação com o Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU, somente no conjunto habitacional estudado, representa, anualmente, um valor maior que R\$ 130.000,00. O valor não arrecadado tende a impactar o planejamento urbano do município, pelo acréscimo no sistema de saneamento, a impermeabilização do solo e a quantidade de pessoas que residem no bairro. Todos esses fatores são reflexos do crescimento desordenado causado pelo excesso construtivo nas habitações. Como contribuição geral, esta pesquisa mostrou que é possível utilizar o drone como ferramenta de medição da área total construída em uma habitação, para verificar, através dos excessos construtivos, a perda de arrecadação com o IPTU e as áreas que serão impactadas no planejamento territorial e urbano.

**Palavras-chave:** construção civil, drone, monitoramento de obra.

## ABSTRACT

The research had the main objective to verify the impact generated in the municipality's urban territorial planning, caused by the constructive excess identified by measuring the total constructed area using as a tool a drone. Initially, a systematic literature review was carried out to investigate the knowledge gap about using drones in construction tasks. The bibliographic review made it possible to verify that the use of drones presents an increase in the number of researches involving the use of drones in the construction area, especially in the inspection and management of works, showing that the drone will be a future trend due to its ease of use, accessibility to areas unattainable by man and low cost of operation. A survey was then carried out on the dwellings of a residential neighborhood in the municipality of Jataí - GO to identify excesses using a drone as a tool for measuring the total area constructed. With the acquired images, information was obtained on built areas, which allowed comparisons with the projected areas, allowing to evaluate changes about the initial projects and what were the impacts on urban territorial planning by calculating the estimated value of the loss of tax collection of the Property and Urban Territorial Tax - IPTU. This study verified how drone technology could be used in monitoring activities in the civil construction sector. The results show that 72% of the studied neighborhood dwellings have some constructive excess, representing a percentage of loss more significant than 70% of the collection. Another result allowed us to estimate that the loss of revenue from the IPTU, only in the housing complex studied, represents an estimated annual value of R\$ 130,000.00. The amount not collected tends to impact the municipality's urban planning due to the increase in the sanitation system, the waterproofing of the soil, and the number of people residing in the neighborhood. These factors are reflections of the disordered growth caused by the excess of construction in the houses. As a general contribution, this research showed that it is possible to use the drone to measure the total area built in a dwelling to check through the construction excesses the loss of revenue with the IPTU and the areas that will be impacted in the territorial and urban planning.

**Keywords:** civil construction, drone, construction monitoring.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1: Cronologia das publicações .....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 2: Porcentagem de publicações por continentes .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 3: Publicações por países .....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 4: Artigos publicados por área .....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 5: Artigos publicados por área e por ano .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 6: Utilização de drones na construção civil .....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 7: Abordagem de pesquisa .....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 8: Planta casa unifamiliar .....</b>	<b>44</b>
<b>Figura 9: Drone multilaser fênix ES204 .....</b>	<b>48</b>
<b>Figura 10: Localização de Jataí em Goiás .....</b>	<b>50</b>
<b>Figura 11: Bairro Cidade Jardim no município de Jataí .....</b>	<b>51</b>
<b>Figura 12: Foto aérea do bairro Cidade Jardim .....</b>	<b>52</b>
<b>Figura 13: Habitação padrão do bairro Cidade Jardim .....</b>	<b>53</b>
<b>Figura 14: Quarteirão residencial no bairro Cidade Jardim .....</b>	<b>55</b>
<b>Figura 15: Habitação sem excesso construtivo usada no cálculo da escala .....</b>	<b>57</b>
<b>Figura 16: Régua do <i>software</i> JRuler .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 17: Casa sem excesso construtivo .....</b>	<b>59</b>
<b>Figura 18: Área total construída .....</b>	<b>64</b>
<b>Figura 19: Excessos construtivos .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 20: Construções com excesso X sem excesso .....</b>	<b>65</b>
<b>Figura 21: Excesso construtivo .....</b>	<b>66</b>
<b>Figura 22: Área média em m<sup>2</sup> do excesso construtivo dos grupos 1, 2 e 3 .....</b>	<b>69</b>
<b>Figura 23: Dendrograma .....</b>	<b>70</b>
<b>Figura 24: Valores do IPTU no Bairro Cidade Jardim .....</b>	<b>75</b>

**LISTA DE TABELAS**

<b>Tabela 1: Valores críticos associados ao grau de confiança na amostra .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 2: Fases da pesquisa .....</b>	<b>46</b>
<b>Tabela 3: Resultados obtidos em relação ao excesso construtivo da amostra analisada .....</b>	<b>66</b>
<b>Tabela 4: Agrupamento das casas pelo método hierárquico .....</b>	<b>67</b>
<b>Tabela 5: Valores das edificações por metro quadrado .....</b>	<b>72</b>
<b>Tabela 6: Alíquotas IPTU em Jataí .....</b>	<b>73</b>
<b>Tabela 7: Fatores de correção .....</b>	<b>74</b>

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ANAC - Agência Nacional de Aviação Civil
- ANATEL - Agência Nacional de Telecomunicações
- CAVE - Certificado de Autorização de Voo Experimental
- DECEA - Departamento de Controle do Espaço Aéreo
- EUA – Estados Unidos da América
- FAA – *Federal Aviation Administration*
- GPS – *Global Positioning System*
- IoT - Internet das Coisas
- IPTU – Imposto Predial e Territorial Urbano
- RPA - Aeronave Remotamente Pilotada
- SANT - Sistemas Aéreos Não Tripulados
- VANT - Veículos Aéreos não Tripulados
- BIM - *Building Information Modeling*

## SUMÁRIO

1 - INTRODUÇÃO .....	13
1.1 Problemática da pesquisa .....	15
<b>1.1.1 Questão geral</b> .....	16
<b>1.1.2 Questões específicas</b> .....	16
1.2 Justificativa .....	17
<b>1.3 Estrutura da dissertação</b> .....	18
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	19
<b>2.1 Definição de drones</b> .....	19
<b>2.2 Legislação para uso de drones</b> .....	21
<b>2.3 Tecnologias de drones</b> .....	24
<b>2.4 O uso de drones no setor da construção civil</b> .....	25
<b>2.4.1 Aplicações de drones no monitoramento de obras</b> .....	34
3 - MÉTODO DE PESQUISA .....	40
<b>3.1 Abordagem de pesquisa: levantamento</b> .....	41
<b>3.2 Objeto de pesquisa: levantamento do excesso construtivo em um conjunto habitacional</b> .	42
<b>3.3 Delimitação da pesquisa</b> .....	45
<b>3.4 Método de pesquisa</b> .....	46
<b>3.5 Instrumentos de pesquisa</b> .....	48
4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS.....	50
<b>4.1 Localização da área de estudo e tipo de habitação estudada</b> .....	50
<b>4.2 Coleta de dados em campo</b> .....	53
<b>4.3 Cálculo da área edificada</b> .....	55
<b>4.4 Resultados obtidos</b> .....	59
<b>4.4.1 Análise de Clusters</b> .....	67
<b>4.5 Repercussão sobre excesso construtivo no município</b> .....	71
5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77
REFERÊNCIAS.....	79
APÊNDICE I .....	86
ANEXOS .....	93

## 1 - INTRODUÇÃO

Discute-se neste trabalho, como o monitoramento de construções civis pode ser feito pelo uso de drones. No setor da construção civil, os drones vêm sendo usados como equipamento de apoio ao planejamento urbano em diversas áreas. Dentre elas, é possível, através das imagens obtidas, monitorar as áreas construídas e fazer um estudo comparativo com a projeção de um imóvel sobre o terreno, permitindo analisar a existência de irregularidades. Esse trabalho de monitoramento torna-se mais rápido e eficaz pelo o uso de drones.

Os desenvolvimentos relacionados aos drones iniciaram-se na década de 1970, para fins militares e atualmente, representam inúmeras aplicações.

Segundo Arantes *et al.* (2018), a aplicação de imagens para a atualização cadastral e para a detecção de alterações dos imóveis urbanos começou a surgir na década de 1990. Os sistemas de aviação remotamente pilotados ou não tripulados, mais conhecidos coloquialmente como drones, ganharam crescente popularidade no sensoriamento remoto, uma vez que fornecem um sistema de aquisição de informações rápido, de baixo custo e flexível para obtenção de dados de alta resolução e geração de imagens.

Ambos os exemplos apresentados anteriormente mostram que o uso de drones na área da construção servem para melhor gerenciar a grande quantidade de tarefas existentes no cotidiano da construção civil. Seu uso, seja nas atividades de segurança, monitoramento ambiental e pós-desastre ou gestão da construção civil, veio para minimizar as tarefas realizadas tradicionalmente.

Dentre as tarefas realizadas com o auxílio de drones, há a vistoria da área construída, em que, convencionalmente, as informações cadastrais são obtidas por meio de trenas e medidores eletrônicos de distância. Esses instrumentos apresentam alto nível de precisão e desempenho no levantamento de pontos, linhas e objetos. Entretanto, o processo de medição é lento. Em contraste com esse método tradicional de levantamento de dados, as aplicações fotogramétricas usando drones foram usadas para criar e atualizar mapas ou imagens, especialmente em áreas maiores.

Ezequiel *et al.* (2014) afirmam que, na utilização de um drone para obter imagens aéreas, inicialmente, a geração das imagens servia apenas para levantamento cadastral. As imagens foram utilizadas em outras atividades do setor da construção civil.

De acordo com Arantes *et al.* (2018), os Veículos Aéreos não Tripulados – VANT- (outra denominação atribuída aos drones) permitem obter imagens em resoluções iguais ou superiores aos voos tripulados, com custos inferiores, mas somente podem ser operados com a ausência de nuvens. Quanto à precisão, segundo Arantes *et al.* (2018), eles atendem aos levantamentos planialtimétricos para fins de medição de área construída, permitindo a otimização na coleta dos dados em relação às variáveis tempo e custo, desde que se tenha uma figura com resolução que permita tal precisão. Arantes *et al.* (2018) mostraram que é possível usar um drone para obter a área construída total da habitação. Porém, a precisão de um drone depende de alguns fatores múltiplos, tais como a qualidade da câmera, sua calibração e a escolha do *software* de processamento.

De acordo com Dougherty (2019), as imagens aéreas de alta qualidade podem ser adquiridas usando plataformas convencionais, como satélites e aeronaves, mas sua resolução temporal é limitada pela disponibilidade restrita de plataformas de aeronaves e características de órbita de satélites. Logo, isso limita seu uso para fins de atualização de mapas, pois aumenta o custo e o tempo de produção. Para essa aplicação, os drones foram introduzidos nas atividades de monitoramento e foram vinculados a uma produção de baixo custo de dados espaciais precisos e de alta qualidade em pouco tempo.

Burin *et al.* (2009) afirmam que, no decorrer de uma construção urbana, vários aspectos devem ser considerados e discutidos para que se obtenha êxito. Dentre eles destacam-se o levantamento de serviços realizados, a logística no canteiro de obras, a construção dentro dos padrões estabelecidos nas normas e as demolições.

Com o estudo feito pelos autores citados anteriormente, é possível notar a aplicabilidade do uso de drones em todas as etapas construtivas, seja na gestão de obras, inspeção de obra, plataforma *Building Information Modeling* - BIM, segurança do trabalho ou topografia. Nesse sentido, algumas operações que anteriormente necessitavam da presença de operadores humanos passaram a ser realizadas com o uso de drones, o que trouxe agilidade na coleta e obtenção dos resultados e economia para a gestão da obra, pois são executadas em um espaço menor de tempo.

Uma das possíveis aplicações de um drone consiste em realizar vistorias aéreas e através das imagens, realizar um estudo comparativo do padrão construído na edificação. Ao analisar o padrão construído, espera-se que este esteja de acordo com o projeto aprovado. O uso de drones em vistorias de obras civis voltado à fiscalização ou à gestão da obra agiliza o processo,

pois são feitas por aquisição de imagens aéreas, o que representa um ganho de produtividade maior se comparado com a mesma vistoria feita por meio humano.

Com toda a tecnologia pesquisada através dos artigos no levantamento bibliográfico, foi feito um levantamento no município de Jataí, no bairro Cidade Jardim onde foi feito um levantamento fotográfico com o uso de drone para através das imagens das habitações realizar o cálculo da área construída aprovada na prefeitura do município, procurando excessos construtivos nas casas e dessa forma identificar a perda de arrecadação com Imposto Predial e Territorial Urbano - IPTU para o município, mostrando ainda o impacto dessa perda no planejamento urbano do município.

### **1.1 Problemática da pesquisa**

Nas construções e condomínios residenciais, muitas vezes é necessário realizar vistorias para verificar o que foi construído na edificação. Tais vistorias envolvem comumente a intervenção humana. Porém, com a grande quantidade de construções existentes ou em decorrência de uma grande área construída, a verificação pode tornar-se lenta. Essas medições tornaram-se mais eficientes e econômicas quando passaram a ser realizadas por drones.

Nesse cenário, é possível utilizar um drone para realizar uma vistoria aérea e, através das imagens processadas, obter a área construída e comparar com a especificação definida no projeto, permitindo avaliar se houve excesso no que foi construído e qual o impacto gerado no planejamento territorial e urbano do município. A norma 13752 conceitua vistoria como “[...] *constatação de um fato, mediante exame circunstanciado e descrição minuciosa dos elementos que a constituem [...]*”. De acordo com Burin *et al.* (2009), uma vistoria em uma obra civil, para ser realizada com sucesso, precisa atender alguns requisitos, como: ser compatível com o nível de complexidade, ser realizada no momento oportuno e ter uma visão da obra que está sendo vistoriada.

Burin *et al.* (2009) mencionam que a visão da obra é um atributo alcançado pelo contínuo exercício da prática profissional, ou seja, pela experiência. Quase sempre as vistorias seguem um padrão pré-definido que resulta em um resultado comparativo. Mas cabe a cada profissional de campo a definição dos atributos do que deve ser observado na vistoria.

O drone vem sendo muito utilizado em tarefas externas que envolvam alguma atividade de inspeção visual. Logo, quanto maior for a área a ser inspecionada, melhor produtividade será

obtida com o uso de um drone. Todavia, em qualquer tipo de vistoria será necessária alguma forma de intervenção humana. Porém, nas vistorias que envolvem as dimensões da edificação ou de fiscalização em obras, tem-se um ganho de produtividade, se um drone for utilizado no processo. Através dos dados obtidos em uma vistoria é possível verificar o excesso construtivo em relação ao projeto original da edificação e calcular o valor que o poder público deixa de arrecadar com impostos prediais, caso não tenha conhecimento das modificações de projeto. Havendo perda de arrecadação no município, é possível mostrar quais áreas são afetadas no planejamento territorial e urbano.

### **1.1.1 Questão geral**

A quantidade em metros quadrados construído nas construções residenciais, após algum tempo da conclusão da obra, sempre foi uma preocupação das autoridades municipais. Por esse motivo, devem ocorrer constantes vistorias por parte das autoridades municipais.

Devido à grande quantidade de construções residenciais existentes, a vistoria feita de forma manual através da medição padrão realizada por um colaborador, tornará o processo lento e com elevados custos. A mesma vistoria pode ser otimizada se for utilizado como ferramenta um drone. As áreas construídas podem ser comparadas com a especificação de projeto que foi aprovada na prefeitura do município verificando assim se existe excesso construtivo. Diante do exposto, surge a seguinte questão geral de pesquisa:

Qual o impacto gerado no planejamento territorial urbano do município causado pelo excesso construtivo?

### **1.1.2 Questões específicas**

O estudo direciona-se no sentido de procurar respostas às seguintes perguntas:

As imagens adquiridas pelo drone, após processadas permitem identificar a área construída?

Houve excesso construtivo? Esse excesso construtivo representa um valor expressivo?

Quais vantagens específicas o uso de drones em vistorias aéreas proporciona à atividade de monitoramento de áreas construídas no setor da construção civil?

Qual o impacto na receita do IPTU do município?

## **1.2 Justificativa**

Burin *et al.* (2009) mostram, em seu estudo, que não existe uma definição única e completa para o termo vistoria, considerando todas possíveis aplicações de seu emprego. O que se observa com grande frequência é que a definição de vistoria está condicionada ao contexto de aplicação do mencionado termo.

Com os vários tipos de vistorias existentes em construções residenciais, é possível realizar uma vistoria aérea em uma construção residencial com o uso de um drone e com as imagens adquiridas obter a área total construída e comparar essa área com a área da planta aprovada na prefeitura, desde que as áreas do município vistoriadas não sejam áreas de autoconstrução.

Há também a perspectiva na proposta de solução, de obter a área construída e comparar com a especificação definida no projeto, permitindo avaliar se houve excesso no que foi construído e qual o impacto gerado no planejamento territorial e urbano do município, restrito à questão da receita tributária municipal. O impacto gerado no município pode ser avaliado calculando-se o percentual do excesso que foi construído e convertendo esse percentual em valores reais na moeda corrente, verificando assim o valor estimado de arrecadação perdido com aquelas construções.

O uso de drones na construção irá beneficiar gestores que utilizarão os resultados para uma melhor conscientização do uso da tecnologia de drones no gerenciamento da obra. O uso em uma vistoria aérea, permitirá saber se uma obra está construída dentro do padrão proposto no projeto aprovado pela prefeitura. Essa vistoria pela rapidez e praticidade trará benefícios aos gestores da construção que passarão a contar com um trabalho rápido e eficiente se utilizar como instrumento de medição um drone.

Neste trabalho, foi feito um levantamento sistemático na literatura sobre o assunto e percebe-se que existe pouco estudo sobre o assunto. Através desse levantamento foi possível calcular o excesso construtivo com o uso de um drone, realizado em um bairro residencial.

### **1.3 Estrutura da dissertação**

Para alcançar o objetivo proposto neste estudo, a dissertação foi estruturada em 4 (quatro) capítulos distintos, conforme breve descrição a seguir:

No capítulo 1, foi apresentada a introdução, que mostra como pode ser utilizado o drone no monitoramento de construções civis. Com algumas citações de autores da área de drones, apresenta-se a questão geral da pesquisa, questões específicas e a justificativa do trabalho.

No capítulo 2, é apresentada a revisão sistemática da literatura mostrando quais são as áreas da construção civil mais utilizadas com aplicabilidade de drones. Ainda no capítulo 2, é apresentada a legislação para uso de drones no Brasil, nos Estados Unidos e na Europa. Finalizando o capítulo 2, aborda-se como é o uso de drones no setor da construção civil, mostrando ainda, qual a tendência de pesquisas no setor da construção com o uso de drones.

O capítulo 3 está destinado a conceituar o método de pesquisa adotado. Inicia-se com a estratégia da pesquisa, seguido do delineamento da pesquisa e as fontes utilizadas. Ainda no capítulo III são apresentadas as etapas da pesquisa e os instrumentos utilizados. Finaliza-se o capítulo mencionado mostrando quais os resultados esperados na pesquisa.

No capítulo 4 será discutida a análise dos resultados obtidos na pesquisa, mostrando dessa forma quais os resultados obtidos na pesquisa e o impacto causado no planejamento urbano do município.

## 2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Foi feita uma revisão sistemática da literatura abordando o uso de drones no setor da construção civil. A pesquisa foi realizada nas bases de periódicos *web of science* e *scopus*, utilizando as palavras chaves *construction*, *drones*, *construction management*, e *mapping*, considerando apenas as publicações em língua inglesa, pois grande parte das revistas apresentam publicações feitas apenas no idioma inglês. Com essa abordagem, foi feita uma pesquisa no acervo de artigos, utilizando como parâmetro de seleção os últimos 5 (cinco) anos de publicações, pois englobam os resultados obtidos mais recentes, visto que a pesquisa envolve o uso de um equipamento que recebe bastante inovação tecnológica. Nesse sentido, pesquisas realizadas antes do período considerado poderiam estar muito desatualizadas em relação ao contexto atual. Portanto, a decisão de pesquisar artigos nos últimos 5 (cinco) anos se deve pelo fato do drone ser um equipamento em constante evolução e que está sendo inserido em tarefas cada vez mais cotidianas.

Com o levantamento, foi feita uma abordagem por tipo de pesquisa em cada artigo. Também foi feita uma categorização do uso de drone por área, para determinar qual área representa a tendência de estudo nos próximos anos. Foi mostrado com o levantamento quais países possuem as respectivas quantidades de publicações, e por último foi feito o levantamento por tipo de drone utilizado nas pesquisas.

### 2.1 Definição de drones

Durante décadas, pouco se ouvia falar em drones. Tinha-se a ideia de ser um simples objeto voador utilizado como lazer de adultos e crianças. Com passar do tempo, tudo mudou e têm-se hoje a ideia de uso com propósitos diversos, incluindo uso em tarefas humanas.

Dougherty (2019) afirma que os drones são utilizados em diversas áreas, sejam elas militares, pesquisa ou mesmo monitoramento do meio ambiente. É necessário entender quais são os principais tipos de drones e sua definição para obter o melhor resultado com seu uso. Segundo Dougherty (2019, p. 8), “[...] *drone é uma aeronave sem piloto capaz de operar automaticamente, isto é, sem o controle constante de um usuário. [...]*”

A resolução da Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC (2019) define como aeromodelo toda aeronave não tripulada com finalidade de recreação. Ao contrário, aeronave remotamente pilotada - RPA significa a aeronave não tripulada, pilotada a partir de uma estação

de pilotagem remota com finalidade diversa da recreação. Sendo assim, a RPA possui fins experimentais, comerciais ou institucionais, mas a execução dela só poderá ocorrer se obedecida a regulamentação pertinente, seja relativamente à máquina, seja ao piloto, seja ao espaço considerado. Diferente dos aeromodelos que de acordo com a ANAC, são aeronaves não tripuladas remotamente pilotadas utilizadas para recreação ou competições. Sua diferença com os drones está na capacidade de realizar manobras com alta precisão.

As aeronaves chamadas de drones podem ser classificadas, basicamente em 03 (três) tipos: autônomas, remotamente pilotadas – conhecidas por drones – e aeromodelos esportivos ou de recreação (CASTILHO, 2019). As aeronaves do último tipo destinam-se ao lazer, ao passo que existem diferenças óbvias entre aeronaves autônomas e drones, que são pilotados à distância. Portanto, as aeronaves tradicionais controladas por rádio e dispositivos do gênero não são necessariamente, drones. Várias aeronaves não são drones pelo simples fato de serem semiautônomas (EZEQUIEL, 2014).

Apesar dos três tipos de classificação dos drones, toda a revisão sistemática e a vistoria nas habitações foi feita utilizando drones do tipo remotamente pilotados. Pois este tipo, proporciona um maior controle nas atividades de monitoramento de alta precisão. Quando ocorre o monitoramento de construções urbanas, é necessário ter alta precisão para obter imagens de qualidade para que sejam processadas visando obter um resultado satisfatório.

O monitoramento de construções urbanas com o uso de drone é feito em 03 (três) estágios: planejamento de voo e aquisição de dados, pós-processamento de dados obtidos e entrega de dados (SIEBERT & TEIZER, 2014). Dougherty (2019) afirma que o planejamento de voo e aquisição de dados ocorrem em 03 (três) etapas. Primeiro ocorre a coleta de imagens aéreas da área de interesse, usando um drone. Na segunda etapa é feita a aquisição dos dados através de imagens obtidas pelo drone. Na terceira etapa, pretende-se utilizar os dados das imagens escolhidas e compará-las com a planta baixa original, verificando assim, se estão sendo feitas no padrão. Ao longo do tempo, esse monitoramento faz-se cada vez mais necessário. Ele continua sendo feito em 03 (três) etapas, sendo ambas de suma importância em pesquisas que envolvam o monitoramento do uso de drones.

Liu (2018) afirma que o monitoramento do progresso do projeto e a detecção de objetos temporários também podem ser alcançados pelas imagens de pontos a partir dos dados capturados por drones. Este monitoramento pode facilitar e melhorar o gerenciamento das obras para os gestores. Baseado nesse contexto, Liu (2018), afirma que o uso de drones pode ser um grande aliado no gerenciamento de tempo e das atividades desenvolvidas nas obras urbanas.

Os drones eram anteriormente conhecidos por suas aplicações militares, mas desenvolvimentos tecnológicos recentes permitiram a rápida expansão de aplicações para aviação civil. Entre eles destacam-se o monitoramento de campos agrícolas e incêndios florestais, pós-desastre avaliação e vigilância.

O uso de drones na inspeção ou monitoramento de obras, de acordo com o levantamento bibliográfico e o uso do drone, mostrou ser um forte aliado que veio para contribuir de forma positiva no sentido de ganho de tempo e otimização de tarefas. Através de seu uso, é possível realizar tarefas em menor tempo e com maior eficiência.

## **2.2 Legislação para uso de drones**

De acordo com Pecharromán & Veiga (2017), atualmente só é permitido operar drones quem possuir uma autorização expressa da ANAC ou um Certificado de Autorização de Voo Experimental (CAVE).

Pecharromán & Veiga (2017) mencionam ainda, em seu estudo, que qualquer voo de RPA precisa de autorização prévia do Departamento de Controle do Espaço Aéreo (DECEA), exatamente como no caso de aeronaves tripuladas e que está sujeito às mesmas regras.

No Brasil, a regulamentação de aspectos específicos da atividade de aerolevanteamento é muito recente e feita por duas agências, vinculadas a ministérios governamentais distintos, e um departamento militar, todos de esfera federais: DECEA, ANAC e Agência Nacional de Telecomunicações - ANATEL (CASTILHO, 2019).

Quanto à legislação de uso de drones, de acordo com a ANAC (2019), os veículos remotamente pilotados, com mais de 250 gramas, só podem sobrevoar áreas distantes de terceiros, de no mínimo 30 metros. Além disto, os operadores destas aeronaves (com até 250 g) são considerados licenciados, sem a necessidade de possuir documento emitido pela ANAC desde que o equipamento não seja usado para voos acima de 400 pés.

No geral, o uso de drones, na gestão da construção, apresenta uma tecnologia cada vez mais popular em desenvolvimento na sociedade moderna. Drones multirrotor têm muitas vantagens sobre outros drones, como a alta manobrabilidade e baixo custo o que vem a ser um diferencial.

A ANATEL não controla o voo propriamente, apenas homologa mediante declaração de conformidade, as aeronaves, a partir de requerimento feito digitalmente, para evitar as interferências na comunicação causadas pelos sistemas de rádio e transmissores de vídeo.

Os drones possuem transmissores de radiofrequência em seus controles remotos e, em alguns casos, no próprio veículo aéreo, para a transmissão de imagens. Todos os drones necessitam ser homologados pela Anatel inclusive os de uso recreativo, como os de aeromodelismo. (CASTILHO, 2019, p. 12).

A ANAC, ao contrário, controla e autoriza o voo do aparelho, cuja exploração constituirá serviço aéreo especializado – o que exige inscrição prévia da empresa, não sendo experimental ou institucional.

Diante desse exposto, a ANAC instituiu portaria nº 606/MD de junho de 2004, contendo os requisitos gerais para aeronaves não tripuladas de uso civil. Dentre estes requisitos está o registro obrigatório de drones para todas as aeronaves não tripuladas, de uso recreativo ou não, com peso superior a 250g e limitado a 25 kg e que não voará acima da linha de visada visual ou acima de 400 pés (120 metros) acima do nível do solo.

Em pouco tempo de existência do cadastro, a ANAC reúne hoje aproximadamente 50 mil aparelhos cadastrados, e este número está cada vez mais crescente. O objetivo da medida do registro obrigatório, seria permitir a responsabilização por eventuais ilícitos praticados a partir do voo ou decorrentes dele, motivo pelo qual existe a necessidade de registro, que corresponde à matrícula das aeronaves.

Pecharromán & Veiga (2017) mostram também a regulamentação de uso de drones em nível internacional. Tais normas abrangendo aeronaves tripuladas e não tripuladas são estabelecidas a nível das Nações Unidas pela convenção sobre aviação civil internacional (Convenção de Chicago) assinada em 1944.

Essas regras permitem operações com drones, desde que uma autoridade nacional conceda uma autorização específica, ou seja, que autorize o uso de drones em um espaço aéreo não segregado, o que significa operar no mesmo espaço aéreo usado por tráfego tripulado.

Conforme estudo de Pecharromán & Veiga (2017), as autoridades nacionais de aviação estão enfrentando o desafio crucial de garantir a segurança e a privacidade dos cidadãos, sem suprimir a inovação e o crescimento.

Nos Estados Unidos da América – EUA, a legislação do uso de drones é feita pela Administração Federal de Aviação (*Federal Aviation Administration - FAA*), que é a autoridade

nacional da aviação dos EUA com poderes para regular todos os aspectos da aviação civil americana, o que inclui a operação de todos os Sistemas Aéreos Não Tripulados (SANTs), o que inclui também o uso e operações com drones.

Segundo Pecharromán & Veiga (2017), os EUA lançaram suas primeiras normas operacionais para operação e uso de drones em 2016, onde os drones que pesam menos de 55 libras (25 kg), podem realizar operações amadoras. Entrou em vigor em agosto do mesmo ano e tem como objetivo promover o uso comercial do uso de drones e apoiar a inovação, mantendo normas de segurança vigentes no espaço aéreo dos EUA, dessa forma minimizando os riscos para outros aviões.

A FAA diferencia os voos que utilizam drones entre recreativos e comerciais, tratando cada nível de requisitos em cenários distintos. Para Pecharromán & Veiga (2017), os voos recreativos não precisam ter autorização da FAA, se comprovadamente forem para fins recreativos, porém se o drone pesar mais de 0,55 libras (250 gramas), então precisa ser registrado on-line ou por meio de processo em papel da FAA. Além disso, o piloto deve ter 13 anos de idade ou mais, e devem ler, entender e aplicar as diretrizes de segurança que se aplicam aos voos, como por exemplo voar a 400 pés ou abaixo disso e nunca voar perto de aeroportos ou de grupos de pessoas.

Já os voos comerciais ou de trabalho, a aeronave deve pesar menos de 55 libras e o piloto deve ter, no mínimo 16 anos e possuir um certificado de piloto aviador remoto. Outras limitações são impostas pela FAA, como elas, as normas operacionais que incluem que a aeronave deve ser mantida em linha de visada visual, e os voos devem ser realizados durante o dia, abaixo dos 400 pés e com velocidade máxima em relação ao solo de 100 km/h (87 nós).

Pecharromán & Veiga (2017), explica que os estados membros da união europeia e as autoridades nacionais da aviação civil regulam o uso de drones experimentais ou amadores, voos governamentais militares ou não militares com uma massa operacional de 150 kg ou menos, bem como o aeromodelismo.

A união europeia dividiu o primeiro tipo de voos não tripulados em categoria 'aberta', onde o risco é considerado baixo. Nesta categoria as regras exigidas são mínimas, visto que a segurança é garantida por meio das limitações operacionais, em conformidade com os padrões da indústria, exigências em determinadas funcionalidades e um conjunto mínimo de normas operacionais.

Outra categoria importante criada pela união europeia foi a categoria ‘operação específica’, onde o risco é considerado médio. Nesta categoria os voos precisam de autorização de autoridades nacionais da aviação após a avaliação de riscos realizadas pelo operador. Deve seguir um manual de operações onde existem medidas enumeradas para redução de riscos.

Uma categoria não menos importante que as anteriores é a categoria ‘certificada’, onde o risco é maior. Nessa categoria os riscos são semelhantes aos das aeronaves tripuladas.

De acordo com o roteiro feito pelos estados da união europeia, uma vez que o regulamento básico é alterado, as regras implementadas para operações de baixo e médio risco podem ser adotadas em pouco tempo. Enquanto isso, o trabalho nas operações de risco maior somente começou em 2016, visto que esta categoria já é competência de órgãos federais.

### **2.3 Tecnologias de drones**

Segundo Dougherty (2019), a grande maioria dos drones dotados de asa fixa usa uma hélice para fornecer força motriz. Esta força pode ser acionada através de um motor de combustão interna, muito utilizado apenas em drones maiores. Grande parte dos drones são considerados aeronaves ou dispositivos do tipo aeronave. Quando se refere aos drones, têm-se duas grandes categorias para dividi-los: aeronaves de asas rotativas ou multirotores e aeronaves dotadas de asa fixa. Este último tipo não precisa necessariamente ser movido por um motor (DOUGHERTY, 2019).

São considerados barulhentos e podem representar um perigo no caso de colisão. Já os modelos com vários rotores apresentam vantagens em relação aos drones dotadas de asa fixa, mesmo tendo que prever um motor para cada um dos rotores e ainda sistemas de controle para operá-lo (CHEN, 2018).

Um drone movido a hélice precisa de um motor para fornecer potência para os rotores. Este motor é acionado na maioria das vezes, eletricamente. Ainda dentro da tecnologia dos drones, é preciso mencionar que a maior parte deles porta pelo menos um tipo de sensor, ou seja, um meio de obter informações, e possui um sistema de comunicação para permitir a eles receber comandos ou dados de navegação (MCCABE, 2017). Estes comandos de navegação serão transmitidos via rádio e podem ser uni ou bidirecionais, dependendo do modelo do drone utilizado.

De acordo com Dougherty (2019), um drone pode fazer uso do *Global Positioning System* (GPS) para navegar. Essa tecnologia aplica-se em drones que consigam captar o sinal do satélite e se orientar através deste. Contudo, existem limitações à orientação via GPS. Este sinal pode ser perdido e, em qualquer caso, o drone não sabe o que se encontra ao seu redor a partir do sinal de GPS a menos que ele tenha programado o mapa da área a ser percorrida. Porém, o problema da perda de sinal é significativo, pois os drones estão equipados com transmissão de dados sofisticados, o que elimina a possibilidade de interferência acidental ou perda de sinal.

A maioria dos drones utilizados na construção civil, possuem sistemas de sensores (BOCCARDO, 2015; BESADA, 2018; ALWATEER, 2019). Estes sensores são câmeras de vários tipos, de pequeno porte e eficazes na tarefa de observar ou fotografar. De forma igualmente importante essas câmeras são capazes de armazenar uma grande quantidade de imagens (SIEBERT & TEIZER, 2014). Dougherty (2019) afirma que as câmeras também são muito úteis para fins de segurança e cumprimento da lei. As câmeras podem ser eficazes em termos de custos e monitorar uma grande propriedade ou área, com segurança, realizando sobrevoos de drones e apenas algumas câmeras fixas.

Dentre as tecnologias de drones utilizadas, a mais utilizada e estudada pelos pesquisadores são os drones do tipo *multirotor*. Este fato se deve pela alta capacidade de controle ao realizar manobras, o que facilita na obtenção de dados para as diversas tarefas.

#### **2.4 O uso de drones no setor da construção civil**

O uso de drones ocorre em muitas áreas no setor da construção civil. Podemos citar o uso nas atividades de gerenciamento de obras, onde atividades que envolvam vistoria na obra ou em alguma etapa da obra poderá ser utilizado o drone para melhoria e otimização dessa tarefa.

Não podemos deixar de mencionar as atividades de fiscalização, que também, podem ser feitas com o uso de drones para criar banco de dados de informações das habitações. Esse banco de dados poderá ser utilizado posteriormente em softwares específicos para o cálculo de impostos nas atividades de fiscalização do município.

Em diversos setores, e em especial, na construção civil, vem sendo cada vez mais utilizado de acordo com a revisão sistemática da literatura feita nos últimos 5 anos. Apresentamos a seguir um panorama geral do uso de drones na visão de diversos autores.

Daniel (2010) afirma que as operações civis usando drones no monitoramento de desastres ambientais está cada vez mais comum. Nesse sentido, o uso de habilidades no manuseio de drones em áreas de incidentes ambientais, é, em geral, uma boa técnica utilizada para sensoriamento remoto e reconhecimento para fins de vigilância e comunicação. Polícia, departamentos de segurança, bombeiros e outros órgãos terão acessos cada vês mais facilitado no seu uso o que será uma tendência futura para o uso em desastres ambientais.

Maza *et al.* (2010) descrevem uma arquitetura de decisão distribuída, desenvolvida no âmbito de um conjunto de testes com uso de drones. Com esse estudo, os autores mostraram que é possível monitorar o uso de drones como se fossem robôs com tarefas divididas para monitoramento de desastres e segurança civil. Em seu trabalho, Maza *et al.* (2010) desenvolveram um método de pesquisa usando drones para executar diversas tarefas a fim de maximizar a eficiência da equipe e garantir a coordenação adequada entre seus membros para concluir uma missão. Seus experimentos mostraram que a arquitetura desenvolvida permite utilizar os drones em diversas áreas, como vigilância, em especial no monitoramento de desastres, possibilitando uma integração do projeto e com poucos esforços no desenvolvimento.

Shi (2011) propôs um novo método baseado em objetos para detecção de alterações usando imagens de drones que podem superar o efeito de deformação e utilizar totalmente o recurso de alta resolução de imagens. Em sua pesquisa, Shi (2011) apresentou um método contendo cinco blocos principais: pré-processamento, correspondência de imagens, segmentação de imagens e extração de recursos, detecção de alterações e avaliação da precisão. O método proposto foi testado usando imagens adquiridas pelo drone. Os resultados confirmam sua eficácia.

Ezequiel (2014) discute, em seu artigo, as combinações de pesquisas aéreas, observações no solo e compartilhamento colaborativo com domínio de especialistas em drones de baixo custo. Em sua investigação, Ezequiel (2014) usou como método a análise de imagens obtidas pelo processamento de imagens, colhidas através de planejamento e aquisição de dados, pós-processamento de dados e entrega de dados. Como resultado, o autor verificou que as imagens aéreas precisam ser verificadas com a comparação do solo, a fim de produzir informações mais precisas.

Hausamann, Zirnig & Schreier (2014) afirmam que é possível projetar sistemas de monitoramento de dutos de gás natural com sensores remotos e *software* de processamento de imagem orientados ao uso de drones, o que será útil para o monitoramento preventivo de desastres e pós-desastres ambientais. Os desenvolvimentos recentes na tecnologia de drones mostram sua adequação como plataformas para tais missões direcionadas ao cliente. Os autores discutiram os diferentes cenários existentes para o monitoramento de dutos de gás usando a tecnologia de drones com foco nas tarefas de monitoramento da rede de transmissão de gás natural e posterior para sistemas de sensoriamento remoto. Os resultados mostraram que os drones tem um grande potencial para contribuir para a melhoria da qualidade de vida do público, além de poderem ser executados onde o voo tripulado é muito perigoso ou caro. No entanto, atualmente o uso de drones é altamente limitado pela falta de regulamentos, normas e procedimentos necessários para operar em um ambiente seguro. Logo percebe-se que o uso de drones irá requerer melhoras relativas à regulamentação de uso.

Liu *et al.* (2014) discute o desafio enfrentado pelos engenheiros civis e a incerteza no planejamento, construção e manutenção da infraestrutura. Na pesquisa, os autores abordam uma variedade de técnicas de levantamento e monitoramento usando drones, com o objetivo de mostrar que eles são usados principalmente em aplicativos de monitoramento, monitoramento de mudanças ambientais, resposta a prevenção de desastres, exploração de recursos e monitoramento de obras civil. Segundo os autores, a principal vantagem de usar drones é o baixo custo e alta mobilidade. Como desvantagem, Liu *et al.* (2014) registraram a baixa estabilidade de vôo. Como conclusões, os autores apresentaram um resumo das possíveis aplicações de drones na avaliação de riscos sísmicos, transporte, resposta a desastres, gerenciamento de obras, levantamento e monitoramento e avaliação de inundações. Liu *et al.* (2014) conclui que o uso de drones na gestão da construção, em breve será uma ferramenta tradicional no trabalho da engenharia civil e no gerenciamento de obras.

Siebert & Teizer (2014) aborda o uso de drones como plataforma de aquisição de dados e como instrumento de medição com o objetivo de tornar-se um método atraente para as muitas aplicações de levantamento em engenharia civil. Seu objetivo foi utilizar um novo programa para planejamento fotogramétrico de voo e sua execução para a geração de imagens para serem mapeadas. Os resultados dos testes mostram ainda que é possível monitorar o uso de drones em obras do tipo escavações, facilitando o trabalho de medição da obra.

Boccardo *et al.* (2015) exploraram a redução de custos relacionados à tecnologia de drones em diferentes campos, dentre eles o monitoramento de desastres e coleta de informações,

capacitação comunitária, logística e até transporte de mercadorias. Foi realizado em conjunto para avaliar procedimentos operacionais para fins de monitoramento e usabilidade dos dados adquiridos em um contexto de resposta a emergência. Os resultados demonstram a eficiência no uso de drones para monitoramento pós-desastres mostrando ser uma tendência nesse tipo de monitoramento.

Máthé & Busoniu (2015) mostraram que os drones ganharam atenção significativa nos últimos anos. A pesquisa realizada por esses autores teve como objetivo abordar uma visão geral, para detecção de recursos e rastreamento, utilizando, para isso, uma lista de drones mais populares e de baixo custo. Em sua pesquisa, Máthé & Busoniu (2015) desenvolveram o uso de drones para inspeção ferroviária utilizando o processamento de imagens obtidas por esses equipamentos. Essa pesquisa mostrou que mesmo com os desafios computacionais gerados pelo reconhecimento da imagem obtida por drones, esta será uma tendência futura para inspeção visual, pois as imagens processadas tem um baixo custo para sua obtenção.

Sankarasrinivasana (2015) apresentou um protocolo inovador para o monitoramento de grandes estruturas civis que envolvem o uso eficaz de drones para permitir o monitoramento estrutural da saúde das estruturas em tempo real. O autor teve como objetivo trabalhar com processamento de imagens obtidas com uso de drones para identificar trincas e imperfeições em grandes estruturas civis. Em sua investigação, Sankarasrinivasana (2015) utilizou como metodologia uma interface gráfica do *software* matemático desenvolvido para analisar em tempo real as imagens e obter o resultado esperado pela comparação de imagens em escala de cinza. Os resultados obtidos foram satisfatórios e mostraram que os algoritmos de imagem são desenvolvidos para determinar defeitos estruturais primários, como rachaduras e superfícies de degradação.

Dupont (2016) afirma que é possível obter informações da construção civil e modelar tais informações com o uso de drones para obter um melhor gerenciamento. O autor argumenta que poucas soluções permitem a integração de informações com uma plataforma de *software*. Em sua pesquisa, Dupont (2016) utilizou a plataforma BIM para coletar dados da construção civil obtidos por drones com voos autônomos e a interligação inteligente dos dados coletados para obter um melhor gerenciamento. O processo de construção em si ainda é fora do escopo da maioria dos desenvolvimentos, pois envolve cronograma apertado, ambiente congestionado e desafios nas condições de navegação.

NA (2016) aborda o uso de drones nas tecnologias de sensoriamento remoto para monitoramento estrutural da construção civil. O objetivo da pesquisa é usar um novo conceito

para permitir que os drones identifiquem danos em um estágio anterior ou detectem danos internos, como espessura ou perda devido à corrosão. O método de inspeção visual com processamento de imagem é um conceito comum ao usar drones para encontrar rachaduras, ferrugem ou outros danos tipos que podem ser identificados visualmente. Esse método segundo NA (2016) contribui de forma benéfica para o monitoramento e detecção de danos causados na estrutura de uma obra civil.

Alvear *et al.* (2017) constataram que o monitoramento da poluição do ar tornou-se recentemente uma questão de extrema importância em nossa sociedade. Devido essa importância, a implantação de um frota de drones para esse monitoramento pode ser considerada uma alternativa aceitável. Ao adotar essa abordagem, propõe o uso de drones equipados com sensores prontos para executar tarefas de monitoramento da poluição do ar. Os autores utilizaram como metodologia um algoritmo que permitem executar automaticamente o monitoramento de uma área. Os resultados experimentais mostram que é possível obter mapas precisos de maneira rápidas quando comparados a outras estratégias alcançando assim um melhor desempenho. Em particular o projeto mostrou-se capaz de encontrar as áreas mais poluídas com mais precisão oferecendo uma cobertura aérea maior.

McCabe (2017) examina o potencial do uso de veículos aéreos não tripulados e sistemas aéreos não tripulados, para monitorar canteiros de obras. Segundo o autor, os drones tornaram-se onipresentes devido à sua comercialização como uma ferramenta. Nesse sentido, McCabe (2017) afirma que drones têm sido objeto de muitos estudos recentes na indústria da construção. Em sua investigação, McCabe (2017) mostrou as vantagens do uso de drones para captura automatizada de dados em aplicações no domínio interno, sua evolução e suas perspectivas na construção. Como conclusão, o autor sustenta que o uso de drones na construção será uma tendência futura.

Otto *et al.* (2018) afirmam, em seu estudo, que o uso de drones pode levar a uma economia substancial de custos, por exemplo, no monitoramento de infraestrutura de difícil acesso, em campos de pulverização e monitoramento na agricultura de precisão, bem como nas entregas de pacotes. Em algumas aplicações, como gerenciamento de desastres, transporte de suprimentos médicos ou monitoramento ambiental, os drones aéreos podem até ajudar a salvar vidas. Em sua pesquisa, Otto *et al.* (2018) descrevem as aplicações mais promissoras de drones aéreos e delineiam características relevantes desses equipamentos para o planejamento das operações. Segundo esses autores, os drones podem acessar áreas remotas rapidamente. No geral, de acordo com vários especialistas, o maior potencial de mercado pode estar relacionado

a aplicação de drones no monitoramento de infraestrutura, desastres ambientais, agricultura e aplicativos de entrega. Portanto, não é de surpreender que o planejamento de operações com drones tenha recentemente atraído considerável interesse e pesquisa.

Arantes (2018) analisou a capacidade da utilização de veículos aéreos não tripulados para fins de medição de área construída de um imóvel com a utilização de uma fotografia do imóvel, fazendo a comparação dos valores da área construída obtido por meio da imagem aérea e da imagem real do imóvel. Para tanto, o autor utilizou um drone equipado com um sistema de aquisição de coordenadas das fotografias, em conjunto com um sistema de medida para disponibilizar o ângulo das imagens capturadas. Como resultado, foi possível medir áreas construídas e adequar as irregularidades nas dimensões dos imóveis urbanos em um curto intervalo de tempo e com um baixo custo.

Besada *et al.* (2018) desenvolveram um processo de voo automatizado que permite implementar planos de medição para inspeções discretas de infraestrutura usando plataformas aéreas; e especificamente drones com vários rotores. Em seu artigo, os autores compararam o sistema com as ferramentas existentes e mostraram que é possível realizar inspeções com detalhes usando drones multirotores. As imagens obtidas são processadas e utilizadas para inspeção de infraestrutura mostrando a precisão da ferramenta de voo em operações reais usando o controle de voo automatizado.

Chamoso *et al.* (2018) desenvolveram uma plataforma com diferentes modos projetados para controlar e monitorar o status dos drones, mostrando as vantagens que tornam seu uso mais seguro, como o uso para controle de áreas restritas em cidades ou mesmo para evitar colisões entre veículos. Seu uso está se tornando mais frequente e eles podem realizar uma ampla gama de tarefas. Os autores mostraram ainda que os drones possuem muitas vantagens sobre outros sistemas aéreos tripulados, especialmente quando usados nos campos profissional ou comercial, além de possuir um custo menor. No futuro, espera-se que todas as cidades façam uso dos drones para pequenas tarefas de controle nas cidades, visando o baixo custo de operação e a facilidade de conexão com a internet nas grandes cidades.

Liu (2018) investigou exaustivamente as aplicações de drones multirotores, analisando seus papéis e explorando o potencial de uso na área da engenharia de construção. Em sua pesquisa, Liu (2018) identificou que é possível usar um drone no levantamento de terra, logística, análise do canteiro de obras, manutenção e demolição. Como resultado, Liu (2018) verificou que os drones representam uma tecnologia cada vez mais popular em

desenvolvimento na sociedade. Diante deste cenário, o autor concluiu que os drones tem o potencial de facilitar a construção e gestão da construção civil.

Dentro deste contexto, através do “tipo de obra”, é possível explorar o uso de drones de forma ampla em muitos aspectos da engenharia de construção, verificando ainda “quais obras” seriam estudadas. Através do tipo de obra estudada é que se define qual o tipo de drone multirrotor utilizar, pois muitos deles são equipados com câmeras e sensores e podem ser pilotados remotamente usando *smartphones*, *tablets* ou computadores, facilitando assim as atividades da construção.

Falorca (2018) utilizou os drones para realizar uma abordagem de seu uso como ferramenta tecnológica emergente para o campo da inspeção de edifícios. O autor utilizou como método, a análise de imagens obtidas na inspeção de estruturas de edifícios com uso de drones. Através desta análise, Falorca (2018) percebeu o potencial uso na inspeção de fachadas de edifícios com muitos andares o que venha a ser um facilitador quando utilizado a tecnologia de drones. O autor conclui que o uso de drones irá emergir para uma tendência de utilização crescente, sobretudo em estaleiros de obras e na inspeção de grande estruturas.

Lisboa *et al.* (2019) relata o uso de drones para vistoria de uma obra na capital do estado do Pará. Para tanto, o autor usou procedimentos para inspeção de segurança em obras por meio da captura de (fotos e vídeos) com drones na obra de prolongamento de uma avenida localizada na região metropolitana de Belém. Com os dados obtidos foi possível perceber que, para a engenharia, o uso de drones apresenta diversas vantagens, como monitoramento e acompanhamento da evolução da obra, monitoramento da área onde o projeto será realizado, avaliação de viabilidade, geração de pré-projetos e documentação fotográfica, além de gerar informações para a identificação de atos e condições inseguras. Segundo o autor, os objetivos da investigação foram alcançados e demonstraram a eficiência no uso de inspeções diárias no andamento da obra.

Alwateer (2019) sustenta que o uso de drones está levando a computação móvel a uma nova era. Com o avanço da tecnologia, em breve, eles podem ser onipresentes e poderão ser usados na prestação de serviços de engenharia civil, seja através de aplicativos com o uso de drones em: gerenciamento de dados para drones, serviços de dados, destacando as preocupações específicas nos dados de gerenciamento e computação de internet das coisas. Para isso, o alcance e a diversidade de drones continuarão a aumentar, com diferentes drones especializados para diferentes aplicações sendo desenvolvidos. Nesta pesquisa, verifica-se que os drones

fornece uma categoria de serviços baseados em localização que podem integrar com outros serviços móveis. A internet das coisas se conectará aos drones formando uma nuvem sendo vastamente utilizado nos setores de processamento de imagens e construção civil.

Castellanos *et al.* (2019) usaram a internet das coisas apoiada com o uso de drones para monitorar uma cidade. Os autores apresentaram uma ferramenta capaz de projetar uma rede auxiliar para ser usada pelos drones com o objetivo de monitorar e avaliar o desempenho do retorno das imagens dos drones. Os resultados obtidos na pesquisa mostraram que um voo com drone ideal, seria a uma altura (80 m) poderia satisfazer as redes de acesso e de retorno; no entanto, a cobertura total não foi alcançada. Diante de todos os testes, verifica-se que o uso de drones para monitoramento das cidades com o uso da internet também será uma tendência futura, mas necessita de novos estudos.

Labib *et al.* (2019) constataram que a rápida adoção da Internet das Coisas (IoT) incentivou a integração de novos dispositivos conectados, os drones, à rede onipresente. Os drones prometem uma solução pragmática para as limitações da infraestrutura terrestre existente como trazer novos meios de fornecer serviços por meio de uma ampla variedade de aplicativos. Segundo esses autores, há uma expectativa de que os drones em breve dominem o espaço aéreo de baixa altitude sobre as cidades povoadas, propondo uma nova maneira de estruturar as áreas descontroladas e de baixa altitude no espaço aéreo, com o objetivo de abordar o complexo problema do gerenciamento de tráfego de maneira abstrata. Os autores concluíram que a IoT, conectadas aos drones, facilitou o desenvolvimento de novos dispositivos capazes de interagir com o nosso mundo físico, gerando uma quantidade grande de informações.

Greenwood, Lynch & Zekkos (2019) sustentam que os drones tornaram-se ferramentas populares para profissionais e pesquisadores. Em sua pesquisa, os autores tiveram como objetivo fornecer uma revisão sistemática da literatura resumida dos esforços relacionados ao desenvolvimento de drones com foco em aplicações de infraestrutura civil, mostrando as vantagens e desvantagens entre os diferentes tipos de drones e suas características de desempenho, com ênfase nos avanços obtidos na construção civil. Nessa pesquisa verificam-se as lacunas de conhecimento mais utilizadas no uso de drones para uma prática atual e futura, dentre elas seu uso no monitoramento de pós-desastres da construção civil.

Popescu *et al.* (2019) desenvolveram uma abordagem sistemática para estruturar os principais aspectos de implementação do uso de drones. Segundo esses autores, a vantagem desses sistemas foi enfatizada por monitoramento em larga escala, aumentando a mobilidade, acessibilidade e tempo de reação em caso de emergência. Como resultados, os autores

concluíram que o uso de drones tornou os sistemas mais baratos, amigáveis e precisos no monitoramento em várias áreas como vigilância ambiental, agricultura, cidades inteligentes, segurança, missões de busca e salvamento.

Vizvári *et al.* (2019) focaram no monitoramento com o uso de drones em tarefas após as primeiras 48 horas do período pós-desastre, mostrando que a plataforma de monitoramento e transporte com esses equipamentos ajuda em pós-desastres ambientais, como terremotos. Em seu trabalho, os autores tiveram como objetivo principal discutir os diferentes modos de transporte para distribuição de ajuda pós-desastre.

Verificou-se com a revisão sistemática da literatura abordando o uso de drones nas tarefas da construção, que ainda não existem *softwares* autônomos que consigam calcular de forma automática, as dimensões reais de uma habitação a partir de uma imagem fotográfica aérea. Para conseguir um *software* que calcule de forma automática as dimensões seria necessário definir muitos padrões, como altura do drone, ângulo da foto e resolução mínima da câmera para que o *software* consiga ler as informações. Porém dependendo do tamanho do terreno, a altura em que o drone irá sobrevoar pode mudar. Estudos continuam sendo feitos para otimizar o máximo possível essas tarefas.

Após a análise do panorama das publicações do uso de drone em diversas áreas, foi possível perceber que o uso de drones em atividades que antes eram feitas totalmente por humanos, agora pode ser feita com o auxílio do drone de forma mais otimizada. O número de publicações está crescendo cada vez mais em diversos países, o que demonstra o interesse dos pesquisadores pela nova área tecnológica.

As informações fotográficas obtidas com o auxílio de um drone já são utilizadas por alguns municípios para processamento das imagens e a geração de um banco de dados que é utilizado pela secretaria municipal de finanças para reajuste do IPTU. Porém essas informações nem sempre estão atualizadas anualmente como deveriam.

O banco de dados gerado pode ser utilizado para verificar o impacto no atendimento médico, limpeza pública, segurança, transporte coletivo, aumento de trânsito nas vias urbanas. Todos esses fatores são resultantes do excesso construtivo encontrado nas habitações e são responsáveis por impactar o planejamento urbano do bairro e do município.

### 2.4.1 Aplicações de drones no monitoramento de obras

Baseado nesse levantamento, obteve-se a figura 1, que mostra as publicações obtidas nos últimos 5 anos que abordam como tema o uso de drones.



Figura 1: Cronologia das publicações  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

De acordo com levantamento obtido na cronologia das publicações, nota-se que ocorre uma crescente demanda pelo uso de drones em 2020. O levantamento mostrou um crescimento em seu número de publicações no decorrer dos meses restantes do ano. Esse aumento deve-se por vários fatores, dentre eles, a facilidade do uso de drones em diversas tarefas que podem ser feitas com maior otimização de tempo e economia de recursos.

O uso de drones vem sendo pesquisado em vários continentes. A figura 2, mostra o percentual de publicações obtidos entre 2015 e 2020 com a respectiva porcentagem de publicações sobre amostragem de 60 artigos.

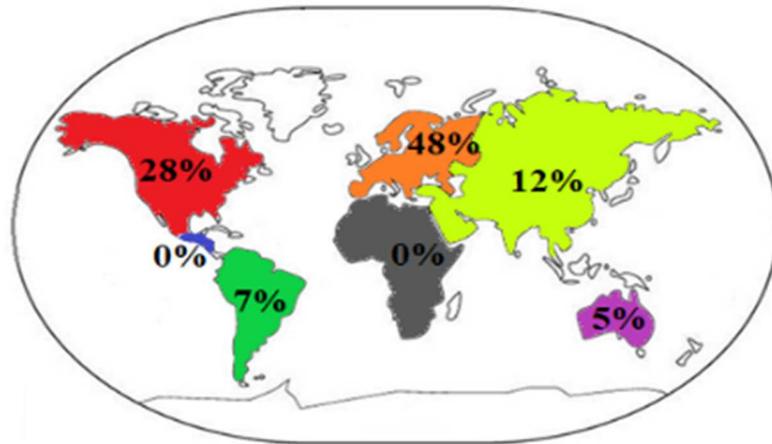


Figura 2: Porcentagem de publicações por continentes  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Assim como cada continente teve sua quantidade de artigos publicados, temos os países que são responsáveis por realizar inúmeros estudos com o uso de drones. A figura 3, mostra a quantidade de publicações obtidas por cada país totalizando uma amostra de 60 artigos.

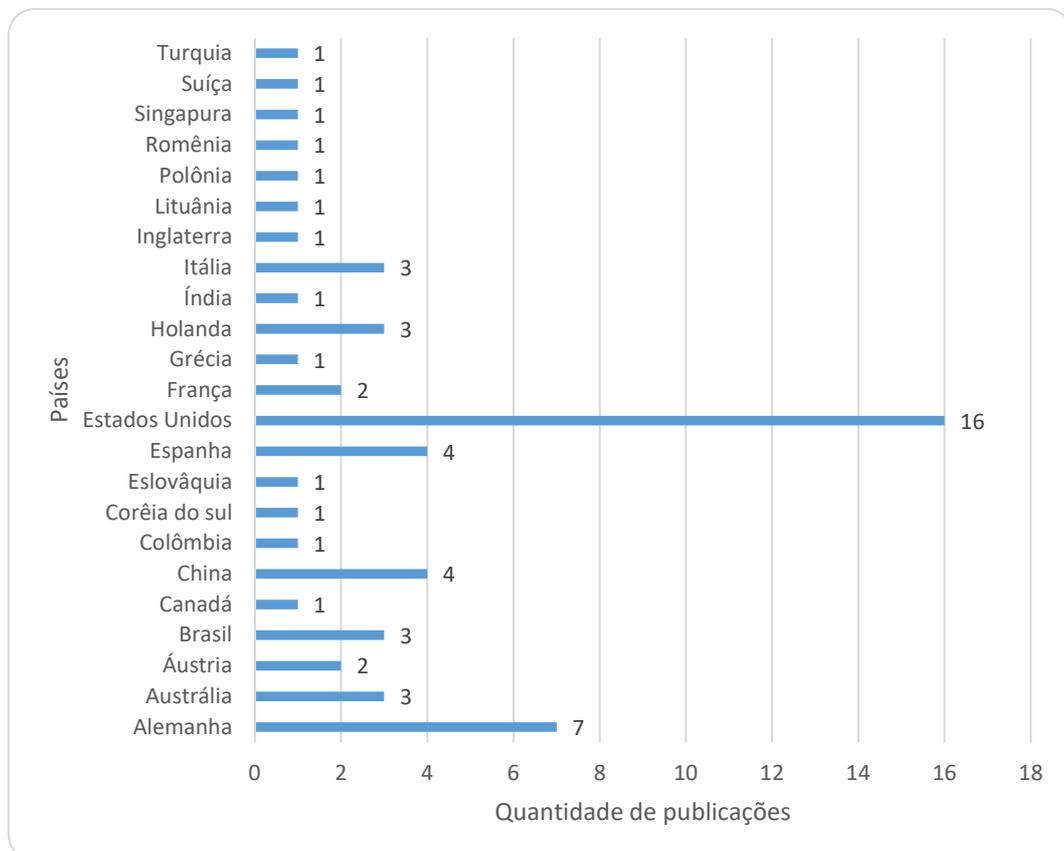


Figura 3: Publicações por países  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Após realizar uma análise entre a figura 2 e figura 3, percebe-se que o continente europeu, possui domínio da tecnologia de uso de drones. Este fato ocorre porque a união europeia possui uma quantidade maior de países e maior concentração de universidades.

A figura 2 mostra que a América do Norte é responsável pela maior parte das publicações se analisarmos por país de publicação. Estados Unidos e Canadá são responsáveis por publicar 17 artigos dentre os 60 estudados na amostragem.

Com a amostragem deste estudo foi feito um levantamento do uso de drones por área de aplicabilidade. Com ele foi obtido a figura 4, que mostra diversas áreas que possibilitam o uso de drones no seu trabalho.

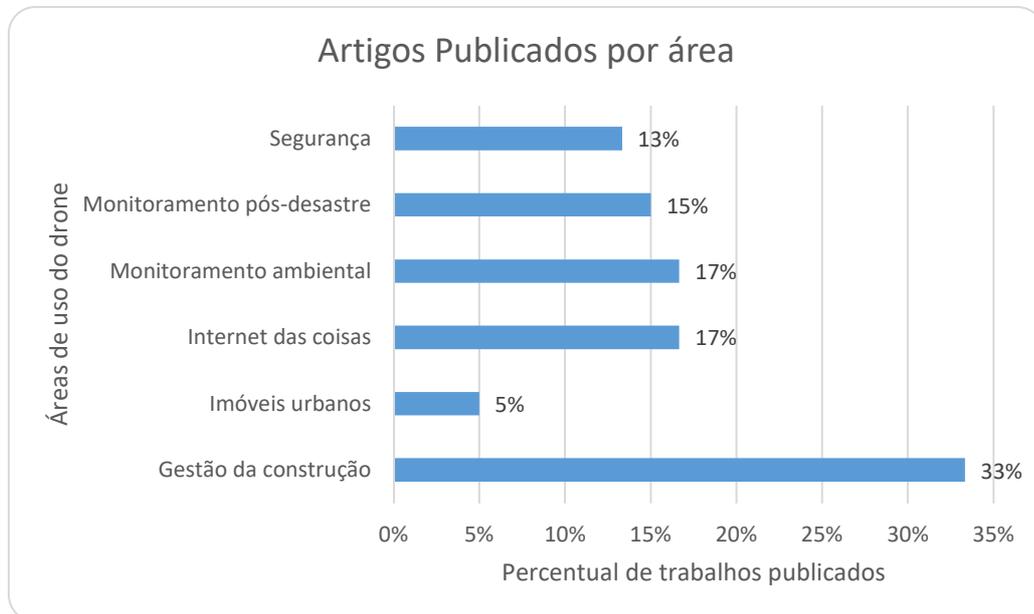


Figura 4: Artigos publicados por área  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

O uso de drones no setor de imóveis urbanos, teve menor porcentagem nas suas atividades no período de 2015 a 2020. Em contrapartida, o setor de gestão da construção teve maior quantidade de artigos publicados, mostrando assim, que o uso de drones, se continuar com essa evolução, será uma tendência futura no cotidiano das obras.

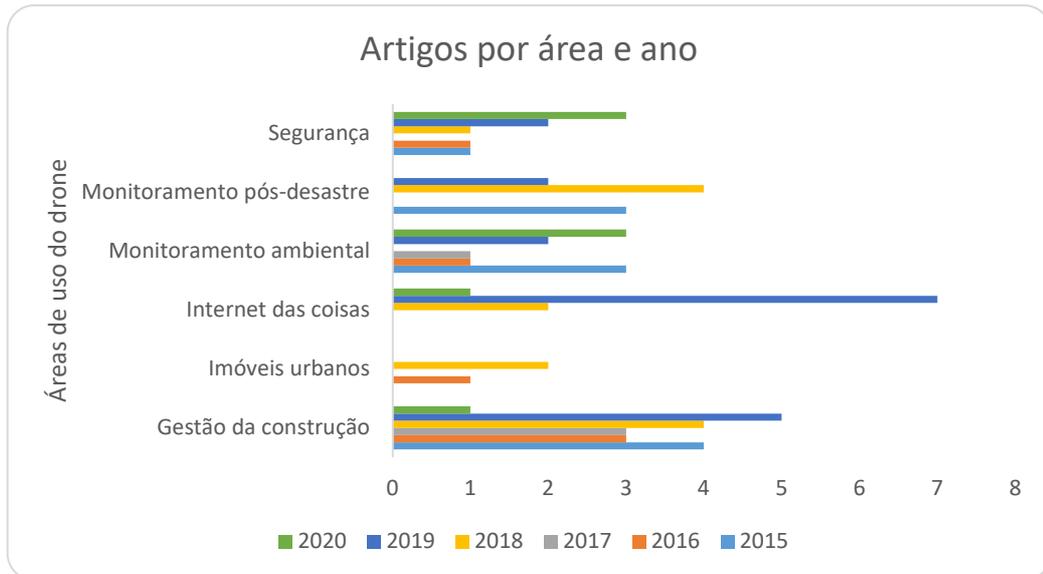


Figura 5: Artigos publicados por área e por ano  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Visando demonstrar essa tendência, foi criado um quantitativo de artigos publicados dentro da área da construção civil, o que demonstra sua aplicabilidade nas diversas áreas da construção civil. A figura 6 demonstra os valores encontrados.

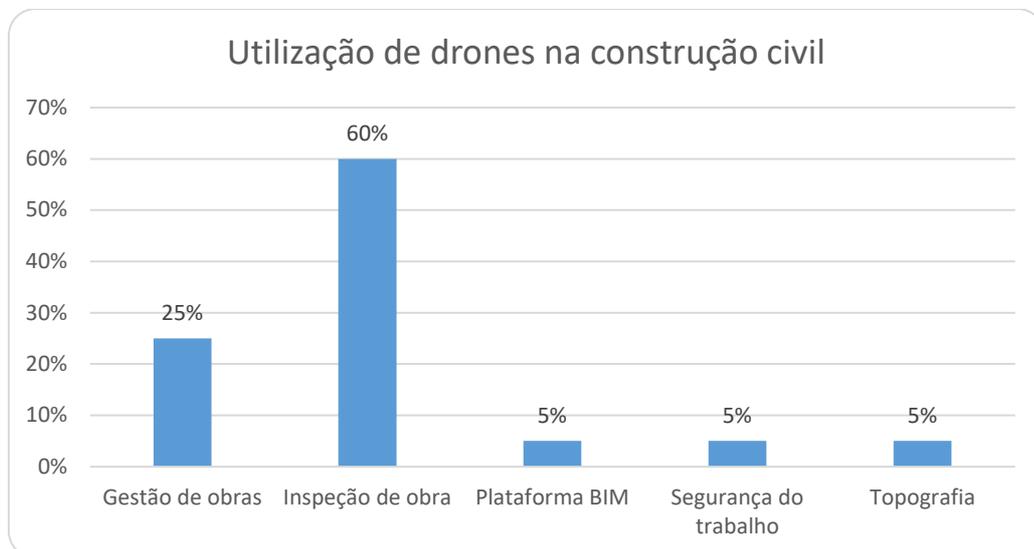


Figura 6: Utilização de drones na construção civil  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Os dados da figura 6 mostram que 60% dos autores pesquisados, utilizam o drone para realizar algum tipo de inspeção em obras. Nas análises metodológicas utilizadas no artigo, foram identificadas 3 abordagens. Conforme Severino (2003) o estudo de caso é uma estratégia

de pesquisa que compreende um método que abrange tudo em abordagens específicas de coletas e análise de dados. A revisão bibliográfica é aquela que se valem de publicações científicas em periódicos, livros, anais de congressos etc. A abordagem quantitativa é uma classificação do método científico que utiliza diferentes técnicas estatísticas para quantificar opiniões e informações para um determinado estudo.

Na análise dos trabalhos verificou-se o predomínio do estudo de caso, representando 60% da amostra, como se viu nos trabalhos mais relevantes de (ZEGART, 2018; BESADA, 2018; GILL, 2020). Já na abordagem de revisão bibliográfica, foi utilizada por (ALWATEER, 2019; CHEN, 2018; SONY, 2019) e a quantitativa usada por (ELLENBERG, 2015; GERAEDS, 2019).

A figura 7 apresenta de maneira completa a quantidade de pesquisas abordadas.

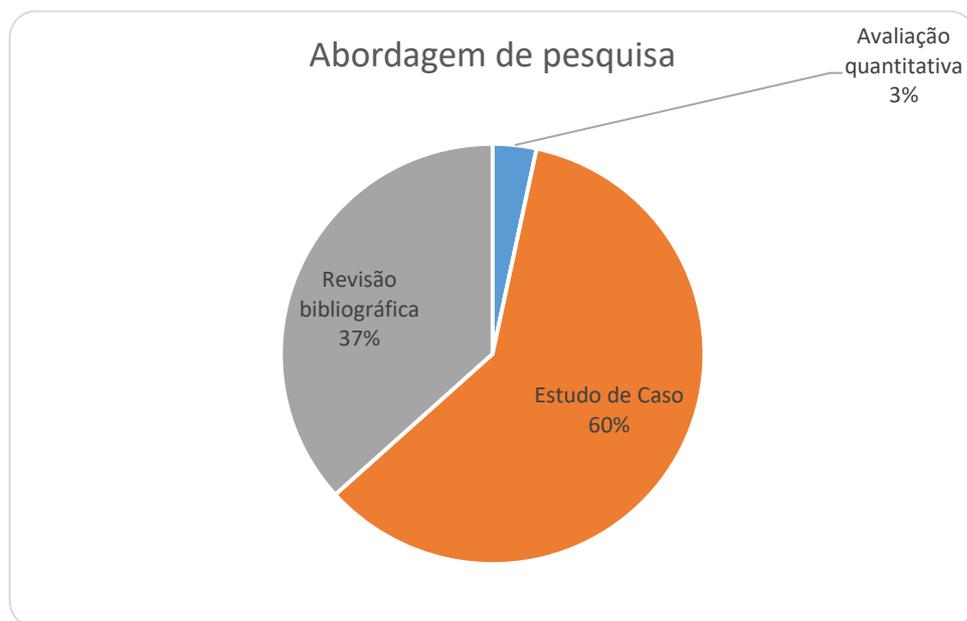


Figura 7: Abordagem de pesquisa  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

No geral, os drones representam uma tecnologia cada vez mais popular no setor da construção civil. Drones multirotores apresentam muitas vantagens, como a alta manobrabilidade e baixo custo. Os drones podem ser equipados com vários sensores, como vídeo ou câmeras, e sensores infravermelhos, baseados em radar ou laser e dispositivos de comunicação especializados. Além disso, os drones multirotores podem ser pilotados remotamente usando *smartphones*, *tablets* ou computadores.

Os drones têm potencial para facilitar atividades do setor da construção, como observações e inspeções estruturais, gestão da segurança do trabalho (sendo utilizados no monitoramento do uso de equipamentos de proteção individual), mas ainda estão em uma fase exploratória, não sendo amplamente usados na indústria da construção. Pesquisadores inicialmente exploraram usos de drones em muitos aspectos da engenharia da construção. No entanto, espera-se que a pesquisa atual aumente a conscientização a respeito do uso de drones multirrotores e seu potencial no setor da construção civil.

Nota-se através deste estudo, que durante os últimos 5 (cinco) anos, o uso de drones, apesar de não ser muito comum, já era objeto de estudo entre os pesquisadores. Observando o período da cronologia estudada, percebe-se que em 2015, as publicações mantinham um percentual de 20% de artigos publicados em relação a amostragem de 60 artigos. Houve um aumento de 8% das publicações de pesquisas em 2019.

Este fato leva a entender que o uso de drones na construção civil apresenta uma tendência de crescimento, visto que o uso de drones na área da construção civil veio para facilitar e auxiliar nas tarefas onde o acesso humano é considerado difícil. E essa tendência será maior em 2020, pois já temos 17% das publicações feitas até maio de 2020. O que mostra que seguindo essa tendência teremos no final de 2020 mais artigos publicados do que nos anos anteriores.

Na construção civil, o uso de drones teve maior uso na inspeção e gerenciamento de obras civis. Este fato ocorre pela facilidade do uso de drones e na precisão que os drones conseguem proporcionar com suas manobras.

A revisão sistemática da literatura realizada nos últimos 5 (cinco) anos mostrou ainda que o uso de drones nas atividades que envolvem a construção civil, monitoramento ambiental, e pós-desastres possui em todas elas o uso de drones para apoiar o desempenho das atividades profissionais.

De acordo com levantamento bibliográfico feito, observou-se que existe pouca pesquisa que envolva o gerenciamento de obras urbanas com o uso de drones, em comparação com outras áreas da construção.

No próximo capítulo será mostrado o método de pesquisa utilizado para obtenção do levantamento fotográfico.

### 3 - MÉTODO DE PESQUISA

Este capítulo destina-se a apresentar a abordagem de pesquisa adotada neste trabalho. Inicialmente são apresentados detalhes sobre o delineamento da pesquisa, a preparação, coleta e análise dos dados, finalizando com a apresentação dos resultados.

Na segunda parte deste capítulo, foram apresentadas informações sobre um levantamento em um conjunto habitacional situado no município de Jataí – Go composto de 990 habitações. Segundo fontes da prefeitura municipal, apenas 60% encontram-se habitados. Nessa etapa utilizou-se uma amostra representativa composta de 64 (sessenta e quatro) construções residenciais, escolhidas de forma aleatória, o que mostrou um grau de confiança de 90%. Foi utilizado um drone para realizar a vistoria aérea e obter imagens fotográficas que mostrem a área edificada de cada construção residencial. Essa imagem foi comparada com a área da planta original do projeto com o objetivo de encontrar áreas construídas além do projeto inicial.

A pesquisa foi dividida em duas partes distintas. Na primeira parte foi feito o levantamento bibliométrico sobre o uso de drones em construções urbanas. Nesse estudo foi feita uma cronologia das publicações, o percentual das publicações por continente e por país, o percentual de artigos publicados por áreas e específicos dentro da construção civil. Foi obtido o tipo de pesquisa e o tipo de equipamento utilizado em cada pesquisa. Ainda na parte teórica, foi apresentada a legislação necessária para o uso de drones no Brasil, nos EUA e na Europa, pois estes são os principais países que detêm as publicações existentes com o uso de drones. Para obter o estudo bibliométrico, foi feito um levantamento dos últimos 5 (cinco) anos de publicações dentro da área de construção e gestão.

Na segunda parte da pesquisa, foi feito um levantamento fotográfico das habitações no conjunto residencial, obtendo através de um drone, imagens aleatórias que foram processadas posteriormente com objetivo de verificar se existem excessos construtivos, e dessa forma, identificar se existem impactos causados ao planejamento territorial urbano.

Foi encontrado um excesso construtivo que foi utilizado para estimar o valor da perda de arrecadação com o IPTU no condomínio estudado e dessa forma mostrar o impacto no planejamento territorial urbano naquele conjunto habitacional.

Na parte prática desta pesquisa foi feito um levantamento fotográfico com o uso de um drone realizado no conjunto habitacional escolhido para estudo, durante um período estimado

de 10 (dez) dias. Estima-se esse prazo, pois primeiro foi escolhida uma construção residencial e será feita a coleta de dados com o uso de um drone. Foram obtidas imagens com o uso de drone em várias alturas com o objetivo de definir uma melhor altura em que o drone deveria sobrevoar para obter uma imagem em escala, suficientemente adequada para obter dados relativos à área construída.

Após a obtenção do material fotográfico e análise de cada fotografia, foi possível afirmar qual a altura que o drone deve sobrevoar para captura de novas fotos.

Após definir uma altura de 18 metros em que o drone deve realizar a vistoria, o mesmo procedimento foi feito nas demais construções residenciais escolhidas, de forma a obter todos os dados necessários para a etapa de resultados e discussões.

Foi detectado algumas habitações com área construída maior que a projetada. Foi calculado um valor em percentual referente ao excesso construtivo encontrado. Com esse valor calculado, foi mostrado no capítulo de resultados e discussões qual foi o impacto encontrado no planejamento territorial urbano do conjunto habitacional.

Após a obtenção das fotos, foi iniciado um processo de análise e cálculo da área construída através das fotografias obtidas. Foi estimado utilizar 30 (trinta) dias para realizar todo o processo de análise das fotografias.

O conjunto habitacional em estudo, foi investigado unicamente através de vistorias aéreas utilizando um drone como ferramenta para obtenção das imagens. De acordo com as limitações do drone informadas nas especificações técnicas, foi necessário obter várias imagens fotográficas da construção residencial com o drone sobrevoando em diversas alturas, visando sempre obter o melhor ângulo para análise aérea e dessa forma chegar o mais próximo possível do valor estimado da área construída.

Nesse contexto, esse trabalho terá como abordagem de pesquisa o levantamento exploratório, pois estudará um condomínio residencial e verificando através do método de pesquisa se existe impacto no planejamento territorial e urbano do município.

### **3.1 Abordagem de pesquisa: levantamento**

Esta dissertação está voltada para o planejamento territorial urbano do município causado pelo excesso construtivo. A escolha da abordagem de pesquisa adequada para o

desenvolvimento do trabalho depende do objetivo e, conseqüentemente das questões que o pesquisador pretende responder. Para esta pesquisa o método utilizado será o levantamento.

Gil (1994) classifica a pesquisa, quanto ao objetivo, em 03 (três) categorias básicas: exploratória, explicativa e descritiva. Pesquisas exploratórias visam compreender um fenômeno ainda pouco estudado ou aspectos específicos de uma teoria ampla. Pesquisas explicativas, identifica os fatores que determinam ou contribuem para a ocorrência dos fenômenos, explicando suas causas. E, finalmente, a descritiva, descrever determinada população ou fenômeno.

Seguindo essa abordagem de pesquisa, foi realizado um levantamento em um condomínio residencial situado no município de Jataí – Go, no bairro Cidade Jardim. Através da coleta de dados por amostragem, obteve-se o percentual de excesso construtivo de cada construção residencial.

### **3.2 Objeto de pesquisa: levantamento do excesso construtivo em um conjunto habitacional**

O objeto de pesquisa deste trabalho foi realizar um levantamento do excesso construtivo em um conjunto habitacional situado no município de Jataí – Go, no bairro Cidade Jardim. O condomínio encontra-se atualmente com 990 (novecentas e noventa) casas construídas, porém, de acordo com a prefeitura municipal, nem todas encontram-se habitadas por problemas construtivos e abandono por parte dos moradores. O estudo foi feito considerando 60% das construções habitadas. A escolha ocorreu pelo fato de neste conjunto habitacional possuir uma quantidade maior de construções residenciais individuais, o que permitiu realizar uma amostragem das áreas construídas individualmente. De acordo com a prefeitura municipal, 40% das habitações encontram-se desabitadas por estarem em má conservação ou com atrasos em prestações adquiridas após o financiamento.

Foi estudado um conjunto habitacional, situado no município de Jataí – GO, onde não houve a necessidade de autorização por escrito por se tratar de um bairro residencial aberto, sem a presença de muros e ausência de síndicos. O conjunto habitacional é composto de 30 (trinta) quadras, estando dividido em quadras com 38 lotes e quadras com 27 lotes cada. A dimensão de cada lote do condomínio é de 10m x 25m, totalizando 250 m<sup>2</sup> cada lote. O anexo 1 mostra a totalização de 990 lotes. Todas as construções residenciais estudadas possuem a

mesma área construída. Em cada lote foi feita uma construção residencial de alvenaria de bloco cerâmico.

O conjunto residencial Cidade Jardim possui dois modelos de casa construídos. O primeiro é uma construção residencial unifamiliar para pessoas com deficiência e restrição de mobilidade. Nestas unidades habitacionais, a área construída é de 45,61 m<sup>2</sup>, e representa uma menor quantidade de habitação dentro o espaço amostral. Por esse motivo esse modelo de casas para pessoas com deficiência, não fizeram parte da amostra, pois segundo a prefeitura não estavam totalmente habitadas e representam um menor número na amostra total.

O segundo modelo de habitação, conta com uma área construída de 39,88 m<sup>2</sup> e representa a maior quantidade de habitações do condomínio Residencial Cidade Jardim com aproximadamente 95% das construções seguindo o segundo modelo de habitação.

Estimando-se 4 (quatro) pessoas por moradia e levando em consideração 60% de ocupação, teremos uma capacidade total de ocupação de 2.376 pessoas. Após encontrar todo o excesso construtivo nas habitações, a capacidade total de ocupação no bairro será de 2.552 pessoas. Por diversos problemas de construção e de abandono por parte dos moradores, nem todas as habitações encontram-se habitadas.

A figura 8 representa a planta com a área construída inicialmente para esse tipo de construção.

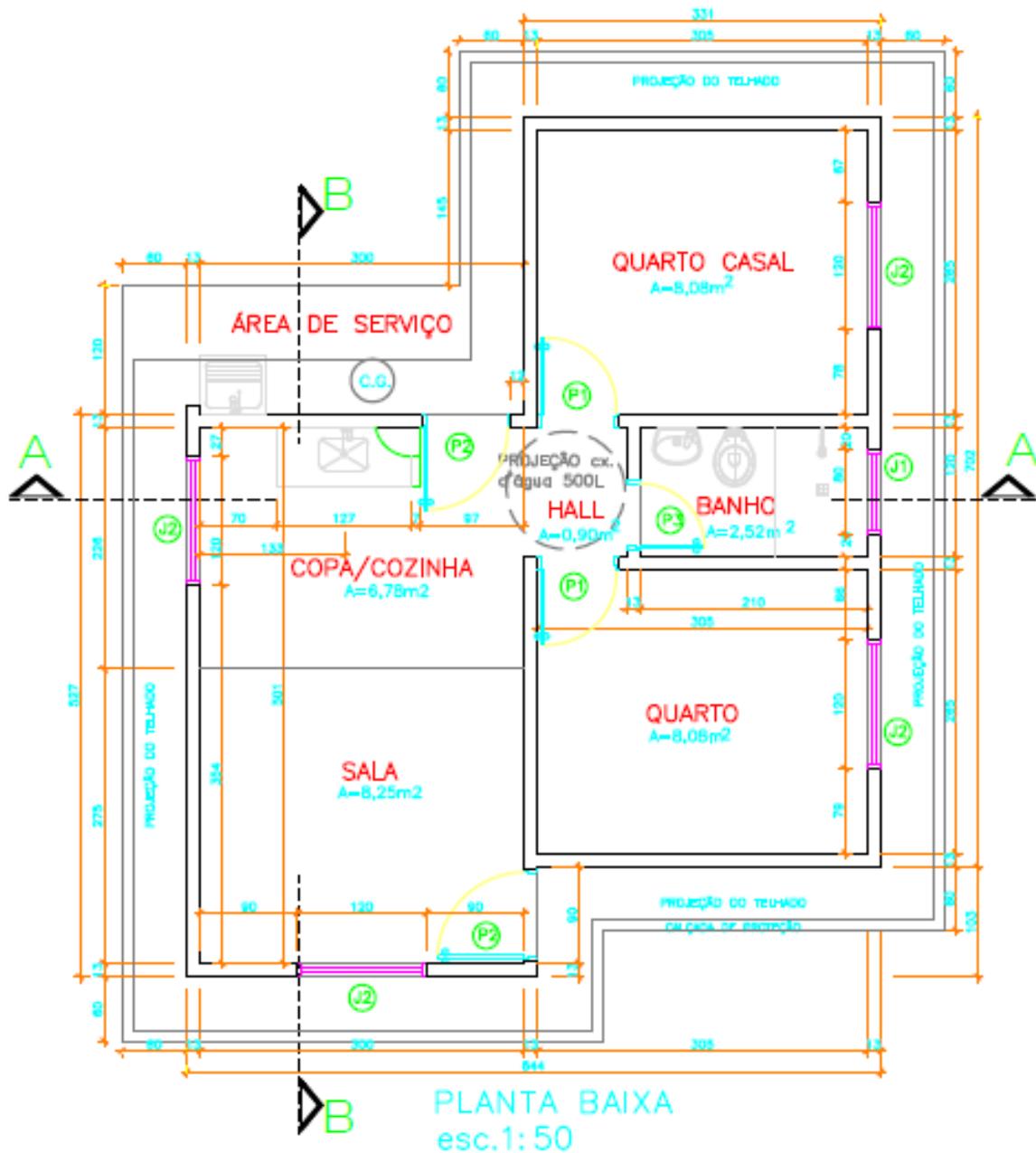


Figura 8: Planta casa unifamiliar  
Fonte: Prefeitura do município de Jataí - GO (2020)

De acordo com a prefeitura municipal do município, não há previsão para ampliação do projeto no bairro estudado, portanto o estudo será direcionado nos 60% de construções que possuem moradores.

### 3.3 Delimitação da pesquisa

Para determinação da amostra de habitações escolhidas para o estudo, alguns conceitos devem ser seguidos.

Segundo Larson e Farber (2004) o pesquisador trabalha com tempo, energia e recursos econômicos limitados. Portanto, são raras as vezes em que pode trabalhar com todos os elementos da população. Geralmente, o pesquisador estuda um pequeno grupo de indivíduos retirados da população. Este grupo denomina-se amostra.

O processo de escolha das casas que fazem parte da amostra é denominado amostragem. Outro parâmetro estatístico cuja determinação afeta o tamanho da amostra é a proporção populacional. Nesta pesquisa, como no condomínio têm 990 casas, e nem todas estão habitadas, tomaremos como base uma estimativa de 60% da proporção populacional de casas habitadas, o que corresponde a 594 casas.

A fórmula para cálculo do tamanho da amostra para uma estimativa confiável da proporção populacional ( $p$ ) é dada pela equação 1.

$$n = \left( \frac{Z^2_{\alpha/2} \cdot p \cdot q}{E^2} \right) \quad (1)$$

Onde:

$n$  = número de indivíduos na amostra

$Z_{\alpha/2}$  = valor crítico que corresponde ao grau de confiança desejado.

$p$  = proporção populacional de indivíduos que pertence a categoria que estamos interessados em estudar.

$q$  = proporção populacional de indivíduos que não pertence à categoria que estamos interessados em estudar ( $q = 1 - p$ ).

$E$  = Margem de erro ou erro máximo de estimativa. Identifica a diferença máxima entre a proporção amostral e a verdadeira proporção populacional.

Os valores de confiança mais utilizados e os valores de  $Z$  correspondentes podem ser encontrados na tabela 1:

**Tabela 1: Valores críticos associados ao grau de confiança na amostra**

Grau de Confiança	$\alpha$	Valor Crítico $Z_{\alpha/2}$
90%	0,10	1,645
95%	0,05	1,96
99%	0,01	2,575

Fonte: Larson e Farber (2004)

Seguindo a equação 1 e a tabela 1 para obter uma amostra confiável de casas que foram estudadas e levando em consideração que queremos determinar o tamanho da amostra, considerando 90% de confiança e uma margem de erro estimada em 10%, foi encontrada como amostra confiável aproximadamente 64 habitações.

### 3.4 Método de pesquisa

A pesquisa será realizada em cinco etapas, conforme apresentado na tabela 2.

**Tabela 2: Fases da pesquisa**

Etapa 01	<b>Revisão bibliográfica</b>	Pesquisar sobre o conceito de drones e legislação de uso no Brasil, EUA e Europa;  Pesquisar o uso de drones no setor da construção.
Etapa 02	<b>Exploratória</b>	Treinamento do pesquisador no uso de drone;  Obtenção de dados no conjunto habitacional.
Etapa 03	<b>Desenvolvimento</b>	Análise de dados.  Tratar a análise de cluster dos resultados encontrados.

Etapa 04	<b>Consolidação</b>	Analisar se existe impacto causado no planejamento territorial urbano.
----------	---------------------	--

Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Na etapa 1 ocorreu a revisão bibliográfica, primeiramente em busca de uma construção residencial urbana onde seja possível realizar o estudo. Depois ocorreu a busca pelo aprofundamento sobre literatura que envolva o uso de drones na construção e o uso de drones em vistorias de obras civis, mostrando a aplicabilidade do uso de drones nesse tipo de obra.

Percebe-se que a etapa de revisão bibliográfica permanecerá durante toda a pesquisa com objetivo de fundamentar e comparar os resultados obtidos.

Na etapa 2 iniciou-se o treinamento do pesquisador na pilotagem de drones com o objetivo de obter proficiência com o uso de drones. Após aquisição de experiência com uso de drones iniciou-se o manuseio do drone na construção residencial escolhida com objetivo de obter várias fotos em vários ângulos e diferentes altitudes, para desta forma, utilizar a melhor foto para realizar a comparação com o padrão da edificação construída.

Na etapa 3 iniciou-se o trabalho utilizando as imagens obtidas na etapa 2. Nessa etapa foi verificada a escala de cada foto obtida, procurando sempre a foto que mais se aproxima da realidade da construção residencial. Após a escolha da foto, ocorreu uma comparação com o padrão da edificação construída mostrando o grau de similaridade. Foi tratada a análise de cluster dos resultados, mostrando a análise dos agrupamentos para obter a classificação dos grupos com base na observação das semelhanças de um conjunto de valores.

Na etapa 4 foi formulado um percentual de similaridade a área construída com as fotos obtidas com o drone, mostrando ainda qual foi a contribuição teórico e prática da pesquisa para o setor da construção e os impactos que podem ocorrer no planejamento territorial.

Nessa pesquisa, ressalta-se o uso de drones no âmbito da construção civil como ferramenta de apoio em vistorias de construções residenciais, pois no geral, eles são uma tecnologia cada vez mais popular em desenvolvimento na sociedade moderna. Foi demonstrado que os drones possuem muitas vantagens sobre outras ferramentas de apoio, seja utilizado na vistoria, na construção, dentre elas a alta manobrabilidade e baixo custo de operação.

### 3.5 Instrumentos de pesquisa

Foi utilizado na pesquisas um drone fenix GPS com câmera para obtenção das fotos da construção residencial. Características: peso: 185 g, tempo de voo: 8 minutos cada bateria. Distância wi-fi: 100~150 m / 300 m (ao ar livre e desobstruída, dependendo das condições e smartphone). Modelo do motor: 1020. Faixa de temperatura de operação: 32° a 104°. Sistema de GPS satélite GLONASS. Dimensões: 270 x 270 x 120 mm.

O drone utilizado é da marca Multilaser Fenix ES204, conforme mostra a figura 9.



Figura 9: Drone multilaser fênix ES204  
Fonte: Site do fabricante (2020)

Na parte prática para obtenção das imagens das habitações foi utilizado um drone marca multilaser com especificações técnicas a seguir:

**Drone:**

- Peso (185 g);
- Tempo de vôo: 8 minutos de cada bateria;
- Distância wi-fi: 100 ~ 150m / 300 m (ao ar livre e desobstruída);
- Modelo do motor: 1020;
- Estabilizador de vôo: ativado;
- Faixa de temperatura de operação: 32° a 104° F (0° a 40° C);
- Sistemas de satélite: GPS/GLONASS;
- Dimensões: 270x270x120 mm;

**Câmera:**

- Lente: FOV 120°/2.0;
- Modos de fotografia: disparo único;
- Modos de gravação de vídeo: FULL HD 1920 x 1080p;
- Foto: JPEG;
- Vídeo: AVI;

**Aplicativo / FPV:**

- Aplicativo móvel: Drones ML;
- Frequência de trabalho: 2,4 GHz;
- Sistemas operacionais obrigatórios: iOS 8.0 ou posterior / Android 4.4 ou posterior;
- Dispositivos recomendados: *Smartphones* de 4.7" a 5.5";

**Controle:**

- Frequência de operação: 2,4 GHz;
- Distância máxima de transmissão: 300 m (ao ar livre e desobstruída);
- Tensão de funcionamento: 3,7 V;
- Suporte para dispositivos móveis: *Smartphones* de 4,7" a 5,5";

**Bateria:**

- Capacidade: 1000 mAh;
- Tensão: 3,7 V;
- Peso líquido: 40 g (cada);
- Tipo de bateria: Lítio;
- Poder de carregamento máximo: 5 a 10 W;
- Tempo máximo de carregamento: aproximadamente 60 minutos.

## 4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DE RESULTADOS

Este capítulo destina-se a apresentar os resultados obtidos a partir do levantamento. Para melhor entendimento, o capítulo foi dividido em cinco sub seções com os seguintes temas: localização da área de estudo e o tipo de habitação estudada, coleta de dados em campo, cálculo da área edificada, resultados obtidos em cada construção e a repercussão do excesso construtivo na arrecadação do município.

### 4.1 Localização da área de estudo e tipo de habitação estudada

O estudo foi realizado no município de Jataí, situado no sudoeste de Goiás, a uma distância de 327 km da capital do estado. O acesso ao município ocorre pela rodovia estadual GO-060 e o levantamento foi feito por aerofotogrametria dos dias 10 e 11 de dezembro de 2020. A figura 10 mostra o Estado de Goiás e a localização do município de Jataí.

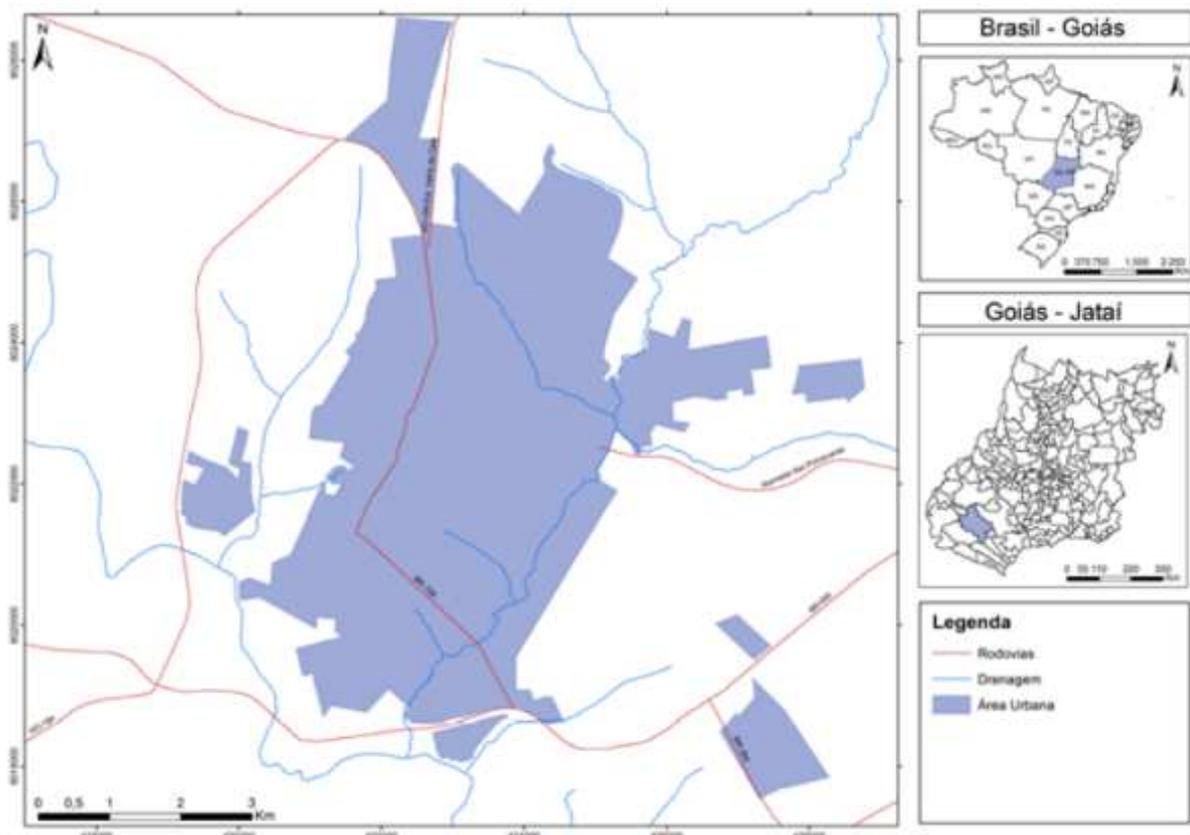


Figura 10: Localização de Jataí em Goiás  
Fonte: Prefeitura do município de Jataí - GO (2020)

O município de Jataí, está dividido em 85 bairros conforme figura 11. O bairro escolhido para estudo é denominado Cidade Jardim, apresentando habitações pequenas e padronizadas no padrão do programa governamental “Minha Casa Minha Vida”, da Caixa Econômica Federal. O bairro em estudo encontra-se destacado com área na cor vermelha. Trata-se de um bairro periférico e de baixa renda.



Figura 11: Bairro Cidade Jardim no município de Jataí  
Fonte: IBGE, (2010)

O bairro Cidade Jardim possui 990 casas distribuídas em lotes de 250 m<sup>2</sup>. A figura 12 mostra uma foto aérea do bairro obtida com um drone. O bairro apresenta uma infraestrutura completa. Todas as ruas encontram-se asfaltadas e com as calçadas concretadas. Possui energia elétrica e rede de água tratada e saneamento. O bairro possui ainda boa infra-estrutura com supermercados, escolas, posto de saúde e estação de distribuição de água tratada para as residências. O loteamento foi financiado pela Caixa Econômica Federal. Nesse contexto o poder

público municipal incentivou a população para que tenha acesso ao financiamento de forma a estabelecer um percentual de terreno a ser utilizado para cada família. O loteamento atende às exigências legais do município e está localizado em uma área de expansão urbana.



Figura 12: Foto aérea do bairro Cidade Jardim  
Fonte: produzida pelo autor (2020)

As habitações residenciais do bairro Cidade Jardim são todas de pequeno porte, com lotes de 250 m<sup>2</sup> e área construída de 39,88 m<sup>2</sup>. Conforme a figura 13, as habitações foram construídas com blocos cerâmicos, com telhado de duas águas e telhas de barro.



Figura 13: Habitação padrão do bairro Cidade Jardim  
Fonte: produzida pelo autor (2020)

#### **4.2 Coleta de dados em campo**

A etapa de coleta de dados em campo, foi feita nos dias 10 e 11 de dezembro de 2020. Foi escolhido o período matutino para início da coleta de dados fotográficos.

No dia 10 de dezembro, o tempo estava nublado, com aparente início de chuva a qualquer momento, o que dificultou um pouco a coleta de dados.

Foram escolhidos 4 pontos diferentes no bairro Cidade Jardim, onde em cada ponto foi feita a coleta de fotos referentes a 16 habitações, totalizando 64 registros.

Chegando ao bairro, foi feita a escolha do primeiro ponto para coleta das imagens. No ponto escolhido, foi encontrado um local para decolagem e pouso do drone. Como procedimento padrão, foi escolhido um local sem árvores e com poucos fios elétricos.

Ao subir o drone, o mesmo foi posicionado sobre uma habitação, com o objetivo de obter a altura padrão para coleta das demais fotos. Após alguns testes de subir e descer o drone sobre a habitação, foi determinada como melhor altura a elevação de 18 metros. Todos os

drones possuem um *software* que realiza o seu gerenciamento. Foi procurado neste voo, obter o enquadramento da habitação vista pelo drone por um ângulo de 90°, de forma que fosse possível enquadrar em cada foto uma única habitação com suas dimensões. Essa altura de voo do drone prevaleceu por toda a etapa de coleta de dados.

Foram utilizadas para a coleta de dados 4 baterias do drone. Cada bateria possui autonomia de 8 minutos de vôo, totalizando 32 minutos de voo para cada ciclo da bateria.

Ao subir o drone, com cada bateria foi possível obter 4 fotos diferentes, sempre mantendo a altura de 18 metros no voo. Sendo assim, com cada ciclo de 4 baterias foi possível obter todas as fotografias do primeiro ponto de coleta de dados escolhido.

Foram repetidas todas as etapas anteriores dos demais pontos de coleta de dados, deixando assim a obtenção das fotos de forma padrão.

Após terminar a coleta do primeiro ponto escolhido, foi feito o processo de recarga das baterias, o que demorou aproximadamente uma hora. No primeiro dia, devido à grande intensidade de chuvas, foi feita a coleta de dados de 2 pontos do bairro Cidade Jardim, totalizando 32 fotos.

No segundo dia de coleta de dados, também no turno matutino, foi retomado o processo de obtenção das imagens, seguindo o mesmo padrão de altura de voo, e ainda, escolha de habitações de forma aleatória. Ainda no segundo dia foram obtidas as 16 fotos do terceiro ponto escolhido e após a recarga do ciclo das baterias foram obtidas as 16 fotos finais necessárias para completar a amostra a ser analisada.

Em cada ponto do bairro escolhido para coleta de dados, foi selecionado um quarteirão residencial, conforme figura 14 e, a partir do quarteirão escolhido, foram obtidas as fotos de cada habitação de forma aleatória. Em cada ponto, foram escolhidos vários quarteirões visando assim, obter uma coleta de dados bem aleatória.

Após a obtenção da amostra de 64 fotos de habitações escolhidas aleatoriamente, foi feito o carregamento das baterias para um novo voo do drone no bairro Cidade Jardim. Desta vez, foram obtidas mais 25 registros fotográficos onde a altura do voo foi modificada para mais de 50 metros, objetivando mostrar a dimensão de alguns quarteirões de habitações do bairro.



Figura 14: Quarteirão residencial no bairro Cidade Jardim  
Fonte: produzida pelo autor (2020)

Para finalizar a coleta de dados no segundo dia, foi feita por parte do autor, toda uma conferência das fotos com objetivo de verificar a integridade de cada arquivo fotográfico e ainda se a qualidade das imagens estava suficiente para realizar a próxima etapa dos cálculos das áreas edificadas.

### **4.3 Cálculo da área edificada**

A etapa dos cálculos das áreas edificadas foi feita em 10 dias. Nessa etapa da pesquisa, foi utilizada a norma NBR 8196 – Desenho técnico – Emprego de escalas como ferramenta de apoio para determinar a escala utilizada nas fotos aéreas.

A norma NBR 8196 fixa as condições exigíveis para o emprego de escalas e suas designações em desenhos técnicos. A NBR 8196 (2000, p. 1) contém disposições que, ao serem citadas constituem prescrições para esta norma. Segundo essa norma, a designação completa de uma escala deve consistir na palavra “ESCALA”, seguida da indicação da relação:

- a) ESCALA 1:1, para escala natural;
- b) ESCALA X:1, para escala de ampliação ( $X > 1$ );
- c) ESCALA 1:X, para escala de redução ( $X > 1$ ).

A palavra “ESCALA”, segundo a NBR 8196, pode ser abreviada na forma “ESC”.

A escala a ser escolhida para um desenho depende da complexidade do objeto ou elemento a ser representado e da finalidade da representação. Em todos os casos, a escala selecionada deve ser suficiente para permitir uma interpretação fácil e clara da informação representada. A escala e o tamanho do objeto ou elemento em questão são parâmetros para escolha do formato da folha de desenho.

É comum em levantamentos topográficos ou de área específica a necessidade de representar no papel uma certa porção da superfície terrestre. Para que isto seja possível, é necessário representar as feições levantadas em uma escala adequada para os fins do projeto. De forma simples, pode-se definir escala como sendo a relação entre o valor de uma distância medida no desenho e sua correspondente no terreno.

A NBR 8196 define escala como sendo a relação de dimensão linear de um elemento e/ou objeto apresentado no desenho original para a dimensão real do mesmo e/ou do próprio objeto.

Normalmente são empregadas as notações da equação 2 para a representação da escala:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D}; \quad E = \frac{1}{m}; \quad E = \frac{d}{D}; \quad \frac{1}{m} = \frac{d}{D} \quad (2)$$

Onde:

m = denominador da escala

d = tamanho no desenho

D = tamanho no terreno

O valor da escala é adimensional, ou seja, não tem dimensão (unidade).

Foi necessário encontrar a escala utilizada na coleta de dados, pois todas fotografias das construções residenciais foram geradas com o drone sobrevoando a 18 metros de altura das habitações. Através da escala, foi possível obter a medida real de cada construção, possibilitando, assim, obter a área construída.

Foi utilizada a fórmula  $E = \frac{d}{D}$  descrita na equação 2. Com a planta contida na figura 8 deste trabalho e a medida do desenho contida na figura 15, é possível determinar a escala que será utilizada nos demais cálculos da área.



Figura 15: Habitação sem excesso construtivo usada no cálculo da escala  
Fonte: produzida pelo autor (2020)

Logo:

$$\frac{1}{E} = \frac{d}{D} \rightarrow \frac{1}{E} = \frac{2,60 \text{ cm}}{300 \text{ cm}} \rightarrow E = 115$$

Portanto, a escala utilizada para a determinação do tamanho no terreno foi de 1:115.

Para encontrar o tamanho no desenho, foi utilizado o *software Jruler*, disponível no site: [JRuler 3.1 Download \(Free\) - JRuler.exe \(informer.com\)](http://informer.com). O *software* trata-se de uma régua que permite fazer qualquer medição com precisão na tela. Isso é especialmente útil ao medir gráficos, fotos, tamanhos de navegador de página da *Web* ou qualquer outra figura que necessite de medidas. O *software* pode exibir os resultados em pixels, polegadas ou centímetros. Nesta pesquisa, foram utilizados os valores em centímetros, pois, desta forma, consegue-se converter diretamente para metros. Quando executado, o *software* apresenta resultados nas direções horizontal ou vertical, conforme indicado na Figura 16.

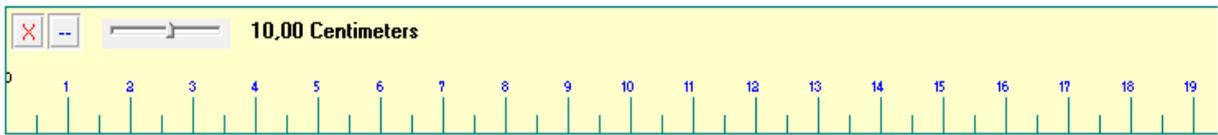


Figura 16: Régua do software JRuler  
Fonte: Site Jruler (2020)

Com a escala definida em 1:115, e como o drone sempre capturou as fotografias das habitações sobrevoando a 18 metros de altura, foi possível identificar a área construída de cada fotografia.

A figura 17 mostra o tamanho correspondente, em centímetros, de cada telhado da edificação, sendo possível dessa forma identificar a área total construída.



Figura 17: Casa sem excesso construtivo  
Fonte: produzido pelo autor (2020)

Após obter as medidas em centímetros conforme apresentadas no desenho da figura 15, foi utilizado a fórmula da equação 2 para encontrar o tamanho que corresponde ao tamanho real no terreno. Para cada telhado foi obtida a área em  $\text{cm}^2$ , multiplicando a medida de um lado pela medida do outro. O resultado foi convertido em  $\text{m}^2$ , obtendo assim a área total da construção de cada telhado. Somando-se as duas áreas, têm-se a área total construída.

Todos os passos descritos neste capítulo, foram replicados com igual teor para todas as 64 casas obtidas na amostra.

Na próxima seção será apresentado, em detalhes, o que foi obtido como resultado de área construída de cada habitação.

#### **4.4 Resultados obtidos**

Para o melhor entendimento dos resultados, cada foto da construção residencial obtida pelo drone foi intitulada “casa” seguido pelo número sequencial que corresponde à ordem em que a construção foi analisada. No apêndice I estão referenciadas todas as casas registradas, na ordem em que foram analisadas.

De acordo com a convenção adotada anteriormente, verificou-se que as casas “casa1”, “casa6”, “casa13”, “casa20”, “casa22”, “casa24”, “casa26”, “casa31”, “casa33”, “casa36”, “casa38”, “casa44”, “casa47”, “casa48”, “casa53”, “casa54”, “casa60” e “casa64” não apresentaram excesso construtivo em sua edificação, mantendo, neste caso, uma área construída de 39,88 m<sup>2</sup>. Juntas elas representam 28% das habitações estudadas. Como característica comum, verificou-se que na área onde foi construída, houve uma preservação de toda a área permeável original do terreno.

A “casa2” situada na mesma quadra que a “casa1”, possui uma área total construída de aproximadamente 97,56 m<sup>2</sup>. Algumas características como área permeável foram mantidas dentro dos limites do terreno, porém a “casa2” teve 146% de excesso construtivo além do projeto original.

Foi encontrada na “casa3” uma área impermeável muito pequena, pois nessa construção residencial foi calculado aproximadamente 110 m<sup>2</sup> de área construída. Nestas condições representa um excesso construtivo de 180% em relação à área original.

A situação da “casa4” não é diferente. Mesmo contendo alguma parte do terreno preservada com área permeável encontra-se nessa residência uma área construída de 60,39 m<sup>2</sup>, o que representa 52% a mais de área construída comparado com o projeto original.

Na “casa5” foi encontrada uma situação com muito excesso construtivo. Nessa habitação foi verificado aproximadamente 129 m<sup>2</sup> de construção em um terreno de 250 m<sup>2</sup>, o que corresponde a 224% a mais do que a área construída inicialmente.

A “casa7” manteve as características de permeabilidade do terreno. Teve uma área total construída de 47m<sup>2</sup>, onde representa um excesso construtivo de 18% comparado com a área inicial do projeto.

Na “casa8” foi encontrada uma área total construída de 60 m<sup>2</sup>, o que representa 52% construído além do projeto inicial. Assim como na “casa7”, na “casa8” manteve algumas características de permeabilidade do terreno.

Foi encontrada na “casa9” uma área total construída de aproximadamente 50 m<sup>2</sup>. Apesar de manter toda áreas não construída permeável teve 25% de excesso construtivo.

A “casa10” teve toda área ao fundo do terreno preservada com grama e estando assim permeável, mas teve uma área total construída de 72 m<sup>2</sup> com 83% de excesso construtivo.

Encontrou-se na “casa11” aproximadamente 72 m<sup>2</sup> de área total construída e uma grande parte de área permeável, porém foi calculado 81% de excesso construtivo além do projeto inicial e com uma grande parte dos 81% de excesso, encontra-se em fase de construção na fase de acabamento. As imagens obtidas com o drone mostraram que o processo construtivo além do projeto encontra-se recente e em fase de crescimento. A cor do telhado encontra-se novo, comparado com os demais telhados, e a ausência de janelas demonstra a fase recente do processo construtivo, porque nas paredes onde foi encontrado a ausência de janelas, também foi encontrado paredes sem reboco e ainda material de construção depositado na área não construída do terreno, o que demonstra o processo construtivo em andamento.

Na “casa14” observa-se uma área total construída de 97 m<sup>2</sup>. As áreas permeáveis não foram preservadas, sendo em quase toda totalidade substituídas pelo concreto. A “casa14” teve um excesso construtivo de 145% em relação ao projeto original.

A “casa15” possui uma área total construída de 93 m<sup>2</sup>. Assim como na “casa14” as áreas permeáveis não foram mantidas, tendo nesse caso um excesso construtivo de 135% em relação ao projeto inicial de 39 m<sup>2</sup>.

Foi verificado que na “casa16” houve um total de 60 m<sup>2</sup> de área construída e 53% de área construída além do projeto inicial. Nesta construção toda a área permeável encontra-se revestida de grama.

A “casa17” teve 53 m<sup>2</sup> de área construída e um percentual de área construída além do projeto de 34%. Nessa construção a área permeável foi bastante preservada.

Foi calculada na “casa18” uma área total construída de 67 m<sup>2</sup> e um percentual construído além do projeto inicial de 69%. Apesar do percentual alto o resto da área livre encontra-se com grama e algumas árvores em sua área permeável livre.

Na “casa19” a área construída total foi de 75 m<sup>2</sup> e o percentual construído além do projeto foi calculado em 89%.

Verificou-se na “casa21” uma área construída de 95 m<sup>2</sup> com um percentual construído além do projeto inicial de 140% o que demonstra uso da maior parte do terreno com construções, havendo ainda uma parte permeável na área do terreno que não possui construções.

Foi encontrado, na “casa23”, 75 m<sup>2</sup> de área total construída. Verifica-se uma área construída além do projeto de 91%, em relação à área original. Como característica, foi observado que parte do percentual construído além do projeto encontra-se em fase final de construção, pois foi observado alguns detalhes no acabamento da edificação, como o excesso do telhado ainda não foi arrematado e ausência de janelas e de reboco nas paredes, indicando que o processo de construção continua a existir.

Na “casa25” foi calculado uma área total construída de 86 m<sup>2</sup> e o excesso construtivo encontrado representa 119% a mais em relação a área original de 39 m<sup>2</sup>. Algumas características como a permeabilidade restante do terreno foi preservada.

A “casa27” tem área total construída de 91 m<sup>2</sup> e o percentual construída além do projeto inicial calculado em 131% em relação à área original de 39 m<sup>2</sup>. Esta construção residencial não possui área permeável disponível dentro do terreno.

Foi encontrada na “casa28” nenhum percentual de área permeável no terreno e uma área total construída de 97 m<sup>2</sup>. Com toda essa área construída, o percentual construído além do projeto ficou calculado em 145% em relação à área original de 39 m<sup>2</sup>.

Na “casa29” a área total construída foi de 59 m<sup>2</sup> e o percentual construído além do projeto foi de 51%. Nesta construção, foi preservada uma grande quantidade de área permeável com grama.

A “casa30” tem área construída de 52 m<sup>2</sup> e percentual construído além do projeto de 33%. Em parte do terreno livre foi observado que está com área permeável.

Foi encontrado na “casa32” uma área construída de 95 m<sup>2</sup> e um percentual de 141% construído além do projeto inicial. Toda a área restante encontra-se com solo permeável e com algumas árvores e vegetação rasteira.

Na “casa34” teve uma área total construída de 76 m<sup>2</sup>. A construção encontra-se sem área permeável. Foi encontrado um excesso construtivo de 93% em relação à área original. O excesso construtivo encontrado apresenta características de que está em fase de acabamento, pois apresenta madeiramento do telhado sem arremates, ausência de janelas e paredes ainda sem reboco, o que indica que o processo de ampliação da construção continua existindo.

A “casa35” tem área total construída de 86 m<sup>2</sup> e um percentual de excesso construído de 118% em relação à área original de 39 m<sup>2</sup>.

Foi encontrado na “casa37” uma área total de 120 m<sup>2</sup>. O excesso construtivo encontrado foi de 203% em relação a área original. Neste terreno o excesso construtivo representa 2 (duas) vezes a área original, deixando o terreno sem área permeável.

Na “casa39” há uma área construída de 72 m<sup>2</sup> e um excesso construtivo de 83% em relação a área original. Quase todo o terreno foi utilizado para construção dos excessos construtivos restando apenas uma pequena área impermeável e toda concretada. Nesta construção não existe área permeável e nenhum tipo de vegetação.

A “casa40” tem área construída total de 94 m<sup>2</sup> e um excesso construtivo de 139% em relação a área original. Foi utilizado quase todo o terreno para construção dos excessos construtivos, sobrando uma pequena área permeável nos fundos do terreno com a presença de pequenas árvores.

Foi encontrada na “casa41” uma área total construída de 96 m<sup>2</sup> e um percentual de excesso construtivo de 143% em relação a área original construída. O excesso construtivo desta construção foi feito utilizando o mesmo padrão de telhado, utilizando toda área restante do terreno. Na “casa41” restou apenas uma área sem construção na frente da construção, que foi totalmente concretada, deixando o terreno sem área permeável.

A “casa42” teve a área total construída de 103 m<sup>2</sup>. O percentual de excesso construtivo nesta construção foi de 161% em relação a área original de 39 m<sup>2</sup>. A maior parte do excesso construtivo foi feito nos fundos do terreno, mantendo preservada parte da construção original no centro do terreno. Foi utilizada toda a largura do terreno para a construção nos fundos do terreno. O resto do terreno foi totalmente concretado, deixando toda a área do lote sem área permeável.

Na “casa43” a situação não foi diferente em relação ao excesso construído. A área total construída foi de 98 m<sup>2</sup>. O percentual de excesso construtivo foi de 148%, havendo nesta construção, uma parte nos fundos com uma pequena árvore e vegetação rasteira (grama). Na frente, uma área restante e uma área na lateral inferior, foi totalmente concretada deixando essa área impermeável.

Foi calculada na “casa45” uma área total construída de 145 m<sup>2</sup>. As características como permeabilidade do solo não foram mantidas. A construção residencial encontra-se com 268% de excesso construído além do projeto inicial.

A “casa46” teve área construída de 51 m<sup>2</sup> e excesso construtivo de 30% em relação a área construída original de 39 m<sup>2</sup>. Toda a área não construída do terreno encontra-se com ausência de concreto, permanecendo permeável.

Na “casa49” foi verificado que a área total construída foi de 47 m<sup>2</sup>, representando um excesso construtivo de 20% em relação à área original.

A área total construída da “casa50” foi aumentada para 50 m<sup>2</sup>. Pouco excesso construtivo foi encontrado, chegando a um percentual de 27% em relação à construção original. Toda a área não construída no fundo da residência encontra-se com ausência de concreto, estando toda permeável.

Foi encontrada na “casa51” 60 m<sup>2</sup> de área total construída e um excesso construtivo de 52% em relação à área original.

A “casa52” tem 105 m<sup>2</sup> de área total construída. Grande parte do terreno foi ocupada com excessos construtivos, totalizando 166% a mais em relação à área original construída de 39 m<sup>2</sup>.

A “casa55” teve área total construída de 55 m<sup>2</sup> e um excesso construído de 40% em relação à área original construída. Toda área não construída do terreno apresenta área impermeável.

Foi verificado, na “casa56”, 73 m<sup>2</sup> de área total construída. Nesta construção foi encontrado 84% de excesso construtivo comparado com o projeto original. Foi observado ainda a presença de materiais de construção colocados na entrada da residência, do lado de dentro do lote. Os materiais observados foram tijolos, areia e brita, sugerindo que o processo de ampliação da construção continua em execução, pois ao fundo da residência o terreno está preparado para receber novas construções.

A “casa57” teve área total construída de 48 m<sup>2</sup> e excesso construtivo de 22% em relação à área original construída. A parte da entrada da residência encontra-se totalmente concretada e na parte do fundo da residência foi encontrado a presença de grama em toda área não construída.

A “casa58” também teve as características semelhantes às casas estudadas anteriormente, pois teve a área não construída da entrada da residência concretada e na parte dos fundos toda revestida de grama. Nesta residência foi encontrado uma área total construída de 50 m<sup>2</sup> e um excesso construtivo de 28% em relação à área original construída.

Foi encontrado na “casa59” uma área total de 70 m<sup>2</sup> de construção. O excesso construtivo encontrado foi de 79% em relação a área construída originalmente.

Na “casa61” foi encontrada uma área total construída de 71 m<sup>2</sup> e um excesso construtivo de 80% em relação à área original construída.

A “casa62” teve área construída de 47 m<sup>2</sup> e um excesso construtivo de 20% em relação à área construída inicialmente no projeto.

Na última casa analisada, a “casa63”, foi encontrada uma área total construída de 64 m<sup>2</sup> e um excesso construtivo de 63% em relação à área original.

Após a análise da amostra de 64 casas, foram observadas algumas características importantes neste estudo. A casa com maior área construída foi de 145 m<sup>2</sup> de área total. A figura 18 mostra o percentual de casas agrupadas em intervalos de área construída desde a área inicial de 39 m<sup>2</sup>, até construções que superaram 100 m<sup>2</sup> de construção total.

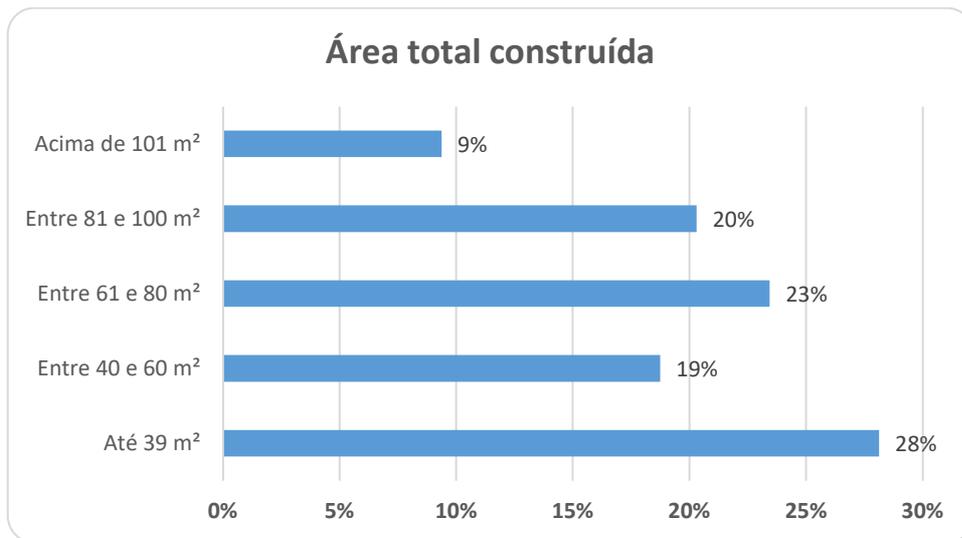
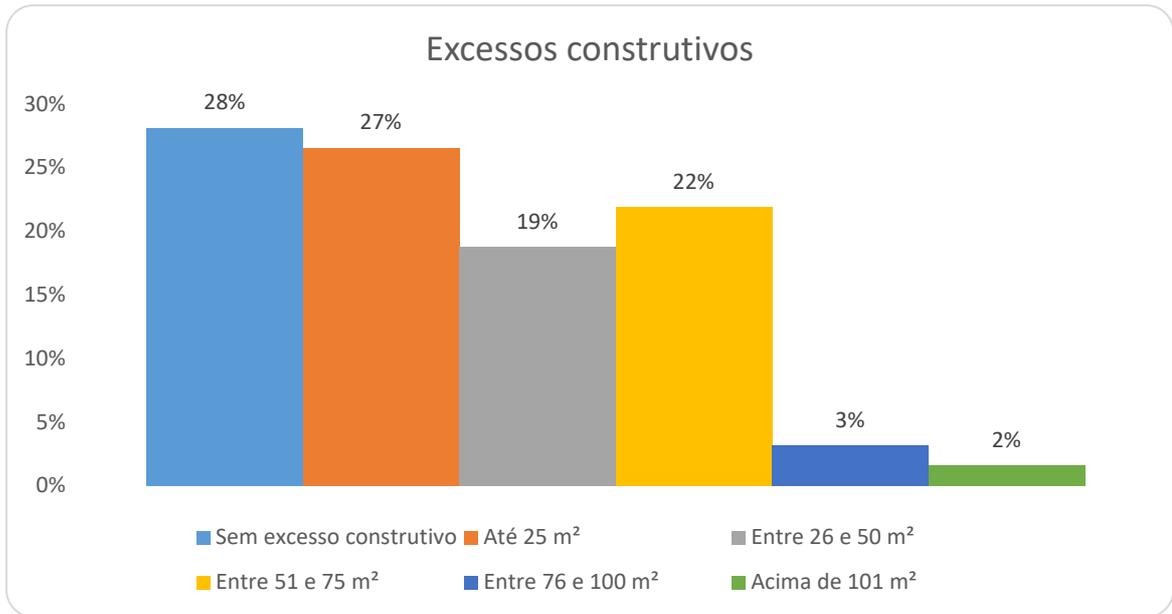


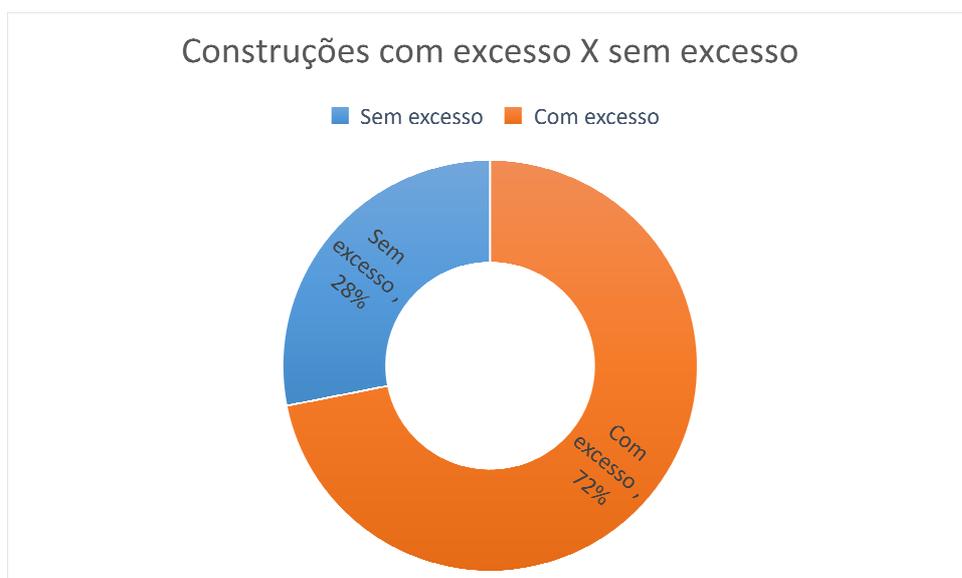
Figura 18: Área total construída  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

O excesso construtivo que foi calculado em cada construção residencial de cada amostra desse estudo representa um impacto no planejamento territorial e urbano, pois através desse excesso, é possível perceber o quanto o bairro possivelmente está habitado por um número maior de pessoas que o planejado inicialmente. A figura 19 mostra o percentual de excessos construtivos divididos em intervalos que vão desde as construções que não apresentaram excesso construtivo até as construções com excesso construtivo acima de 100 m<sup>2</sup>.



**Figura 19: Excessos construtivos**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Nesse contexto, a construção com menor excesso construtivo foi de 7 m<sup>2</sup> e a construção com maior excesso construtivo foi de 106 m<sup>2</sup> de área construída. A figura 20 mostra o percentual de excessos construtivos divididos em intervalos que vão desde as construções que não apresentaram excesso construtivo até as construções com excesso construtivo acima de 100 m<sup>2</sup>.



**Figura 20: Construções com excesso X sem excesso**  
 Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

A figura 20 mostra que o excesso construtivo calculado nas amostras representa mais de 70%, sendo neste caso responsável por uma área total de excesso construtivo maior que 1.700 m<sup>2</sup> de área construída além do projeto inicial de cada residência.

A tabela 3 mostra alguns valores que foram obtidos após a análise de todas as construções.

**Tabela 3: Resultados obtidos em relação ao excesso construtivo da amostra analisada**

Total construído	Total excesso construtivo	Média excesso construtivo	Desvio padrão	Coefficiente de variação
4.297 m <sup>2</sup>	1.748 m <sup>2</sup>	38 m <sup>2</sup>	23,79 m <sup>2</sup>	0,63

Fonte: elaborado pelo autor (2021)

O excesso construtivo da amostra representa o equivalente à área de 44 residências construídas além do projeto. Projetando esse resultado para todo o condomínio Cidade Jardim, verifica-se um total equivalente de 700 casas que possuem algum percentual de excesso construtivo além do projeto.

A figura 21 mostra o excesso construtivo de cada residência encontrado neste estudo.

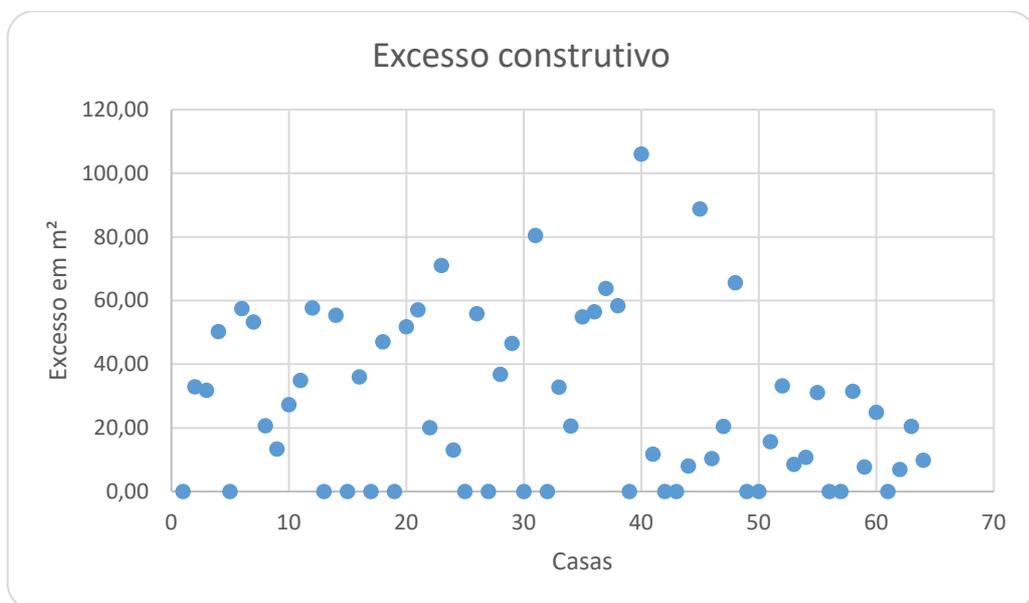


Figura 21: Excesso construtivo  
Fonte: Elaborado pelo autor (2020)

Foi identificado pela figura 21 a existência de uma diferença entre os excessos construtivos pelo fato dos pontos estarem muito dispersos no gráfico. Visualmente não é

possível identificar grupos. Por esse motivo será necessário realizar a análise clusters, tratada no próximo sub-capítulo.

#### 4.4.1 Análise de Clusters

Segundo Pestana & Gageiro (2005), a análise de *clusters* é um procedimento estatístico multivariado que serve para identificar grupos homogêneos nos dados, com base em variáveis ou em casos. De acordo com os autores, a análise permite classificar objetos e pessoas com base na observação das semelhanças e das dissemelhanças. Dado um conjunto de  $n$  indivíduos, sobre os quais existe informação de  $p$  variáveis, o método agrupa os indivíduos em função da informação existente, de modo que os indivíduos de um grupo sejam tão semelhantes entre si quanto possível e tão diferentes dos restantes grupos quanto possível.

Nesse trabalho, foi feito o agrupamento pelo método hierárquico. No método escolhido ao realizar a análise *clusters*, o pesquisador deve informar a quantidade de grupos que deseja agrupar. Como a amostra estudada é pequena, foi escolhido a quantidade de 3 grupos dispostos na tabela 4 Para facilitar o agrupamento e a criação do dendrograma cada número da tabela 4 corresponde a habitação estudada.

**Tabela 4: Agrupamento das casas pelo método hierárquico**

<i>Agrupamento: Método Hierárquico</i>		
<i>Grupo 1</i>	<i>Grupo 2</i>	<i>Grupo 3</i>
1	3	30
2	5	39
4	6	44
7	11	
8	13	
9	17	
10	19	
12	20	
14	22	
15	25	
16	28	
18	34	
21	35	
23	36	
24	37	
26	47	
27		
29		

31  
32  
33  
38  
40  
41  
42  
43  
45  
46  
48  
49  
50  
51  
52  
53  
54  
55  
56  
57  
58  
59  
60  
61  
62  
63

---

Fonte: Própria do autor (2021)

Foi calculada a média dos excessos construtivos das casas dos grupos 1, 2 e 3. O resultado encontrado mostra que o grupo 1 apresenta uma área média de excesso construtivo de 27 m<sup>2</sup>. O grupo 2 apresentou uma área média de 31 m<sup>2</sup>. No grupo 3, que contém apenas 3 casas, foi calculada a média da área do excesso construtivo de 15 m<sup>2</sup>.

A figura 22 mostra o resultado da média da área do excesso construtivo dos 3 grupos.

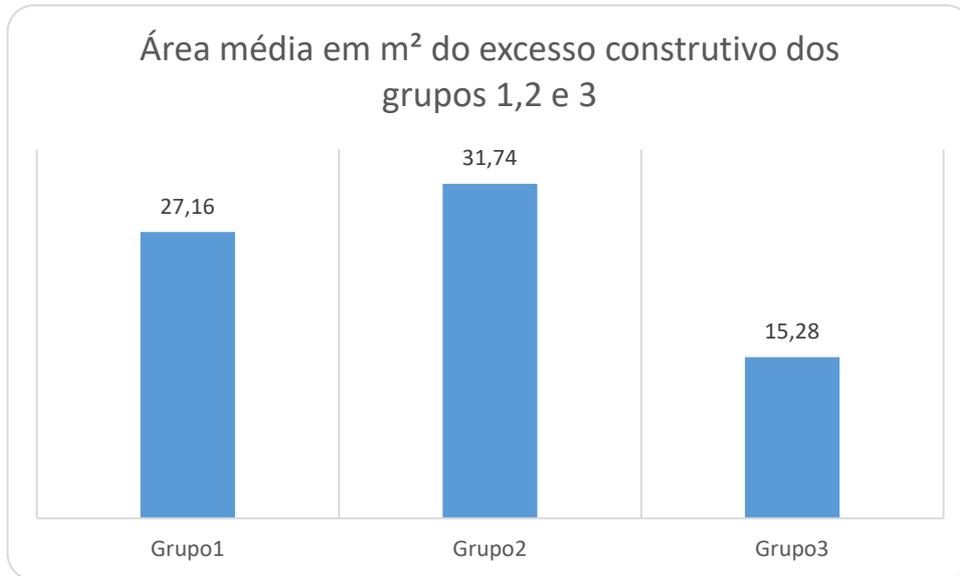


Figura 22: Área média em m<sup>2</sup> do excesso construtivo dos grupos 1, 2 e 3

Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Foi feito um gráfico do tipo dendrograma, que é um diagrama de árvore que exhibe os grupos formados por um agrupamento de observações e seus níveis de similaridade. Esse nível de similaridade é medido ao longo do eixo vertical e as diferentes observações são listadas ao longo do eixo horizontal. Os níveis de similaridade também são chamados de distância.

Para a geração do dendrograma foi escolhida a variável excesso construtivo.

A figura 23 mostra o dendrograma criado com uma partição final de três grupos, que ocorre em um nível de similaridade de aproximadamente 50. O primeiro agrupamento representa o grupo 1 e é composto por 44 observações, onde cada observação representa uma habitação estudada. O segundo agrupamento representa o grupo 2, composto por 16 observações. O terceiro agrupamento é composto por apenas 3 observações que representa o grupo 3.



#### 4.5 Repercussão sobre excesso construtivo no município

O Imposto Predial e Territorial Urbano – IPTU é um imposto cobrado no início de cada ano e aplicado por todos os municípios brasileiros. Este imposto é de competência municipal e suas regras e condições variam bastante de uma cidade para outra.

Segundo Lima (2014), o IPTU tem como fato gerador a propriedade, o domínio útil ou a posse de bem imóvel em zona urbana. Portanto os contribuintes do imposto são as pessoas físicas ou jurídicas que mantêm a posse desse imóvel. A função do IPTU é tipicamente fiscal, embora também possua função social.

No Brasil, o IPTU é definido pelo artigo 156 da Constituição Federal do Brasil de 1988 (BRASIL, 2011, p. 113), que o caracteriza como imposto municipal. Ele costuma ter papel de destaque entre as fontes de arrecadação municipal, figurando muitas vezes como uma das principais origens de receita, sobretudo nos municípios de pequeno porte.

Nesta seção, foi mostrado como é feito o cálculo desse imposto e o impacto na arrecadação do município quando são projetados os excessos construtivos em todo o condomínio Cidade Jardim.

De acordo com a Lei Complementar nº 1445 de 27 de dezembro de 1990, mostra na Seção II, Art. 42 inciso VI “[...] *fica isento da cobrança do IPTU, o contribuinte ou o seu cônjuge que seja proprietário de 01 (um) único imóvel residencial ou proprietário 01 (um) único terreno destinado para o mesmo fim, quando estes, se localizarem em rua não pavimentada. [...]*”, portanto o bairro estudado não possui isenção de IPTU por se tratar de um bairro com todas as ruas pavimentadas.

Para calcular o IPTU é necessário obter o valor venal, que consiste em uma estimativa que o poder público realiza sobre o preço do imóvel. Este valor venal, segundo De Cesare (2005, p. 48) deve ser entendido como “[...] *o preço mais provável pelo qual um imóvel seria vendido nas condições de mercado vigentes na data da avaliação [...]*”. Seu cálculo é feito pela equação 3.

$$\mathbf{IPTU = Valor Venal \times Alíquota} \quad \mathbf{(3)}$$

$$\mathbf{Valor Venal = Valor do terreno + valor das edificações} \quad \mathbf{(4)}$$

A alíquota é o percentual que se aplica ao valor venal do imóvel, a fim de se estabelecer o imposto que deve ser pago, e é fixada pelo legislador municipal, variando conforme o município.

Existe na Prefeitura Municipal de Jataí uma comissão de avaliação responsável por determinar a planta de valores do município. Os padrões são expressos em uma tabela com os valores por metro quadrado dos diversos tipos e padrões de edificações, conforme apresentado na tabela 5.

**Tabela 5: Valores das edificações por metro quadrado**

		PADRÃO				
		Precário	Simplex	Médio	Fino	Luxo
TIPO	Casa	200,00	305,00	550,00	750,00	900,00
	Apartamento	-----	400,00	600,00	800,00	950,00
	Sobrado	-----	305,00	600,00	800,00	950,00
	Loja	-----	300,00	450,00	600,00	750,00
	Galpão	170,00	230,00	300,00	-----	-----
	Escritório	-----	305,00	500,00	600,00	750,00
	Clube	30,00	70,00	100,00	140,00	180,00

Fonte: Prefeitura Municipal de Jataí (2021)

Importante salientar que o valor venal não pode ser confundido com valor de mercado, pois são distintos. O valor venal é definido pela equação 4, porém, o valor de mercado é definido pela lei de oferta e procura, ou pela urgência e necessidade entre comprador e vendedor.

A alíquota é outra variável que influencia diretamente no valor do IPTU. Trata-se de um percentual definido por leis municipais e depende de características de cada imóvel.

Segundo Souza (2014), a planta genérica de valores imobiliários elaborada pela Prefeitura Municipal de Jataí baseia-se quase que somente na relação de proximidade com o centro comercial, e os valores decrescem de forma gradativa à medida que se afasta dele, na direção da periferia. Dessa forma, os bairros periféricos com padrões de infraestrutura iguais aos das áreas centrais possuem valor próximo aos das áreas periféricas que não possuem as mesmas infraestruturas. Na tabela 6 é mostrado o valor da alíquota aplicada no IPTU do município.

Tabela 6: Alíquotas IPTU em Jataí

		Alíquota
<b>Imóveis edificados</b>	<b>1. Região Pavimentada</b>	
	Murado e com passeio	0,40%
	Só murado	1,50%
	Só passeio	0,75%
	Sem muro e sem passeio	2,25%
	<b>2. Região não pavimentada</b>	
	Murado	0,30%
	Sem muro	0,35%
<b>Imóveis não edificados</b>	<b>1. Região pavimentada (considerada centro)</b>	
	Murado e com passeio	1,50%
	Só murado	2,50%
	Só passeio	2,50%
	Sem muro e sem passeio	5,00%
	<b>2. Região pavimentada (fora da região central)</b>	
	Murado e com passeio	1,00%
	Só murado	2,00%
	Só passeio	1,50%
	Sem muro e sem passeio	3,50%
	<b>3. Região não pavimentada</b>	
	Murado	0,40%
	Sem muro	0,70%

Fonte: site prefeitura de Jataí (2021)

As fórmulas para o cálculo do valor do terreno e do valor das edificações na cidade de Jataí foram dispostas abaixo:

$$\text{Valor do terreno} = \text{área do terreno} \times \text{Valor } m^2 \times Fc1 \times Fc2 \quad (5)$$

$$\text{Valor das edificações} = \text{área edificada} \times \text{Valor } m^2 \times Fc3 \times \text{Fator de redução} \quad (6)$$

Os Valores dos fatores de correção Fc1, Fc2 e Fc3, contidos nas fórmulas mencionadas são apresentados na tabela 7.

**Tabela 7: Fatores de correção**

<b>Fc1 – Localização</b>	<b>Fc2 – Características</b>	<b>Fc3 – Conservação</b>
1,30 – toda a quadra	1,00 – horizontal	1,00 – boa
1,10 – esquina	0,80 – aclive ou declive	0,80 – regular
1,00 – meio da quadra	0,60 – inundável	0,70 – má
0,80 – encravado		0,60 - péssima

Fonte: site prefeitura de Jataí (2021)

Com base nas informações fornecidas pela Prefeitura de Jataí, apresenta-se a seguir o cálculo dos valores da edificação, do terreno, o valor venal e o valor do IPTU para um imóvel no bairro Cidade Jardim, sem excesso construtivo.

Cálculos:

**Valor do terreno = área do terreno x valor m<sup>2</sup> x Fc1 x Fc2**

Valor do terreno = 250,00 x 150,00 x 1,00 x 1,00

Valor do terreno = **R\$ 37.500,00**

**Valor da edificação = área edificada x valor m<sup>2</sup> x Fc3 x Fator de redução**

Valor da edificação = 39,88 x 305,00 x 0,80 x 1,00

Valor da edificação = **R\$ 9.730,82**

**Valor venal = Valor do terreno + valor da edificação**

Valor venal = 37.500,00 + 9.730,82

Valor venal = **R\$ 47.230,82**

Para o cálculo do IPTU foi considerado o bairro com ruas pavimentadas, murado e com calçadas, a alíquota é de 0,40%

**Valor do IPTU = Valor venal x alíquota**

Valor do IPTU = 47.230,82 x 0,40%

Valor do IPTU = **R\$ 189,24**

Para o cálculo do valor estimado da perda de arrecadação do município referente ao bairro Cidade Jardim, foi considerado que todas as casas da amostra tivessem o valor do IPTU calculado conforme descrito anteriormente. Sendo assim, o valor que foi encontrado como perda de arrecadação do município representa um valor próximo da realidade existente no município.

Com a amostra de 64 habitações, foi possível calcular um valor arrecadado de IPTU de R\$ 12.111,36 e com os excessos construtivos encontrados na amostra, representam uma perda para o município de R\$ 8.298,44.

Calculando o valor de IPTU estimados para todo o bairro e considerando que 72% das habitações tem algum excesso construtivo, estima-se que o valor arrecadado de IPTU sem excesso construtivo nas habitações para todo bairro seja de R\$ 188.000,00 e a perda de arrecadação com IPTU para o município com os excessos construtivos em todo o bairro seja de aproximadamente R\$ 135.000,00.

A figura 24 mostra em detalhes os valores arrecadados e perdidos pelo município.

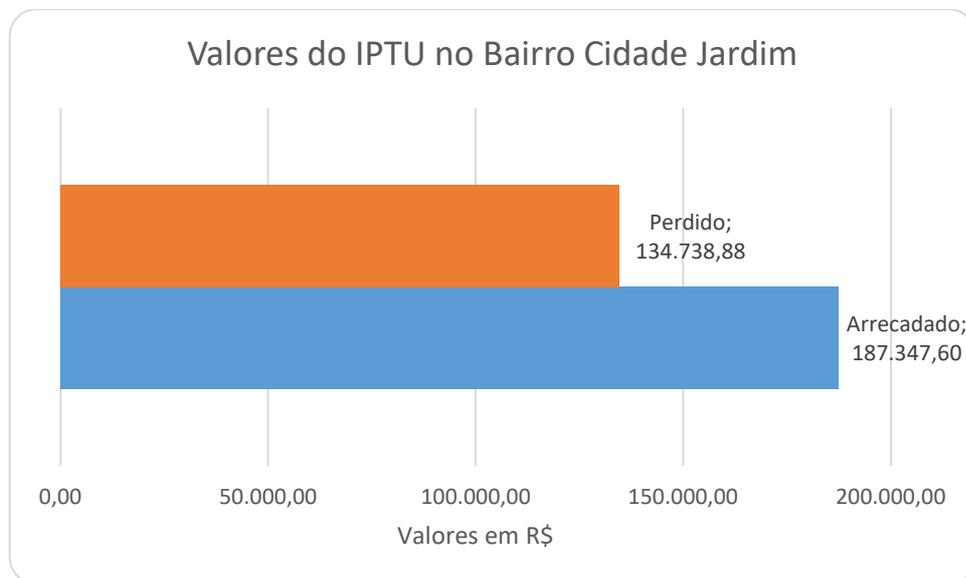


Figura 24: Valores do IPTU no Bairro Cidade Jardim  
Fonte: Elaborado pelo autor (2021)

Com a análise da figura 24, é possível perceber que os excessos construtivos existentes representam uma perda de 72% da arrecadação do município projetado apenas no bairro Cidade Jardim. Toda essa perda de arrecadação impacta diretamente no planejamento do município, que conseqüentemente poderá realizar menos investimentos.

As cidades são espaços de encontro, de convivência, de história, cada qual com suas singularidades, fruto da ocupação e produção espacial, o que proporciona diferentes atratividades sob a perspectiva turística, apresentando qualidades sociais, culturais e ambientais que atendam às necessidades da população. Portanto, as cidades foram pensadas para produzir um ambiente de qualidade, onde os serviços públicos disponíveis à população atendam os anseios e necessidades, garantindo a vida em uma sociedade mais harmoniosa, possibilitando assim o crescimento econômico e cuidado ao meio ambiente.

Nesse sentido, o processo de crescimento e desenvolvimento das cidades, impulsionado pela globalização e a competitividade da economia como um todo, se caracteriza em uma nova proposta de planejamento. Dessa forma, o planejamento urbano se relaciona diretamente ao desenvolvimento das cidades.

Para que exista uma qualidade no planejamento da cidade é fundamental que as intervenções propostas sejam voltadas para melhoria da qualidade de vida de sua população.

Além do impacto financeiro, é preciso considerar que também ocorrerá impacto em outras áreas. Podemos citar impacto na infraestrutura em geral onde é preciso adequação da infraestrutura para satisfazer as necessidades dos visitantes, e a infraestrutura e capacidade de gestão. Impactos também podem ocorrer na área da saúde que pode conter centros médicos insuficientes para atender toda demanda populacional. Na comunicação do município podem ocorrer impactos nos sistemas de telecomunicações.

Nos sistemas de transporte e acesso ao município o excesso populacional causado pelo excesso construtivo pode causar problemas no sistema de transporte local e até mesmo no transporte urbano da população. Problemas no fornecimento de energia e no saneamento também podem surgir a partir do excesso construtivo no bairro. A eliminação dos resíduos também é um ponto importante que deve ser planejado quando se tem um excesso construtivo. O problema da segurança causado pelo excesso populacional também deve ser estudado pois podem ocorrer maior incidência de crimes causados pelo excesso populacional resultante do excesso construtivo encontrado nas habitações.

## 5 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo mostrou que é possível realizar o monitoramento de uma obra civil com o uso de um drone, em especial nas vistorias de construções urbanas que tem o objetivo de obter a medida de uma área construída.

Foi feito o levantamento dos excessos construtivos no conjunto habitacional Cidade Jardim e foi calculado que existe excesso construtivo em 72% das construções residenciais. Esse excesso construtivo representa na amostragem 1.700 m<sup>2</sup>, correspondendo a uma adição de 43 casas, segundo o projeto padrão do conjunto habitacional estudado, e aproximadamente 172 moradores. Ao projetar esse resultado em todo condomínio foi encontrado excesso construtivo estimado em 700 casas do total de 990 casas.

Como resultado do excesso construtivo das habitações estudadas pelos excessos construtivos observados, que possivelmente residem mais pessoas em cada moradia. Esse acréscimo de pessoas no bairro reflete diretamente em outros aspectos do município. Os moradores precisarão de mais transporte público, postos de saúde, escolas, áreas de convivência, enfim, mais infraestrutura urbana.

Esse mesmo problema estende-se às escolas e creches que são projetadas para o bairro daquele município. O excesso construtivo impacta diretamente as políticas públicas. Elas são formuladas com o intuito de minimizar conflitos e proporcionar oportunidades de crescimento ordenado e em harmonia com o meio ambiente. Todavia, se mais habitantes são adicionados ao bairro, haverá, conseqüentemente, uma maior necessidade de limpeza pública, pois é produzido uma quantidade maior de lixo nas residências.

Outra área de impacto no planejamento urbano é o transporte coletivo, pois com mais pessoas no bairro, as linhas de ônibus podem se tornar insuficientes para atender a população do bairro.

Outras áreas afetadas são a segurança pública, as áreas permeáveis do bairro e a poluição sonora que afetam diretamente a qualidade de vida das pessoas, refletindo diretamente no planejamento urbano do município.

O aspecto de maior impacto nesse estudo foi o IPTU que é arrecadado no município. Verificou-se através do excesso construtivo das casas que existe perda de receita do IPTU no município de Jataí. O município deixa de arrecadar anualmente aproximadamente R\$ 135 000,00 somente com IPTU. Como o IPTU reflete diretamente em benefícios para o bairro, toda a população acaba perdendo com essas construções irregulares.

Outro aspecto levantado nesse estudo, foi que o uso do drone pode trazer muitas vantagens, quando utilizado em inspeções visuais na atividade de monitoramento de construções residenciais. Dentre elas, foi mostrado neste estudo a agilidade que é possível obter os dados fotográficos utilizados. Foi mostrado que é possível obter as imagens fotográficas de 64 casas em dois dias e sem o uso do drone, o trabalho de medição demoraria mais tempo.

O impacto causado no planejamento urbano do município ocasionado pelo excesso construtivo identificado com o auxílio de um drone, reflete também em outras áreas do município e merecem que sejam estudadas em pesquisas futuras. Dentre algumas áreas pode-se mencionar o impacto no atendimento médico, na limpeza urbana, na segurança pública, no transporte coletivo, nas áreas verdes do bairro, o excesso de poluição sonora no bairro e o aumento do tráfego nas vias do bairro.

Espera-se que os resultados obtidos sirvam de estímulo para outros pesquisadores utilizarem o drone para otimizar tarefas e com o resultado obtido melhorar o planejamento urbano do município.

Para melhorar a pesquisa no tema abordado, existem estudos que ainda devem ser realizados futuramente visando complementar esta pesquisa. Dentre eles, pode-se citar: o uso de drone como ferramenta para verificar os excessos construtivos em todo município, realizando para cada bairro uma amostragem de habitações com objetivo de ter uma estimativa melhor da perda de arrecadação com IPTU em todo município.

Outro estudo que pode ser realizado é o de avaliação do uso do drone e inspeções aéreas em um bairro residencial e por amostragem das habitações verificar excessos construtivos e juntamente com uma pesquisa de campo, calcular o acréscimo populacional do bairro verificando os impactos nas áreas de saneamento urbano, atendimento médico e qualidade das escolas, verificado através de entrevista de satisfação com os moradores do bairro.

Pode-se ainda usar um drone para inspeção aérea das habitações de um município para criação por amostragem de um banco de dados que será utilizado futuramente pela prefeitura para monitorar o excesso construtivo do município e com essas informações manter a alíquota de IPTU atualizada.

## REFERÊNCIAS

ALVEAR, Oscar; ZEMA, Nicola Roberto; NATALIZIO, Enrico; CALAFATE, Carlos T.. Using UAV-Based Systems to Monitor Air Pollution in Areas with Poor Accessibility. **Journal Of Advanced Transportation**, [S.L.], v. 2017, p. 1-14, 2017. Hindawi Limited. <http://dx.doi.org/10.1155/2017/8204353>.

ALWATEER, M.; LOKE, S. W.; ZUCHOWICZ, A. M.. Drone services: issues in drones for location-based services from human-drone interaction to information processing. **Journal Of Location Based Services**, [s.l.], v. 13, n 2, p. 94-127, 16 jan. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17489725.2018.1564845>.

APANAVICIENE, Rasa; VANAGAS, Andrius; FOKAIDES, Paris A.. Smart Building Integration into a Smart City (SBISC): development of a new evaluation framework. **Energies**, [s.l.], v. 13, n. 9, p. 2190, 1 maio 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/en13092190>.

ARANTES, Bruno Henrique Tondato; ARANTES, Leticia Tondato; VENTURA, Matheus Vinicius Abadia; COSTA, Estevam Matheus; BESSA, Marcio Moacir; BALIZA, Leônidas Miclos; MORAES, Victor Hugo. Uso de drones na atualização de área construída de imóveis urbanos. **Scientia Plena**, [s.l.], v. 14, n. 10, p. 1-6, 20 nov. 2018. Associação Sergipana de Ciencia. <http://dx.doi.org/10.14808/sci.plena.2018.105301>.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13752**: Perícias de engenharia na construção civil. Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 1996. 8 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8196**: Desenho técnico - Emprego de escalas. Rio de Janeiro: ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas, 2000. 2 p.

BRASIL. IBGE. Censo Demográfico, 2010. Disponível em: [IBGE | Portal do IBGE | IBGE](#). Acesso em: 03 dez. 2020.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas Emendas Constitucionais nº 1/92 a 67/2010, pelo Decreto nº 186/2008 e pelas Emendas Constitucionais de Revisão nº 1 a 6/94. Brasília: Senado Federal, Secretaria de Edições Técnicas, 2011. Disponível em: [Constituição da República Federativa do Brasil \(senado.leg.br\)](#). Acesso em: 10 dez. 2020.

BRASIL. MULTILASER. Site do Fabricante. Disponível em: [Multilaser](#). Acesso em: 04 dez. 2020.

BESADA, Juan; BERGESIO, Luca; CAMPAÑA, Iván; VAQUERO-MELCHOR, Diego; LÓPEZ-ARAQUISTAIN, Jaime; BERNARDOS, Ana; CASAR, José. Drone Mission Definition and Implementation for Automated Infrastructure Inspection Using Airborne S. **Sensors**, [s.l.], v. 18, n. 4, p. 1170, 11 abr. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s18041170>.

BOCCARDO, Piero; CHIABRANDO, Filiberto; DUTTO, Furio; TONOLO, Fabio; LINGUA, Andrea. UAV Deployment Exercise for Mapping Purposes: evaluation of emergency response

applications. **Sensors**, [s.l.], v. 15, n. 7, p. 15717-15737, 2 jul. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s150715717>.

BURIN, E. M. (2009). *Vistorias na Construção Civil - Conceitos e Métodos*. São Paulo - SP: Editora PINI.

CASTELLANOS, German; DERUYCK, Margot; MARTENS, Luc; JOSEPH, Wout. Performance Evaluation of Direct-Link Backhaul for UAV-Aided Emergency Networks. **Sensors**, [s.l.], v. 19, n. 15, p. 3342, 30 jul. 2019 MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s19153342>.

CASTILHO, J. R. (2019). *Legislação de Aerolevanteamento e Drones*. São Paulo - SP: Editora Pillares.

CHAMOSO, Pablo; GONZÁLEZ-BRIONES, Alfonso; RIVAS, Alberto; MATA, Federico Bueno de; CORCHADO, Juan. The Use of Drones in Spain: towards a platform for controlling uavs in urban environments. **Sensors**, [s.l.], v. 18, n. 5, p. 1416, 3 maio 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s18051416>.

CHEN, Jianfei; CHEN, Zhiqiang; BEARD, Cory. Experimental investigation of aerial-ground network communication towards geospatially large-scale s. **Journal Of Civil Structural Health Monitoring**, [s.l.], v. 8, n. 5, p. 823-832, 17 out. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/101007/s13349-018-0310-7>.

CIAMPA, Elena; VITO, Luca de; PECCE, Maria Rosaria. Practical issues on the use of drones for construction inspections. **Journal Of Physics: Conference Series**, [s.l.], v. 1249, p. 012016, maio 2019. IOP Publishing. <http://dx.doi.org/10.1088/1742-6596/1249/1/012016>.

CIVIL, ANAC - Agência Nacional de Aviação. Regras da ANAC para uso de drones. 2017. Disponível em: < [Drones — Agência Nacional de Aviação Civil ANAC](#) >. Acesso em: 30 ago. 2019.

CONGRESS, Surya S.c.; PUPPALA, Anand J.; LUNDBERG, Cody L.. Total system error analysis of UAV-CRP technology for monitoring transportation infrastructure asset. **Engineering Geology**, [s.l.], v. 247, p. 104-116, dez. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enggeo.2018.11.002>.

DANIEL, Kai; ROHDE, Sebastian; WIETFELD, Christian. Leveraging public wireless communication infrastructures for UAV-based sensor networks. 2010 Ieee International Conference On Technologies For Homeland Security (Hst), [S.L.], p. 1-6, nov. 2010. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/ths.2010.5655064>.

DE CESARE, Cláudia. O cadastro como Instrumento de Política Fiscal. In: ERBA, Diego Alfonso; OLIVEIRA, Fabricio Leal; LIMA JUNIOR, Pedro de Novais (Orgs.). *Cadastro multifinalitário como instrumento de política fiscal e urbana*. Rio de Janeiro, p.39-69, 2005.

DORAFSHAN, Sattar; MAGUIRE, Marc. Bridge inspection: human performance, unmanned aerial systems and automation. **Journal Of Civil Structural Health Monitoring**, [s.l.], v. 8, n. 3, p. 443-476, 21 maio 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s13349-018-0285-4>.

DOUGHERTY, M. J. (2019). Drones - Guia das Aeronaves Não Tripuladas que Estão Tomando Conta de Nossos Céus. São Paulo - SP: Editora M.Books.

DUPONT, Quentin F.m.; CHUA, David K.h.; TASHRIF, Ahmad; ABBOTT, Ernest L.s.. Potential Applications of UAV along the Construction's Value Chain. **Procedia Engineering**, [s.l.], v. 182, p. 165-173, 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2017.03.155>.

ELLENBERG, A.; BRANCO, L.; KRICK, A.; BARTOLI, I.; KONTSOS, A.. Use of Unmanned Aerial Vehicle for Quantitative Infrastructure Evaluation. **Journal Of Infrastructure Systems**, [s.l.], v. 21, n. 3, p. 04014054, set. 2015. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)is.1943-555x.0000246](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)is.1943-555x.0000246).

EZEQUIEL, Carlos Alphonso F.; CUA, Matthew; LIBATIQUE, Nathaniel C.; TANGONAN, Gregory L.; ALAMPAY, Raphael; LABUGUEN, Rollyn T.; FAVILA, Chrisandro M.; HONRADO, Jaime Luis E.; CANOS, Vinni; DEVANEY, Charles. UAV aerial imaging applications for post-disaster assessment, environmental management and infrastructure development. **2014 International Conference On Unmanned Aircraft Systems (Icuas)**, [S.L.], p. 1-10, maio 2014. IEEE. <http://dx.doi.org/10.1109/icuas.2014.6842266>.

FALORCA, Jorge G. F.; LANZINHA, João C. G.. A utilização de drones como ferramenta tecnológica emergente para a inspeção técnica da envolvente de edifícios - revisão e ensaio de campo. **Livro de Atas Patologia e Reabilitação - Técnicas de Diagnóstico e Inspeção**. Lisboa, p. 1016-1029. dez. 2018.

FAROOQ, Talat; LUCAS, Scott; WOLFF, Stefan. Predators and Peace: explaining the failure of the pakistani conflict settlement process in 2013-4. **Civil Wars**, [s.l.], v. 22, n. 1, p. 26-63, 2 jan. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/13698249.2020.1704603>.

GAFFEY, Clare; BHARDWAJ, Anshuman. Applications of Unmanned Aerial Vehicles in Cryosphere: latest advances and prospects. **Remote Sensing**, [s.l.], v. 12, n. 6, p. 948, 15 mar. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs12060948>.

GERAEDS, Marlein; VAN EMMERIK, Tim; VRIES, Robin de; RAZAK, Mohd Shahrizal Bin Ab. Riverine Plastic Litter Monitoring Using Unmanned Aerial Vehicles (UAVs). **Remote Sensing**, [s.l.], v. 11, n. 17, p. 2045, 30 ago. 2019 MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/rs11172045>.

GEVAERT, Caroline M.. Evaluating the Societal Impact of Using Drones to Support Urban Upgrading Projects. **Isprs International Journal Of Geo-information**, [s.l.], v. 7, n. 3, p. 91, 10 mar. 2018. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi7030091>.

GILL, Joel C.; MALAMUD, Bruce D.; BARILLAS, Edy Manolo; NORIEGA, Alex Guerra. Construction of regional multi-hazard interaction frameworks, with an application to Guatemala. **Natural Hazards And Earth System Sciences**, [s.l.], v. 20, n. 1, p. 149-180, 14 jan. 2020. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/nhess-20-149-2020>.

GRANJA, Ariovaldo Denis. Inovação tecnológica na construção civil. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [s.l.], v. 6, n. 4, p. 252, 31 dez. 2015. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v6i4.8644407>.

GREENWOOD, Faine; NELSON, Erica L.; GREENOUGH, P. Gregg. Flying into the hurricane: a case study of uav use in damage assessment during the 2017 hurricanes in texas

and florida. **Plos One**, [s.l.], v. 15, n. 2, p. 1-30, 5 fev. 2020. Public Library of Science (PLoS). <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0227808>.

GREENWOOD, William W.; LYNCH, Jerome P.; ZEKOS, Dimitrios. Applications of UAVs in Civil Infrastructure. **Journal Of Infrastructure Systems**, [s.l.], v. 25, n. 2, p. 04019002, jun. 2019. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)is.1943-555x.0000464](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)is.1943-555x.0000464).

HAM, Youngjib; KAMARI, Mirsalar. Automated content-based filtering for enhanced vision-based documentation in construction toward exp. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 105, p. 102831, set. 2019. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102831>.

HAUSAMANN, Dieter; ZIRNIG, Werner; SCHREIER, Gunter; STROBL, Peter. Monitoring of gas pipelines – a civil UAV application. **Aircraft Engineering And Aerospace Technology**, [S.L.], v. 77, n. 5, p. 352-360, out. 2005. Emerald. <https://doi.org/10.1108/00022660510617077>.

HILDEBRAND, Julia M.. Drone-topia as method. **Mobilities**, [s.l.], v. 15, n. 1, p. 25-38, 13 set. 2019. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/17450101.2019.1663079>.

JATAÍ, Poder Legislativo do Município de. **Lei Complementar nº 1445 de 27 de Dezembro de 1990**. 1990. Disponível em: <https://www.jatai.go.leg.br/ta/1117/text?>. Acesso em: 10 jan. 2021.

JRULER. *Software*. Página para *download* disponível em: [JRuler 3.1 Download \(Free\) - JRuler.exe \(informer.com\)](http://www.informer.com/jruler-3.1-download-free). Acesso em: 28 de nov. de 2020.

KAS, Kathleen A.; JOHNSON, Gary K.. Using unmanned aerial vehicles and robotics in hazardous locations safely. **Process Safety Progress**, [s.l.], v. 39, n. 1, p. 1, 27 jun. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/prs.12066>.

KERLE, Norman; NEX, Francesco; GERKE, Markus; DUARTE, Diogo; VETRIVEL, Anand. UAV-Based Structural Damage Mapping: a review. **Isprs International Journal Of Geo-information**, [s.l.], v. 9, n. 1, p. 14, 26 dez. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/ijgi9010014>.

KOEVA, M.; MUNEZA, M.; GEVAERT, C.; GERKE, M.; NEX, F.. Using UAVs for map creation and updating. A case study in Rwanda. **Survey Review**, [s.l.], v. 50, n. 361, p. 312-325, 30 dez. 2016. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/00396265.2016.1268756>.

KYRISTSIS, Sarantis; ANTONOPOULOS, Angelos; CHANIALAKIS, Theofilos; STEFANAKIS, Emmanouel; LINARDOS, Christos; TRIPOLITSIOTIS, Achilles; PARTSINEVELOU, Panagiotis. Towards Autonomous Modular UAV Missions: the detection, geo-location and landing paradigm. **Sensors**, [s.l.], v. 16, n. 11, p. 1844, 3 nov. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s16111844>.

LABIB, Nader S.; DANOY, Grégoire; MUSIAL, Jędrzej; BRUST, Matthias R.; BOUVRY, Pascal. Internet of Unmanned Aerial Vehicles—A Multilayer Low-Altitude Airspace Model for Distributed UAV Tr. **Sensors**, [s.l.], v. 19, n. 21, p. 4779, 3 nov. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s19214779>.

LARSON e FARBER. *Estatística Aplicada*. São Paulo: Pearson, 2004.

LEARY, David. Drones on ice: an assessment of the legal implications of the use of unmanned aerial vehicles in scientific research. **Polar Record**, [s.l.], v. 53, n. 4, p. 343-357, 22 maio 2017. Cambridge University Press (CUP). <http://dx.doi.org/10.1017/s0032247417000262>.

LIMA, Vander de Souza. **A relevância do cadastro territorial multifinalitário para o planejamento urbano em Jataí**. 2014. 134 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Geografia, Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2014. Cap. 1.

LI, Yan; LIU, Chunlu. Applications of multirotor drone technologies in construction management. **International Journal Of Construction Management**, [s.l.], v. 19, n. 5, p. 401-412, 9 abr. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/15623599.2018.1452101>.

LIU, Peter; CHEN, Albert Y.; HUANG, Yin-nan; HAN, Jen-yu; LAI, Jih-sung; KANG, Shih-chung; WU, Tzong-hann; WEN, Ming-chang; TSAI, Meng-han. A review of rotorcraft Unmanned Aerial Vehicle (UAV) developments and applications in civil engineer. **Smart Structures And Systems**, [s.l.], v. 13, n. 6, p. 1065-1094, 25 jun. 2014. Techno-Press. <http://dx.doi.org/10.12989/sss.2014.13.6.1065>.

LISBOA, Diogo Wanderson Borges; SILVA, Ana Beatriz Sena da; SOUZA, Anna Beatriz Aguiar de; BARROSO, Eliete Santana Chaves; FERREIRA, Márcio Murilo Ferreira de. UTILIZAÇÃO DO VANT PARA INSPEÇÃO DE SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO DE UMA AVENIDA EM BELÉM-PA. **Impactos das Tecnologias na Engenharia Civil 2**, [S.L.], p. 146-155, 28 mar. 2019. Atena Editora. <http://dx.doi.org/10.22533/at.ed.21019280313>.

MAGALHÃES, Rachel Madeira; MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito; BANDEIRA, Renata Albergaria de Mello. Planejamento e controle de obras civis: estudo de caso múltiplo em construtoras no rio de janeiro. **Gestão & Produção**, [S.L.], v. 25, n. 1, p. 44-55, 1 jun. 2017. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0104-530x2079-15>.

MAHONEY, Charles W.. United States defence contractors and the future of military operations. **Defense & Security Analysis**, [s.l.], v. 36, n. 2, p. 180-200, 2 abr. 2020. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/14751798.2020.1750182>.

MÁTHÉ, Koppány; BUSONI, Lucian. Vision and Control for UAVs: a survey of general methods and of inexpensive platforms for infrastructure inspection. **Sensors**, [S.L.], v. 15, n. 7, p. 14887-14916, 25 jun. 2015. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s150714887>.

MAZA, Iván; CABALLERO, Fernando; CAPITÁN, Jesús; MARTÍNEZ-DE-DIOS, J. R.; OLLERO, Aníbal. Experimental Results in Multi-UAV Coordination for Disaster Management and Civil Security Applicatio. **Journal Of Intelligent & Robotic Systems**, [s.l.], v. 61, n. 1-4, p. 563-585, 8 dez. 2010. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10846-010-9497-5>.

MCCABE, B. Y.; HAMEDARI, H.; SHAHI, A.; ZANGENEH, P.; AZAR, E. Rezazadeh. Roles, Benefits, and Challenges of Using UAVs for Indoor Smart Construction Applications. **Computing In Civil Engineering 2017**, [S.L.], p. 1-9, 13 jun. 2017. American Society of Civil Engineers. <http://dx.doi.org/10.1061/9780784480830.043>.

NA, Wongi; BAEK, Jongdae. Impedance-Based Non-Destructive Testing Method Combined with Unmanned Aerial Vehicle for Structural Health Monitoring of Civil Infrastructures. **Applied Sciences**, [S.L.], v. 7, n. 1, p. 15-24, 22 dez. 2016. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/app7010015>.

OLIVEIRA, Fernando Marcio; BITTENCOURT, Leonardo Salazar; DÓRIA, David Rodrigues Silva. Uma ferramenta BIM para simulação de eficiência energética nas fases iniciais de projeto. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [s.l.], v. 11, p. 020003, 15 mar. 2020. Universidade Estadual de Campinas. <http://dx.doi.org/10.20396/parc.v11i0.8653782>.

OTTO, Alena; AGATZ, Niels; CAMPBELL, James; GOLDEN, Bruce; PESCH, Erwin. Optimization approaches for civil applications of unmanned aerial vehicles (UAVs) or aerial drones: a survey. **Networks**, [s.l.], v. 72, n. 4, p. 411-458, 25 mar. 2018 Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/net.21818>.

PREFEITURA JATAÍ. 2020. Site oficial do município. Disponível em: [Prefeitura de Jataí \(jatai.go.gov.br\)](http://jatai.go.gov.br). Acesso em 04 dez. 2020.

PECHARROMÁN, José María Peral; VEIGA, Ricardo. **Estudo Sobre a Indústria Brasileira e Europeia de Veículos Aéreos Não Tripulados**. Brasília: Diálogos Setorias, 2017. Disponível em: [Diálogos Setoriais. Estudo Sobre a Indústria de Veículos Aéreos Não Tripulados Brasileira e Europeia \(sectordialogues.org\)](http://sectordialogues.org). Acesso em 05 mai 2020.

PESTANA, Maria Helena; GAGEIRO, João Nunes. **Análise de Dados para Ciências Sociais**. 6. ed. São Paulo: Sílabo, 2005. 1240 p.

POPESCU; STOICAN; STAMATESCU; CHENARU; ICHIM. A Survey of Collaborative UAV–WSN Systems for Efficient Monitoring. **Sensors**, [s.l.], v. 19, n. 21, p. 4690, 28 out. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s19214690>.

ROSSI, Guglielmo; TANTERI, Luca; TOFANI, Veronica; VANNOCCI, Pietro; MORETTI, Sandro; CASAGLI, Nicola. Multitemporal UAV surveys for landslide mapping and characterization. **Landslides**, [s.l.], v. 15, n. 5, p. 1045-1052, 28 mar. 2018. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s10346-018-0978-0>.

SALHAOUI, Marouane; GUERRERO-GONZÁLEZ, Antonio; ARIOUA, Mounir; ORTIZ, Francisco J.; OUALKADI, Ahmed El; TORREGROSA, Carlos Luis. Smart Industrial IoT Monitoring and Control System Based on UAV and Cloud Computing Applied to a Con. **Sensors**, [s.l.], v. 19, n. 15, p. 3316, 28 jul. 2019. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s19153316>.

SANKARASRINIVASAN, S.; BALASUBRAMANIAN, E.; KARTHIK, K.; CHANDRASEKAR, U.; GUPTA, Rishi. Health Monitoring of Civil Structures with Integrated UAV and Image Processing System. **Procedia Computer Science**, [s.l.], v. 54, p. 508-515, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.procs.2015.06.058>.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do Trabalho Científico**. 22. ed. São Paulo: Cortez, 2003.

SHI, J.; WANG, J.; XU, Y.. OBJECT-BASED CHANGE DETECTION USING GEOREFERENCED UAV IMAGES. **Isprs - International Archives Of The Photogrammetry, Remote Sensing And Spatial Information Sciences**, [S.L.], v. -1/22, p. 177-182, 6 set. 2012. Copernicus GmbH. <http://dx.doi.org/10.5194/isprsarchives-xxxviii-1-c22-177-2011>.

SIEBERT, Sebastian; TEIZER, Jochen. Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system. **Automation In Construction**, [s.l.], v. 41, p. 1-14, maio 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.autcon.2014.01.004>.

SOUZA, Marcelo Lopes de. ABC do desenvolvimento urbano. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

SONY, Sandeep; LAVENTURE, Shea; SADHU, Ayan. A literature review of next-generation smart sensing technology in structural health monitoring. **Structural Control And Health Monitoring**, [s.l.], v. 26, n. 3, p. 1, 14 jan. 2019. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/stc.2321>.

STECZ, Wojciech; GROMADA, Krzysztof. UAV Mission Planning with SAR Application. **Sensors**, [s.l.], v. 20, n. 4, p. 1080, 17 fev. 2020. MDPI AG. <http://dx.doi.org/10.3390/s20041080>.

TKÁ, Matúš; MÉŠÁRO?, Peter. Utilizing drone technology in the civil engineering. **Selected Scientific Papers - Journal Of Civil Engineering**, [s.l.], v. 14, n. 1, p. 27-37, 1 dez. 2019. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.1515/sspjce-2019-0003>.

VIZVÁRI, Béla; GOLABI, Mahmoud; NEDJATI, Arman; GÜMÜ?BU?A, Ferhat; IZBIRAK, Gokhan. Top-down approach to design the relief system in a metropolitan city using UAV technology, part I: the first 48 h. **Natural Hazards**, [s.l.], v. 99, n. 1, p. 571-597, 21 ago. 2019 Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s11069-019-03760-8>.

XIE, Baochao; ZHANG, Shiquan; XU, Zhisheng; HE, Lu; XI, Binghua; WANG, Mengqi. Experimental study on vertical evacuation capacity of evacuation slide in road shield tunnel. **Tunnelling And Underground Space Technology**, [s.l.], v. 97, p. 103250, mar. 2020. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.tust.2019.103250>.

ZEGART, Amy. Cheap fights, credible threats: the future of armed drones and coercion. **Journal Of Strategic Studies**, [s.l.], v. 43, n. 1, p. 6-46, 28 fev. 2018. Informa UK Limited. <http://dx.doi.org/10.1080/01402390.2018.1439747>.

ZOHDI, T. I.. The Game of Drones: rapid agent-based machine-learning models for multi-uav path planning. **Computational Mechanics**, [s.l.], v. 65, n. 1, p. 217-228, 16 set. 2019. Springer Science and Business Media LLC. <http://dx.doi.org/10.1007/s00466-019-01761-9>.

# APÊNDICE I

Casa1



Casa2



Casa3



Casa4



Casa5



Casa6



Casa7



Casa8



Casa9



Casa10



Casa11



Casa12



Casa13



Casa14



Casa15



Casa16



Casa17



Casa18



Casa19



Casa20



Casa21



Casa22



Casa23



Casa24



Casa25



Casa26



Casa27



Casa28



Casa29



Casa30



Casa31



Casa32



Casa33



Casa34



Casa35



Casa36



Casa37



Casa38



Casa39



Casa40



Casa41



Casa42



Casa43



Casa44



Casa45



Casa46



Casa47



Casa48



Casa49



Casa50



Casa51



Casa52



Casa53



Casa54



Casa55



Casa56



Casa57



Casa58



Casa59



Casa60



Casa61



Casa62



Casa63



Casa64



ANEXOS

Anexo 1 – Planta de Urbanização do Condomínio Cidade Jardim 1



PLANTA DE URBANIZAÇÃO  
Esc.: 1/1200