

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC
CENTRO DE ENGENHARIA, MODELAGEM E CIÊNCIAS
SOCIAIS APLICADAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA
AMBIENTAL

Juliana Marin Pedro

**Caracterização ambiental de densidades
urbanas em cidades médias do Estado de São
Paulo**

Santo André – SP

2018

Juliana Marin Pedro

Caracterização ambiental de densidades urbanas em cidades médias do Estado de São Paulo

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do ABC, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Orientadora: Profa. Dra. Diana Sarita Hamburger

Santo André - SP

2018

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do ABC

Elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da UFABC
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Marin Pedro, Julian

Caracterização ambiental de densidades urbanas em cidades
médias do Estado de São Paulo / Julian Marin Pedro. — 2018.

125 fls.

Orientadora: Diana Sarina Hamburger

Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do ABC, Programa
de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Santo André,
2018.

1. Cidades Médias. 2. Vegetação urbana. 3. Setores césitários. I.
Sarina Hamburger, Diana. II. Programa de Pós-Graduação em
Ciência e Tecnologia Ambiental, 2018. III. Título.

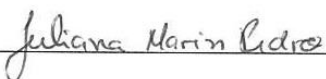
Este exemplar foi revisado e alterado em relação à versão original, de acordo com as observações levantadas pela banca no dia da defesa, sob responsabilidade única do autor e com a anuência de seu orientador.

Santo André, 12 de junho de 2018.

Assinatura do orientador:



Assinatura do autor:

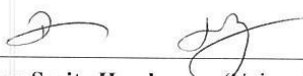


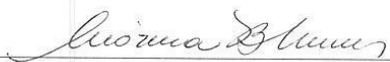


MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Fundação Universidade Federal do ABC
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental
Avenida dos Estados, 5001 – Bairro Santa Terezinha – Santo André – SP
CEP 09210-580 · Fone: (11) 4996-0017
pgcta@ufabc.edu.br

FOLHA DE ASSINATURAS

Assinaturas dos membros da Banca Examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Juliana Marin Pedro, realizada em 21 de março de 2018:


Prof.(a) Dr.(a) **Diana Sarita Hamburger** (Universidade Federal do ABC) – Presidente


Prof.(a) Dr.(a) **Mônica Balestrin Nunes** (Ministério das Cidades) – Membro Titular


Prof.(a) Dr.(a) **Leandro Reverberi Tambosi** (Universidade Federal do ABC) – Membro Titular

Prof.(a) Dr.(a) **Luciana Rodrigues Fagnoni Costa Travassos** (Universidade Federal do ABC) –
Membro Suplente

Prof.(a) Dr.(a) **Helena França** (Universidade Federal do ABC) – Membro Suplente



Universidade Federal do ABC

AGRADECIMENTO

À Universidade Federal do ABC que me possibilitou cursar o programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental.

À orientadora Prof. Dra. Diana Sarita Hamburger pelo acompanhamento, dedicação e carinho durante todo o período do mestrado.

À Monica Balestrin Nunes e ao Leandro Reverberi Tambosi pelas contribuições tão importantes na qualificação que possibilitaram a melhoria desse trabalho.

Aos meus amigos e familiares que direta ou indiretamente me apoiaram e incentivaram.

Ao José Gabriel Dellamano por acreditar em mim em qualquer circunstância.

RESUMO

O estudo da densidade demográfica urbana não é recente, mas ainda assim, a importância desta variável para a análise ambiental urbana é pouco conclusiva. Antes de tudo, entender qual a relação entre densidade demográfica urbana e meio o ambiente auxilia a compreender a forma de cidade atual e assim planejar o que se deseja modificar. Este projeto busca analisar as características da densidade demográfica urbana presente nas cidades médias do Estado de São Paulo utilizando o setor censitário como unidade de análise. Dessa forma foi possível avaliar não só o quanto adensadas se encontram essas cidades, mas as características desse adensamento. Foram analisadas variáveis, ambientais, urbanas e econômica a fim de se obter uma descrição do valor da densidade demográfica urbana calculado. Em geral, as cidades médias tendem a ter um valor de densidade demográfica urbana superior à média encontrada quando se analisa o Estado de São Paulo como um todo. O valor da densidade demográfica urbana tende a aumentar conforme se diminui a quantidade de vegetação nas áreas analisadas. No entanto, foram observadas áreas que fugiam a essa regra mostrando assim que existem várias formas de se construir uma densidade demográfica. Isso é importante pois a partir do momento em que se observa a forma de densidade demográfica mais recorrente junto com as demais possibilidades encontradas, se pode iniciar então uma discussão mais embasada sobre qual é a forma de densidade demográfica que se deseja para as cidades médias do Estado de São Paulo.

Palavras-chave: cidades compactas, vegetação urbana, setor censitário.

ABSTRACT

The study of the urban demographic density is not recent, but the importance of this variable for the urban environmental analysis is little conclusive. First of all, understanding the relationship between urban demographic density and the environment helps to comprehend the current city shape and then plan wanted change. This project goals to analyze the characteristics of the urban population density present in the medium-sized cities of the State of São Paulo using the census sector as a unit of analysis. In this way it was possible to evaluate not only the density of these cities, but the characteristics of this density. Environmental, urban and economic variables were analyzed to obtain a description calculated value of the urban demographic density. In general, medium-sized cities tend to have a value of urban demographic density higher than State of São Paulo's average. The value of urban demographic density tends to increase if the amount of vegetation in the analyzed areas is reduced. However, areas that deviated from this rule were observed, thus showing that there are several ways of building a population density. This is important because once the most recurrent demographic density is observed along with the other possibilities found, a more in-depth discussion can then be started on what is the demographic density form of that is desired for the medium-sized cities of the State of São Paulo.

Keywords: compact cities, urban vegetation, census sector.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Densidade de moradia em Sloterveer Noord, Amsterdã, calculada com base em três definições de limites diferentes (em vermelho a área subtraída).	37
Figura 2: Variação das formas espaciais para o mesmo valor de densidade (75 domicílios/ha).	38
Figura 3: Exemplo de rede interna e externa	44
Figura 4: Relação entre densidade demográfica e impermeabilização do solo na sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena , Santa Maria, RS	51
Figura 5: Dados de saneamento básico do Estado de São Paulo durante os anos de 1992 a 2015.	52
Figura 6: Número de cidades médias por estados brasileiros para o ano de 2010...57	57
Figura 7: Processo de desenvolvimento da metodologia.	63
Figura 8: A imagem da esquerda ilustra o que seria considerado como rede externa (em vermelho). A imagem da direita ilustra as modificações necessárias para que a rede externa (em roxo) fosse compatível com a realidade do setor. Em azul se encontra a rede interna considerada na análise.....	71
Figura 9: Densidade (hab/ha) dos municípios no Estado de São Paulo.	76
Figura 10: Densidade demográfica dos municípios no Estado de São Paulo	77
Figura 11: Frequência absoluta da densidade demográfica urbana.....	78
Figura 12: Densidade demográfica urbana dos municípios do Estado de São Paulo	79
Figura 13: Gráfico de dispersão da densidade demográfica do município (hab/ha) pela densidade demográfica urbana (hab/ha).....	80
Figura 14: Espacialização das Cidades Médias (entre 100 e 500 mil habitantes) do Estado de São Paulo para o ano de 2010.....	81
Figura 15: Histograma do valor da densidade demográfica observada nas Cidades Médias do Estado de São Paulo no ano de 2010.	82
Figura 16: Histograma do valor de densidade demográfica urbana observado nas Cidades Médias do Estado de São Paulo no ano de 2010.	83
Figura 17: Frequência absoluta da população dos setores censitários urbanos nas cidades médias (CM) do Estado de São Paulo.	84
Figura 18: Frequência absoluta da área dos setores censitários urbanos presentes nas cidades médias (CM) do Estado de São Paulo.	85

Figura 19: Densidade demográfica dos setores urbanos nas cidades médias (CM) do Estado de São Paulo.....	85
Figura 20: Frequência acumulada da população, área e densidade demográfica das amostras de setores censitários selecionadas nesse estudo.....	86
Figura 21: Exemplos de especificidades dos setores analisados.....	88
Figura 22: Boxplot da densidade demográfica dos setores censitários analisados nesse estudo.....	90
Figura 23: Identificação dos setores extremos.	91
Figura 24: Relação entre densidade demográfica e densidade habitacional.	93
Figura 25: Setores que aprestam mais área verde que área construída.....	94
Figura 26: Ilustra como cada classe foi digitalizada e interpretada para servir de base para os cálculos das variáveis urbanas e ambiental.	94
Figura 27: Setores com densidade demográfica parecidas, mas contendo diferentes valores de área verde.....	95
Figura 28: Setores com área construída parecida (GSI), mas contendo valores de densidade demográfica e conectividade (N) distintos.	95
Figura 29: Relação entre densidade demográfica e área construída (GSI).	97
Figura 30: Relação entre densidade demográfica e intensidade de construção (FSI)	98
Figura 31: Relação entre densidade demográfica e intensidade de rede (N)	99
Figura 32: Relação entre densidade demográfica e área verde.....	100
Figura 33: Relação entre densidade demográfica, área verde e área permeável...100	
Figura 34: Acesso a saneamento básico dos setores censitários analisados.....	101
Figura 35: Acesso a saneamento básico dos municípios do Estado de São Paulo.	102
Figura 36: Relação entre o Log da densidade Demográfica e o valor da renda de cada setor censitário analisado.....	103
Figura 37: Relação entre a porcentagem de área verde e renda.....	104
Figura 38: Porcentagem de área verde dos setores censitários analisados, levando em consideração a frequência com que eram observadas.	106
Figura 39: Categorização dos setores em não pertencentes a região metropolitana (nd); pertencentes a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP); Região Metropolitana de Campinas (RMC) ou Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS)	108

Figura 40: Relação entre a área impermeável e log da densidade demográfica. ...	111
Figura 41: Distribuição da frequência absoluta da densidade demográfica dos setores censitários urbanos das cidades médias do Estado de São Paulo.	123
Figura 42: Frequência acumulada dos 5 quantis de densidade analisados.	123
Figura 43: Gráficos com a frequência acumulada de área dos setores censitários divididos por classe de densidade demográfica.	124

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Fontes conceituais para áreas verdes.....	47
Tabela 2: Valores de impermeabilização para a região metropolitana de Curitiba de acordo com o valor de densidade populacional (hab/ha) em 1988.	50
Tabela 3: Percentual da população brasileira abastecida com água e esgotamento sanitário (2009-2013)	51
Tabela 4: Descrição das categorizações das cidades pela REGIC.....	53
Tabela 5: Exemplos de como alguns países delimitam o tamanho demográfico para uma cidade ser considerada média.....	56
Tabela 6: Evolução das Cidades Médias (entre 100 e 500 mil hab.) no Brasil no período de 1940 a 2010.	56
Tabela 7: Crescimento do PIB, população e PIB <i>percapita</i> cidades brasileiras de acordo com o seu tamanho demográfico entre os 2002 e 2005.....	57
Tabela 8: Regras para a determinação do tamanho do setor censitário.	59
Tabela 9: Dados do CENSO 2010 referentes ao entorno dos setores censitários.....	65
Tabela 10: Municípios considerados como Cidades Médias de acordo com o seu valor e população no CENSO 2010.	68
Tabela 11: Delimitação para o limiar de cada subclasse A e B.....	69
Tabela 12: Descrição da agregação das variáveis de entorno do CENSO 2010 para a produção da informação de habitantes que possuem acesso a rede de distribuição de água, sanitário e coleta de lixo.	73
Tabela 13: Valores de densidade demográfica mínima e média para todos os municípios de São Paulo e apenas para aqueles que são considerados Cidades Médias de São Paulo.	83
Tabela 14: Valores mínimos e máximos da população e área referente a cada uma das classes analisadas.	89
Tabela 15: Informações sobre os setores com densidade demográfica muito elevadas.	90
Tabela 16: Índice de Spearman da Densidade demográfica e da área verde com as demais variáveis analisadas.....	104
Tabela 17: Valores máximos e mínimos de área de setor censitário encontrados em cada uma das classes de densidade demográfica analisadas.....	124

Tabela 18: Limiar de área de setor censitário para a definição das subclasses de cada uma das classes de densidade demográfica.....125

LISTA DE SIGLAS

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada

PIB – Produto Interno Bruto

RM – Região Metropolitana

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	31
1.1	Objetivo	34
2	APRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS DE ANÁLISE	35
2.1	Densidade demográfica	35
2.1.1	O que é e como é calculada	35
2.1.2	O valor da densidade demográfica	35
2.1.3	Fatores que influenciam a densidade demográfica	38
2.1.4	Métrica de análise da densidade demográfica	42
2.2	Fatores ambientais	46
2.2.1	Vegetação urbana	46
2.2.2	Saneamento	51
3	APRESENTAÇÃO DO RECORTE CONSIDERADO	53
3.1	Cidades médias	53
4	APRESENTAÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS	58
4.1	Os dados demográficos censo	58
5	MATERIAIS E MÉTODOS	62
5.1	Materiais	64
5.2	Área de estudo	66
5.2.1	Análise das densidades demográficas no estado de São Paulo e das suas cidades médias	66
5.2.2	Seleção das amostras dos setores censitários a serem analisados	68

5.3	Metodologia.....	70
5.3.1	Caracterização dos aspectos urbanos de cada setor censitário.....	70
5.3.2	Caracterização dos aspectos ambientais de cada setor censitário	72
5.3.1	Caracterização do aspecto econômico de cada setor censitário	74
5.3.2	Avaliação da relação entre a densidade demográfica e aspectos ambientais e social.....	74
6	RESULTADOS.....	75
6.1	Densidade demográfica do Estado de São Paulo	75
6.1.1	Cidades Médias do Estado de São Paulo	80
6.1.2	Análise por setor censitário	84
6.2	Amostras selecionadas	86
6.2.1	Análise das classes	88
6.2.2	Análise dos extremos	89
6.2.3	Densidade demográfica e densidade de domicílios.....	92
6.2.4	Exemplo dos resultados obtidos	93
6.3	Caracterização dos aspectos urbanos	96
6.3.1	Área construída (GSI).....	96
6.3.2	Intensidade de construção (FSI).....	97
6.3.3	Densidade de rede viária (N)	98
6.4	Caracterização dos aspectos ambientais por setor censitário	99
6.4.1	Área verde	99
6.4.2	Área permeável	100
6.4.3	Saneamento Básico.....	101
6.5	Caracterização do aspecto econômico	103
6.6	Avaliação da relação entre a densidade demográfica e aspectos ambientais e social	104

7	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	106
7.1	Tipologias das Cidades Médias no Estado de São Paulo	106
7.2	Regiões Metropolitanas e a relação com a maior densidade demográfica	108
7.3	Cálculo da densidade demográfica urbana utilizando os setores censitários como unidade de análise	109
7.4	O aumento da densidade demográfica gera a diminuição da área verde urbana?.....	110
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	112
9	REFERÊNCIAS.....	114
	ANEXO 1- Definição das subclasses	123

1 INTRODUÇÃO

Existem duas forças que regem o crescimento das cidades: o crescimento da população e da urbanização. Essas duas forças apresentam uma relevância significativa para o discurso da sustentabilidade, pois com o crescimento das mesmas há a tendência da diminuição das áreas verdes que contribuem para o equilíbrio da biosfera, um aumento nos gastos com infraestrutura urbana, dos deslocamentos feitos por automóveis, e conseqüentemente da poluição do ar destas cidades (ROAF, 2010).

A ideia de uma cidade compacta e mais adensada, com relação à população, surge como um conceito de urbanização mais sustentável e que melhora a qualidade de vida da população. As vantagens de se ter uma área mais adensada se encontra no fato de acomodar o crescimento da população dentro de uma pegada ecológica menor; melhorar a conectividade da cidade e a interação social. Incentivar o adensamento de uma região é uma forma de produzir cidades melhores que proporcionam a população uma melhor qualidade de vida (UN-HABITAT,2013; CLARK; MOIR,2015).

Mas o adensamento demográfico não é único critério para definir qualidade urbana. A densidade demográfica, sozinha, não pode propiciar benefícios ambientais, a menos que esteja ligada a outras questões importantes como: a infraestrutura urbana adequada e o desenho urbano (DUARTE,2012). Compreender a grandeza de valores da densidade demográfica urbana, assim como a sua forma no espaço podem auxiliar a entender o significado da densidade demográfica que vai além de um simples valor de pessoas por área. Mas que ajuda a entender porque Barcelona (Espanha) mesmo sendo muito densa não oferece tanto prejuízos à saúde de seus habitantes quanto Xangai (China).

Por mais que existam estudos que mostraram que densidades demográficas a partir de um valor ou acima de determinado valor podem trazer benefícios à população, estudar esse assunto e desenvolver metodologias para a mesma ainda é um desafio para os pesquisadores. Os conceitos que envolvem a densidade demográfica urbana são complexos, devido às diferentes formas de se definir, pensar, construir e

perceber a densidade, assim como os diferentes contextos nos quais a mesma está inserida (ACIOLY, 1998; CHURCHMAN, 1999; NUCCI, 2008).

Mas se existem diversas formas de se pensar a densidade demográfica urbana de uma cidade, qual seria a forma da densidade demográfica urbana das cidades no Brasil? Será que elas seguem o contexto da China com grandes arranha-céus ou o Norte Americano que prioriza casas em condomínios fechados no subúrbio? Será que as densidades demográficas no Brasil são altas, ou seja, que as cidades brasileiras já podem ser consideradas densas?

Essas perguntas são a base para compreender o estado atual da densidade demográfica urbana brasileira e assim poder planejar os próximos passos para a construção de cidades que proporcionem uma boa qualidade de vida.

Com isso, esse estudo tenta compreender o quanto adensadas estão as cidades médias do Estado de São Paulo e a forma/componentes que englobam os valores de densidade demográfica urbana observadas. Dessa forma, se propicia um maior entendimento sobre o tema, que vai além de compreender qual é a cidade mais densa do Estado de São Paulo.

Muitos estudos utilizam a densidade demográfica como uma variável em suas análises e trazem a relação entre densidade demográfica e consumo de combustíveis (MINDALI; RAVEH; SALOMON, 2004), economia de água (RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ et al., 2015), menor custo de infraestrutura (UN-HABITAT, 2013) e até mesmo como a sua forma pode melhorar a circulação do ar (YUAN; NG; NORFORD, 2014). Mas são poucos os estudos que tentam achar um padrão de densidade demográfica em uma cidade ou mesmo ao menos descrever o que se observa das características que podem descrever a densidade demográfica. E esse padrão aqui mencionado não é a distribuição da densidade na cidade, já que isso é estudado e aprimorado desde CLARK (1951), mas sim os componentes que juntos podem explicar porque densidades demográficas com o mesmo valor podem contribuir de formas diferentes para o bem-estar da sociedade.

As cidades médias foram escolhidas como objeto de análise desse estudo pois as mesmas tem apresentado altas taxas de crescimento e sendo assim estão num bom momento para pensar como querem que seu crescimento urbano ocorra. Esse

adensamento das cidades deve ser compatível com a realidade do local, para que dessa forma as leis que o regulamentam sejam cumpridas.

Portanto, esse estudo irá primeiro contextualizar a grandeza das densidade demográficas das cidades médias para assim entender se os valores observados podem ser considerados baixos ou altos. Em seguida, foram utilizados dados do CENSO e de imagens de satélite para extrair informações que pudessem descrever as características , ambientais e urbanas, das unidades de análise estudada, que no caso foram os setores censitários. Por fim, pode-se ter uma visão geral das características ambientais e urbanas mais prováveis de serem encontradas em faixas de densidade demográfica urbana selecionadas.

1.1 Objetivo

O objetivo do estudo é compreender como as características da densidade demográfica urbana estão relacionadas com a condição ambiental, especialmente a vegetação. Essa análise será feita através dos dados de população do CENSO 2010 e do levantamento de características urbanas e ambientais das unidades censitárias. O estudo trata de cidades médias do Estado de São Paulo.

Para desenvolver este estudo tem-se os seguintes objetivos específicos

- Descrever a densidade demográfica urbana no Estado de São Paulo e de seus municípios;
- Para as Cidades Médias de São Paulo, descrever as densidades demográficas considerando os setores censitários como unidade de análise;
- Análise das características urbanas (área construída, intensidade de rede de transportes e intensidade de construção), sociais (renda) e ambientais (permeabilidade, saneamento e vegetação) das cidades médias considerando os setores censitários como unidade de análise; e
- Verificar a existência de uma relação entre o valor da densidade demográfica de um setor censitário e as características ambientais do mesmo.

2 APRESENTAÇÃO DOS ELEMENTOS DE ANÁLISE

2.1 Densidade demográfica

2.1.1 O que é e como é calculada

A densidade demográfica consiste na relação do número de habitantes por determinada área física. Ela normalmente é medida em habitantes por hectares, e este valor demonstrar o quão aglomerada ou concentrada se encontra a área estudada. No entanto, existem diferentes definições e métodos de cálculo da densidade que podem produzir significados diferentes (ACIOLY, 1998; FORSYTH, 2003).

Alexander, Reed e Murphy (1988) defendem que a densidade demográfica urbana pode ser mensurada de mais duas formas distintas, além da densidade média (hab/ha), que são: densidade percebida e a densidade física. Do ponto de vista da densidade percebida, o que mais importa não é a densidade física, mas as interações entre as pessoas e as condições ambientais resultantes dessas aglomerações. Para a densidade física, importa, por exemplo, o tratamento dos térreos, o tratamento do embasamento dos edifícios altos, ou seja, muitas vezes é uma questão de layout dos edifícios e do conjunto. Percepção e identidade de espaços abertos em cidades densas são particularmente importantes para prover aos habitantes uma sensação de acolhimento.

A densidade percebida e a sensação de superlotação, ou seja, a percepção de um espaço como muito adensado de forma negativa, são baseados no fato de que a mesma densidade pode ser percebida e avaliada de diferentes modos, por diferentes pessoas, em diferentes circunstâncias, em diferentes países e culturas (CHURCHMAN, 1999).

2.1.2 O valor da densidade demográfica

A densidade demográfica ou densidade medida é um valor (ALEXANDER; REED; MURPHY, 1988). E esse valor muitas vezes é qualificado em baixo ou alto, mas não há uma regra que determine quais são os valores limiares para que se possa traduzir

o valor da densidade demográfica calculado para a qualificação da mesma em alta ou baixa.

Dessa forma, o valor por si só da densidade pode não descrever com clareza a concentração da área. É preciso ter em mente que quando se analisa a densidade é preciso levar em consideração o contexto territorial e cultural da área em estudo. Nos Estados Unidos e Austrália, por exemplo, a densidade populacional com menos de 25 habitantes por hectare é considerada como sendo baixa, mas quando se analisa a Europa, os valores de baixa densidade podem ser considerados como inferiores a 50 habitantes por hectare e, em países asiáticos, abaixo de 100 habitantes por hectare (ALVES, 2011). Sendo assim, fica clara a necessidade de compreender a área de estudo antes de qualificar a densidade demográfica.

Como o cálculo da densidade depende da delimitação de uma área de estudo, pode-se deduzir que o seu valor seja entendido em diferentes escalas, ou níveis de agregação (FORSYTH, 2003; UN-HABITAT, 2013). Dessa forma, o valor da densidade demográfica de um país é diferente do valor da densidade de um estado que é diferente do valor da densidade de um setor censitário¹. O Reino Unido, por exemplo, possui uma densidade média de 257 pessoas/km², Londres possui uma densidade de 4,726 pessoas/km² e a região de Highland (Escócia) apresenta uma densidade de apenas 8 pessoas/km² (WILLIAMS, 2009). Essa variação mostra que uma cidade ou país mesmo sendo considerado muito denso, quando comparado a outros países, possui em seu interior variações da densidade demográfica. Essa diversidade de densidade demográfica proporciona relações diversas entre a ocupação humana e o meio ambiente.

A delimitação da densidade demográfica vai além de entender a escala de análise, é preciso compreender também o que está sendo considerado, por exemplo: as áreas verdes foram consideradas ou não no cálculo da densidade demográfica? A Figura 1 ilustra que uma mesma área de estudo, com delimitações distintas apresenta valores de densidade demográficas diferentes. E a cada um desses

¹ O setor censitário é a unidade territorial estabelecida para fins de controle cadastral, formado por área contínua, situada em um único quadro urbano ou rural, com dimensão e número de domicílios que permitam o levantamento por um recenseador (IBGE, 2017a)

valores pode-se compreender algo diferente sobre a área estudada. Ter a plena consciência da importância dessa informação faz com que os números de densidade demográficas se tornem verdadeiramente comparáveis com estudos realizados em outras regiões (FORSYTH,2003).

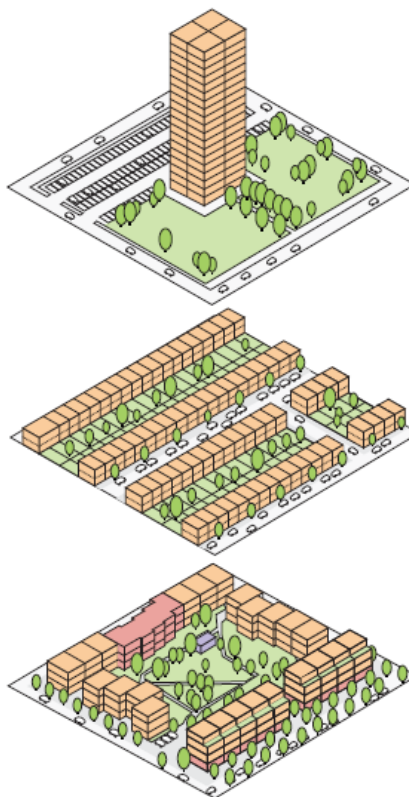
Figura 1: Densidade de moradia em Sloterveer Noord, Amsterdã, calculada com base em três definições de limites diferentes (em vermelho a área subtraída).



Fonte: Adaptado de Pont e Haup (2009).

Um mesmo valor de densidade demográfica pode ser construído em diferentes arranjos urbanos. A forma da cidade é um fator que influencia na relação entre a cidade e o meio ambiente, já que há arranjos que podem favorecer ou não a circulação de ar (YUAN; NG ; NORFORD , 2014), o aumento da temperatura (YANG; LI , 2015) e até mesmo a quantidade e qualidade das áreas verdes urbanas (WANG et al., 2016) (Figura 2).

Figura 2: Variação das formas espaciais para o mesmo valor de densidade (75 domicílios/ha).



Fonte: UN-HABITAT, 2013

Dessa forma, fica claro que o valor da densidade demográfica urbana é influenciado pela área em estudo, o que está sendo considerado no cálculo e da sua forma urbana, fazendo com que o estudo dessa variável seja complexo e necessite de metodologias apropriadas para compreender o que o seu valor significa ou representa.

2.1.3 Fatores que influenciam a densidade demográfica

No Brasil apenas uma pequena parte do território é ocupada pelas cidades, elas são um ponto de alta concentração de demanda por recursos de energia, água, materiais de construção, alimentos e de eliminação de rejeitos (resíduos sólidos, efluentes, poluição do ar, etc.). Nas cidades o metabolismo é muito mais intenso por unidade de área, exigindo um fluxo de energia concentrada, e isso exige novas estratégias

de planejamento que busquem um fluxo mais circular para esse funcionamento (DUARTE,2012).

Para NG (2010) uma das necessidades atuais das aglomerações urbanas é uma maior densidade de ocupação e Duarte (2012) confirma que o adensamento é um fenômeno necessário já que o processo de espalhamento não gerou bons resultados produzindo cidades ineficazes.

Ao concluir que no futuro a tendência mais provável seja a do adensamento das cidades, deve-se antes conhecer os mecanismos mais importantes que provavelmente moldarão os padrões de uso da terra antes de determinar leis que incentivem o adensamento.

Há vários modelos de adensamento. O modelo norte-americano prevê densidades demográficas baixas, com condomínios fechados localizados nos subúrbios. Mas impor uma densidade demográfica baixa em locais de grande crescimento demográfico pode fazer com que a mesma seja insuficiente para suportar usos mistos e transporte público. Já o modelo asiático prevê altas densidades demográficas acomodadas em grandes arranha-céus que se não levarem em consideração a qualidade ambiental da cidade acabam gerando problemas de saúde a sua população. O modelo europeu está embasado em cidades compactas que privilegiam o transporte público e disponibilizam poucas opções para quem deseja ter um automóvel (DUARTE,2012).

O processo de adensamento natural (aquele que não foi imposto por uma lei) é motivado por forças que influenciam a produção de residências, locais de emprego, infraestrutura urbana e comodidades locais. Muitas áreas do centro da cidade experimentaram um crescimento da construção de escritórios, criando a necessidade de produção de residências próximas e assim adensando a região (BAUM-SNOW, 2013).

Paralelamente ao aumento da densidade de ocupação, há a necessidade de adoção de saltos tecnológicos em diversas áreas como reuso de água, tratamento de esgoto e coleta de lixo. Além disso é preciso articular a densidade habitacional, a localização dos empregos, o sistema de transporte público e a oferta de serviços. Dessa forma

é possível extrair todos os benefícios que as áreas mais adensadas podem trazer para a população (DUARTE, 2012).

A alta densidade demográfica não faz sentido em locais remotos, afastados das cidades, onde os investimentos em infraestrutura teriam que ser providos, e muito menos em áreas de risco ou em locais que devem ser protegidos (DUARTE, 2012).

2.1.3.1 Densidade na legislação

O desenvolvimento urbano no mundo acelerou na segunda metade do século XX com a concentração da população em espaço reduzido, produzindo grande competição pelos recursos naturais (solo e água) e destruindo parte da biodiversidade natural (TUCCI, 2008).

A regulamentação urbana da densidade demográfica, nos primórdios, se dava através da delimitação da altura máxima das construções ou da largura mínima das ruas. Posteriormente, por meio de legislação, os valores de densidade demográfica máxima foram usados para construir o planejamento das cidades (PONT;HAUPT, 2009).

A densidade habitacional é um parâmetro utilizado no planejamento urbano de cidades brasileiras que utilizam o Plano Diretor ² como uma ferramenta de ordenação do espaço. Essa densidade é implementada através de restrições: índice de ocupação e índice de aproveitamento. O primeiro estabelece a área ocupada em planta e o segundo refere-se ao solo criado, ou seja, a relação entre a área construída e a área do terreno (TUCCI, 1997). Dessa forma, a densidade de ocupação do solo, nas suas várias modalidades, constitui-se em um elemento fundamental a ser considerado no planejamento urbano (REIS; PEREIRA FILHO; SILVEIRA,2011)

Na Europa, em que há uma maior preocupação com forma de utilização da terra, já que esse é um recurso limitado para muitos de seus países, existem exemplo de legislações mais rigorosas com a questão de densidade demográfica. Na verdade, esse rigor advém da necessidade de se adensar cidades e dos estudos já produzidos

² Plano Diretor está definido no Estatuto das Cidades como instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município (BRASIL, 2001).

que indicariam que maiores densidades demográficas poderiam trazer benefícios econômicos e ambientais para a população. Nesse contexto surgiram leis como as relatadas por Williams (2009) em que no Reino Unido foram produzidas políticas de crescimento urbano que determinavam padrões mínimos a serem atingidos de densidade de domicílios: 30 casas/ha. Medidas assim, nem sempre são bem aceitas pela a população e precisam de um bom embasamento para poderem produzir os benefícios que a alta densidade demográfica pode trazer.

Como foi dito anteriormente no Brasil não é comum existirem leis que delimitem com precisão o valor de densidade, seja ela com relação à demografia ou domiciliar. O que se encontra são leis que entendem a importância da densidade no momento de se construir a ordenação do território. Um exemplo disso é a lei nº 16.402 (BRASIL, 2016) que disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo. Onde se entende que áreas em que se deseja preservar é necessário se manter uma densidade demográfica baixa.

“Art. 6º As zonas do Município têm suas características definidas em função do território no qual se inserem: ...

III - territórios de preservação: são áreas em que se objetiva a preservação de bairros consolidados de baixa e média densidades, de conjuntos urbanos específicos e territórios destinados à promoção de atividades econômicas sustentáveis conjugada com a preservação ambiental, além da preservação cultural...

A não delimitação de um valor faz com que não seja necessária a produção de estudos específicos que comprovem a existência de um valor de densidade máxima para o local. Em contrapartida, é necessário conhecer o território e se ter claro o que para aquela região é considerado um valor baixo, para que se monitorar e controlar o crescimento da região para que não se venha a ter problemas futuros derivados da não delimitação do máximo de densidade demográfica permitido.

Um problema de não se ter claro o que é considerado como alta e baixa densidade demográfica é a criação de leis que não condizem com território atual. No Plano diretor de Vitória da Conquista de 2007 (PDU-2017), por exemplo, estabeleceu-se a relação de habitantes por hectare, com valores diferentes para cada macrozona da

cidade. Mas isso fez com que houvesse a uniformizou de grandes unidades espaciais, fazendo com a análise por setor censitário (dados do CENSO 2000) mostrassem que já haviam áreas com densidade superior à projetada pelo Plano em 2007 (VEIGA, VEIGA, MATTA; 2011).

Portanto, a densidade demográfica ajuda não só a organizar o território, mas também a entender o comportamento do mesmo. As leis devem seguir as necessidades de cada lugar, mas independente da forma que utilizem a densidade demográfica na regularização do território é necessário antes de tudo utiliza-la como ferramenta para compreender o funcionamento do mesmo.

2.1.4 Métrica de análise da densidade demográfica

Vários trabalhos já tentaram compreender a densidade e a sua relação com o meio. Mostrando assim a necessidade de se entender a densidade como algo além do seu valor absoluto.

O trabalho de Pont e Haupt (2009) surgiu da necessidade de novas pesquisas fundamentais sobre a densidade. O trabalho visou desenvolver essa definição da forma em um conceito de densidade multivariada, a Spacematrix e promoveu o estabelecimento de uma ciência da densidade. Eles identificaram indicadores que descrevem a forma da densidade e assim auxiliavam a compreender a compacidade das cidades, além do valor simplificado da densidade.

Os autores tentavam compreender métricas que expressassem a densidade multivariada, ou seja, a densidade entendida não só como o valor de população por área, mas como um conjunto de variáveis que se complementam e descrevem a questão urbana de uma região. Após analisarem os problemas recorrentes de vários indicadores, eles chegaram à conclusão que seriam necessários apenas 3 para descrever uma área: Densidade da rede (N); Intensidade de construção (FSI); Cobertura (GSI).

A densidade da rede (N)

A densidade da rede, N, refere-se à concentração de redes para a área estudada. A densidade de uma rede é definida como o comprimento da rede por metro quadrado (m/m^2) e é calculada como sendo a soma de toda a rede

interna (L_i) e metade da soma da rede externa (L_e) dividido pela área base que é a área da unidade de análise do estudo.

$$N = \frac{\left(\sum L_i + \left(\frac{\sum L_e}{2} \right) \right)}{A} \quad (1)$$

N: densidade de rede (m/m^2)
 L_i : comprimento da rede interna (m)
 L_e : comprimento da rede externa (m)
 A : Área base (m^2)

Intensidade de construção (FSI)

O FSI reflete a intensidade de edificação e é calculado da seguinte forma: a soma da área dos pisos sobre a área base de análise (m^2/m^2)

$$FSI = F/A \quad (2)$$

F: área dos pisos (m^2)
 A : área base (m^2)

Essa variável é muito parecida com o que se conhece no Brasil como Taxa de Ocupação.

Cobertura (GSI)

GSI demonstra a relação entre espaço construído e não construído e é calculado da seguinte forma: área construída sobre a área base de análise.

$$GSI = B/A \quad (3)$$

B: área construída (m^2)
 A : área base (m^2)

Essa variável é muito parecida com o que se conhece no Brasil como Índice de Aproveitamento.

Para a produção desses 3 indicadores foi necessário produzir 4 variáveis:

- Área base de análise – *Base land area* (A);
- Comprimento da conectividade – *Network length* (l);

- Área dos pisos - *Gross floor area (F)*; e
- Área construída – *Built up area or footprint (B)*.

Área base de análise

Compreende a área de unidade de análise do estudo. Ela pode ser tanto uma área já delimitada por questões administrativas, como área do estado, país, setores censitários, bacia hidrográfica ou ela pode ser criada de acordo com os critérios que achar pertinentes.

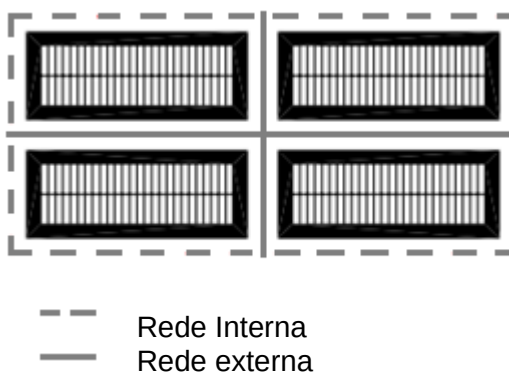
Comprimento da conectividade

Essa variável mede a quantidade de conectividade presente na área de análise. É uma forma de mapear as ruas de circulação, trilhos, estradas, canais, ou seja, a rede de circulação do setor censitário analisado.

Mas para isso, é preciso diferenciar entre redes internas e externas. Os autores definem a “rede interna” como a sendo todas as redes que não coincidem com qualquer demarcação do limite da área de análise ou no caso, do setor censitário. Já a “rede externa” refere-se à metade da demarcação do limite do tecido. Apenas metade da rede externa contribui para o tecido, enquanto a outra metade pertence aos tecidos circundantes (Figura 3).

Na prática, isso implica que o comprimento de conectividade é medido pela soma total da rede interna de uma amostra mais a metade da rede externa da amostra.

Figura 3: Exemplo de rede interna e externa



Fonte: Adaptado de PONT e HAUP, 2009

Área dos pisos

Essa variável mostra quantos andares as residências e edifícios da área analisada possuem. Isso é importante para compreender quão edificada é a área.

Ela é medida pela soma das áreas construídas de cada piso ou andar dos imóveis que compreendem a área analisada

Área Construída

A área construída compreende a área do setor em que é preenchida por edificações.

A partir desses indicadores produzidos foi possível observar as diferenças entre cada cidade estudada por Pount e Haup (2009) utilizando essa metodologia. Em bairros da Holanda a densidade demográfica tendia a ser entre 100 e 250 hab/ha. A área construída, nesses mesmos bairros, apresentou valores inferiores a 0,5 o que significa que as áreas analisadas tendiam a ter a sua maior parte ocupada por elementos que não constituíam de construções. Os bairros analisados tendiam a ter homogeneidade na forma de construção, no número de pisos das residências e mesmo as áreas verdes apresentavam um padrão dentro do modelo de construção.

Já Picone e Linares (2014) tentaram identificar os diversos tipos de forma da densidade através das características espectrais de imagens de satélites. O objetivo deste trabalho foi o de propor uma nova metodologia para remover a área do piso da área urbana e discriminar as diferentes densidades existem nele. A metodologia foi realizada utilizando imagens do Landsat-5 na qual foram identificadas cinco categorias de construção de densidade bem definidas na cidade de Tandil (Argentina) no período entre 1989-2011. A partir da identificação de assinaturas espectrais que representassem cada uma das categorias de densidade analisadas foi possível identificar o tamanho e a forma da expansão urbana da cidade durante os últimos 20 anos.

Na China, as cidades compactas, caracterizadas por uma densidade, usos de terra mista e habitação orientada para pedestres, foram propostas como uma solução para o planejamento urbano sustentável. Observou-se que um fator essencial para a

tomada de decisões foi uma compreensão mais profunda sobre a relação entre compactidade urbana e o desempenho sustentável das cidades. Eles avaliaram quantitativamente os custos e os benefícios da compactação das cidades no contexto chinês a partir de perspectivas ambientais, especialmente no que diz respeito à "disponibilidade de instalações, eficiência de infraestrutura, transporte público, energia doméstica, consumo de recursos e externalidades ambientais". Observou-se que há uma relação positiva entre compactidade urbana a eficiência ambiental, mas essa relação só ocorre para até um certo nível de compactação (168 pessoas por hectare); após esse valor o relacionamento se torna negativo (CHEN; JIA; LAU, 2008).

2.2 Fatores ambientais

2.2.1 Vegetação urbana

Áreas verdes, do ponto de vista psicológico e social, influenciam o estado de ânimo dos indivíduos que sofrem com os transtornos das grandes cidades. Além disso, a vegetação também pode oferece benefícios ambientais como, por exemplo: combater à poluição do ar através da fotossíntese; regular a umidade e temperatura do ar; manter a permeabilidade, fertilidade e umidade do solo e protege-o contra a erosão e; reduzir os níveis de ruído servindo como amortecedor do barulho produzido nas cidades (NUCCI, 2008; BENINI, 2010).

Os benefícios do acesso aos espaços verdes locais estão bem documentados e estão relacionados à saúde física (MAAS et al., 2006), recuperação do estresse (VAN DEN BERG; HARTIG; STAATS, 2007), bem-estar mental (FULLER et al. 2007). Dessa forma, áreas verdes urbanas contribuem para a melhoria da qualidade de vida urbana (BENINI,2010).

Por mais que exista um consenso de que as áreas verdes urbanas são importantes para a população, esse consenso não permanece quando se trata de descrever o que é considerado como área verde urbana.

A Tabela 1 exemplifica os autores que discutiram o conceito e as conclusões a que chegaram.

Tabela 1: Fontes conceituais para áreas verdes

Autores	Definição de área verde	Tipologia	Obs:
Lima et al. (1994)	Onde há o predomínio de vegetação arbórea (as praças, os jardins públicos e os parques urbanos, canteiros centrais e trevos de vias públicas)	Privadas, potencialmente coletivas e públicas	
Nogueira e Wantuelfer (2002)	Áreas com algum tipo de vegetação (não somente árvores) com dimensão vertical significativa e que sejam utilizadas com objetivos sociais, ecológicos, científicos ou culturais	Propriedade pública ou privada	
Andrade (2004 apud BENINI, 2010)	Qualquer área plantada		
Loboda e Angelis (2005)	Qualquer espaço livre no qual predominam as áreas plantadas de vegetação, correspondendo, em geral, ao que se conhece como parques, jardins ou praças.		A vegetação que acompanham o leito das vias públicas não devem ser consideradas como áreas verdes, pois as calçadas são impermeabilizadas
CORINE (2018)	Áreas com vegetação dentro ou parcialmente abraçadas por tecido urbano. Englobando parques dentro de assentamentos, com ou sem acesso público; jardins ornamentais; terrenos verdes das mansões, jardins botânicos e zoológicos situados dentro de assentamentos; cemitérios com vegetação dentro ou diretamente ligados a assentamentos; áreas com vegetação que potencialmente podem ser usadas para fins recreativos.		
Código Florestal (BRASIL, 2012)	Área verde urbana: espaços, públicos ou privados, com predomínio de vegetação, preferencialmente nativa, natural ou recuperada, previstos no Plano Diretor, nas Leis de Zoneamento Urbano e Uso do Solo do Município, indisponíveis para construção de		

	moradias, destinados aos propósitos de recreação, lazer, melhoria da qualidade ambiental urbana, proteção dos recursos hídricos, manutenção ou melhoria paisagística, proteção de bens e manifestações culturais.		
--	---	--	--

Fonte: Adaptado de SOBREIRA; GANEM; ARAÚJO, 2014.

No entanto, Loboda e Angelis (2005) alertam que a vegetação (árvores) que acompanha o leito das vias públicas não deve ser considerada como área verde, pois as calçadas são impermeabilizadas.

A cidade de Hamburgo na República Federal da Alemanha dá a seguinte definição: áreas verdes e de recreação pública são áreas que servem à saúde e recreação da população. Dentro deste conceito incluem-se: áreas com vegetação, parques, jardins, cemitérios, alamedas, bosques, praças de esporte, *playgrounds*, camping e margens de rios e lagos (CAVALHEIRO,1992).

As diferentes definições do termo área verde dificultam uma análise comparativa entre os índices de áreas verdes para as diferentes cidades. Dependendo da concepção do termo área verde (BENINI,2010).

O contato com o ambiente natural é um componente fundamental do bem-estar, mas as oportunidades para esse contato são dramaticamente limitadas nas áreas urbanas, e há uma variação significativa mesmo dentro da população urbanizada no acesso a espaços verdes (BARBOSA et al., 2007).

Alguns estudos foram feitos para identificar quanto as áreas verdes existentes variam o seu nível de cobertura dentro das cidades. As estimativas publicadas, calculadas de várias maneiras mostraram que essa variação pode ser desde 11 % em Birmingham, Reino Unido (ANGOLD et al., 2006) até 39 % em Estocolmo, Suécia (BOLUND; HUNHAMMAR, 1999). Essa cobertura desigual pode ser interpretada como uma desigualdade social e econômica (BURTON,2000), cuja determinação ou geografia são pouco conhecidas.

No estudo feito por Fuller e Gaston (2009) observou-se que a distribuição da densidade populacional nos Estados Unidos pode fornecer uma base demográfica para distinguir áreas urbanas, suburbanas e rurais.

Para a observação da vegetação urbana, através de ferramentas de sistema de informação geográfica ou sensoriamento remoto, devesse levar em consideração que a diferença de resolução entre os setores censitários e imagens Landsat, por exemplo, não permite uma simples caracterização espectral da cobertura suburbana da terra. Nas cidades dos EUA a característica espectral mais consistente das áreas "subdivididas demograficamente" foi relacionada à quantidade de cobertura vegetal. A fração máxima de vegetação geralmente diminui com o aumento da densidade populacional. No entanto, as grandes cidades com núcleos urbanos de alta densidade apresentam uma diminuição linear distinta na fração da vegetação com o aumento de $\log_{10}$ da densidade populacional. Os diferentes ambientes físicos das cidades consideradas resultaram em diferentes distribuições de vegetação em diferentes densidades de assentamento. Mas mesmo chegando a essas conclusões, os pesquisadores não conseguiram encontradas evidências de uma relação consistente entre densidade populacional e abundância de vegetação nos Estados Unidos. (POZZI, SMALL, 2001).

2.2.1.1 Permeabilidade

Áreas impermeáveis e urbanizadas estão associadas, de forma indireta com problemas relacionados à drenagem urbana. Uma das principais consequências desse problema é o aumento no pico do escoamento superficial e a frequência das inundações. Por isso a importância de se estimar e calcular a quantidade de área impermeável dentro de uma cidade (CENTENO et al., 2003).

CAMPANA e TUCCI (1994 apud CENTENO et al., 2003) estimaram a taxa de áreas permeáveis dos bairros de Curitiba, PR, mostrando que a densidade populacional pode ser utilizada como um indicador indireto da extensão da área impermeável em regiões urbanas (Tabela 2).

Tabela 2: Valores de impermeabilização para a região metropolitana de Curitiba de acordo com o valor de densidade populacional (hab/ha) em 1988.

(Bairro)	Taxa de Áreas Impermeáveis (%)	Densidade Populacional (hab / Ha)
Água Verde	46,3	> 90
Centro	57,9	> 90
Rebouças	36,4	70 – 90
Prado Velho	22,0	35 – 50
J. d Américas	24,3	35 – 50
Bairro Alto	21,7	35 – 50
Xaxim	32,6	50 – 70
C. Comprido	5,3	10 – 20
Uberaba	14,0	20 – 35
Boqueirão	23,6	50 – 70

Fonte: CAMPANA; TUCCI, 1994 apud CENTENO et al.,2003.

Muitos dos trabalhos de estimativa de áreas impermeáveis a partir de dados espectrais de sensores orbitais são baseados na classificação do uso e cobertura do solo utilizando técnicas de classificação supervisionada de imagens de satélite (CENTENO et al.,2003)

Reis; Pereira Filho e Silveira (2011) desenvolveram um trabalho que tinha como objetivo estimar a área impermeável e estabelecer sua relação com a densidade habitacional nos bairros da subbacia hidrográfica do arroio Cadena, em Santa Maria – RS.

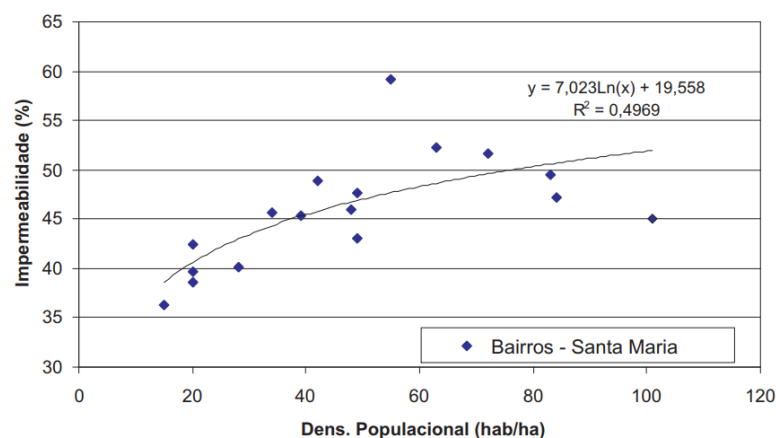
Os autores fizeram a seguinte classificação para a determinação do que eram áreas permeáveis ou não através da classificação de imagens de satélite.

Área permeável: vegetação (árvores; gramado/campo) e solo exposto;

Área impermeável: área pública (passeios, ruas pavimentadas e água); e área privada (edifícios, estacionamentos, cobertura de concreto).

Como resultado, Reis; Pereira Filho e Silveira (2011) identificaram que o bairro Centro apresentava a maior densidade habitacional entre os 16 bairros analisados (101 hab/há) e que possuía 45% de área impermeável. A Figura 4 ilustra a curva encontrada para relação entre densidade demográfica e área impermeável.

Figura 4: Relação entre densidade demográfica e impermeabilização do solo na sub-bacia Hidrográfica do Arroio Cadena , Santa Maria, RS



Fonte: REIS; PEREIRA FILHO; SILVEIRA, 2011

2.2.2 Saneamento

O desenvolvimento de várias cidades da América do Sul tem sido realizado com moderada cobertura de redes de coleta de esgoto, além da quase total falta de tratamento de esgoto. O problema é que essa falta de investimento no sistema pode acarretar na depreciação de rios. A Tabela 3 ilustra a cobertura no Brasil (TUCCI,2005).

Tabela 3: Percentual da população brasileira abastecida com água e esgotamento sanitário (2009-2013)

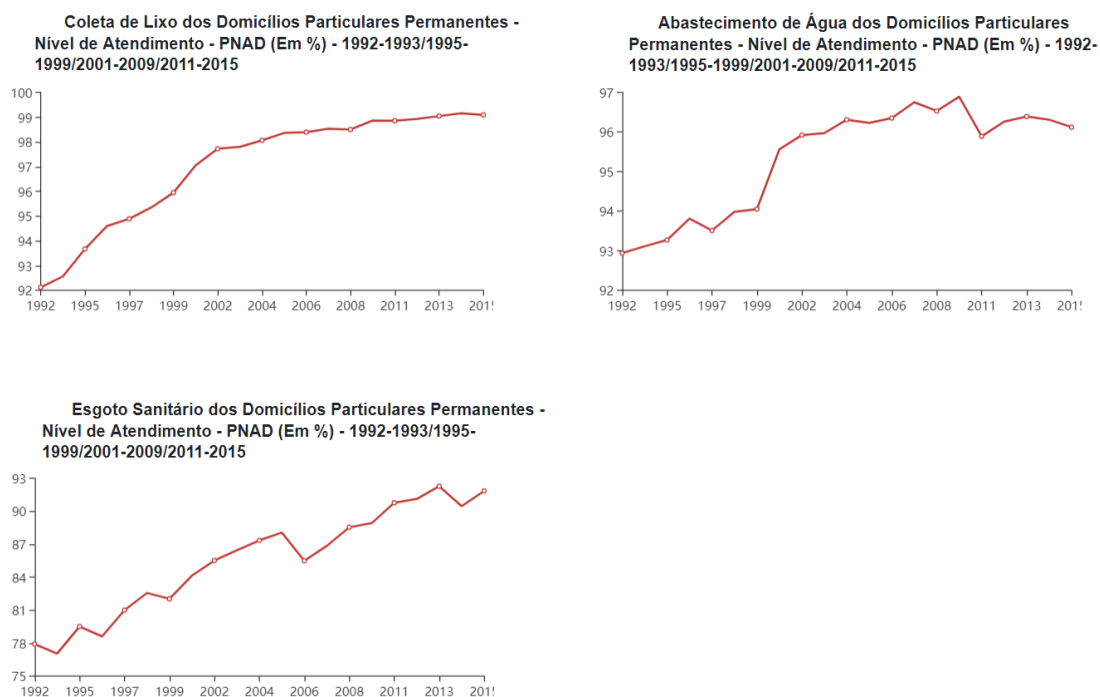
Ano	População atendida com água tratada (%)	População atendida coleta de esgotos (%)	Volume de esgoto tratado x água consumida (%)	Perdas de água na Distribuição (%)	Consumo água l/hab/dia	Investimento (em R\$ bilhões constantes de 2013)
2009	81,7	44,5	37,1	41,6	149	9,8
2010	81,1	46,2	35,9	39,2	159	10,6
2011	82,4	48,1	37,5	37	162,6	9,4
2012	82,7	48,3	38,7	36,9	167,5	10,4
2013	82,5	48,6	39	37	166,3	10,5
Avanços	0,8 pp	4,1 pp	1,9 pp	(-) 4,6	(+)17,3 lts	R\$ 50,7 bi

Fonte: TRATABRASIL,2017

Por mais que no decorrer dos anos o acesso à água tratada e coleta de esgoto tenha aumentado no país, ainda há muito o que se evoluir na questão de coleta e tratamento de esgoto no Brasil.

O Estado de São Paulo tende a ter uma boa cobertura de acesso a saneamento básico para sua população. Os dados do SEADE (2017) demonstram que o estado vem aumentando o acesso ao saneamento básico entre 1992 e 2015. Mais de 90% da população no estado tem acesso a coleta de lixo domiciliar, abastecimento de água e esgoto sanitário (Figura 5).

Figura 5: Dados de saneamento básico do Estado de São Paulo durante os anos de 1992 a 2015.



Fonte: SEAD, 2017

3 CIDADES MÉDIAS: APRESENTAÇÃO DO RECORTE CONSIDERADO

3.1 Cidades médias

O conceito de cidade média num primeiro momento faz menção ao seu tamanho populacional: cidades com população entre 100.000 e 500.000 habitantes (SILVA, 2013). Mas mais do que o tamanho da sua população, o que define uma cidade média é sua função, seu grau de polarização, seus equipamentos de serviços e de lazer e o papel que sua estrutura urbana exerce na região recebendo e emitindo externalidades (DEUS, 2004; MELLO, 2013). A cidade média é entendida como um núcleo estratégico, que possui a vantagem de estar aglomerado no espaço urbano e pode se articular com o espaço regional da sua área de influência. Estas cidades satisfazem as necessidades de prestadoras de serviços públicos, e possuem economias de escala e de urbanização que atraem investidores (CALVETE, 2011).

Mas a dificuldade na definição de um consenso em relação aos critérios funcionais que consigam distinguir as cidades médias das demais cidades, faz com que normalmente se utilize o tamanho demográfico como forma de caracterização (CALVETE, 2011; CONTE, 2013).

Como contraponto, Regiões de Influência das Cidades (REGIC, publicação do IBGE Instituto Nacional de Geografia Estatística, 2007), que tem como objetivo estudar a hierarquia da rede urbana brasileira, com base no fluxo de informações, bens e serviços em estabelecendo uma classificação dos centros e a delimitação de suas áreas de influência, identifica e classifica os municípios com outros critérios. A rede urbana brasileira está dividida em cinco tipos de centros, divididos de acordo com abrangência da rede urbana, população e relacionamentos (Tabela 4) (IBGE, 2008).

Tabela 4: Descrição das categorizações das cidades pela REGIC.

Categorização	Descrição
Metrópoles	Existem 12 cidades que são consideradas as maiores do país e que apresentam melhores infraestruturas e condições econômicas.

Capitais Regionais	Exercem influências numa região, nas pequenas e médias cidades do país. Cidades que tendem a variar entre 250 e 955 mil habitantes.
Centros Sub-regionais	Exercem menor influência que as capitais regionais, as quais apresentam mais complexidade na gestão e maior número de habitantes. Ao todo são 139 em todo o país.
Centros de Zona	Cidades as quais apresentam influência local.
Centros Locais	Pequenas cidades que apresentam menos de 10 mil habitantes e exercem somente influência local.

Fonte: IBGE, 2008

Os principais aspectos considerados pelo REGIC, para análise da rede urbana, são compostos por plataformas de desenvolvimento urbano e regional. Os dados são analisados pela ordem das ligações entre as cidades, que varia entre 1 e 4. Ligações de ordem 1 são as maiores; implicam que há um maior fluxo entre duas cidades, e representa também uma maior dependência de nesse quesito de uma cidade para a cidade destino analisada. Ligações de ordem 4 são mais fracas, e estabelecem menor dependência entre as cidades analisadas.

As principais plataformas utilizadas são: Aeroportos, Compras, Cursos de Ensino Superior, Lazer e Saúde. Quanto maior o número total de ligações e o número de ligação de 1ª e 2ª ordem, maior o nível de relacionamento destas cidades, o que pode implicar também numa maior dependência da cidade origem para a cidade destino. Além disso, o REGIC também analisa os seguintes aspectos: Linhas de Ônibus (quantidade e frequência de viagens) e Circulação de Jornais (quantidade de jornais e frequência de publicação).

No estado de São Paulo, as cidades consideradas como médias (entre 100.000 e 500.000 habitantes) apresentaram hierarquias diferentes segundo estes critérios, contendo nessas 66 cidades:

- Oito capitais regionais
- Doze centros sub-regional
- Quatro centros de zonas
- Dois centros locais

A REGIC é sem dúvida uma referência importante para entender a diversidade de cidades existentes no Brasil. Mas essa classificação também abriga uma grande diversidade dentro de cada classe. Por exemplo, os centros regionais podem variar entre 250 e mais de 900 mil habitantes. Como o intuito desse estudo era de avaliar várias cidades que tivessem características similares, mas que abrigassem variedade de densidade demográfica, se optou por utilizar a descrição de cidades médias apenas baseada no número de habitantes de um município. Dessa forma seria possível ter um número maior de municípios³ estudados e que possuíam características em comum seguindo assim a delimitação do IBGE que distingue as cidades médias pelo número de seus habitantes.

Um ponto importante é que esse valor demográfico pode variar mundialmente. A Organização das Nações Unidas (ONU) considera como cidades médias aquelas que possuem entre 100 mil e 3 milhões de habitantes, já o VII Congresso Ibero Americano de Urbanismo considerou médias todas as cidades com 20 a 500 mil habitantes, enquanto a Comissão Europeia define como sendo cidades médias aquelas que possuem entre 100 e 250 mil habitantes (CONTE, 2013). No Brasil, tanto o IBGE quanto o IPEA definem cidades médias como aquelas tendo entre 100 e 500 mil habitantes (CALVETE, 2011) (Tabela 5).

³ Cabe mencionar, que são chamados de cidades médias, os municípios com determinada população, mas a referência trata de municípios. Esta forma usual de tratar a questão é mantida neste documento.

Tabela 5: Exemplos de como alguns países delimitam o tamanho demográfico para uma cidade ser considerada média.

País / Instituição	Faixa de tamanho demográfico (habitantes)
Alemanha	150.000 – 600.000
Argentina	50.000 – 1.000.000
Banco Mundial	Até 1.000.000
Brasil (IBGE)	100.000 – 500.000
Dinamarca	Menor que 100.000
Espanha	30.000 – 130.000
Estados Unidos	200.000 – 500.000
França	20.000 – 100.000
Grécia	10.000 – 100.000
Irlanda	50.000 – 100.000
Itália	50.000 – 300.000
ONU	100.000 – 3.000.000
Paquistão	20.000 – 100.000
Portugal	20.000 – 100.000
Reino Unido	150.000 – 600.000
Suécia	50.000 – 200.000
União Européia	20.000 – 500.000

Fonte: SOUZA et al (2007) citado por OLIVEIRA e SOARES (2014).

No Brasil observou-se que o número de cidades médias (classificadas como tendo entre 100 e 500 mil habitantes) tem aumentado, tendo no ano de 2010 um total de 245 cidades. Esse número é muito superior ao apresentado 70 anos atrás (CONTE,2013) (Tabela 6).

Tabela 6: Evolução das Cidades Médias (entre 100 e 500 mil hab.) no Brasil no período de 1940 a 2010.

ANO	NÚMERO DE CIDADES
1940	08
1970	25
1980	49
1991	113
1996	161
2000	193
2010	245

Fonte: CONTE,2013

Além disso, as cidades medias obtiveram um crescimento tanto populacional (comparando 2000 e 2007) quanto do produto interno bruto (PIB) (comparando entre 2000 e 2005) superior às demais cidades do país (Tabela 7).

Tabela 7: Crescimento do PIB, população e PIB *percapita* cidades brasileiras de acordo com o seu tamanho demográfico entre os 2002 e 2005.

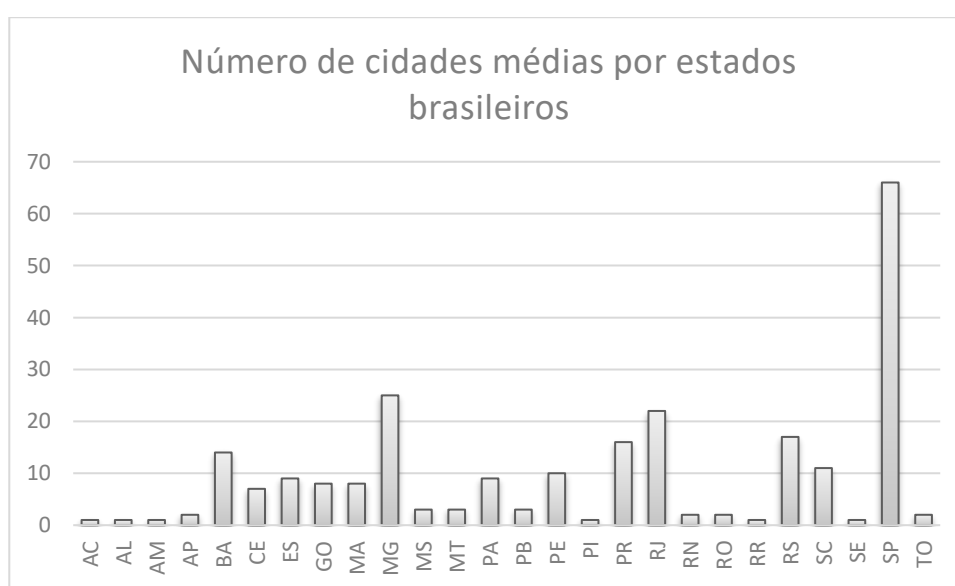
Tamanho do Município	Crescimento do PIB	Crescimento Populacional	Crescimento do PIB <i>percapita</i>
Maior de 500 mil habitantes	4,63	1,66	2,66
Entre 100 mil e 500 mil habitantes	5,27	2,00	3,15
Menor que 100 mil habitantes	4,29	0,61	2,96

Fonte: CALVETE, 2011

O desenvolvimento econômico nessas cidades médias é também visível em decorrência da concentração e diversificação das atividades comerciais e de serviços, ambas aliadas à ampliação do mercado consumidor local e regional, o que inclui a instalação das modernas formas de consumo, como hipermercados e *shopping center*, assim como as infraestruturas vinculadas à educação, saúde, cultura, lazer e outros (ANDRADE,2015).

A Figura 6 ilustra a distribuição das 245 cidades médias no Brasil para o ano de 2010. Observa-se que a maioria das cidades se localizam no Estado de São Paulo.

Figura 6: Número de cidades médias por estados brasileiros para o ano de 2010.



Fonte: SIDRA,2017

4 APRESENTAÇÃO DOS DADOS UTILIZADOS

4.1 Os dados demográficos censo

Grande parte dos órgãos estatísticos nacionais costumam adotar basicamente dois critérios como base para as classificações de áreas urbanas e rurais. Um deles é o da divisão baseada em critérios legais ou político-administrativos, como o caso brasileiro, no qual os perímetros urbanos (e os rurais, por exclusão) são delimitados por decisão legislativa dos municípios. O segundo critério amplamente utilizado é o estabelecimento de um patamar demográfico de uma localidade. Na Argentina, por exemplo, adota-se o patamar de 2 000 habitantes: as áreas com população igual ou superior a essa quantidade são consideradas urbanas, as demais são rurais (IBGE,2017b).

No Brasil são consideradas médias concentrações urbanas os municípios isolados e os arranjos populacionais acima de 100 000 a 750 000 habitantes (IBGE,2016a).

Para estudos demográficos, os dados do censo são uma importante fonte de informação. Isso porque, os dados demográficos obtidos nos censos são úteis para a compreensão da dinâmica e transformações demográficas da população. Através dessas informações pode-se produzir, avaliar e caracterizar a população dentro de unidades geográficas determinadas, permitindo assim construir modelos de densidade populacional (IBGE,2011 a; ALVES, 2002).

Segundo o IBGE (2011a), setor censitário é a unidade de controle cadastral formada por áreas contínuas, urbanas ou rurais, cuja dimensão e número de domicílios ou de unidades não-residenciais permitem ao recenseador cumprir suas atividades censitárias em um prazo determinado, respeitando o cronograma de atividades. É importante lembrar que de uma pesquisa populacional para outra, alguns setores censitários podem ser desmembrados ou agregados, para que o recenseador possa cumprir seu trabalho num prazo determinado, respeitando o cronograma de atividades (IBGE, 2011a).

O tamanho dos setores urbanos em áreas urbanizadas prevê de 250 a 400 domicílios, o que torna possível a cobertura desses setores no prazo de 30 dias. Já para os setores urbanos de áreas não urbanizadas, o critério prevê de 150 a 250

domicílios ou de 100 a 200 estabelecimentos agropecuários, ou ainda 45 dias (Tabela 8).

Tabela 8: Regras para a determinação do tamanho do setor censitário.

Situação	Número de Domicílios		
	Mínimo	Médio	Máximo
Urbana			
Área Urbanizada	250	300	400
Área Não Urbanizada	150	200	250
Rural	150	200	250

Fonte: IBGE, 2011a

Alguns fatores são citados na literatura como sendo responsáveis pela dificuldade de incorporação dos dados do Censo em alguns estudos. O primeiro se refere à unidade espacial em que a maioria dos dados sociodemográficos está disponível, ou seja, áreas geográficas com delimitação político-administrativa (bairro, município, estado) ou operacional (setores censitários). Além dessas unidades nem sempre serem as mais indicadas para o estudo que se deseja realizar, ainda há dificuldades para a integração de dados de origens diversas, já que, em geral, os dados são disponibilizados em unidades geográficas que atendem às necessidades específicas da sua própria área de atuação (BUENO, 2014).

Essas unidades podem variar substancialmente em tamanho e forma de uma região para outra, assim como podem variar também no tempo. Os limites administrativos também funcionam como barreiras artificiais na representação dos fenômenos socioeconômicos e ambientais. Por essas razões, a utilização dessas unidades pode colocar obstáculos às tentativas de combinar diferentes conjuntos de dados, como por exemplo, dados ambientais e demográficos, tarefa bastante comum em estudos de População e Ambiente (SHERBININ et al., 2002).

A maioria dos dados estatísticos existentes é disponibilizada em agrupamentos de áreas, e a hipótese de homogeneidade interna dessas áreas é considerada verdadeira, não importando a forma ou dimensão dessas unidades.

Existem outros dois fenômenos problemáticos relacionados com a utilização de dados agregados em unidades de área. O primeiro é o “problema da unidade de área modificável” ou Modified Area Unit Problem – MAUP, no original em inglês (OPENSHAW, 1984). Este fenômeno está relacionado com dois efeitos: o efeito escala ou efeito de agregação, que diz respeito à existência de inferências diferentes obtidas quando o mesmo conjunto de dados é agrupado em unidades de área cada vez maiores, e o efeito de agrupamento ou zoneamento, que trata da variabilidade dos resultados devido às diferentes formações das unidades de área, com variações nas suas formas, mas com a escala mantendo-se aproximadamente a mesma. O segundo fenômeno é conhecido como “falácia ecológica” (ROBINSON, 1950). Este fenômeno ocorre quando as análises baseadas em dados agregados levam a conclusões diferentes daquelas baseadas em dados individuais. A falácia ecológica também apresenta dois componentes: um relacionado com o agrupamento dos indivíduos e outro relacionado com a distribuição das variáveis nesses agrupamentos. Diversos estudos realizados concluem que os problemas da falácia ecológica e da unidade de área modificável são inerentes aos dados agregados em áreas, não podendo ser removidos, nem tampouco ignorados (CARVALHO et al., 2004; OPENSHAW, 1996).

Seguindo esta linha de raciocínio, Schurman et al. (2006) mostram que diversos pesquisadores sugerem a desagregação dos dados censitários, ou seja, a quebra dos setores censitários em unidades menores, com o objetivo de minimizar os problemas ocasionados tanto pela falácia ecológica quanto pelo problema da unidade de área modificável. Os problemas citados acima fragilizam os estudos demográficos, levando os pesquisadores a não considerarem a dimensão social nesses estudos ou a utilizarem unidades com uma extensão inadequada, sendo que ambos os caminhos levam a resultados incoerentes e incertos.

O problema relacionado à questão da desagregação dos dados é que não há metodologias diversas para se fazer esse procedimento e ainda não existe um consenso sobre qual utilizar. Além disso, a utilização dos dados do censo como área de delimitação dos dados pode proporcionar a comparação com estudos já desenvolvidos que utilizaram a mesma delimitação. E os setores censitários mesmo não possuindo a delimitação ideal para a análise da densidade demográfica ainda

conseguem, de uma certa forma, mostrar as variabilidades construtivas existentes dentro de uma cidade.

5 MATERIAIS E MÉTODOS

O objetivo desse estudo é compreender como a densidade demográfica urbana pode estar relacionada com as características ambientais.

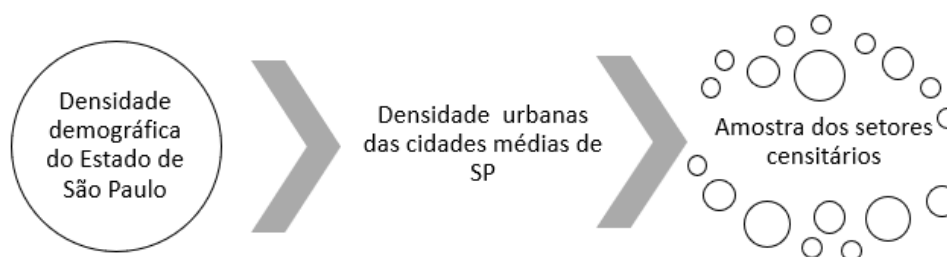
Para a análise dessa relação foi utilizado como unidade de análise o setor censitário, que são uma das menores unidades de análises em que o IBGE disponibiliza dados do CENSO.

Mas antes de estudar a especificidade de cada setor censitário, foi necessário estabelecer um panorama de onde esses setores estavam inseridos. Por isso, inicialmente foi realizada uma compreensão da densidade demográfica presente nos municípios do Estado de São Paulo.

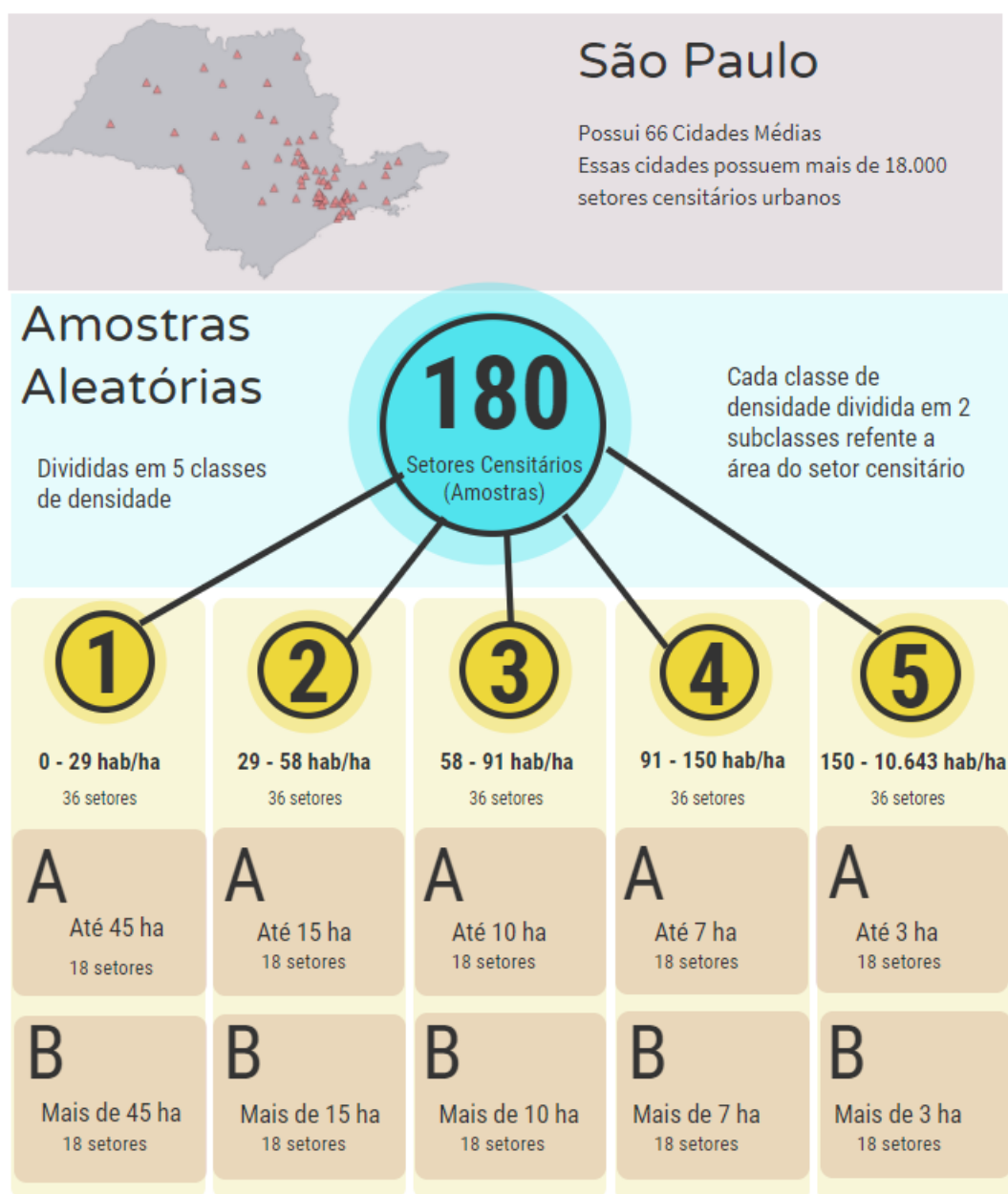
Tendo um panorama já bem estruturado foi possível estudar a densidade demográfica das Cidades Médias do Estado e assim escolher as amostras de setores censitários onde seriam desenvolvidas as análises de relação entre densidade e características ambientais.

Essas amostras foram escolhidas com base nos quantis de densidade demográfica urbana e da área dos setores a fim de se obter amostras que representassem todo o universo estudado (Figura 7).

Figura 7: Processo de desenvolvimento da metodologia.



Processo de amostragem



5.1 Materiais

Nesse estudo há 4 etapas de produção de dados:

- I. Cálculo da densidade demográfica de cada um dos setores censitários presentes no Estado de São Paulo;
- II. Cálculo das características urbanas de cada setor;
- III. Cálculo das características ambientais; e
- IV. Cálculo da característica econômica.

Os dados utilizados em cada etapa e seu tratamento são descritos a seguir.

I. Densidade demográfica:

Para mensurar a densidade demográfica foram necessários os dados de área e população de cada setor censitário.

A área foi obtida através da malha vetorial dos setores censitários para o ano de 2010 e a população obtida nas planilhas de resultado do CENSO 2010. A variável de população utilizada foi a que correspondia a: *Pessoas residentes em domicílios particulares e domicílios coletivos*.

A densidade demográfica do estado e dos municípios foram calculadas com base na densidade demográfica de cada setor censitário. Ou seja, foram somadas as áreas dos setores para se ter a área do município e/ou estado e o mesmo foi feito para com a população. Além do dado de população, as planilhas do CENSO também qualificam a situação do setor (urbano e rural), o que foi importante para determinar a densidade demográfica urbana.

II. Características urbanas

Foram analisados 3 índices urbanísticos: Densidade da rede (N); Intensidade de construção (FSI) e Cobertura (GSI), como definidos por Pont e Haup (2009). Para o cálculo dos mesmos foram necessárias 4 variáveis: área base de análise; área dos pisos; comprimento da conectividade e área construída.

Para a produção dessas 4 variáveis foi necessário medir para cada setor censitário: área; comprimento das ruas dentro de cada setor; área construída e a estimativa de verticalização.

A área do setor já foi calculada anteriormente para a produção do dado de densidade. O comprimento das ruas presente em cada setor foi calculado utilizando os dados de ruas do site *GEOFABRIK* (GEOFABRIK,2017) onde se teve acesso a base de dados de rua do *Open Street Maps* do Brasil no formato vetorial, para a qual foi feita uma verificação da validade da mesma de forma visual utilizando as imagens do *Google Maps* como apoio. A área construída foi calculada através da digitalização das mesmas utilizando como base as imagens disponibilizadas do *Google Earth Pro* para os anos de 2009 a 2011. Já a estimativa da verticalização foi feita através das imagens do ano de 2011 do *Google Street Maps*.

III. Características Ambientais

As características ambientais analisadas em cada setor foram: área verde; estimativa da área permeável e acesso a saneamento.

Para a produção tanto da área verde quanto da estimativa da permeabilidade foi realizada a digitalização e classificação dessas áreas através de imagens disponibilizadas do *Google Earth Pro* para os anos de 2009 a 2011.

Foram utilizadas seis variáveis para construir a estimativa de acesso ao saneamento (Tabela 9).

Tabela 9: Dados do CENSO 2010 referentes ao entorno dos setores censitários.

Entorno	
V483	Moradores em domicílios particulares permanentes com rede geral de distribuição de água – Existe identificação do logradouro
V484	Moradores em domicílios particulares permanentes com rede geral de distribuição de água – Não existe identificação do logradouro
V523	Moradores em domicílios particulares permanentes que tinham banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário da rede geral de esgoto ou rede pluvial – Existe identificação do logradouro

V524	Moradores em domicílios particulares permanentes que tinham banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário da rede geral de esgoto ou rede pluvial – Não existe identificação do logradouro
V583	Moradores em domicílios particulares permanentes com lixo coletado diretamente por serviço de limpeza – Existe identificação do logradouro
V584	Moradores em domicílios particulares permanentes com lixo coletado diretamente por serviço de limpeza – Não existe identificação do logradouro

Fonte: IBGE, 2011b

A digitalização das imagens e produção dos mapas presentes nesse trabalho foram desenvolvidos utilizando *softwares* de geoprocessamento e SIG do laboratório de Cartografia e Geoprocessamento da Universidade Federal do ABC, campus Santo André.

IV. Característica Econômica

Para essa análise foi utilizada apenas uma variável, a renda. O valor da renda para cada setor censitário foi obtido na variável “Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)” (V005) presente na tabela básica do Censo.

5.2 Área de estudo

5.2.1 Análise das densidades demográficas no estado de São Paulo e das suas cidades médias

Antes de entender como a densidade demográfica urbana de uma cidade média do Estado de São Paulo se relaciona com componentes ambientais, é necessário compreender as características da densidade municipal e da densidade demográfica urbana de cada município do estado. Dessa forma, se cria uma base para comparações qualitativas e se torna possível entender o comportamento que apresenta maior frequência.

Para esse fim foi realizada uma análise exploratória dos dados das densidades demográficas dos municípios. O cálculo da densidade do município e da densidade demográfica urbana foi realizado através de dados de população e área de cada

setor censitário do Estado. Os dados de população foram retirados dos Dados do Universo do Censo 2010 e a área foi calculada utilizando softwares de geoprocessamento a partir da malha dos setores censitários (dado vetorial).

Através dos dados dos setores censitários foi possível determinar a área urbana dos municípios, a partir da classificação do tipo do setor. Os setores que possuíam a situação 1 e 3 foram classificados como urbano, os demais como rural. A situação 1 e 3 correspondem a área urbanizada de cidade ou vila e área urbana isolada, respectivamente.

A categorização dos setores em urbano e rural auxiliou no processo de delimitar a população rural e urbana. A população contida no setor urbano foi classificada como urbana e o mesmo ocorreu com a população dos setores rurais.

A partir dos valores de área e população das categorias rural e urbano foi possível determinar a densidade de cada município.

Nesse trabalho, a densidade (do estado ou município) é entendida como a quantidade de população dividida pela área que a mesma ocupa. Portanto, a densidade do município é o valor da população total (soma da população urbana e rural) sobre a área total do município (soma da área urbana e rural).

Já a densidade demográfica urbana (do estado ou município) é entendida como a população da categoria urbana sobre a área dessa mesma categoria.

Os municípios que foram considerados como “Cidades Médias” foram aqueles que possuíam a população entre 100.000 e 500.000 habitantes. A seguir a lista dos municípios (Tabela 10):

Tabela 10: Municípios considerados como Cidades Médias de acordo com o seu valor e população no CENSO 2010.

AMERICANA	GUARATINGUETÁ	POÁ
ARAÇATUBA	GUARUJÁ	PRAIA GRANDE
ARARAQUARA	HORTOLÂNDIA	PRESIDENTE PRUDENTE
ARARAS	INDAIATUBA	RIBEIRÃO PIRES
ATIBAIA	ITAPECERICA DA SERRA	RIO CLARO
BARRETOS	ITAPETININGA	SALTO
BARUERI	ITAPEVI	SANTA BÁRBARA D'OESTE
BAURU	ITAQUAQUECETUBA	SANTANA DE PARNAÍBA
BIRIGUI	ITATIBA	SANTOS
BOTUCATU	ITU	SÃO CAETANO DO SUL
BRAGANÇA PAULISTA	JACAREÍ	SÃO CARLOS
CARAGUATATUBA	JANDIRA	SÃO JOSÉ DO RIO PRETO
CARAPICUÍBA	JAÚ	SÃO VICENTE
CATANDUVA	JUNDIAÍ	SERTÃOZINHO
COTIA	LIMEIRA	SUMARÉ
CUBATÃO	MARÍLIA	SUZANO
DIADEMA	MAUÁ	TABOÃO DA SERRA
EMBU	MOGI DAS CRUZES	TATUÍ
FERRAZ DE VASCONCELOS	MOGI GUAÇU	TAUBATÉ
FRANCA	OURINHOS	VALINHOS
FRANCISCO MORATO	PINDAMONHANGABA	VÁRZEA PAULISTA
FRANCO DA ROCHA	PIRACICABA	VOTORANTIM

5.2.2 Seleção das amostras dos setores censitários a serem analisados

No processo de seleção dos setores a serem analisados, foram considerados apenas os setores que satisfizessem as seguintes características:

- Urbanos: situação 1 e 3 do IBGE;
- Possuir valor de população⁴; e
- Pertencente a uma das 66 cidades médias (cidades entre 100.000 e 500.000 habitantes de acordo com o CENSO 2010).

Foram consideradas 5 classes a serem analisadas. Foi feito o gráfico representando 5 quantis. O limite de cada classe foi utilizado para dividir os dados analisados.

⁴ Alguns setores censitários presentes na malha digital de setores censitários, disponibilizada pelo IBGE, não estavam presentes nas tabelas de dados no CENSO 2010. Ou seja, esses setores não possuíam informação e por isso os mesmos não foram considerados nesse estudo.

Para a determinação do número de setores considerou-se que a população era infinita, já que se tratavam de mais de 18000 setores. Com o cálculo de amostras chegou-se ao valor de 178 amostras, que correspondem a um erro de 7,5%.

$$n_0 = \frac{1}{E_0^2}$$

$$n_0 = \frac{1}{0,075^2} = 177,78 \cong 178 \text{ amostras}$$

Como serão analisadas 5 classes o número do valor das amostras foi arredondado para 180, para que em todas as classes fossem analisadas o mesmo número de setores.

Para cada uma das 5 classes foram selecionados, de forma aleatória, 36 amostras. Como os setores variam muito com relação à área, apenas a delimitação da densidade poderia não trazer no processo de amostragem toda a variabilidade dos setores estudados. Por isso, em cada classe foi identificado o valor de área que era o limiar entre os valores mais altos e baixos para a área. Portanto, foram criadas duas subclasses: A (setores com área menor) e B (setores com área maior). Foram selecionados 18 setores de forma aleatória de cada subclasse pertencente a cada uma das classes.

A seguir, as classes de densidade analisadas e o valor de corte de área (Tabela 11). Mais informações sobre o processo de delimitação das subclasses A e B de cada uma das 5 classes de densidade demográfica se encontram no Anexo 1.

Tabela 11: Delimitação para o limiar de cada subclasse A e B.

Classes	Densidade demográfica hab/ha)			Corte das subclasses (área do setor em ha)
1	0	-	29	45
2	29	-	58	15
3	58	-	91	10
4	91	-	150	7
5	150	-	10643	3

Dessa forma se tentou garantir estudar setores que mostrassem toda a variedade de construção urbana presente nas cidades médias dos Estado de São Paulo.

5.3 Metodologia

5.3.1 Caracterização dos aspectos urbanos de cada setor censitário

A descrição das características urbanas presentes nos setores censitários urbanos dos municípios estudados foi realizada utilizando como base o estudo elaborado por Pont e Haupt (2009) na Holanda.

Para a produção dos indicadores de Densidade da rede (N); Intensidade de construção (FSI) e Cobertura (GSI) foi necessário produzir 4 variáveis:

Área base de análise

Foi calculada a área dos setores censitários produzido pelo IBGE.

Comprimento da conectividade

Para encontrar o valor da rede interna e externa foi utilizado um mapa de ruas do OpenStreet Maps adquirido no *Geofabrik*. Com os mapas de ruas foi possível delimitar a porção de rua que compreendia cada setor censitário analisado. Vale lembrar que para essa análise apenas os setores urbanos foram utilizados.

A partir dessa informação foi determinada a rede interna que se refere à soma do comprimento das ruas dentro de um setor e à rede externa o valor do perímetro do setor censitário. Como alguns setores censitários não apresentam a coincidência entre o seu delineado e o traçado viário foi necessário fazer algumas considerações com relação ao que seria considerado como rede externa. Por isso, nas situações em que o vértice do perímetro não coincidia com o traçado do viário, o mesmo foi desconsiderado do cálculo da rede externa. Além disso, em alguns setores a alguns traçados da rede interna coincidiam com a delimitação do setor censitário, rede externa. Nesses casos os traçados internos foram desconsiderados do cálculo da rede interna do setor.

A Figura 8 ilustra as considerações que foram necessárias para o cálculo da rede interna e externa de cada setor censitário. se encontra um exemplo de como a rede externa foi considerada. Na imagem do lado direito observa-se

que a linha verde (rede externa) representa a delimitação do setor censitário e que a mesma possui alguns trechos que não engloba regiões que condizem com o sistema viário. Além disso, alguns traçados da linha rosa (rede interna) condizem com o mesmo traçado já presente na rede externa (em verde). A imagem da esquerda ilustra os seguimentos da rede externa (em verde) e da rede interna (em rosa) que foram considerados.

Com isso, o comprimento de conectividade foi calculado como sendo a soma da rede interna de cada setor mais metade da rede externa.

Figura 8: A imagem da esquerda ilustra o que seria considerado como rede externa (em vermelho). A imagem da direita ilustra as modificações necessárias para que a rede externa (em roxo) fosse compatível com a realidade do setor. Em azul se encontra a rede interna considerada na análise.



Área dos pisos

Algo importante a ser introduzido é que os setores censitários no Brasil nem sempre compreendem áreas que são homogêneas com relação a sua forma de construção. Por isso, foi utilizada a média de andares das residências de cada setor. Isso possibilitou compatibilizar o método de análise escolhido com a realidade dos dados disponíveis no país.

Os pisos foram contados utilizando o *Google Street View* e após se obter a média do número de pisos do setor o mesmo foi multiplicado pelo valor da área ocupada. Dessa forma, foi possível medir a área dos pisos.

A contagem dos pisos se deu na observação do setor através do *Google Street View*. Os setores normalmente não tendiam a ter muitas verticalizações por isso as residências que possuíam mais um pavimento foram contadas e ao final foi observada a proporção entre as casas que possuíam mais um pavimento e o número de casas do setor. Quando a residência possuía mais de dois pisos, os demais eram contabilizados como pertencentes a outras casas que possuíam apenas 1 piso.

Já nos casos dos prédios, o número de andares era contado e a área desses andares era distribuída no território analisado, afim de distribuir essa verticalização para as demais áreas construídas.

Essa aproximação possui limitações pois não leva em consideração a área da residência que possui mais de um piso e mesmo uma faixa que aparente ser de apenas uma casa, pode na verdade abrigar mais uma casa.

Mas esse era rápido de ser produzido para os 180 setores analisados e como cada setor apresentava uma certa homogeneidade no tamanho dos lotes e de verticalização, essa aproximação feita pode ser aceita.

Área Construída

Foi feita a digitalização da área construída considerando as imagens disponíveis no *Google Street View* para os anos de 2009 a 2011. A escala que se tentou manter durante a digitalização foi de 1:2.500.

A partir dessa informação foi determinada a área ocupada de cada setor censitário.

5.3.2 Caracterização dos aspectos ambientais de cada setor censitário

A descrição das características ambientais consiste no estudo da quantificação da vegetação intraurbana, na estimativa da permeabilidade do local e na existência ou não de saneamento ambiental (acesso a rede de água, coleta de lixo e esgotamento sanitário).

Para isso, a vegetação intraurbana foi medida através da digitalização das áreas verdes. Foram consideradas as áreas em que se observava a presença de vegetação seja ela arbórea ou herbácea.

A permeabilidade foi estimada também utilizando como base a digitalização das áreas observadas pelas imagens disponíveis. Foram consideradas:

- áreas verdes que não estavam localizadas nas calçadas, já que normalmente a área das copas não condiz com a área permeável presente nas calçadas;
- áreas em que se observou a presença de solo sem a presença de vegetação;

Os dados de acesso à rede de água, coleta de lixo e sanitário foram obtidos no Censo 2010 e atribuídos a cada setor correspondente. Para essa análise os dados de entorno foram agrupados. Para identificar, por exemplo, a quantidade de moradores que tinham acesso a rede geral de distribuição de água foram somados os dados observados para logradouros com e sem identificação. O mesmo foi realizado para as demais variáveis (Tabela 12).

Tabela 12: Descrição da agregação das variáveis de entorno do CENSO 2010 para a produção da informação de habitantes que possuem acesso a rede de distribuição de água, sanitário e coleta de lixo.

Dados de entorno do Censo 2010		Variável analisada
V483	Moradores em domicílios particulares permanentes com rede geral de distribuição de água – Existe identificação do logradouro	Moradores com acesso a rede geral de distribuição de água
V484	Moradores em domicílios particulares permanentes com rede geral de distribuição de água – Não existe identificação do logradouro	
V523	Moradores em domicílios particulares permanentes que tinham banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário da rede geral de esgoto ou rede pluvial – Existe identificação do logradouro	Moradores com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário da rede geral de esgoto ou rede pluvial
V524	Moradores em domicílios particulares permanentes que tinham banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário da rede geral de esgoto ou rede pluvial – Não existe identificação do logradouro	
V583	Moradores em domicílios particulares permanentes com lixo coletado diretamente por serviço de limpeza – Existe identificação do logradouro	Moradores com lixo coletado diretamente por serviço de limpeza

V584	Moradores em domicílios particulares permanentes com lixo coletado diretamente por serviço de limpeza – Não existe identificação do logradouro
------	--

Fonte: IBGE, 2011b.

5.3.1 Caracterização do aspecto econômico de cada setor censitário

A renda dos setores censitários foi incluída nesse estudo pois era necessário compreender se esta variável teria um potencial explicativo na relação com a densidade demográfica.

5.3.2 Avaliação da relação entre a densidade demográfica e aspectos ambientais e social

Buscou-se verificar se era possível relacionar o aumento da densidade demográfica com uma diminuição da cobertura vegetal, já que essa premissa foi verificada em algumas bibliografias. Além disso, se essa relação entre densidade demográfica e vegetação urbana consegue ser melhor explicada quando se observa a renda da região. Essa análise foi realizada através de gráficos, estatística descritiva e o índice de correlação *Spearman rank* considerado nível de significância $\alpha = 0,05$.

6 RESULTADOS

A seguir serão descritos os resultados encontrados em cada etapa da metodologia.

No item 9.1 serão descritos os valores de densidade demográfica e densidade demográfica urbana encontradas nos municípios do Estado de São Paulo e posteriormente nas cidades médias (item 9.1.1). Isso mostrará em qual contexto de densidade demográfica os setores que foram analisados de forma detalhada estavam inseridos.

No item 9.3 é possível verificar os valores de densidade demográfica das amostras de setores censitários urbanos selecionados e as especificidades encontradas nos mesmos.

No item 9.4 as variáveis urbanas (área construída, intensidade de construção e densidade de rede viária) foram analisadas de acordo com suas classes e subclasses. O mesmo foi realizado no item 9.4, mas nesse caso para as características ambientais (área verde, área permeável e saneamento básico).

6.1 Densidade demográfica do Estado de São Paulo

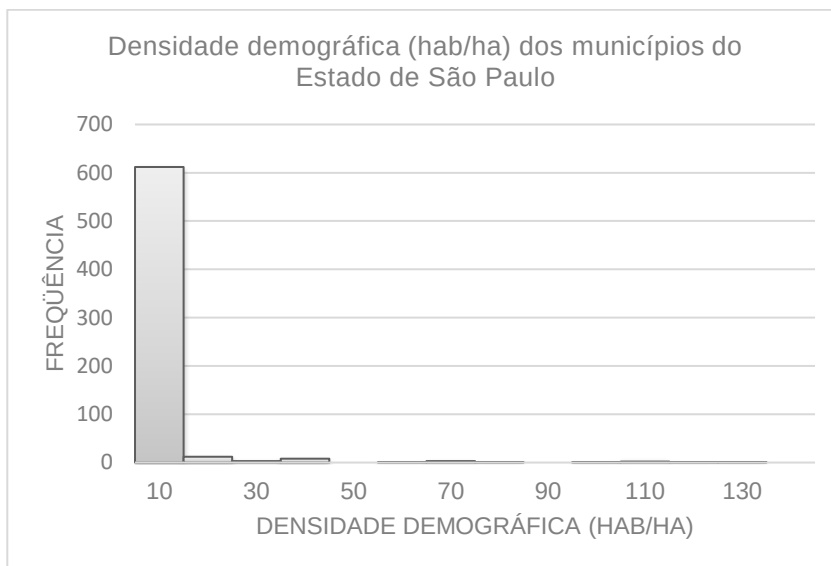
São Paulo (SP) é um estado que possui apenas 8% de seu território considerado como urbano. Essa informação foi obtida através da classificação dos setores censitários em rurais e urbanos de acordo os dados do CENSO 2010. Em contrapartida, apenas 6% da sua população residente nas áreas consideradas rurais. Isso mostra que o Estado de São Paulo concentra a sua população em pequenas áreas distribuídas ao longo do seu vasto território.

Quando se calcula a densidade do Estado de São Paulo, que é a população total do estado dividida pela sua extensão total, se obtém o valor de 1,66 hab/ha. Esse valor pode parecer baixo, mas segundo as estatísticas do IBGE, para o ano de 2010, é a 3º maior densidade populacional do país, só ficando atrás dos estados de Rio de Janeiro 3,65 hab/ha e o Distrito Federal 4,44 hab/ha (IBGE,2016b). Mas deve-se lembrar que pelo fato da população não estar igualmente distribuída em todo o território esse valor de densidade pode sofrer grandes variações dependendo da área de análise.

Ao se modificar o nível de agregação e observar a densidade demográfica de cada um dos 645 municípios que compõem o Estado de São Paulo e não mais a visão macro do mesmo, fica mais clara a grande variabilidade de densidade demográfica existente

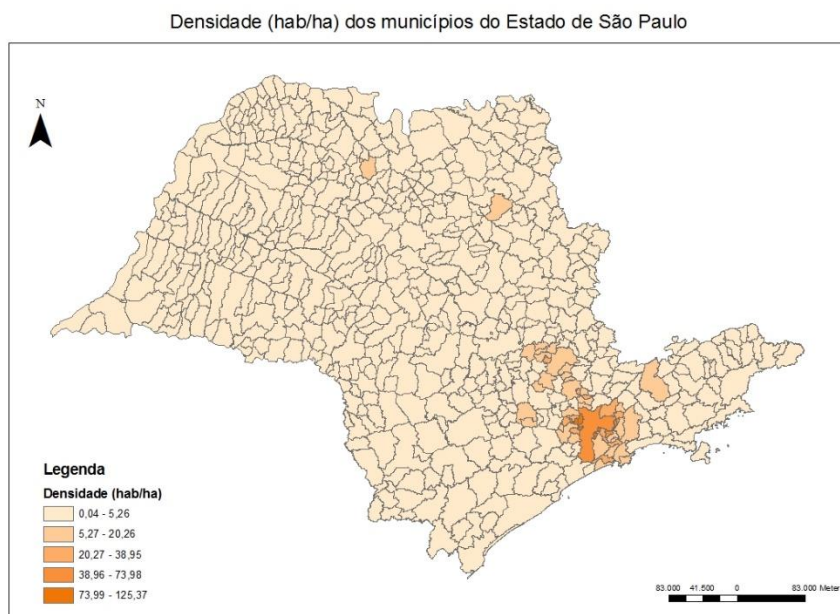
Mais de 90% dos municípios apresentam uma densidade demográfica inferior a 5 hab/ha (Figura 9) e a densidade mais baixa observada foi de 0,04 hab/ha para o Município de Iporanga. O restante dos municípios (cerca de 10%) pode apresentar densidades demográficas maiores, podendo chegar a 125,37 hab/ha, município de Diadema. Especialmente, os municípios com valores de densidade demográfica mais elevados se concentram próximos do Município de São Paulo (Figura 10).

Figura 9: Densidade (hab/ha) dos municípios no Estado de São Paulo.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Figura 10: Densidade demográfica dos municípios no Estado de São Paulo



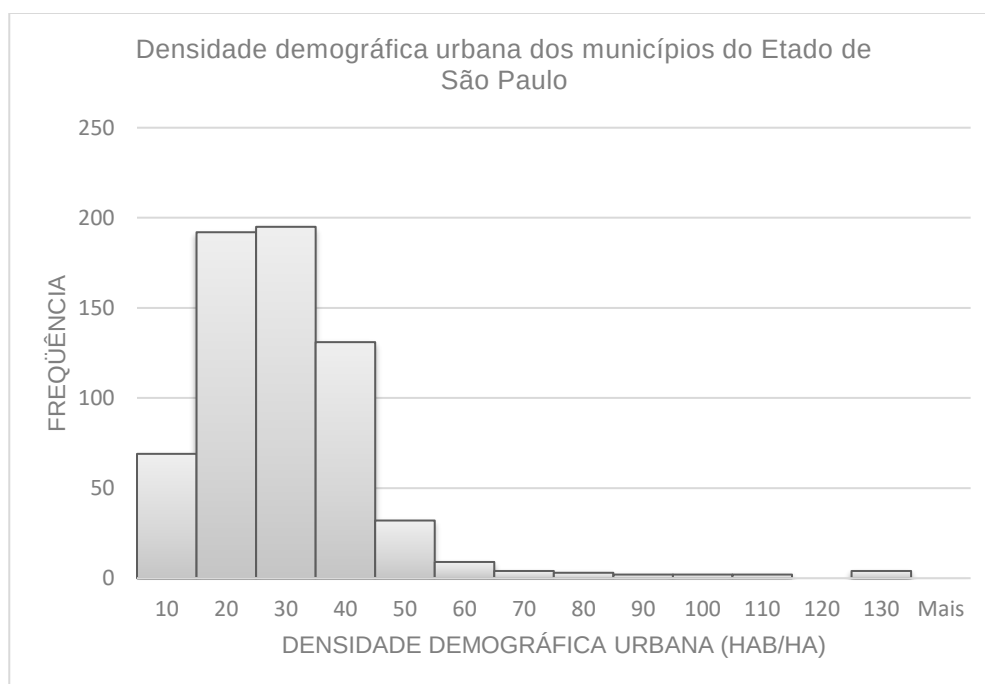
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Os valores de densidade demográfica do estado de São Paulo mudam drasticamente quando se passa a tratar da densidade demográfica urbana ao invés da densidade convencional. Entende-se como densidade demográfica urbana o valor da razão entre a população que vive em área legalmente urbana dividida pela área urbana legal no estado ou município (dados do Censo 2010). Tanto a população urbana quanto a área urbana legal foram determinadas de acordo com a tipologia dos setores censitários dada pelo IBGE.

Sendo assim, o valor da densidade demográfica urbana salta para 32,77 hab/ha (Figura 11). E o mesmo aumento foi observado quando se calculou a densidade demográfica urbana para os 645 municípios de São Paulo. O valor médio da densidade demográfica urbana apresentada pelos municípios foi de 24,94 hab/ha sendo que os valores variam de 1,42 hab/ha, no município de Monteiro Lobato até 125,37 hab/ha no município de Diadema. O município de Diadema possui a segunda maior densidade demográfica do país, só ficando atrás de São João do Meriti (RJ) com 130,24 hab/ha (IBGE,2016b). O valor de densidade demográfica é alto, pois o município de Diadema abriga 386.089 em apenas 3073 ha ou 30,73 km².

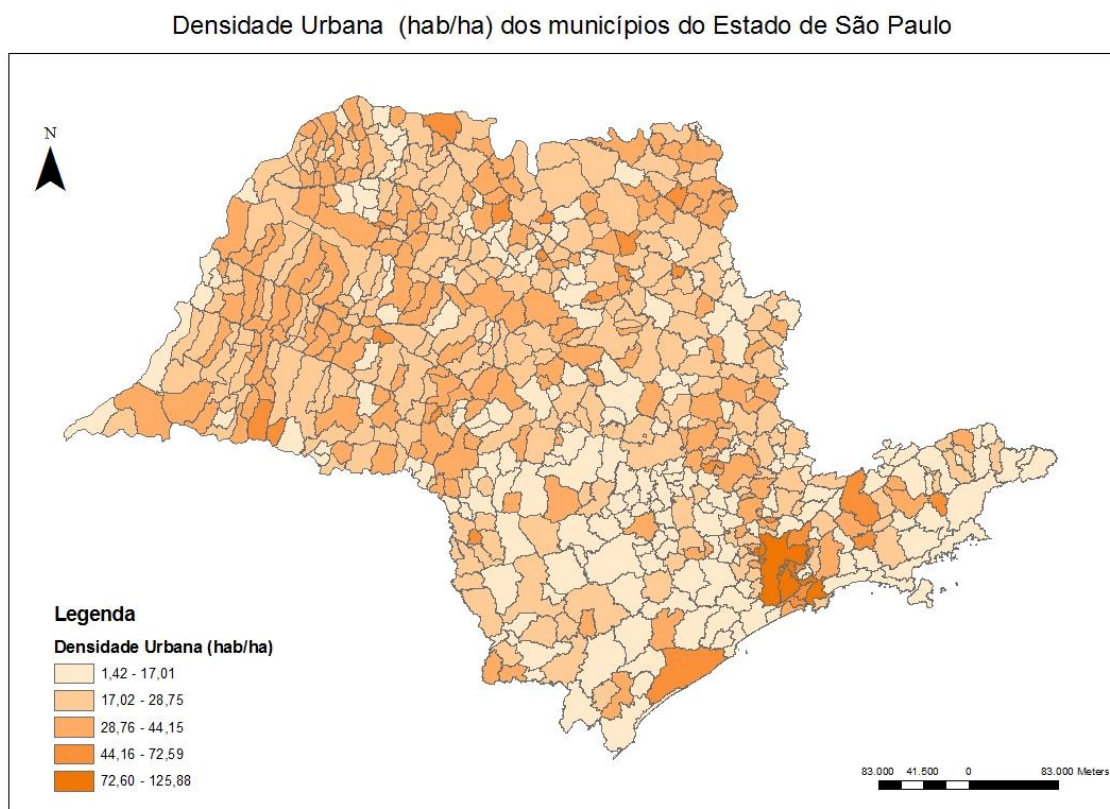
Espacialmente, os dados de densidade demográfica urbana, demonstram a maior variabilidade dos valores encontrados, assim como uma maior distribuição de municípios com valores acima do limiar de maior frequência. Mas ainda assim, os municípios que se encontram com os maiores valores observados se concentram próximos ao Município de São Paulo/ RMSP (Figura 12).

Figura 11: Frequência absoluta da densidade demográfica urbana.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Figura 12: Densidade demográfica urbana dos municípios do Estado de São Paulo

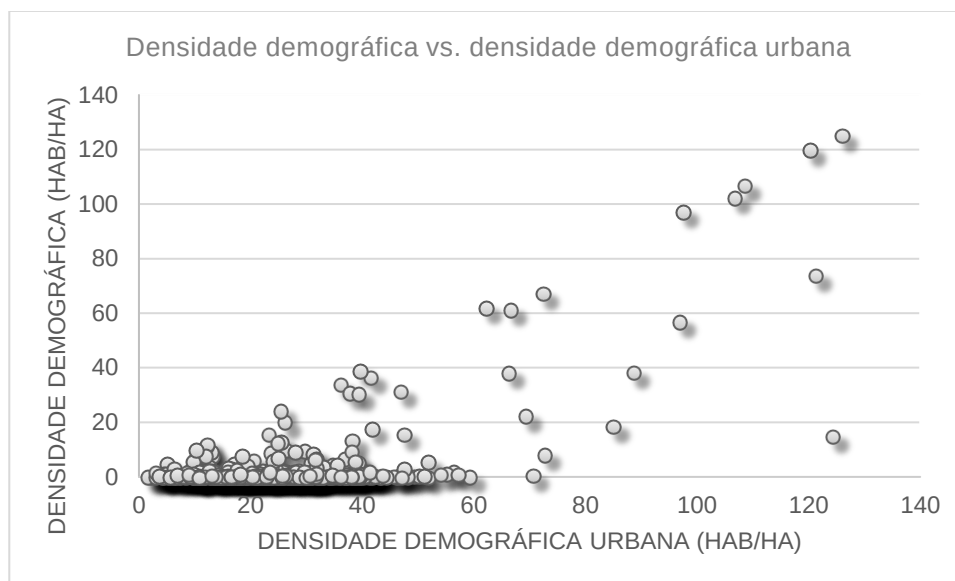


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Quando se analisa a relação entre a densidade do município e a densidade demográfica urbana nos municípios do Estado de São Paulo, percebe-se que há municípios cuja área urbana coincide com a área total (urbana + rural). Dessa forma, os valores da densidade demográfica e densidade demográfica urbana são iguais. A Figura 13 **Erro! Fonte de referência não encontrada.** ilustra o gráfico de dispersão das duas formas de densidade analisadas. Os municípios cuja área urbana coincide com a área total representam os pontos na diagonal. Pelo formato do gráfico percebe-se que por mais que os municípios tendem a ter valores mais próximos de densidade municipal, mas os valores de densidade demográfica urbana apresentam uma grande variabilidade.

O gráfico também mostra que em todos os municípios analisados, a densidade demográfica urbana é superior à densidade demográfica comprovando assim que todos possuem uma população urbana significativa concentrada em uma área reduzida.

Figura 13: Gráfico de dispersão da densidade demográfica do município (hab/ha) pela densidade demográfica urbana (hab/ha).

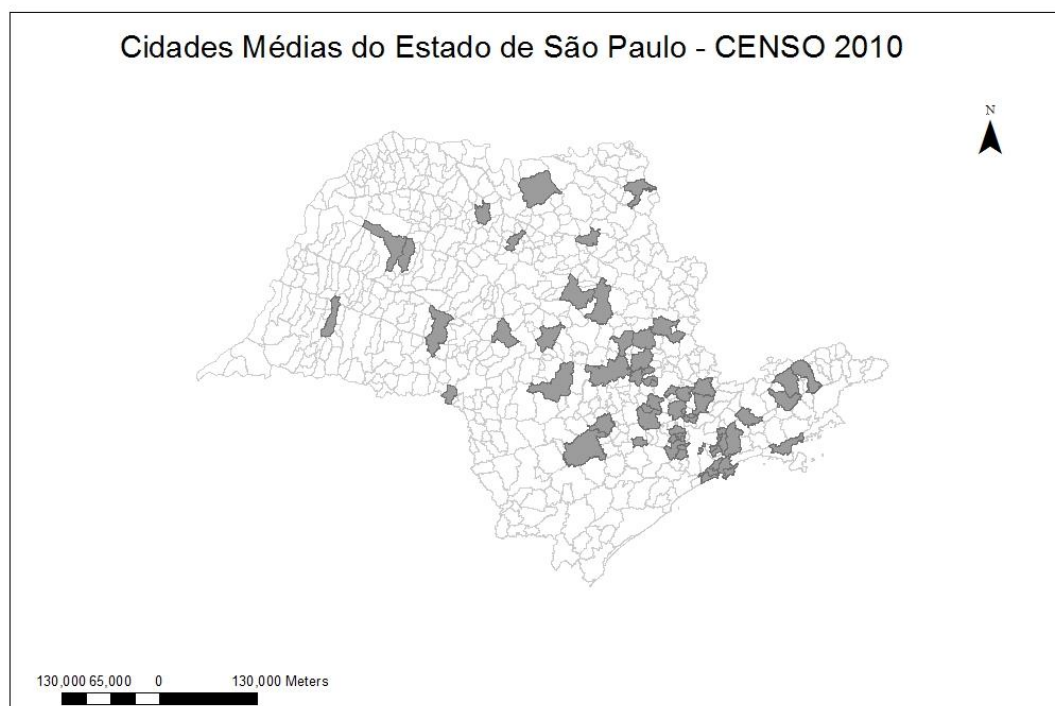


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

6.1.1 Cidades Médias do Estado de São Paulo

O Estado de São Paulo possuía 66 Cidades Médias no ano de 2010. Isso significa que no estado 66 municípios dos 645 possuíam população total (urbana mais rural) variando entre 100.000 e 500.000 (Figura 14). Por mais que esses municípios representem cerca de 10% dos municípios de São Paulo, os mesmos abrigam 32% da população do estado. As cidades com mais de 500.000 são as que abrigam a maior parte da população do estado (42%), mas deve-se lembrar que nesses municípios se encontra São Paulo (11.253.503 habitantes) que é o município com mais habitantes do Brasil e que abriga por si só 27% da população de todo o Estado de São Paulo (IBGE,2016b).

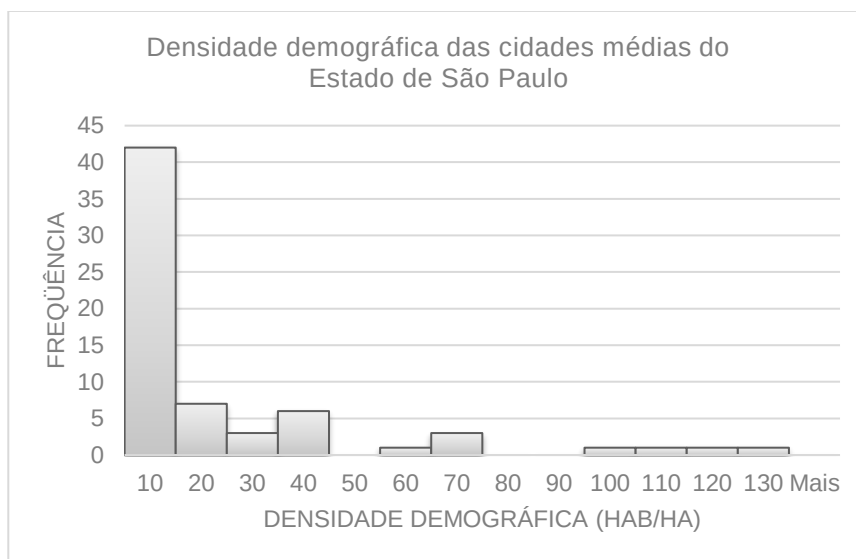
Figura 14: Espacialização das Cidades Médias (entre 100 e 500 mil habitantes) do Estado de São Paulo para o ano de 2010.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

As cidades médias de São Paulo que tendem a ter uma densidade demográfica de até 15 hab/ha, mas há valores elevados como os observados em Diadema (125,37 hab/ha) e Taboão da Serra (119,94 hab/ha) (Figura 15).

Figura 15: Histograma do valor da densidade demográfica observada nas Cidades Médias do Estado de São Paulo no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Quando se estudam os valores de densidade demográfica urbana nas Cidades Médias (Figura 16), observa-se que a diferença entre esses valores e os da densidade demográfica (apresentados anteriormente) possuem uma diferença menor do que o apresentado quando se estava analisando todos os municípios do Estado de São Paulo.

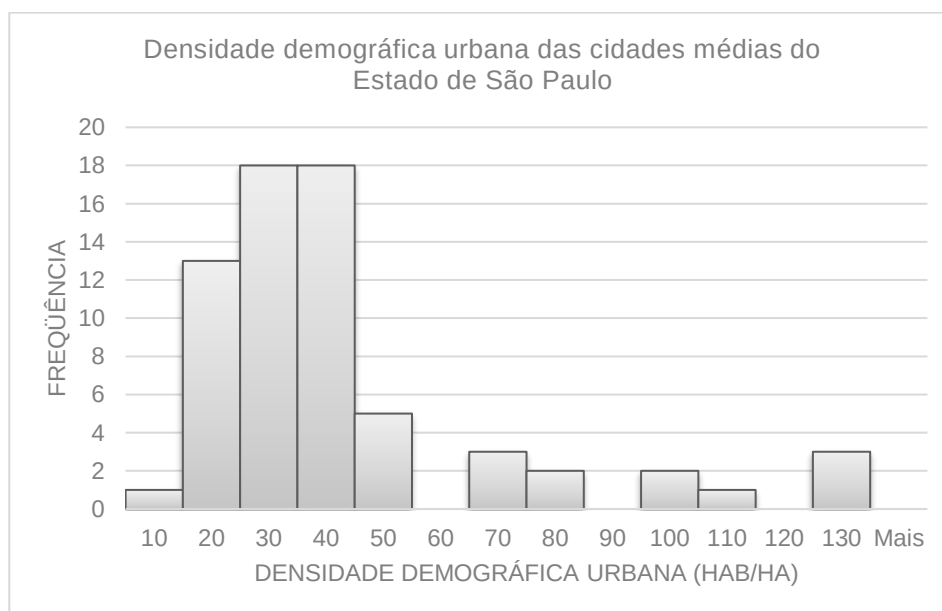
A Tabela 13 ilustra essa diferença entre os valores de densidade demográfica encontrados. O valor máximo de densidade não foi analisado pois no município de Diadema é o que possui a maior densidade demográfica e maior densidade demográfica urbana.

Tabela 13: Valores de densidade demográfica mínima e média para todos os municípios de São Paulo e apenas para aqueles que são considerados Cidades Médias de São Paulo.

	Todos os municípios de SP	Cidades Médias de SP
Valor mínimo da densidade demográfica	0,04	0,72
Valor médio da densidade demográfica	3,02	18,69
Valor mínimo da densidade demográfica urbana	1,42	9,91
Valor média da densidade demográfica urbana	24,94	38,23

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Figura 16: Histograma do valor de densidade demográfica urbana observado nas Cidades Médias do Estado de São Paulo no ano de 2010.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

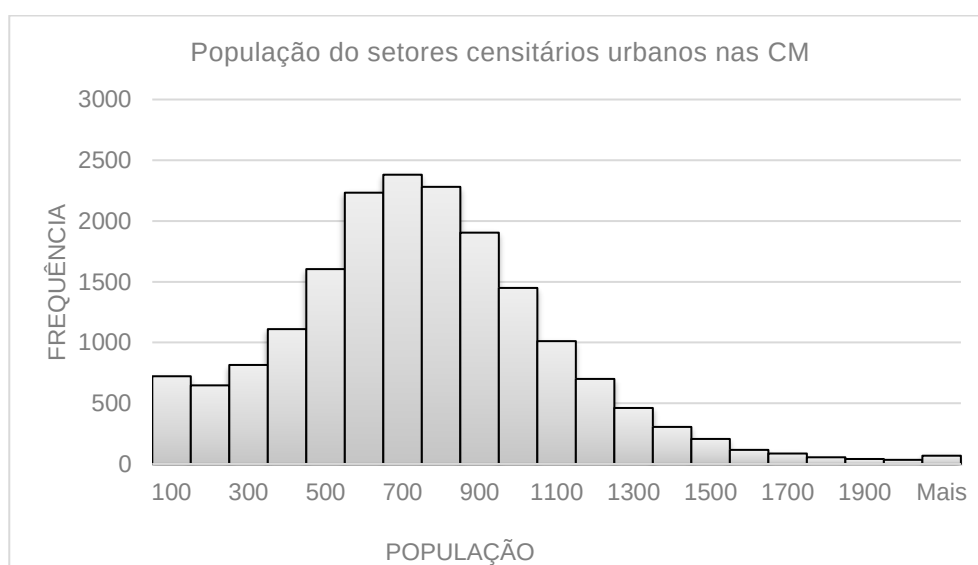
6.1.2 Análise por setor censitário

Após entender como é o comportamento das cidades médias no contexto do Estado, foi preciso compreender como era a variabilidade interna da densidade demográfica dessas cidades.

Dessa forma, foram analisados os setores urbanos, situação 1 e 3 do IBGE. Como os setores censitários são unidades de análises criadas pelo IBGE, foi importante entender a variabilidade da área e população dos mesmos para assim compreender melhor o porquê de uma variabilidade tão alta.

A maior parte dos setores urbanos possui entre 600 e 800 habitantes. O valor máximo de habitantes encontrado foi de 4.074 em Hortolândia (Figura 17).

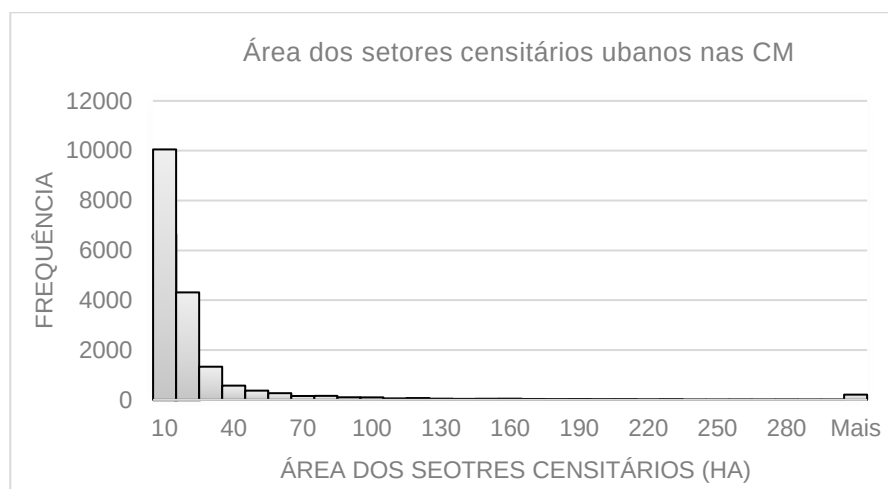
Figura 17: Frequência absoluta da população dos setores censitários urbanos nas cidades médias (CM) do Estado de São Paulo.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Já a área desses setores não costuma passar de 20 hectares. Mas existem setores com valores superiores a 3.000 ha em Ourinhos (Figura 18).

Figura 18: Frequência absoluta da área dos setores censitários urbanos presentes nas cidades médias (CM) do Estado de São Paulo.

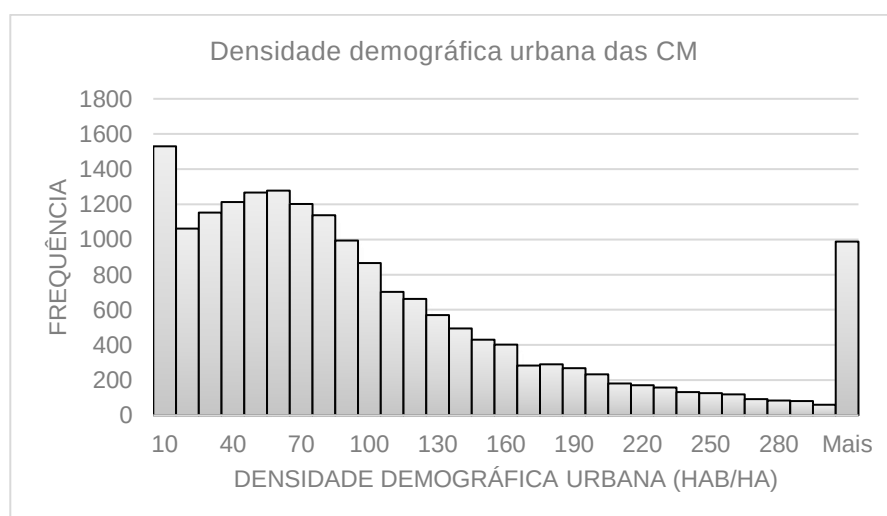


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

A maioria dos setores possui uma densidade demográfica de até 90hab/ha. Percebe-se que no recorte dos setores censitários a densidade demográfica urbana aumenta o seu valor consideravelmente.

Percebe-se que o – nível de agregação - recorte da área a ser analisada (estado, município ou setor censitário) influência no valor de densidade observado, seja ela urbana ou não. Portanto, é fundamental levar a escala e o nível de agregação em consideração quando se está analisando o valor de densidade por si só (Figura 19).

Figura 19: Densidade demográfica dos setores urbanos nas cidades médias (CM) do Estado de São Paulo.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

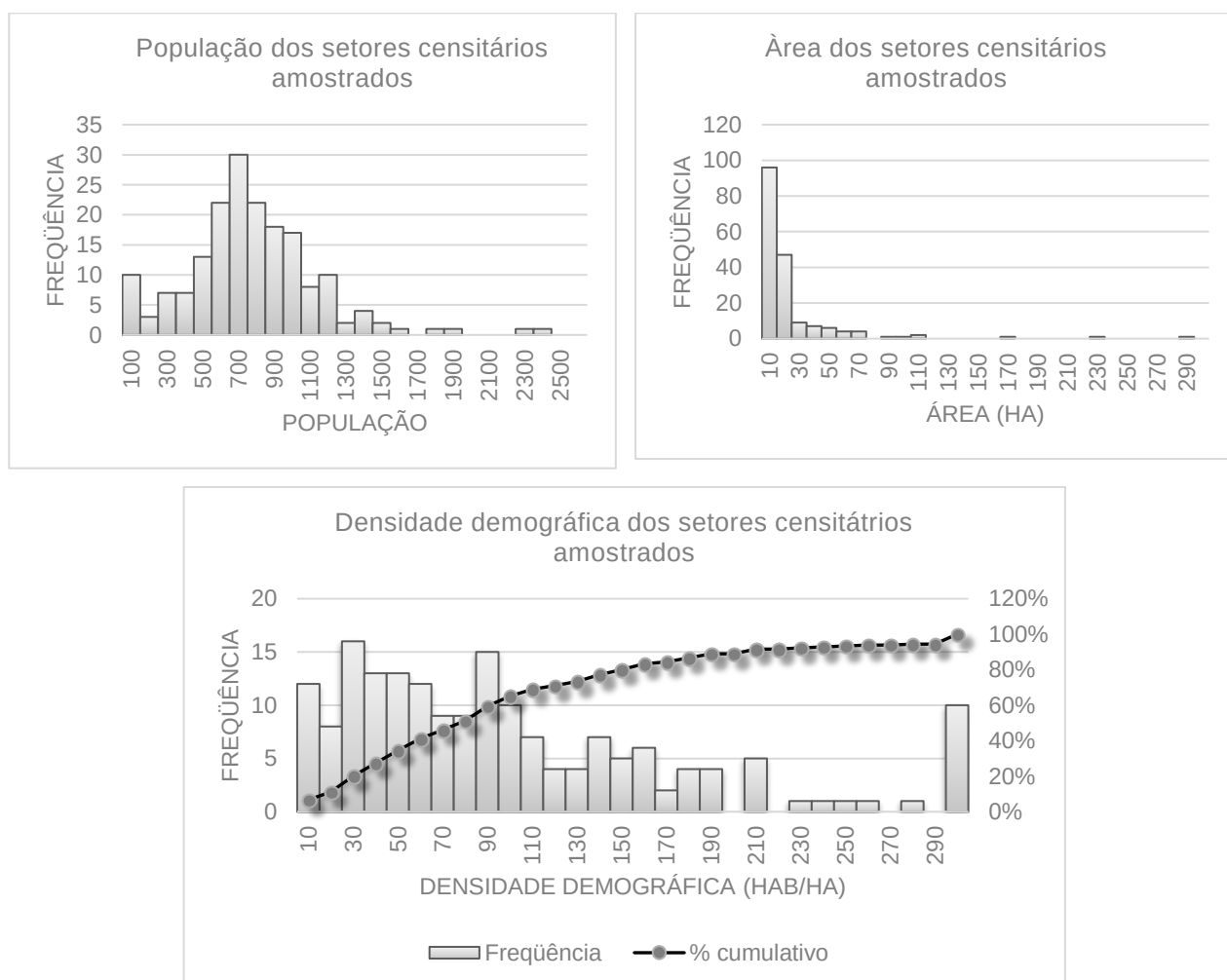
6.2 Amostras selecionadas

Foram selecionadas 180 amostras aleatórias, ou seja, 180 setores censitários urbanos oriundos de Cidades Médias.

Nas amostras foi observado que os padrões de população, área e densidade demográfica condiziam com os valores observados na análise feita com todos setores censitários urbanos das Cidades Médias do Estado de São Paulo.

População tendo maior frequência entre 600 e 800 habitantes, a área de até 30 hectares e maior frequência da densidade sendo de até 100 hab/ha (Figura 20)

Figura 20: Frequência acumulada da população, área e densidade demográfica das amostras de setores censitários selecionadas nesse estudo.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

A dimensão e as especificidades dos setores analisados apresentaram variabilidade existente.

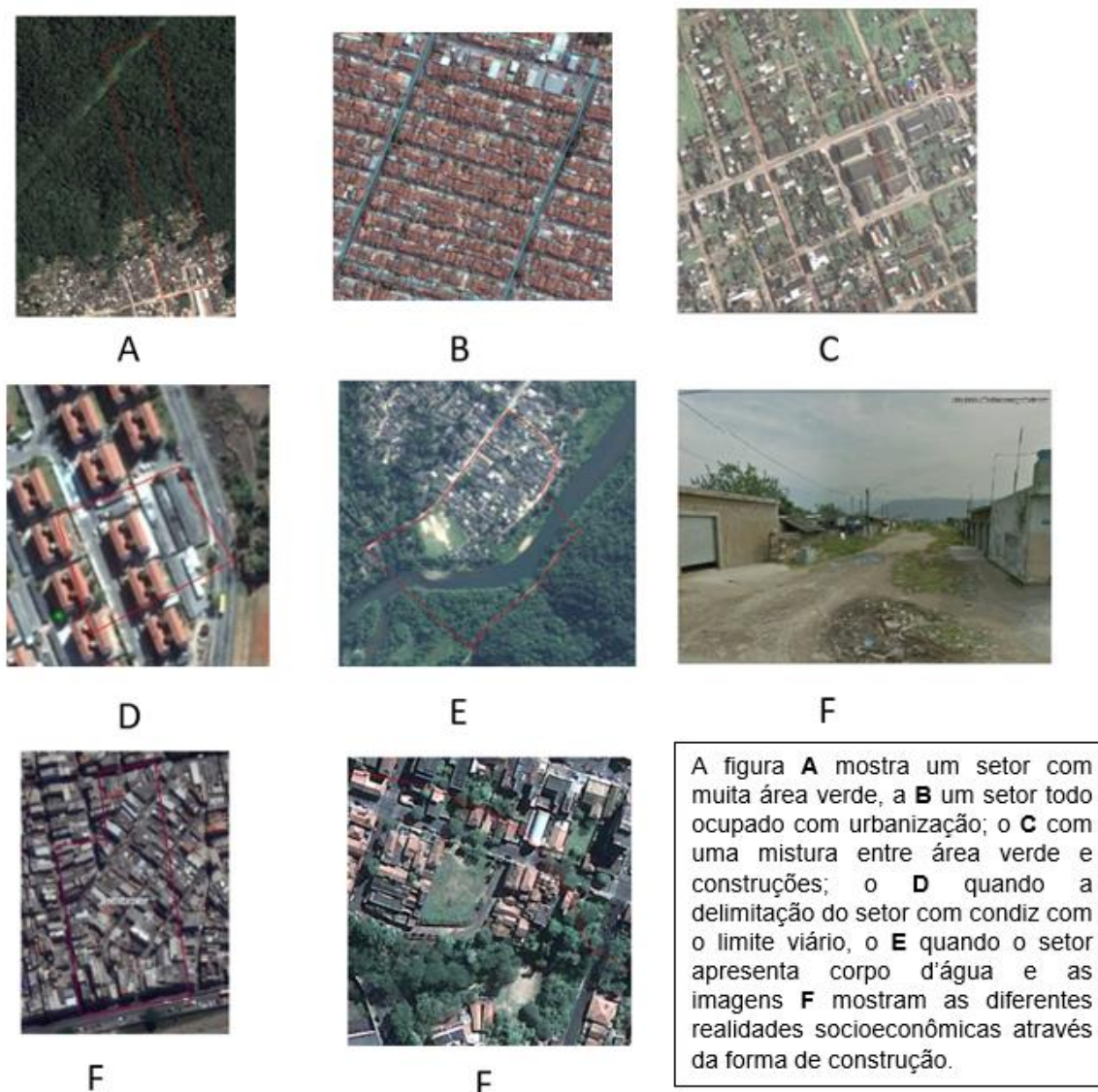
Com relação à cobertura dos setores, observou-se que haviam setores em que a vegetação ocupava a maior parte de sua extensão deixando a população, ou seja, a estrutura urbana do mesmo concentrada em uma pequena área (Figura 21-A). Por outro lado, também existiam setores em que o mesmo já estava todo ocupado pela estrutura urbana não havendo mais espaço para processos de expansão ou de conservação da vegetação (Figura 21- B). O processo de expansão urbana foi observado em alguns setores em que se via a mistura de áreas construídas, solo exposto e áreas verdes em toda a sua extensão (Figura 21- C). Com isso pode-se perceber que mesmo todos os setores sendo considerados urbanos os mesmos possuíam processos (estágio de consolidação) urbanos distintos.

Com relação à forma espacial dos setores a mesma também variou bastante. A maioria dos setores analisados não possuía o seu limite coincidindo com a rede viária (Figura 21 - D). E em alguns casos esse limite englobava corpos d'água (Figura 21 - E).

A forma de construção também variava e indicava que diferentes classes sociais estavam representadas. Isso porque foram observados diferentes tamanhos de lotes, material de construção dos telhados, largura das ruas, material das vias (asfaltada ou de terra) (Figura 21 - F).

Um dado interessante é que a maioria dos setores apresentava baixa verticalização, tendo em média 1 ou 2 pisos, mas nos setores próximos à orla marítima possuíam uma maior verticalização.

Figura 21: Exemplos de especificidades dos setores analisados.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do Google Earth.

6.2.1 Análise das classes

Cada um dos 180 setores analisados pertence a uma das 5 classes de densidade já pré-determinadas nesse estudo. As classes são os intervalos dos 5 quantis de densidade de todos os setores censitários urbanos (situação 1 e 3 do IBGE) de todas as 66 Cidades Médias do Estado de São Paulo.

Cada classe de densidade possuía 36 setores e observando o resultado da análise dos setores amostrados com base em cada classe observou-se que a maior variação se encontra no valor da área (Tabela 14).

Tabela 14: Valores mínimos e máximos da população e área referente a cada uma das classes analisadas.

Classes	Intervalo do Quantil de densidade	Valor mínimo da área (ha)	Valor máximo da área (ha)	Valor máximo de população	Valor mínimo de população
1	0 – 29	0,23	3348,99	3408	1
2	29 – 58	0,23	89,66	3023	8
3	58 – 91	0,20	55,42	4074	15
4	91 - 150	0,15	27,95	2874	21
5	1050 - 10643	0,04	17,31	3308	33

Fonte: Elaborado pela autora.

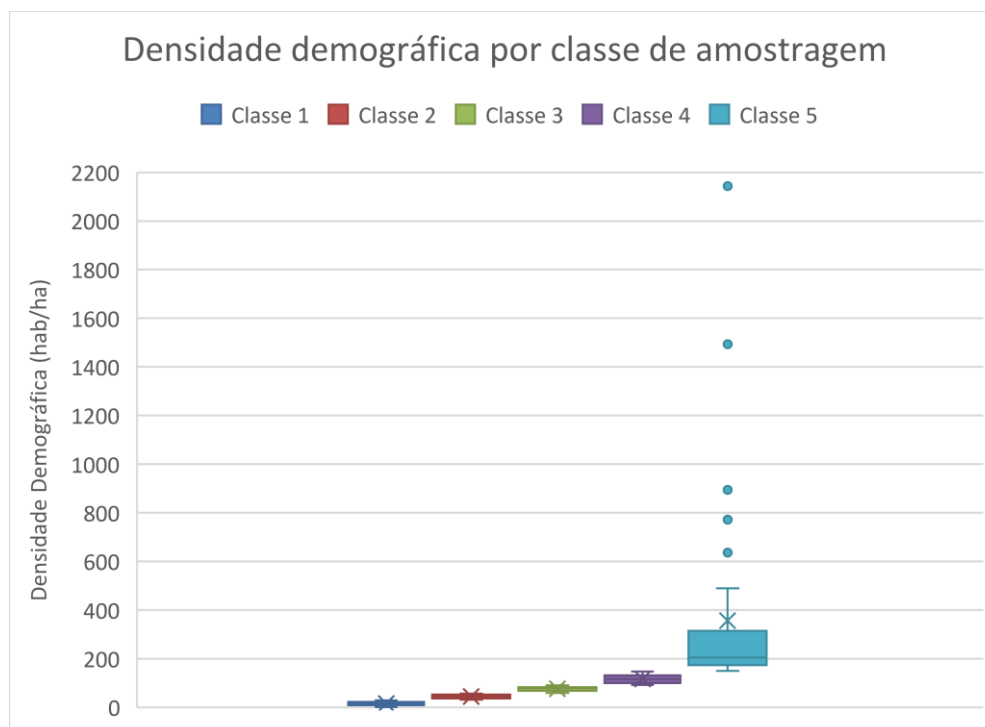
Conforme aumentou o valor de densidade demográfica, menor foi o valor máximo de área analisado. Isso demonstra que as maiores densidades tendem a ter valores de área menores, como pode ser intuído, pelo conceito. Ao contrário da variável área, a população dentro de cada uma dessas classes não apresentou grandes variações nos seus limites, o que mostra que as diferentes delimitações de área podem influenciar mais o valor da densidade demográfica do que o próprio valor da população. Isto pela forma com que os setores são definidos.

Isso justifica a análise dos dados em subclasses, que é a divisão das classes de acordo com o tamanho dos setores.

6.2.2 Análise dos extremos

Através do gráfico de *boxplot* observou-se que 5 setores, dentre as amostras analisadas, possuíam comportamento de extremo quando analisada a variável densidade demográfica em cada uma das classes de densidade descritas anteriormente (Figura 22). Todos esses setores foram observados apenas na classe de maior densidade demográfica.

Figura 22: Boxplot da densidade demográfica dos setores censitários analisados nesse estudo.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Esses setores com valores extremos (Tabela 15) foram analisados para compreender o porquê os mesmos possuíam valores de densidade demográfica maiores que o normal para a região estudada.

Tabela 15: Informações sobre os setores com densidade demográfica muito elevadas.

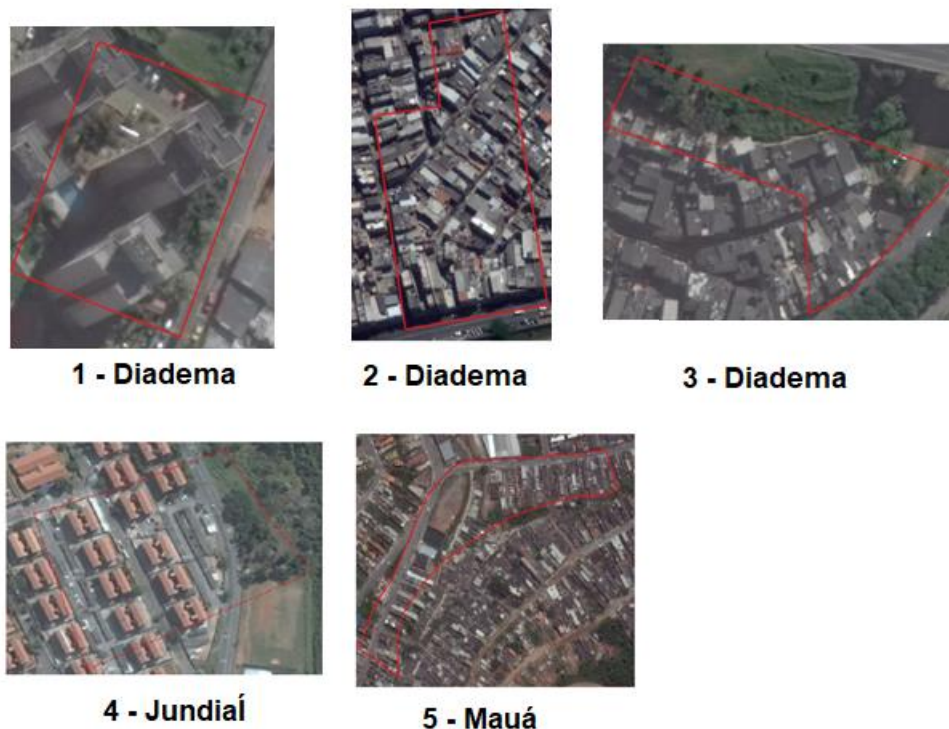
	Código do setor censitário	Município	Domicílios	Área (ha)	População	Densidade (hab/ha)	Classe	Subclasse
1	351380105000368	DIADEMA	177	0,24	508	2.143,46	5	A
2	351380105000387	DIADEMA	529	1,22	1819	1.493,43	5	A
3	351380105000021	DIADEMA	91	0,39	345	893,78	5	A
4	352590405000441	JUNDIAÍ	182	0,77	593	771,13	5	A
5	352940105000031	MAUÁ	400	2,30	1462	636,76	5	A

Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

Estes setores abrigam muitas pessoas em uma área pequena. Por isso o valor de densidade deles é alto. Todos eles estão localizados em municípios dentro da região

metropolitana de São Paulo e inclusive, 3 pertencem ao município mais denso do Estado, Diadema (Figura 23).

Figura 23: Identificação dos setores extremos.



Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do Google Earth.

Eles possuem características urbanas e ambientais distintas. Isso já ilustra como os valores de densidade demográfica altos podem ser configurados de formas diferenciadas.

O valor mais alto de densidade demográfica (1- Diadema) está presente em um setor que agrega apenas 2 prédios, com uma área inferior a 0,5 ha e apresenta pouca rede viária ou mesmo vegetação. E essas características fazem com que mesmo não abrigando a maior população, dentre os 5 setores analisados acima, ainda assim possua a maior densidade demográfica.

A verticalização e o pequeno valor de área, que foram componentes importantes para a justificativa do alto valor de densidade demográfica encontrado também contribuiu

para que os setores localizados em Jundiaí (setor 4) se tornassem muito densos, mesmo possuindo redes viárias e áreas verdes.

O setor 2 de Diadema não apresentou alta verticalização, mas os lotes são menores, sem recuo, com uma rede viária estreita e/ou curta, abrigando a maior população e domicílios dentre os 5 setores extremos analisados. Ao se observar o valor de população observa-se que o mesmo é baixo, já que o valor mais alto de população encontrado nas 180 amostras analisadas foi de 2.326. O setor que possui o maior valor de população dentre as amostras analisadas não possui um valor de demográfica alta (70 hab/ha) pelo fato do mesmo ter uma área de 63 hectares.

Os setores 2 e 3 de Diadema são considerados pelo IBGE como aglomerados subnormais. Para o IBGE aglomerado subnormal é o conjunto constituído por 51 ou mais unidades habitacionais caracterizadas por ausência de título de propriedade e pelo menos uma das características abaixo:

- Irregularidade das vias de circulação e do tamanho e forma dos lotes e/ou
- Carência de serviços públicos essenciais (como coleta de lixo, rede de esgoto, rede de água, energia elétrica e iluminação pública).

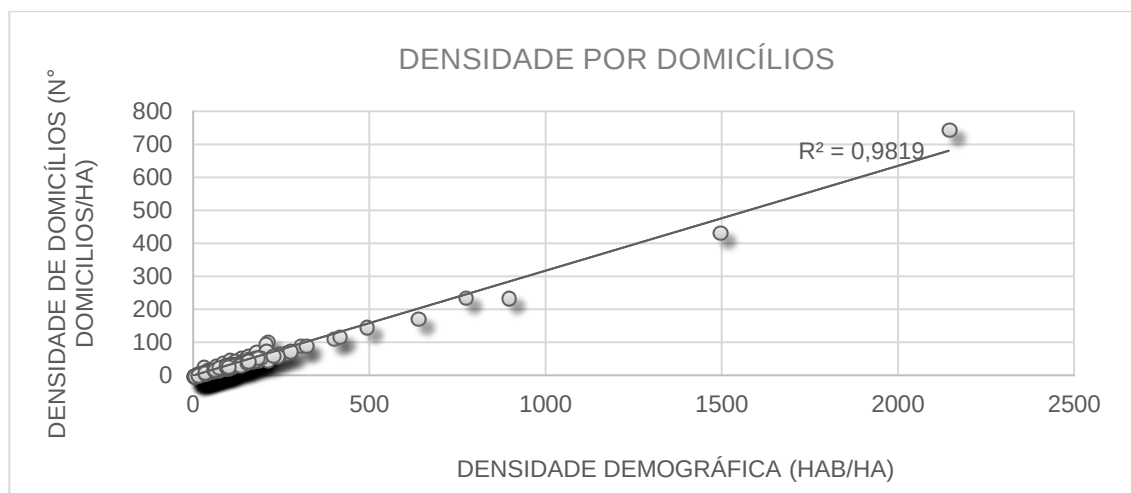
Com isso se observa que algumas características urbanas podem justificar ou mesmo facilitar a agregação de pessoas em um mesmo local. Mas o valor de densidade demográfica dos setores censitários sofre muita influência pelo fato da sua delimitação, da área que o mesmo possui.

6.2.3 Densidade demográfica e densidade de domicílios

Quando se analisa a questão da densidade de domicílios em comparação com a densidade demográfica, percebe-se que há uma relação linear entre essas duas variáveis (Figura 24).

Por isso, a densidade de domicílios não foi utilizada como variável nesse estudo.

Figura 24: Relação entre densidade demográfica e densidade habitacional.



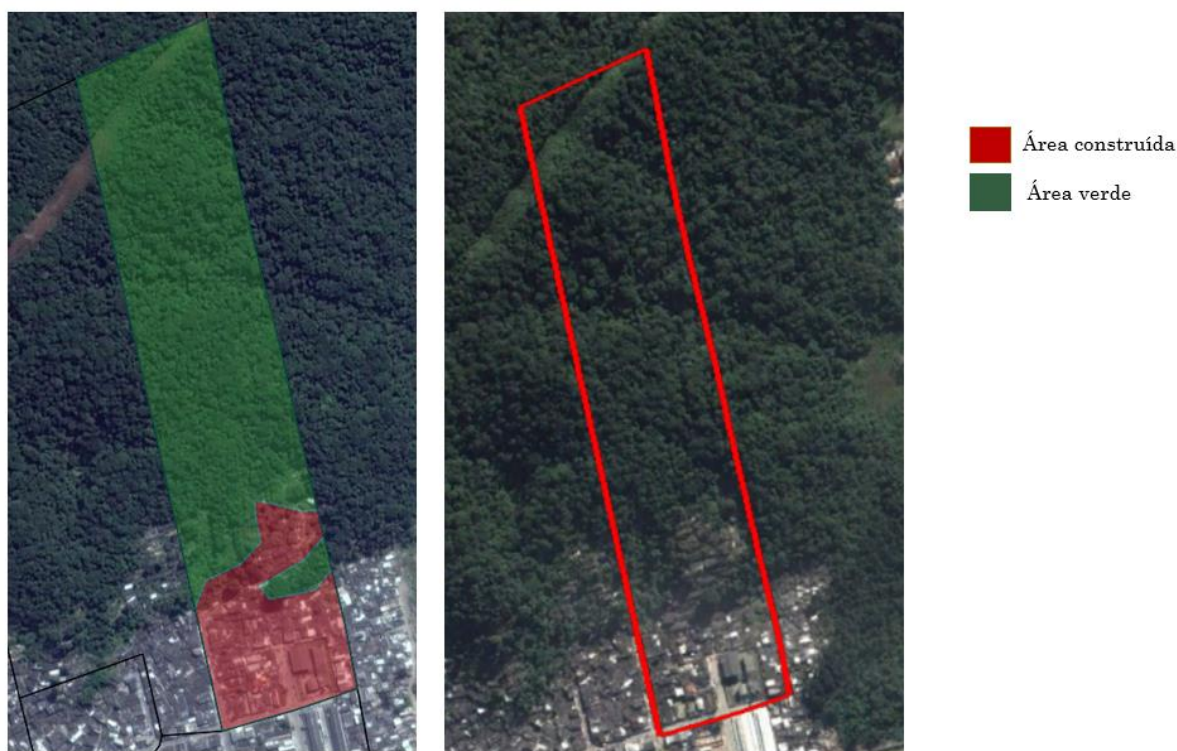
Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

6.2.4 Exemplo dos resultados obtidos

A seguir se encontram exemplos do processo de digitação produzido e alguns resultados observados.

O setor abaixo (Figura 25) mostra não só um exemplo do que foi considerado com área verde, mas também a existência de setores em que as residências se encontravam concentradas em apenas um pequena parte do setor.

Figura 25: Setores que aprestam mais área verde que área construída.



O exemplo abaixo (Figura 26) ilustra que a área das vias em nenhum momento foi quantificada nesse estudo e como o processo de digitalização foi feito a fim de se tentar mostrar as áreas construída, verde e de solo exposto.

Figura 26: Ilustra como cada classe foi digitalizada e interpretada para servir de base para os cálculos das variáveis urbanas e ambiental.



A partir da quantificação da área de cada categoria em cada setor, foi possível calcular as variáveis de análise da forma urbana e da área verde.

Como já era esperado, observou-se que densidade demográfica com valores parecidos poderia apresentar quantidades de vegetações distintas (Figura 27), assim como setores com área construída parecidas (GSI) conseguiram apresentar densidade demográfica e densidade de conectividade (N) diferente (Figura 28).

Figura 27: Setores com densidade demográfica parecidas, mas contendo diferentes valores de área verde.



DENSIDADE: 178,52 hab/ha
N: 0,00089
GSI: 76%
FSI: 1,37
ÁREA VERDE: 2%



DENSIDADE: 176,33 hab/ha
N: 0,00042
GSI: 30%
FSI: 1,19
ÁREA VERDE: 47%

Figura 28: Setores com área construída parecida (GSI), mas contendo valores de densidade demográfica e conectividade (N) distintos.



DENSIDADE: 771,522 hab/ha
N: 0,0000137
GSI: 71%
FSI: 2,86
ÁREA VERDE: 0%



DENSIDADE: 64,82 hab/ha
N: 0,006129
GSI: 78%
FSI: 1,33
ÁREA VERDE: 3%

6.3 Caracterização dos aspectos urbanos

6.3.1 Área construída (GSI)

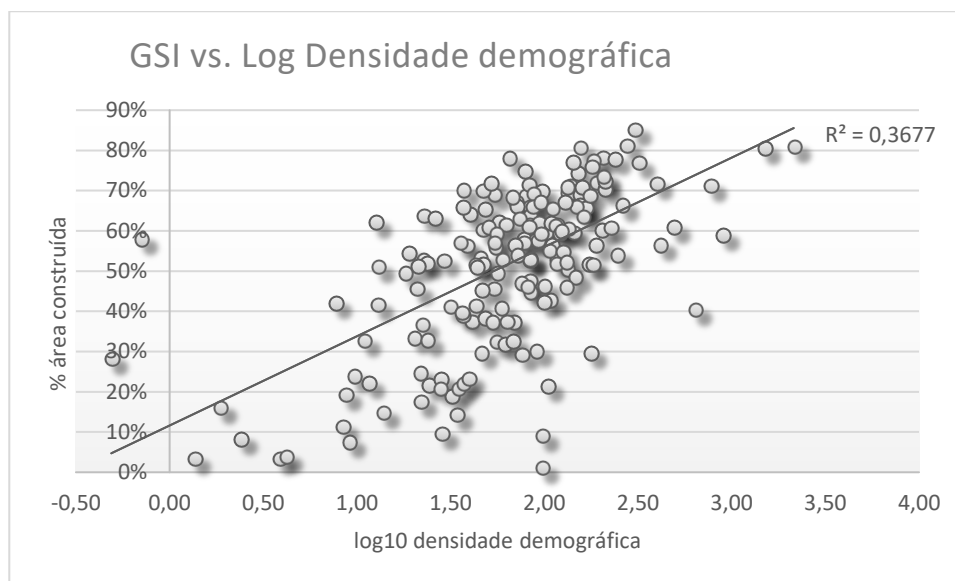
A área construída mostra a porcentagem do setor que é coberta por casas, edifícios, estacionamentos, ou seja, tudo aquilo que foi construído pelo homem e que representa a urbanização da cidade. Nessas áreas não estão sendo contabilizadas as ruas, sejam elas asfaltadas ou não. Portanto, essa variável é uma indicação do quão “concretado” está o setor.

Quando se analisam todos os 180 setores censitários observou-se que a área construída variou bastante, mas cerca de 60% dos setores possuem valores superiores a 50% da sua área classificada como área construída.

Os dois valores de densidade mais altos presentes no gráfico possuem área construída superior a 80% da área do setor. Mas algo que deve ser destacado é que valores pequenos de densidade demográfica também podem apresentar uma alta porcentagem de área construída. Um setor em Mauá, por exemplo, possui uma densidade demográfica de cerca de 52 hab/ha com uma área construída de 80,81% (Figura 29).

Os setores que possuem as densidades mais extremas, acima de 500 hab/ha apresentam uma área construída superior a 40%, mas para as demais densidades não foi possível obter uma relação ou mesmo um valor limiar de área construída.

Figura 29: Relação entre densidade demográfica e área construída (GSI).



Fonte: Elaborado pela autora.

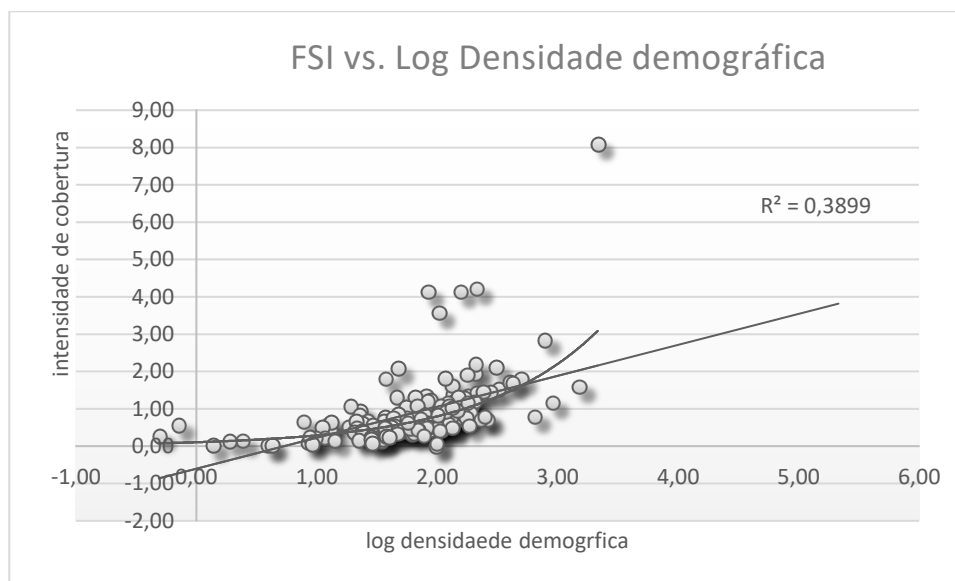
6.3.2 Intensidade de construção (FSI)

A intensidade de construção ilustra o quão verticalizado é a área. Essa variável poderá ter valores fracionados, pois ela não expressa especificamente o número de pisos das residências de um setor, mas ela estima quantos pisos o setor teria caso fossem somadas toda área, de todos os pisos, de todas as residências do setor e dividisse essa área pelo total de total construída pela área do setor. Ou seja, essa variável é apenas uma estimativa para tentar mensurar o quão verticalizado é um setor.

O maior valor de densidade das amostras analisadas apresentou também o maior valor de intensidade de construção. Há uma pequena tendência dos setores em) aumentar a intensidade de construção de acordo com o aumento da densidade.

O que mais se tornou evidente é que independentemente do valor de densidade demográfica, se mantêm um valor de intensidade de até 2. Isso mostra que os setores, independente de quantas pessoas abriguem, possuem o número de pisos parecidos, ou seja, uma tendência de construções com poucos pisos ou pouco verticalizada (Figura 30).

Figura 30: Relação entre densidade demográfica e intensidade de construção (FSI)



Fonte: Elaborado pela autora.

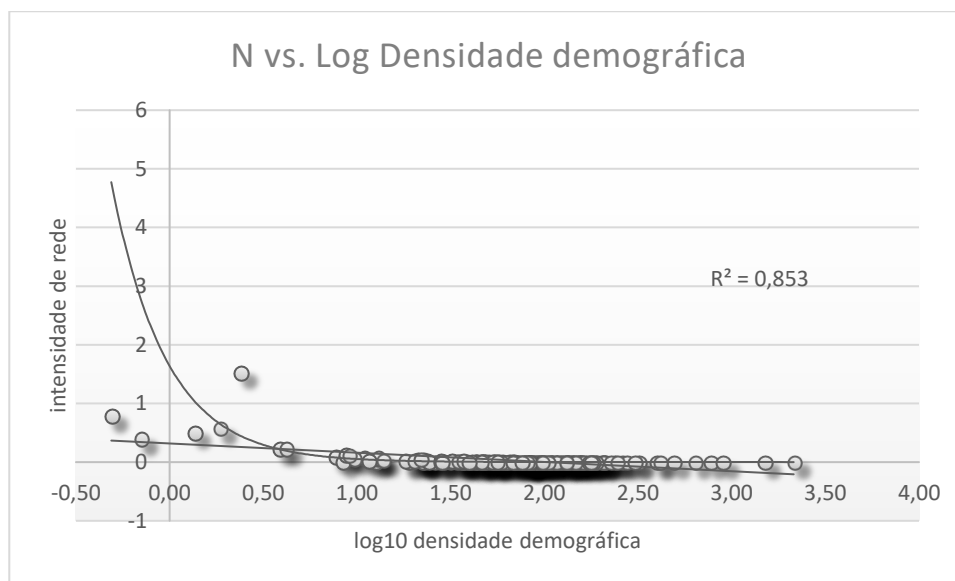
6.3.3 Densidade de rede viária (N)

A densidade da rede mostra o quanto da área do setor é recortada por ruas e avenidas.

Observa-se que a contribuição das ruas nos espaços urbanos analisados se manteve constante na maior parte dos setores. Apenas alguns setores apresentaram uma quantidade mais expressiva de ruas.

Os maiores valores observados coincidem com densidades demográficas baixas. Para densidades mais elevadas os valores de intensidade de rede se mantêm baixos (Figura 31).

Figura 31: Relação entre densidade demográfica e intensidade de rede (N)



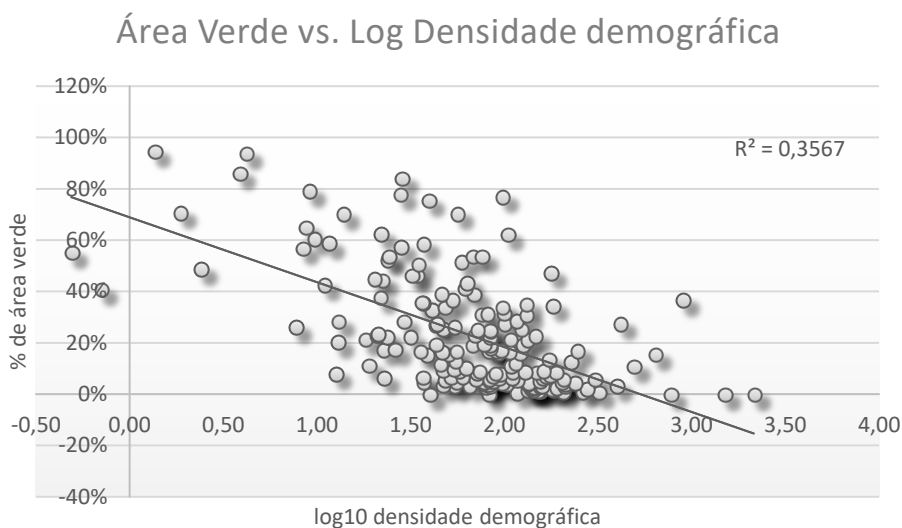
Fonte: Elaborado pela autora.

6.4 Caracterização dos aspectos ambientais por setor censitário

6.4.1 Área verde

A área verde representava todas as regiões em que era possível se observar, na imagem de satélite, vegetação. Essa vegetação podia ser arbórea ou gramínea e não era levado em consideração o seu estágio. O intuito era de quantificar áreas que tivessem presença de vegetação sem necessariamente avaliar a significância da mesma para o bem-estar da população.

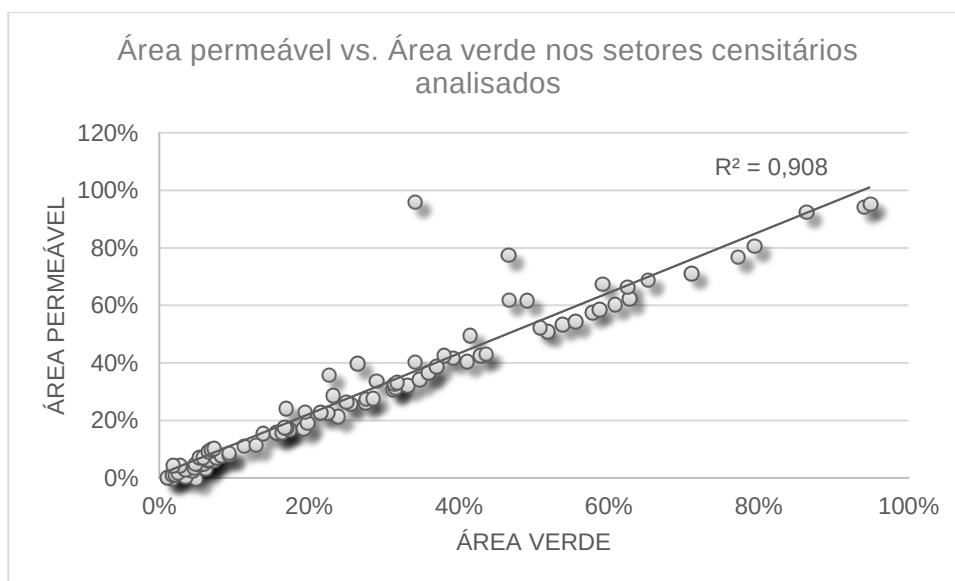
Quando se observa a relação entre densidade demográfica e área verde nota-se que os valores mais altos para área verde estavam relacionados a um valor de densidade menor (Figura 32). Os picos de densidade demográfica apresentaram valores baixos de cobertura de área verde.

Figura 32: Relação entre densidade demográfica e área verde

Fonte: Elaborado pela autora.

6.4.2 Área permeável

A relação entre área permeável e área verde possui um comportamento linear. Ou seja, conforme a área verde aumenta a área permeável também aumenta. Existem alguns pontos que fugiram dessa regra, mas isso mostra que a área verde teve muito impacto no cálculo de estimativa da permeabilidade utilizado (Figura 33).

Figura 33: Relação entre densidade demográfica, área verde e área permeável.

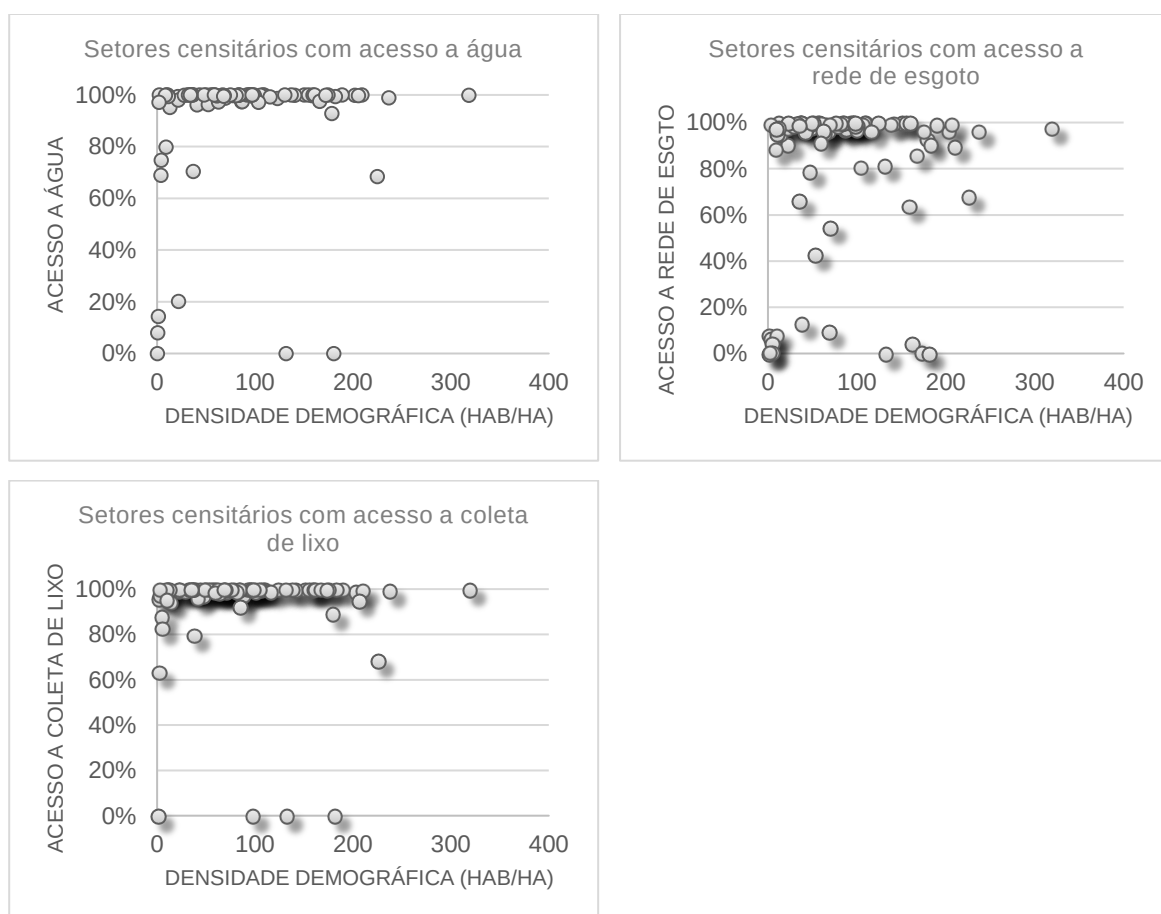
Fonte: Elaborado pela autora.

6.4.3 Saneamento Básico

Com relação às variáveis relacionadas ao saneamento, observou-se que a maioria dos setores possuem mais de 80% de seus moradores com acesso a saneamento (rede de água, coleta de lixo e rede de esgoto) (Figura 34). A coleta de lixo é a que apresentou a melhor abrangência entre os moradores dos setores analisados. Já a coleta de esgoto apresentou o pior desempenho.

A densidade não apresentou relação direta com o saneamento. O setor com maior valor de densidade demográfica apresentou abrangência de todos as variáveis de saneamento para toda a sua população. Em compensação, o segundo setor censitário com maior valor de densidade demográfica possui poucas pessoas com acesso às 3 variáveis de saneamento analisadas.

Figura 34: Acesso a saneamento básico dos setores censitários analisados.

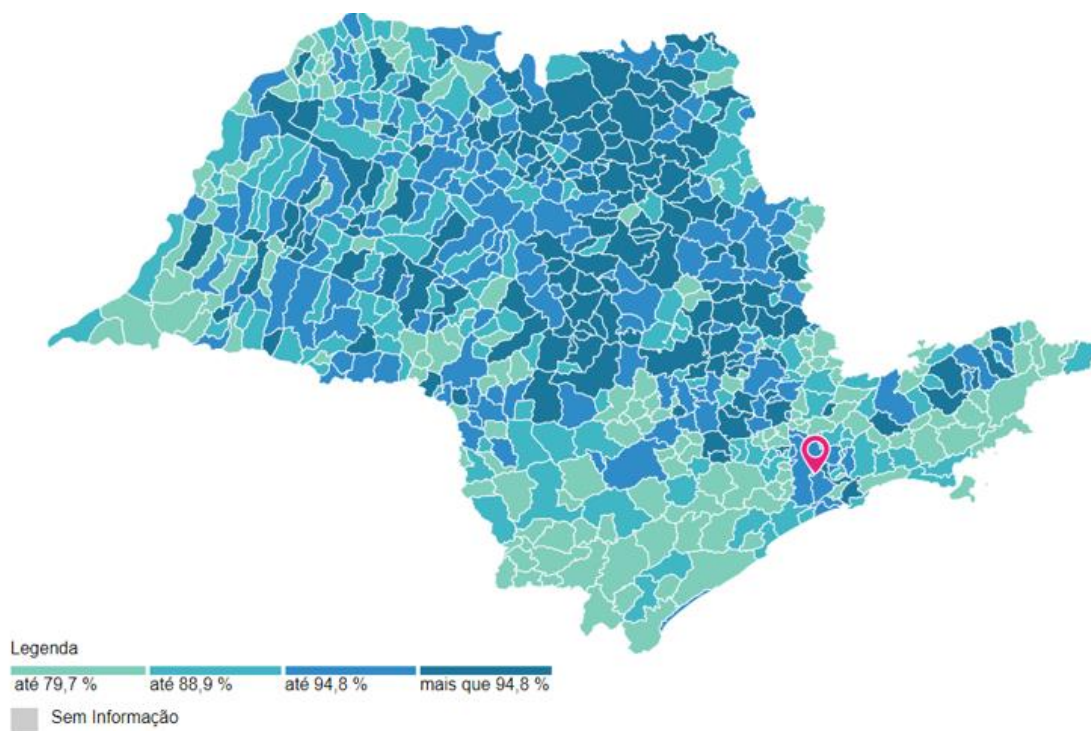


Fonte: Elaborado pela autora com base nos dados do CENSO 2010.

A análise por classes não demonstrou ter grandes variações dos valores já apresentados.

Segundo os dados do IBGE (Figura 35) para saneamento sanitário, para o ano de 2010, são poucas as Cidades Médias do estado de São Paulo que se enquadram como tendo saneamento básico que abrange menos de 79,7% da população (IBGE, 2016b).

Figura 35: Acesso a saneamento básico dos municípios do Estado de São Paulo.



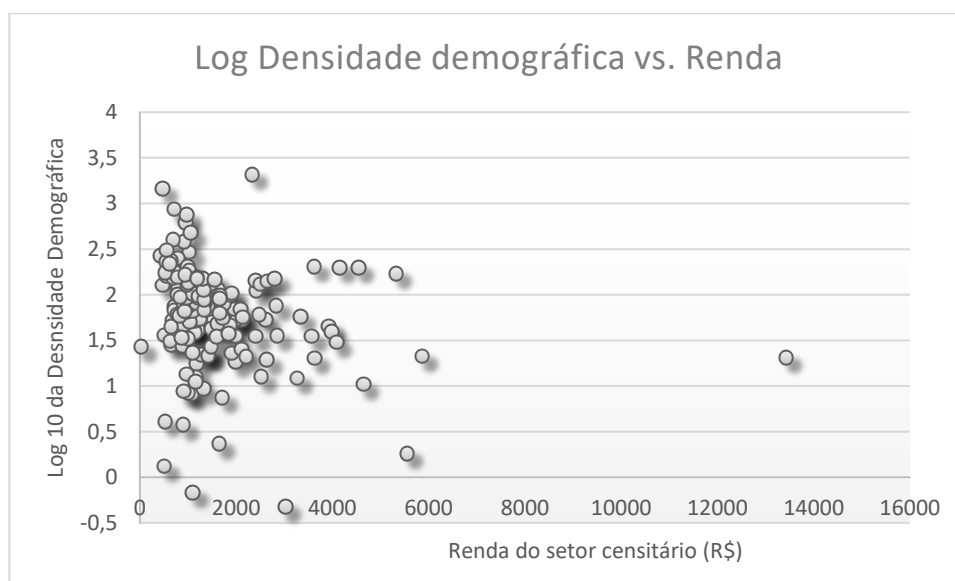
Fonte: IBGE, 2016b

Uma coisa importante a se avaliar na questão de dados de Saneamento Básico extraídos do Censo, é que o mesmo advém da resposta do morador da residência. Ou seja, essa é um dado que pode não trazer a realidade da moradia, mas a percepção do morador. Os dados relacionados a saneamento normalmente estão agrupados/agregados de forma a mostrar a abrangência desses serviços no município e não nos setores censitários. Além disso, pelo fato das áreas estudadas serem consideradas área urbanas legais, tanto pelo IBGE quanto pelo Plano Diretor de cada município, as mesmas tendem a ter uma abrangência de serviços sanitários maior já pelo fato de se tratar de zonas urbanas.

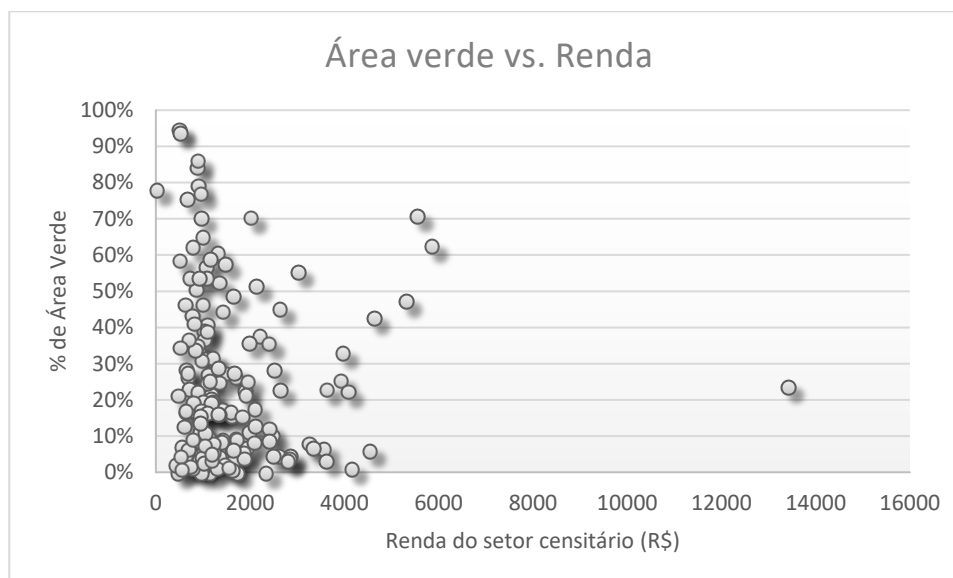
6.5 Caracterização do aspecto econômico

A maioria dos setores analisados possui uma renda de até R\$3.000,00. A relação da renda com o logaritmo da densidade demográfica (Figura 36) mostra que os maiores valores de densidade demográfica, ou seja áreas mais compactas, estão associadas a setores em que o valor da renda é menor.

Figura 36: Relação entre o Log da densidade Demográfica e o valor da renda de cada setor censitário analisado.



Quando se compara a relação entre a renda e a porcentagem de área verde do setor é possível perceber que os maiores valores de vegetação observados na análise estão associados a valores menores de renda. Em contrapartida, a maior parte dos setores está concentrada na delimitação de renda menor e menor quantidade de vegetação (Figura 37).

Figura 37: Relação entre a porcentagem de área verde e renda

6.6 Avaliação da relação entre a densidade demográfica e aspectos ambientais e social

A descrição dos resultados anteriormente apresentados já mostrou um pouco da relação entre densidade demográfica e área verde. Nessa sessão o intuito é mostrar a correlação desses valores através do índice de *Spearman rank* (Tabela 16).

Tabela 16: Índice de *Spearman* da Densidade demográfica e da área verde com as demais variáveis analisadas.

	Densidade hab/ha	Área Verde
Área Verde	-0,59	
GSI	0,60	-0,90
FSI	0,66	-0,77
N	-0,90	0,57
Renda	-0,30	-0,10

Analisando a variável densidade demográfica, nota-se que a mesma apresenta uma correlação negativa com a área verde, a intensidade de rede (N) e o valor da renda. Em contrapartida, existe uma relação positiva para a área construída (GSI) e a intensidade de construção (FSI).

Além disso, o valor d índice de *Sperman* é alto para a intensidade de rede (N) , ou seja, setores com maiores valores de densidade tentem a ser menos recortado por ruas.

Já a variável área verde só não apresenta correlação negativa para a variável intensidade de rede (N). E os valores para a intensidade de cobertura e área de cobertura são altos, o que mostra que áreas com maior vegetação tendem a ter menores valores de GSI e FSI.

A renda foi uma variável que mostrou tendência negativa tanto para densidade demográfica quanto para a área com vegetação, mas ambas contendo valores baixos.

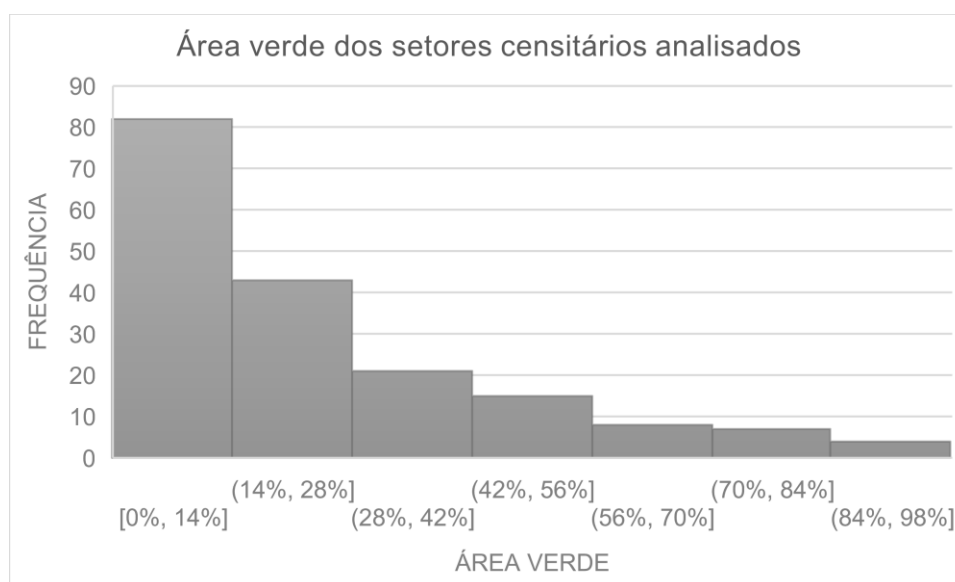
A correlação entre área verdes e densidade demográfica foi negativa e com um valor expressivo, demonstrando assim que existe sim uma relação entre altos valores de densidade demográfica e baixa porcentagem de vegetação.

7 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

7.1 Tipologias das Cidades Médias no Estado de São Paulo

As Cidades Médias (municípios entre 100.000 e 500.000 habitantes) presentes no Estado de São Paulo apresentam algumas características parecidas. Em geral, as mesmas apresentam baixa verticalização; variabilidade de densidade demográfica em seus setores urbanos; variabilidade no tamanho dos setores censitários urbanos e pouca área verde dentro dos setores (Figura 38).

Figura 38: Porcentagem de área verde dos setores censitários analisados, levando em consideração a frequência com que eram observadas.



Fonte: Elaborado pela autora.

A variável intensidade de construção apresenta maiores valores para os setores que possuam maiores valores de densidade demográfica. Já os valores altos de intensidade de rede estão relacionados com setores de baixa densidade demográfica. A variável área construída, os valores mais altos tendem a estar relacionados com densidades demográficas maiores.

A questão da verticalização foi interessante pois a maioria dos setores analisados possuía 1 pavimento. Eram raros os setores em que todos os domicílios possuíam mais de 1 pavimento. Isso mostra que a questão da verticalização pode explicar alguns valores de densidade demográfica que fogem da média para os dados analisados, mas que essa variável não pode não auxiliar muito em estudos mais aprofundados sobre as componentes que influenciam áreas mais adensadas.

A grande exceção ou mesmo curiosidade sobre a verticalização dos setores censitários foi encontrada nos municípios localizados na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS). Os mesmos tenderam a apresentaram grande verticalização nos setores próximos à praia. Essa peculiaridade pode ser explicada pela maior procura de residências próximas ao mar. No entanto, por mais que essa região metropolitana tenha apresentado uma maior frequência de setores com mais de um pavimento, não foi encontrada uma relação direta entre verticalização e densidade demográfica. Provavelmente, muitos desses domicílios sejam segundas residências de pessoas que não vivem na RMBS. A maior relação entre densidade demográfica e verticalização foi encontrada nos municípios que faziam parte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) e dos que não faziam parte de nenhuma Região Metropolitana do Estado de São Paulo.

A área construída nos setores analisados representa, em sua maioria, valores variando entre 50% e 70% da área do setor. Já a área verde costuma ficar por volta de 15%. Isso mostra que os setores tendem a ter muita construção e poucas áreas verdes.

A questão da expansão urbana é importante pois foram observados setores considerados urbanos nessas condições de urbanização. Normalmente esses setores estavam localizados nas bordas do limite urbano do município e apresentavam grandes áreas, assim como valores maiores de vegetação e/ou permeabilidade. Isso mostra que vários dos municípios analisados apresentam uma perspectiva de expansão da sua área urbana, mesmo podendo verticalizar áreas mais centrais e assim agrupar mais pessoas em áreas que, provavelmente, já possuem um urbano consolidado.

Por mais que possa haver uma tendência a expansão urbana nas regiões mais periféricas, existem planos diretores que tendem a incentivar a densidade populacional em áreas mais centrais. Por exemplo, no Art. 104 do Plano Diretor de Araraquara (BRASIL, 2013) fala sobre os princípios e objetivos da estrutura urbana do município que diz:

“Promover e valorizar a cidade compacta e sustentável, com controle adequado e apropriado de densidades urbanas;”

Portanto a questão de promover zonas compactas é uma preocupação em questão no plano diretor do município.

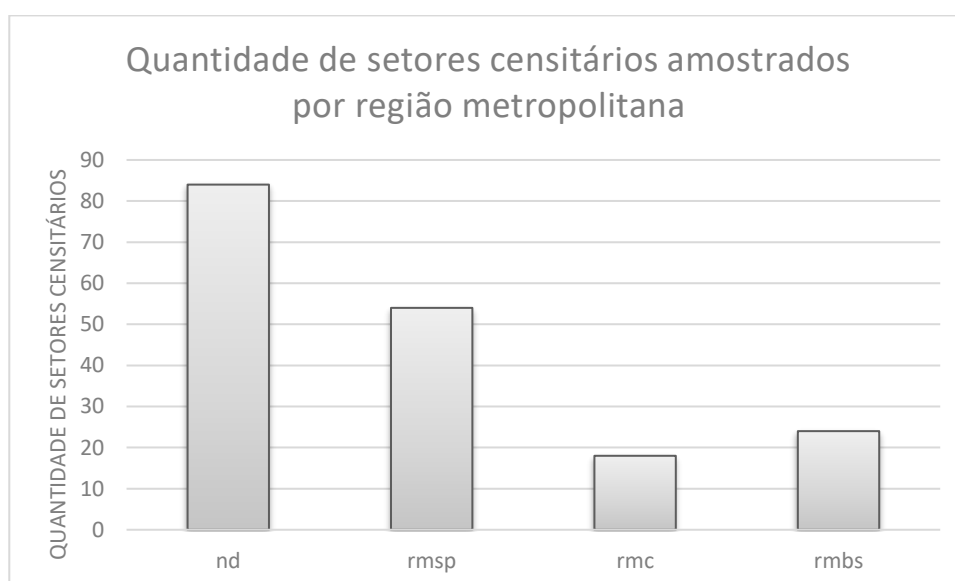
Um ponto interessante é que mesmo os dados analisados sendo retirados de municípios que apresentam valor de população distintos, ficou claro que os mesmos tinham formas de construção, densidades demográficas e quantidade de vegetação parecidas. Tirando os municípios da RMBS que apresentavam maiores valores de intensidade de construção (verticalização) ou mesmo os da RMSP que tendiam a ter formas de construção mais densas, os demais tinham características muito semelhantes.

Pont e Haup (2009) mostraram que é possível construir regiões mais verticalizadas, que abrigam mais pessoas em uma área com maior área verde ao redor de suas residências. Cabe agora saber qual é forma e o valor da densidade que as cidades médias do Estado de São Paulo querem ou precisam ter para crescerem de forma a melhorar a qualidade de vida e o acesso a equipamentos urbanos para a população.

7.2 Regiões Metropolitanas e a relação com a maior densidade demográfica

Observou-se que cerca de 45% dos setores analisados não se encontrava dentro de uma região metropolitana (Figura 39).

Figura 39: Categorização dos setores em não pertencentes a região metropolitana (nd); pertencentes a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP); Região Metropolitana de Campinas (RMC) ou Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS)



Observa-se que a maioria dos setores não estava presente em nenhuma Região Metropolitana (RM) existente no ano de 2010.

Analisando as variáveis por RM notou-se que a Baixada Santista possuía os maiores valores de verticalização, e São Paulo os maiores valores de densidade demográfica.

As maiores relações entre intensidade de construção e densidade demográfica foram vistas para os setores presentes na Região Metropolitana de São Paulo e os não estavam presentes em nenhuma RM.

Os setores que tendiam a ter uma área verde superior a 50% de sua área tendiam a estar fora das RMs.

7.3 Cálculo da densidade demográfica urbana utilizando os setores censitários como unidade de análise

As densidades, sejam elas de pessoas ou equipamentos culturais por exemplo, são mal interpretados em mapas. Isso porque normalmente se utiliza técnicas cartográficas em que o valor do dado que se quer representar é constante dentro de toda a área pré-definida. Mas se sabe que muitas medidas, incluindo a densidade, não são constantes em suas delimitações políticas (país, estado e setor censitário). Por isso, uma sugestão seria de utilizar o método dasimétrico de cartografia onde é possível desagregar e posteriormente agregar os dados de forma a restabelecer uma nova organização que representem as áreas homogêneas do fenômeno estudado (DUTENKEFER,2010).

Isso melhoraria o fato dos setores censitários não serem homogêneos e serem classificados da mesma forma independente do grau de consolidação do urbano em questão. Mas a agregação em uma nova forma dos dados pode prejudicar o estudo do entorno, já que na análise dasimétrica normalmente são retiradas, para a análise de fenômenos densos, as ruas, áreas verdes e corpos d'água. Tudo isso pode sim ser relevante no estudo da densidade demográfica de uma região. Além disso, por ter várias formas de se fazer a análise dasimétrica, essa forma de análise pode não facilitar a comparação com outros estudos.

Por isso, os setores censitários, por mais que ainda tenham limitações como unidade de análise foram escolhidos como unidade de análise, por poderem auxiliar a

compreender melhor as componentes que estão associadas à densidade demográfica urbana. Além disso, quando se utiliza o setor censitário é possível entender melhor as diferenças urbanas existentes dentro de uma cidade específica. Essa diferença seria extraída dos dados de características urbanas, verticalização, uso do solo.

Algo interessante é que quando um setor censitário é espacializado e sua densidade demográfica calculada imagina-se que todo ele está preenchido com domicílios. Observando as imagens de satélite foi possível perceber que essa visão homogênea de distribuição da população ou domicílios que o valor da densidade demográfica traz é equivocado. Essa falsa percepção pode fazer com que fique mais difícil entender porque alguns setores variam tanto de valor de densidade demográfica ou mesmo do porque é tão difícil comprovar a relação entre densidade demográfica e áreas verdes, por exemplo.

Uma opção para análises futuras de densidade demográfica é a Classificação e Caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil (2017b) feita pelo IBGE, que tenta diferenciar o grau de urbano presente nas cidades e traz uma nova forma de organização desses dados. Com essa nova padronização, será mais fácil de comparar estudos e também de enxergar melhor da densidade demográfica urbana.

7.4 O aumento da densidade demográfica gera a diminuição da área verde urbana?

Através das cidades europeias, a cobertura proporcional do espaço verde diminuiu com o aumento da densidade populacional. Assim, o declínio na disponibilidade de espaço verde per capita acelera com o aumento da densidade populacional. Em contrapartida, o a relação entre essas duas variáveis não foi significativa para o estudo realizado no Reino Unido por Fuller e Gaston (2009) onde os dados analisados não apresentaram relação direta (FULLER; GASTON, 2009).

Já Pozzi e Small (2001) observaram que não era possível fazer uma relação exata entre a densidade demográfica e a quantidade de vegetação, mas observaram que a vegetação tendia a diminuir conforme a densidade demográfica na base log10 ia aumentando.

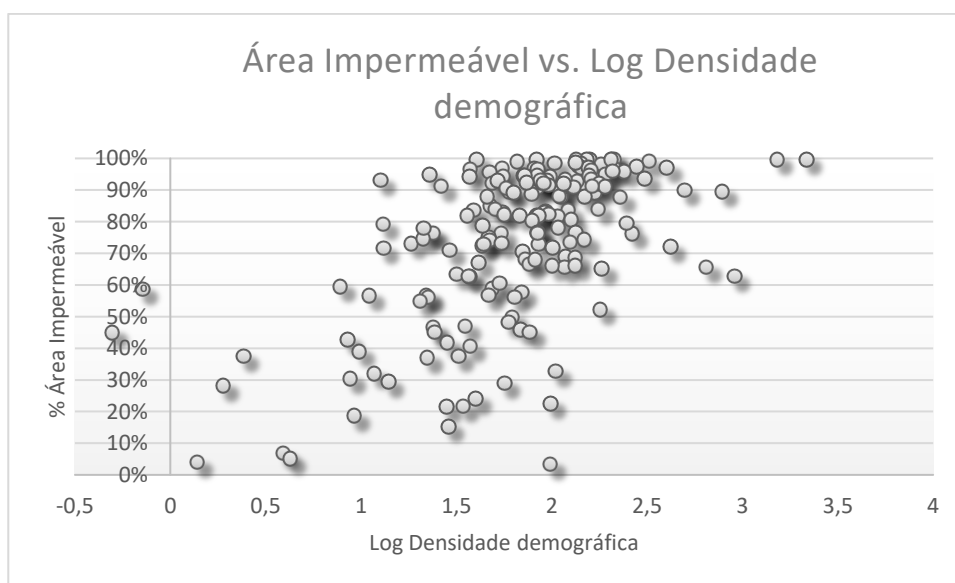
O que fica claro é que as densidades demográficas com valores mais altos tendem a apresentar baixas porcentagens de vegetação e que os altos valores de cobertura vegetal tendem a estar relacionados com valores de densidade demográfica mais baixas.

Nesse estudo se observou que existe uma relação entre o aumento da densidade demográfica e a diminuição da área com vegetação. Essa relação ficou mais clara nos gráficos quando foi utilizado o log da densidade, assim como no experimento de Pozzi e Small (2001).

Campana e Tucci (1994 apud CENTENO et al,2003) observaram que os altos valores de densidades estavam relacionados com uma alta taxa de impermeabilização do solo. Nesse estudo não foi analisada a questão de áreas impermeabilizadas, mas sim das que possuíam permeabilidade. Mas afim de se poder fazer a comparação com os dados de Campana e Tucci, as áreas impermeabilizadas foram estimadas. Essa estimativa se deu através do somatório de área construída, água e área verde presente em vias públicas.

A relação entre a densidade demográfica e a área impermeável mostrou que há uma tendência de setores com maior porcentagem de área impermeável estarem associados a densidades demográficas maiores. (Figura 40).

Figura 40: Relação entre a área impermeável e log da densidade demográfica.



Fonte: Elaborado pela autora.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A densidade demográfica é uma palavra que corriqueiramente aparece nos planos diretores e leis municipais. Normalmente ela está associada a uma qualificação da mesma (alta ou baixa) e fornece a informação de quantas pessoas uma região específica da cidade deveria abrigar. Entende-se, por exemplo, que regiões próximas a áreas de preservação da vegetação devam ter uma densidade demográfica menor que o restante do município. Como foi visto nos resultados, os setores analisados tendem a ter uma relação direta entre a densidade demográfica e a densidade domiciliar e por isso, apenas delimitar o tamanho do lote pode ser sim uma forma indireta de se determinar a densidade demográfica em cidades médias do Estado de São Paulo.

No entanto, existe a necessidade de se descrever o que se entende por ser um valor alto ou baixo de densidade demográfica. E essa descrição não deve ser apenas a delimitação quantitativa da classificação, mas também de seus aspectos construtivos e ambientais a fim de ser possível utilizar a densidade demográfica como uma ferramenta que irá ajudar na produção de municípios mais eficientes.

A metodologia utilizada possui algumas limitações como os setores censitários, que devido a forma de sua delimitação, podem não representar o verdadeiro valor da densidade demográfica de um município, além da dificuldade de produzir os dados necessários para o cálculo dos índices urbanísticos escolhidos. No entanto, observou-se que os setores censitários podem ser utilizados como unidade de análise e que as novas malhas digitais do IBGE sobre a classificação do urbano no Brasil, podem vir a refinar a informação dos setores censitários melhorando a sua utilização em análises de densidade demográfica.

As variáveis, tanto ambientais quanto urbanas, trouxeram informações importantes que revelaram que existe uma relação entre o aumento da densidade demográfica e a diminuição da vegetação urbana. Mas a ressalva de que essa relação pode ser alterada caso o intuito seja ter uma densidade demográfica alta aliada a uma maior quantidade de vegetação. Alguns exemplos disso foram também observados nos gráficos apresentados.

Sendo assim, surge necessidade de mais estudos que possam traduzir a densidade demográfica encontrada no Brasil para que seja possível entender melhor as formas

de adensamento e assim poder ter argumentos para produzir leis de regularização mais eficazes. Dessa forma, será possível produzir o adensamento que é o melhor para determinados grupos de cidades brasileiras, que levem em consideração o processo de produção de cidades, a cultura e características econômicas e sociais do país que auxiliam a e entregar à população uma cidade eficiente tanto na questão econômica quanto na ambiental.

9 REFERÊNCIAS

- ACIOLY, C. Densidade demográfica urbana: um instrumento de planejamento e gestão urbana. Tradução de Claudio Acioly e Forbes Davidson. Rio de Janeiro, RJ. 1998.
- ALEXANDER, E. R.; REED, K. D.; MURPHY, P. Density Measures and Their Relation to Urban Form. Center for Architecture and Urban Planning Research Books. Book 37. 1988
- ALVES, H. P. D. F. População e desmatamento do Vale do Ribeira: integração de dados censitários com dados de sensoriamento remoto dentro da estrutura de um sistema de informação geográfica (GIS), Ouro Preto, MG. 2002.
- ALVES, S. R. **Densidade demográfica urbana:** Compreensão e estruturação do espaço urbano nos territórios de ocupação dispersa. Susana Ricardo Alves Dissertação para obtenção do Grau de Mestre em Arquitectura com especialização em Planeamento Urbano e Territorial Orientador científico: Professor Doutor João Carlos Vassalo Santos Cabral Júri: Presidente: Doutora Maria da Graça Santos Antunes Moreira Vogal: Doutora Cristina Soares Ribeiro Gomes Cavaco Lisboa, FAUTL,. 2011. 101 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Arquitectura, Faculdade de Arquitectura, Universidade Técnica de Lisboa.
- ANDRADE,A.C. As cidades médias e suas imersões nos espaços regionais: O contexto do Sul de Minas.Territorium Terram,v.3,n.5,p.64-79.2015
- ANGOLD, P. G. et al. Biodiversity in urban habitat patches. Sci. Total Environ. 360, 196–204. 2006 (doi:10.1016/ j.scitotenv.2005.08.035)
- BARBOSA, O. et al. Who benefits from access to green space? A case study from Sheffield, UK. Landsc. Urban Plan. 83, 187–195. 2007.
- BARDHAN, R.; KURISU, K.; HANAKI, K. Does compact urban forms relate to good quality of life in high density cities of India? Case of Kolkata. **Cities**, [s.l.], v. 48, p.55-65, nov. 2015. Elsevier BV.

BATELLA, W.B. Os limiares das Cidades Médias: reflexões a partir da cidade de Teófilo Otoni – MG. Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia da FCT/UNESP, Campus de Presidente Prudente como requisito para obtenção do título de Doutor em Geografia. Orientador: Everaldo Santos Melazzo Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia.2013.

BAUM-SNOW, N. Changes in Urban Population Densities Over the Next 40 Years. *Cityscape: A Journal of Policy Development and Research*, v. 15, n. 3. 2013.

BENINI, S. M.; MARTIN, E. S. Decifrando as Áreas Verdes Públicas. *FORMAÇÃO (PRESIDENTE PRUDENTE)*, v. 17, p. 63-80, 2010.

BOLUND, P.; HUNHAMMAR, S. Ecosystem services in urban areas. *Ecol. Econ.* 29, 293–301. 1999 (doi:10.1016/ S0921-8009(99)00013-0).

BRASIL. ARARAQUARA. Lei Complementar nº 009 /13. Estabelece a Revisão do Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara - PDPUA, revoga a Lei Complementar no 350/05 e alterações e institui o Plano Diretor de Desenvolvimento e Política Ambiental de Araraquara - PDDPA, conforme estabelece o parágrafo 3o do artigo 40 do Estatuto da Cidade. 2013

BRASIL. Código Florestal. Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012.

BRASIL. SÃO PAULO (Município). Lei nº 16.402, de 22 de março de 2016. Disciplina o parcelamento, o uso e a ocupação do solo no Município de São Paulo, de acordo com a Lei nº 16.050, de 31 de julho de 2014 - Plano Diretor Estratégico (PDE). São Paulo.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências.

BUENO, M. C. D. **Grade estatística:** uma abordagem para ampliar o potencial analítico de dados censitários. 2014. 238 f. Tese (Doutorado) - Curso de Demografia, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

BURGESS, R. The Compact City Debate: A Global Perspective. In Compact cities: sustainable urban forms for developing countries. London; New York: E. & F.N. Spon.2000.

BURTON, E. The compact city: just or just compact? A preliminary analysis. Urban Stud. 2000 (doi:10.1080/00420980050162184).

CALVETE, Alexandre dos Santos. **O PAPEL DAS CIDADES MÉDIAS NA URBANIZAÇÃO BRASILEIRA: UM ESTUDO DE CASO SOBRE A CIDADE DE PALHOÇA-SC.** 2011. 57 f. TCC (Graduação) - Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

CARVALHEIRO; DEL PICCHA, N. O. Árvores verdes: conceitos, objetivos e diretrizes pra o planejamento. Congresso Brasileiro sobre Arborização Urbana,1; Encontro Nacional sobre arborização urbana, 4.,1992, Vitória-ES.

CARVALHO, M.; CÂMARA, Gilberto; CRUZ, Oswaldo G.; CORREA, Virginia. Análise Espacial de Áreas. In: DRUCK, Suzana; CARVALHO, Marília Sá; CAMARA, Gilberto; MONTEIRO, Antonio Miguel V. (Ed.). Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: EMBRAPA, 2004.

CENTENO, J. A. S. et al. Mapeamento de áreas permeáveis usando uma metodologia orientada a regiões e imagens de alta resolução. Revista Brasileira de Cartografia, 55 (1), pp. 48-56. 2003

CLARK, C. Urban population densities. Journal of the Royal Statistical Society,114, pp. 490-496.1951

CLARK, G.; MOIR,E. Density: drivers,dividends and debates. Urban Land Institute. 2015. Disponível em:< [http://europe.uli.org/report/density-drivers dividends-debates/](http://europe.uli.org/report/density-drivers-dividends-debates/)>. Acesso em:20/04/2016.

CHEN, Haiyan; JIA, Beisi; LAU, S.s.y. Sustainable urban form for Chinese compact cities: Challenges of a rapid urbanized economy. Habitat International, [s.l.], v. 32, n. 1, p.28-40, mar. 2008. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.habitatint.2007.06.005>.

CHURCHMAN, A. Disentangling the Concept of Density. *Journal Of Planning Literature*, v. 13, n. 4, p.389-411, maio 1999.

CONTE, C.H. Cidades Médias: Discutindo o Tema. *Sociedade e Território*. v.25.N.1, p.45-61.jan/jun. 2013.

CORINE. Green urban areas. Disponível em: <https://land.copernicus.eu/user-corner/technical-library/corine-land-cover-nomenclature-guidelines/html/index-clc-141.html>. Acesso em: 01/02/2018.

DEUS, J.B. As Cidades Médias na nova configuração territorial brasileira. VI Congresso Brasileiro de Geógrafos. *Boletim Goiano de Geografia*. v.4, n. 1-2. 2004.

DUARTE, D. Densidade e qualidade ambiental: o inevitável, o desejável e o possível. In: Galicias, S. P.; Freixanet, V. F. (Org.). *Habitat Sustentable*. 1ª ed. Cidade do México: Universidad Autonoma Metropolitana, 2012, p.85-99.

FORSYTH, A. Measuring Density: Working Definitions for Residential Density and Building Intensity. Design Center for American Urban Landscape. 2003. Disponível em: http://www.corridordevelopment.org/pdfs/from_MDC_Website/db9.pdf. Acesso em: 20/04/2016.

FULLER, R. A. et al. Psychological benefits of greenspace increase with biodiversity. **Biology Letters**, [s.l.], v. 3, n. 4, p.390-394, 15 maio 2007. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2007.0149>.

FULLER, R. A.; GASTON, K. J.. The scaling of green space coverage in European cities. *Biology Letters*, [s.l.], v. 5, n. 3, p.352-355, 25 fev. 2009. The Royal Society. <http://dx.doi.org/10.1098/rsbl.2009.0010>.

GEOFABRIK. Download OpenStreetMap data for this region. Disponível em:<<http://download.geofabrik.de/south-america/brazil.html>>. Acesso em: 01/06/2017.

HENG, C. K.; MALONE-LEE, L. C. Density and urban sustainability: an exploration of critical issues. In: NG, E. (Ed.). Designing high-density cities for social and environmental sustainability. London: Earthscan, 2010, cap.4, p.41-50.

HOGAN, D. J. Dinâmica populacional e mudança ambiental: cenários para o desenvolvimento brasileiro. 1ª. ed. Campinas, SP. 2007.

IBGE. Regiões de influência das cidades 2007 — REGIC. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

_____. Censo Demográfico 2010: características da população e dos domicílios. Rio de Janeiro, RJ. 2011a.

_____. Base de informações do Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário. 2011b.

_____. Arranjos populacionais e concentrações urbanas no Brasil / IBGE, Coordenação de Geografia. - 2. ed. - Rio de Janeiro : IBGE, 2016 a.

_____. Panorama. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/df/brasil/panorama>>. Acesso em: fev/2016 b.

_____. Operação censitária. Disponível em : <<https://censo2010.ibge.gov.br/materiais/guia-do-censo/operacao-censitaria.html>>. Acesso em: fev/2017 a.

_____. Classificação e caracterização dos espaços rurais e urbanos do Brasil : uma primeira aproximação / IBGE, Coordenação de Geografia. – Rio de Janeiro: IBGE, 2017b. 84p. - (Estudos e pesquisas. Informação geográfica, ISSN 1517-1450 ; n. 11.

LIMA, A. M. L. P. et al. Problemas de utilização na conceituação de termos como espaços livres, áreas verdes e correlatos. In. 2º Congresso Brasileiro Sobre Arborização Urbana, 1994, ANAIS... São Luís. p. 539-550.

LOBODA, C. R.; ANGELIS, B. L. D. de. Áreas Públicas Urbanas: conceito, uso e funções. Ambiência. Guarapuava, PR, v.1 n.1, p. 125-139, jan./jun. 2005, ISSN 1808 – 0251.

MARINS, K. R. C. C. Proposta metodológica para planejamento energético no desenvolvimento de áreas urbanas: o potencial da integração de estratégias e soluções em morfologia e mobilidade urbanas, edifícios, energia e meio ambiente: o caso da operação urbana Água Branca, no município de São Paulo. São Paulo: FAUUSP, 2010. 798p. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 2010.

MAAS, J. et al. Green space, urbanity, and health: how strong is the relation?. *Journal Of Epidemiology & Community Health*, [s.l.], v. 60, n. 7, p.587-592, 1 jul. 2006. BMJ. <http://dx.doi.org/10.1136/jech.2005.043125>.

MELLO,N.C.S.;BARROSO,L.C. hierarquia das cidades médias brasileiras: abordagem por meio de técnicas de agrupamento. *E-xacta*, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 107-120. 2013.

MINDALI, O.; RAVEH, A.; SALOMON, I. Urban density and energy consumption: a new look at old statistics. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, [s.l.], v. 38, n. 2, p.143-162, fev. 2004. Elsevier BV.

MUTH, R. *Cities and Housing*, University of Chicago Press, Chicago.1969.

NG, E. *Designing high-density cities for social and environmental sustainability*, London, Earthscan. 2010.

NOGUEIRA, A.; WANTUELFER, G.. *Florestas Urbanas: planejamento para melhoria da qualidade de vida*. Viçosa: Aprenda Fácil, 2002

NUCCI, J. C. *Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)*. 2ª. ed. Curitiba, PR. 2008.

OLIVEIRA, H.C.M.; SOARES,B.R. Cidades médias: Apontamentos metodológicos e tipologia. *Caminhos de Geografia*. Uberlândia. v.15.n.52.p.119-133.2014.

OPENSHAW, S. *The modifiable areal unit problem. Concepts and Techniques in Modern Geography*, n. 38. Norwich: Geo Books, 1984

_____. Developing GIS relevant zone based spatial analysis methods. In: LONGLEY, Paul A. and BATTY, M. (Ed.) Spatial Analysis: Modeling in a GIS Environment. Cambridge, U.K.: GeoInformation International, 1996.

PICONE, N.; LINARES, S. Propuesta metodológica para la extracción y análisis de densidades urbanas mediante teledetección y SIG. Caso de estudio: ciudad de Tandil, Argentina. *Revista Universitaria de Geografía*. 2014. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=383234158004>>. Acesso em: 26/05/2016. ISSN 0326-8373.

PONT, M. B.; HAUPT, P. A., Space, Density and Urban Form, Technische Universiteit Delft, ISBN 978-90-5269-375-0, 2009

REIS, J. T. ; PEREIRA FILHO, Waterloo ; SILVEIRA, A. L. L. . Estimativa entre densidade habitacional e áreas na região urbana da sub-bacia hidrográfica do arroio Cadena em Santa Maria, RS. *Ciência e Natura*, v. 33, p. 145-160, 2011.

ROAF, S. The sustainability of high-density. In: NG, E. (Ed.). *Designing high-density cities for social and environmental sustainability*. London: Earthscan, 2010, cap.3, p.27-37.

ROBINSON, W. Ecological correlations and the behavior of individuals. *American Sociological Review*, vol. 15, p. 351-57, 1950

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, D. et al. Urban self-sufficiency through optimised ecosystem service demand. A utopian perspective from European cities. *Futures*, [s.l.], v. 70, p.13-23, jun. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.futures.2015.03.007>.

SCHUURMAN, N. et al. Building an Integrated Cadastral Fabric for Higher Resolution Socioeconomic Spatial Data Analysis. In: RIEDL, Andreas; KAINZ, Wolfgang; ELMES, Gregory A. (Ed.). *Progress in Spatial Data Handling: 12th International Symposium on Spatial Data Handling*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 2006

SEAD. Perfil dos municípios paulistas. Disponível em: <<http://www.perfil.seade.gov.br/>>. Acesso em : dez/2017.

SHERBININ, A. et al. A CIESIN thematic guide to social science applications of remote sensing. Nova York: Center for International Earth Science Information Network (CIESIN), 2002.

SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Tabela. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1378#resultado>> . Acesso em : ago/2017.

SILVA, A.L. Breve discussão sobre o conceito de cidade média. Geoingá: Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia Maringá, v. 5, n. 1 , p. 58-76, 2013.

SOBREIRA, F.; GANEM, R.; ARAÚJO, S. M. V. G. (org.). Qualidade e Sustentabilidade do Ambiente Construído: Legislação, Gestão Pública e Projetos. Brasília, 2014. p. 193-207. CHUPIN, Jean-Pierre.

STAMM,C.; WADI,Y.M.;STADUTO,J.A.R. São as cidades médias responsáveis pelo espraiamento espacial da riqueza nacional? REDES, Santa Cruz do Sul, v. 15, n. 2, p. 66 - 91. 2010

TRATABRASIL. Ranking do Saneamento 2015. Disponível em: <<http://www.tratabrasil.org.br/ranking-do-saneamento-2015>>. Acesso em: dez/2017.

TUCCI, C. E. M. Plano Diretor de Drenagem Urbana: Princípios e Concepções. RBRH, (Revista Brasileira de Recursos Hídricos) v. 2, n. 2. 1997

_____. Água no Meio Urbano. In: Aldo da Cunha Rebouças; Benedito Braga; José Galizia Tundisi. (Org.). Águas Doces no Brasil. 1ed.São Paulo: Escriuras, 1999, v. 1, p. 475-508.

_____. Gerenciamento de Drenagem Urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. 2002, v.7 , n.1 ,p.5-27.

_____. Gestão de Águas Pluviais Urbanas. 2005.

_____. Águas urbanas. Estudos Avançados (USP.Impresso), v. 22, p. 97-112, 2008.

UN-HABITAT. URBAN PLANNING FOR CITY LEADERS. 2nd Edition.2013. Disponível em:

<<http://mirror.unhabitat.org/pmss/listItemDetails.aspx?publicationID=3385>>. Acesso em:15/04/2015.

VAN DEN BERG, A. E.; HARTIG, T.; STAATS, H. Preference for Nature in Urbanized Societies: Stress, Restoration, and the Pursuit of Sustainability. **Journal Of Social Issues**, [s.l.], v. 63, n. 1, p.79-96, mar. 2007. Wiley-Blackwell. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1540-4560.2007.00497.x>.

VEIGA, A.J.P.;VEIGA, D.A.M.; MATTA, J.M.B. Densidade demográfica como instrumento de planejamento urbano: um estudo de caso sobre vitória da conquista – BA. II Simpósio Cidades Médias E Pequenas Da Bahia.2011

WANG, H. et al. A multivariate analysis integrating ecological, socioeconomic and physical characteristics to investigate urban forest cover and plant diversity in Beijing, China. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 60, p.921-929, jan. 2016. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.08.015>.

WILLIAMS, K. Space per person in the UK: A review of densities, trends, experiences and optimum levels. **Land Use Policy**, [s.l.], v. 26, p.83-92, dez. 2009. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.08.024>.

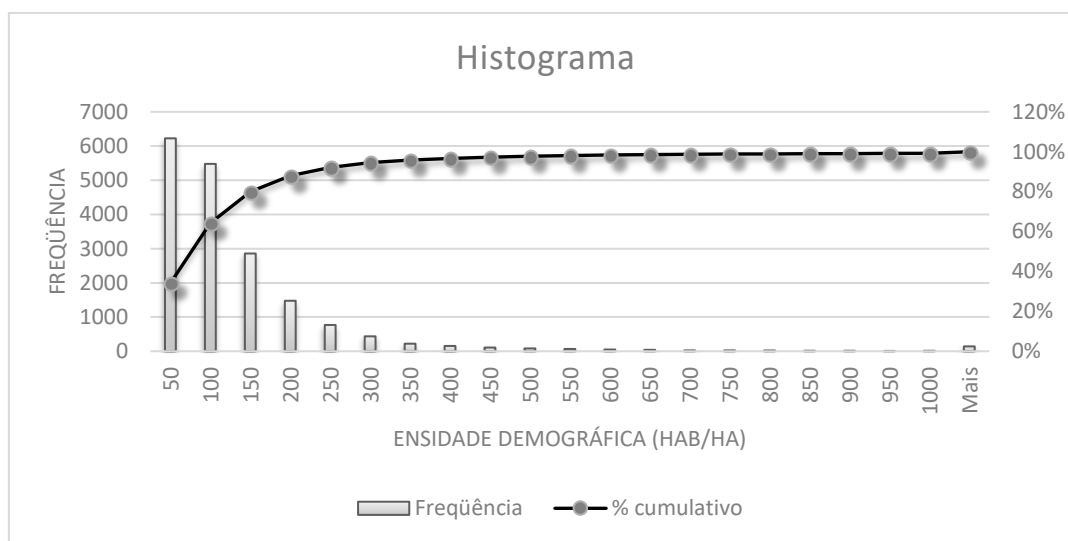
YANG, X.; LI, Y. The impact of building density and building height heterogeneity on average urban albedo and street surface temperature. *Building and Environment*, [s.l.], v. 90, p.146-156, ago. 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.037>.

YUAN, C.; NG, E.; NORFORD, L. K.. Improving air quality in high-density cities by understanding the relationship between air pollutant dispersion and urban morphologies. **Building And Environment**, [s.l.], v. 71, p.245-258, jan. 2014. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.10.008>.

ANEXO 1- Definição das subclasses

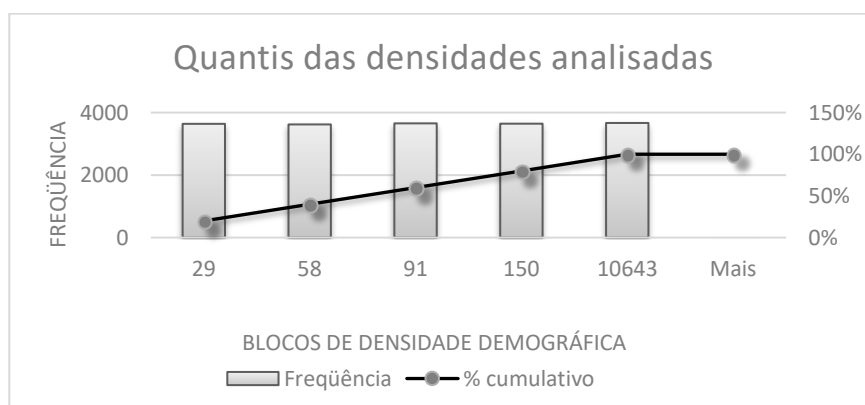
Os valores de densidade demográfica analisados apresentavam uma característica de log normal. Por conta disso, optou-se por trabalhar com os quantis desses dados a fim de subdividi-los em classes que facilitassem o processo de compreensão e descrição dos mesmos (Figura 41).

Figura 41: Distribuição da frequência absoluta da densidade demográfica dos setores censitários urbanos das cidades médias do Estado de São Paulo.



Foram utilizados 5 quantis, em que cada um possuía em média 3600 setores (Figura 42).

Figura 42: Frequência acumulada dos 5 quantis de densidade analisados.



Como cada classe apresentava uma grande variação com relação a área do setor censitário, se identificou a necessidade de fazer uma subdivisão das 5 classes já pré-selecionadas (Tabela 17).

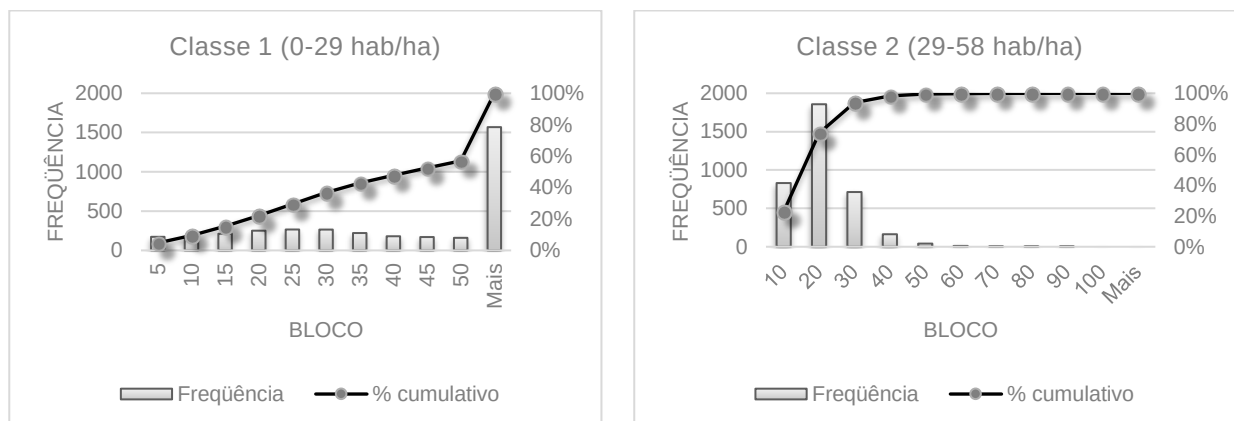
Como entre as classes também não se observou o mesmo padrão de diferença de valores, para cada uma das classes foi calculado o valor médio que dividia os valores de classe de área ao meio. Ou seja, foi encontrado o ponto central em que abaixo dele se encontrasse 50% dos valores com área inferior e acima os outros 50% com área maior.

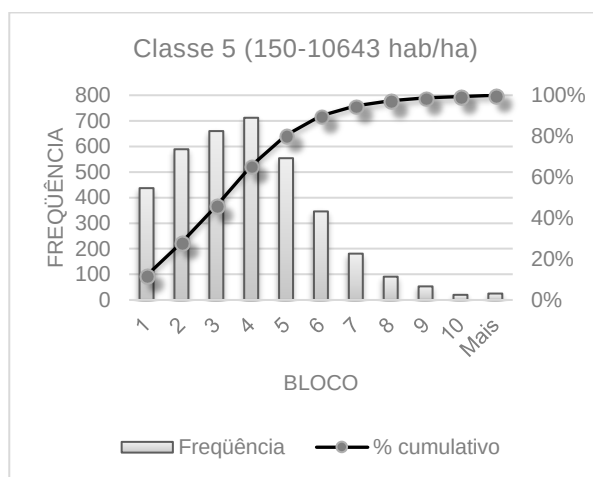
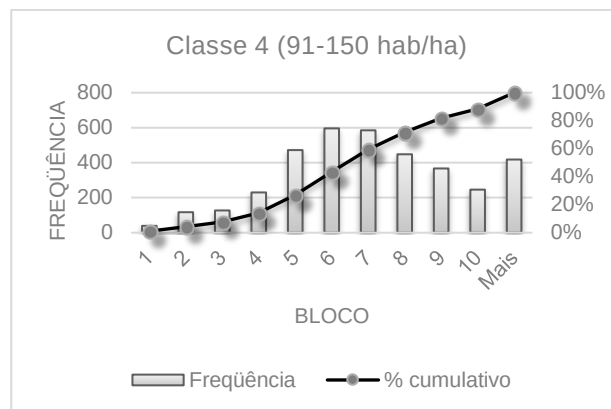
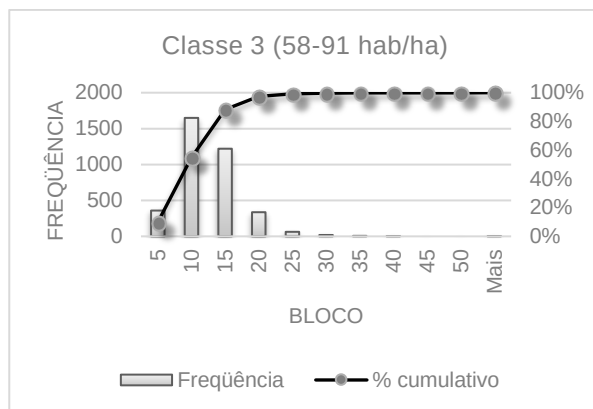
Tabela 17: Valores máximos e mínimos de área de setor censitário encontrados em cada uma das classes de densidade demográfica analisadas.

	Classe do Quantil	Valor máximo da área (ha)	Valor mínimo da área (ha)
1	0 – 29	0,23	3348,99
2	29 - 58	0,23	89,66
3	58 - 91	0,20	55,42
4	91 - 150	0,15	27,95
5	1050 - 10643	0,04	17,31

Dessa foram criadas as subclasses A e B. A seguir os gráficos que mostram os cortes selecionados (Figura 43).

Figura 43: Gráficos com a frequência acumulada de área dos setores censitários divididos por classe de densidade demográfica.





E assim foi possível selecionar os cortes das subclasses de cada uma das classes de densidade demográfica analisadas (Tabela 18).

Tabela 18: Limiar de área de setor censitário para a definição das subclasses de cada uma das classes de densidade demográfica.

CLASSES	(Densidade demográfica hab/ha)	CORTE DAS SUBCLASSES (área do setor em ha)
1	0 - 29	45
2	29 - 58	15
3	58 - 91	10
4	91 - 150	7
5	150 - 10643	3