

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental

Veruska Bichuette Custodio

Sustentabilidade e forma urbana: estudo de caso aplicado à cidade de Uberaba-MG

Uberaba

2018

Veruska Bichuette Custod

Universidade Federal do Triângulo Mineiro



Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental

Dissertação de Mestrado

SUSTENTABILIDADE E FORMA URBANA: ESTUDO DE CASO APLICADO À
CIDADE DE UBERABA-MG

Veruska Bichuette Custodio

Prof. Dr. Ricardo Vicente Ferreira

Uberaba-MG

2018

Veruska Bichuette Custodio

Sustentabilidade e forma urbana: estudo de caso aplicado à cidade de Uberaba-MG

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental da Universidade Federal do Triângulo Mineiro como parte do requisito parcial para obtenção do título de mestre.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vicente Ferreira

Uberaba
2018

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

C991s Custodio, Veruska Bichuette
Sustentabilidade e forma urbana: estudo de caso aplicado à cidade de
Uberaba-MG/ Veruska Bichuette Custodio. -- 2018.
120 f. : il., fig., graf., tab.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) --
Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2018
Orientador: Prof. Dr. Ricardo Vicente Ferreira

1. Arquitetura - Aspectos ambientais. 2. Sustentabilidade. 3. Desen-
volvimento urbano sustentável - Uberaba (MG). 4. Sistemas de infor-
mação geográfica. I. Ferreira, Ricardo Vicente. II. Universidade Fede-
ral do Triângulo Mineiro. III. Título.

CDU 711.4

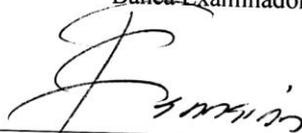
VERUSKA BICHUETTE CUSTODIO

SUSTENTABILIDADE E FORMA URBANA: ESTUDO DE CASO APLICADO À CIDADE
DE UBERABA-MG

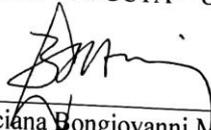
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, para obtenção do título de mestre.

Aprovada em 27 de agosto de 2018

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Ricardo Vicente Ferreira
Orientador – PPGCTA – UFTM



Profa. Dra. Luciana Bongiovanni Martins Schenk
Membro Titular – USP



Prof. Dr. Marcel Fantin
Membro Titular – USP

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a todos os envolvidos no intenso processo de aprendizado e crescimento pessoal que essa pesquisa encerrou. Em especial minha gratidão:

A meus pais, Romildo e Angela; Ao Pedro e ao Dom por tudo sempre;

Ao Ricardo pela orientação, paciência e por tantas trocas de conhecimentos;

Ao professores, colegas e secretária da primeira turma do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental pelas ajudas e, principalmente, trocas que ampliaram meus horizontes;

Aos membros Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (CARTOGEO) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e à parceria do Laboratório de Fotogrametria do Curso de Engenharia Cartográfica e Agrimensura da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo;

Aos membros da banca pelo apoio, disponibilidade e valiosas contribuições;

À CAPES e CNPq pelo apoio financeiro à pesquisa.

Por fim, à Deus e Nossa Senhora que me possibilitam sempre trilhar novos caminhos.

RESUMO

O crescimento das cidades em número e dimensão juntamente com perdas na qualidade ambiental e de vida colocam em questão a organização e a apropriação do solo e dos recursos nas cidades. Sob a ótica do desenvolvimento sustentável, o urbanismo busca soluções para tornar os espaços urbanos economicamente mais justos, ambientalmente menos agressivos e socialmente equilibrados. As diferentes soluções propostas guardam entre si similaridades quanto a materialidade, distribuição, conexão e organização dos elementos urbanos como quadras, ruas, edificações e espaços abertos demonstrando uma tendência discursiva quanto à forma urbana sustentável. A cidade compacta, densa, diversa, integrada, verde e adequada ao sítio onde se insere torna-se nesse contexto a própria materialização da sustentabilidade urbana. E assim sendo, a adequação ou inadequação à essas características nas cidades uma forma de enxergar o quão sustentável ou insustentável o espaço urbano é. Para observação da forma urbana recorre-se às cartografias temáticas e métricas espaciais que visam a tradução e quantificação das características espaciais urbanas na forma gráfica e numérica afim de embasar o processo comunicativo entre as partes interessadas e as ações de planejamento. Visto isso, a presente pesquisa busca aproximar-se das noções de sustentabilidade e forma urbana, das métricas espaciais e características da forma urbana sustentável a fim de verificar os alcances e limitações dessa abordagem para as ações de planejamento e desenho urbano de cidades mais sustentáveis no contexto das cidades médias brasileiras utilizando como estudo de caso a cidade de Uberaba-MG.

Palavras-chave:

Sustentabilidade urbana; forma urbana; métricas espaciais, geoprocessamento aplicado; SIG

ABSTRACT

The growth of cities in number and size coupled with losses in environmental and living quality call into question the organization and appropriation of land and resources in cities. From the viewpoint of sustainable development established in the 1990s, urbanism seeks solutions to make urban spaces economically fairer, environmentally less aggressive and socially balanced. The different solutions proposed have similarities as to the materiality, distribution, connection and organization of urban elements such as blocks, streets, buildings and open spaces in the territory demonstrating a common discourse on sustainable urban form. The compact, dense, diverse and integrated city, green and suitable to the place where it is inserted becomes the very materialization of urban sustainability. Thus, the adequacy or inadequacy of these characteristics in cities is an indicator of how sustainable or unsustainable the city is. To quantify the attributes of sustainable urban form, spatial metrics are used to translate urban reality into numerical form to support urban planning and design actions. The use of the study of the urban form as indicative of sustainability although recent has been emphasized in the literature on the subject. Considering this, the present research seeks to approach the notions of sustainability and urban form, spatial metrics and characteristics of the sustainable urban form in order to verify the scope and limitations of this approach for the urban planning and design actions of more sustainable cities in the context of the Brazilian medium-sized cities for this purpose the city of Uberaba-MG is used as a case study.

Keywords:

Urban sustainability; urban form; ecology of the urban landscape; spatial metrics, applied geoprocessing; SIG

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagramas ilustrativos Triple Bottom Line e Sustentabilidade Urbana.....	41
Figura 2 – Qualidade Ambiental Urbana por Benini e Rosin	44
Figura 3 – Metabolismos urbanos	49
Figura 4 – Sintetização dos serviços ecossistêmicos promovidos pelas áreas verdes em Stockholm de acordo com o estudo realizado por Bolund e Hunhammar em 1999.	53
Figura 5 – Estratificação da forma urbana proposta por Serge Salat	64
Figura 6 – Ilustração da dinâmica de dispersão fragmentação e compactação urbana	66
Figura 7 – Sustentabilidade urbana: Compactação, diversidade e densidade	68
Figura 8 – Localização da cidade de Uberaba-MG na microrregião do Triângulo Mineiro	76
Figura 9 – Evolução da mancha urbana de Uberaba-MG entre os anos de 1930 à 2000	77
Figura 10 – Delimitações urbanas da cidade de Uberaba-MG.....	79
Figura 11 – Unidades de Planejamento e Gestão da cidade de Uberaba-MG.....	79
Figura 12 – Macrozoneamento urbano da cidade de Uberaba-MG.....	80
Figura 13 – Áreas urbanas de recuperação ambiental, sujeitas a enchentes, mau cheiro, ruído e unidades de conservação da cidade de Uberaba-MG	81
Figura 16: Gráfico da diversidade do uso do solo	105
Figura 17: Gráfico da distância média entre os nós.....	106
Figura 18: Gráfico da relação entre áreas impermeabilizadas e áreas verdes	110
Figura 19: Gráfico da intensidade de vegetação rasteira intraquadra.....	111
Figura 20: Gráfico da intensidade da arborização em Praças.....	112

LISTA DE TABELAS

Tabela1: Dados urbanos de Uberaba-MG solicitados e obtidos para o estudo de caso	81
Tabela 2 – Síntese dos dados urbanos disponíveis para o estudo de caso.....	85
Tabela 3 – Seleção UPGs de acordo com o macro zoneamento	87

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Aspectos relativos à qualidade de vida.....	42
Quadro 2 – Serviços ecossistêmicos urbanos.....	52
Quadro 3 – Proposições urbanas sustentáveis.....	58
Quadro 4 – Relação entre as métricas espaciais e características da sustentabilidade urbana.....	72
Quadro 5: Cálculo das métricas espaciais relativas à ocupação do solo.....	98
Quadro 6: Cálculo das métricas espaciais relativas ao uso do solo.....	99
Quadro 7: Cálculo das métricas espaciais relativas à malha viária.....	99
Quadro 8: Cálculo das métricas espaciais relativas às áreas verdes.....	100

LISTA DE MAPAS

MAPA 1 – Cobertura da Imagem do Satélite Planet Scope	84
MAPA 2 – UPGS selecionadas para o Estudo de Caso	88
MAPA 3 – Parcelamento do solo Uberaba-MG	90
MAPA 4 – Corpos hídricos urbanos Uberaba-MG	91
MAPA 5 – Eixos Viários Uberaba-MG	92
MAPA 6 – Zonas de comércio destacadas de Uberaba-MG	94
MAPA 7 – Classificação do uso do Solo	96
MAPA 8 – NDVI - Normalized Difference Vegetation Index.....	97
MAPA 9 - Distribuição manchas construídas pelo Índice do vizinho mais próximo	103
MAPA 10: Densidade de nós.....	108
MAPA 11: Inclinação vária.....	109
MAPA 12: Distribuição áreas verdes: índice do vizinho mais próximo	110

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. DESENVOLVIMENTO	20
2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1.1 SUSTENTABILIDADE: DO SUBSTANTIVO AO ADJETIVO; DO AMBIENTAL AO SOCIOECONÔMICO.	21
2.1.2 SUSTENTABILIDADE E TERRITÓRIO: DA NATUREZA À SOCIONATUREZA	27
2.1.3. SUSTENTABILIDADE URBANA: DO CONCEITO AO PLANEJAMENTO URBANO	33
2.1.4. SUSTENTABILIDADE E FORMA URBANA: DA FUNCIONALIDADE ECOSSISTÊMICA À EFICÊNCIA DOS ESPAÇOS URBANOS	45
2.1.5. FORMA E SUSTENTABILIDADE URBANA: DA OBSERVAÇÃO DOS ELEMENTOS E QUANTIFICAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA FORMA URBANA SUSTENTÁVEL AO USO DAS GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO DAS CIDADES	59
2.2. ESTUDO APLICADO	75
2.2.1. A CIDADE DE UBERABA-MG: REFERÊNCIA DE CIDADE MÉDIA E DE DISPONIBILIDADE DE DADOS	76
2.2.2 METODOLOGIA	85
2.2.2.1 Escala e recortes de interesse	85
2.2.2.2 Organização dos dados, processamento e sistematização das informações	89
2.2.2.3 Cálculo das métricas espaciais para determinação da intensidade, diversidade, distribuição e conectividade	98
3. RESULTADOS.....	101
3.1 RESULTADOS DAS MÉTRICAS APLICADAS À OCUPAÇÃO DO SOLO.....	101

3.2	RESULTADOS DAS MÉTRICAS APLICADAS AO USO DO SOLO.....	105
3.3	RESULTADOS DAS MÉTRICAS APLICADAS AOS EIXOS VIÁRIOS.....	106
3.4	RESULTADOS DAS MÉTRICAS APLICADAS À ÁREAS VERDES	110
4.	CONCLUSÃO	113
5.	REFERÊNCIAS	116

1. INTRODUÇÃO

Trinta anos após a publicação do documento “*Our Common Future*” pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (WCED,1987), a tradução conceitual e prática da sustentabilidade continua um desafio do presente com interesse crescente de organizações políticas e empresariais, movimentos sociais e meio científico. Em comum, governos, empresários, pesquisadores e cidadãos objetivam determinar mecanismos que equilibrem as demandas ecológicas, econômicas e sociais e satisfaçam-se as necessidades do presente sem o comprometimento futuro conforme postula a definição de desenvolvimento sustentável proposta pela Organização das Nações Unidas. Para tal, somam-se conhecimentos e princípios desenvolvimentistas produzidos no âmbito público e privado, acadêmico, governamental e empresarial por engenheiros, sociólogos, arquitetos, economistas, biólogos, geógrafos juntamente com as percepções ordinárias da população em geral. Os diversos conhecimentos e princípios equacionados propiciam a visão holística do ambiente e das relações humanas. Tal visão é determinante para a proposição de soluções para os problemas ecológicos, sociais e econômicos que, de fato, sejam viáveis, justa e corretas e revertam o caráter insustentável dos atuais modos de produção, consumo, apropriação material e espacial. (SARTORI et al, 2014; NASCIMENTO, 2012, MOURA, 1994)

As cidades, enquanto lugar onde os recursos naturais, humanos e tecnológicos concentram-se na mesma proporção que as oportunidades e disfuncionalidades como a poluição, a criminalidade, os congestionamentos e a segregação social, assumem destaque na busca por alternativas de garantam modos de produção e consumo, de apropriação e composição espacial, ou seja, de vida urbana mais sustentáveis. A pretensão de tornar as cidades e o estilo de vida urbano sejam menos impactantes ecologicamente e mais equilibrado socialmente e economicamente destaca-se a partir da crescente conscientização ambiental global verificada em meados dos anos de 1960, tornando-se um tema central com o estabelecimento do desenvolvimento sustentável como normativa para as relações sociedade-natureza. (BUGLIARELLO,2006; MACHADO, 2000)

O objetivo de alcançar a sustentabilidade das e nas cidades - resumida conceitualmente como “sustentabilidade urbana”- torna-se assunto em pauta nas agendas institucionais a partir da institucionalização do termo desenvolvimento sustentável na década de 1990 assumindo-

se, assim, enquanto projeto político e social prioritário num horizonte que aponta para a intensa e contínua urbanização das próximas décadas. O desenvolvimento sustentável urbano é incorporado como estratégia de planejamento direcionada à correção dos rumos da urbanização visando a promoção conjunta da qualidade de vida e ambiental das cidades atenta às consequências ecológicas, econômicas e sociais – positivas e negativas- nas escalas local, regional e global.

A noção de desenvolvimento sustentável, conceito que orienta as estratégias de operacionalização da sustentabilidade, referencia-se, sobretudo, nas matrizes discursivas relativas à: resiliência, eficiência, equidade, ética e autossuficiência cuja interpretação pelos agentes urbanos determinam a diferenciação entre práticas ambientais e socioeconômicas positivas e negativas, incentivadas ou proibidas, louváveis ou execráveis, ratificadas ou repudiadas por gestores, planejadores, investidores, cidadãos e consumidores. Nas cidades, as matrizes discursivas são assimiladas de diferentes modos o que gera uma ampla gama de propostas e ações de “esverdeamento” da agenda urbana. A multiplicidade de iniciativas com atuação em diferentes escalas e processos urbanos (normativos e/ou executivos) deixa evidente a complexidade, pluralidade e dinamismo das questões econômicas, ecológicas e sociais urbanas determinadas, muitas vezes, por interesses conflitantes e características heterogêneas dentro de um mesmo recorte político-administrativo. (SARTORI et al, 2014; BRAGA, 2006; NASCIMENTO, 2012; ACSELARD, 1999; GRIFONI et al, 2012; WILHEIM, 2008)

Novas políticas públicas e ações de construção e reconstrução do território ditas “verdes” partem da observação e equacionamento das questões ambientais, sociais e econômicas latentes com o intento de tornar as relações e os espaços das cidades mais eficientes, resilientes, equitativo, democráticos e éticos. São referência de estratégias urbanas voltadas à sustentabilidade expressões como: IPTU-verde, agenda verde urbana, plano diretor ambiental, desenvolvimento orientado ao transporte sustentável (DOTS), cidades sustentáveis, “eco-cities”, “low-carbon cities”, “cidades ecológicas”, “cidades inteligentes”, “cidades resilientes”. Os nomes deixam implícita além das destacadas complexidade, pluralidade e dinamismo urbanos do espaço urbano e das relações urbanas os diferentes elementos que podem ser manejadas pelos agentes e corpos técnicos para o planejamento de cidades mais sustentáveis. (JOSS, 2015; JONG et al, 2015)

As diferentes estratégias urbanas voltadas à sustentabilidade focam-se em ações de redução de emissão de gases poluentes ou responsáveis pelo efeito estufa, na diminuição da dependência do consumo de combustíveis fósseis, na provisão de um metabolismo urbano circular, no acompanhamento contínuo dos parâmetros urbanos por meio de incremento dos sistemas informacionais e de comunicação, na melhoria da mobilidade, entre outros. Em comum, contudo, observa-se nas diferentes estratégias a adoção de medidas voltadas à reestruturação das bases técnicas e materiais das cidades, sobretudo na forma de adequação ou criação das formas de composição material e de configuração espacial do território urbano. Tal fato, destaca o papel determinante da estrutura física das cidades sobre a qual as relações urbanas se processam para a promoção da sustentabilidade urbana. E, assim sendo, observa-se que boa parte dos estudos voltados ao planejamento urbano sustentável voltam-se a encontrar formas para que a composição e organização dos espaços urbanos melhor respondam às exigências da sustentabilidade urbana como de eficiência, resiliência, equidade as múltiplas escalas¹ – local, regional e global. (JOSS, 2015; JONG et al, 2015)

As definições das características da forma urbana sustentável parte do pressuposto de existir um desenho urbano ideal cuja materialidade e organização espacial otimizam a qualidade de vida e ambiental das cidades observando o equilíbrio entre as demandas ecológicas, sociais e econômicas locais, regionais e globais. Características espaciais como: a compactação, a diversidade, a integração, a densidade, a presença e preservação de espaços verdes e corpos hídricos e a valorização das características naturais do sítio são atributos que, de modo recorrente, são apontados como estratégias voltadas a esse fim. Tais atributos destacam-se em estudos e propostas urbanas realizadas por diferentes profissionais como ecólogos, paisagistas, urbanistas, morfologistas, geógrafos, economistas, sociólogos e outros técnicos urbanos. Nas proposições urbanas que apontam para a adoção das características morfológicas citadas, observa-se como justificativa para tal a economia de recursos e energia, a minimização da poluição local e pressão sobre o sistema entorno, a manutenção das funções ecossistêmicas, a melhoria das relações sociais, a produção de um território equitativo, entre outros aspectos.

¹ No sentido adotado pela pesquisa escala refere-se tanto à dimensão espacial - local, regional ou global quanto às dimensões conceituais colocadas dentro da noção de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: ambiental, social, econômica, cultural, política, etc.

O equacionamento dos atributos morfológicos associados à sustentabilidade urbana torna-se, contudo, complexo uma vez que as metodologias de estudo urbano ainda encontram limitações ao abarcar – enxergar e dimensionar- todas as características naturais, sociais e culturais do meio. Assim sendo, o estabelecimento de normativas universais de composição e organização espacial igualmente válidas para diferentes cidades e realidades intra urbanas configura-se ainda um desafio. A incorporação das noções advindas das lógicas matemáticas pós-modernas como a Fuzzy, a teoria da nebulosa e a teoria do caos, tem contribuído para a superação desse desafio, mas ainda sem de fato uma solução universalista. Segundo tais lógicas, verifica-se a inter-relação entre os parâmetros e a não linearidade da realidade urbana, ou seja, a não adequação do sistema binário para a representação das cidades. Verifica-se também que não existem verdades absolutas e as mesmas premissas adotadas por diferentes especialistas possuem graus variados de pertinência de acordo com o contexto em que são aplicadas e em acordo com as relações que estabelecem entre os diversos fatos e processos urbanos equacionados devendo ser observadas caso a caso. (MOURA, 1994)

Contudo, ainda persistem de modo universal a imagem da cidade sustentável como aquela que é: diversa, densa, compacta, verde, integrada e em harmonia com o contexto geo-ambiental que se insere. Cabe assim questionar: como a observação das características materiais e mórnicas urbanas tidas como referenciais para a cidade sustentável contribui para visualização da sustentabilidade dos espaços urbanos? Pode-se, assim, adotar a visualização e dimensionamento dos atributos da cidade sustentável como instrumento de apoio ao planejamento urbano sustentável?

Tendo essas questões como guia, a presente pesquisa desenvolve-se partindo da revisão bibliográfica sucinta dos conceitos: sustentabilidade, desenvolvimento sustentável, sustentabilidade urbana e forma urbana. Ressalta-se, na revisão bibliográfica, as visões e questões colocadas pela ecologia, ecologia da paisagem e morfologia urbana para delimitação das questões relativas à sustentabilidade urbana e dos atributos espaciais característicos a essa. Elencados os atributos espaciais, são também ressaltadas as métricas da paisagem aplicáveis à tradução e mensuração dos aspectos da forma urbana relativos à sustentabilidade. Destaca-se, por fim, o uso da cartografia temática e dos recursos disponibilizados pelos sistemas de informação geográfica como ferramentas para otimização da visualização e comunicação das características urbanas e para o planejamento urbano sustentável.

Os apontamentos levantados na revisão bibliográfica, subsidiam o desenvolvimento da metodologia direcionada ao estudo prático para observação de como os aspectos relativos à sustentabilidade da forma urbana encontram-se especializados e descrevem a realidade urbana. Objetiva-se nessa etapa da pesquisa verificar os alcances e limitações do estudo cartográfico e métrico da forma urbana, para a observação direcionamento das ações de promoção da sustentabilidade nas cidades. O estudo prático é aplicado à cidade de Uberaba-MG considerada como referência de cidade média brasileira situação que interessa à pesquisa.

A pesquisa justifica-se, primeiramente, pela atualidade e relevância do tema abordado ainda pouco explorado em pesquisas acadêmicas nacionais. A abordagem da temática da sustentabilidade urbana, dotada de polivalência e complexidade, torna-se crucial em uma sociedade já predominantemente urbana, cujos problemas agravam-se a cada dia e para a qual a promoção da sustentabilidade demonstra-se ação promissora para elevação da qualidade ambiental e de vida urbanas. Sendo as estratégias de observação dos aspectos relativos à sustentabilidade das cidades como os ofertados pelos recursos cartográficos e métricas espaciais essenciais para o planejamento, locação de recursos e ações urbanas as possibilidades e limitações oferecidas pelo estudo da forma urbana sustentável devem ser consideradas no contexto das cidades brasileiras sobretudo as médias cuja expansão intensificou-se desde meados dos anos de 1970. A pesquisa legitima-se também por estruturar-se como um estudo que intenta a aproximação de conteúdos relativos ao urbanismo, à morfologia urbana, à ecologia, ao paisagismo, à ecologia das paisagens e às geotecnologias, de forma a contribuir com a abordagem multidisciplinar e visão holística do espaço urbano. A interdisciplinaridade e transdisciplinaridade explorada vale-se das possibilidades oferecidas pelo Programa de Pós-Graduação de Ciências e Tecnologia Ambiental e da disponibilidade de referencial teórico sobre o tema em áreas diversas.

2. DESENVOLVIMENTO

O Desenvolvimento da pesquisa divide-se em: revisão bibliográfica e estudo aplicado. A revisão bibliográfica, haja vista a amplitude e polissemia das noções de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável, desenvolvimento urbano sustentável e forma urbana, objetiva definir o referencial teórico no qual a pesquisa apoia-se. Destaca-se dentro da revisão bibliográfica a contribuição dos estudos ecológicos e morfológicos urbanos como também das geotecnologias cujo teoria torna-se referencial para o estudo prático aplicado à cidade de Uberaba- MG na sequência do desenvolvimento da pesquisa.

O estudo aplicado vale-se das conclusões obtidas a partir da revisão bibliográfica para estruturar a metodologia para espacialização, quantificação e observação dos atributos da forma urbana sustentável evidenciáveis na cidade de Uberaba-MG. O conjunto de dados urbanos levantados são associados às métricas espaciais selecionadas para o estudo cartográfico da sustentabilidade urbana.

Os resultados do estudo aplicado paralelamente ao referencial levantado na revisão bibliográfica são subsídio para as conclusões apontadas pela pesquisa.

2.1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Afim de tornar a revisão bibliográfica mais clara, essa encontra-se dividida nos seguintes subitens:

Sustentabilidade: do substantivo ao adjetivo; do ambiental ao socioeconômico;

Sustentabilidade e território: da natureza à socationatureza;

Sustentabilidade urbana: do conceito ao planejamento urbano;

Sustentabilidade e forma urbana: da funcionalidade ecossistêmica à eficiência dos espaços urbanos;

Forma e sustentabilidade urbana: da observação dos elementos e quantificação dos atributos da forma urbana sustentável ao uso das geotecnologias no estudo das cidades.

2.1.1 SUSTENTABILIDADE: DO SUBSTANTIVO AO ADJETIVO; DO AMBIENTAL AO SOCIOECONÔMICO.

A sustentabilidade é um dos principais assuntos da atualidade com crescente destaque em debates acadêmicos e midiáticos, agendas políticas e econômicas, estratégias de produção e marketing sobretudo com a popularização do conceito desenvolvimento sustentável onde a sustentabilidade torna-se uma adjetivação para “desenvolvimento”. A sustentabilidade e o desenvolvimento sustentável são hoje termos tidos como referenciais para caracterização da situação, das relações e das ações humanas, todavia, é importante entendê-la a princípio como parte da evolução histórica de dinâmicas sociais, econômicas, políticas e culturais conformam as relações sociedade – natureza, essa última entendida tanto como recurso quanto espaço. (NASCIMENTO,2012; JATOBÁ et al, 2009)

No campo das ciências, a origem do termo sustentabilidade pertencente ao léxico da biologia, remetendo à capacidade dos ecossistemas de resistirem, se recuperarem e/ou adaptarem-se mantendo-se por tempo indeterminado com a maior biodiversidade possível frente a desordens, internas ou externas, ao próprio sistema. Apropriada pela ecologia, a noção de sustentabilidade insere-se em discussões mais amplas a partir de sua incorporação à temática ambiental ao longo da segunda metade do século XX. (DOVERS e HANDMER ,1992 apud SARTORI et al, 2014)

A sustentabilidade na visão ecológica coloca em evidencia o conceito de resiliência, que refere-se à capacidade de equilíbrio dinâmico inerente aos ecossistemas cujos mecanismos de próprios de auto regulação possibilitam a manutenção e persistência frente agressões de ordem natural, tais como, tremores de terra, erupções vulcânicas tsunamis, maremotos e determinados níveis de pressões antrópicas tais como a exploração recursos naturais, predação, desflorestamento, incêndios, etc. Coube à ecologia radical de visão biocêntrica² com o maior entendimento dos processos ecológicos e das atividades humanas, destacar os primeiros indícios da perda de resiliência, ou seja, a ruptura do equilíbrio intrínseco dos ecossistemas provocada pelas ações do homem revelando o descolamento que caracteriza boa parte da relação moderna Homem- Natureza. (BOFF, 2010; NASCIMENTO, 2012; SILVA et al, 2014; JATOBÁ et al, 2009)

² Visto como um ramo dentro da ecologia, o biocentrismo atribui valor à Natureza independente da satisfação das necessidades humanas que ela cumpra “ Embora considere o homem parte integrante da natureza, o biocentrismo ressalta a importância da biocenose ou biota, que é a associação de populações de espécies diferentes que habitam um biótopo comum ou comunidade biológica, em relação à antropocenosose, comunidade humana, para manutenção do equilíbrio ecológico. ” (JATOBÁ et al, 2009)

Os desequilíbrios provocados pelo uso indiscriminado e irracional dos recursos naturais e pela degradação do meio físico começam a ser sentidos na Europa e EUA já nas décadas seguintes à primeira Revolução Industrial. Porém, somente ao final da Segunda Guerra Mundial que a humanidade toma consciência da enorme capacidade humana de transformação e destruição do ambiente - natural e construído - e o quanto isso ameaça sua própria existência. A partir de então, a percepção dos desequilíbrios ecológicos logo aumentaria sendo destacadas as consequências planetárias e ameaças latentes à sobrevivência do próprio homem. (JATOBÁ et al, 2009; NASCIMENTO, 2012)

Eventos ambientais de grande impacto como: a poluição nuclear sentida a quilômetros do local de detonação atômica, a inversão atmosférica em Donora nos Estados Unidos (1948), a concentração de poluição “Big Smoke” em Londres (Inglaterra, 1952), a contaminação por dejetos industriais de mercúrio na Baía de Minamata no Japão (1956) juntamente com publicações referenciais que denunciam os impactos ambientais causados pelo homem como Silent Spring³ ganham destaque na mídia e movimentam a opinião pública. A mídia e o grande público tornam-se elementos fundamentais para o fortalecimento dos movimentos ambientalistas entre as décadas de 1950 e 1970 que até então cresciam sobre sobretudo nos ambientes acadêmicos. (EDWARDS, 2005)

O primeiro Dia da Terra (Earth Day) em 1970 simbólico para destacar o movimento de conscientização ambiental popular e o crescente espaço adquirido pela questão ecológica para além do ambiente acadêmico. A conscientização da sociedade quanto a gravidade da crise ambiental não apenas fortalece os movimentos ambientalistas como também pressiona políticos a posicionarem-se em defesa do meio ambiente o que culmina com a primeira Conferência Mundial do Desenvolvimento e do Meio Ambiente realizada em Estocolmo em 1972. (EDWARDS, 2005)

A conferência realizada sob os impactos da publicação *The Limits of Growth* (Meadows et al, 1972 apud Nascimento, 2012) realizada pelo Instituto de Tecnologia de Massachusetts e financiada pelo Clube de Roma⁴, destaca que o crescimento da produção

³ Silent Spring é publicado em 1962 pela bióloga naturalista americana Rachel Carson denunciando a poluição e desequilíbrio ambiental causado pelo uso de pesticida e inseticidas químicos.

⁴ O Clube de Roma é um grupo de pessoas que se destacam nos negócios, economia e pesquisa que se reúnem para debater assuntos relacionados à política, economia internacional e, sobretudo, ao meio ambiente e o desenvolvimento sustentável. Tornou-se muito conhecido a partir de 1972, ano da publicação do relatório intitulado Os Limites do Crescimento, elaborado por uma equipe do MIT, contratada pelo Clube de Roma e chefiada por Dana Meadows.

(crescimento econômico) e do consumo (crescimento populacional) ocasionaram uma crise de ordem ambiental e, conseqüentemente, econômica catastrófica. Na publicação de inspiração neomalthusiana são defendidos limites tanto para o crescimento populacional quanto econômico. Coincidentemente ou não, no ano seguinte (1973) a primeira crise do petróleo reforça o exposto evidenciando a insustentabilidade do modelo econômico vigente frente ao esgotamento ou limitação de acesso à recursos naturais como o petróleo por causas sociais como políticas. Expostas as fragilidades econômicas frente à degradação do ambiente que limite ou impossibilite o acesso aos recursos naturais, a primeira Conferência Mundial do Desenvolvimento e do Meio Ambiente é marcada pela aproximação das questões ecológicas (preservação de recursos, degradação de ecossistemas, etc.) das de ordem econômica e sociais (crescimento econômico, padrões de produção e consumo). (NASCIMENTO, 2012)

Todavia, o equacionamento da tensão entre as questões ecológicas, econômicas e sociais pela moratória ao crescimento da produção de divisas e populacional torna-se conflituoso uma vez que no período o discurso desenvolvimentista vigente associa a superação das mazelas social ao progresso econômico. Sendo o crescimento econômico visto essencial para a superação das mazelas sociais como a pobreza e a exclusão social sua a limitação geraria conseqüências negativas que agravaria inclusive a pressão sobre o ambiente nos países em desenvolvimento. Segundo a projeção dos especialistas, embora todos os países sintam os efeitos da crise ambiental global, as reações a ela são distintas em cada contexto socioeconômico. Enquanto países desenvolvidos temem as perdas de qualidade de vida, os países em desenvolvimento temem sanções ao crescimento e, conseqüente, aumento da pobreza. Por outro lado, enquanto os primeiros buscaram adequar seus processos frente, por exemplo, à crise energética encerrada pelo aumento do preço do petróleo internacionalmente, os segundos tendem a aumentar as pressões ambientais visando superar a perda de divisas e intensificam a migração para as cidades em busca de melhores condições. (NASCIMENTO, 2012)

Observa-se assim que as questões ambientais só conseguiriam ser enfrentadas se abordadas em conjunto com as demandas econômicas e sociais e as distintas realidades dando à sustentabilidade três dimensões principais – a ambiental, a econômica e a social cujas abordagens variam em relação ao contexto local/regional. Percebe-se assim, a necessidade de incorporação das dimensões culturais e políticas para o equacionamento da questão ambiental.

Nascimento (2012) descreve as três dimensões principais como:

“A primeira dimensão do desenvolvimento sustentável normalmente citada é a ambiental. Ela supõe que o modelo de produção e consumo seja

compatível com a base material em que se assenta a economia, como subsistema do meio natural. Trata-se, portanto, de produzir e consumir de forma a garantir que os ecossistemas possam manter sua auto reparação ou capacidade de resiliência. A segunda dimensão, a econômica, supõe o aumento da eficiência da produção e do consumo com economia crescente de recursos naturais, com destaque para recursos permissivos como as fontes fósseis de energia e os recursos delicados e mal distribuídos, como a água e os minerais. Trata-se daquilo que alguns denominam como eco eficiência, que supõe uma contínua inovação tecnológica que nos leve a sair do ciclo fóssil de energia (carvão, petróleo e gás) e a ampliar a desmaterialização da economia. A terceira e última dimensão é a social. Uma sociedade sustentável supõe que todos os cidadãos tenham o mínimo necessário para uma vida digna e que ninguém absorva bens, recursos naturais e energéticos que sejam prejudiciais a outros. Isso significa erradicar a pobreza e definir o padrão de desigualdade aceitável, delimitando limites mínimos e máximos de acesso a bens materiais. Em resumo, implantar a velha e desejável justiça social.”

(NASCIMENTO, 2012, p. 55 - 56)

A solução que contemplem desenvolvimentistas e ambientalistas e as múltiplas facetas das questões levantadas torna-se complexa e extrapola a capacidade da Conferência de Estocolmo de gerar grandes resultados. As principais contribuições da conferência é o fato de selar a questão ambiental como parte de um debate mundial e de aproximá-la de questões de ordem econômica e social repercutindo na criação de uma série de agências, instituições e órgãos administrativos ambientais em vários países como a Secretaria Especial do Meio Ambiente (Sema) no Brasil em 1973. (SARTORI et al, 2014)

Para Nascimento (2012):

“Em face da complexidade das contendas, a Organização das Nações Unidas (ONU) deslocou o debate para uma comissão técnica que produziu Only one earth (Ward & Dubos, 1973). O documento considerava o problema ambiental como decorrente de externalidades econômicas próprias do excesso de desenvolvimento (tecnologia agressiva e consumo excessivo), de um lado, e de sua falta (crescimento demográfico e baixo PIB per capita), de outro.”

(NASCIMENTO, 2012, p. 53)

Levantadas as feições gerais da insustentabilidade da relação sociedade-natureza - nos aspectos ambientais, econômicos e sociais tais como o uso indiscriminado de recursos naturais, a degradação e contaminação contínua do meio ambiente, o aumento da produção e do consumo de matéria prima e energia, a pobreza, a desigualdade social, etc. - o desafio torna-se formatar o discurso e ações que compatibilize a sustentabilidade nas três dimensões sem contudo pautar-se na contenção do crescimento - estratégia impopular e questionável proposta sem sucesso na Conferência de Estocolmo. Faz-se necessário então outra abordagem

que equacione o crescimento econômico com o desenvolvimento social e a conservação ambiental, e que consiga ser de ampla aceitação e fácil negociação.

Após a conferência de Estocolmo, o equacionamento das questões ambientais, econômicas e sociais assume um caráter notadamente político que a busca o estabelecimento de diretrizes que possam ser apropriadas e tomadas como regra para diferentes realidades. Nesse sentido, surge o relatório *Our Common Future* apresentado pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (CMMAD - ONU) presidida pela ex-primeira ministra norueguesa Gro Harlem Brundtland em 1987. O documento político de tom conciliatório sintetiza um novo conceito que logo é incorporado ao léxico comum: o desenvolvimento sustentável. No relatório, o desenvolvimento sustentável é exposto como aquele capaz de satisfazer as necessidades humanas do presente não comprometendo a satisfação das necessidades das futuras gerações. De caráter vago e flexível - sem estabelecer exatamente quais seriam as necessidades humanas do presente e do futuro - o conceito populariza-se ao ser ratificado por 178 nações participantes da Cúpula da Terra (ECO-92) em 1992 no Rio de Janeiro onde o relatório foi oficialmente apresentado. (SARTORI et al, 2014; JATOBÁ et al, 2009)

Desde então, o conceito de desenvolvimento sustentável passa a ser continuamente redefinido e (re) interpretado tornando-se um campo de luta simbólica. Em torno do conceito, discriminam-se práticas e formas sociais consideradas boas (condicionadoras ou portadoras da sustentabilidade) das práticas ruins (não sustentáveis) o que condiciona posições e medidas de governos, empresários, políticos, movimentos sociais e organismos multilaterais que objetivam alcançar à almejada sustentabilidade. (ACSELRAD, 1999; NASCIMENTO, 2012)

O tom conciliatório e o caráter vago e flexível apontados, sem dúvida tornam o desenvolvimento sustentável amplamente aceito e apropriado enquanto discurso e propósito universal, contudo de difícil operacionalização tanto por não fixar diretrizes específicas quanto por aproximar racionalidades tão distintas e ainda pouco flexíveis como a econômica (desenvolvimentista), a ambiental (ecologista, preservacionista) e a social. Tal fato, torna-se perceptível no balanço realizado por ocasião da Cúpula Mundial sobre o Desenvolvimento Sustentável (Rio+10) realizada em Johannesburgo em 2002 onde foram notados mais retrocessos que avanços nas questões ambientais e sociais em um balanço global. (NASCIMENTO, 2012)

Nascimento (2012, p.59) coloca que:

“houve no período decorrido entre as duas conferências uma piora nos indicadores socioambientais e uma redução percentual da ajuda dos países ricos ao desenvolvimento dos países pobres” Evidenciando na constatação dos poucos avanços nos compromissos firmados desde a Rio 92 que “o desenvolvimento sustentável, enquanto propósito global, estava sendo mais retórico do que real. ”

Apesar de guardar em si certo caráter utópico (como na sua proposta idealista de desenvolvimento) e teleológico uma vez que tem por objetivo reconstruir o presente com base em exigências futuras incertas, é inegável que o desenvolvimento sustentável enquanto caminho para se atingir a o equilíbrio das dimensões ambiental, econômica, social nas escalas locais regionais e global torna-se, nas últimas décadas um discurso político hegemônico e um paradigma social para as ações humanas na busca da desejável manutenção, sobrevivência e harmonia de todas as formas de vida na Terra. (NASCIMENTO, 2012; ACSELRAD, 1999)

Muito embora ainda não se tenha atingido a sustentabilidade e não aparentemente não se saiba ao certo como estruturá-lo na prática, não se pode negar o caráter revolucionário assumido na assimilação das noções de sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável pela sociedade. Observam-se atreladas a essas ideias, diversas iniciativas e estratégias que determinam modos de vida e relações socioeconômicas e ambientais mais harmoniosas. Andres R. Edwards (2005) defende que, a emergência da sustentabilidade enquanto objetivo comum de diferentes agentes como um processo revolucionário de impacto potencial similar ao da revolução industrial, capaz de transformar tudo, de lugares a produtos, de formas de viver a formas de consumir, de ações individuais aos compromissos comunitários. Edwards destaca as evidências dessa revolução ao colocar:

“Though still largely underground and misunderstood, the Sustainability Revolution is affecting the economic, ecological and social aspects of societies worldwide. Amid the invasion of SUV’s Costcos, Wal-Marts and supermarket chains, we see glimpses of this transformation in the increasing numbers of hybrid cars, wind turbines and solar panel installations; the resurgence of farmers markets and organic foods in cities and towns across Europe and US; the introduction of ecoliteracy curricula in some schools and universities; the building of cohousing projects that restore community ties; and the large number of grass-roots groups from around the world working on issues such as habitat restoration, climate change, labor rights, local currencies and the protection of local economies. These changes, though inconspicuous, are blazing a trail toward a new awareness that treats the fabric of life of our planet with respect and seeks to balance economic goals and ecological health”
(EDWARDS, 2005, p. 2)

Além de torna-se um paradigma social, a noção de sustentabilidade representa um marco para a relação Homem- Natureza sobretudo a partir do momento que o homem se percebe como parte da natureza e essa não apenas como produto e sim espaço, território compartilhado e regido por lógicas tanto ecológicas, econômicas e sociopolíticas.

2.1.2 SUSTENTABILIDADE E TERRITÓRIO: DA NATUREZA À SOCIONATUREZA

A ecologia (*oikos*- casa, habitat, ambiente; *logos* – estudo, conhecimento) objetiva compreender as relações entre os organismos e os ambientes. O ambiente ecológico é o suporte físico do qual os organismos extraem recursos e no qual se relacionam promovendo o fluxo de energia e ciclagem de matéria. Ao conjunto formado pelos sujeitos - organismos que ocupam determinado recorte espacial em estudo - e objetos - elementos físico e parâmetros químicos de determinada área dá-se o nome de ecossistema. (LAWRENCE, 2003 apud ANGEOLETTO,2008; ODUM, 1988 apud ANGEOLETTO, 2008; HOLZER, 1997)

Nos estudos ecológicos é comum encontrar o ecossistema dividido em: ecossistemas naturais - aqueles sem a intervenção humana, e ecossistemas artificiais - modificados ou construídos pela atuação do homem. Tal abordagem que coloca em lados opostos os ambientes intocados (naturais) e demais apropriados pelo homem (artificiais) demonstra a dicotomia entre a Sociedade e a Natureza que perdurou até recentemente com a emergência da questão ambiental para além da ecologia. Tanto no idealismo da natureza contemplativa quanto no racionalismo economicista da natureza objeto e produto observa-se a dissociação do homem como parte integrante da natureza com igual direito aos recursos do meio quanto os demais organismos. (ANGEOLETTO, 2008; CIDADE, 2001; FARAH, 2006; PELLEGRINO, 2000)

O meio natural distante do homem é romantizado pelos primeiros movimentos ambientalistas sendo alvo de ações preservacionistas e conservadoristas difundidos mundialmente ao final do século XIX e início do século XX. Os grupos de caráter preservacionistas também conhecidos como protecionistas são os primeiros a surgirem - notadamente junto com a ecologia enquanto campo científico - e tem por princípio a proteção integral da natureza em áreas específicas. Deve-se a esses a criação dos primeiros parques de proteção ambiental como o *Yosemite National Park* nos Estados Unidos no início do século XX, modelo para criação de outras áreas de preservação ao redor do mundo nas décadas

seguintes. O Movimento conservacionista além da defesa de áreas específicas volta-se à proteção da vida selvagem notadamente ao combate a caça predatória e da qualidade de vida devolvendo a salubridade de áreas urbanas degradadas pelo processo de industrialização. As ações conservadoristas além da criação de reservas naturais para estudos e manutenção das funções ecológicas, atuam na criação de parques para fins estéticos e recreacionais urbanos e projetos de cunho sanitário em áreas degradadas das cidades. (JATOBÁ et al, 2009; ANDREWS, 2005)

A proposição de grandes porções territoriais protegidas de modo integral, ou seja, sem a presença humana ou onde essa é permitida apenas para fins de pesquisa científica, proposta por preservacionistas e conservacionistas, torna-se segundo Jatobá et al (2009) “absolutamente necessária para a proteção de atributos bióticos e a manutenção de serviços ambientais”. Contudo, apresentam caráter limitado uma vez que não propõem formas de conciliação da necessária preservação e uso racional da natureza com a atuação e presença do homem. As unidades de conservação tornam-se também alvos frequentes de invasões e pressões antrópicas do entorno o que demonstra a inexistência de uma consciência coletiva sobre a importância de sua existência. (JATOBÁ et al, 2009; ANDREWS, 2005)

Embora fundamentais para manutenção da biodiversidade e funções ecossistêmicas ainda criadas e mantidas por medidas atuais como demonstra a lei brasileira 9.985/2000 que versa sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), as áreas de conservação, enquanto espaços delimitados e segregados, não fazem frente à principal questão que emerge da conscientização ambiental das décadas finais do século XX e estrutura o discurso da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável: como conciliar a preservação ambiental com a presença e atividade humana?

Como coloca Pellegrino (2000):

“Essa separação de funções, no entanto, não corresponde à realidade de interdependência existente entre os diversos elementos que compõem o ambiente: proteger ‘ilhas’ de natureza em uma paisagem altamente transformada não é um enfoque sustentável, afinal não há cercas contra a poluição do ar ou dos lençóis freáticos, como alguns inúmeros exemplos.”

(PELLEGRINO, 2000 p.162)

A emergência da questão ambiental induz ao rompimento da dicotomia Homem-Natureza e à percepção do meio ambiente em sua totalidade composto por distintos níveis de apropriação e modificação pelo homem. Identifica-se, enfim, o homem como parte da

natureza e o meio ambiente como um todo composto por um mosaico de paisagens naturais e artificiais que devem ser preservados ou ter um uso racional em sua totalidade. O meio ambiente deixa de ser visto como recurso para seu desenvolvimento econômico e social ou paisagem distante sendo percebido como o suporte físico que mantém e localizam-se as relações humanas. O correto manejo e compreendendo apropriação verificados a capacidade dos ecossistemas de absorverem as externalidades negativas e as sinergias entre os diferentes elementos e partes torna-se assim a abordagem que se sobrepõem às ideias conservadoras e preservacionistas. (JATOBÁ et al, 2009; CIDADE, 2001)

A sustentabilidade ambiental a partir da compreensão na natureza como meio ambiente, recurso e suporte físico para as relações humanas e das demais espécies, destacada a importância de se refletir sobre modos de ocupação e organização espacial mais sustentáveis. A dimensão geográfica e territorial e as distintas escalas locais regionais e global tornam-se desse modo referenciais para as discussões em torno da sustentabilidade. Segundo Sachs apud Jatobá et al. (2009) para obter-se a sustentabilidade deve-se buscar equilíbrio na ordenação do território mediante a distribuição melhorada dos assentamentos humanos e das atividades econômicas. Propostas como “a desconcentração metropolitana e industrial, uma configuração rural-urbana mais adequada, a promoção da agricultura e da exploração agrícola de florestas de forma sustentável, e freio à destruição de ecossistemas frágeis por processos descontrolados de colonização” (JATOBÁ et al, 2009 p.63) aparecem em políticas de ordenamento do território e passam a ser adotadas por diversos países a partir da década de 1980 no escopo das políticas ambientais.

Um dos primeiros documentos a abordar a ordenação territorial como essencial à sustentabilidade é a Carta Europeia de Ordenação do Território (CEOT) de 1988 onde define-se a ordenação territorial como “a tradução espacial das políticas econômica, social, cultural e ecológica da sociedade”. E “simultaneamente uma disciplina científica, uma técnica administrativa e uma política que se desenvolve em uma perspectiva interdisciplinar e integrada tendente ao desenvolvimento equilibrado das regiões e a organização física do espaço, segundo uma estratégia de conjunto” (Portugal, 1988 p. 9 apud JATOBÁ et al, 2009 p.63)

A partir da Carta Europeia de Ordenação do Território (CEOT) fortalece-se a noção de que a organização territorial poderia promover um desenvolvimento mais equilibrado observando tanto a proteção ambiental quanto a coesão socioeconômica. Nos anos seguintes,

outros documentos oficiais são lançados com os mesmos princípios que orientam a Carta Europeia objetivando de promover o desenvolvimento sustentável a partir da organização do espaço. Entre eles, destaca-se o *European Spatial Development Perspective – ESDP* que define a política territorial a ser adotada na Europa e torna-se uma referência para mundial. No documento o “desenvolvimento territorial equilibrado é definido como a compatibilização das demandas sociais e econômicas do desenvolvimento com as funções ecológicas e culturais de cada região. As suas diretrizes principais são: 1) desenvolvimento de um sistema urbano equilibrado e policêntrico e de uma nova relação urbano-rural; 2) garantia de acesso paritário à infraestrutura e ao conhecimento; e 3) desenvolvimento sustentável e gerenciamento prudente e proteção do patrimônio natural e cultural”. (European Commission, 1999 apud JATOBÁ et al, 2009 p.63).

O documento mencionado e outros igualmente pautados em diretrizes para a organização equilibrada do território encontram muitas vezes dificuldade em efetivar-se e atingir a plenitude de seus objetivos. Tal fato demonstra, entre outras coisas, que o território ocupado pelo homem não se configura apenas como suporte físico regido por leis orgânicas, mas é sobretudo como construção sociopolítica. Como afirma Gottmann (2012), “os componentes naturais de qualquer território dado foram delimitados pela ação humana e são usados por um certo número de pessoas por razões específicas, sendo tais usos e intenções determinados por e pertencentes a um processo político.” (Gottmann, 2012 p.523)

A compreensão de que os territórios não são formados apenas por elementos da natureza em seu estado puro e leis naturais de uso e ocupação, mas sim por elementos naturais e construídos apropriados, combinados e distribuídos segundo lógicas sociais, econômicas, políticas e culturais. Desperta-se a noção de socionatureza que segundo Swyngedouw, 2004 citado por Jatobá et al 2009 pode ser entendida como:

A“Socionatureza pode ser entendida como a natureza socialmente produzida, admitindo-se que a natureza em seu estado puro (natureza pristina) é praticamente inexistente, tendo em vista que cada intervenção humana no ambiente produz uma nova natureza. A produção da socionatureza inclui, além dos processos sociais de transformação da natureza, os discursos e as imagens simbólicas sobre a natureza”.

(Jatobá et al, 2009 p. 81)

O conceito de socrionatureza reforça a percepção de que as leis que governam a organização espacial da natureza associam-se tanto aos processos ecossistêmicos e relações ecológicas levantadas pela ecologia como a competição, a invasão, a sucessão, entre outros quanto às estruturas culturais, políticas, psicológicas e econômicas presente nos estudos sociológicos. A socrionatureza mostra-se, desse modo, complexa e difícil de ter suas leis descritas uma vez que o metabolismo dos processos naturais se soma ao dinamismo dos processos sociais segundo lógicas ainda não elucidadas e que extrapolam os campos disciplinares técnicos que a princípio contemplam o planejamento espacial. (WU, 2014; JATOBÁ et al, 2009; WHILEN, 2008)

A princípio, a ideia de socrionatureza não questiona a possibilidade de haver uma organização territorial que promova ou seja portadora da sustentabilidade, mas defende que essa deve considerar as condicionantes sócio políticas do espaço que promovem “uma distribuição desigual de ônus e benefícios ambientais, em função de capacidades desiguais de poder entre os atores sociais” (JATOBÁ et al, 2009 p.69). A sustentabilidade territorial que engloba tanto as questões físicas e ecológicas quanto as questões sociais econômicas e políticas vai ao encontro das discussões levantadas pela noção de justiça ambiental onde observa-se a centralidade da ética e da equidade nas ações sobre o território.

A necessidade da incorporação da justiça ambiental nas estratégias de organização do espaço advém da constatação de que existe uma distribuição desigual dos recursos e problemas ambientais de acordo com os perfis sociais que devem ser reconhecidas e enfrentadas de forma ativa. Um dos exemplos de injustiça ambiental que deve combatido segundo Martinez-Alier citado por Jatobá é o racismo ambiental caracterizado por “depósitos de lixos químicos e radioativos ou indústrias com efluentes poluentes estavam concentradas, em sua maioria, em áreas habitadas por grupos socialmente discriminados. ” (Martinez-Alier 2007 apud JATOBÁ et al, 2009 p.69). Para que situações como essa não se perpetuem deve-se, assim, reconhecer “o papel da dinâmica econômica e social e de suas contradições, que ocupam o cerne do modelo civilizatório dominante, na constituição, reprodução e ampliação da chamada questão ambiental. ” (JATOBÁ et al 2009 p.80)

Nas cidades as questões e contradições econômicas sociais e ambientais tornam-se mais visíveis sendo sintomático o agravamento mútuo dos problemas de ordem ambiental e socioeconômica nas últimas décadas. Como construção política, as cidades são o resultado da interação de “forças entre atores com capacidades desiguais de poder e objetivos por vezes

antagônicos” (JATOBÁ et al 2009 p. 77). No espaço, as forças dos distintos atores conformam um mosaico de paisagens que são a própria materialização do urbano e revelam, no seu desequilíbrio, os desequilíbrios entre os valores ecológicos, econômicos e sociais da sociedade que as constrói. (JATOBÁ et al, 2009; BARBOSA e JUNIOR,2009)

A heterogeneidade espacial característica do ambiente das cidades é reflexo das dinâmicas econômicas, sociais e políticas que determinam a forma, organização e evolução da paisagem urbana. As várias peças do mosaico paisagístico - áreas vegetadas, áreas pavimentadas, áreas densamente construídas, corpos hídricos - são caracterizadas por distintas diversidades e funções ecológicas e socioeconômicas, assim sendo, por fluxos distintos de matéria/energia bem como geração de resíduos e oportunidades. Destaca-se entre as subdivisões da paisagem urbana inter-relações que operam em diferentes escalas e que determinam o modo como circulam pessoas, capital, informação, recursos naturais, poluição, etc. Os mecanismos que determinam os fluxos e ciclos urbanos são próprios à socionatureza das cidades e as tornam sistemas distintos dos demais ecossistemas. (ANGEOLETTO, 2008)

A intensificação dos fluxos urbanos e o fato desses não se restringem às fronteiras da cidade, ou seja, não existem apenas dentro de um território político-administrativamente específico demonstra não apenas a incompletude do ecossistema, mas também a globalidade das questões socioambientais urbanas. As cidades enquanto ecossistemas incompletos são, segundo Odum (1988) apud Angeletto (2008), altamente dependentes da importação de recursos - energia, matéria prima, água, etc. de outras áreas além dos limites espaciais do próprio ecossistema. A ilustração do modo como se dá a apropriação de recursos para além do gerado no próprio território é evidente na pegada ecológica das cidades. O conceito de pegada ecológica estima a área “natural” necessária para manter certa área ocupada pelo homem. A partir desse conceito e da gama de relações que aproximam cidades e os espaços envolventes e distantes fica claro o que Giulio Carlo Argan (1993) apud Angeletto (2008) coloca:

“as cidades não têm mais muros, mas estendem-se em desesperados labirintos de cimento, desfiam-se nas sórdidas periferias de barracos, e, para lá da cidade, ainda é cidade, a cidade das autoestradas e dos campos cultivados industrialmente. ”
(ANGELETTO, 2008 p.12)

Tal percepção destaca o papel das cidades para a promoção da sustentabilidade mundial. A adequação dos espaços e modos de vida urbanos às exigências de equilíbrio socioeconômico e ambiental nas esferas intra urbanas e extra urbanas é uma necessidade tão relevante quanto tão importante e global quanto a preservação de reservas naturais e diminuição na emissão de gases estufa, por exemplo. E assim sendo, é crucial compreender o modo as noções de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável são incorporadas às estratégias de produção, planejamento e regulação das cidades construindo o discurso da sustentabilidade urbana.

2.1.3. SUSTENTABILIDADE URBANA: DO CONCEITO AO PLANEJAMENTO URBANO

O discurso da sustentabilidade urbana, firmado ao longo da década de 1990, estrutura-se na convergência entre as questões ambientais e urbanas levantadas, principalmente, ao longo das três décadas anteriores. A questão ambiental, como destacado, emerge da percepção tanto da dependência quanto da irresponsabilidade humana com relação aos recursos e aos espaços naturais. Em torno da problemática ambiental articulam-se questões de ordem econômicas e sociopolíticas cujo equacionamento tornam-se assunto central nas agendas internacionais, nacionais e locais. Sob as novas percepções que a questão ambiental desperta, o território – meio ambiente - passa a ser compreendido em sua totalidade, ou seja, enquanto mosaico contínuo de espaços interdependentes em maior ou menor grau apropriados e modificados pela ação do homem segundo valores socioculturais e econômicas. (BRAGA, 2006)

Os questionamentos urbanos, por sua vez, emergem da insatisfação em relação à qualidade de vida oferecida pelas cidades. A urbanização da sociedade sempre teve como horizonte a busca por melhores condições de vida, contudo, as cidades, principalmente industriais e pós-industriais, tornaram-se ambientes altamente poluídos, segregadores e congestionados não correspondendo às expectativas dos contingentes populacionais que nelas vive e que para elas se destina ao abandonar o campo. A percepção crescente da degradação das condições de vida e do ambiente das cidades, mesmo ante ações urbanas higienistas e de racionalização espacial, dá o tom da insatisfação urbana que se intensifica a partir dos anos de 1960. (ROMERO, 2008; KANASHIRO, 2004)

A década de 1960 é marcada pela crítica à cidade moderna enquanto modelo ideal hegemônico desde a década de 1930 e sobretudo no Pós Segunda Guerra. O desenho urbano moderno, cujos princípios estão determinados na Carta de Atenas⁵, promete a solução dos problemas da sociedade pós-industrial a partir do ordenamento rígido do espaço em zonas de acordo com quatro funções básicas: morar, recrear, trabalhar e circular. Tendo por princípios, além do zoneamento, a baixa densidade de ocupação e a ênfase ao transporte automotivo em vias expressas separadas das vias pedonais, configura-se uma forma de cidade dispersa no território com ruas destituídas de sentido social. E, assim sendo, as cidades planejadas segundo a lógica do urbanismo moderno além de não conseguirem fazer frente aos problemas urbanos acumulados pelas cidades ao longo de seu crescimento, acrescentam a esses outros como: o esvaziamento de presença e sentido histórico-social dos espaços públicos, a monotonia nas zonas mono funcionais, a intensificação da circulação de veículos e acréscimo nas distâncias necessárias à circulação dos pedestres. (SILVA e ROMERO, 2010)

As críticas à cidade moderna realizada com diferentes enfoques por estudiosos influenciam o pensamento e planejamento urbano a partir de então, como destaca Kanashiro(2004):

“Críticas quanto à falência do planejamento das cidades pela falta de inserção de elementos necessários da vida cotidiana foi ressaltada por Jane Jacobs, com a publicação do livro “Morte e Vida nas Grandes Cidades Americanas” (1961); a falta de compreensão das relações entre os distintos elementos e a comparação da cidade como uma grande forma coletiva, articulada, explícita e omitida, é observado por Fumihiko Maki em “A Forma Coletiva” (1964); por meio do uso da metáfora de que a cidade não pode ser entendida como uma árvore, é evidenciada a complexidade das várias redes de relações existentes no ambiente urbano, ignoradas nas formas tradicionais de planejar por Christopher Alexander em “A Cidade não é uma Árvore” (1965); a contestação da sistemática perda de qualidade urbana nas expansões modernistas e a reabilitação de cidades é enfatizada por Robert Krier em “Espaço Urbano”(1975).”(KANASHIRO, 2004)

⁵ A Carta de Atenas é o manifesto urbanístico resultante do IV Congresso Internacional de Arquitetura Moderna (CIAM), realizado em Atenas em 1933 cujo tema principal voltava-se à "cidade funcional". O documento final, redigido por Le Corbusier, fruto dessas discussões, define praticamente o conceito de urbanismo moderno, traçando diretrizes e fórmulas que, segundo os seus autores, seriam aplicáveis internacionalmente. A Carta considerava a cidade como um organismo a ser concebido de modo funcional, na qual as necessidades do homem devem estar claramente colocadas e resolvidas. Desse modo, preconiza a separação das áreas residenciais, de lazer e de trabalho, propondo, em lugar do caráter e da densidade das cidades tradicionais, uma cidade, na qual os edifícios se desenvolvem em altura e inscrevem em áreas verdes, por esse motivo, pouco densas. Tais preceitos influenciaram o desenvolvimento das cidades europeias após a Segunda Guerra Mundial e, no Brasil, a criação do Plano Piloto de Brasília por Lúcio Costa.

As questões urbanas e ambientais apesar de guardarem pontos em comum desenvolvem-se paralelamente até o momento que o movimento ambientalista revela os impactos ecológicos causados pelas cidades e nas cidades como ameaça ao meio ambiente local, regional e global. A ameaça oferecida pela cidade dá-se, em um sentido, por seu intenso metabolismo que consome grande volume de recursos e gera em contrapartida proporcional quantidade de resíduos e poluição que se espalham além dos limites territoriais da cidade. Em outro sentido, a grande modificação do território com a neutralização as características naturais do sítio imposição arbitraria de uma nova paisagem com distintas materialidades, permeabilidades e biodiversidade. A imposição da quadrícula, de uma nova drenagem a planificação do relevo são exemplos de como uma nova paisagem é imposta sujeitando à anterior. Contudo, mesmo nos espaços cuja a natureza original encontra-se “dominada” os ciclos e fluxos ambientais continuam existindo e o que se observa é: a intensificação de eventos como enchentes, deslizamentos de terra, ilhas de calor, contaminação do solo, água e ar entre outros desastres que ameaçam a sociedade e a integridade do espaço urbano causando prejuízos econômicos e a acentuação das desvantagens socioambientais. (MADUREIRA, 2005; ROMERO, 2008; ANGELETTO, 2008)

A estruturação da noção de desenvolvimento sustentável ao final da década de 1980 e seu estabelecimento enquanto paradigma para as atividades humanas une as questões socioecológicas e urbana. Como destaca Cardoso (2002), a partir de então estruturam-se novos valores que são determinantes para repensar e planejar o desenvolvimento das cidades.

“ ‘Nosso Futuro Comum’ introduziu uma nova maneira de pensar os problemas urbanos dos países de Terceiro Mundo. Não se trata mais de uma questão do desenvolvimento, como na década de 70, mas de uma questão ambiental. Além disso, ao estabelecer a ideia de sustentabilidade como paradigma de um novo modelo de desenvolvimento, o Relatório cria uma alternativa nova para se pensar o processo de urbanização, um novo modelo para orientar o desenvolvimento urbano. É possível, daí em diante, pensar em “cidades sustentáveis”, como padrão normativo para a avaliação das cidades existentes e como visão de futuro a orientar as escolhas presentes. ”

(CARDOSO, 2002 p. 55)

Na altura da publicação do Relatório Brudtland (1987), as cidades cresciam e projetam-se, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento, como a “principal forma que os seres humanos escolheram para viver e prover suas necessidades” nas palavras de Romero (2008). Tal fato, eleva o equacionamento dos problemas ecológicos, sociais e econômicos acumulados ao longo do processo de urbanização e intensificados pelo

crescimento rápido e desordenado das cidades como uma questão prioritária para a sustentabilidade mundial.

A primeira publicação oficial internacionalmente ratificada que insere a questão socioambiental e a noção de sustentabilidade no planejamento urbano é a Agenda 21. Um dos documentos finais da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD) ocorrida no Rio de Janeiro em 1992, a Agenda 21 é composta por diretrizes para as ações dos diversos agentes sociais, econômicos e políticos que visam nortear o desenvolvimento sustentável nas escalas internacionais, nacionais, regionais e locais. As cidades, sobretudo dos países pobres, tornam-se objeto de proposição no capítulo sétimo: “Promoção do Desenvolvimento Sustentável dos Assentamentos Humanos”. Neste capítulo, como destaca Cardoso (2002, p.55), é discutida “a necessidade de melhoria da qualidade de vida nos países pobres, por meio do enfrentamento do problema da pobreza e de intervenções públicas que possam melhorar as condições de vida nos assentamentos populares” tendo por princípio “a parceria global para o enfrentamento desses problemas (pobreza e degradação ambiental), através do desenvolvimento sustentável.”

O texto oficial da Agenda 21 traz a questão urbana divide-se em 8 áreas prioritárias: habitação, administração, ordenação territorial, infraestrutura, eficiência energética, mitigação de desastres, sustentabilidade da construção civil e capacitação de atores sociais locais. Onde os principais objetivos colocados são: a provisão de habitação adequada e sustentável para todos; A melhoria e promoção de administração sustentável de todos os assentamentos urbanos; O planejamento físico e do uso do solo ambientalmente sustentável de forma a assegurar o acesso à terra para todos os habitantes; A integração entre o planejamento ambiental e de infraestrutura ambiental para provisão integral de água, saneamento, drenagem, e disposição dos resíduos sólidos a todos os assentamentos até o ano 2025; A provisão de tecnologia de maior eficiência energética e fontes energéticas alternativas ou renováveis para os assentamentos e a redução dos impactos negativos da produção e uso da energia sobre a saúde e o ambiente; A mitigação dos impactos negativos dos desastres - naturais ou de causa humana - sobre os assentamentos, as economias nacionais e o ambiente; A promoção de uma base sustentável para a indústria da construção civil; O desenvolvimento dos recursos humanos e da capacidade de ação em todos os países através da melhoria da capacidade pessoal e institucional de todos os atores, sobretudo, mulheres e povos indígenas. (CARDOSO, 2002; CNUMAD, 1992)

Ao final da Conferência do Rio coube aos países participantes a elaboração de Agendas 21 nacionais, regionais e locais. Com atraso, no ano 2000, o Brasil concluiu a elaboração de sua Agenda 21 nacional dividida em seis eixos temáticos: cidades sustentáveis; agricultura sustentável; infraestrutura e integração regional; gestão dos recursos naturais; redução das desigualdades sociais; e ciência e tecnologia para o desenvolvimento sustentável. Para vários autores como Cardoso (2002) trata-se de um documento confuso e contraditório fatos que o tornaram pouco expressivo para fomentar de fato o desenvolvimento sustentável no país.

As agendas 21 locais seguiram majoritariamente a mesma inexpressividade que o documento nacional, ficando a sustentabilidade urbana brasileira postulada principalmente no Estatuto da Cidade - Lei 10257/01 que traz no artigo segundo além do conceito de cidade sustentável diretrizes gerais para promoção de um desenvolvimento urbano equilibrado e justo. Na sequência, encontra-se destacadas fragmentos da legislação de principal interesse para a pesquisa dentro do escopo da sustentabilidade urbana.

“Art. 2º A política urbana tem por objetivo ordenar o pleno desenvolvimento das funções sociais da cidade e da propriedade urbana, mediante as seguintes diretrizes gerais:

I – Garantia do direito a **cidades sustentáveis, entendido como o direito à terra urbana, à moradia, ao saneamento ambiental, à infraestrutura urbana, ao transporte e aos serviços públicos, ao trabalho e ao lazer, para as presentes e futuras gerações;**

II – Gestão democrática por meio da **participação da população** e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade na formulação, execução e acompanhamento de planos, programas e projetos de desenvolvimento urbano;

III – cooperação entre os governos, a iniciativa privada e os demais setores da sociedade no processo de urbanização, em **atendimento ao interesse social;**

IV – **Planejamento** do desenvolvimento das cidades, da **distribuição espacial da população e das atividades econômicas** do Município e do território sob sua área de influência, de modo a **evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente;**

V – **Oferta de equipamentos urbanos e comunitários, transporte e serviços públicos adequados** aos interesses e necessidades da população e às **características locais;**

VI – **ordenação e controle do uso do solo**, de forma a **evitar:**

a) a utilização inadequada dos imóveis urbanos;

b) a proximidade de usos incompatíveis ou inconvenientes;

c) o **parcelamento do solo, a edificação ou o uso excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana;**

d) a instalação de empreendimentos ou atividades que possam funcionar como pólos geradores de tráfego, sem a previsão da infraestrutura correspondente;

e) a retenção especulativa de imóvel urbano, que resulte na sua **subutilização ou não utilização;**

f) a **deterioração das áreas urbanizadas;**

g) a **poluição e a degradação ambiental;**

h) a **exposição da população a riscos de desastres naturais;**

h) a exposição da população a riscos de desastres.

VII – integração e complementaridade entre as atividades urbanas e rurais, tendo em vista o desenvolvimento socioeconômico do Município e do território sob sua área de influência;

VIII – adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental, social e econômica do Município e do território sob sua área de influência;

IX – Justa distribuição dos benefícios e ônus decorrentes do processo de urbanização;

X – Adequação dos instrumentos de política econômica, tributária e financeira e dos gastos públicos aos objetivos do desenvolvimento urbano, de modo a privilegiar os investimentos geradores de bem-estar geral e a fruição dos bens pelos diferentes segmentos sociais;

XI – recuperação dos investimentos do Poder Público de que tenha resultado a valorização de imóveis urbanos;

XII – proteção, preservação e recuperação do meio ambiente natural e construído, do patrimônio cultural, histórico, artístico, paisagístico e arqueológico;

XIII – audiência do Poder Público municipal e da população interessada nos processos de implantação de empreendimentos ou atividades com efeitos potencialmente negativos sobre o meio ambiente natural ou construído, o conforto ou a segurança da população;

XIV – regularização fundiária e urbanização de áreas ocupadas por população de baixa renda mediante o estabelecimento de normas especiais de urbanização, uso e ocupação do solo e edificação, consideradas a situação socioeconômica da população e as normas ambientais;

XV – Simplificação da legislação de parcelamento, uso e ocupação do solo e das normas edilícias, com vistas a permitir a redução dos custos e o aumento da oferta dos lotes e unidades habitacionais;

XVI – **isonomia de condições** para os agentes públicos e privados na promoção de empreendimentos e atividades relativos ao processo de urbanização, atendido o interesse social.

XVII - **estímulo à utilização, nos parcelamentos do solo e nas edificações urbanas, de sistemas operacionais, padrões construtivos e aportes tecnológicos que objetivem a redução de impactos ambientais e a economia de recursos naturais.**

XVIII - **tratamento prioritário às obras e edificações de infraestrutura de energia, telecomunicações, abastecimento de água e saneamento.**”

(LEI 10257/01 grifos da autora)

A inclusão da questão ambiental no Estatuto da Cidade tem origem na atribuição do Fórum Nacional de Reforma Urbana de assumir, também, as discussões para elaboração do documento sobre a questão urbana brasileira a ser apresentado no Fórum Global - evento paralelo à conferência do Rio-92 destinado aos organismos não governamentais (ONGs). Busca-se assim, a compreensão das consequências ambientais dos processos geradores dos problemas urbanos de forma ampla e associada às questões sociais e econômicas urbanas de modo pioneiro e referencial para demais nações. Como resultado, destaca Cardoso (2002, p. 60):

“O documento associa os problemas ambientais à degradação das condições de vida da população. Esse fenômeno é entendido como consequência, por um lado, do modelo de desenvolvimento de caráter urbano-industrial e, por outro, da ausência do Estado na formulação e implementação de políticas redistributivas que atenuem os efeitos da desigualdade gerados pelo modelo de desenvolvimento. Uma breve análise histórica mostra a associação entre o padrão de acumulação que caracteriza o processo de desenvolvimento do país nos últimos 40 anos e a organização do território, com uma reestruturação da rede urbana, desenvolvimento de relações capitalistas no campo, modernização industrial e urbanização crescente. A esses fenômenos são associados, então, os problemas socioambientais que caracterizariam não apenas as metrópoles, mas a rede urbana em geral: favelização, carência de infraestrutura, condições sanitárias deficientes, epidemias, poluição de rios, lagoas e áreas costeiras e ocupação de áreas de risco, como encostas sujeitas a deslizamento, áreas de enchentes, etc.”

A partir do Estatuto da Cidade, o planejamento urbano brasileiro passa a contar com instrumentos institucionalizados de desenvolvimento urbano para a qualificação ambiental e social cujo o principal é o plano diretor - obrigatório para cidades com mais de 20.000

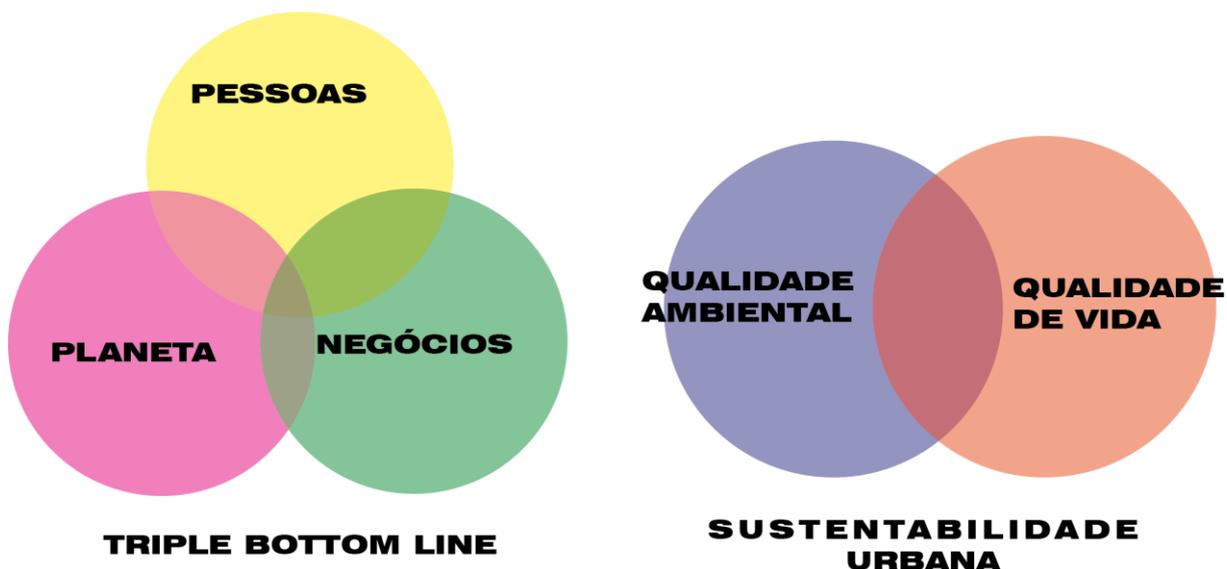
habitantes. Os documentos constituintes da Reforma Urbana também são importantes contribuições brasileiras nas conferências mundiais a respeito dos assentamentos humanos Habitat II e Habitat III que abordam a questão urbana já associada às questões sociais e ambiental.

O Estatuto da Cidade coloca que as cidades sustentáveis são aquelas que promovem os direitos à terra urbana, moradia, saneamento ambiental, transporte e serviços públicos bem como lazer e trabalho para a gerações presentes e futuras. Embora o conceito seja válido e importante para a definição das diretrizes que compõe a legislação, a conceituação da sustentabilidade urbana é, mundialmente, um campo de disputa intelectual tal qual como colocado para a noção de sustentabilidade em geral. Dado ao caráter normativo tanto da noção de sustentabilidade e desenvolvimento sustentável quando de sustentabilidade urbana objetiva-se em torno da definição conceitual “estabelecer parâmetros que deverão orientar as ações privadas e públicas, conferindo-lhes mais legitimidade na medida em que possam ser consideradas mais ou menos sustentáveis”. (CARDOSO, 2002 p.55)

Muitos autores destacam ainda o paradoxo conceitual na noção de sustentabilidade urbana visto a intensa dependência das cidades de aportes externos tanto para provisão de recursos quanto para deposição de resíduos e a inserção das cidades na dinâmica econômica global que impedem a ideia de um espaço urbano autossuficiente - um dos princípios da sustentabilidade colocado pela ecologia. Outros, todavia, apontam que, mais do que tornar as cidades sustentáveis, o importante é a busca de relações e ocupação do território que implique em um ordenamento não impactante aos ecossistemas e que resulte em benefícios econômicos e sociais bem distribuídos, atribuindo assim um significado próprio para a sustentabilidade urbana desligado da noção ecológica original. (MADUREIRA, 2005; ANGELETTO,2009)

Assim, tal qual ocorre com a noção de desenvolvimento sustentável apropriada pelo ambiente corporativo e ilustrada no equilíbrio pela “*Triple Bottom Line*” proposta por John Elkington (1994), a questão urbana também busca por um equacionamento próprio que ilustre melhor o modo como a sustentabilidade pode ser alcançada nas cidades. Uma configuração válida para a sustentabilidade urbana estabelece-se na intersecção entre a qualidade de vida e a qualidade ambiental (FIGURA 1).

Figura 1 – Diagramas ilustrativos Triple Bottom Line e Sustentabilidade Urbana.



Fonte: Elaborado pela Autora, 2018.

A noção de qualidade de vida, conceitualmente tão recente quanto a noção contemporânea de sustentabilidade, advém da revalorização das ciências sociais ao longo da década de 1960 e da percepção que a avaliação meramente econômica do desenvolvimento se mostrava limitada em contexto marcado pela desigualdade social. A qualidade de vida torna-se então, uma estimativa mais abrangente do bem-estar do indivíduo, compreendida pela satisfação das necessidades e desejos humanos de ordens tanto material quanto imaterial, objetiva quanto subjetiva, individual e coletiva. As necessidades e desejos diferenciam-se na medida que a primeira se relaciona a uma condição imperativa enquanto o segundo, induzida. Ambos, contudo, são fortemente determinados por fatores históricos, midiáticos, culturais e geográficos, o que os torna tão diversos quanto ilimitados evocando a complexidade que marca a sociedade moderna nos planos materiais e imateriais. (QUADRO 1). (SANTOS & MARTINS, 2002; BENINI e ROSIN, 2017)

Vale ressaltar também que a qualidade de vida é também dependente de fatores internos e externos que determinam o bem-estar físico ou fisiológico e o bem-estar sociopsicológico. Como destaca Jorge Wilhelm (2008):

“O ambiente pode influir sobre ambas categorias de fatores, mas com eficiência e em momentos diversos. Por outro lado, há fatores que independem do ambiente circundante, pois se relacionam seja com estruturas psicológicas

em seus aspectos mais profundos, seja com condicionantes econômicos básicos.” (WIIHEIM, 2008 p.149)

Quadro 1 – Aspectos relativos à qualidade de vida.

QUALIDADE DE VIDA		
ASPECTOS	Materiais: aspectos essencialmente físicos e infraestruturais ex: habitação, abastecimento de água potável, acesso ao sistema de saúde	Imateriais: relativas ao ambiente, ao patrimônio histórico ex: segurança, participação cívica,
	Objetivos: apreendidos por indicadores de natureza quantitativa	Subjetivos: não estimáveis diretamente por dados quantitativos, variáveis de indivíduo para indivíduo e entre estratos sociais
	Individuais: relacionam-se às condições econômicas, pessoais, familiares, educacionais, às relações pessoais	Coletivos: relacionam-se à provisão de serviços básico e públicos
	Internos: relacionam-se ao bem-estar social e psicológico independente do meio circundante	Externos: relacionam-se ao bem-estar físico e fisiológico que se estabelece a partir da interação com o meio circundante.

Fonte: Elaborado pela Autora, 2018.

A qualidade de vida urbana, especificamente, refere-se à capacidade das cidades de satisfazer as necessidades e desejos da população de forma indistinta. Nesse sentido, a cidade deve garantir o acesso à bens e serviços que vão desde os essenciais como água, saneamento, moradia e lazer, aos não mercantis como sentido de pertencimento e espaço para o exercício da cidadania. (ACSELRAD, 1999)

A concepção de qualidade de vida urbana está estreitamente ligada à qualidade do ambiente das cidades, ou seja, a qualidade do espaço urbano que contempla aspectos materiais, estéticos, condições de acesso, de circulação entre outros. De modo geral, a qualidade ambiental urbana é um conceito ampliado que incorpora além das dimensões físicas aspectos socioculturais como coloca Guimarães (2005) apud Benini e Rosin:

“Qualidade ambiental é um conceito mais amplo, tendo em vista que o meio ambiente, consideradas as suas dimensões materiais e imateriais, pode ser analisado como substrato e mediador de todas as formas de vida, permitindo o desenvolvimento dos processos vitais, das relações ecológicas, da evolução dos

ecossistemas naturais e construídos do planeta, da construção/destruição, ou seja, da evolução das paisagens externas e internas. ”

(BENINI e ROSIN 2017, p. 31)

A qualidade ambiental de um ecossistema natural ou antrópico para a ecologia, contempla os parâmetros físicos, químicos, biológicos que esse espaço detém. Tais parâmetros devem estar orquestrados, de forma a permitir a manutenção do equilíbrio dinâmico, por tempo indeterminado e detendo “a capacidade completa de auto superação, que os permita desenvolver novas estruturas e promover, aleatoriamente, desdobramentos ordenados da complexidade do ecossistema. ” (MACEDO, 1995 apud BENINI e ROSIN, 2017 p. 31)

Conduto, de modo distinto a outros ecossistemas e pelo fato do homem habitar o ecossistema urbano esse não depende meramente da adequação de parâmetros físicos, químicos, biológicos tornam-se igualmente relevantes parâmetros econômicos, sociais, tecnológicos, culturais, políticos e psíquicos. Tal qual a qualidade de vida, a determinação da qualidade ambiental urbana também é, em parte, objeto da percepção humana que lhe atribui caráter subjetivo conforme destacado por Gomes e Soares (2004, p.24):

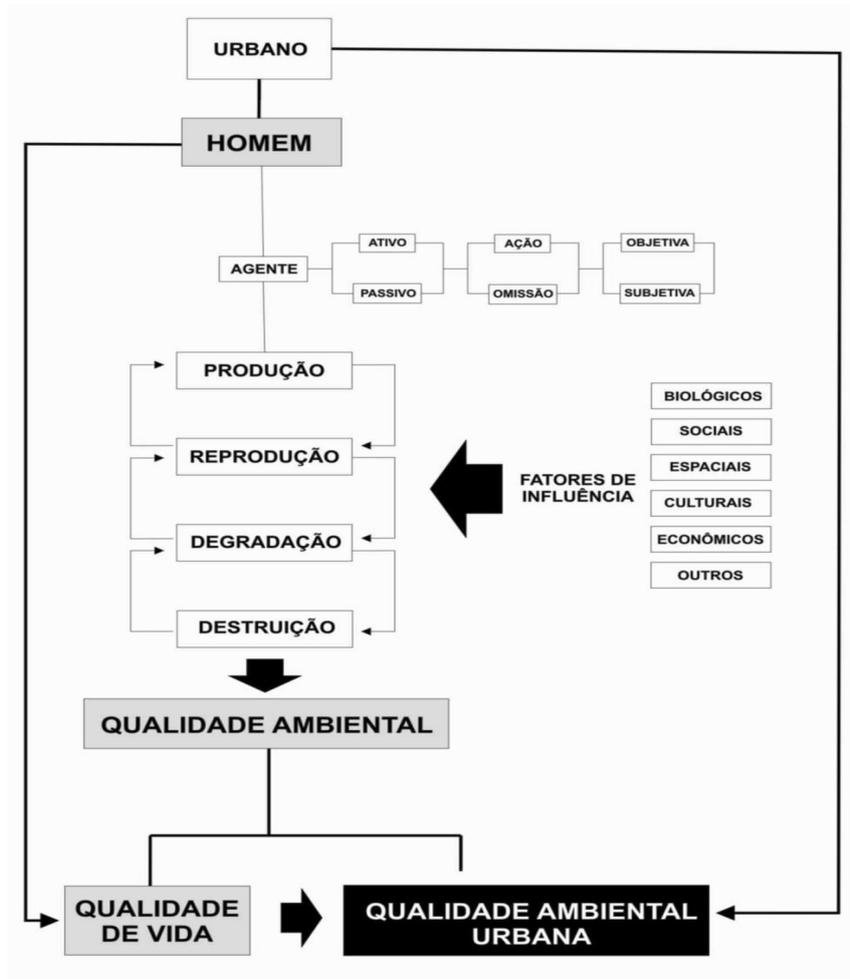
“O conceito de qualidade ambiental como produto da percepção da população também foi discutido por Nasar (1991) apud Foresti e Hamburger (1997, p.208) quando apontou em seus estudos os atributos negativos da qualidade ambiental como comércio caótico, sinais, placas, letreiros, sujeira, pontes estreitas, degradação de postes e cercas e, indústrias. Por outro lado, os atributos positivos correspondem às belas paisagens, ao campo, à prédios novos, à topografia ou à organização. ”

A sustentabilidade urbana coloca-se na confluência das demandas relativas à qualidade do ambiente e de vida, aproxima-se da noção de qualidade ambiental urbana tal qual colocado e ilustrado por Benini e Rosin (2017).

“Esta é resultado da inter-relação entre qualidade de vida e qualidade ambiental, onde o homem, por influência de fatores biológicos, sociais, espaciais, culturais, econômicos, entre outros, é agente passivo ora ativo, na ação ou na omissão, com objetividade ou subjetividade, na produção, reprodução, degradação, destruição do ambiente urbano o qual está inserido. ”

Benini e Rosin (2017, p. 34)

Figura 2 – Qualidade Ambiental Urbana por Benini e Rosin



Fonte: Benini e Rosin, 2017 p. 34.

A qualificação do ambiente urbano torna-se desse modo o horizonte das estratégias urbanas voltadas à promoção da sustentabilidade das cidades. As ações pautam-se sobretudo no estabelecimento diretrizes de planejamento para a adequação do espaço físico urbano de modo garantir à todos além de condições mínimas de sobrevivência e salubridade, acesso aos serviços e oportunidades de conforto, lazer, prazer, pertencimento e crescimento que as cidades podem oferecer. (WILHEIM, 2008)

Assim, conclui-se que, a sustentabilidade urbana se materializa pela qualificação do ambiente das cidades que permite aos indivíduos de modo indistinto o usufruto do espaço e sensação de bem-estar sem, contudo, transferir as externalidades negativas de um local a outro ou acumula-las no exterior do espaço urbano. O planejamento da composição e organização espacial torna-se uma estratégia recorrente para que as cidades equilibrar as demandas individuais e coletivas e as determinantes econômicas, sociais e ambientais. Cabe assim

questionar: Quais as características da forma urbana que colaboram com a promoção da sustentabilidade e garantem a qualidade ambiental e de vida urbana a todos?

Conhecimentos diversos somam esforços para responder essa questão e determinar os aspectos e parâmetros da forma espacial urbana que são determinantes para a sustentabilidade das cidades. Dentre as ciências que exploram a relação entre forma urbana e sustentabilidade destacam-se a ecologia urbana de visão holística e abordagem interdisciplinar e transdisciplinar e os estudos morfológicos urbanos que estudam as relações entre os aspectos da paisagem urbana e variáveis históricas, econômicas, sociais e ambientais. Conhecer como cada uma dessas ciências enxerga os atributos do espaço urbano e os relaciona aos aspectos sociais, econômicos e ecológicos torna-se assim essencial verificar quais as determinantes da forma urbana apontadas como essenciais à sustentabilidade das cidades que passam então a compor o escopo das ações do urbanismo sustentável.

2.1.4. SUSTENTABILIDADE E FORMA URBANA: DA FUNCIONALIDADE ECOSISTÊMICA À EFICÁCIA DOS ESPAÇOS URBANOS

O urbanismo sustentável é o campo interdisciplinar de estudo, planejamento e projeto voltado à operacionalização das estratégias para o desenvolvimento sustentável das cidades. No cenário urbano, o desenvolvimento sustentável aponta para um processo de mudança e adequação estrutural, social e político cujo propósito é atingir o equilíbrio entre as questões ambientais, econômicas e sociais das cidades e condições de vida e ambiente qualificadas à todos. Para tal, deve-se na elaboração das políticas e ações urbanas ater-se as necessidades sociais e as capacidades de suporte do meio ambiente tanto natural e quanto construído nas escalas locais, regionais e globais. A partir da relação dialética entre o planejamento estratégico e o desenho urbano, a promoção da sustentabilidade urbana voltam-se, sobretudo, para a proposição de mudanças e adequações das bases materiais e técnicas das cidades onde reconhece-se o papel ativo do homem enquanto agente de criação e transformação, melhoria ou degradação do ambiente que habita. (ROMERO, 2008; WU, 2014; ACSELRAD, 1999)

Na literatura, o ambiente urbano é definido de distintas maneiras, sendo as abordagens de cunho social, econômico e político que ressaltam aspectos como os limites geográficos de jurisdição e administração; a densidade populacional; a presença de indústrias, comércio e/ou serviços; a produtividade e renda; a economia de escala; a atratividade histórica e cultural as mais recorrentes. Recentemente, a abordagem ecológica que ressalta as características

ecossistêmicas do ambiente urbano e a caracterização morfológica dos elementos urbanos tem oferecido contribuições interessantes para o direcionamento das estratégias do desenvolvimento sustentável. Ambas apontam para a relação entre as bases materiais do espaço (materialidade físicas, composição e organização) e dinâmicas urbanas que interferem na qualidade ambiental e na qualidade de vida das cidades. (ANGELETTO, 2008; WU, 2008; Wu, 2014).

Segundo Wu (2008 e 2014), os estudos ecológicos das cidades encontra-se dividido em cinco perspectivas: (I) “ecologia urbana”: vertente da ecologia humana que se vale dos conceitos ecológicos como competição, sucessão, invasão, nicho, entre outros para a interpretação das características e relações socioeconômicas das cidades; (II) a “ecologia nas cidades”: estudos bio-ecológico dos organismos, em especial não humanos, realizados dentro do ambiente urbano; (III) a “ecologia das cidades” - abordagem ecológica e sistêmica dos espaços urbanos com destaque para a duplicidade e relação entre os sistemas naturais e antrópicos (socioeconômicos) que compõem o ecossistema urbano; (IV) a “ecologia da paisagem urbana”: aproximação das colocações realizadas para demais paisagens à paisagem urbana, nessa abordagem busca-se a determinação de padrões espaciais do ecossistema urbano e a compreensão das dinâmicas que os diferem e caracterizam, busca-se também a compreensão de como cada característica da paisagem urbana afetam a qualidade do ambiente nas cidades; e, por fim (V) a “ciência da sustentabilidade urbana”- campo de estudo interdisciplinar e transdisciplinar que engloba os conhecimentos ecológicos das vertentes mencionadas aos das ciências naturais e humanas com o objeto de fornecer uma visão holística do ambiente e das relações socio-espaciais urbanas.

A “ecologia urbana” e a “ecologia nas cidades” são as primeiras abordagens ecológicas que direcionam estudos ao ambiente urbano. Enquanto a primeira tem como foco a discussão sociológica das relações urbanas a partir de conceitos ecológicos como competição, predação, simbiose; A segunda, volta-se para o estudo dos organismos e relações intra e interespecíficas presentes no ambiente urbano, com destaque para as alterações na biodiversidade verificadas nas cidades. Ambas, apesar de oferecerem enfoques menos abrangentes da complexidade e realidade socioespacial urbana marcam o processo de aproximação entre a ecologia e o ambiente urbano e entre a ecologia e as ciências sociais. Tal aproximação é determinante para uma visão integral do meio ambiente urbano e para a definição da ecologia como campo ampliado de estudo do habitat e das relações sociais e ambientais em variadas escalas que caracteriza a própria ciência da sustentabilidade.

O interesse da ecologia pelo ambiente urbano, e vice-versa, iniciado nos estudos da ecologia urbana e ecologia nas cidades é determinante para o reconhecimento do “caráter ecológico” (ANGELETTO, 2008 p.27) das cidades. Ou seja, para a percepção do fato dos processos naturais continuarem agindo no interior das cidades independente de quão artificializado o espaço esteja o que torna as reflexões sobre a cidade e a natureza indissociáveis. Finda-se a dicotomia ideológica entre a compreensão da cidade e natureza e as consequentes limitações impostas pela divisão da paisagem urbana entre natural e artificial, como destaca Pellegrino (2000):

“De acordo com a visão comum, a natureza começa onde a cidade acaba, como se houvesse um limite intransponível entre a paisagem cultural e a natural, como entre as manchas pintadas de vermelho e de verde nos mapas, ou seja, entre o ambiente construído e a paisagem intocada: a cidade como inimiga da natureza (...) Assim, nesse contexto, a "natureza" é parte de um mundo separado espacial e funcionalmente. (...). Gostemos ou não, a natureza ainda age no interior das cidades. A drenagem das águas das chuvas, a ilha de calor e o clima urbano, a estabilização dos solos, o subsolo que condiciona as fundações e demais estruturas subterrâneas e o crescimento das árvores: todos esses processos estão atuando nas cidades; dessa forma, o seu planejamento deve necessariamente considerar esses processos biofísicos básicos que estão por trás do seu desenvolvimento.”

(Pellegrino 2000, p. 162)

Sobre as limitações da contribuição da ecologia nas cidades e a ecologia urbana para os estudos destinados à promoção da sustentabilidade urbana Wu (2008) coloca:

“The bioecology perspectives, views cities as severely disturbed ecosystems and human as disturbance agents, adopts a biology-centered, basic science approach, and offers little interdisciplinarity between natural and social sciences. The socioecology approach, on the other hand, views cities as socioeconomic systems designed for humans welfare, and tends to deemphasize the importance of biodiversity and ecosystem services, thus again discouraging cross disciplinary interactions between natural and social sciences.”

(WU, 2008 p. 44)

A ecologia das cidades e a ecologia da paisagem urbana, por sua vez, dado seu caráter holístico tornam-se referências para as estratégias de promoção da sustentabilidade urbana conformando boa parte das bases teóricas sobre as quais o urbanismo sustentável se assenta. O destaque dado ao caráter sistêmico e às relações entre os padrões espaciais e os fluxos urbanos possibilitam a inferência de relações entre as características do espaço e a qualidade ambiental e, conseqüentemente, de vida nas cidades. E, assim sendo, são determinantes para embasar estratégias voltadas ao planejamento da composição espacial que objetivam tornar as cidades mais sustentáveis.

O destaque ao caráter sistêmico do ambiente urbano reconhece a importância das relações sinérgicas e dinâmicas entre os componentes físicos, biológicos, ecológicos, geomorfológicos, históricos, socioeconômicos, culturais, políticos, etc. presentes no espaço urbano. Destaca-se, nesse sentido, a complexidade urbana e assume-se o fato das cidades serem mais que o somatório simples dos elementos que as compõem. Por esse motivo, o conhecimento das dinâmicas e interações entre os organismos que habitam as cidades (incluindo o homem) entre si e com o meio torna-se tão importante quanto o conhecimento dos elementos urbanos individualmente. (GRIFONI, 2012)

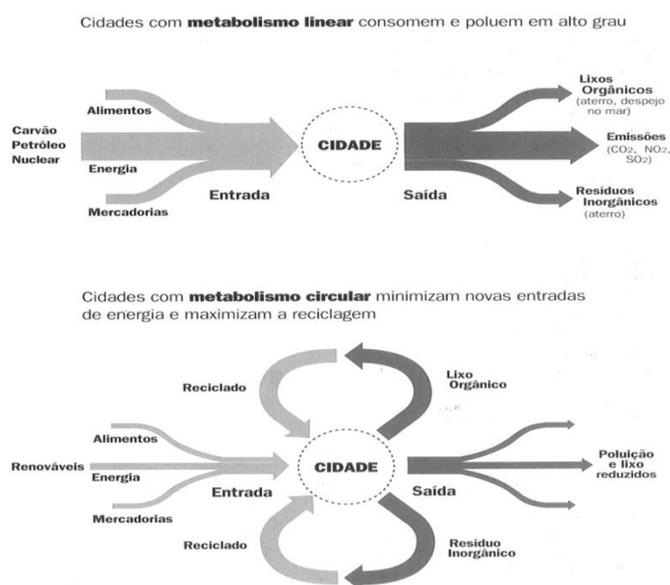
A partir da visão de ecologistas, as cidades são caracterizadas como ecossistemas dotados de características similares a outros ambientes anteriormente abordados pela ecologia e aspectos próprios que tornaram o ecossistema urbano único. Segundo Odum (1988 apud Angeletto, 2008 p. 10), os ecossistemas ou sistemas ecológicos são definidos, de modo geral, como “qualquer unidade de área que abranja todos os organismos interagindo com o ambiente físico, de tal forma que, um fluxo de energia produza: 1) estruturas biológicas claramente discerníveis (os organismos) e 2) uma ciclagem de matéria entre as partes vivas e não vivas do sistema”. Partindo dessa definição, os ecossistemas urbanos são descritos como os territórios urbanos tomados juntamente com os organismos que neles vivem, com as interações e dinâmicas que neles se organizam e com os fluxos de energia e matérias que a eles se destinam e deles partem. As cidades, contudo, apresentam peculiaridades quanto às interações, dinâmicas e fluxos de energia e de matéria que são determinantes para a compreensão dos espaços urbanos. (ALBERTI, 1999; RAMALHO e HOBBS, 2011; ANGELETTO, 2008)

As interações, dinâmicas e paisagens urbanas não se conformam somente segundo às intencionalidades descritas pela bio-ecologia, são também geradas por força de ordem econômica, cultural, social e política dotando o ecossistema urbano de caráter híbrido, composto lógicas que regem os sistemas naturais atreladas a outras regras próprias dos ambientes antrópicos. Os fluxos urbanos, por sua vez, não se restringem ao recorte geográfico das cidades sendo necessários contínuos aportes (influxos) de energia, alimentos e outros materiais de regiões com variadas distâncias em relação ao núcleo urbano e regiões para a deposição e depuração de resíduos e poluição. Tal fato, torna os territórios externos ao ecossistema imprescindíveis para o funcionamento das cidades. Denotando o caráter heterotrófico e híbrido dos espaços urbanos. (ODUM 1998 apud ANGELETTO, 2008)

As cidades, entretanto, diferentemente de outros ecossistemas heterotróficos, apresentam um metabolismo muito mais intenso por unidade de área pelo fato de consumirem materiais e energia não apenas para suprir necessidades conexas à sobrevivência. Materiais e energia importados são usados para criar o modo de vida urbano caracterizado por padrões de consumo e uso de recurso que tornam as cidades dependentes de ambientes de entrada (áreas onde se retiram matérias primas diversas) e de saída (pontos da biosfera que recebem os resíduos do metabolismo urbano) muito maiores do que outros ecossistemas. (ODUM 1998 apud ANGELETTO, 2008; WACKERNAGEL e RESS, 1966 apud ANGELETTO, 2008)

Sendo o metabolismo urbano, segundo Fernández (2014) apud Silva (2015 p.34), o conjunto dos “fluxos de matérias e energia originados de atividades socioeconômicas e de processos naturais regionais e globais. A caracterização desses fluxos e as relações entre as atividades urbanas antropogênicas e os processos e ciclos naturais definem a evolução da produção e do consumo urbano.” Não somente a evolução da produção e consumo urbano são definidos na caracterização do metabolismo urbano, mas principalmente a extensão e dimensão do impacto do ecossistema urbano no sistema entorno. O caráter linear predominante do metabolismo urbano (FIGURA 3) torna-o potencialmente danoso ao ambiente tanto próximo quanto distante dado ao alcance global das relações que as cidades mantêm hoje. (SILVA, 2015; SILVA e ROMERO, 2015; REES, 1997 apud ANGELETTO, 2008)

Figura 3 – Metabolismos urbanos



Fonte: adaptado de Rogers (2005) apud Silva e Romero (2008) pela autora

O intenso metabolismo urbano de caráter heterotrófico e predominantemente linear determina outra característica de dependência dos ecossistemas urbanos: a necessidade de recursos energéticos para além fonte energética solar. A energia solar é a fonte primária e única para maioria dos demais ecossistemas, contudo, as cidades dependem de outras fontes energéticas dentre elas, em especial, a oriunda da queima dos combustíveis fósseis. Essas não se destinam a formação de organismos ou ciclagem de matéria (como na descrição clássica dos ecossistemas), mas sim, à movimentação de bens e pessoas e modificação do ambiente. A uso dos combustíveis fósseis para o suprimento da energia necessária ao ecossistema urbano gera, como subproduto, altas cargas de poluentes que se acumulam no ambiente das cidades e espalham-se pela biosfera. (ANGELETTO, 2008; WU, 2014; ALBERTI, 1999; RAMALHO e HOBBS, 2011)

As modificações do ambiente urbano propiciadas pelo aporte de recursos e energia externos são promovidas, sobretudo, pelas dinâmicas sociais, econômicas, culturais e políticas, demarcando que o homem, diferentemente dos outros seres vivos, não se adapta ao ambiente, mas adapta o ambiente aos seus valores. A adaptação do ambiente para o estabelecimento das dinâmicas urbanas é caracterizado pela: substituição da cobertura do solo e dos eixos de drenagem natural; alteração das características originais de fauna, flora e composição química do solo, ar e água; inserção de espécies exóticas e materiais não biodegradáveis; uso de recursos tecnológicos (redes viárias, de abastecimento, drenagem e esgotamento, equipamentos e os máquinas como carros, elevadores, computadores entre outros) para aumento da capacidade natural do homem e de suporte do meio. Tais modificações ambientais podem impactar o ambiente de forma neutra ou positiva (a partir de práticas ambientais de saneamento, aumento da fertilidade dos solos) ou negativa (poluição, destruição e descaracterização de outros ecossistemas) dependendo da intensidade e, principalmente, do comprometimento dos serviços ecossistêmicos essenciais à resiliência do meio ambiente. (WU, 2008; NUCCI, 1998 ROMERO, 2008; ANGELETTO, 2008)

As funções ou serviços ecossistêmicos são os mecanismos naturais que promovem o equilíbrio dinâmico e a auto regulação dos parâmetros físicos e bioquímicos do ambiente (solo, ar e água) que permitem a sustentação das diversas formas de vida por tempo indeterminado, ou seja, a resiliência do ecossistema. São, desse modo, essenciais à vitalidade e equilíbrio dos sistemas ambientais, uma vez que características essenciais como temperatura, umidade, disponibilidade de carbono, nitrogênio, oxigênio e água, ciclagem de nutrientes e fluxo de energia são dependentes dos parâmetros físicos e químicos devem ser

mantidos em níveis ideais para garantir a sobrevivência das espécies e relações socioambientais. Nas cidades, os serviços ecossistêmicos não atuam apenas no equilíbrio dos parâmetros essenciais à sobrevivência física dos organismos, mas estão intimamente associados ao bem-estar humano, ou seja, à qualidade de vida. (Elmqvist et al. 2015; Tratalos et al. 2007)

Destacam-se quatro principais classes de serviços ecossistêmicos verificados nos ambientes urbanos segundo a classificação proposta pelo *Millennium Ecosystem Assessment* são: provisão, regulação, suporte e cultura. A provisão refere-se principalmente ao aporte de recursos como alimento e água, a regulação aos mecanismos que permitem o equilíbrio da temperatura, umidade essenciais à homeostase humana por exemplo; os serviços de suporte relacionam-se aos ciclos e fluxos urbanos como do oxigênio e nitrogênio que permitem o contínuo processo de consumo e produção; os serviços culturais essencialmente ligados ao bem estar humano referem-se aos benefícios não materiais proporcionados pelo equilíbrio entre os recursos naturais e antrópicos. Tal qual descreve Jasson (2013) na sequência:

“The MA distinguishes four different classes of ecosystem services:
 1) Provisioning services, the products obtained from ecosystems, including, for example, genetic resources, food and fiber, and freshwater.
 2) Regulating services, the benefits obtained from the regulation of ecosystem processes, including, for example, the regulation of climate, water, and some human diseases.
 3) Supporting services, those are necessary for the production of all other ecosystem services. Some examples include biomass production, production of atmospheric oxygen, soil formation and retention, nutrient cycling, water cycling, and provisioning of habitat.
 4) Cultural services, the non-material benefits people obtain from ecosystems through spiritual enrichment, cognitive development, reflection, recreation, and esthetic experience as well as knowledge systems, social relations, and esthetic values.”

(Jasson 2013 p.286):

Os estudos realizados por Elmqvist et al. (2015) e por Bolund e Hunhammar (1999) cujas sínteses são expressas no Quadro 2 e Figura 4, respectivamente, demonstram quais são, como se processam e quais elementos são determinantes para que os principais serviços ecossistêmicos aconteçam no ambiente urbano. Fica evidente no resultado desses estudos a importância das áreas verdes e corpos hídricos presentes nas cidades para a qualidade ambiental e de vida. Demonstra-se assim a relação direta entre a composição da paisagem e a qualificação do ambiente das cidades.

Quadro 2 – Serviços ecossistêmicos urbanos.

Exemplos de serviços providos por infraestruturas verdes e azuis nas áreas urbanas
<p>Regulação Microclimática: Parques Urbanos e vegetações, incluindo tetos e paredes verdes, reduzem o efeito urbano de ilhas de calor. Dados da cidade de Manchester (Reino Unido) mostram que um aumento de 10% da superfície das copas das árvores pode resultar em uma diminuição de 3-4°C na temperatura ambiente e economizar uma grande quantidade de energia gasta com ar-condicionado. A queda de temperatura proporcionada por árvores nas cidades pode contribuir de modo significativo para reduzir as necessidades energéticas de combustíveis fósseis e para eliminar as emissões de carbono.</p>
<p>Regulação Hídrica: A interceptação da água da chuva por árvores e outras vegetações bem como solos permeáveis em áreas urbanas também podem ser cruciais para a redução da pressão nos sistemas de drenagem e a consequente diminuição dos riscos de enchentes. O território urbano com 50-90% de sua superfície impermeável pode perder de 40-83% do escoamento da água pluvial enquanto áreas florestadas perdem somente cerca de 13% da água de chuva em situações similares de precipitação.</p>
<p>Redução da Poluição e os Efeitos na Saúde: A vegetação urbana é largamente considerada como um fator que melhora a qualidade do ar embora esse efeito possa ser dependente do contexto devido à grande variabilidade espacial e temporal entre as cidades. Diversos outros benefícios para a saúde pública foram identificados. O acesso às áreas verdes foi relacionado com a redução das taxas de mortalidade e melhorou a percepção e a própria saúde em termos gerais. A distribuição e acessibilidade de espaços verdes a diferentes grupos socioeconômicos, no entanto, revelam grandes assimetrias nas cidades, contribuindo para a desigualdade tanto da saúde física quanto mental entre grupos socioeconômicos distintos.</p>
<p>Habitat: Um característica importante de áreas urbanas é o seu mosaico de habitats e a surpreendente diversidade de plantas e animais. Somando-se ao valor intrínseco das espécies e da biodiversidade, esse serviço também proporciona benefícios muito importantes para diversos cidadãos e culturas, e também para os governos nacionais e locais que tentam se comprometer a reduzir a perda de biodiversidade e a restaurar 15% de todos os ecossistemas degradados (incluindo 10% dos oceanos).</p>
<p>Serviços Culturais: Vários serviços culturais estão associados aos ecossistemas urbanos e há evidências de que a biodiversidade em áreas urbanas desempenha um papel positivo no aumento do bem-estar humano. Por exemplo, Fuller demonstrou que os benefícios psicológicos do espaço verde aumentam com a biodiversidade, enquanto uma "vista verde" de uma janela melhora a satisfação e reduz o stress no trabalho. Diversos estudos demonstram um aumento no valor dos imóveis mais próximos às áreas verdes. Ecossistemas diversos nas áreas urbanas também podem ser importantes para fornecer componentes de design que podem ser utilizados no contexto do eco-design e bio-química na arquitetura e no planejamento urbano.</p>

Fonte: Elaborado pela autora, adaptado de Elmqvist et al. (2015)

Figura 4 – Sintetização dos serviços ecossistêmicos promovidos pelas áreas verdes em Stockholm de acordo com o estudo realizado por Bolund e Hunhammar em 1999.

Table 1
Urban ecosystems generating local and direct services, relevant for Stockholm.

	Street tree	Lawns/parks	Urban forest	Cultivated land	Wetland	Stream	Lakes/sea
Air filtering	X	X	X	X	X		
Micro climate regulation	X	X	X	X	X	X	X
Noise reduction	X	X	X	X	X		
Rainwater drainage		X	X	X	X		
Sewage treatment					X		
Recreation/cultural values	X	X	X	X	X	X	X

Fonte: Bolund e Hunhammar (1999)

O reconhecimento da relação direta entre a presença de determinados elementos naturais no ambiente urbano para o funcionamento do ecossistema das cidades destaca a importância de se conhecer o comportamento dos diferentes padrões de ocupação espacial sobre os processos ecológicos nas cidades. Observa-se, contudo, a complexidade de estabelecer padrões de composição dos elementos no espaço urbano dado à heterogeneidade que caracteriza o ambiente das cidades tanto em seus aspectos físicos quanto aspectos sociais e culturais. Sobre a heterogeneidade urbana Pickett (1997) apud Angeletto (2008) ressalta:

“A heterogeneidade é uma das mais importantes características a influenciar os ambientes surgidos com a urbanização. Esse fator cria e barra oportunidades para os organismos (...). Recursos naturais, capital, trabalho, conhecimento se deslocam diferentemente através das diferentes partes do mosaico urbano. (...) Da mesma forma em que se observa uma heterogeneidade espacial no mosaico urbano (áreas vegetadas, áreas densamente construídas, etc.) há também uma heterogeneidade social. Essa heterogeneidade pode ser quantificada e especializada através de dados socioeconômicos, censos demográficos e surveys sobre decisões individuais e familiares ligadas ao meio ambiente.”

(Angeletto 2008, p.16 -17)

A quantificação da heterogeneidade para o estabelecimento de padrões urbanos que elucidem o modo como se processam os serviços ecossistêmicos e o metabolismo urbano bem como as relações socioambientais tornam-se o escopo dos estudos da ecologia da paisagem nas cidades - campo que desperta o interesse comum de ecologistas e urbanistas. Por meio desses estudos, realizados por pesquisadores como Lynch (1961), Gordon e Forman (1982) e Turner (1987), relacionam-se as características da composição e configuração espacial das cidades (áreas verdes, densidade, materialidade edificada, pavimentação) com alterações na

biodiversidade, nas temperaturas, no regime de chuvas, na infiltração e escoamento superficial da água, na percepção e orientação espacial, na sensação de segurança e uso dos espaços, entre outros aspectos tal qual como resumidos por Alberti (1999).

“Spatial patterns of the urban setting alter the biophysical structure and habitat and influence the flows of resources (...) Various configurations of the urban structure imply alternative outcomes in the mosaic of biophysical elements that have differential effects on ecological processes. Urban pattern affect resource flows directly by redistributing solar radiation and mineral nutrients and indirectly by determining the resources needed to support human activities. Urban patterns also influence the feasibility of using alternative systems to supply resources and services to the urban population, thus indirectly affecting their environmental impact”

(Alberti, 1999 p.153)

As implicações das distintas formas de composição (materialidade) e organização (distribuição) dos elementos naturais e antrópicos no espaço urbano sobre as características ecológicas e relações sociais das cidades, e conseqüentemente, para o bem-estar da população torna os estudos da ecologia da paisagem urbana como base para as estratégias de planejamento e desenho das cidades, como colocado por Pellegrino (2000):

“A ecologia da paisagem surge então como tentativa de traduzir princípios ecológicos para a escala prática dos planejadores e arquitetos, visto que a maioria dos ecologistas não pensam visualmente, fazendo com que a informação ecológica seja dificilmente organizada de forma a ser imediatamente útil à intervenção. Forman e Godron, em sua obra de 1986, Landscape ecology, fundiram o conhecimento de geógrafos, ecologistas, arquitetos-paisagistas, planejadores e historiadores para entender a estrutura, função e mudança das paisagens, criando um quadro de referência pelo qual os arquitetos e planejadores podem explorar como a configuração paisagística do território evolui junto com os processos ecológicos mais relevantes, como um mosaico interagente de ecossistemas, conectados por fluxos de energia e matéria.”

(Pellegrino 2000, p.167)

O uso dos conhecimentos oriundos da ecologia para o planejamento da paisagem urbana é marcado pelo pioneirismo do urbanista e paisagista Ian McHarg cuja principal publicação *Design with Nature* de 1969. McHarg lança as bases para as estratégias que pretendem a reconciliação da sociedade com seu suporte físico enfatizando a conexão entre das dimensões naturais - locais, regionais e globais - e projetuais da paisagem. Observa-se dentro dessa lógica de planejamento que tão importantes quanto o reconhecimento das forças

econômicas e sociais que conformam a paisagem são as forças naturais no ambiente urbano. Nas cidades “usualmente localizadas em ambientes-chave: próxima de rios, ao longo de costas oceânicas, entremeadas a florestas (...) cenários cruciais para a conservação biológica” (Angeletto, 2008 p.28), a natureza oferece oportunidades ou restrições que devem ser observadas no projeto urbano sendo o papel desempenhado pela natureza muito além do estético. Assim sendo, o planejamento adequado dos espaços urbanos em conformidade com as características ambientais torna-se tão crucial para a conservação ecológica quanto a criação de reservas naturais legalmente protegidas e determinante para a sustentabilidade urbana. (NERY, 2008; ANGELETTO,2008; PELEGRINO, 2010; BAKER, 2000 apud ANGELETTO,2008)

Sobre o planejamento ecológico da paisagem, Paulo R. M. Pelegrino (2000, p.167 - 168) discorre:

“A combinação dos aspectos naturais e culturais que criam a paisagem incluem elementos visíveis como campos, matas, lagos, rios e cidades. Por sua vez, a maneira pela qual estes elementos são utilizados reflete a cultura de seus habitantes e, por extensão, a atividade de planejamento da paisagem, baseada em princípios conservacionistas, implica a tomada de decisões sobre alternativas de redesenho paisagístico, centradas no uso racional e sustentado dos recursos ambientais na acomodação das necessidades e interesses humanos. (...)”

As paisagens mudam por processos naturais ou pela ação das pessoas. Essas mudanças podem levar a uma maior estabilidade ou não dos ecossistemas.

O planejamento ecológico da paisagem é a criação de uma solução espacial capaz de manejar as mudanças dos elementos da paisagem, de forma que as intervenções humanas sejam compatibilizadas com a capacidade dos ecossistemas de absorverem os impactos advindos das atividades previstas e de se manter a integridade maior possível dos processos e ciclos vitais que ocorrem em seu interior, sempre se tendo como referência o contexto regional do qual fazem parte. ”

No contexto das discussões interdisciplinares e transdisciplinares que caracterizam a “ciência da sustentabilidade urbana”, o referencial teórico sobre o qual as estratégias de planejamento e desenho urbano voltadas à sustentabilidade se apoiam expande-se. Além das premissas colocadas: pelas noções ecossistêmica e do metabolismo urbano; pela relação entre composição espacial da paisagem urbana e funcionamento ecossistêmico; e pelo desenho com a natureza que vale-se da harmonização entre as condicionantes ambientais, incorporam-se o ideal de eficiência e de inteligência à sustentabilidade urbana. (WU, 2008, BETTENCOURT, 2010; ALBERTI, 1999)

A noção de eficiência urbana remete a ideia de performance tanto econômica e quanto ambiental das cidades, sendo a cidade sustentável sob o ponto de vista da eficiência definida por Acselrad (1999) como:

“Na perspectiva da eficiência, especialmente material, a cidade sustentável será aquela que, para a mesma oferta de serviços, minimiza o consumo de energia fóssil e de outros recursos materiais, explorando ao máximo os fluxos locais e satisfazendo o critério de conservação de estoques e de redução do volume de rejeitos. (...). Para se reduzir o impacto entrópico das práticas urbanas, caberia assim adotar tecnologias poupadoras de espaço, matéria e energia, e voltadas para a reciclagem de materiais.”

Acselrad (1999 p. 82)

A inteligência urbana, por sua vez, refere-se ao processo no qual investimentos são voltados à incorporação das tecnologias de comunicação e de informação juntamente com a modernização das infraestruturas e dos serviços urbanos a fim de que se promovam tanto a elevação da qualidade de vida quanto o acesso à informação para conscientização e tomada de decisão pelo cidadão e novas relações com os recursos naturais. Giffinger et al. (2010) e Lee et al. (2013) citados por Jong et al. (2018) evidenciam seis focos principais das ações de “inteligência” urbana: a econômica, a mobilidade, o ambiente, as pessoas e os governos. De forma isolada a inteligência na forma da informatização do ambiente não é capaz de promover a sustentabilidade urbana, mas em conjunto com os princípios da eficiência, do planejamento ecossistêmico e da paisagem torna-se uma importante ferramenta fornecendo um conjunto de dados que garante constante avaliações e correções de rumo além de informações precisas aos diversos usuários do ambiente urbanos. (JONG et al, 2018; JOSS, 2015)

Objetivando que os espaços urbanos se tornem: mais resilientes ao preservarem as funções ecossistêmicas e serem desenhados de acordo com a “natureza”; mais eficientes poupando recursos materiais e energéticos; e mais inteligentes incorporando novas tecnologias de telecomunicação para a gestão espacial uma gama de estratégias urbanas sustentáveis surge, sobretudo, na última década. Com nomes e enfoques variáveis tais propostas direcionam-se à adequação do metabolismo urbano, à determinação de uma composição bioclimática dos espaços construídos, ao uso de materiais e energia renováveis, à economia de escala, ao desenho participativo, à verificação do bem-estar ambiental e social pela geração de uma gama de meta dados urbanos, entre outros pontos. (ROMERO, 2008; JONG et al, 2018; JOSS, 2015; JABAREEN, 2010)

Segundo Jong et al. (2018), as doze principais nomenclaturas recorrentes na literatura relacionadas às propostas do urbanismo sustentável entre os anos de 1996 e 2013 são: *eco-*

city, sustainable-city, smart city, low- carbon city, intelligent city, digital city, ubiquitous city, resilient city, information city e livable city. As diferentes categorias tal qual apontado por Jong et al. (2018) apresentam de limites difusos sendo por vezes conceitos intercambiáveis de mesmo objetivo: a operacionalização da sustentabilidade urbana. As diferenças resumem-se ao enfoque dado às premissas da sustentabilidade urbana dentro de cada proposta e ao contexto onde se aplicam. As semelhanças por sua vez referem-se à abordagem e caracterização de determinados elementos e aspectos espaciais urbanos conforme é possível observar no resumo de três categorias de estratégias urbanas apresentadas no Quadro 3. (JONG et al, 2018; JABAREEN, 2010)

Apesar de diferentes nomes e enfoques observa-se um discurso comum quanto à forma urbana sustentável que passa então a ser um assunto sobressalente nas discussões a respeito da sustentabilidade urbana. A percepção de que a forma urbana, ou seja, a materialidade e organização espacial das cidades, está diretamente relacionada à problemas ambientais levantados pela ecologia e a ineficiência e desigualdade levantadas pelas ciências que se voltam ao estudo da sustentabilidade urbana torna central a busca por uma nova forma de apropriação do território que tornem as cidades ecologicamente adequadas, economicamente viáveis e socialmente justas.

As principais discussões quanto à forma urbana sustentável giram em torno da compactação versus o espalhamento urbano, outros temas, contudo, têm se mostrado igualmente relevantes características como a presença de áreas verdes, a orientação solar das edificações, a densidade de ocupação, a sinergia entre usos, o respeito às características naturais e culturais do sítio, entre outros. Tal fato, demonstra a vasta gama de elementos e características capazes de tornar as cidades mais sustentáveis que tem sido abordada e manejada pelas estratégias de planejamento e desenho urbano voltadas à sustentabilidade.

Identificados as principais feições da sustentabilidade urbana, a observação do quanto os elementos e características espaciais de um dado recorte urbano aproximam-se ou distanciam-se dos aspectos desejáveis estabelecidos torna-se uma importante ferramenta para o direcionamento das estratégias de planejamento e redesenho das cidades. O uso de métricas espaciais e ferramentas cartográficas computacionais são incorporadas como instrumentos de visualização e interpretação da forma urbana de modo ágil e compartilhada por vários agentes urbanos, contudo resta discutir o que é de fato a forma urbana e quais os ganhos e as limitações do estudo da forma para caracterização da sustentabilidade das cidades.

Quadro 3 – Proposições urbanas sustentáveis

Proposta urbana	Característica	Exemplo	Referência
Eco-city	<ul style="list-style-type: none"> . Comunidades de uso misto compactas, diversificadas, verdes e seguras em torno de instalações de transporte público . Enfatizar o “acesso pela proximidade” . Restaurar ambientes urbanos danificados . Habitação acessível, segura, conveniente e economicamente mista . Agricultura local, a ecologização urbana e a jardinagem comunitária . Reciclagem e conservação de recursos, reduzindo a poluição e os resíduos perigosos . Conscientização pública sobre o meio ambiente local e a biorregião 	Dongtan, Ilha de Chongming, China	Hefa Cheng um e Yuanan Hu
smart- city	<ul style="list-style-type: none"> . Uso de tecnologias de informação e comunicação em diversos campos e serviços a fim de otimizar o uso de recursos evitando perdas e consumo excessivo . Avanços tecnológicos impulsionaram o desenvolvimento e a qualidade de vida . baseada no envolvimento comunitário e em grande volume de dados para tomada de decisões 	Barcelona, Espanha	Tuba Bakıcı et al 2012
low-carbon/ carbon neutral city	<ul style="list-style-type: none"> . Metas de planejamento baseadas na diminuição e neutralização das emissões dos gases de efeito estufa . Ênfase em energias limpas, redução das distâncias, transportes alternativos, preservação de áreas verdes 	Melborne, Australia	Sieting Tan et al, 2016

Fonte: Elaborado pela autora.

2.1.5. FORMA E SUSTENTABILIDADE URBANA: DA OBSERVAÇÃO DOS ELEMENTOS E QUANTIFICAÇÃO DOS ATRIBUTOS DA FORMA URBANA SUSTENTÁVEL AO USO DAS GEOTECNOLOGIAS NO ESTUDO DAS CIDADES

A forma de um objeto refere-se à sua conformação ou aparência exterior, cuja leitura visual torna possível identificar características quantitativas e qualitativas relativas à materialidade, dimensão, cor, textura, entre outros. Além da descrição da aparência, a observação da forma possibilita inferências quanto à função, ao uso, a época de fabricação, o valor, o estado de conservação atributos esses capazes de distinguir os objetos e estabelecer distinções entre eles. Na presente pesquisa, o objeto em questão é a cidade, cuja a forma é caracterizada pela materialidade, distribuição e organização dos elementos naturais e construído que compõe a paisagem urbana e permitem inferências quanto às dinâmicas sociais, econômicas e ambientais nela processadas. (LAMAS, 2004 apud BETTENCOURT, 2010)

Jabareen (2011) descreve o conceito de forma urbana valendo-se das colocações de Handy (1996), Lynch (1981) e Lozando (1990) sendo essa definida como:

“Generally, urban form is a composite of characteristics related to land use patterns, transportation system, and urban design (Handy 1996, 152-53). Kevin Lynch (1981, 47) defines urban form as “the spatial pattern of the large, inert, permanent physical objects in a city.” Form is a result of aggregations of more or less repetitive elements. Urban form, then, is a result of the bringing together of many elements-concepts: the urban pattern. Urban patterns are made up largely of a limited number of relatively undifferentiated types of elements that repeat and combine. Hence, these patterns have strong similarities and can be grouped conceptually into what are called concepts (Lozano 1990, 55). Specifically, elements of concepts might be street patterns, block size and form, street design, typical lot configuration, layout of parks and public spaces, and so on.”

(JABAREEN, 2011 p.39)

Dada a heterogeneidade e multiplicidade de materiais, elementos e composições visíveis no território urbano a definição de padrões para a descrição da forma urbana é um exercício tão necessário quanto complexo sendo explorado pelo campo disciplinar da morfologia urbana. A morfologia urbana volta-se ao estudo da paisagem das cidades aproximando as visões de ecologistas, geógrafos, historiadores, arquitetos, paisagistas e planejadores a fim de identificar e dissecar os componentes e características representativas

que conformam e definem o território urbano. Pela observação dos morfologistas, a forma urbana é o resultado tangível e material da ação das forças econômicas, sociais e políticas sobre o ambiente cujas dinâmicas e valores temporais ficam impressas no tecido urbano. As modificações dos elementos e da composição da paisagem urbana evidencia a constante evolução do tecido urbano e dos valores da população que neles habita e constrói. (MOUDON, 1997)

A descrição de Anne Moudon originalmente publicada na Revista *Urban Morphology* em 1997 e traduzida pela Rede Lusófona de Morfologia Urbana em 2015 do campo disciplinar da morfologia urbana, tornou-se referencial para caracterização das atribuições dos morfologistas e dos elementos urbanos tomados em estudo por esses.

“Os morfologistas analisam a evolução da cidade desde o seu assentamento até às subsequentes transformações, identificando e dissecando os seus vários componentes. A cidade resulta da acumulação e da integração de muitas ações individuais, ou de pequenos grupos – ações determinadas por tradições culturais e moldadas por forças sociais e económicas desenvolvidas ao longo do tempo. Os morfologistas centram-se nos resultados tangíveis das forças sociais e económicas: estudam a concretização de ideias e intenções à medida que estas tomam forma sobre o solo moldando as nossas cidades. Edifícios, jardins, ruas, parques e monumentos, estão entre os principais elementos da análise morfológica. No entanto, estes elementos são considerados organismos que vão sendo constantemente utilizados e transformados ao longo do tempo. Estes elementos também existem num estado de inter-relação próxima e dinâmica: estruturas construídas que moldam e que são moldadas pelos espaços abertos à sua volta; ruas de carácter público servindo e sendo utilizadas por proprietários de parcelas privadas dispostas ao longo dessas ruas. O estado dinâmico da cidade, e a relação próxima dos seus elementos, levou a que muitos morfologistas preferissem o termo ‘morfogênese urbana’ para descrever o seu campo de estudo.”

(MOUDON, 2015 p. 41)

O termo morfogênese, destacado por Moudon (2015), refere-se ao dinamismo urbano, onde os elementos e relações entre as partes encontram-se em constante transformação. Sendo uma das premissas dos estudos morfológicos, portanto, a observação da dimensão temporal segundo a qual a forma urbana identificada. A forma urbana é, portanto, o aspecto espacial de um dado momento e não a forma da cidade em absoluto. (BETTENCOURT, 2010; MOUDON, 1997)

Conforme destacado por Moudon (2015) Outras duas premissas do estudo morfológico dos espaços urbanos referem-se aos elementos urbanos identificáveis e à resolução de observação.

- “- A forma urbana é definida por três elementos físicos fundamentais: edifícios e os espaços abertos relacionados com estes, parcelas ou lotes, e ruas;
- A forma urbana pode ser compreendida em diferentes níveis de resolução. Normalmente, reconhecem-se quatro níveis, que correspondem ao edifício/parcela, à rua/quarteirão, à cidade, e à região.”

(MOUDON 2015, p.45):

A resolução é a distância a partir da qual a cidade é observada, sendo determinante para a delimitação do recorte espacial e, conseqüentemente, para definição dos elementos e das características verificáveis. O conceito de resolução aproxima-se da noção geográfica de escala espacial, ambas são definidas em relação ao objetivo do estudo e determinam o tamanho do recorte espacial e o nível de percepção física que se tem da área. Definida a escala ou resolução, são evidenciadas as parcelas do território onde os elementos e aspectos espaciais observados são homogêneos. A definição de áreas de cobertura dos padrões espaciais são um artifício que simplifica a heterogeneidade do espaço urbano e o torna apreensível e definível. (NUCCI, 1998)

Os elementos urbanos, por sua vez, são as partes identificáveis e delimitáveis que compõe o sistema urbano e são objeto de estudo. Analogias quanto as células, tecidos, órgãos e membros pertencentes à estrutura corporal dos seres vivos colocadas por Karl Kropf (1993 apud Silva, 2015) e quanto às palavras dentro do texto por José Lamas (2004) são utilizadas para descrever como se dá a hierarquia e interligação dos elementos urbanos no estudo da composição e organização das cidades. Para Karl os elementos e a organização desses são a própria materialização das questões urbanas, tal qual os tijolos, madeira, argamassa, pedra e cimento escolhidos, arranjados e colocados em um lugar específico de acordo com as escolhas humanas para a edificação. (BETTENCOURT, 2010; SILVA, 2015)

Para descrever o comportamento e mudanças dos elementos urbanos ao longo do tempo, bem como, de suas características e funcionalidades, Lamas (2004), vale-se ainda da analogia da interpretação arquitetônica das partes do edifício transposta a interpretação dos espaços urbanos:

- “Num edifício os elementos morfológicos são também elementos construtivos e espaciais. Nas épocas clássicas, do Renascimento ao Barroco, podem-se

identificar as colunas, o frontão, o entablamento, a cornija entre tantas outras. Na arquitetura ‘moderna’, tais elementos não existem, mas existem outros: o pilar, a viga, a pala de betão e por ai a fora. São elementos diferentes e, por serem diferentes e pelo modo como se organizam diferenciam a arquitectura dessas épocas.

Janelas e escadas e outros elementos sempre existiram e sempre desempenharam idênticas funções (...). Tiveram dimensões e formas diferentes, posicionamentos diversos, intenções estéticas distintas (...). Esses elementos são, à partida e em si mesmos, exigências funcionais e construtivas. O modo como se posicionam e se estruturam nos edifícios tem a ver com essas exigências, mas depende das intenções de comunicação e estética ou aquilo que se convencionou chamar de linguagem arquitetônica. (...)

Os elementos mais genéricos, como as paredes, as coberturas, as janelas, os vãos, as portas, as escadas, as rampas e tantos outros, são relativamente constantes na arquitetura (...). As suas características e aspecto exterior, o modo como se inter-relacionam num edifício é que varia de época para época ou de autor para autor e têm a ver com a linguagem, com a estética e a comunicação e com a organização do próprio espaço.

Em toda a arquitetura ocidental, podem-se identificar tais elementos: são aquelas partes mínimas reconhecíveis nos edifícios com uma função construtiva ou programática, uma finalidade estética ou significativa. ”

(Lamas 2004 p.70-71)

Trazendo as colocações do autor a respeito do edifício para o contexto da cidade, observam-se similaridades quanto a importância da materialidade (solo, plantas, asfalto, tijolos, concreto, etc.) e dos objetos que os materiais conformam (edifícios, jardins, praças, parques, carros, pessoas, etc.) cujos aspectos variam no decorrer do tempo e de acordo com valores.

A distribuição e organização dos elementos tornam as cidades distintas entre si, uma vez que são conformados de acordo com as lógicas e valores próprios dos atores e da época em que são construídos e dispostos no tecido urbano. A relação entre a forma e função e a interdependência entre as partes tal qual estabelece-se no aspecto e distribuição dos cômodos no edificado, também são verificadas nos espaços urbanos. Nas cidades notasse que a composição e organização espacial das parcelas, construções, ruas e espaços abertos encontram-se relacionados entre si e em relação à função a que se destinam.

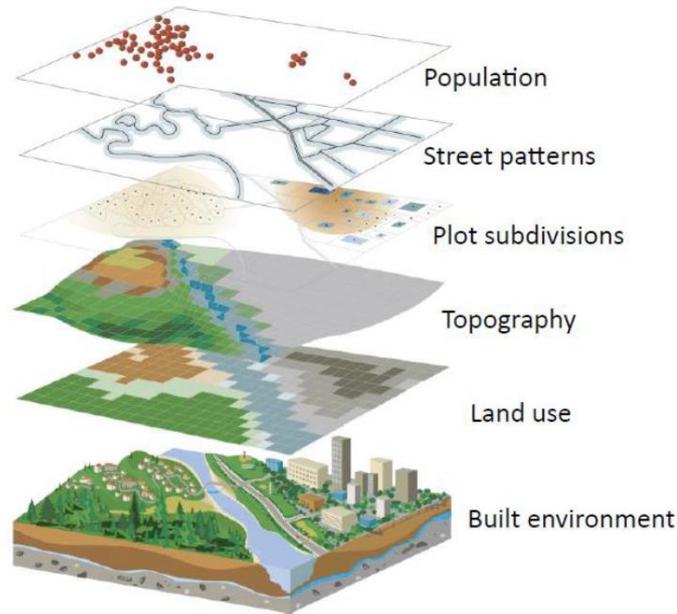
A determinação dos aspectos qualitativos (ex. função, materialidade, conforto, estado de conservação) e quantitativa (ex. densidade, área, volume, fluxos) dos elementos que compõe os espaços urbanos, juntamente com a observação da distribuição e organização dos

mesmos, são assim estratégias capazes de descrever a cidade e seus aspectos distintivos intraurbanos que as tornam, por exemplo, sustentáveis ou não. A importância de se observar os padrões espaciais de uso e ocupação do território das cidades já fora destacada pela crítica à arquitetura moderna e pela ecologia das paisagens ao relacioná-los às fenômenos socioeconômicos e funções ambientais. Na perspectiva da morfologia urbana aliada aos estudos recentes a respeito da sustentabilidade urbana, ambas visões fundem-se evidenciando as relações entre a forma urbana e as dinâmicas ecológicas, sociais e econômicas e, conseqüentemente, e a qualidade ambiental e de vida, eficiência, resiliência e equidade dos espaços urbanos. (JABAREEN, 2006; SILVA e ROMERO, 2015)

Os elementos elencados para descrever a forma urbana podem variar em relação à escala morfológica, ao objetivo do estudo e à resolução adotada para leitura do território. Enquanto Moudon, por exemplo, destaca três elementos principais: o edifício tomado juntamente com o entorno, as subdivisões do território urbano - parcelas e lotes e as vias. José Lamas, por sua vez, distingue onze elementos: o pavimento (solo), o edifício, a fachada, o lote, a quadra, o logradouro (entorno do edificado não construído), a rua, a praça, o monumento, a vegetação e o mobiliário. Nos elementos destacados por Lamas observa com maior clareza as diferentes resoluções sendo por exemplo o mobiliário identificado somente em uma observação mais aproximada do espaço da cidade e as fachadas somente observáveis em uma leitura realizada ao nível da rua e valendo-se das três dimensões espaciais – comprimento, altura e largura. (SILVA 2015; MOUDON, 1997; LAMAS, 2004)

Visto as limitações metodológicas quanto a capacidade de abarcar todas as variáveis e inter-relações urbanas de modo simultâneo, a leitura do ambiente das cidades apoia-se numa visão estratificada dos elementos espaciais. Os seis estratos urbanos (FIGURA 5) definidos por Serge Salat (2012) e destacados por Silva (2015) correspondem: à ocupação do solo, ao uso do solo, à topografia, ao parcelamento do solo, à infraestrutura viária e à população. Dentro de cada estrato são discerníveis elementos urbanos específicos, por exemplo, como indústrias, comércios, equipamentos públicos, espaços de lazer no uso do solo e bairros, quadras e lotes no extrato relativo ao parcelamento do solo. (NUCCI, 1998; SILVA 2015)

Figura 5 – Estratificação da forma urbana proposta por Serge Salat



Fonte Salat, (2012 p.3) apud Silva 2015 p.7

A decomposição do espaço em estratos e elementos é uma estratégia recorrente, sendo também aplicada pela ecologia da paisagem. Tal qual destaca Pellegrino (2000 p.166), a “sobreposição de mapas como de solo, vegetação, densidade habitacional, planícies aluviais, hipsometria, áreas de preservação, indústria etc. já tem sido utilizada há longo tempo para identificar localizações apropriadas e inapropriadas para futuros usos do solo.” Sendo inclusive adotada por Ian McHarg para o planejamento da paisagem urbana. (PELLEGRINO, 2000)

Os conceitos e estratégias dos estudos morfológicos e da paisagem das cidades aproximam-se e tornam-se referenciais para as estratégias de desenvolvimento sustentável urbano. Uma vez que, a necessidade de “novas formas de apropriação do espaço, condizentes com as necessidades emergenciais apresentadas à sociedade global hoje, e coerentes com a sinergia e equidade entre as esferas sociais, ambientais, econômicas e de governança” (SILVA e ROMERO, 2015, p. 3) carece de meios de identificar no território e comunicar aos tomadores de decisão os aspectos urbanos que destoam dos ideais para promoção da sustentabilidade.

Conforme abordado, a sustentabilidade das cidades apoia-se nas matrizes discursivas relativas à resiliência ambiental, eficiência econômica e energética e equidade social que traduzem-se em uma forma urbana: compacta; densa; diversa quanto a ocupação (cultural,

arquitetônica e populacional em termos etários, étnicos, aquisitivos, etc.) e ao uso (uso misto); integrada por meios de transporte público e por curtas distâncias caminháveis; verde e ecologicamente integrada; E adequada ao sítio onde insere em relação ao clima, a orientação solar, a disponibilidade de recursos etc.

Tais características da forma urbana sustentável são destaque em diversos os estudos que abordam o tema como nas publicações de Jabareen (2011); Andrade e Romero (2004); Rodrigues (2009); Madureira (2005); Silva (2015) Silva e Romero (2015) Alberti (1999); Romero (2008); Milder (2012); Rogers (2015); Far (2013); Souza e Awar (2012).

Long et al (2012 p. 60) sintetiza a forma urbana sustentável com a seguinte descrição:

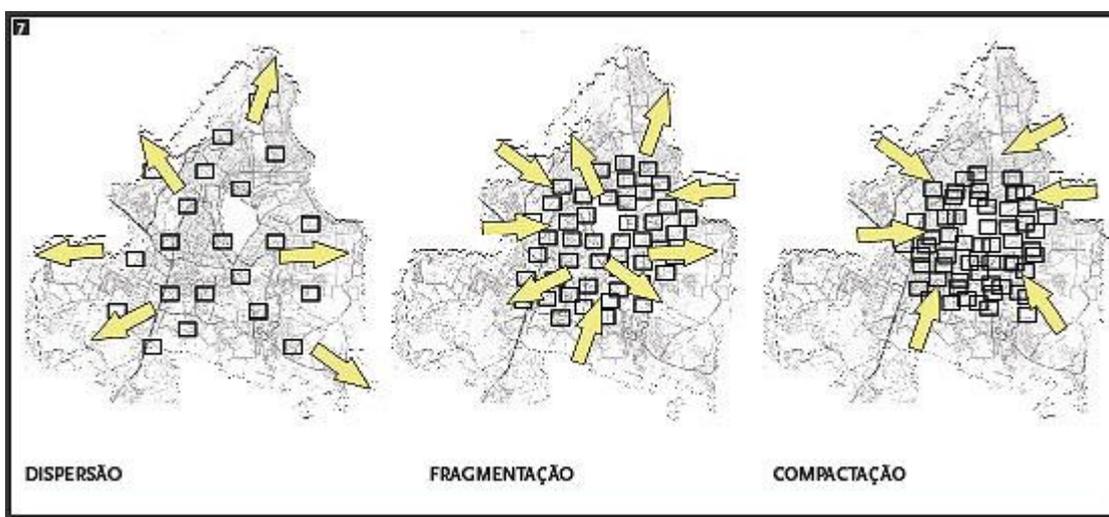
“The sustainable city is often defined as a dense city, the city of short distances, of struggle against urban sprawl, which ensure social mixity and functional diversity, respect ecosystems and natural, cultural and heritage-related resources. It develops as a priority in relation with public transport networks, which have been unable to follow such a spatial development of the city”

A compreensão sumária de cada um dos aspectos da forma urbana sustentável destacados em relação à sua fundamentação e aos elementos urbanos a que fazem referências torna-se essencial para que se possam determinar métricas aplicáveis o estudo quantitativo da sustentabilidade da forma urbana.

O tema mais recorrente na literatura relativa à caracterização da cidade sustentável refere-se à cidade compacta. O fundamento principal tem por base a constatação dos aspectos negativos - ambientais, econômicos e sociais - relacionados ao espraiamento urbano (*urban sprawl*) FIGURA 6. O espalhamento da cidade no território com baixas densidades e longas distancias entre os núcleos populacionais característica da cidade dispersa aumenta a pressão sobre o solo agricultável ou preservado do sistema entorno. Uma vez que a urbanização do território altera as características naturais de cobertura do solo relativas à permeabilidade, à biodiversidade, à capacidade térmica são evidentes alterações nos serviços ecossistemas, no clima local, e no regime de escoamento e infiltração da água entre outras. Quando não equacionadas, tais perturbações, diminuem a resiliência do ecossistema urbano tornando-os mais vulneráveis à desastres naturais como enchentes, deslizamentos de terra e à crises hídricas e de desabastecimento. Pesquisas como as realizadas por Long et. Al (2012) e Bourdic et al (2012) relacionam o crescimento da cidade em extensão – aumento da distância relativa entre os pontos do território urbano- com o aumento do uso do automóvel particular

e, conseqüentemente, elevação do consumo de combustíveis fósseis e dos níveis de poluição atmosférica. E, assim sendo, a cidade dispersa torna-se menos eficiente energeticamente. Relativamente às questões econômicas e sociais, a dispersão urbana intensifica a segregação socioeconômica e gastos municipais com criação e manutenção de extensas malhas infra estruturais muitas vezes subutilizadas. Observa-se nas cidades dispersas uma maior desigualdade socioespacial com subúrbios abastados e carentes muitas vezes em polos opostos das cidades. (ROMERO, 2008; JABAREEN, 2011; SILVA, 2011; SALAT,2011)

Figura 6 – Ilustração da dinâmica de dispersão fragmentação e compactação urbana



Fonte: Ribeiro e Silveira (2009)

Jabareen (2011 p. 39 -40) resume o conceito e as implicações da compactação para a sustentabilidade da seguinte maneira:

“Compactness of the built environment is a widely acceptable strategy through which more sustainable urban forms might be achieved. Compactness also refers to urban contiguity (and connectivity), which suggests that future urban development should take place adjacent to existing urban structures (Wheeler 2002). When the concept is applied to existing rather than new urban fabric, it refers to the containment of further sprawl, rather than the reduction of the present sprawl (Hagan 2000). Compactness of urban space can minimize transport of energy, water, materials, products, and people (Elkin, McLaren, and Hillman 1991). (...)Four major themes are evident in current debates on compactness as an important strategy for achieving desirable urban forms (Williams, Burton, and Jenks 2000; Pratt and Larkham 1996, 279). The first, probably the longest established and most common, is that a contained and compact city has a corollary of rural protection (McLaren 1992). The second theme is related to the promotion of quality of life, including social interactions and ready access to services and facilities. The third is the reduction of energy consumption by providing

building densities capable of supporting district heating or combined heat and power systems; and the fourth is the reduction of greenhouse gas emissions by minimizing the number and length of trips by modes of transport harmful to the environment. ”

A densidade cujo aspecto visível é a concentração de pessoas, empregos, unidades habitacionais, pontos comerciais, volume construído em uma determinada área relaciona-se à economia de escala, ou seja, à quantidade de pessoas, bens ou serviços que tornam o espaço atrativo e equilibrado socialmente e eficiente economicamente. A concentração de pessoas, por exemplo, viabiliza a provisão de transportes públicos em maior volume e frequência como também o aproveitamento da capacidade total das infraestruturas urbanas já instaladas como as redes de abastecimento e saneamento. Atrelada à diversidade a densidade propicia maior interação social e sensação de segurança. Contudo, não se trata de uma abordagem unânime visto que a densificação pode intensificar problemas urbanos relacionados à congestionamentos, poluição, pressão ambiental por espaço e recursos em determinado ponto e o aumento do valor da terra urbana impedindo o acesso de parte da população aos benefícios da densidade. A fim de evitar tais efeitos adversos as estratégias de aumento da densidade urbana devem estar atreladas à estudos relativos à capacidade suporte do meio urbano e às políticas públicas de acesso à moradia de interesse social. Quanto ao uso do transporte individual, a questão da densidade também apresenta contradições podendo tanto aumentar os congestionamentos e conseqüente poluição atmosférica quanto incentivar à “caminhabilidade” e “ciclabilidade” dependendo do contexto urbano em que se aplica. (NUCCI, 2008; JABAREEN, 2011; SILVA 2015)

A diversidade é um tema que remete à crítica ao urbanismo de zoneamento rígido monofuncional - questão urbana que desponta na década de 1960. Desde então, são recorrentes as menções aos benefícios da diversidade para a vitalidade e atratividade urbana e a adoção desse princípio de modo recorrente nas estratégias de planejamento. A diversidade pode ser aplicada tanto ao uso do solo quanto à composição dos elementos urbanos e extratos populacionais. A diversidade de usos, ou seja, o zoneamento misto aproxima áreas residenciais, comerciais e de serviços integrando as funções urbanas como trabalho, consumo e recreação em um mesmo espaço. Os efeitos para a sustentabilidade relacionam-se à maior integração social, ao encurtamento das distancias percorridas e menor uso do transporte automotivo para as atividades rotineiras, ao aumento da caminhabilidade, da sensação de segurança e da atratividade urbana. A diversidade de elementos urbanos e extratos sociais

garante ao espaço riqueza social, cultural e histórica recursos atraentes tanto na escala urbana quanto regional. (JABAREEN, 2011; SILVA e ROMERO, 2015)

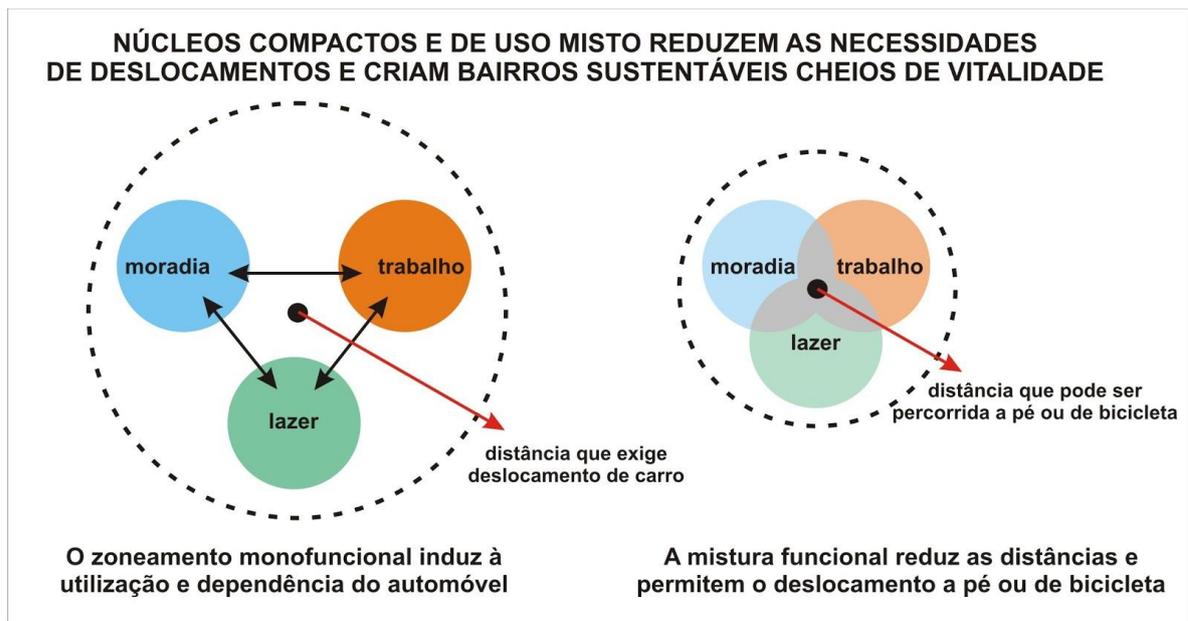
Vale destacar que:

“If development is not diverse, then homogeneity of built forms often produces unattractive, monotonous urban landscapes, a lack of housing for all income groups, class and racial segregation, and job-housing imbalances that lead to increased driving, congestion, and air pollution.”

(WHEELER 2002 p. 328 apud JABAREEN, 2011 p.42)

Arelada à compactação (proximidade entre as partes urbanas) e a densidade, a diversidade torna-se uma das principais características da forma urbana sustentável (FIGURA 7).

Figura 7 – Sustentabilidade urbana: Compactação, diversidade e densidade



Fonte: SILVA e ROMERO, 2011

A conectividade urbana ou integração tem por base um modelo de cidade como uma série de vilas ou comunidades ao máximo “autossuficientes” inter-conectadas tal qual descrito Kanashiro (2004) em revisão à na Nova Carta de Atenas, documento europeu voltado à sustentabilidade urbana publicado em 1994. A fácil circulação pelo território, sobretudo, a partir de meios de transporte coletivos e de baixo impacto ambiental torna-se essencial para a qualidade ambiental, a equidade de acesso as oportunidades urbanas e eficiência energética e econômica, haja visto, o impacto negativo do transporte motorizado individual para o meio

ambiente (consumo de recursos não renováveis e poluição) e para a qualidade de vida (congestionamentos e acidentes), a relação entre a acessibilidade e o equilíbrio de oportunidades urbanas e os gastos energéticos e monetários com a provisão de combustíveis para a locomoção. A provisão de infraestrutura adequada que garanta a integração espacial e a circulação por meio de transportes não motorizados como bicicletas e a caminhabilidade é uma estratégia primordial para tornar as cidades mais sustentáveis. O desenvolvimento urbano orientado ao transporte sustentável (DOTS) é inclusive um campo específico dentro do planejamento urbano sustentável e suas proposições abordam, entre outras questões, a adequação das calçadas, ciclovias e ciclo faixas; o incentivo às fachadas ativas; a integração dos modais de transporte; a provisão de bicicletários junto às estações de metrô e paradas de ônibus. Em conjunto tais elementos urbanos dão forma à cidade conectada e caminhável tal qual destaca Elkin, McLaren e Hillman (1991) e Jordan e Horan (1997) apud Jabareen (2011 p. 40):

“Elkin, McLaren, and Hillman (1991, 12) argue that sustainable urban form must be a form and scale appropriate to walking, cycling, and efficient public transport and must have a compactness that encourages social interaction. It must enable access to the facilities and services of the city while minimizing the resulting external costs. “Sustainable transportation” is defined as “transportation services that reflect the full social and environmental costs of their provision; that respect carrying capacity; and that balance the needs for mobility and safety with the needs for access, environmental quality, and neighborhood livability” (Jordan and Horan 1997, 72).”

A presença de áreas verdes na forma de parques, jardins, canteiros, telhados jardináveis, hortas no espaço urbano relaciona-se à vários benefícios ambientais, sociais e culturais já comprovados nos estudos dos serviços ecossistêmicos urbanos e ratificados pelas estratégias de planejamento da paisagem com a natureza. E assim sendo, fica evidente que “quando se fala em planejar com a natureza, está se falando principalmente da vegetação. É a partir dela que muitos problemas serão amenizados ou resolvidos e, portanto, a cobertura vegetal, tanto em termo qualitativo como quantitativo e também sua distribuição espacial no ambiente urbano, deve ser cuidadosamente considerada na avaliação da qualidade ambiental.” (NUCCI, 2008 p. 24) A variedade de espécies em especial nativas, a proporção e proximidade em relação ao espaço construído, e a capacidade de produção de alimento dentro do perímetro urbano também são questões a serem incluídas no debate a respeito da inserção das áreas verdes nas cidades sustentáveis. (NUCCI, 2008; JABAREEN, 2011)

A adequação às condicionantes ambientais do sítio também já levantadas pelo planejamento ecológico da paisagem urbana e *design with nature* reforça-se dentro das iniciativas de adequação da forma urbana à sustentabilidade. Objetiva-se na adequação às condicionantes do sítio que menos recursos energéticos sejam gastos para adaptar ou aumentar artificialmente as capacidades do meio às exigências impostas pela urbanização. Nesse sentido, iniciativas como: (I) a orientação solar das ruas e edifícios voltadas ao aproveitamento da energia para o aquecimento e/ou geração de energia e o maior ou menor aquecimento passivo; (II) a orientação em relação aos ventos predominantes que propicie a ventilação natural e evite o acúmulo de poluentes e materiais particulados próximo a superfície; (III) a adequação da distância entre as edificações e largura das ruas evitando sombreamentos e contenção dos ventos; (IV) a atenção à forma e materialidade das construções e pavimentações evitando alterações drásticas no micro clima e ciclo da água locais; (V) a proteção dos mananciais hídricos que abastecem as cidade e nelas estão presentes. Tais iniciativas e outras de mesma ordem, adotadas tanto na escala do edifício, da rua, da vizinhança e cidade impactam de modo positivo o ambiente, a economia e a sociedade. Para a sustentabilidade econômica em especial, projetar valendo-se dos atributos ambientais locais gera economia tanto de energia quanto de recursos muitas vezes gasto para recuperação dos danos ocasionados pela ocupação inadequada do espaço tais como enchentes e deslizamentos de terra. (ANGELETTO, 2008; NUCCI, 2008; JABAREEN, 2011; PAULEIT e DUHME, 2000)

Visto as relações entre a sustentabilidade urbana e as características espaciais relacionadas à densidade, compactação, diversidade, mistura de usos, conectividade, caminhabilidade, presença de áreas verdes e adequação às condicionantes do território pode-se inferir que a quantificação desses atributos se torna um indicativo do quanto um determinado espaço urbano aproxima-se ou distancia-se do ideal à sustentabilidade. Aplicado ao espaço intraurbano tornar-se-ia um meio de verificar as inequidades espaciais das cidades e direcionar os esforços do planejamento e as ações de readequação com o objetivo de tornar as o espaço urbano em sua totalidade mais resiliente, eficiente e equitativo.

Sobre o uso do estudo analítico da forma urbana como suporte à tomada de decisão Rossana da Silva (2011, p. 101) coloca:

“o estudo analítico da forma urbana torna-se um suporte à tomada de decisão para o planejamento regional e urbano dos sistemas de transporte, energéticos, ambientais, para a análise e acompanhamento da relação rural-urbana, para

questões relativas à saúde pública, a segurança, a exclusão/inclusão socio espacial, de entre outros domínios nomeadamente:

Observar a evolução do crescimento das áreas urbanas, os padrões de evolução, as relações sócio espaciais existentes e as dinâmicas instaladas como meio de apoiar intervenções e ações integradas no quadro de políticas urbanas;

Definir ‘graus de disfunção urbana’ no sentido de orientar possíveis intervenções de carácter prioritário em espaço urbano;

Observar as tendências dominantes e caracterizar as componentes integrantes que têm maior peso ou expressão urbana no sentido de apoiar as políticas de conservação e preservação das identidades e (re) valorizaçãodos ‘patrimônios’ histórico e sociocultural,

Controlar (por antecipação) as consequências da expansão urbana por níveis de intensidade e tipo de afectação do solo (uso e ocupação);

Estabelecer relações entre as características da forma urbana e níveis de emissão de dióxido de carbono, de consumos energéticos ou níveis de qualidade ambiental e de vida urbana,

Relacionar os processos, os meios e os actores envolvidos na ‘construção’ da forma urbana, projectando contextos evolutivos da forma urbana seja por via do controlo ou da contenção da expansão urbana global ou pela definição de eixos/sectores urbanos privilegiados para a monitorização e acompanhamento,

(re)orientar a(s) forma(s) com base no entendimento das relações que se estabelecem entre as partes (espaço intra urbano) e a globalidade do espaço urbano, e/ou desta última com as suas áreas de vizinhança (relações inter urbanas) no sentido de potenciar um ‘equilíbrio’ dinâmico do crescimento da forma urbana *latu sensu* a diferentes escalas de análise.”

A fim de tornar operacional a quantificação da forma urbana gerando um conjunto de informações que municiem as ações destacadas por Rossana Silva (2011), aos elementos urbanos de interesse aplicam-se métricas - cálculos matemáticos -que transpõem os elementos para índices quantitativos referentes às características geométricas e relações espaciais dos componentes urbanos em determinada resolução espacial. A proposição de métricas espaciais têm origem na ecologia das paisagens, sendo incorporada aos estudos ecológicos e morfológicos da paisagem urbana. Objetiva-se na quantificação das relações espaciais e composições urbanas, principalmente, a descrição e mensuração objetiva das características urbanas de modo a possibilitar a observação, comparação e comunicação dos aspectos ambientais, económicas e sociais, dos desequilíbrios, deficiências e iniquidades entre os recortes territoriais de estudo afim de fomentar políticas públicas e ações corretivas nas cidades. (RODRIGUES, 2009; HUANG et al., 2007)

Diversidade, Intensidade, distribuição, proximidade, conectividade/acessibilidade e contiguidade/fragmentação são as principais métricas aplicadas à mensuração e avaliação da forma urbana destacadas nos estudos de Rossana da Silva (2011), Quentin Blanpain Silva (2015), Ângela Dias (2012); Michel Rodrigues (2009), Huang et al, (2007); Tratalos et al (2007); Netto et al (2009), Lowry et al (2013) e Jabareen (2011) Bourdic et al (2012). No quadro 4, resumem-se as principais métricas espaciais encontradas na revisão bibliográfica dos textos dos referidos pesquisadores bem como as relações entre as métricas e as características da sustentabilidade urbana destacadas.

Quadro 4 – Relação entre as métricas espaciais e características da sustentabilidade urbana

Métricas	Descrição	Aplicação a sustentabilidade urbana
Diversidade	Medida da variedade de objetos ou variações de um dado objeto ou elementos em um recorte urbano	Maior diversidade de ocupação, uso do solo, tipologias relação -> menor consumo de energia para transporte, maior vitalidade dos espaços urbanos, maior atratividade e maior segurança.
Intensidade	Medida da concentração de um objeto ou elementos em um recorte urbano	Maior densidade e intensidade -> maior aproveitamento dos recursos urbanos instalados; menor consumo de materiais e energia
Distribuição (Concentração/ dispersão continuidade/fragmentação)	Medidas da distribuição (equitabilidade, homogeneidade) espacial de um dado objeto ou elementos em um recorte urbano	Maior a concentração -> menor consumo de energia para locomoção Maior dispersão -> maior consumo energia, maior consumo de recursos e solo urbana Maior fragmentação áreas construídas- »maior inserção de áreas verdes no tecido urbano Maior a continuidade das áreas verdes- »melhor função ecossistêmica
Proximidade	Medida da distância entre dois objetos ou entre elementos	Maior proximidade » menor consumo de energia para deslocamento, maior acessibilidade Maior proximidade áreas construídas » menor insolação, menor ventilação
Conectividade/ acessibilidade	Medida das intersecções ou conexões entre eixos (reais ou virtuais) num dado recorte urbano	Maior número de intersecções -> maior possibilidade de ir de um ponto ao outro de diferentes modos ou por diferentes caminhos -> menor congestionamentos, poluição Menor distância entre intersecções ->maior a caminhabilidade

Fonte: Elaborado pela autora, 2018

A aplicação das métricas que transpõe as características urbanas para um conjunto de valores numéricos e a produção de cartografias temáticas são duas estratégias utilizadas para a simplificação da realidade urbana afim de modo a tornar a compreensão mais fácil e estabelecer diagnósticos e prognósticos que municiem a tomada de decisão. Tal qual coloca Jorge Wilhelm(2008):

“ Seja qual for o método urbanístico adotado e os objetivos propostos pelo urbanista, terá ele que partir de uma realidade existente: a cidade, conceituada como um organismo, dotada, portanto, de vida: uma estrutura complexa, suportando uma infinidade de atividades que a transformam constantemente. Para retratar essa realidade dinâmica, é preciso buscar a compreensão, diagnosticando e prognosticando, estabelecendo uma simplificação suficiente de seus elementos componentes, a fim de estabelecer, tentativamente, quais elementos são predominantemente, significativos, substantivos.”

(WILHEIM,2008 p.73)

A observação da paisagem urbana objetivando a quantificação de seus atributos ou representação gráfica é assim uma ciência que identifica os sinais mais significativos e adota métodos de aproximação que simplifiquem ao máximo a complexidade evitando, contudo, simplificações e generalizações que deturpem a realidade. Sobretudo a partir da leitura pós-moderna das cidades observa-se como destaca Moura (1994) que:

“ A cidade passa a ser vista, não de forma totalizante e estanque, mas como um conjunto complexo de variáveis inter-relacionadas, que em situações diferentes apresentam sistemas diferentes de correlações. Contra as verdades absolutas, o urbanismo pós moderno privilegia a heterogeneidade, a fragmentação, o pluralismo, o convívio de diferentes forças, o efêmero e o caótico.”

(MOURA, 1994 p.46)

A visão pós-moderna da cidade reafirma o colocado por Christopher Alexander em 1995 na publicação *The City is not a Tree* citada por Wilhelm reconhecendo que as assimetrias fazem parte do tecido urbano e que as superposições dos sistemas urbanos e relações não podem ser esquecidas na observação das cidades.

“ A “árvore” define-se como uma coleção em que, para cada dois conjuntos, ou um está inteiramente contido no outro ou estão totalmente separados. (...) Há disciplinas ou esquemas que essa estrutura ocorre, mas não na complexidade da vida urbana, em que é difícil haver elementos significativos totalmente isolados e sem superposição.”

(WILHEIM,2008 p.84)

O fato da cidade não poder ser lida de forma binária como prescreve a lógica Booleana, ou seja, a lógica do 0 ou 1, do sim ou não reforça a importância do uso da lógica das nebulosas, dos conceitos inexatos, teoria do caos e lógica Fuzzy. Reconhece-se nessas lógicas a não linearidade dos fenômenos, a imprecisão das verdades absolutas e a dependência da intuição e avaliação humana. Dentro desse contexto reforça-se a importância do uso dos recursos cartográficos e sistemas de informação geográficas.

“Os recursos da cartográfica aparecem, nessa oportunidade, como importantes instrumentos que podem propiciar as associações/sínteses/correlações entre as diferentes análises possíveis de realização por diferentes profissionais, assim como veículo de comunicação entre técnicos, comunidade e instituições.”

(MOURA, 1994 p.49)

Especialmente nos estudos voltados à sustentabilidade urbana cuja visão holística do espaço e relações é fundamental faz necessário o uso de uma metodologia robusta que consiga abarcar ao máximo a complexidade e diferentes pontos de vista dos agentes urbanos. Nesse universo observa-se a necessidade de se trabalhar com um robusto volume de dados e informações continuamente gerados.

Dado ao volume de dados urbanos e informações utilizados na identificação dos elementos e características físicas urbanas e relações socioespaciais mostra-se recorrente o uso dos softwares e ferramentas de geoprocessamento e sensoriamento remoto. Os Sistemas de Informação Geográfica (SIGs), que propiciam a extração, espacialização, armazenamento e análise conjunta de grande volume de dados relativos às cidades e processos urbanos de forma automatizada, simplificada e ágil. Propiciam também o estudo de relações espaciais por meio de recursos como as métricas espaciais incorporadas aos sistemas.

“O interesse nos recursos da cartografia temática cresceu com a evolução da cartografia automatizada, também conhecida como cartografia numérica ou digital e, principalmente, dos Sistemas Informativos Geográficos, nos quais a base essencial de trabalho são os métodos de “overlay mapping” (sobreposição de mapeamentos). (...)”

A cartografia automatizada adota a tradicional metodologia de construção de cartas temáticas, mas as análises e sínteses podem envolver relações mais complexas, evidenciando mútuas relações que melhor representam a dinâmica espacial.”

(MOURA, 1994 p.55)

Tal qual destaca Moura (1994 p.56), hoje os sistemas de informação geográfica permitem não apenas o armazenamento e espacialização dos dados urbanos, “tendem a evoluir do descritivo para o prognóstico. Em lugar de simplesmente descrever elementos ou fatos, podem traçar cenários, simulações de fenômenos.”. Visto isso e a relevância da observação das características da forma urbana sustentável para compreensão da sustentabilidade das cidades, a pesquisa apropria-se do ferramental disponível nos sistemas de informação geográfica e de referências metodológicas de estudos que dão destaque à observação da eficiência, equidade e resiliência da composição e organização espacial urbana pra compreensão da sustentabilidade afim de conformar o estudo aplicado.

2.2. ESTUDO APLICADO

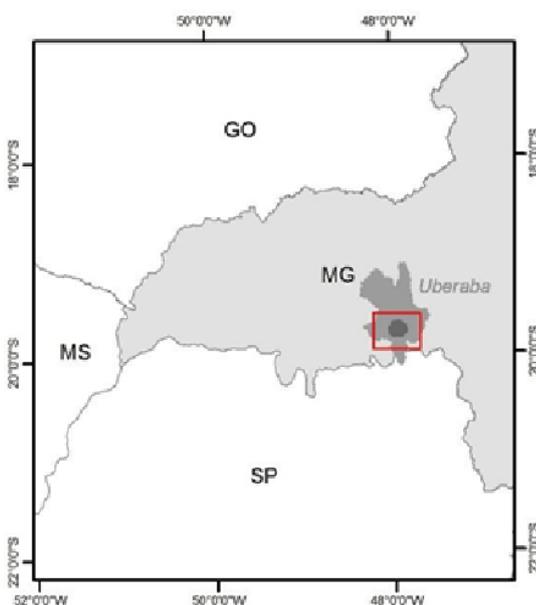
O estudo de caso tem por objetivo verificar os alcances e limitações do estudo da forma urbana como auxílio ao planejamento e desenho de cidades mais sustentáveis. Para tal, utilizam-se os conceitos, métricas espaciais e características da sustentabilidade urbana levantadas na revisão bibliográfica juntamente com estratégias aplicadas em estudos similares e instrumentos oriundos da cartografia temática e sistemas de informação geográfica para estruturação da metodologia do estudo de caso. A metodologia pressupõe o estudo cartográfico e métrico dos atributos urbanos afim de verificar como a observação da forma urbana traduzida nas cartas temáticas e quantificada por meio das métricas espaciais é contribui para a visualização das características da sustentabilidade urbana e para as estratégias de planejamento voltadas à sustentabilidade.

O estudo aplicado destina-se ao cenário caracterizado pelas cidades médias brasileiras que, de modo geral, tem apresentado contínuo crescimento demográfico e territorial sobretudo a partir da década de 1970 e 2000. Tais cidades além do crescimento espalhado no território apresentam em comum a necessidade de um planejamento voltado à sustentabilidade previsto no Estatuto das Cidades e a carência de um banco de dados refinado para esse fim. Enquadrando-se nas características descritas acima, utiliza-se como estudo de caso a cidade de Uberaba-MG cujo universo de dados disponíveis para pesquisa é restrito e comum a maioria das prefeituras brasileiras o que colabora para que o método realizado possa ser utilizados como ponto de partida em estudos semelhantes em outras localidades.

2.2.1. A CIDADE DE UBERABA-MG: REFERÊNCIA DE CIDADE MÉDIA E DE DISPONIBILIDADE DE DADOS

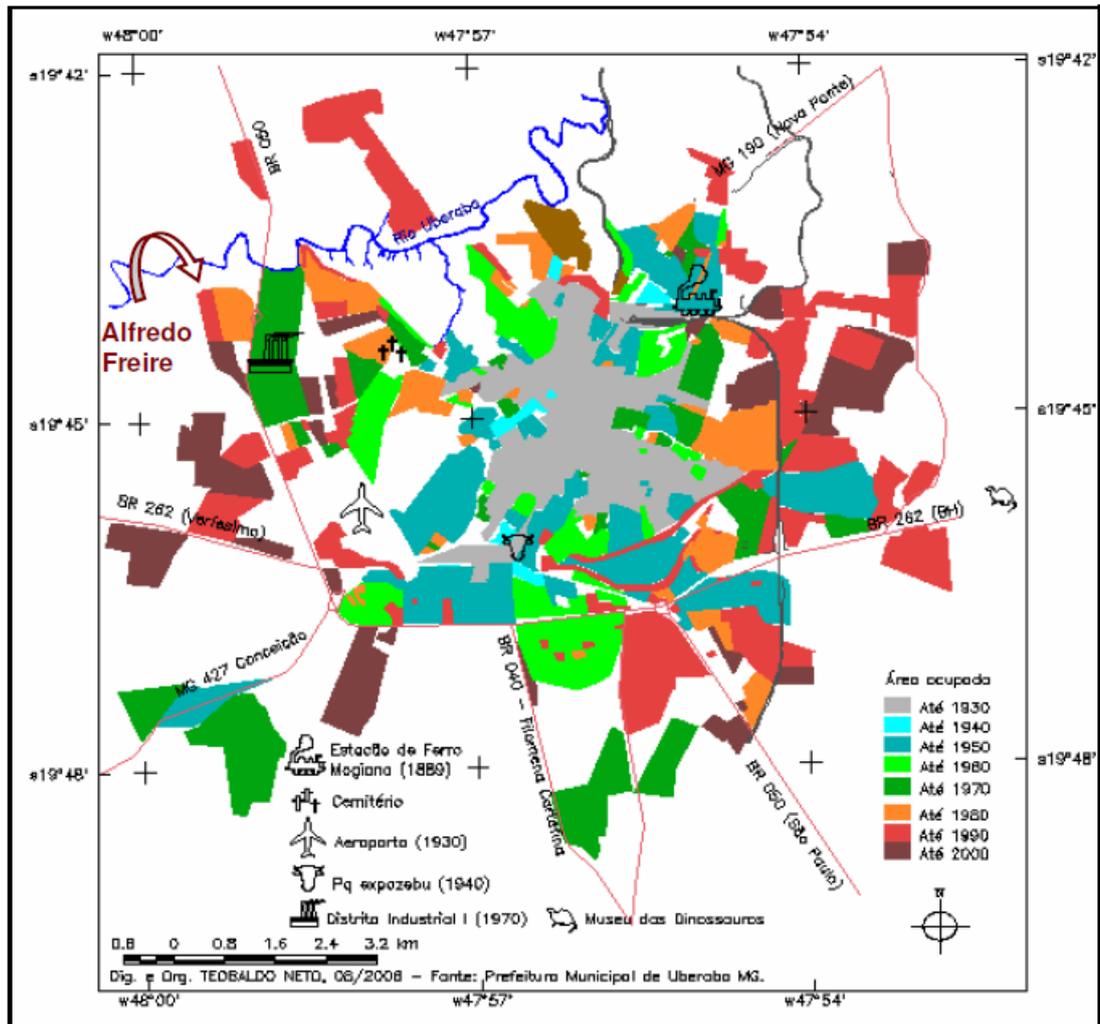
A cidade de Uberaba-MG localizada na microrregião do Triângulo Mineiro (FIGURA 8), conta com uma população pouco maior que 300.000 habitantes, segundo projeções do IBGE (2018) caracterizando-se como uma cidade de médio porte tanto de acordo com os critérios populacionais quanto econômicos colocados pelo Instituto de Pesquisas Econômicas Aplicadas (IPEA). Tal qual muitas cidades médias interioranas brasileiras, apresentou contínuo crescimento populacional e, sobretudo, espacial a partir da década de 1970 (FIGURA 9) intensificado nas últimas duas décadas, momentos marcados por investimentos governamentais ora na ampliação de infraestrutura urbana das cidades médias ora na forma de políticas habitacionais. O horizonte das ações governamentais era a melhora da qualidade ambiental e de vida nas cidades atuando no combater inchaço e, consequentes problemas, das regiões metropolitanas fortalecendo o papel das cidades médias no plano nacional e no combate ao déficit habitacional e desigualdade no acesso à terra urbana ambas. (IPEA, 2001)

Figura 8 – Localização da cidade de Uberaba-MG na microrregião do Triângulo Mineiro



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Figura 9 – Evolução da mancha urbana de Uberaba-MG entre os anos de 1930 à 2000



Fonte: Neto, 2008

Após os investimentos governamentais da década de 1970, a importância das cidades médias cresce nacionalmente junto com as expectativas da provisão de melhores qualidades ambientais e de vida nessas cidades como colocado pela publicação do IPEA (2001, p. VI):

“Junto às metrópoles cresce então a expectativa entre os pesquisadores e planejadores urbanos e regionais de que as cidades médias poderiam cumprir o papel de “diques” para conter os fluxos migratórios que tendencialmente continuariam a se dirigir para as metrópoles. Era plural o interesse por essa alternativa espacial de crescimento, valorizando as cidades médias: vislumbrava-se a minimização da pobreza urbana; a garantia da capacidade gerencial e financeira do Estado em prover os equipamentos e serviços urbanos; evitar a queda da produtividade das atividades econômicas; a preservação do meio ambiente; o avanço do projeto de integração do território nacional; a ocupação das fronteiras nacionais.”

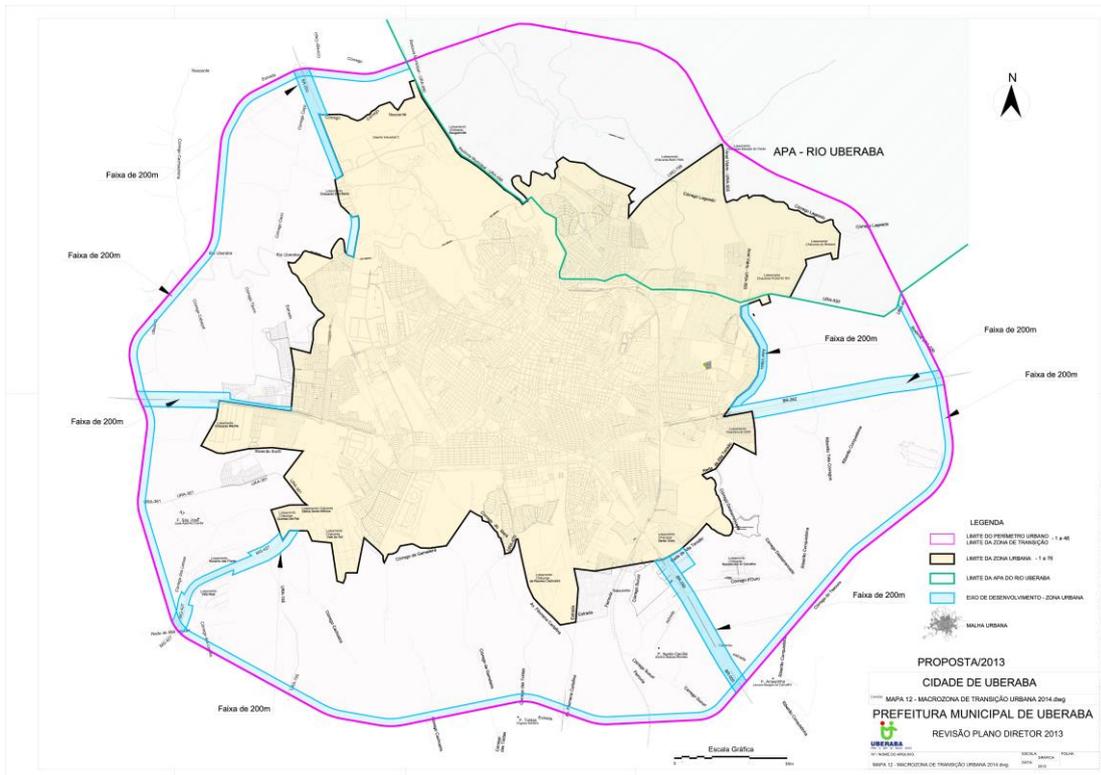
Apesar de presente nos objetivos governamentais, observa-se empiricamente que o crescimento urbano não é necessariamente acompanhado pelo aumento da qualidade ambiental e de vida conforme esperado. A avaliação e dimensionamento exato desses parâmetros urbanos, contudo, ainda carece de dados confiáveis e desagregados na escala intraurbana e produzidos de modo universal por todas as cidades brasileiras, como destaca Braga (2006, p. 49):

“Apesar dos esforços recentes empreendidos na sistematização das informações para a gestão ambiental em cidades de diversos países e regiões, o desafio de lidar com a carência de informações sistematizadas sobre a questão ambiental urbana ainda é de grande monta. Não é por outra razão que grande parte das decisões tomadas pelos órgãos públicos, na área ambiental, se dá a partir de informações imprecisas que tornam-se certezas fragilmente construídas.”

De modo geral, a maioria das informações urbanas disponíveis nas cidades médias brasileiras para estudo e consulta encontram-se agrupadas nos documentos que compõem o plano diretor. Nesse documento, os levantamentos urbanos disponibilizados são expressos na forma gráfica (mapas) e tabular e referem-se, sobretudo, a delimitações de áreas territoriais: (I) urbana, de transição urbana, expansão e rural; (II) unidades de planejamento e gestão (III) das zonas e setores urbanos referidas na legislação de uso do solo; (IV) de áreas de especial interesse - cultural, econômico e social; à representação do sistema viário e à índices normativos de uso e ocupação do solo.

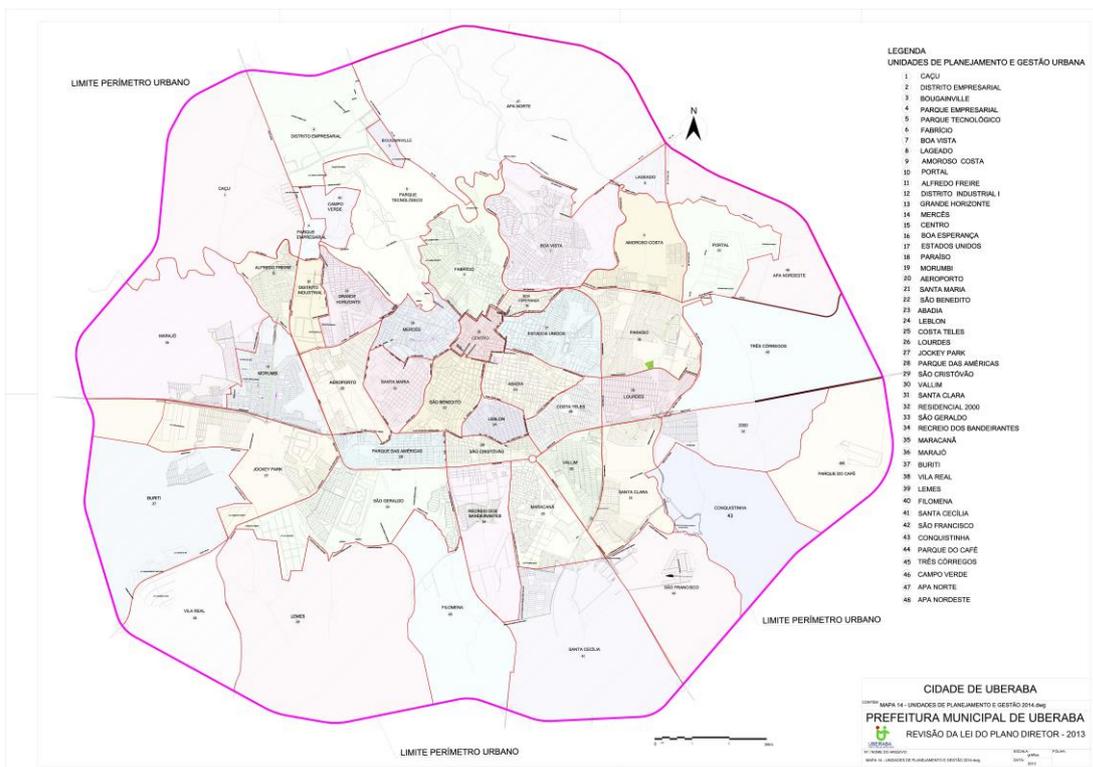
O Plano diretor da cidade de Uberaba-MG datado de 2006 foi revisto entre os anos de 2012 e 2013 e aprovado no ano de 2014. Os levantamentos disponibilizados datam de 2012 e foram realizados para elaboração da revisão. As Figuras 10, 11 e 12 ilustram, respectivamente, os mapeamentos disponibilizados no plano diretor municipal referente as delimitações do território urbano, as unidades de planejamento e gestão e ao macrozoneamento. O material encontra-se com livre acesso no site da prefeitura municipal de Uberaba-MG no espaço dedicado à divulgação do plano diretor. (<http://www.uberaba.mg.gov.br/portal/conteudo,44833>)

Figura 10 – Delimitações urbanas da cidade de Uberaba-MG



Fonte: Prefeitura Municipal de Uberaba,2012

Figura 11 – Unidades de Planejamento e Gestão da cidade de Uberaba-MG

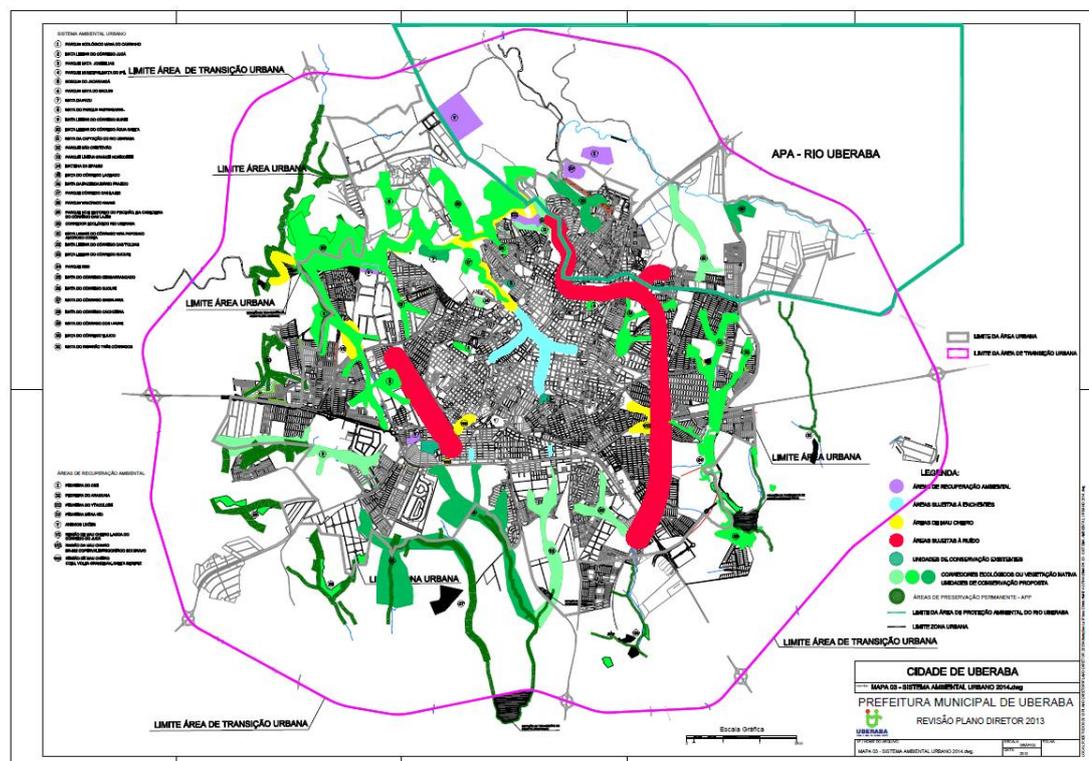


Fonte: Prefeitura Municipal de Uberaba, 2012

Dessa forma, confirma-se o exposto por Braga (2006, p. 49):

“Apesar dos esforços recentes empreendidos na sistematização das informações para a gestão ambiental em cidades de diversos países e regiões, o desafio de lidar com a carência de informações sistematizadas sobre a questão ambiental urbana ainda é de grande monta. Não é por outra razão que grande parte das decisões tomadas pelos órgãos públicos, na área ambiental, se dá a partir de informações imprecisas que se tornam certezas fragilmente construídas.”

Figura 13 – Áreas urbanas de recuperação ambiental, sujeitas a enchentes, mau cheiro, ruído e unidades de conservação da cidade de Uberaba-MG



Para realização do estudo de caso foram solicitados aos órgãos municipais um conjunto extenso de dados como demonstra a tabela 1 onde também são discriminados os objetivos do uso dos dados, a disponibilidade, a data e o formato do dado disponibilizado (TABELA 1). Infelizmente, como observa-se boa parte dos dados não foram obtidos e os obtidos datam dos estudos relativos à última atualização do plano diretor (2012) tendo assim uma defasagem de informação de seis anos.

Tabela1: Dados urbanos de Uberaba-MG solicitados e obtidos para o estudo de caso

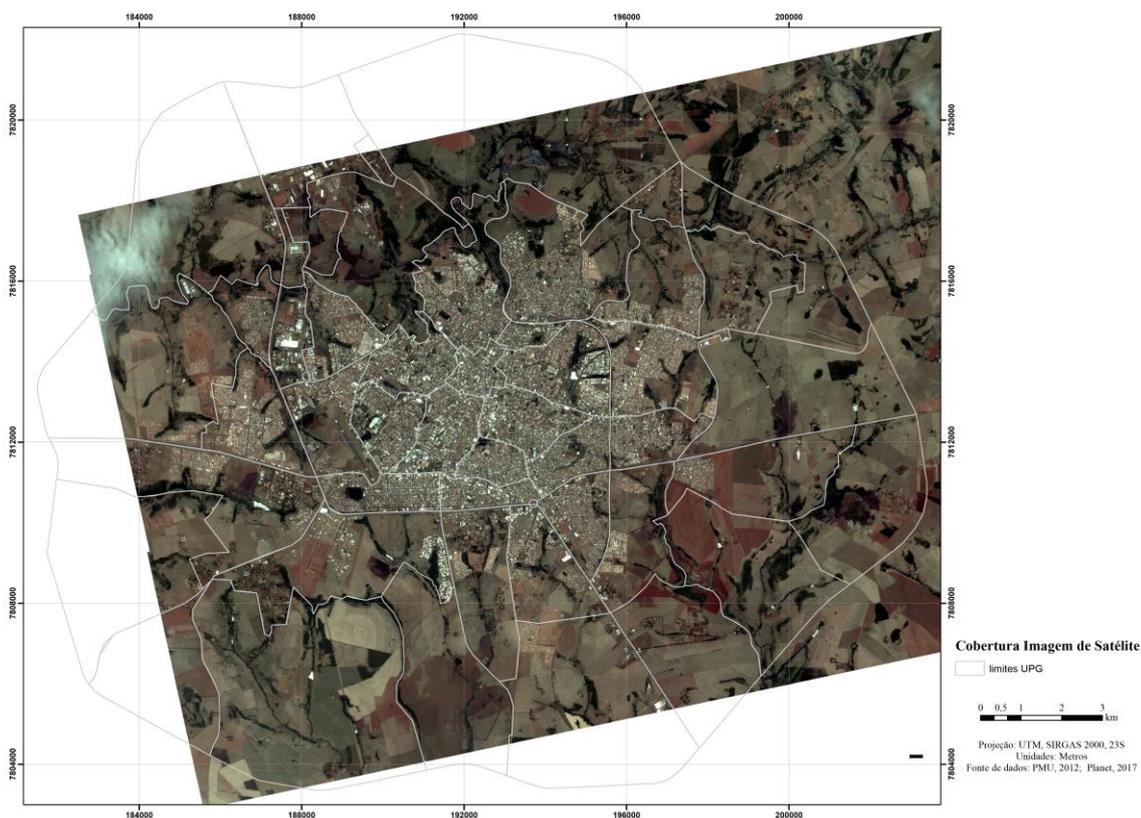
dados solicitados	à quem?	objetivo	dado obtido	data do dado	formato
Base cartográfica contendo as quadras, os lotes e as construções (base cadastral) da cidade de Uberaba	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	estudo da densidade ocupação do solo : -área construída/area quadra; -taxa de ocupação; -coeficiente de aproveitamento;	mapa publicado plano diretor	2012	.pdf
Base cartográfica contendo as rotas dos transportes públicos, faixas prioritárias de tráfego do transporte coletivo, ciclovias e ciclo-faixas da cidade de Uberaba	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	estudo das densidades transportes alternativos: -área de abrangencia transporte motorizado coletivo/ área da unidade de vizinhança; -área destinada à transportes alternativos/ área viária;	não obtida. Relação de linhas e paradas descritas no site	?	texto
Base cartográfica atualizada contendo as ruas, avenidas e eixos rodoviários do perímetro urbano da cidade de Uberaba em formato digital	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	estudo das densidades viárias: -área de vias automotivas/ área da unidade de vizinhança; -classificação das vias(transito rápidoarteriais, coletoras, locais); -arborização viária(confrontada com imagem de satélite); -inclinação (confrontada com modelo de elevação do território); -conectividade (número de cruzamentos por unidade de vizinhança)	mapa publicado plano diretor 2012	2012	.pdf
Base cartográfica contendo as praças, parques e equipamentos de lazer públicos da cidade de Uberaba.	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	estudo das areas de lazer e contribuição ecologia: -area de lazer/ area de vizinhança; -area verde/area de lazer; -abrangência pedonal areas de lazer e verdes;	não obtida. Mapa plano diretor,informação google, detecção visual		
imagem de satélite em resolução acima de 3m/pixel para estudo das áreas verdes urbanas	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	verificação da composição material do solo urbano (classificação automatizada, seguimentação, confronto com segmentações obtidas a partir dos arquivos urbanos de quadras, vias, infraestruturas e equipamentos (verdes e de lazer)	não obtida.		.tiff
Base cartográfica contendo redes de abastecimento da cidade de Uberaba	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	Densidade de cobertura (densidade implantada/densidade ideal)	não obtida.		
Base cartográfica contendo as redes de drenagem da cidade de Uberaba	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	Densidade de cobertura (densidade implantada/densidade ideal) relação malha implantada/drenagem natural do terreno	não obtida.		
Base cartográfica contendo as redes de saneamento da cidade de Uberaba	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	Densidade de cobertura (densidade implantada/densidade ideal)	não obtida.		
Base cartográfica contendo as estruturas de saneamento e abastecimento tais como elevatórias, estações de tratamento, ecopontos, aterros sanitários da cidade de Uberaba.	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	abrangência dos equipametos destacados	não obtida.		
Base cartográfica contendo os córregos localizados no perímetro urbano da cidade de Uberaba.	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	Densidade de area "azul"/ unidade de vizinhança; -conservação do leito (area verde dentro de buffer de 15 metros do corpo hidrico; ocupação entorno)	plano diretor 2012	2012	pdf.

Base cartográfica contendo os nascentes e minas localizados no perímetro urbano da cidade de Uberaba.	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	conservação (buffer de area protegida verde)	não obtida.		
Classificação dos córregos localizados no perímetro urbano da cidade de Uberaba quanto a qualidade da água.Nome, localização, classificação e data da análise	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	confronto entre classificação x conservação(uso entorno)	não obtida.		
Classificação das nascentes e minas localizados no perímetro urbano da cidade de Uberaba quanto a qualidade da água. Nome, localização, classificação e data da análise	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	confronto entre classificação x conservação(uso entorno)	não obtida.		
base cartográfica contendo a localização e dimensão das praças e parques	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	estudo do uso do solo, proximidade	parcialmente obtida. Espacialização texto	2015	texto
base cartográfica contendo as áreas de proteção ambiental (APA) e de interesse ambiental	Serviço de acesso à informação Uberaba (online)	verificação ocupação das áreas protegidas	plano diretor	2012	.kml
imagem de satélite de alta resolução ou ortofoto da cidade de Uberaba dos últimos 10 anos para estudo da materialidade de ocupação do território afim de identificar possíveis ilhas de calor, taxas de infiltração/percolação e densidade de ocupação do solo	SEPLAM - Secretaria de planejamento municipal de uberaba	estudo da materialidade de ocupação do território afim de identificar possíveis ilhas de calor, taxas de infiltração/percolação e densidade de ocupação do solo	não obtida		
rede de drenagem (artificial e natural) implantada/preservada.	SEPLAM -		não obtida		
divisões e subdivisões das do planejamento urbano	SEPLAM -	delimitação das areas de estudo	plano diretor	2012	.kml
Rede de abastecimento implantada	CODAU- Centro Operacional de Desenvolvimento e Saneamento de Uberaba	Densidade de cobertura (densidade implantada/densidade ideal)	não obtida		
número de ligações hidrometradas e não hidrometradas por região de abastecimento/quadra urbana	CODAU	ocupação do solo	não obtida		
número de ligações residenciais, comerciais e industriais por região de abastecimento/quadra urbana	CODAU-	uso do solo	não obtida		

Junto à Secretaria Municipal de Planejamento e Gestão Urbana de Uberaba-MG foi possível ter acesso ao parcelamento do solo - delimitação de quadras, eixos viários e corpos hídricos - datadas de 2012 realizadas por empresa terceirizada o partir de ortofotos municipais não disponibilizadas.

A fim de complementar e atualizar o banco de dados da pesquisa, foram utilizadas duas cenas do satélite Planet Scope, com resolução espacial de 3m e resolução espectral R, G, B e NIR, com passagem de 04/10/2017 cuja cobertura contempla boa parte da área urbana (MAPA1). As imagens foram adquiridas por meio de projeto de pesquisa realizado entre o Laboratório de Cartografia e Geoprocessamento (CARTOGEO) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro e o Laboratório de Fotogrametria do Curso de Engenharia Cartográfica e Agrimensura da Universidade Federal de Uberlândia, campus Monte Carmelo.

MAPA 1 – Cobertura da Imagem do Satélite Planet Scope



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Demais dados relevantes como delimitação de zonas de comércio e de serviços foram coletados a partir de informação disponibilizadas nas ferramentas *Google Maps* e *Google*

Street View. Os dados das praças e parques obtidos na forma de listagem de logradouros pela Secretaria Municipal de Cultura foram localizados e destacados no *Google Maps*

Assim sendo o banco de dados da pesquisa encontram-se sistematizados na (TABELA 2)

Tabela 2 – Síntese dos dados urbanos disponíveis para o estudo de caso

Dado	fonte	data	Formatos após pré processamento
Limites urbanos, UPG	PMU	2012	Polígonos .KML .SHP
macrozoneamento	PMU	2012	Polígonos .KML .SHP
Parcelamento do solo (quadras, eixos viários, corpos hídricos)	PMU	2012	Linhas .DWG .SHP
Imagem de satélite	Planet	10/2017	Multiespectral 4 bandas .TIF
áreas de comércio, serviços, praças e parques	Google maps e google street view	2016	Pontos e Polígonos .KMZ .SHP
Curvas de nível interpoladas de 1 em 1 metro	PMU	2012	Linhas .DWG .SHP

Fonte: Elaborado pela autora, 2018

2.2.2 METODOLOGIA

2.2.2.1 Escala e recortes de interesse

Conforme apontado na revisão bibliográfica a definição da escala de estudo é essencial a fim de que possam ser determinados os elementos que serão identificados e características possíveis de serem visualizadas. O espaço urbano, usualmente, é abordado em três escalas conceituais e geográficas: a regional extensível à nacional e global, a escala urbana e a escala intraurbana. O recorte regional, nacional ou global relaciona a cidade a um espaço maior

dentro de uma rede de cidades e espaços envolventes destacando relações e conexões entre uma cidade e demais locais, nessa escala a cidade inteira é tomada como espaço homogêneo. A escala urbana aborda a cidade de forma pouco mais aproximada destacando parte da heterogeneidade que caracteriza o espaço. Na escala intraurbana, por sua vez, são estudadas porções da cidade, ou seja, recortes espaciais de interesse dentro do espaço urbano cuja dimensão varia conforme os objetivos e os objetos que se deseja visualizar podendo abranger partes do parcelamento do solo como uma quadra, um conjunto de quadras, um bairro e divisões administrativas como zonas, subprefeitura, unidades de planejamento, etc. (CORRÊA, 2003)

Igualmente, a sustentabilidade também é abordada a partir de diferentes escalas conceituais com implicações na escala geográfica a ser utilizada. As escalas conceituais da sustentabilidade relacionam-se com a origem da discussão ambiental onde a principal questão era o alcance do impacto ambiental: local, regional ou global. Enquanto as escalas regional e global destacam questões comuns a um território normalmente amplo tal qual o aquecimento global, o efeito estufa, o desmatamento de uma microrregião; A escala local aborda questões com implicações mais diretas no cotidiano das pessoas como: a poluição de um determinado corpo hídrico, o acúmulo de resíduos sólidos em um ponto do território, as ilhas de calor, etc.

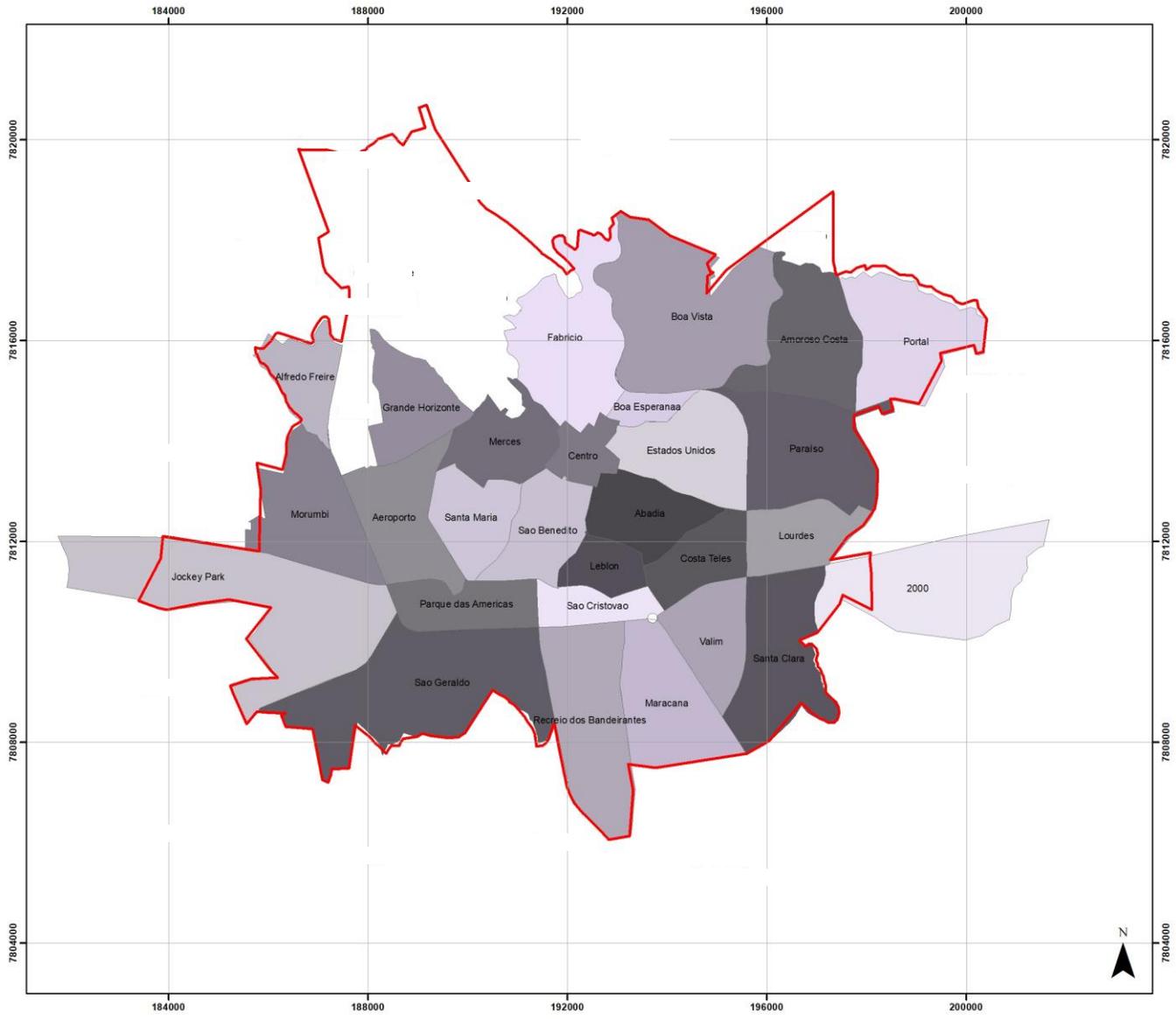
O estudo da sustentabilidade urbana pode ser realizado nas três escalas conceituais e, conseqüentemente, geográficas que a cidade e a sustentabilidade são analisadas. Neste estudo, objetivando contribuir com as ações de planejamento e desenho do espaço urbano torna-se importante destacar a heterogeneidade espacial e assim sendo a escala conceitual adotada é a intra-urbana. O recorte espacial utilizado são as Unidades de Planejamento e Gestão Municipal (UPGs) menor unidade de planejamento adotada na cidade de Uberaba-MG.

Dentre as 48 UPGS foram selecionadas para estudo as que se encontram dentro do limite urbano (Figura 9 e 10). Outro critério de seleção levou em conta o zoneamento urbano municipal (Figura 11) optando-se pelas UPGS que se encontram na zona de consolidação, zona de estruturação ou zona de adensamento controlado e excluindo-se as UPGS de uso restrito como industriais e empresariais (TABELA 3). As 28 UPGS selecionadas (destacadas em amarelo na tabela) abrigam a maior parte da população e atividades urbanas.

Tabela 3 – Seleção UPGs de acordo com o macro zoneamento

bairro	macrozoneamento					
	zona urbana	zona transição	apa rio uberaba	estruturação	adensamento	consolidação
ABADIA	*				*	
aeroporto	*			*		*
alfredo freire	*			*		
amoroso costa	*		*			
boa esperança	*				*	
boa vista	*		*		*	
bougaville	*			*		
buriti		*				
caçu		*				
campo verde	*			*		
CENTRO	*				*	
conquistINHA		*				
costa teles	*					*
distrito empresarial	*	*				
distrito industrial 1	*					
estados unidos	*				*	
fabricio	*			*	*	*
filomena		*				
grande horizonte	*			*		*
jockey park	*	*		*		
lageado	*		*			
leblon	*				*	*
lemes		*				
lourdes	*			*		
maracanã	*			*		
marajó		*				
mercês	*				*	*
morumbi	*			*		
paraíso	*			*	*	
parque das americas	*					*
parque do cafe		*				
parque empresarial	*					
parque tecnológico	*					
portal	*		*			
recreio dos bandeirantes	*			*		
residencial 2000	*	*		*		
santa cecilia		*				
santa clara	*			*		
santa maria	*				*	
são benedito	*				*	
são cristovão	*					*
sao francisco		*				
são geraldo	*			*		
tres corregos		*				
valim	*					*
vila real		*				
APA NORTE		*				
APA NORDESTE		*				

As UPGs de estudo encontram-se destacadas no MAPA 2



MAPA 2 –
 UPGS
 selecionadas
 para o Estudo
 de Caso

Fonte:
 Elaborado pela
 autora, 2018

2.2.2.2 Organização dos dados, processamento e sistematização das informações

Tal qual descrito no item 2.2.1, é sintomático a escassez de dados urbanos sobretudo destinados à estudos ambientais e sociais nas cidades médias e pequenas brasileiras como Uberaba- MG. Grande parte dos dados espaciais urbanos encontram-se no Plano Diretor Municipal enquanto os dados sociais nos Censos urbanos cujas resoluções e data de origem dos dados não são coincidentes dificultando o uso conjunto direto.

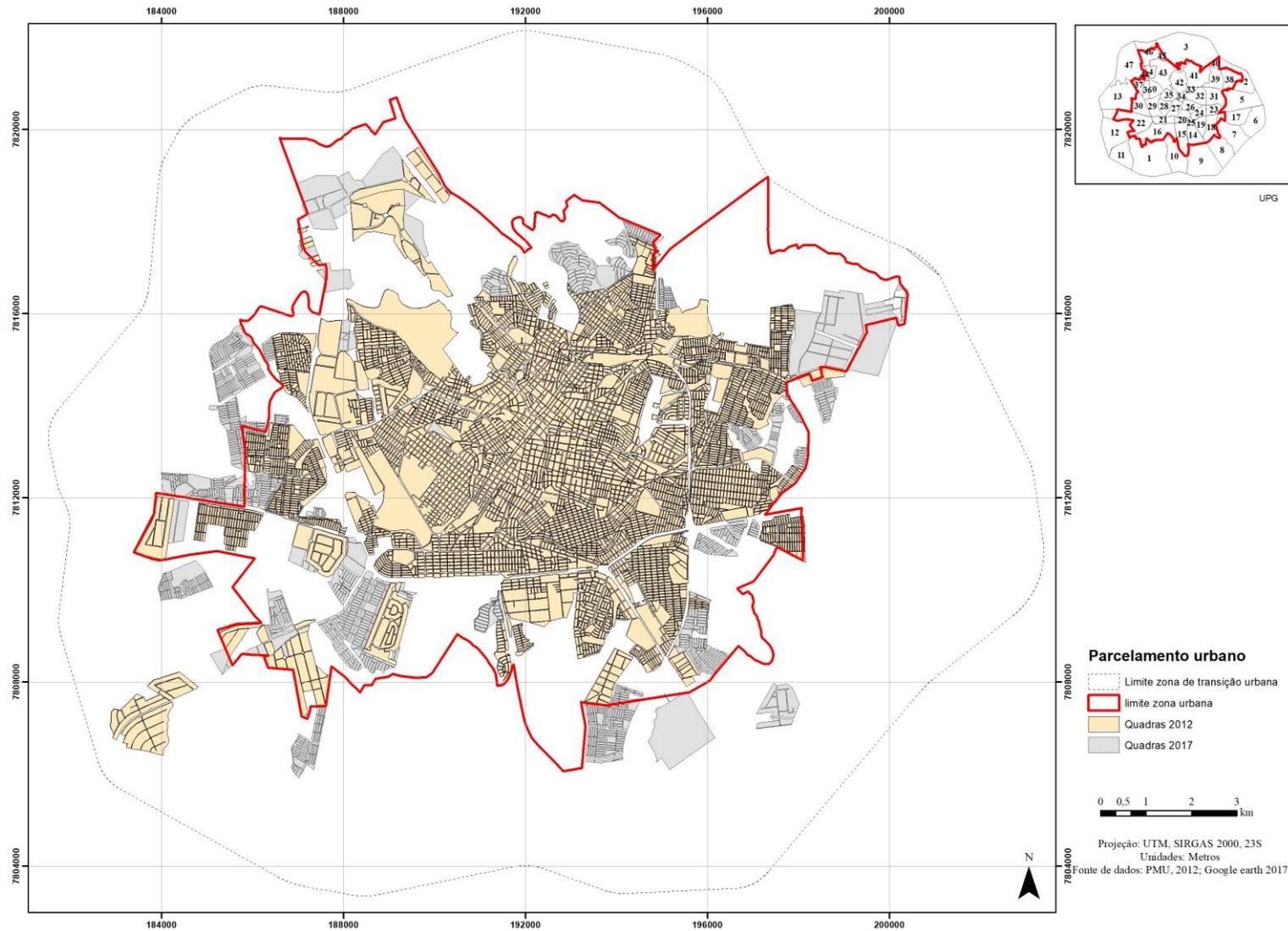
O pré-processamento visa entre outras coisas uniformizar o banco de dados quanto a resolução, a data e ou formato do arquivo tornando-os relacionáveis entre si. No pré-processamento também são corrigidos erros e distorções como, por exemplo, as atmosféricas no caso das imagens de satélite.

O conjunto de dados obtido para o estudo de caso aplicado à cidade de Uberaba foi pré-processado com o objetivo de tornar os arquivos compatíveis com os softwares de geoprocessamento - GIS (vetor ou matriz) seja pela conversão do formato original para vetor seja pela espacialização das informações textuais. A atualização dos dados a partir da interpretação visual de imagem de satélite permitiu corrigir ou acrescentar informações nas bases de dados de 2012 (mapeamentos pertencentes ao Plano Diretor) tornando-as mais próximas da imagem de satélite do Planet Scope datada de 04/10/2017.

Após o pré-processamento, dos dados vetoriais - ponto, linha ou polígono- foram extraídas as localizações (ponto e centroide do polígono), as extensões (linhas), as intersecções (linhas) e as áreas (polígonos). Os dados urbanos relativos ao parcelamento do solo, corpos hídricos e eixos viários originam os Mapas 3, 4 e 5, respectivamente.

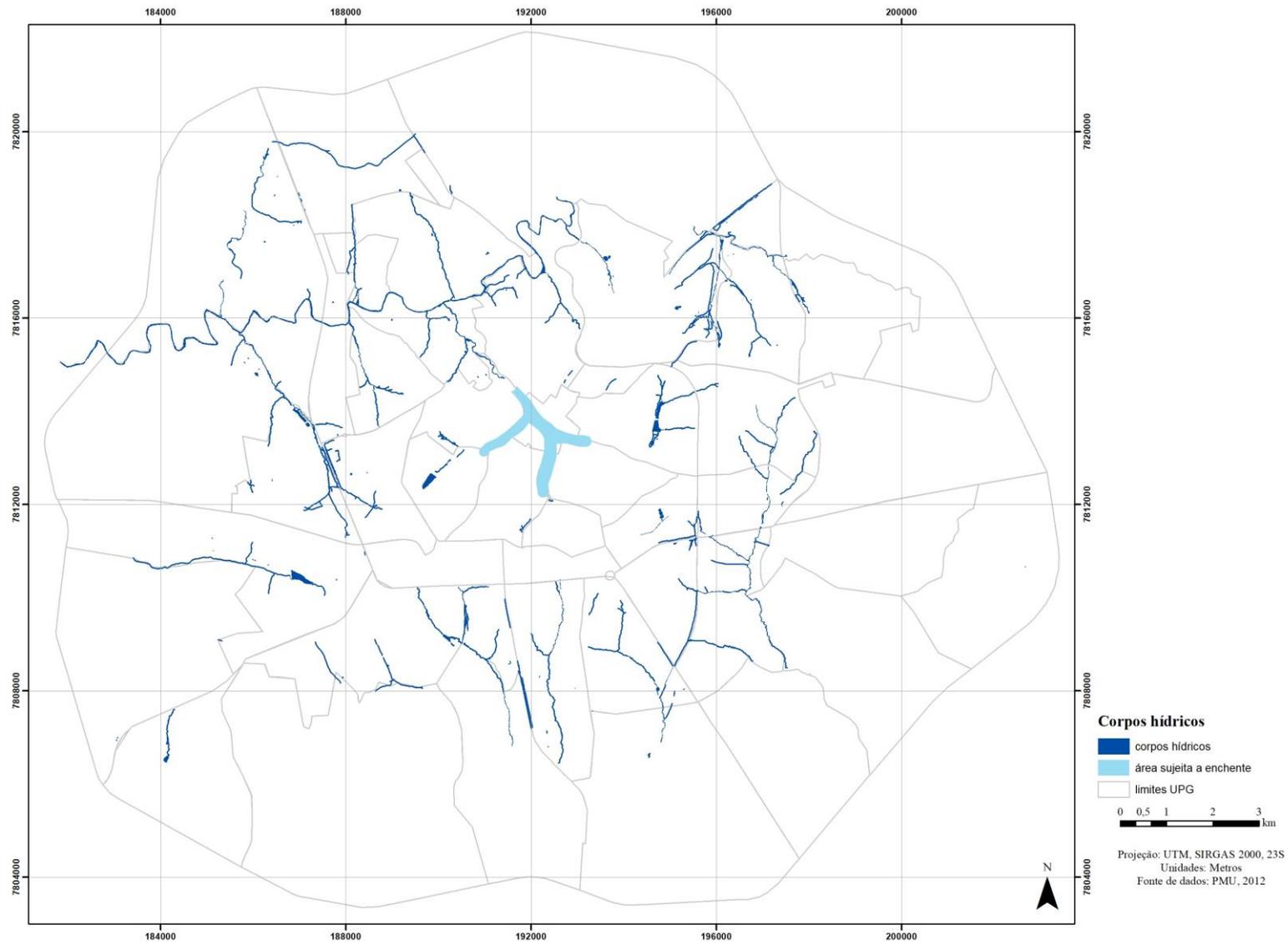
MAPA 3 –
Parcelamento do solo
Uberaba-MG

Fonte: Elaborado pela
autora, 2018



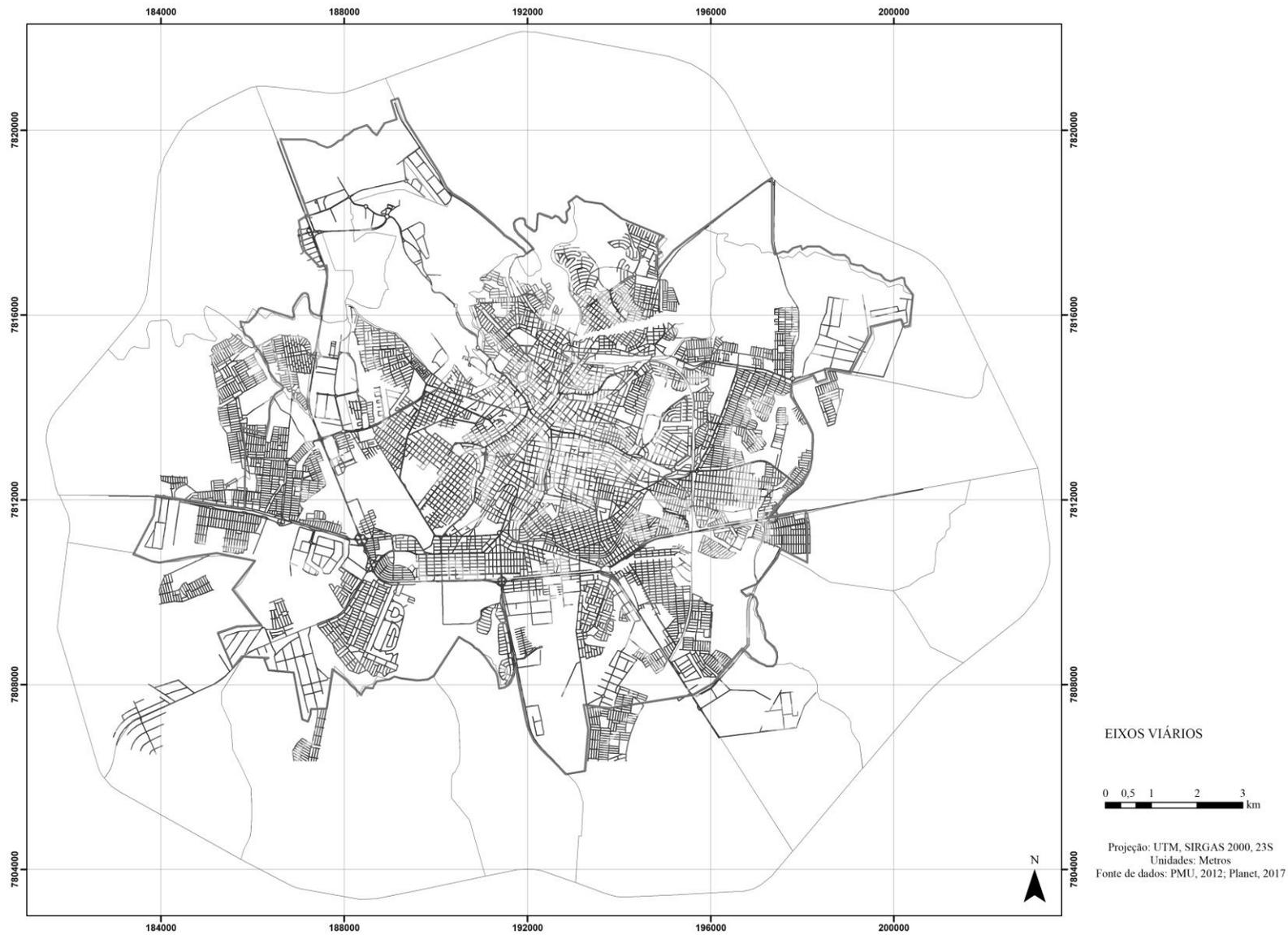
MAPA 4 –
Corpos hídricos
urbanos
Uberaba-MG

Fonte: Elaborado
pela autora, 2018



MAPA 5 – Eixos
Viários Uberaba-
MG

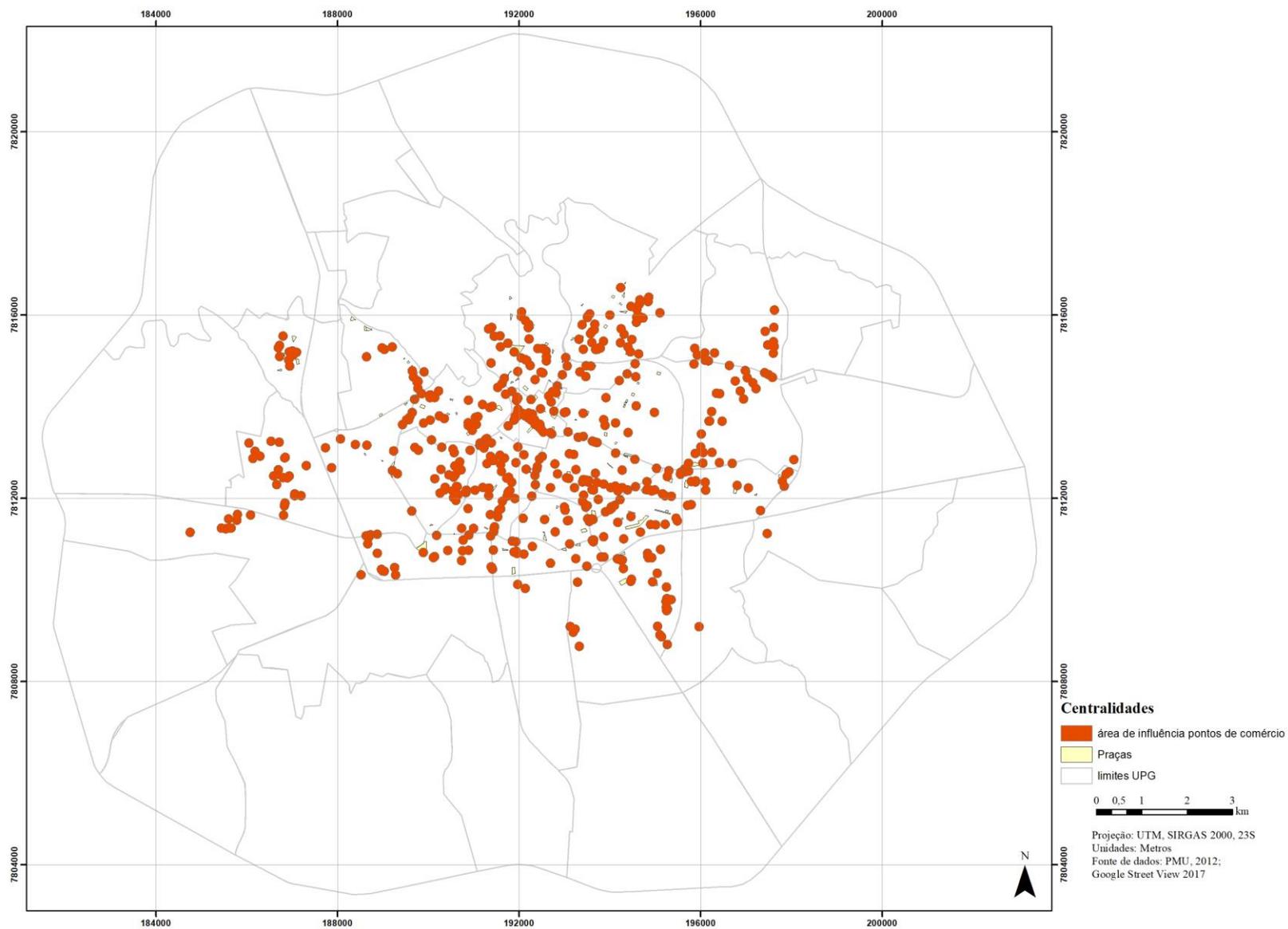
Fonte: Elaborado pela
autora, 2018



Os dados relativos às zonas comerciais foram os únicos dados originados dentro da pesquisa. O processo de obtenção teve como base os pontos autodeclarados relativos aos supermercados, padarias e farmácias destacados no *Google Maps* a partir de pesquisa textual pelas palavras “mercado”, “supermercado”, “mercearia”, “farmácia”, “drogaria” e “padaria” aproximando-se ao máximo das áreas estudadas (zoom máximo permitido pelo programa) a fim de que se obtivesse o maior retorno de dados. Após a demarcação dos pontos foi criado uma área de influência (buffer) de 100 metros no entorno dos pontos. As áreas que se interseccionam foram englobadas em um polígono único do qual foi possível extrair a área. (MAPA 6)

MAPA 6 –
Zonas de
comércio
destacadas
de Uberaba-
MG

Fonte:
Elaborado
pela
autora,2018



A imagem de satélite em formato matricial foi classificada pixel a pixel quanto ao uso do solo em sete categorias: pavimentação asfáltica, vegetação arbórea, vegetação rasteira, telhado claro, telhado escuro, solo exposto e água. Para tal, realizou-se o processo de interpretação visual e estruturação da chave de classificação e posteriormente empregou-se o algoritmo de classificação supervisionada Máxima Verossimilhança (MAXVER) do software ArcGIS 10.6 obtendo-se como retorno os dados expressos no Mapa 7. Processo semelhante ao realizado por Fonseca et al, 2016 que explica o funcionamento do algoritmo de classificação :

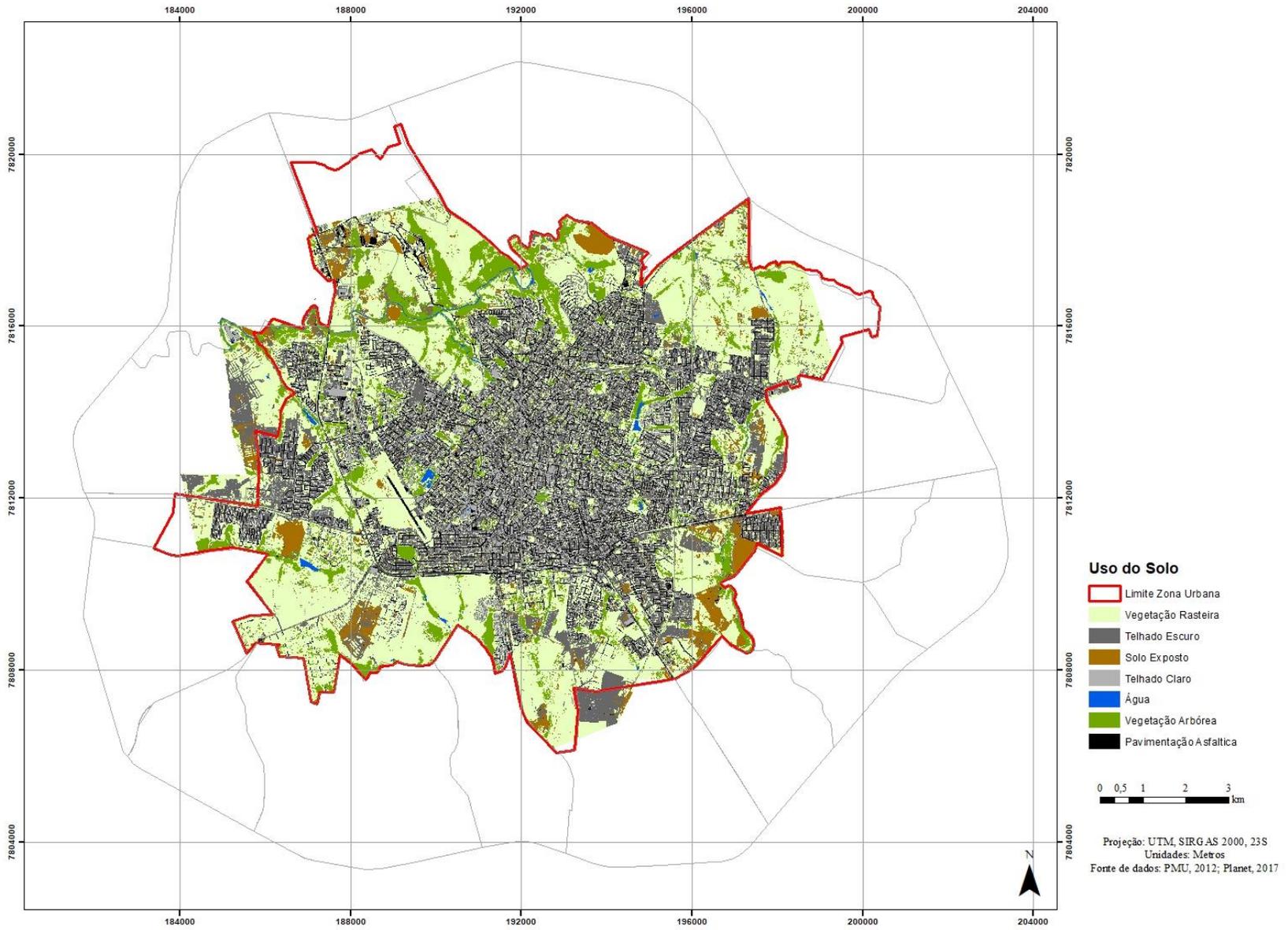
“Esse algoritmo utiliza apenas a informação espectral de cada pixel para identificar as regiões homogêneas e considera a ponderação das distâncias entre médias dos níveis digitais das classes, utilizando parâmetros estatísticos. O valor mínimo definido para a aceitação do desempenho geral das amostras de pixels coletados no processo de classificação foi de 95%.”

Após a classificação foi gerado o mosaico da paisagem (segmentação da imagem em manchas de mesma de acordo com a classificação). Foram também corrigidos erros a partir da interpretação visual do resultado. O mosaico de classificação da paisagem foi recortado pela máscara gerada pelas UPGS selecionadas agrupando assim os polígonos gerados na classificação por UPG. Na sequência foram extraídas informações relativas ao número de manchas total, número de manchas dentro de cada categoria, área das manchas, centroides das manchas, distância entre centroides de mesma classificação para cada UPG de estudo

A fim de complementar os resultados e evidenciar as áreas verdes, realizou-se também o NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) que classifica a imagem de satélite de acordo com as respostas espectrais utilizando as bandas vermelha e infravermelho da imagem. Os valores de NDVI variam de +1.0 a -1.0 e caracterizam a materialidade tal qual descreve o site da USGS (*United State Geological Survey*)

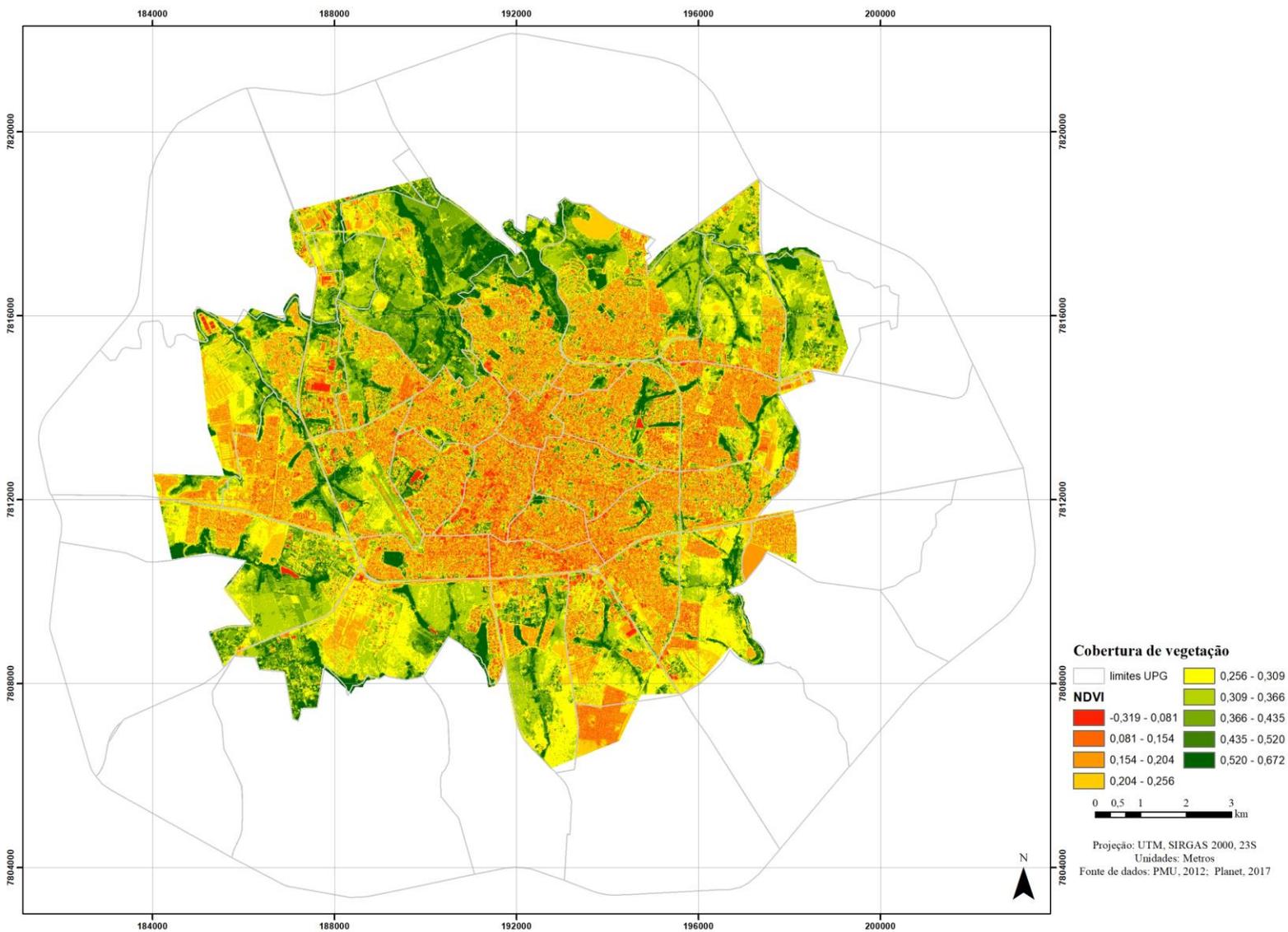
“Áreas de rocha estéril, areia ou neve geralmente apresentam valores de NDVI muito baixos (por exemplo, 0,1 ou menos). Vegetação esparsa, como arbustos e pradarias ou culturas de senescência, pode resultar em valores moderados de NDVI (aproximadamente 0,2 a 0,5). Altos valores de NDVI (aproximadamente 0,6 a 0,9) correspondem a vegetação densa como a encontrada em florestas temperadas e tropicais ou culturas em seu pico de crescimento. ” (USGS, 2018)

Como resultado obteve-se o Mapa 8 apresentado na sequência.



MAPA 7 –
 Classificação
 do uso do
 Solo

Fonte:
 Elaborado
 pela
 autora, 2018



MAPA 8 – NDVI -
Normalized
Difference
Vegetation Index

Fonte: Elaborado
pela autora, 2018

2.2.2.3 Cálculo das métricas espaciais para determinação da intensidade, diversidade, distribuição e conectividade

Conforme descrito na revisão bibliográfica as métricas espaciais são cálculos matemáticos -que transpõem os elementos da paisagem para índices quantitativos referentes às características geométricas e relações espaciais presentes no tecido urbano em estudo. No estudo de caso, de acordo com o conjunto de dados disponíveis optou-se por utilizar métricas relativas: a intensidade, diversidade, distribuição, conectividade e acessibilidade aplicadas a quatro estratos da paisagem: ocupação do solo, uso do solo, malha viária e áreas verdes.

Os cálculos matemático relativos à cada métrica encontra-se resumidos no Quadro 5, 6 e 7.

Quadro 5: Cálculo das métricas espaciais relativas à ocupação do solo

	Cálculos	Referência metodológica
Intensidade de ocupação do solo	Taxa ocupação quadras – Área construída quadra/ área de quadras (%) Taxa de arborização intra quadra- Área arbórea intraquadra/ área total (%) Taxa rasteira intra quadra- Área verde rasteira / área quadra (%)	Bourdic et al (2012)
Distribuição ocupação manchas construídas	Índice do vizinho mais próximo aplicado ao centroide dos polígonos das manchas construídas	Ojima (2007); Fonseca et al (2016)
Diversidade de ocupação do solo	Número de manchas total/área UPG (mancha/km ²)	

Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Quadro 6: Cálculo das métricas espaciais relativas ao uso do solo

	Cálculos	Referência metodológica
Intensidade uso do solo	Taxa uso circulação – Área pavimentada/área UPG (%) Taxa uso recreativo - Áreas de praça + parque em uso/ área UPG (%) Taxa uso comercial – Área comércio/ área total (%)	Bourdic et al (2012)

Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Quadro 7: Cálculo das métricas espaciais relativas à malha viária

	Cálculos	Referência metodológica
Intensidade eixos viários	Densidade viária - Extensão viária/área UPG (m/km ²) Densidade de nós viários - n° nós viários/ área UPG (nós/km ²)	Bourdic et al (2012)
Conectividade eixos viários	Distância média entre os nós – Extensão viária/ n° de nós - (m)	Bourdic et al (2012)
Acessibilidade eixos viários	Taxa de vias de baixa inclinação - Extensão vias de até 3% de inclinação/ extensão viária total (%) Taxa de vias de alta inclinação – Extensão vias de inclinação maior que 8%/ extensão viária total (%)	

Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Quadro 8: Cálculo das métricas espaciais relativas às áreas verdes

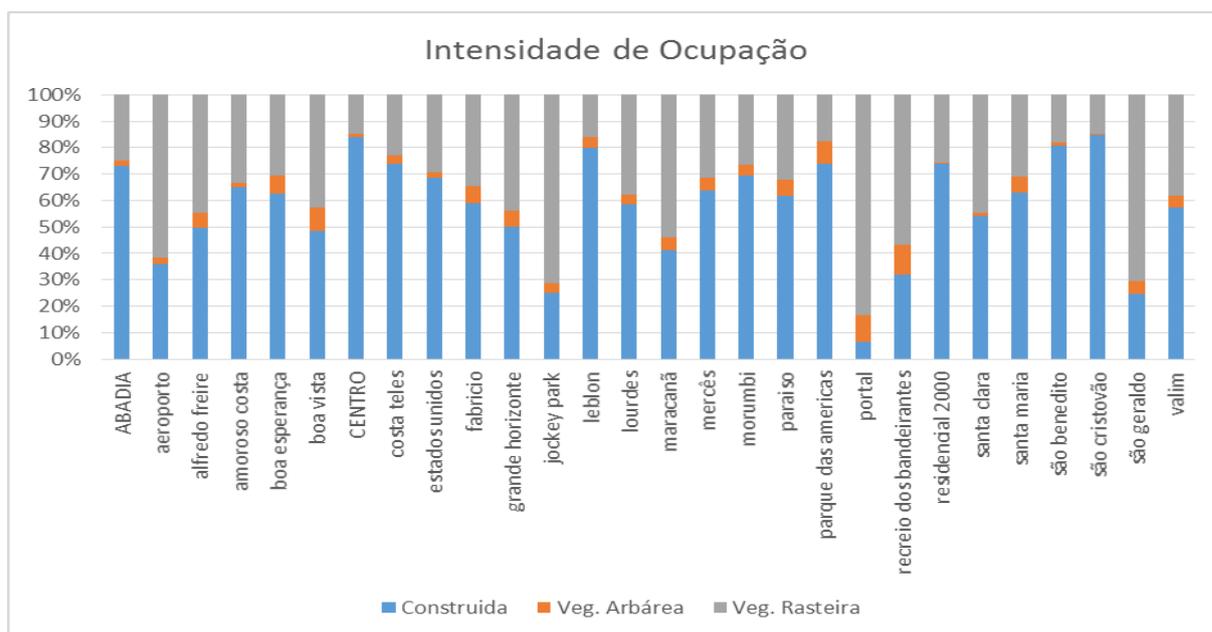
	Cálculos	Referência metodológica
Intensidade áreas verdes e corpos hídricos	Grau de impermeabilização do solo- área construída + pavimentada/área total UPG (%) Taxa de verde total- Área arbórea + rasteira/área total UPG (%) Taxa de arborização- Área arborizada/ área total UPG (%) Taxa de área preservada em torno dos corpos hídricos - área arborizada real/área arborizada ideal (%) Taxa de arborização praças – área arborizada em praças/ área total praças (%)	Fonseca et al (2016) Nucci (2015) Bourdic et al (2012)
Distribuição da área verde arbórea	Índice do vizinho mais próximo aplicado ao centroide dos polígonos das manchas de verde- arbóreo	Ojima (2007); Fonseca et al (2016)
Diversidade de Área verde arbórea	número de manchas de áreas verdes arbóreas/ área total UPG (nº de manchas/km ²)	

Fonte: Elaborado pela autora, 2018

3. RESULTADOS

3.1 RESULTADOS DAS MÉTRICAS APLICADAS À OCUPAÇÃO DO SOLO

Figura 14: Intensidade de ocupação do solo



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Observando-se os dados que retornam da aplicação da métrica da intensidade para a ocupação do solo relativo às manchas construídas, arbóreas e rasteiras das 28 UPGS analisadas (Figura 14) nota-se uma baixa intensidade de arborização em todas as UPGs sendo as que apresentam a maior intensidade de arborização as UPGS Boa Vista, Parque das Américas, Recreio dos Bandeirantes e Portal. Nas UPGs Boa Vista e Portal boa parte da arborização identificada pertencente à área de proteção APA do Rio Uberaba.

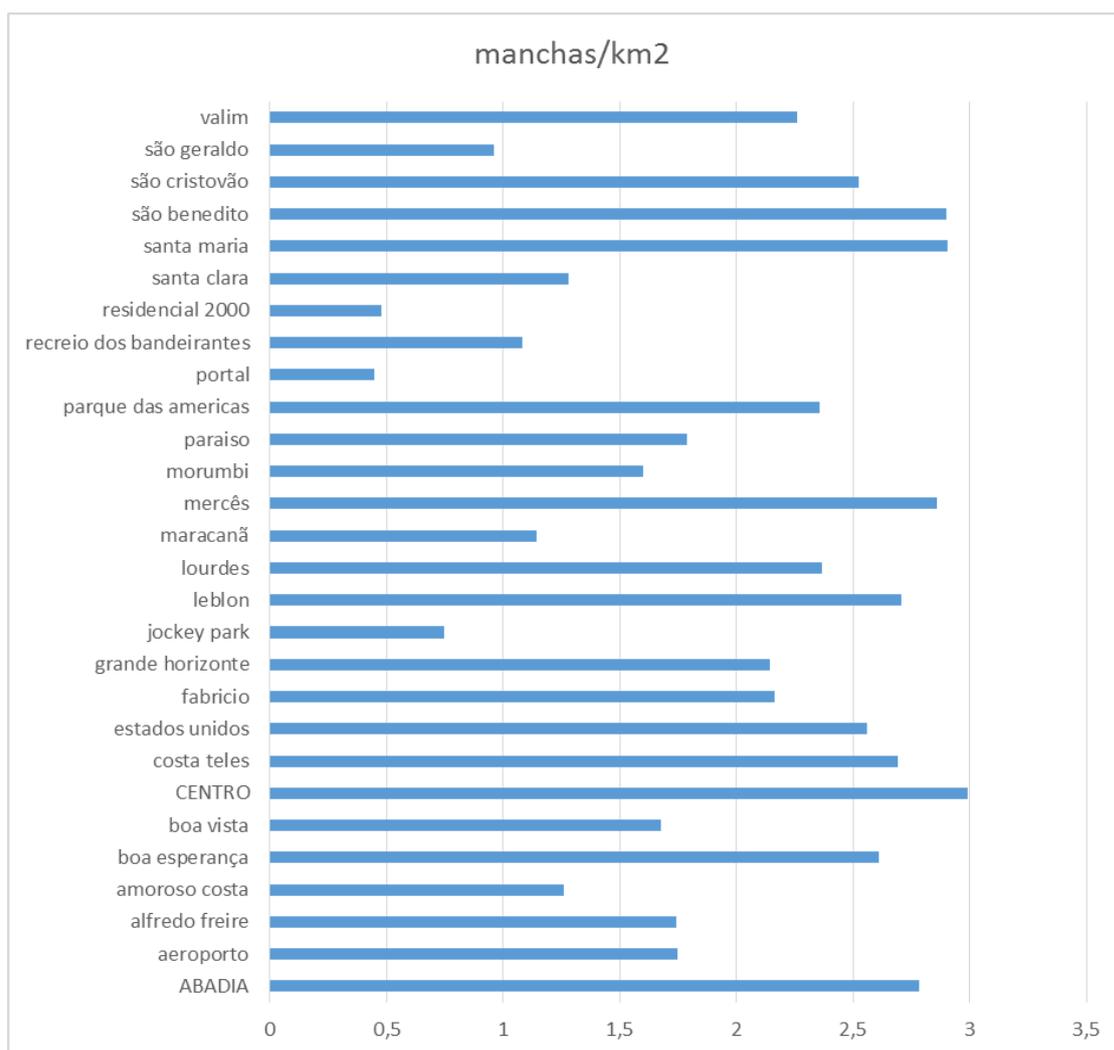
A vegetação rasteira presente com maior intensidade nas UPGs Jockey Park e Portal referem-se à lotes vagos e não necessariamente a áreas vegetadas que cumpram funções sociais. Pode-se assim inferir sobre os vazios urbanos da cidade tendo como base os dados relativos à intensidade de vegetação rasteira, principalmente, dado ao fato da imagem de satélite utilizada para a classificação da ocupação do solo datar de outubro período onde as

“chuvas de verão” já estão presentes e fazem com que a vegetação dos lotes vagos cresça e torne-se representativa na imagem.

A relação com os dados do senso, não utilizados no estudo de caso dado ao fato de datarem de 2010, poderiam confirmar se as UPGS São Benedito, Morumbi, Abadia, Centro, Leblon e São Cristóvão são de fato as mais ocupadas.

As cartografias referentes à Índice normalizado de vegetação (MAPA8) que destaca em tons de vermelho a amarelo as áreas construídas e à classificação do uso do solo (MAPA 7) que nos tons de cinza destacam as áreas de telhado claro e escuro e verde claro a vegetação rasteira ilustram os resultados retornados com a aplicação da métrica.

Figura 15: Diversidade de ocupação do solo



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

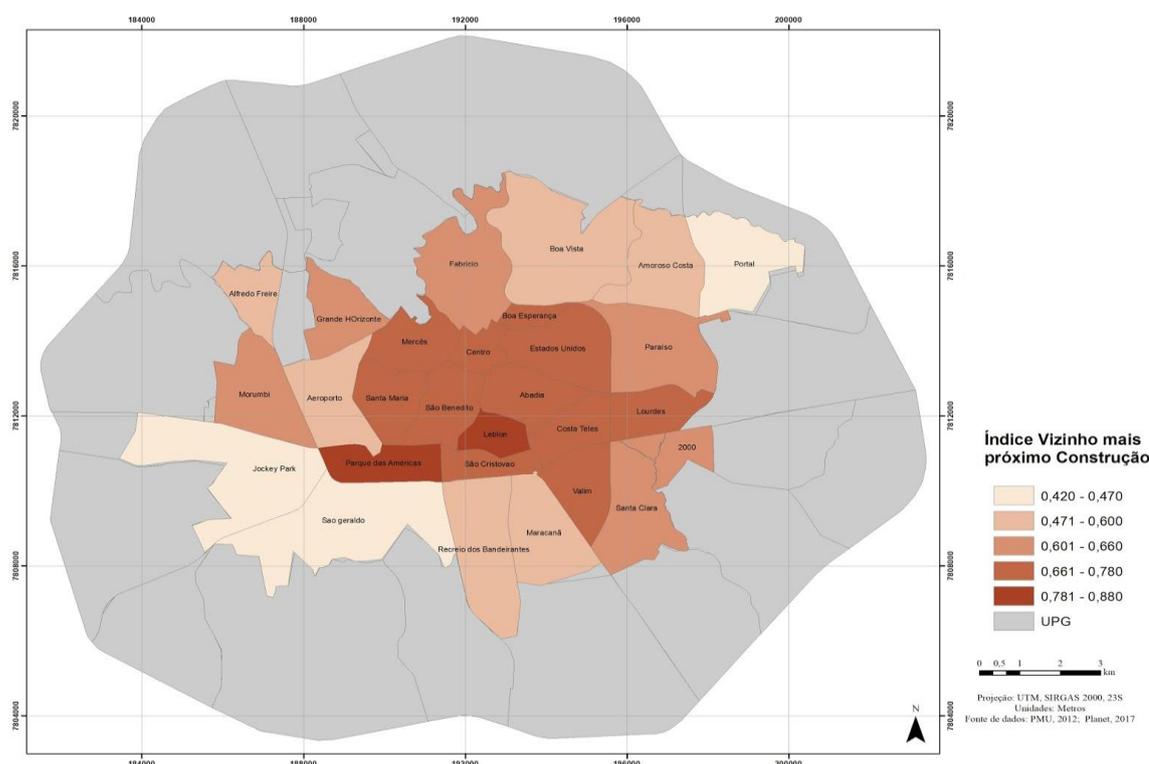
A estimação da diversidade do uso do solo pelo número total de manchas que retornaram da classificação da imagem de satélite apesar de não se assentar sobre referências metodológicas similar já estabelecidas teve como base o conceito de diversidade observada na revisão bibliográfica e a observação do retorno da segmentação aplicada à classificação da imagem de satélite.

Afim de identificar a diversidade a partir do número de manchas, buscou-se uma métrica simples (razão entre o número total de manchas da UPG que retornaram na classificação e a área da UPG). O resultado da métrica mostrou-se interessante destacando UPGs mais diversas como o Centro, a Abadia, o Boa Esperança, Mercês, Parque das Américas, Santa Maria e São Benedito. Desses seis, quatro pertencem a zona de adensamento de fato a zona mais diversa e ocupada da cidade.

A menor diversidade nas UPGs periféricas Jockey Park, Residencial 2000 e Portal realmente ilustram a realidade dessas unidades cuja maior parte do seu território é ocupada por loteamentos populares de unidades habitações iguais ou lotes vagos.

Outras correlações devem ser feitas para validar de fato o uso do cálculo proposto como métrica indicativa da diversidade.

MAPA 9 - Distribuição manchas construídas pelo Índice do vizinho mais próximo



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

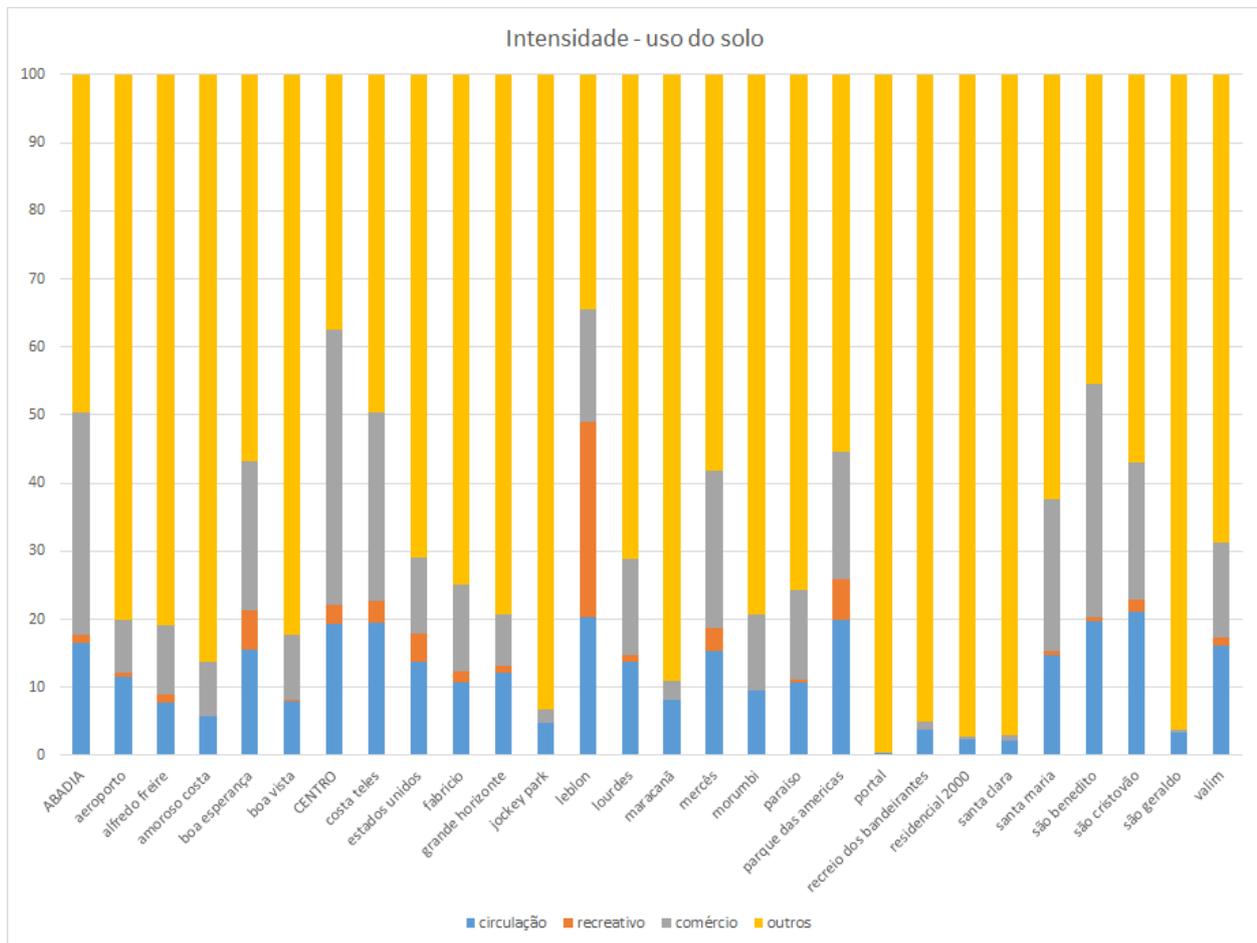
O Índice do vizinho mais próximo aplicado nos estudos realizados por Ojima (2007) e Fonseca et al (2016) para verificação da distribuição dos setores censitários na cidade de São Paulo e o remanescente de vegetação arbórea no município de São Gonçalo do Rio Abaixo, respectivamente, foi incorporada na pesquisa para verificar a distribuição das manchas construídas (somatório das manchas classificadas como telhado claro e telhado escuro) dentro de cada UPG.

Segundo o Ojima (2007) valores menores tendendo para 0 são indicativos de agrupamento, de maior proximidade entre os elementos e, conseqüentemente, uma distribuição desigual no espaço. Por sua vez valores tendendo a 1 indicam uma distribuição espacial aleatória tendendo a homogênea dentro da área de estudo. Explicação similar é oferecida pelo manual do usuário do Software ArcGIS 10.6 que traz incorporado ao sistema esse algoritmo de análise espacial.

Assim sendo, observa-se que as UPGs que tem a ocupação menos concentrada e, portanto, mais homogênea do território são, de fato, as mais centrais (MAPA 9) observando-se o inverso nas periféricas ainda em processo de consolidação e contando com maior espaço vazio entre as partes ocupadas. A distribuição desigual também pode representar um indicativo da quantidade de terrenos vagos ou da presença de grandes áreas verdes nas UPGs

3.2 RESULTADOS DAS MÉTRICAS APLICADAS AO USO DO SOLO

Figura 16: Gráfico da diversidade do uso do solo



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

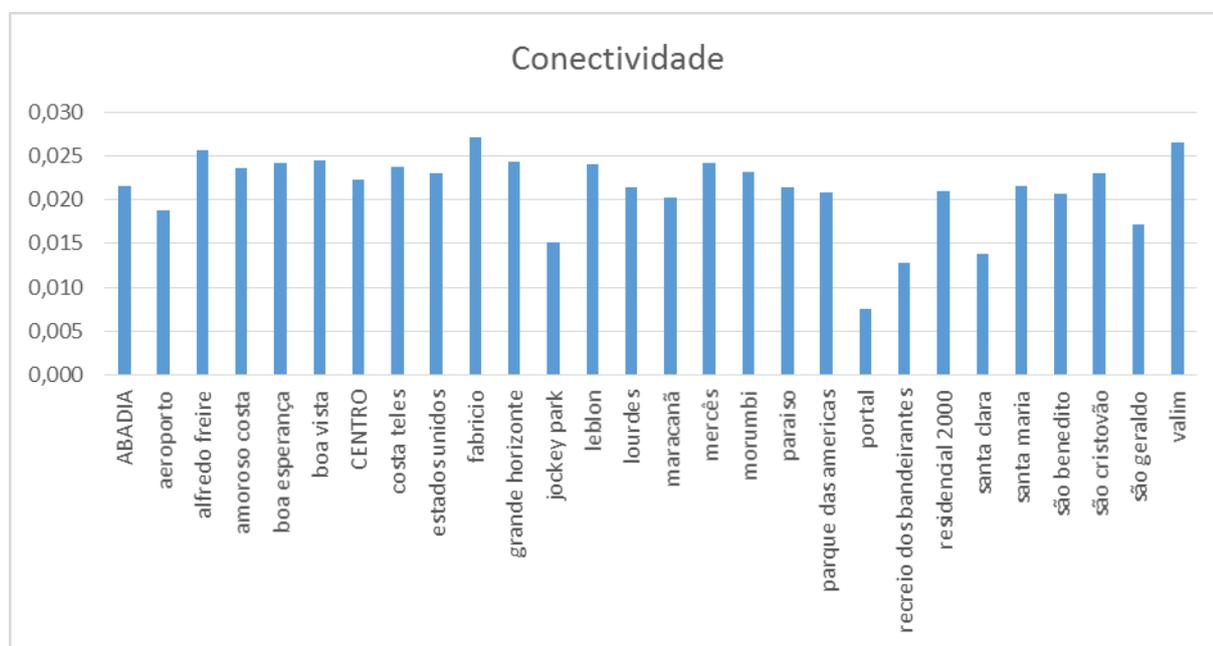
As informações que retornam a partir da aplicação da métrica da intensidade ao uso do solo demonstram um equilíbrio na proporção na presença do sistema de circulação entre as UPGs consolidadas e de adensamento controlado variando entre 10% e 20%.

O mais sintomático nos dados é a pequena porcentagem de áreas recreativas (praças e parques) no geral da cidade, mas, sobretudo, nas UPGs mais periféricas

A ausência de dados mais refinados e oficiais sobre o uso urbano dificulta a interpretação dos resultados relativos à proporção entre os usos comerciais e os demais usos como residenciais, serviços e indústrias.

3.3 RESULTADOS DAS MÉTRICAS APLICADAS AOS EIXOS VIÁRIOS

Figura 17: Gráfico da distância média entre os nós



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

A distância média entre os nós viários relaciona-se à caminhabilidade e acessibilidade segundo estudos realizados por Bourdic et al (2012) que demonstram que quadras com distâncias menores entre os cruzamentos são mais atrativas para o pedestre. Tomando como referência essa colocação observa-se (Figura 17) que a maioria das UPGs possuem distância entre nós variando entre 150 e 200 metros sendo, portanto agradáveis à caminhabilidade.

No mesmo estudo, Bourdic et al (2012) destacam que a densidade de nós viários em uma determinada área relaciona-se com uma maior integração do território visto que possibilitam múltiplos circuitos para se chegar de determinado ponto a outro. Quanto à densidade de nós (Mapa 10) observa-se que a densidade diminui do centro para a periferia o que vem de encontro à constatação de que as áreas centrais são melhor integradas que as periféricas.

Quanto à acessibilidade relativa a declividade viária observa-se que boa parte do tecido urbano pode ser percorrido com conforto seja a pé ou por bicicleta o que, contudo, não

se verifica na prática. As hipóteses para isso são a inadequação das calçadas e a inexistência de ciclovias e ciclo faixas na cidade e questões relacionadas à segurança. Não existe de fato um desenvolvimento orientado ao transporte sustentável (DOTS) e o simples fato das ruas terem inclinações caminháveis e pedaláveis por si só não garante seu uso para esse fim.

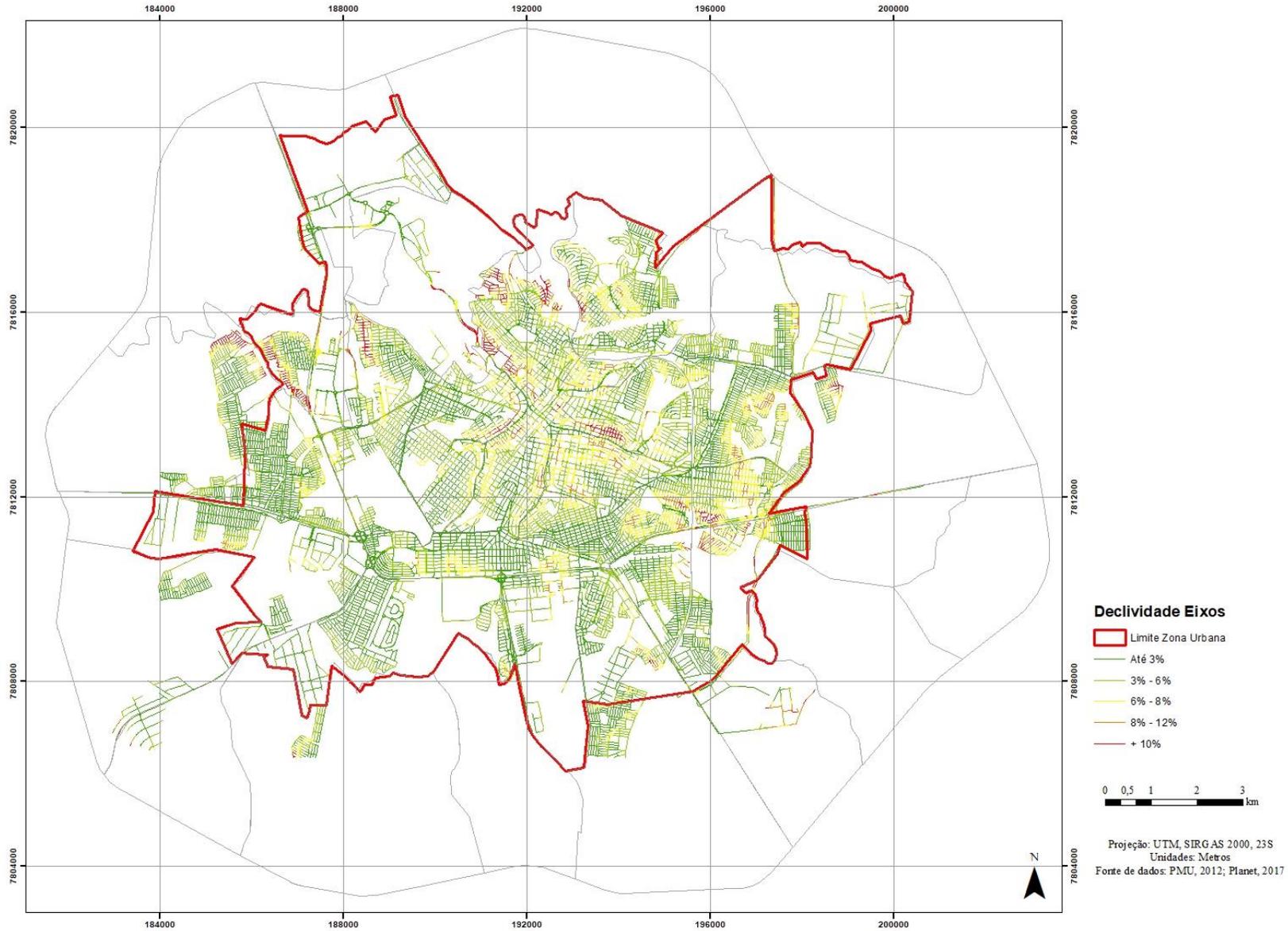


MAPA 10:
Densidade de nós

Fonte: Elaborado
pela autora, 2018

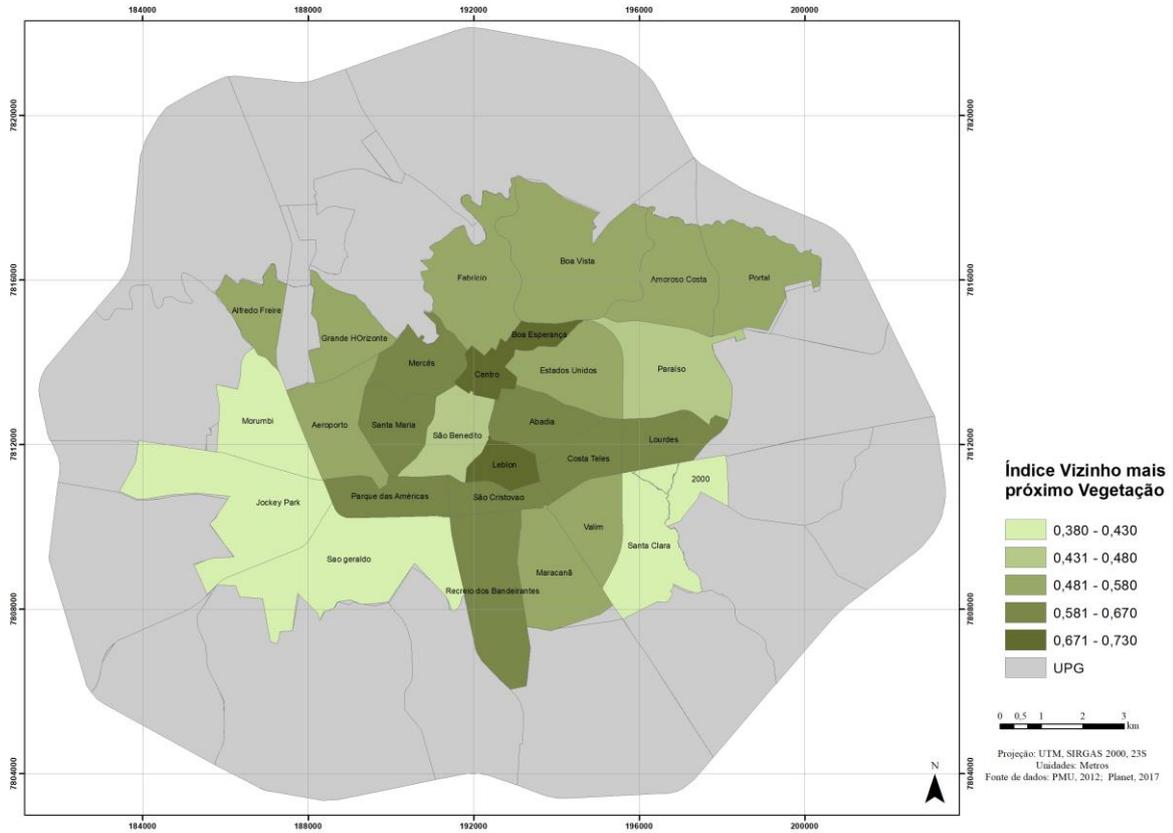
MAPA 11:
Inclinação
vária

Fonte:
Elaborado
pela
autora,
2018



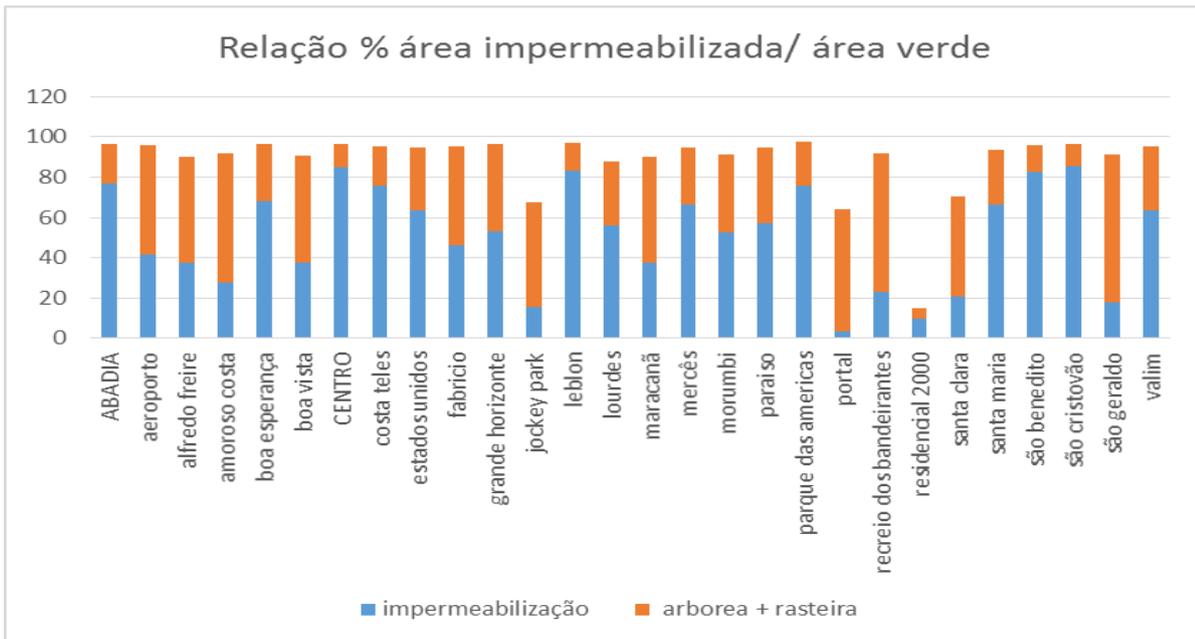
3.4 RESULTADOS DAS MÉTRICAS APLICADAS À ÁREAS VERDES

MAPA 12: Distribuição áreas verdes: índice do vizinho mais próximo



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

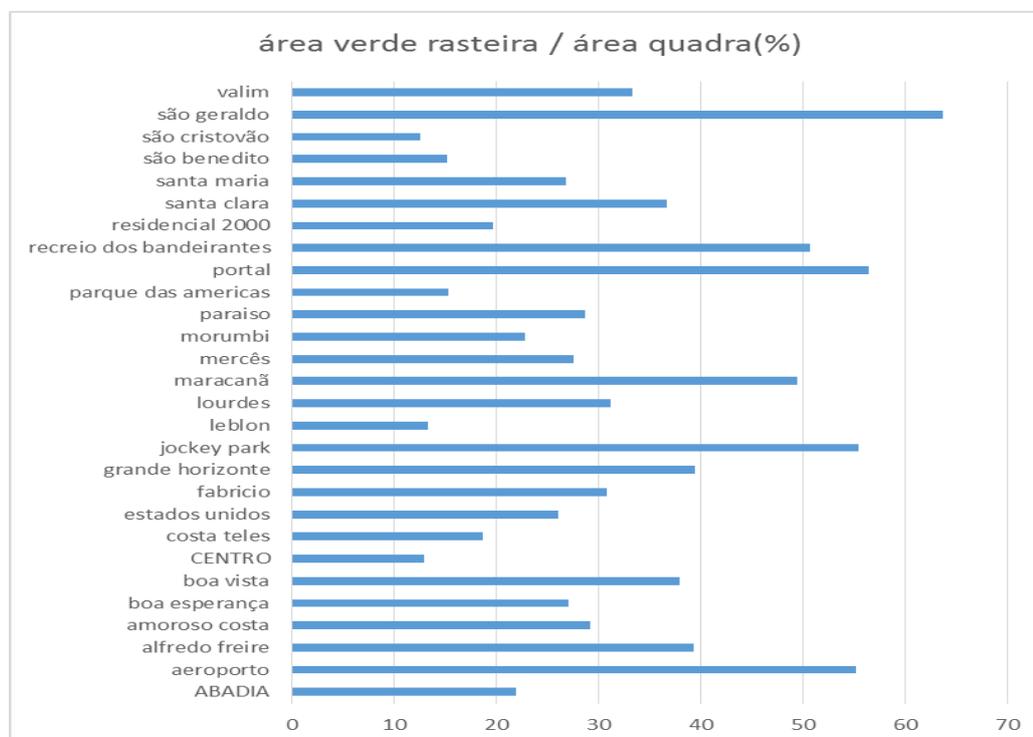
Figura 18: Gráfico da relação entre áreas impermeabilizadas e áreas verdes



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

Tal qual para as manchas construídas, foi aplicado para as áreas verdes arbóreas o índice do vizinho mais próximo. Nesse caso utiliza-se a referência metodológica mais próxima é o estudo realizado por Fonseca et al (2016) em relação aos fragmentos florestais do município de São Gonçalo do Rio Abaixo. Os fragmentos vegetais no caso do estudo da área urbana de Uberaba-MG são as manchas de vegetação arbórea detectadas pela classificação da imagem de satélite e pela aplicação do NDVI já descritos. Observa-se uma distribuição desigual das áreas verdes no território tanto nas imagens de satélite quanto no mapa de NDVI (MAPA 8) fato que corresponde com a informação gerada pela aplicação do índice do vizinho mais próximo. As áreas com melhor distribuição são o Centro, a UPG Boa Esperança e Leblon. Contudo, o índice ao basear-se apenas no centroide da mancha e não na área da mancha pode gerar interpretações equivocadas como se imaginar uma maior arborização na UPG Centro o que não se confirma ao observarmos que essa possui uma baixa proporção de área verde em relação à impermeabilizada. Devendo as informações do índice serem interpretadas em conjunto com os dados da intensidade de presença de áreas verdes. (Figura 18)

Figura 19: Gráfico da intensidade de vegetação rasteira intraquadra

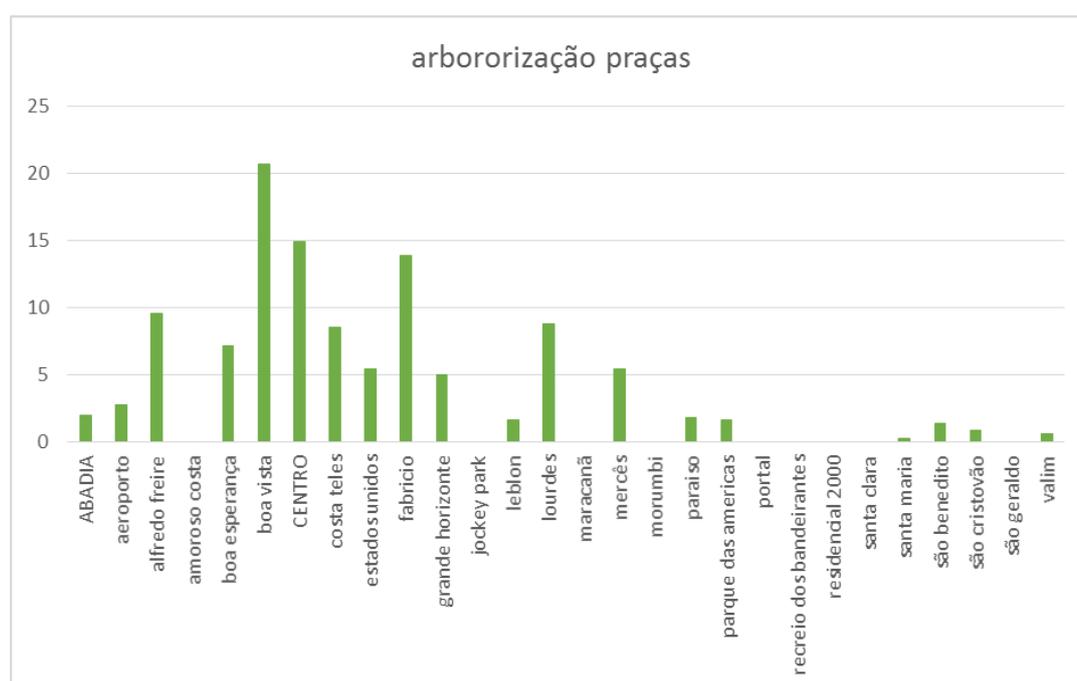


Fonte: Elaborado pela autora, 2018

A relação entre as áreas impermeáveis (construídas ou pavimentadas) e verdes (arbóreas e rasteiras) não necessária entre permeáveis, porém mais propensas à percolação da água demonstra que as UPGS localizadas na área de adensamento controlado e sujeitas a enchentes são as com menor proporção de área verde por área impermeável. Verifica-se aí a carência de espaços verdes capazes de prover os serviços ecossistêmicos conforme destacadas na revisão bibliográfica. Ações de planejamento para aumentar as áreas verdes e permeáveis deveriam atuar nesses pontos.

Novamente UPGs que retornaram porcentagem de áreas verdes superior à 40% não correspondem de fato a áreas verdes de uso recreativo ou caráter ecológico, exceto nas UPGS pertencentes à APA do Rio Uberaba – Portal e Boa Vista. A grande porcentagem de áreas verdes corresponde a porções do território ainda não ocupadas fato confirmado pela porcentagem de vegetação rasteira intraquadra visualizado na Figura 19.

Figura 20: Gráfico da intensidade da arborização em Praças



Fonte: Elaborado pela autora, 2018

A escassez de espaços recreativos destacado pelos indicadores de uso do solo soma-se à baixa arborização das praças em todas as UPGs tendo um máximo de 20% de arborização nas praças da UPG Boa Vista (Figura 20). Tal fato torna-se simbólico tanto da carência geral de arborização na cidade quanto do distanciamento da população em relação às praças uma vez que no clima local a ausência de sombreamento inviabiliza o uso das praças.

4. CONCLUSÃO

As conclusões a que essa pesquisa chega, dada à abrangência com que o tema sustentabilidade e forma urbana foi abordado, extrapolam unicamente os resultados relativos à validade do estudo cartográfico e aplicação das métricas espaciais para caracterizar a sustentabilidade urbana e fomentar o planejamento e desenho de cidades mais sustentáveis. Conclui-se, primeiro, ao aproximar-se da temática da sustentabilidade e do desenvolvimento sustentável, que apesar da notável retórica discursiva que envolve o tema, existe de fato um movimento em direção a formas mais viáveis e justas de consumo e produção nos aspectos econômicos, ambientais e sociais.

Nas cidades, a movimentação a partir da incorporação do discurso da sustentabilidade segue em direção ao enfrentamento das questões que impactam negativamente a qualidade de vida e qualidade do meio ambiente local, regional e global. Tais questões são levantadas por reflexões urbanísticas e estudos ecológicos que se aproximam a partir de meados dos anos de 1960 e fundem-se na visão ecossistêmica da paisagem urbano. A ecologia ao reconhecer o espaço urbano como paisagem e ecossistema composto por sistemas naturais e antrópicos em simbiose torna-se um campo de conhecimento amplo no qual convergem ciências naturais e sociais que estruturam as bases científicas que norteiam as estratégias para o desenvolvimento de cidades mais sustentáveis.

A evidenciação das características e dos serviços ecossistêmicos urbanos desdobra-se no planejamento ecológico da paisagem das cidades a partir da qual observa-se com mais cuidado o mosaico urbano composto por elementos naturais e construídos. O desenho com a natureza volta-se à busca da composição espacial que integre as condicionantes ambientais às exigências e necessidades sociais e culturais. Em busca de uma materialidade e organização espacial que garanta a eficiência, a equidade e a resiliência diversos estudos voltados à sustentabilidade urbana dedicam-se a estabelecer a forma urbana característica da cidade sustentável.

A forma urbana traduzida em matrizes, manchas e corredores pela ecologia da paisagem urbana é descrita pela morfologia urbana como um conjunto de ruas, quadras, lotes, espaços abertos, praças, monumentos, vias, arborização e mobiliários urbanos. Ambas

ciências, dentro de seus objetivos próprios, determinam métricas e metodologias para a simplificação da complexidade e da heterogeneidade das cidades e aproximam a forma de noções relativas ao funcionamento e evolução urbana tornando-se úteis para as propostas urbanas do desenvolvimento sustentável. O desenvolvimento sustentável urbano operacionalizado pelo urbanismo sustentável volta-se à busca de uma forma urbana que traduza em si à sustentabilidade.

A forma urbana compacta afim de aproximar usos e pessoas, diversa para garantir a integração social e econômica, conectada possibilitando a todos o acesso aos recursos urbanos, caminhável para diminuir a dependência do automóvel, vegetada e com os corpos hídricos preservados hídricos e a adequada às condicionantes climáticas e topográficas locais torna-se o ideal de cidade sustentável. E desse modo a identificação dessas características no território o indicativo do quão sustentável a cidade é.

Sem dúvida, dada a limitação de se conseguir traduzir e abarcar todas as dimensões que compõe a sustentabilidade das cidades de outros modos, a simplificação na leitura da forma urbana torna-se interessante. Contudo, deve-se ater ao fato de que:

“Esse método, entretanto, não basta para compreender satisfatoriamente a multiplicidade de interações entre a sociedade e paisagem, já que os diversos elementos (como solo e vegetação) são apresentados como realidades independentes e distintas dos usos sociais do território, há ainda relações relevantes não passíveis de representação gráfica (ou quantificáveis) como as definidoras do caráter dinâmico da paisagem”

(Pelegriano, 2010 p. 166)

Ou seja, apesar de útil, a leitura da forma urbana nos aspectos destacados para a forma ideal à sustentabilidade não deve ser tomada como determinante para verificação da sustentabilidade ou insustentabilidade da cidade. Conclui-se que a leitura da forma é um indicativo da sustentabilidade e uma abordagem válida principalmente num universo de escassez de dados confiáveis e desagregados relativos aos aspectos econômicos, ambientais e sociais urbanos.

A obtenção dos dados a partir de imagens de satélite de alta e média resolução periodicamente e a simplicidade de geoprocessamento desses dados juntamente a outros em

software de específicos para esse fim colaboram para a ampliação do uso da leitura da forma urbana como procedimento de verificação da sustentabilidade. Imagina-se a que o processo será continuamente refinado ampliando sua validade com a inserção de novas métricas específicas ao contexto urbano além do aperfeiçoamento das métricas vindas da ecologia da paisagem e morfologia urbana.

Relativamente ao estudo aplicado à cidade de Uberaba-MG, onde as métricas relativas à intensidade, distribuição, diversidade e acessibilidade foram aplicadas aos elementos que compõem o uso e ocupação do solo e a rede viária, conclui-se que apesar do limitado banco de dados utilizado foi possível observar porções do território mais distantes do ideal colocado para a forma urbana sustentável. O que apesar de não determinar de fato o quanto sustentável determinada porção do território é, direciona ações de planejamento ao determinar zonas mais carentes em determinados atributos que outras.

A ausência de parâmetros mais específicos para os atributos da forma urbana sustentável ideal, como por exemplo qual a proporção ideal de usos, dificultam a interpretação de determinadas informações relativas às métricas.

Por fim, mais uma conclusão relativa à revisão bibliográfica, observa-se que no Brasil o principal documento que orienta o desenvolvimento sustentável das cidades é o Estatuto das Cidades (LEI 10257/01). O potencial de promoção de uma cidade mais justa, econômica e ecológica colocado por essa legislação compara-se aos documentos europeus como *Green Paper on the Urban Environment* e à Nova carta de Atenas que tem fomentado vários processos de adequação e reurbanização nas cidades da Europa com reflexo em outras partes do mundo. Contudo, no caso brasileiro a expressividade do Estatuto da Cidade para o desenvolvimento da cidade ainda não se efetivou mantendo-se somente enquanto retórica discursiva um prejuízo enorme para o desenvolvimento urbano nos últimos 17 anos.

5. REFERÊNCIAS

- ACSELRAD, H. (1999). Discursos Da Sustentabilidade Urbana. Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais. 1, 79-90
- ALBERTI, M. (1999) Urban Patterns and Environmental Performace: What do we know? Jornal of Planning Education and Research. 19, 151-163
- ALVAREZ, C. E., BRAGANÇA, L.(2013) Comunidades urbanas energeticamente eficientes. EDUFES
- AMEEN, R. F.M.; MOURSHED, M.; LI, H.(2015).A critical review of environmental assessment tools for sustainable urban design. Environmental Impact Assessment Review. 55, 110-125
- ANDRADE, L. M. S., ROMERO, M. A.. B. (2004) Desenho de assentamentos urbanos sustentáveis: Proposta metodológica. IN I Conferência Latino-Americana de construção sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construido, São Paulo –SP. Anais 265-283
- ANGELETTO, F. Pelos quintais de Sarandi: Ecologia urbana e Planejamento Ambiental. 1ed. Maringá- PR: Editora UEM
- BAKICI, T., ALMIRALL, E., WAREHAM, J. (2013) A Smart City Initiative: the Case of Barcelona. [Journal of the Knowledge Economy. 4 \(2\) 135 -148](#)
- BARBOSA, V. L., JUNIOR, A.F.N. (2009)Paisagem, ecologia urbana e planejamento ambiental. Revista Geografia UEL 18 (2) 21-36
- BENINI, S.M. ROSIN, J. A. R. G. (2017) Qualidade Ambiental Urbana. Periódico técnico e científico Cidades Verdes 11 (5) 26-36
- BETTENCOURT, L.C. F. A. (2010) A Morfologia Urbana da cidade do Funchal e seus espaços públicos estruturantes. Revista Malha Urbana 10, 25-53
- BOFF, L. (2010) O pecado maior do capitalismo : o risco do ecocídio e do Biocídio disponível em <<https://leonardoboff.wordpress.com/2011/03/15/capitalismorisco-de-ecocidio-e-de-biocidio/>> acessado em 20/04/2018
- BOURDIC, L., SALAT, S., NOWACKI, C. (2012) Acessing cities: a new system of cross-scale spatial indicators. Building Research & Information. 40(5), 592-605
- BRAGA, T.M. (2006). Sustentabilidade e condições de vida em áreas urbanas: medidas e determinantes em duas regiões metropolitanas brasileiras. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales.96, 47-71
- BUGLIARELLO, G. (2006) Urban sustainability: Dilemmas, challenges and paradigms. Technology in Society 28 19-26
- CARDOSO, A. L. (2002). Trajetórias da Questão Ambiental Urbana: da Rio 92 às Agends 21 locais. Revista paranaense de Desenvolvimento.102 51-69

CIDADE, L. C. F. (2001) Visões de mundo, visões da natureza e a formação de paradigmas geográficos. *Revista Terra Livre* 17 99-118

CORREA, R.L. (2003). Uma nota sobre o urbano e a escala. *Revista Território* 11 134 -136

CHENG, H., HU, Y. (2010) Planning for sustainability in China's urban development: Status and challenges for Dongtan eco-city project. *Journal of Environmental Monitoring* 12(1):119-126

COWEN, D. J., JESSEN, J. R., (1998) Extraction and Modeling of urban attributes using remote sensing technology. In: *People and Pixels: Linking Remote Sensing and social Science*. Washington, DC: The National Academies Press. 164 -188

DIAS, A. M. F. (2012) Forma urbana, mobilidade e sustentabilidade: um ensaio metodológico na Área Metropolitana do Porto. Tese (mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Ordenamento do Território) Faculdade de Letras Departamento de Geografia.– Universidade do Porto. Porto, Portugal

ELMQVIST, T. SETALE, H. HANDEL, S.N. PLOEG S. Van der AROSON, J. BLIGNAUT JN. GOMEZ-BAGGETHUN, E. NOWAK, DJ. KRONENBERG, J. GROOT, R. (2015). Benefits of Restoring ecosystem services in Urban Areas. *Environmental Sustainability* 14 101-108

EDWARDS, A. R. (2005) *The Sustainability Revolution: Portrait of a paradigm Shift*. 2 ed. Montreal, Canadá. New Society Publishers

ELKINGTON, J. (1994) Towards the sustainable corporation: Win-win-win business strategies for sustainable development. *California Management Review*. 36 (2), 90-100.

FARR, D. (2013) *Urbanismo Sustentável – desenho urbano com a natureza*. 1ed. São Paulo-SP: Bookman

FONSECA, B.M., RIBAS, R. P., MOURA, A. C. M. (2016) Aplicação dos conceitos e métricas de ecologia da paisagem na gestão da paisagem urbana. *Revista Paisagem e Meio Ambiente* 38 71-85

GOMES, M.A.S.; SOARES, B.R. (2004) Reflexões sobre a qualidade ambiental urbana. *Estudos Geográficos*, 2 (2) 21-30

GOTTMAN, J. (2012) A evolução do conceito de território. *Boletim Campineiro de Geografia* 3 (2) 523 -545

GRIFONI, R.C., D'ONOFRIO, R.e SARGOLINI, M. (2012) In search of new paradigms to interpret an design the contemporary city. *The Sustainable City VII*. 1 47-58

HOLZER, W. (1997) Uma discussão fenomenológica sobre os conceitos de paisagem e lugar, território e meio ambiente. *Revista Território* 2 (3)77-85

HUANG, J., LU, X. X., SELLERS, J.M. (2007) A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing. *Landscape and Urban Planning*. 82, 184-197

JABAREEN, Y. R. (2006) Sustainable Urban Forms – Their typologies, model and concepts. *Jornal of Planning Educational and Research*. 26, 38-52

- JATOBÁ, S. U. S., CIDADE, L. C. F., VARGAS, G. M. (2009) Ecologismo, Ambientalismo e Ecologia Política: diferentes visões da sustentabilidade e do território. *Sociedade e Estado*. 24 (1), 47-87
- JONG, M. JOSS, S. SCHRAVEN, D. ZHAN, C. WEIJNEN, M (2015) Sustainable–Smart–Resilient–Low Carbon–Eco–Knowledge Cities; Making sense of a multitude of concepts promoting sustainable urbanization. *Journal of Cleaner Production* 109 25-38
- JOSS, S. (2015). Eco-cities and Sustainable Urbanism. *International Encyclopedia of the Social e Behavioral Science*. 6 (2) 829-837
- KADHIM, N., MOURSHED, M. e BRAY, M. (2016) Advances in remote sensing application for urban sustainability. *Euro-Mediterranean Journal for Environmental Integration*. 7 (1), 50-69
- KANASHIRO, M. (2004). Da antiga à nova Carta de Atenas – em busca de um paradigma espacial de sustentabilidade. *Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente*. 9 33-47
- LAMAS, J. M. R. G. (2004) *Morfologia Urbana e Desenho da Cidade*. 3ed. Lisboa, Portugal: Fundação Calouste Gulbenkian
- LONG, N., ROUSSEAUX, F., VYE, D. (2012) A multi-scale morphological interpretation of the sustainable city. *The Sustainable city VII*. 1, 59-70
- LOWRY, J. H., LOWRY, M.B. (2014) Comparing spatial metrics that quantify urban form. *Computers, Environment and Urban Systems*. 44, 59-67
- MADUREIRA, H. (2005) Paisagem Urbana e Desenvolvimento Sustentável – apontamentos sobre uma estreita relação entre geografia, desenvolvimento sustentável e forma urbana. In: X Colóquio Ibérico de Geografia, Évora. Anais. p 2849 -2862
- MOURA, A. C. M. (1994) O Papel da Cartografia nas Análises Urbanas; Tendências no Urbanismo Pós-Moderno, *Cadernos de Arquitetura e Urbanismo*. 2, 41-43
- MOUNDON, A.V. (1997). Urban morphology as an emerging interdisciplinary field. *Urban morphology*. 1, 3-10
- NASCIMENTO, E. P. (2012) Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. *Revista Estudos Avançados* 26 (74) 51-64
- NETTO, V. M., KRAFTA, R. (2009) A forma urbana como problema de desempenho – o impacto de propriedades espaciais sobre o comportamento urbano. *Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais*. 11(2), 157-180
- NUCCI, J.C. (1998) Metodologia para determinação da qualidade ambiental urbana. *Revista do departamento de Geografia* 12 209-224
- PAULIET, S., DUHME, F. (2000) Assessing the environmental performance of land cover types for urban planning. *Landscape and Urban Planning*. 52, 1-20
- PELLEGRINO, P.R. (2000) Pode-se planejar a paisagem? *Revista Paisagem e Meio Ambiente* 13 159-179

- RAMALHO, C. E. HOOBS, R. J. (2012) Time for a change: dynamic urban ecology. Trends in Ecology e Evolution 27 179-188
- RIBEIRO, E.L., SILVEIRA, J.R. (2009) O fenômeno do Sprawling urbano e a dinâmica de segregação socioespacial. Revista AU disponível em « <http://au17.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/185/artigo149628-3.aspx>» acessado em 20/04/2018
- RODRIGUES, M. R. B. (2009) A Forma Urbana em Portugal Continental: Aplicação de Índices Quantitativos na Caracterização Morfológica das Cidades. Tese (Mestrado em Sistemas de Informação Geográfica e Modelação Territorial Aplicados ao Ordenamento) - Faculdade de Letras Departamento de Geografia., Universidade de Lisboa. Lisboa, Portugal
- RODRIGUES, V. J. (2009) - Desenvolvimento sustentável: uma introdução crítica. Lisboa: Principia.
- ROGERS, R. (2016) Cidades para um pequeno planeta. 1ed. São Paulo- SP : GG
- ROMERO, M. A.B., (2006) Desenho da cidade e conforto ambiental. RUA Revista de Arquitetura e Urbanismo. 7(2), 12-19
- ROMERO, M. (2013) Princípios Bioclimáticos Para o Desenho Urbano. 2ed. Brasília- DF: Editora UNB
- SALAT, S. (2011) Cities and forms: On sustainable Urbansimo. Paris, França:CSTB Urban Morphology Laboratory
- SANTOS, L. D.; MARTINS I. A qualidade da vida urbana. O caso da cidade do Porto. Universidade do Porto. Disponível em: <www.fep.up.pt/investigacao/workingpapers/wp116.pdf> Acesso em: 10 out. 2017.
- SOUZA, C.L., AWAD, J. D. C. M. (2012) Cidades sustentáveis – cidades inteligentes. 1ed. São Paulo-SP: Bookman
- SARTORI, S. LATRONCIO, F. CAMPOS, L.M.S. (2014) Sustentabilidade e desenvolvimento sustentável: uma taxonomia no campo da literatura. Revista Ambiente e Sociedade 17 (1) 1-22
- SILVA, G., ROMERO, M. A. B. (2015) Sustentabilidade urbana aplicada:Análises dos processos de dispersão, densidade e uso e ocupação do solo para a cidade de Cuiabá, Estado do Mato Grosso, Brasil. Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales.122 (41), 50 – 66
- SILVA, G., ROMERO, M. A. B. (2010) Novos Paradigmas do Urbanismo no Brasil: A revisão de conceitos urbanos do século XXI. IN Pluris 2010 4º Congresso Luso-Brasileiro para o planeamento urbano, regional, integrado e sustentável, Algarve, Portugal.
- SILVA, R. E.L., (2011) Análise espacial da forma urbana em sistemas de informação. Tese (Doutorado em geografia e planeamento territorial) – Faculdade de Ciências Sórias e Humanas, Universidade Nova de Lisboa. Lisboa, Portugal
- SILVA, Q. B.(2015) A análise da Forma Urbana como instrumento de avaliação da Sustentabilidade. Tese (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, Portugal

SILVEIRA, J.A.R. (2011) Desordem na cidade? Controvérsias sobre o “caos urbano” e das possibilidades de administrá-lo. Revista Minha cidade 134.06 (12) disponível em «<http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/minhacidade/12.134/4050>» acessado em 20/04/2018

TAN, S., YANG, J., YAN, J., LEE, C., HASHIM, H. e CHEN, B. (2016) A holistic low carbon city indicator framework for sustainable . Applied Energy. 187 (2) 1919-1930

TRATALO, J., FULLER, R. A., WARREN, P. H., DAVIES, R. G., GASTON, K.J. (2007) Urban Form, biodiversity and ecosystem services. Landscape and Urban Planning. 83, 308-317

WILHEIM, J. (2003) Cidades: o substantivo e o adjetivo.3 ed. São Paulo- SP: Perspectiva

WU, J. Making the Case for Landscape Ecology- an effective approach to urban sustainability (2008) Landscape Journal 27 (1) 41-50

WU, J.. Urban ecology and sustainability: The state-of-the-science and future directions (2014). Landscape and Urban Planning 125 209-221