

Clima urbano, risco climático e vulnerabilidade socioespacial mediados pela produção do espaço urbano em cidades paulistas (São Carlos, Marília e Presidente Prudente)

RAMPAZZO, Camila R.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "Júlio de Mesquita Filho"
Faculdade de Ciências e Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Geografia

CAMILA RIBOLI RAMPAZZO

**CLIMA URBANO, RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL
MEDIADOS PELA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM CIDADES PAULISTAS
(SÃO CARLOS, MARÍLIA E PRESIDENTE PRUDENTE)**

Presidente Prudente
2019



CAMILA RIBOLI RAMPAZZO

**CLIMA URBANO, RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL
MEDIADOS PELA PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO EM CIDADES PAULISTAS
(SÃO CARLOS, MARÍLIA E PRESIDENTE PRUDENTE)**

Tese apresentada ao Programa de Pós Graduação em Geografia da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – FCT/UNESP – Campus de Presidente Prudente, como requisito para a obtenção do título de doutorado em Geografia. Área de Concentração: Produção do Espaço Geográfico.

Orientador: Prof^o. Dr. João Lima Sant’Anna Neto

Presidente Prudente
2019



FICHA CATALOGRÁFICA

R177c RAMPAZZO, Camila Riboli.
Clima urbano, risco climático e vulnerabilidade socioespacial mediados pela produção do espaço urbano em cidades paulistas (São Carlos, Marília e Presidente Prudente) / Camila Riboli Rampazzo. – Presidente Prudente, 2019
280 f. + CD-ROM

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente
Orientador: João Lima Sant'Anna Neto

1. Clima Urbano. 2. Ilha de calor urbana. 3. Risco climático.
4. Vulnerabilidade socioespacial (*Social Vulnerability Index (SoVI®)*)
5. Produção do espaço urbano. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

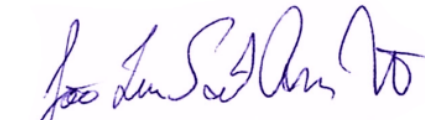
CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA TESE: **Clima urbano, risco climático e vulnerabilidade socioespacial mediados pela produção do espaço urbano em cidades paulistas (São Carlos, Marília e Presidente Prudente)**

AUTORA: CAMILA RIBOLI RANPAZZO

ORIENTADOR: JOÃO LIMA SANTANNA NETO

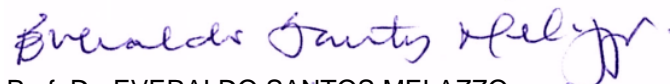
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Doutora em GEOGRAFIA, área: Produção do Espaço Geográfico pela Comissão Examinadora:



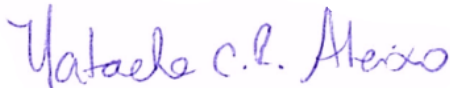
Prof. Dr. JOÃO LIMA SANTANNA NETO
FCT / UNESP/Presidente Prudente (SP)



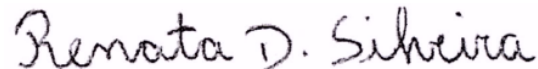
Prof^ª. Dr^ª. MARGARETE CRISTIANE DE COSTA TRINDADE AMORIM
Departamento de Geografia / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



Prof. Dr. EVERALDO SANTOS MELAZZO
Departamento de Planejamento, Urbanismo e Ambiente / Faculdade de Ciências e Tecnologia de Presidente Prudente



PROFESSORA DOUTORA NATACHA CÍNTIA REGINA ALEIXO
Departamento de / Universidade do Estado do Amazonas



Profa. Dra. RENATA DIAS SILVEIRA
Campus de Porto Alegre / IF do Rio Grande do Sul

Presidente Prudente, 10 de abril de 2019



DEDICATÓRIA

*Ao Carlos Elias Arminio Zampieri, pois com ele aprendo como é bom deixar a vida mais devagar, nos levar. Se agora ou daqui a pouco, tanto faz. Por me dar a chance de aprender que as coisas lindas são simples e, que está tudo bem. Que bom que nos encontramos nessa vida para toda vida, e aprendemos a equilibrar. Por não desistir de me mostrar que o amor pode ser bom e por acreditar do modo mais otimista que conheço que tudo pode dar certo. Para além de meu marido, sou grata por ter você na minha vida. Por todo amor, te dedico.
Novamente. Nosso trabalho.*



AGRADECIMENTOS

A síntese da pesquisa de doutorado desenvolvida durante quatro anos é apresentada nesta tese e, claramente inúmeras situações não descritas aqui contribuíram para que eu obtivesse o título de doutora em Geografia.

Se houver uma característica possível de definir parte da minha trajetória acadêmica da graduação ao doutoramento, é o modo "um pouco acelerado" como percorri essas etapas que naturalmente fui me deparando e avançando. Naturalmente isso significou muitos desafios, dúvidas, angústias, empenho, motivação, escolhas e, por consequência, o aprendizado árduo de estabelecer prioridades e entender que todo bônus tem seu ônus.

Quatro anos de tese, um total de dez anos de formação acadêmica e, por várias vezes queimei a largada. Queimei a primeira largada quando, ainda não tendo defendido o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) em Geografia na UNESP, havia ingressado no mestrado junto ao Programa de Pós-Graduação em Geografia desta universidade. A segunda quando, ainda não tendo defendido a dissertação de mestrado já havia ingressado no Programa de doutoramento em Geografia da UNESP. E, a terceira quando ainda no início das atividades do doutorado havia sido aprovada em um concurso público para atuar como docente em uma Instituição de Ensino Superior (IES).

Tudo isso aconteceu de modo rápido e intenso, porém com todo esforço e comprometimento. Reconheço que tudo isso só foi possível porque estiveram ao meu lado e ao meu redor pessoas que contribuíram para meu crescimento acadêmico, profissional e pessoal. É neste contexto que com imensa estima e de modo sincero agradeço àqueles que compartilharam momentos da minha vida no dia-a-dia e a cada dia durante esse tempo.

À Deus, pela vida e por reforçar meu pressuposto de que viver é um privilégio e que é possível descobrir-se mais forte a cada etapa.

Agradeço aos meus pais, Olígarí Idiléia Riboli e Sebastião Aparecido Rampazzo por compreender a necessidade de dedicação a este trabalho. Ao meu irmão Carlos Eduardo Riboli Rampazzo, que com a distância no dia-a-dia aprendi a respeitar e a construir um novo significado de irmão. À minha mãe por toda garra e força em superar mais um problema de saúde e manter a esperança e ânimo que só é possível em pessoas grandiosas como ela (te amo mãe). Amo vocês.

Agradeço a toda estrutura acadêmica institucional da Universidade Estadual Paulista "Faculdade de Ciências e Tecnologia" FCT/UNESP Campus de Presidente Prudente desde a graduação, mestrado e doutorado, especialmente aos docentes do curso de Geografia responsáveis pela qualidade da minha formação e incentivo. Agradeço aos colegas da Seção Técnica de Pós-Graduação da FCT/UNESP pela gentileza e atenção, especialmente a Aline que



sempre me atenderam com possibilidades de entrega e muita compreensão. E também ao Lincoln, Cinthia, Ivonete e demais pelas conversas animadas na seção de pós.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001. O período de bolsa vigente foi de 01/07/2015 a 30/11/2015.

Agradeço a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo financiamento da pesquisa no período de 01/12/2015 a 31/05/2016 (PROCESSO 2015/15444-7). "As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP".

À Aparecida Tamae Otsuka (Tamae) do escritório de pesquisa pela atenção e ajuda com documentações e prestações de conta da FAPESP.

Agradeço aos membros da banca de qualificação de doutorado, Prof^o. Dr^o. Margarete C. C. T. Amorim e Prof^o. Dr. Everaldo Santos Melazzo, que contribuíram sobremaneira para a sistematização da proposta de tese, indicaram caminhos para a finalização do trabalho comprometidos com a coerência e cientificidade da pesquisa. Membros estes que participaram da minha formação acadêmica desde a graduação e que admiro o trabalho.

E, neste contexto, agradeço de modo especial ao Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto, pela orientação da tese com toda competência e conhecimento que compartilha. Mais do que isso, agradeço por todas as conversas, confiança e incentivo que me ajudaram em decisões extremamente importantes na vida profissional e pessoal em momentos de indecisão e medos. Sou grata por acreditar em mim, no meu trabalho e competência em momentos que, talvez, nem eu mesma entendia com clareza. Ressalto, novamente, que admiro ainda mais sua pesquisa e que o GATA acredita na sua proposta.

Agradeço aos colegas do "Grupo de Pesquisa Interações na superfície, água e atmosfera" (GATA), pois sem dúvida o conhecimento científico é em grande parte construído no coletivo. Em especial, agradeço aos colegas Lindberg Nascimento Júnior (baiano) e Aristóteles Teobaldo Neto por desenvolverem junto a mim, de modo conjunto e extremamente construtivo as discussões sobre risco, vulnerabilidade e na aplicação do (SoL[®]) e modelagem. A Renata dos Santos Cardoso pela disponibilização dos dados de transectos móveis realizados em Presidente Prudente e ajuda em procedimentos no processamento da modelagem para Presidente Prudente/SP, Brasil. A Miriam Rodrigues Silvestre com quem sempre compartilhei as agonias, as etapas da vida e da tese, e por sempre me lembrar de que tudo passa e o que pode ser feito depois da turbulência, como aproveitar a vida, ter filhos e fazer bolos. Aos colegas Dani, Renatinha, Jana, Jhonatan, Renata Prates, Aline, Mari, Mari Nishizima, Luana, Gustavo, Tiago, Carlos, Hiago, Renan e aos que não lembrei os nomes, agradeço a todos pela presença e/ou apoio e parabenizações. Foi agradável tê-los comigo e agradeço por prestigiarem a defesa



do trabalho. Neste grupo, o desenvolvimento da tese se tornou mais agradável e o produto final apresentou maior qualidade teórico-metodológica.

No âmbito pessoal é gratificante o resultado desta tese, pois foi uma pesquisa desenvolvida em períodos vividos em três estados, sendo eles São Paulo (SP), Mato Grosso (MT) e Mato Grosso do Sul (MS). Isso porque, o começo da tese se deu quando ainda me dedicava inteiramente ao doutorado na UNESP em Presidente Prudente/SP, a partir daí o meio da tese foi desenvolvido durante o período de residência em Cuiabá, no estado de Mato Grosso e o fim da tese se deu já residindo em Dourados, no estado do Mato Grosso do Sul.

Então, aos colegas de convívio nos espaços da Universidade Estadual Paulista do Campus de Presidente Prudente/SP, meu muito obrigado pelas experiências e conversas. Em especial, ao Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes que além de eternamente "professor João", o apoio, os encontros e conversas no dia-a-dia me permitem considerar um verdadeiro amigo. Guardo no coração a honra de me assistir defender a tese e pelo abraço desejando força. Márcio José Catelan adorei que esteve presente e confesso que me senti lisonjeada pelo apoio e presente tão carinhoso e fofo, admiro seu trabalho.

É fundamental agradecer aos colegas que tive o prazer de conviver no Estado de Mato Grosso em Cuiabá e as amigas que tiveram início por lá e que trago para a vida. Isso se deu durante o período em que atuei como docente junto ao curso de Geografia (Licenciatura e Bacharelado) do Instituto de Geografia, História e Documentação (IGHD) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT). Sem necessidade de citar nomes, agradeço igualmente aos colegas docentes, ao corpo técnico e administrativo da UFMT que me receberam com confiança, compartilharam experiências essenciais ao meu aprendizado e início de carreira docente e confiaram no meu trabalho. É com imensa saudade e gratidão que estimo o período que trabalhei na UFMT e residi em Cuiabá/MT, uma instituição de qualidade e uma cidade calorosa no sentido afetivo e, claro, do seu clima.

Ressalto o agradecimento ao IGHD/UFMT, referente à Inclusão do curso de pós-graduação stricto sensu de Doutorado em Geografia na Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" FCT/UNESP, com carga horária de 20 horas, como parte integrante do Plano de Trabalho, conforme § 3º, Artigo 11 da Resolução Consepe Nº 24, de 01 de Abril de 2002, que estabelece Normas para Avaliação do Estágio Probatório de Docentes da Universidade Federal de Mato Grosso no processo nº 23108.176672/2016-68. Neste âmbito agradeço aos colegas Rodrigo Marques e Teresa Cristina C. de S. Higa pela contribuição, orientações e apoio na UFMT e no processo de redistribuição, meu agradecimento.

Em especial, agradeço a alguns colegas que se tornaram amigos para a vida como Ângelo Quintiliano Nunes da Silva (banana, B1, B2 e (eu B3)), Frederico Santos de Oliveira (Fred), Camila Salles de Faria (Camila minha xará e que foi companheira nos desafios do



trabalho e da vida). A recepção e amizade de colegas desde a UNESP-PP com quem foi um prazer trabalhar na mesma instituição, Prof. Dr. José Carlos Ugeda Júnior (Ugeda) e Prof.^{ca}. Dra. Sílvia Fernanda Cantóia (Silvinha). E aos demais colegas de departamento que tenho enorme respeito pelo trabalho.

Neste âmbito, sou grata também aos colegas docentes da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD) que, por acreditar no meu trabalho, me acolheram para compor o quadro docente do curso de Geografia (Licenciatura e Bacharelado) da Faculdade de Ciências Humanas (FCH) da UFGD. Novamente, tive o prazer de (re)encontrar colegas da pós-graduação e áreas afins de trabalho, tal como Prof. Dr. Jones Dari Goettert, Prof.^{ca}. Dra. Juliana Grasieli Bueno Mota (Jú, querida) e Prof. Dr. Charlei Aparecido da Silva.

Quero agradecer aos que já foram meus alunos e tive a oportunidade de participar da formação e aos que serão, pois sem dívidas já aprendi muito mais do que posso ensinar. Neste sentido, deixo meu agradecimento aos meus primeiros orientandos da graduação: Ana Cristina Xavier de Carvalho, Juciely Ferreira Rosa e Luis Flávio de Araújo (Luis foi o primeiro orientando a se identificar com as discussões de climatologia urbana e me procurar cheio de entusiasmo e vontade de trabalhar no âmbito teórico e metodológico com climatologia, e foi um prazer que tenha desenvolvido seu TCC sob minha orientação (co-orientação). Agradeço a vocês pela experiência. Foi enorme meu aprendizado e maior ainda minha satisfação em vê-los aprovados e formados.

Nesses três momentos da minha vida a tese foi construída por entre o trabalho e os estudos e, principalmente ambos. A tese e a docência (incluindo a extensão e a pesquisa) se misturaram, se somaram, acrescentaram, e neste caminho estou aprendendo a ser docente e a desenvolver pesquisa científica de tese com os rigores e dedicação que cada etapa exige.

Gostaria de salvasguardar àqueles que me esqueci de mencionar, sintam-se enormemente agradecidos e foram igualmente importantes nessa trajetória.

Agradeço "às meninas" amigas da graduação, Marleide (Má), Aline (Alininha), Lara (Larinha), Fernanda (Fer), Jéssica (Jé) que mesmo distantes e cada uma seguindo caminhos em um canto do Brasil, mantiveram o apoio, a torcida, presentes e na tentativa de marcar uma data para colocar a conversa em dia (*one year later....* ;-p). Agradeço também a Mariana Cunha Souza (Mari) pelo carinho de sempre! A Liriane Gonçalves Barbosa (Liri) pela gentileza em escanear alguns textos necessários para a tese. Ao Eduardo Neves pela motivação. Ao João Marcos pela ajuda nos procedimentos de mapeamento coroplético e por densidade da tese. Novamente, ao Aristóteles e Baiano (Lindberg) pela ajuda e trabalho conjunto.

Deixo um agradecimento quão grande e especial eu puder ao meu esposo Carlos Elias Arminio Zampieri que em todos esses anos vivencionei na prática os dias em que eu tinha certeza de que esse trabalho não daria certo, outros em que a confiança e motivação retornavam e eu



RAMPAZZO, Camila R.

pensava que sim, poderia dar certo. Isso ocorreu em meio a lágrimas, risos, madrugadas "fingindo" precisar ficar acordado só para eu não virar a noite trabalhando sozinha. Direciono-me a você e repito: "Amor, esse trabalho é nosso". Em um piscar de olhos, queimando largadas e de um jeito todo nosso, me tornei doutoranda, docente e esposa e isso foi possível pelo modo alegre, carinhoso, respeitoso, cheio de amor e cuidado que passamos a dividir nossos dias. Você deixou tudo mais leve, aliviou as ansiedades dos meus dias, entendeu minhas ausências (e só você sabe que não foram poucas) e, não mediu esforços para me ajudar (desde levar a comida para eu lembrar que é preciso me alimentar a, inclusive, aprender a manipular softwares de SIGs). Agradeço por esperar, por me esperar e esperar pela vida, no sentido mais amplo e profundo que isso possa ter significado, e por tornar essa espera agradável, mais rápida e de modo algum solitária.

Sinceramente Carlos Elias aprecio seu apoio, incentivo e companheirismo. Muito obrigado, do fundo do meu coração, por estar sempre aqui. Eu te amo assim... infinito.

Clima urbano, risco climático e vulnerabilidade socioespacial mediados pela produção do espaço urbano em cidades paulistas (São Carlos, Marília e Presidente Prudente)

RAMPAZZO, Camila R.



EPÍGRAFE

*"Eu aprendi que há preocupações muito maiores no mundo."
- Anne With an E - Moira Walle-Beckett*



RESUMO

A pesquisa pautou-se em uma abordagem geográfica associada ao clima urbano, baseado no Sistema do Clima Urbano (S.C.U.) e na produção do espaço geográfico, subsidiados pela perspectiva analítica da Geografia do Clima. Diante do acúmulo do custo ambiental como consequência das transformações decorrentes do acelerado e concentrado processo de urbanização e crescimento das cidades, estes trouxeram mudanças agressivas nas condições do ambiente natural, quais sejam ameaças naturais e/ou causadas pela ação humana. Dentre estes impactos, o clima urbano é efetivamente um fenômeno resultante desse processo ao modificar sobremaneira o ritmo de interrelação no sistema superfície-atmosfera (SSA). Tendo como recorte territorial de investigação as cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente, esta pesquisa visou identificar como o clima urbano se constitui numa atmosfera particular em lugares com níveis de vulnerabilidade socioespacial e riscos distintos. A hipótese principal da tese foi a de que os diferentes níveis de criticidade e exposição aos riscos identificados são aplicáveis aos diferentes graus de tecnificação empregados nos diferentes territórios, ou seja, que o clima urbano passa a ser relativo e seletivo. O objetivo foi relacionar a configuração dos climas urbanos a partir da geração das ilhas de calor urbanas (ICU) à dimensão histórica de produção dos espaços urbanos. Identificando, para isso, o contexto espacial onde o perigo é produzido e a relatividade de exposição àquelas ameaças climáticas e os níveis de vulnerabilidade, admitindo a natureza desigual, seletiva e as diferenciações socioespaciais de cada contexto de produção do espaço urbano das três cidades. Neste sentido, os impactos das ilhas de calor urbanas não foram entendidos somente como um elemento da natureza, mas, incorporados na cidade como expressão da forma e conteúdo do fenômeno urbano. Assim como as cidades, estes impactos foram entendidos como uma produção social. A pesquisa foi desenvolvida pela aferição dos seguintes objetivos específicos: análise da estrutura geoambiental e urbana das cidades; identificação dos climas urbanos a partir dos eventos termodinâmicos de superfície (imagens de satélite termais e NDVI) e atmosféricos via modelagem geoestatística; elaboração do *Social Vulnerability Index (SoVI®)*; dimensionamento da influência do clima e da dinâmica histórica da produção dos espaços na vulnerabilidade e nos riscos; qualificação da natureza dos impactos de acordo com a exposição aos riscos, os locais de ocorrência e as populações vulneráveis. Os resultados comprovam não somente a existência de climas urbanos, a partir da modelagem das ilhas de calor, com intensidade superior a 4°C sob condições atmosféricas estáveis, como, que há uma correspondência entre os níveis de vulnerabilidade e os espaços desigualmente construídos na configuração dos impactos climáticos em cada cidade. As três cidades apresentam essas características, especificamente qualificadas e em níveis diferentes, contudo, de acordo com cada processo de urbanização, morfologia urbana, condicionantes geoambientais, estrutura da desigualdade, os fatores e os níveis da vulnerabilidade socioespacial essas características promovem a relatividade de exposição aos impactos mediados pelo modo de apropriação da natureza historicamente engendrado. Situações muitas vezes agravadas ou reiteradas frente às situações de risco em áreas ambientalmente susceptíveis, e fatores como a inadequação de domicílios, precariedades construtivas e na qualidade do ambiente construído. Assim, com base nesses pressupostos considera-se possível encaminhar os impasses teóricos deste problema para os desafios da prática no nível dos condicionantes que passam a mediar como instrumentos de diferenciação socioespacial, de desigualdade, de vulnerabilidade socioespacial e de configuração do clima urbano como construção social.

Palavras-Chave: Clima Urbano; Ilha de calor urbana; Risco climático; Vulnerabilidade socioespacial; Produção do espaço urbano; *Social Vulnerability Index (SoVI®)*.



ABSTRACT

The research was based on a geographic approach associated with the urban climate, based on the Urban Climate System (SCU) and the production of geographic space, subsidized by the analytical perspective of Climate Geography. In the face of the accumulation of environmental costs as a consequence of the transformations resulting from the accelerated and concentrated process of urbanization and urban growth, aggressive changes in the conditions of the natural environment, what are the threats, natural and /or caused by human action. Among these impacts, the urban climate is effectively a phenomenon resulting from this summation process, since it greatly modifies the interrelationship rhythm in the surface-atmosphere system (SSA). The city of São Carlos, Marília and Presidente Prudente, as a territorial and research cut, aimed to identify how the urban climate constitutes a particular atmosphere in places with different levels of socio-spatial vulnerability and risks. The main hypothesis of this thesis was that the different levels of criticality and exposure to the risks identified are applicable to the different degrees of technification employed in these different territories, that is, that the urban climate becomes relative and selective. The objective was to relate the configuration of urban climates from the generation of urban heat islands (ICU) to the historical dimension of production of these spaces. Seeking to identify, for this, the spatial context of these cities mentioned above; where the hazard is produced and its relativity of exposure to climatic threats and their levels of vulnerability and their unequal and selective nature and socio-spatial differentiations of each context of production of these urban spaces. In this sense, the impacts of the urban heat islands were not only understood as an element of nature, but incorporated into the city as an expression of the form and content of the urban phenomenon. As the cities, these impacts were understood as a social production. The research was developed by the following specific objectives: analysis of the geoenvironmental and urban structure of the cities; identification of urban climates from thermodynamic surface events (thermal satellite images and NDVI) and atmospheric via geostatistical modeling; elaboration of vulnerability index to natural disasters (SoVI®); dimension of the influence of climate and the historical dynamics of the production of spaces in vulnerability and its risks; qualification of the nature of the impacts according to the exposure to the risks, the places of occurrence and which are the vulnerable populations. The results indicate not only the existence of urban climates, but that, from the modeling of the urban heat islands, with an intensity higher than 4°C under stable atmospheric conditions, there is a correspondence between the levels of vulnerability and the unequally constructed spaces in the configuration of the urban climatic impacts in each of the cities urban climate. The three cities present these characteristics, specifically qualified and at different levels, however, according to each urbanization process, urban morphology, geoenvironmental conditioning, structure of inequality, factors and levels of socio-spatial vulnerability, these characteristics promote the relativity of exposure to impacts, given the selectivity in the socio-spatial dynamics, mediated by the mode of appropriation of the historically engendered nature. Situations that are often aggravated or repeated in the face of risky situations in environmentally susceptible areas, due to the inadequacy of homes, constructive precariousness and the quality of the built environment. Thus, based on these assumptions, it will be considered possible to address the theoretical impasses of this given problem to the challenges of practice at the level of the constraints; which will come to mediate as instruments of socio-spatial differentiation, inequality, socio-spatial vulnerability and urban climate configuration as a social construction.

Keywords: Urban Climate; Urban Heat Island; Climatic risk; Socio-spatialVvulnerability; Production of urban space; Social Vulnerability Index (SoVI®).



LISTA DE MAPAS

1. Localização dos municípios de Marília, Presidente Prudente e São Carlos no Estado de São Paulo/Brasil	25
2. Composição colorida <i>Shortwave Infrared</i> bandas 3, 5 e 4 (<i>Green/NIR/Red</i>) Landsat 8 – órbita 220/75, São Carlos/SP	148
3. Classificação <i>cluster</i> não supervisionada de Ocupação da Terra em São Carlos a partir das bandas 4, 5, 6 e NDVI	149
4. Modelagem da ilha de calor em São Carlos a partir das bandas 4, 5, 6, NDVI e medições em campo para o dia 06 de abril de 2014	152
5. Composição colorida <i>Shortwave Infrared</i> bandas 3, 5 e 4 (<i>Green/NIR/Red</i>) Landsat 8 – órbita 221/75, Marília/SP	155
6. Classificação <i>cluster</i> não supervisionada de Ocupação da Terra em Marília a partir das bandas 4, 5, 6 e NDVI	156
7. Modelagem da ilha de calor em Marília a partir das bandas 4, 5, 6, TS, NDVI e medições em campo para o dia 21 de junho de 2014.....	158
8. Composição colorida <i>Shortwave Infrared</i> bandas 3, 5 e 4 (<i>Green/NIR/Red</i>) Landsat 8 – órbita 222/75, Presidente Prudente/SP.....	162
9. Classificação <i>cluster</i> não supervisionada de Ocupação da Terra em Presidente Prudente a partir das bandas 4, 5, 6 e NDVI	163
10. Modelagem da ilha de calor em Presidente Prudente a partir das bandas 4, 5, 6, altitude, distância do centro e medições em campo para o dia 30 de junho de 2014	166
11. Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em São Carlos/SP	251
12. Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em Marília/SP	259
13. Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em Presidente Prudente/SP	266

LISTA DE FIGURAS

1. Esquema representativo das feições climáticas individualizadas no território paulista dentro das articulações destas nas faixas zonais	29
2. Representação esquemática dos principais componentes da atmosfera urbana.....	81
3. Representação das escalas de efeito do clima urbano.....	82
4. Características da ilha de calor urbana	85
5. Composição colorida de bandas espectrais RGB (4/3/2) – RGB <i>Composite</i>	106
6. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de São Carlos/SP em abril de 2014	122
7. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de Marília/SP em junho de 2014.....	131
8. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de Presidente Prudente/SP em agosto de 2014.....	139



LISTA DE QUADROS

1. SISTEMA CLIMA URBANO (S.C.U.). Articulação dos sistemas segundo os canais de percepção.....	41
2. Exemplos de publicações de pesquisa em aplicações da climatologia urbana.....	92
3. Identificação das bandas combinadas e determinação das principais aplicações	107
4. Identificação das bandas e determinação das principais aplicações	108
5. Variáveis e valores da fórmula de conversão da temperatura em Kelvin	110
6. Estrutura do <i>Social Vulnerability Index (SoVI®)</i> para as cidades paulistas.....	113
7. Variáveis utilizadas na elaboração do <i>SoVI®</i> para as cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente	114
8. Classes definidas em função das variáveis: densidade de ocupação, tipo de cobertura e arborização da área urbana de São Carlos.....	249
9. Classes definidas em função das variáveis: densidade de ocupação, tipo de cobertura e arborização da área urbana de Marília.....	257
10. Classes definidas em função das variáveis: densidade de ocupação, tipo de cobertura e arborização da área urbana de Presidente Prudente	264
11. Resultados da regressão múltipla e coeficientes de regressão individuais dos indicadores de maior correlação, para o dia 06 de abril de 2014, São Carlos (SP).....	272
12. Resultados da regressão múltipla e coeficientes de regressão individuais dos indicadores de maior correlação, para o dia 21 de junho de 2014, Marília (SP)	276

LISTA DE TABELAS

1. Classificação da intensidade das ilhas de calor	87
2. Etapas de processamento da imagem Termal do satélite Landsat	109
3. Fatores e componentes da vulnerabilidade e percentual explicativo baseado no <i>SoVI®</i>	170

LISTA DE GRÁFICOS

1. Precipitação diária em São Carlos/SP de 09 de março a 13 de abril de 2016	125
2. Precipitação diária em São Carlos/SP de 02 de setembro a 06 de outubro de 2016.....	125
3. Precipitação diária em Marília/SP de 16 de março a 20 de abril de 2016	133
4. Precipitação diária em Marília/SP de 09 de setembro a 13 de outubro de 2016.....	133
5. Precipitação diária em Presidente Prudente /SP de 07 de março a 11 de abril de 2016..	142
6. Precipitação diária em Presidente Prudente/SP de 01 de setembro a 04 de outubro de 2016.....	142



LISTA DE CARTAS

1. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de São Carlos/SP em episódios de abril e outubro de 2016	126
2. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de Marília/SP em episódios de abril e outubro de 2016	135
3. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de Presidente Prudente/SP em episódios de abril e setembro de 2016	144
4. Espacialização da primeira, segunda e terceira componente principal e Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de São Carlos/SP.....	173
5. Espacialização da primeira, segunda e terceira componente principal e Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de Marília/SP	178
6. Espacialização da primeira, segunda e terceira componente principal e Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de Presidente Prudente/SP	183
7. Variáveis explicativas das componentes principais do Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de São Carlos/SP	193
8. Variáveis explicativas das componentes principais do Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de Marília/SP	195
9. Variáveis explicativas das componentes principais do Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de Presidente Prudente/SP.....	197
10. Validação remota do Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de São Carlos/SP	200
11. Validação remota do Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de Marília/SP	202
12. Validação remota do Índice de vulnerabilidade <i>SoVI</i> [®] para a cidade de Presidente Prudente/SP	204
13. Síntese das características geoambientais: hipsometria, declividade e orientação das vertentes do sítio urbano e periurbano da cidade de São Carlos/SP	247
14. Síntese das características geoambientais: hipsometria, declividade e orientação das vertentes do sítio urbano e periurbano da cidade de Marília/SP	255
15. Síntese das características geoambientais: hipsometria, declividade e orientação das vertentes do sítio urbano e periurbano da cidade de Presidente Prudente/SP	262
16. Diagramas de dispersão da frequência das categorias de ocupação da terra (Áreas construídas e Vegetação baixa), da Temperatura de Superfície dos Alvos e NDVI em relação a temperatura do ar em São Carlos/SP.....	270
17. Diagramas de dispersão da frequência das categorias de ocupação da terra (Áreas construídas e Vegetação densa), da Temperatura de Superfície dos Alvos e NDVI em relação a temperatura do ar em Marília/SP.....	274



SUMÁRIO

RESUMO	xii
1. INTRODUÇÃO.....	19
2. LOCALIZAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E URBANA DE SÃO CARLOS, MARÍLIA E PRESIDENTE PRUDENTE, NO ESTADO DE SÃO PAULO/BRASIL	26
2.1. Breve caracterização da evolução histórica e a produção dos espaços urbanos	34
3. O SISTEMA CLIMA URBANO (S.C.U), O RISCO E A VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL: O CLIMA COMO DINÂMICA DA NATUREZA E COMO PRODUÇÃO SOCIAL.....	39
3.1. O risco climático e a vulnerabilidade socioespacial	43
3.2. O sistema Clima Urbano (S.C.U) e a Geografia do Clima: o clima como produção social.....	54
3.3. O clima urbano, o risco climático e a vulnerabilidade socioespacial no contexto das cidades.....	59
4. A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO COMO MEDIADOR DOS IMPACTOS DO CLIMA URBANO: CARACTERÍSTICAS DA CLIMATOLOGIA URBANA DAS CIDADES TROPICAIS	63
4.1. O clima urbano e as ilhas de calor urbanas nas cidades	64
4.2. O clima urbano como produto da forma de se produzir cidades	90
5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OBTENÇÃO DE DADOS	103
5.1. Mapeamento cartográfico das características geoambientais (hipsometria, declividade e orientação das vertentes	105
5.2. Combinações de bandas do Landsat 8 – RGB Cores Verdadeiras (<i>True-Color</i> RGB) – Falsa Cor (<i>False Color</i>) – Composição Infravermelha (<i>Color Infrared</i>)	105
5.3. Álgebra de mapas para estimar índices de vegetação (NDVI) - <i>Normalized Difference Vegetation Index</i>	107
5.4. Episódios atmosféricos de variação da temperatura da superfície como suporte às análises do clima urbano	109
5.5. Identificação no urbano da variação de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea	111
5.6. Geração do <i>SoVI</i> [®] (<i>Social Vulnerability Index</i>)	111
5.7. Modelagem da Ilha de Calor Urbana	117
6. O RISCO E AS FORMAS URBANAS: EPISÓDIOS ATMOSFÉRICOS DE VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE E ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI).....	120
6.1. Situações atmosféricas de variação da temperatura de superfície e NDVI em São Carlos/SP	120
6.1.1 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI no episódio atmosférico de 04 de abril de 2014	120
6.1.2 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI nos episódios atmosféricos de 09 de abril e 02 de outubro de 2016.....	124
6.2. Situações atmosféricas de variação da temperatura de superfície e NDVI em Marília/SP	129
6.2.1 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI no episódio atmosférico de 30 de junho de 2014.....	129
6.2.2 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI nos episódios atmosféricos de 16 de abril e 09 de outubro de 2016.....	133



6.3. Situações atmosféricas de variação da temperatura de superfície e NDVI em Presidente Prudente/SP	138
6.3.1 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI no episódio atmosférico de 08 de agosto de 2014	138
6.3.2 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI nos episódios atmosféricos de 07 de abril e 30 de setembro de 2016	142
7. A SELETIVIDADE DOS PERIGOS NATURAIS E A DETERMINAÇÃO DOS IMPACTOS DO CLIMA URBANO: MODELAGEM DAS ILHAS DE CALOR URBANAS	146
7.1. Modelagem da ilha de calor urbana em São Carlos/SP	147
7.2. Modelagem da ilha de calor urbana em Marília/SP	154
7.3. Modelagem da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP	161
8. DA DIMENSÃO RELATIVA DO RISCO CLIMÁTICO ÀS SINGULARIDADES DA VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL: MAPEAMENTO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL (SoVI®)	168
8.1. Qualificar a vulnerabilidade socioespacial e identificar seus riscos	188
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	208
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	216
APÊNDICES	245
Apêndice I	246
Apêndice II	253
Apêndice III	261
Apêndice IV	269
Apêndice V	273
ANEXOS	277



INTRODUÇÃO

1. INTRODUÇÃO

As transformações decorrentes do acelerado e concentrado processo de urbanização e crescimento das cidades, desde a Revolução Industrial no final do século XVIII e século XIX, trouxeram mudanças particulares e mais agressivas na integridade do ambiente natural devido às intervenções mais intensas da sociedade moderna.

O acúmulo do custo ambiental como consequência destas transformações é imenso e pode ser evidenciado em todo o planeta, ao modificar sobremaneira o ritmo de interrelação no sistema superfície-atmosfera que redundam em alterações nas condições físicas naturais e nas propriedades químicas atmosféricas (STEINKE, 2012, p. 47).

Não é difícil constatar que diversos processos civilizatórios e fatores da vida urbana explicam e embasam de modo generalizado esta dinâmica nas áreas onde se estabelecem. Por um lado, isso é evidenciado historicamente na lógica de diferenciação socioespacial na (re)produção dos espaços urbanos que apontam para a complexa relação profundamente desigual e contraditória entre sociedade e natureza. Por outro lado, implica em derivações ambientais tais como a constituição de uma atmosfera subjacente às cidades com características especificamente urbanas, que designam condições diferenciadas de conforto/desconforto térmico (ilhas de calor e frescor). Ainda, a poluição e qualidade do ar (aumento de gases estufa, materiais particulados e poluentes); os eventos meteorológicos de secas e chuvas intensas (chuvas ácidas e episódios extremos de precipitação – aguaceiros, tempestades, às enchentes, inundações, alagamentos), além das ocorrências associadas aos impactos de natureza geomorfológica como movimentos gravitacionais de massa, escorregamentos, queda, deslizamentos de encostas) – eventos de elevado custo material e social (MONTEIRO, 1976, p. 127; LOMBARDO, 1985).

Separadamente e, em conjunto, que essas transformações são justapostas dialeticamente, cujas interpretações das dinâmicas naturais e dos elementos atmosféricos, urbanas e socioespaciais, são correlatas e resignificadas no ambiente intra-urbano



atribuindo na totalidade cunho fortemente social àquilo que se constituía como natural (SANTOS, 1997; SUERTEGARAY e NUNES, 2001).

Dentre várias ameaças naturais e provocadas por sujeitos sociais que impactam os espaços e comunidades urbanas, o clima urbano é efetivamente um fenômeno resultante desse processo. Ele é um sistema que associa o fenômeno físico clima às diversas práticas do cotidiano urbano do ambiente no qual se insere – a cidade, produto das mudanças nas paisagens a partir da retirada intensiva da vegetação e sua substituição por uma variedade de usos, ocupação da terra, criação do dossel urbano, emissão de calor, poluentes e introdução de um ambiente construído com materiais inadequados em detrimento dos ecossistemas naturais (MONTEIRO, 1976; LANDSBERG, 1981; AMORIM, 2000, p. 134).

Trata-se de um fenômeno climático que tem início na entrada de radiação solar no ambiente, cujos componentes da atmosfera não são inertes e interagem alterando a princípio o balanço e fluxo de energia no sistema (FERREIRA e PRADO, 2003), e por consequência implica em alterações nos atributos físicos climáticos (elementos de temperatura, a umidade e a pressão) influenciados pela heterogeneidade geográfica, que se manifestam a partir da precipitação, vento, nebulosidade, inversões térmicas, ondas de calor e frio (AYOADE, 2003; MENDONÇA, DANNI-OLIVEIRA, 2007, p. 32).

Deste modo, o clima urbano se configura integralmente como um problema da questão ambiental que sintetiza o viés natural e socioespacial no ambiente urbano. Assim, o ponto de partida é que o clima urbano é inerente à existência das cidades, e varia de acordo com os distintos fatores geoambientais de influência, os sistemas atmosféricos atuantes e as modificações substanciais do clima na escala local em cada cidade, na extensão vertical desde a camada superficial até a camada limite urbana (VOOGT, 2004, OKE, 2006).

As cidades enquanto local de vivência da maior parte da população e expressão máxima da ação humana sobre o espaço passa a responder por estas transformações que comprometem as condições do ambiente e de seus residentes que enfrentam repercussões atmosféricas articuladas às discussões do clima urbano na forma de percepção de impactos, quais sejam termodinâmicos, físico-químicos e hidrometeorológicos (MONTEIRO, 1976, p. 127). Sem dúvida o potencial de alteração climática dos impactos termodinâmicos é expressivo e claramente o exemplo melhor documentado no clima urbano, inclusive seus insumos/ produtos observados por meio das ilhas de calor e frescor urbanas, no conforto térmico e



temperaturas extremas (MENDONÇA, 1994, p. 11; FERREIRA e PRADO, 2003). Estes impactos se traduzem na ocorrência de desastres, prejuízos econômicos e sociais que afetam diretamente a saúde humana, o conforto térmico, o consumo energético e condições insalubres do ambiente (GONÇALVES, 2009, p. 74; SANT'ANNA NETO, 2011, p. 52).

Ocorre que, na medida em que as cidades sustentam esses complexos mecanismos, tendem a provocar alterações climáticas ao mesmo tempo em que tendem ao agravamento desses impactos, principalmente porque sua repercussão e intensidade são diferenciadas nas áreas urbanas. Sendo os impactos seletivos, localizados e expressarem riscos distintos, a cidade, de imediato se constitui como forma-conteúdo do urbano e o clima uma construção social no âmbito da Geografia do Clima (SANT'ANNA NETO, 2001; 2012a; ARMOND, 2018).

Isso significa inferir que a forma de exposição aos perigos e os níveis de vulnerabilidade é decorrente da lógica historicamente desigual de urbanização e de produção dos espaços, que culminam na diferenciação socioespacial dos espaços e sua apropriação seletiva no urbano.

Com ênfase no processo de urbanização recente, na segunda metade do século XX, o enfoque pelas cidades médias na discussão é decorrente do reconhecimento nestas, da formação de áreas com maior suscetibilidade intraurbana resultantes do conjunto de ações de agentes econômicos e imobiliários que determinam a produção do espaço urbano com base na distribuição das atividades e, no preço da terra (BRANCO, 2007, p. 90). O que segundo Sposito (2007, p. 244) aumenta as contradições na lógica de estruturação das cidades médias no contexto da urbanização, promove a ampliação das desigualdades socioespaciais e reforça as dinâmicas de segregação e fragmentação urbana. Isso leva a repercussão e intensidade diferenciada dos impactos e riscos climáticos nas áreas urbanas.

Por isso, é primordial nas análises do clima urbano a incorporação do contexto histórico de urbanização e produção socioeconômica do espaço (MENDONÇA, 2004a, p. 157; CORRÊA, 2005, 2007; SPOSITO, 2017), da forma de exposição aos perigos e os níveis de vulnerabilidade (CUTTER, 2003; VEYRET, 2007; BIRKMANN, 2007, p. 21) que sustentam uma discussão aprofundada da complexidade socioespacial das transformações no clima urbano.

Como as características geoambientais e urbanas é a base de análise do clima urbano, e as ilhas de calor são um desses paradoxos – nessa forma de relação sociedade e natureza, daí a importância de entender as características do clima do ponto de vista do



risco (ROMERO, SALGADO, SMITH, 2010; SANT'ANNA NETO, 2012a). E, admitir que o risco seja agravado pelos condicionantes da diferenciação socioespacial na produção do espaço urbano (CARLOS, 2007; RODRIGUES, 2007) que promovem a vulnerabilização da população nos espaços de desigualdade, susceptibilidade e exclusão (WISNER, 2002, p. 15; CUTTER, 2003; VEYRET, 2007; SOUZA, ZANELLA, 2009). A noção de risco, neste âmbito, é incorporada como uma categoria que integra a condição de insegurança, incerteza, exposição a um perigo, perdas e prejuízos econômicos, materiais e humanos (CUNHA, 2013).

Portanto, a complexidade de organização dos setores geográficos das cidades suscita forçosamente como hipótese central que, *os diferentes níveis de criticidade e exposição aos perigos identificados são aplicáveis aos diferentes graus de tecnificação empregados nos diferentes territórios, e, portanto, representam climas urbanos, capacidades de suporte e vulnerabilidades socioespaciais* (VEYRET, 2007). Ou seja, que as desigualdades identificadas nos espaços urbanos são produtos da forma e interesses como cada um destes territórios foi incorporado, portanto, também diferem as propensões aos riscos climáticos urbanos em cada local. E, mais do que isso, que essas vulnerabilidades evidenciam além da desigualdade social, sua vinculação a fatores históricos de condições socioeconômicas, estrutura familiar e qualidade do ambiente construído, somados às condições atmosféricas atuantes e geoambientais do clima urbano, e impactam com forte seletividade os espaços urbanos.

Com base nessa hipótese é possível identificar qual das dimensões, aquela da vulnerabilidade socioespacial ou propriamente a exposição aos perigos, ou ainda ambos, é determinante no risco climático (CUTTER, 2011, p. 65). Em suma, a dimensão espacial urbana é condição, é meio e é produto da lógica de produção do espaço e reprodução da sociedade (CARLOS, 2007, p. 50) em constante transformação.

O entendimento é que apesar de inerente às cidades, ainda que elas apresentem tipologia climática, sítio urbano, impactos e produção dos espaços semelhantes, os climas urbanos se diferenciam. Essa conjectura acontece não somente pelas particularidades em si de situação e posição geográfica, mas porque os impactos climáticos urbanos sobre um espaço desigualmente construído passam a ocorrer de forma seletiva e nem todos percebem de maneira igual os efeitos dos tipos de tempo na dinâmica socioespacial (SANT'ANNA NETO, 2012a, p. 223). Isso decorre do ponto de partida da tese de que há condições distintas de capacidade de suporte do ambiente e criticidade das comunidades



em criar mecanismos que minimizam ou otimizam esses impactos referentes aos níveis de exposição ao risco e à vulnerabilidade da população (VEYRET, 2007; MENDES *et al.*, 2011).

Portanto, admite-se que isso se dá, devido e sobretudo, porque o espaço é produzido como forma-conteúdo e habitado por sujeitos distintos, diferenciados, por vezes, pelos limites geográficos e pela hierarquia econômica viabilizada por estruturas sociais desiguais. Portanto, é justamente porque a cidade é produzida de forma diferencial, desigual e combinada que os impactos – perigo natural - passam a ser seletivos e relativizados. E é quando o perigo passa a ser relativo, na dinâmica de produção dos espaços urbanos, que ele se transforma em risco e sua análise implica a compreensão da vulnerabilidade (criticidade e capacidade de suporte) (ASSIS, 2005; MENDES, *et al.*, 2011).

Para isso, pretendeu-se viabilizar essa perspectiva dispondo de uma abordagem geográfica nos estudos da climatologia urbana no Brasil, através de uma lente analítica, crítica, coerente, histórica e multidirecional dos fatos a fim de contribuir para uma investigação sistematizada, totalizante e dialética de interpretação de como o clima urbano se constitui numa atmosfera particular em lugares com níveis de vulnerabilização e riscos distintos. Entende-se que deste modo, é possível encaminhar os impasses teóricos deste problema para os desafios da prática no nível dos condicionantes que passam a mediar como instrumentos de diferenciação socioespacial, de desigualdade e de vulnerabilização.

Diante destas assertivas, o objetivo é relacionar as áreas de ocorrência do clima urbano a partir da geração das ilhas de calor urbanas (ICU) à dimensão histórica da produção dos espaços urbanos a fim de reconhecer os elementos que produzem os espaços/setores geográficos urbanos¹ mais ou menos vulneráveis nas cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente. E, assim, dimensionar teoricamente o Sistema Clima Urbano (S.C.U.) a partir dos eventos termodinâmicos, combinando com a abordagem da Geografia do Clima e as perspectivas conceituais de produção dos espaços urbanos, do risco climático e da vulnerabilidade. Sendo assim, é necessário desenvolver uma interpretação geográfica

¹A princípio é conveniente esclarecer que o conceito de **setor geográfico** foi adotado por melhor designar o que se pretende durante as discussões na tese, sendo “entendido como um conjunto de bairros com características próprias e “personalidade” definida” (SOUZA, 2013, p. 159). Souza (2013) define ainda que é maior que o bairro, designando um recorte intermediário entre a cidade e o bairro (SOUZA, 2013, p. 162). A referência bibliográfica em que são discutidos diversos conceitos relacionados às pesquisas socioespaciais é: SOUZA, Marcelo Lopes. **Os conceitos fundamentais da pesquisa Sócio-espacial**. 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013., 320p.



associada ao clima urbano e a produção do espaço geográfico, subsidiados pela interpretação da Geografia do Clima (SANT'ANNA NETO, 2001).

A identificação dos setores geográficos mais ou menos vulneráveis e os condicionantes de influência dos climas urbanos ou riscos climáticos foram dimensionados pela aferição dos seguintes objetivos específicos:

- Análise geoambiental (climática, relevo) e urbana das cidades (densidade demográfica, condição socioeconômica de habitação, rendimento, qualidade do ambiente construído);
- Identificação da configuração de climas urbanos nas áreas urbanas a partir dos eventos termodinâmicos de superfície e atmosféricos;
- Dimensionamento e diferenciação da influência da dinâmica climática e do contexto de produção social dos espaços das cidades nos limites do risco climático e da vulnerabilidade;
- Identificação e qualificação da natureza dos impactos de acordo com a relatividade de exposição àquelas ameaças climáticas, os locais de ocorrência e as populações vulneráveis;

Esta investigação se dá pela análise de três áreas urbanas representativas da diversidade geográfica, porém em mesma região climática em macroescala, sendo elas São Carlos, Marília e Presidente Prudente, no Estado de São Paulo, Brasil (Mapa 1).

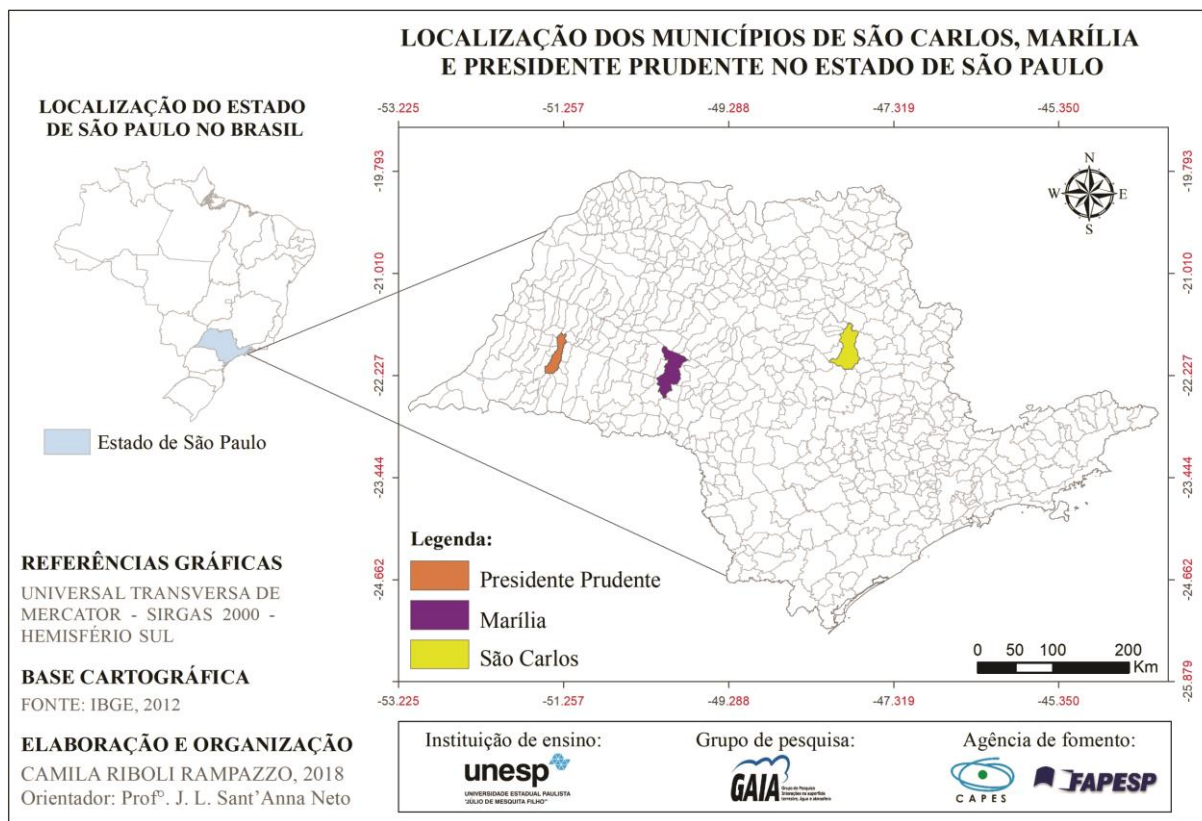
A escolha do universo de análise, as cidades de São Carlos, Marília e Presidente Prudente (Mapa 1), se fizeram com base em três fatores:

- I. Pelas características da dinâmica de circulação geral da atmosfera regional,
- II. Pela influência marcante de localização e sítio urbano, e
- III. No âmbito da produção desigual dos espaços urbanos das cidades.

Quanto ao primeiro fator, observa-se que as três cidades se encontram em faixa latitudinal semelhante, portanto, na mesma região climática em macroescala se inserem na dinâmica tropical. Presidente Prudente com particularidades do clima continental sub-úmido, e forte irregularidade climática regional situa-se em área de transição e conflito entre os sistemas tropicais e extra-tropicais (AMORIM *et al*, 2009). A cidade de Marília localizada no Planalto Residual de Marília situa-se no domínio do clima tropical, quente a subquente e úmido (MONTEIRO, 1973, p. 76). São Carlos, com clima tropical de altitude na região central do Estado de São Paulo, devido à altitude elevada no reverso da cuesta e a inexistência de obstáculos naturais, fica exposto a ventos de escala zonal (TOLENTINO, 1967).



Mapa 1. Localização dos municípios de Marília, Presidente Prudente e São Carlos no Estado de São Paulo/Brasil.



O segundo fator é a influência do sítio urbano em fundos de vale, planaltos e/ou em termos de altitude que determinam a forma de expansão da malha urbana e conferem particularidades na distribuição espacial da variação termohigrométrica nos climas urbanos locais. O terceiro fator é que se trata de três cidades, médias ou de porte médio, com cerca de 200.000 habitantes, em sua totalidade, representativas de uma produção desigual do espaço urbano pautada na diferenciação socioespacial na escala intraurbana. Desta forma, se verifica que em diferentes espaços atuam diferentes agentes que constroem estruturas urbanas distintas e vulnerabilidades, em sua dimensão fisiográfica, econômica e, principalmente socioespacial.

Por se tratar de um estudo geográfico em três cidades médias, que apresentam historicamente processos de produção do espaço urbano específicos, a proposta pretende dar visibilidade ao papel do clima urbano (no S.C.U.) como risco em sua essência e uma importante variável na identificação de “diferentes vulnerabilidades” (CARDONA, 2004, p. 37; ASCELRAD, 2006, p. 2) como condicionante de um perigo para a definição de políticas públicas de planejamento, produção de espaços e gestão das cidades.



2. LOCALIZAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA E URBANA DE SÃO CARLOS, MARÍLIA E PRESIDENTE PRUDENTE, NO ESTADO DE SÃO PAULO/BRASIL

Diversos autores que desenvolvem pesquisas na climatologia urbana enfatizam em seus resultados a importância da caracterização e análise geoambiental das áreas de estudo a fim de compreender suas generalizações e particularidades que as assemelham e/ou diferenciam, e influenciam na formação de climas urbanos em cidades de diferentes portes. Na literatura é possível citar autores como Monteiro (1976); Oke (1984); Lombardo (1985); Mendonça (1994); Pitton (1997); Taha (1997); Amorim (2000); Whitehand (2001); Zanella (2006); Danni-Oliveira (2009); Gonçalves (2009); Ugeda Júnior (2011); Rampazzo (2012).

Esta caracterização é desenvolvida tendo como base a tipologia comum, na geografia, do sítio urbano que designa “o terreno coberto pela área edificada de uma povoação. As suas características físicas (tais como o alinhamento de zonas marginais, drenagem e declives), desempenham papel importante na modelação da estrutura da área edificada”, além da forma de produção desses espaços (SMALL e WITHERICK, 1992, p. 236).

No conjunto os estudos enfatizam a influência primordial de caracterização da tipologia do sítio urbano na modificação das características climáticas e urbanas das cidades.

Para evidenciar o entendimento integrado dos fatores geográficos e dinâmica atmosférica sobre as áreas, a análise teve início numa visão mais global, na qual as localidades estão inseridas (NIMER, 1979; VIANELLO e ALVES, 1991). Sendo assim, utilizando-se da classificação climática de Monteiro (1973) a contextualização climática envolve a América do Sul no âmbito zonal², o Sudeste brasileiro no domínio regional³ e, as feições climáticas individualizadas de acordo com as unidades geomorfológicas nos climas regionais.

As principais correntes da circulação atmosférica da América do Sul são as massas de ar Tropical Atlântica (mTA), Tropical Continental (mTC) e Polar Atlântica (mPA), complementadas pelas massas de ar Tropical Pacífica (mTP), Equatorial Continental (mEC), Equatorial Atlântica (mEA) e Polar Pacífica (mPP), além das perturbações atmosféricas como

² De acordo com Ayoade (2003) a circulação atmosférica **primária** ou **Zonal** é a responsável por definir em larga escala os padrões de pressão e vento que é mantido durante o ano, e determinam os padrões dos diferentes climas do planeta.

³ A circulação atmosférica **secundária** ou **regional** se insere na circulação Zonal e compreende os centros de ações positivos anticiclônicos e os centros de ações negativos (depressões), bem como as descontinuidades que perpassam a região, e as correntes perturbadas (AYOADE, 2003).



as frentes, a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS), as instabilidades tropicais, que atuam direta e indiretamente no Brasil provocando variações na precipitação e na temperatura (CPTEC/INPE).

Considerando as particularidades climáticas de acordo com as características regionais, o sudeste brasileiro se particulariza em duas zonas climáticas – climas quentes das latitudes baixas controlados por massas equatoriais e tropicais, e climas temperados das latitudes médias controlados por massas tropicais e polares (NIMER, 1972, p. 12; MONTEIRO, 1973), cujo caráter de transição climática tende aos climas tropicais. De acordo com Monteiro (1973), os totais pluviométricos das chuvas no sudeste do Brasil que variam entre 1.100 e 2.000 mm anuais têm como gênese principal a frente Polar Atlântica, que oscila desde o Rio da Prata até as adjacências do Equador. Sendo, a massa Polar Atlântica, a principal responsável pela gênese das chuvas na região Sudeste do Brasil possui extrema importância na definição dos tipos de tempo no Estado de São Paulo (MONTEIRO, 1973).

Portanto, o Estado de São Paulo possui circulação atmosférica específica em dois climas zonais no contexto da América do Sul por localizar-se na transição do Brasil central (zona intertropical), com alternância de períodos secos e úmidos, e Brasil Meridional, permanentemente úmido (MONTEIRO, 1973).

No âmbito regional do território paulista, na zona intertropical ao norte, os climas são controlados por sistemas equatoriais e tropicais, que se particularizam em climas alternadamente secos e úmidos e climas úmidos de encostas expostas aos sistemas Tropicais marítimos (NIMER, 1972; MONTEIRO, 1973). Ao sul, os climas são controlados por massas de ar tropicais e polares que se individualizam em climas úmidos nas margens oriental e subtropical dos continentes, com atuação da frente Polar, porém com predomínio de sistemas Tropicais Marítimos.

Segundo Monteiro (1973); Boin (2000, p. 23) as massas de ar atuantes no território paulista correspondem aos principais sistemas da circulação atmosférica da América do Sul, e envolvem a massa Tropical Atlântica (mTA) e Tropical Continental (mTC) e a massa de ar Polar Atlântica (mPA), além da massa Equatorial Continental oriunda da Amazônia Ocidental.

Considerando a coesão e influência dos fatores dinâmicos e estáticos na configuração do clima, Monteiro (1973) delineou para o território paulista uma classificação de distintas feições climáticas individualizadas contidas nas células climáticas regionais e articuladas às



faixas zonais, a partir da porcentagem anual de atuação dos sistemas atmosféricos sobre as diversas características topográficas.

Por esse viés, a caracterização objetivou integrar a posição geográfica e topográfica das áreas de estudo situadas no território paulista, admitindo que as particularidades de morfologia do relevo individualizem os sistemas de circulação atmosférica na escala local, ou seja, que os ritmos de circulação atmosférica regional se justapõem às diversificações do relevo (Figura 1) (NIMER, 1972, p. 6; MONTEIRO, 1973; TOLENTINO, 2007, p. 21).

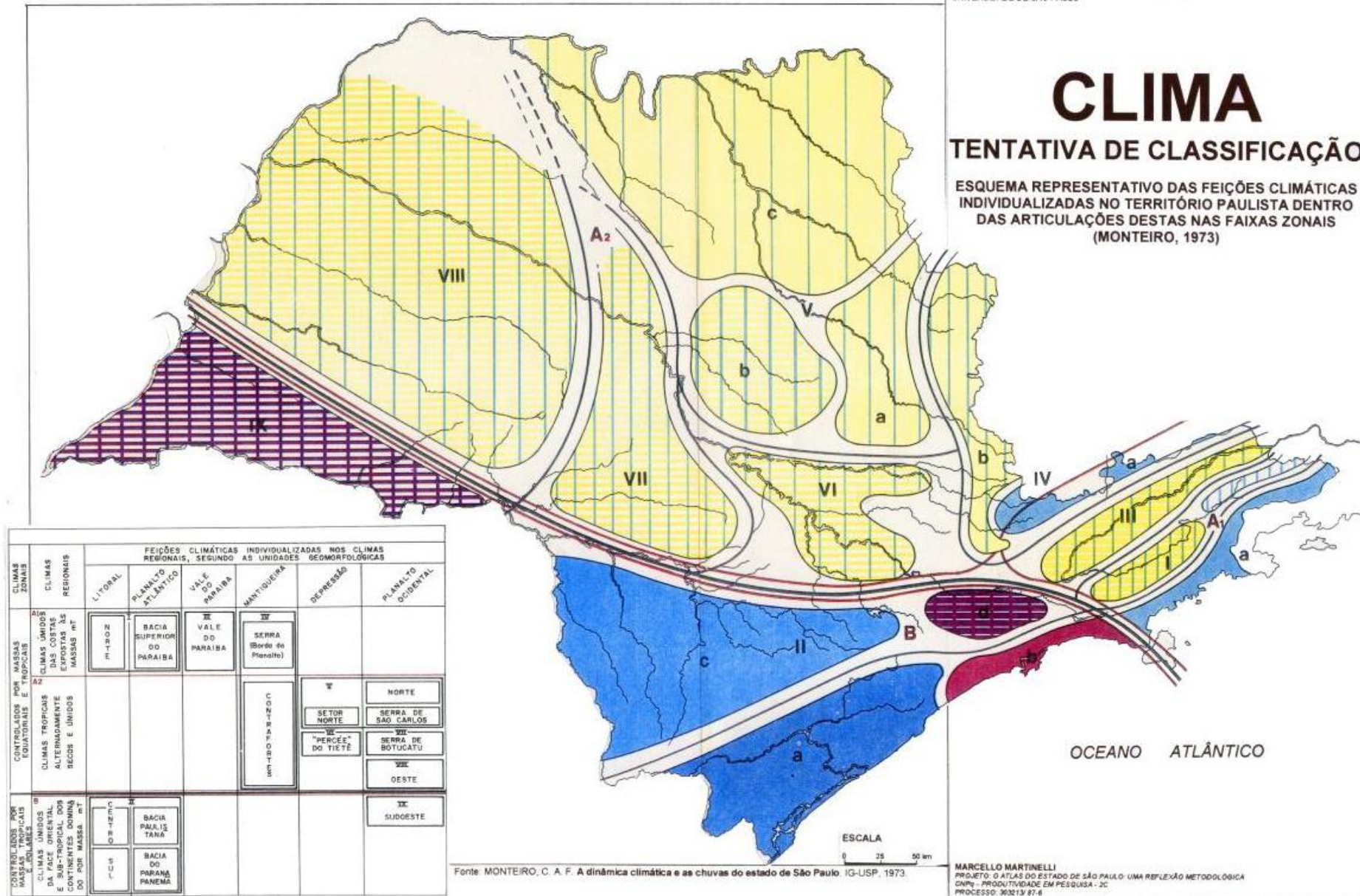
A cidade de São Carlos está localizada nas coordenadas geográficas de 22°30' de latitude Sul e 47°30' de longitude Oeste no território paulista, e em relação às feições climáticas propostas por Monteiro (1973) encontra-se na sub-unidade da região Centro-Norte do Estado de São Paulo (V) que se distingue em relação à morfologia na fácies b (Vb) no reverso da “cuesta” na unidade geomorfológica do Planalto Ocidental Paulista ao norte do avanço do Tietê. O município de São Carlos localizado nesta feição climática (Vb) do festão da cuesta e o lóbulo avançado do Planalto Ocidental ao norte do Tietê apresenta particularidade de um ligeiro aumento na quantidade de precipitação no inverno relativa ao efeito da orografia da Serra de São Carlos (MONTEIRO, 1973, p. 123). Apesar do aumento da precipitação no inverno, a distribuição das chuvas é desigual, ao longo do ano e nos locais de ocorrência, tendência que se aplica a toda a sub-unidade V no território paulista.

Em termos de sazonalidade do clima local definem-se duas estações bem definidas quanto aos índices pluviométricos anuais, uma chuvosa caracteriza-se pela temperatura e umidade do ar elevadas, a abundância de precipitações, na ordem de 707,3 mm, segundo Tolentino (1967). A estação chuvosa compreende o período de outubro a março relativo à entrada da massa Equatorial Continental e a dinâmica da frente polar Atlântica com a massa Tropical Atlântica (mTA). Os meses da estação seca de abril a setembro apresenta escasses de precipitação (301,9 mm) e predomínio de atuação das massas de ar Tropical Atlântica (mTA) e Polar Atlântica (mPA) (MONTEIRO, 1973). Conforme destaca Tolentino (2007), a posição geográfica de São Carlos marcada pela ausência de barreiras naturais influencia nas características climáticas da cidade pela entrada direta de vento e insolação. A insolação é intensificada no verão, sobretudo pelo aumento da nebulosidade nos meses relativos à estação chuvosa. O direcionamento dos ventos é influenciado pelo anticiclone Tropical Atlântico e Polar Atlântico, e pelas linhas de instabilidade tropicais (NIMER, 1972).

CLIMA

TENTATIVA DE CLASSIFICAÇÃO

ESQUEMA REPRESENTATIVO DAS FEIÇÕES CLIMÁTICAS INDIVIDUALIZADAS NO TERRITÓRIO PAULISTA DENTRO DAS ARTICULAÇÕES DESTAS NAS FAIXAS ZONAIS (MONTEIRO, 1973)



Fonte: MONTEIRO, C. A. F. A dinâmica climática e as chuvas do estado de São Paulo. IG-USP, 1973.

MARCELLO MARTINELLI
 PROJETO: O ATLAS DO ESTADO DE SÃO PAULO - UMA REFLEXÃO METODOLÓGICA
 CNPq - PRODUTIVIDADE EM PESQUISA - 2C
 PROCESSO: 303213/87-6

Figura 1. Esquema representativo das feições climáticas individualizadas no território paulista dentro das articulações destas nas faixas zonais (MONTEIRO, 1973, p. 125).



Em relação às características geomorfológicas, na classificação taxonômica sistematizada por Ross e Moroz (1997)⁴, o sítio urbano onde a cidade de constitui situa-se na Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná (1° Táxon) com presença de relevo talhado nas camadas sedimentares que, por sua vez, compõe a Unidade Morfoescultural do Planalto Ocidental Paulista (2° Táxon). O Planalto Ocidental Paulista apresenta variações regionais na fisionomia que delimitam unidades geomorfológicas como o Planalto Residual de São Carlos, cuja paisagem local é composta por formas de relevo de colinas de topos aplanados com altimetria entre 600 a 900 metros (ROSS e MOROZ, 1997, p. 53). De acordo com o DAEE (2005, p. 14) estas cuestas formam planaltos isolados com cortes abruptos e perfil com declive íngreme no fronte limite com a Depressão Periférica, estando as frentes de escarpas voltadas para leste e seu reverso para noroeste e, segundo Ross e Moroz (1997, p. 52) com altitudes médias de 800 a 900 m⁵.

A malha urbana da cidade acompanhando as cuestas basálticas associada ao Vale do Monjolinho, delimita topograficamente a localização de grande parte do núcleo urbano, no reverso da cuesta. A altitude máxima é de aproximadamente 945 m e mínima de 720 m.

A cidade de Marília está localiza nas coordenadas geográficas 22°13'15"S e 49°56'55"W e a área urbana apresenta altitude média de 650 metros, e quanto à feição climática situa-se na sub-unidade VIII a Oeste da Serra de Botucatu que é individualizada pela participação característica das massas de ar de Oeste-Noroeste (MONTEIRO, 1973, p. 123) associada ao espigão (Figura 1). Segundo Monteiro (1973, p. 123), no inverno, estas correntes provocam o aquecimento pré-frontal que explica as chuvas decorrentes, reduzidas ao constituir um período seco, porém de maior intensidade comparadas àquelas originadas no Centro-Norte, situação que se inverte na primavera e verão, ainda que naturalmente nestas estações as chuvas sejam maiores. A pluviosidade média anual em Marília é da ordem de 1400 mm, distribuídos no período chuvoso, de outubro a março (MONTEIRO, 1973, p.76).

Em relação à ordem taxonômica de classificação geomorfológica do relevo do Estado de São Paulo estabelecida por Ross (1992), o sítio urbano da cidade de Marília está situado

⁴ ROSS, Jurandir; MOROZ, Isabel C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FFLCH/USP- IPTFAPESP. , 1997.

⁵A análise detalhada das especificidades no espaço intraurbano de São Carlos/SP relativa à hipsometria, declividade, orientação das vertentes e a caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea foram descritas no Apêndice I.



na Unidade Morfoestrutural da Bacia Sedimentar do Paraná (1° Taxon) que sustenta o substrato rochoso da Formação Marília - pertencente ao Grupo Bauru do Cretáceo Superior (SANTOS, 2009, p. 47). Segundo Ross e Moroz (1996, p. 50), o complexo paisagístico de Marília é composto pela Unidade Morfoescultural (2° Taxon) do Planalto Ocidental Paulista, precisamente no Planalto Residual de Marília.

Segundo Ross e Moroz (1997) o platô é delimitado por uma escarpa festonada e abrupta que foi esculpida em arenitos carbonáticos pertencentes à Formação Marília. O Planalto Residual de Marília apresenta uma paisagem de planaltos com altitudes médias entre 500 e 600 metros de relevo talhado nas camadas sedimentares (SALLUM e SUGUIO, 2006, p. 387). As formas de relevo predominantes são colinas com topos aplainados, convexos e tabulares que constituem o típico relevo tabuliforme que se constituem a partir dos depósitos de tálus no sopé das escarpas no Planalto de Marília (SANTOS, 2009, p. 48).

Segundo Sposito e Góes (2013, p. 71) a dinâmica histórica de expansão urbana da cidade é “[...] conformada pelas condições do relevo, pois o sítio urbano é orientado pelas restrições impostas pelas cuestas basálticas, denominadas em Marília como “itambés”, que dão forma às escarpas [...] contornando o espaço topográfico onde se assenta a cidade”⁶.

O município de Presidente Prudente está localizado no Oeste do Estado de São Paulo nas coordenadas geográficas 22° 07' 04"S e 51° 23' 57"W a 435 metros acima do nível do mar. Localizada no Oeste paulista a cidade de Presidente Prudente enquadra-se na unidade geomorfológica do Planalto Ocidental na feição climática de transição entre os climas úmidos a Sudoeste do Estado de São Paulo (feição IX) e climas alternadamente secos e úmidos a Oeste (fície VIII) da Serra de Botucatu, na zona transicional (MONTEIRO, 1973, p. 123) (Figura 1). As invasões de massas frias com trajetória continental e, ondas mais rigorosas de aquecimento pré-frontal conferem particularidades na área IX a sudoeste.

Por situar-se em uma área de transição climática entre as massas de ar Tropical Atlântica (mTA), Tropical Continental (mTC) e Polar Atlântica (mPA), e menor participação da massa Equatorial Continental (mEC), esta situação climática é permeada por zonas de conflito do qual derivam sistemas perturbados, como as frentes (quentes, frias, oclusas), responsáveis pelas abundantes precipitações de primavera/verão (BOIN, 2000, p. 23).

⁶ A análise detalhada das especificidades no espaço intraurbano de Marília/SP relativa à hipsometria, declividade, orientação das vertentes e a caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea foram descritas no Apêndice II.



Está inserida em um regime de clima tropical, com particularidades do clima sub-úmido e forte irregularidade climática regional em área de transição e alternância ou conflito entre os sistemas tropicais e extra-tropicais ou polares, mas predomínio das massas de ar Tropical Marítima (SANT'ANNA NETO, 2000, p. 96; SANT'ANNA NETO e TOMMASELLI, 2009, p. 11). Devido à localização geográfica latitudinal sob um clima tropical a cidade é envolvida pelos sistemas atuantes na América do Sul e apresenta sazonalidade do clima local estruturada em duas estações definidas, sendo um período de verão/outono quente e chuvoso (temperaturas médias máximas entre 27°C e 29°C e entre 150 e 200 mm mensais), e invernos amenos (a média das temperaturas mínimas entre 16°C e 18°C) e menos úmidos com forte influência da continentalidade (SANT'ANNA NETO e TOMMASELLI, 2009, p. 11; AMORIM, MONTEIRO, 2011, p. 5).

A individualização da feição climática na unidade geomorfológica do Planalto Ocidental em Presidente Prudente se dá fortemente pela continentalidade que é responsável pelas temperaturas médias anuais elevadas, principalmente em anos mais secos, sendo menos quentes os anos mais chuvosos. A umidade do ar não muito elevada também varia relativa à continentalidade, oscilando entre 60% e 70%, na média anual (BARRIOS e SANT'ANNA NETO, 1996). A média anual de precipitação de 1250 mm segundo Barrios e Sant'Anna Neto (1996) concentra-se entre os meses chuvosos de outubro a março e o período de estiagem tem início em julho e se estende até o mês de setembro. A temperatura média anual de 23,2°C segundo dados da Estação Meteorológica (FCT/UNESP) também é determinada pela continentalidade inerente à região, e a grande amplitude térmica anual é explicada pela intensidade de atuação das massas de ar de origem quente (Tropical Continental e Marítima) ou fria – polar (BOLETIM CLIMATOLÓGICO, 1999, p. 25).

Segundo Nunes, Freire, Perez (2006, p. 8), o núcleo urbano da cidade de Presidente Prudente se constituiu nas áreas de topo suavizado do espigão divisor de águas no setor leste entre as bacias hidrográficas dos Rios do Peixe e Rio Santo Anastácio.

Em relação às características geomorfológicas o município de Presidente Prudente, localiza-se na Bacia Sedimentar do Paraná (característica morfoestrutural) e na morfoescultura do Planalto Ocidental Paulista, mais precisamente situado no Planalto Centro Ocidental. Segundo IPT (1981 p. 48), no município de Presidente Prudente/SP destacam-se os depósitos sedimentares da Formação Adamantina que abrange uma vasta



extensão do Oeste Paulista e do Planalto Ocidental Paulista (IPT, 1981). Destaca-se ainda o contato com a Formação Santo Anastácio ou diretamente com o embasamento basáltico cujas maiores espessuras são predominantes nas porções ocidentais dos espigões, entre os rios Santo Anastácio e Paranapanema, chegando a atingir 190 metros (FUSHIMI, 2012, p.61).

Em termos gerais predominam as formas de relevo com colinas médias e baixas, com altitudes entre 300 a 600 m, e percentuais de declividades médias entre 10% a 20% (FUSHIMI, 2012, p. 6). Porém há uma diferenciação de relevo segundo Nunes, Freire, Perez (2006, p. 6) que se subdivide entre o setor leste e o setor oeste, na medida em que, no setor leste e nordeste do município predominam as colinas pequenas de topos e vertentes convexos curtos e ondulados, fundos de vale em V e declividades médias entre 5% a 20%. Já no setor oeste, segundo Fushimi e Nunes (2011, p. 11) predominam as colinas amplas de topo suavemente ondulados com percentuais de declividade entre 0 a 10% com interflúvios sem orientação predominante, e por serem planos a suavemente ondulados, de acordo com Nunes, Freire, Perez (2006, p. 8) têm sido historicamente o principal setor e compartimento de relevo a ser ocupado na dinâmica de expansão urbana da cidade.

Na região, as principais formas de relevo são as colinas médias, os morrotes alongados e espigões (UGRHI do Pontal do Paranapanema), em geral levemente ondulado (NUNES, 2002). Nas colinas médias, as declividades são baixas (até 15%), com amplitudes inferiores a 100 metros (IPT, 1981). Nos morrotes alongados e espigões (onde se situa o núcleo urbano), a declividade é inferior a 100 metros. Entretanto, segundo Nunes (2002) as declividades são, em sua maioria, médias a altas (acima de 15%), apresentando relevo acidentado, associado aos arenitos com cimentação carbonática da Formação Adamantina⁷.

Apresentadas tais considerações é evidente que as três cidades apresentam forte associação entre as características climáticas e a influência das diversificações topográficas das unidades geomorfológicas paulistas na individualização das feições climáticas, contidos na dinâmica regional e articulados aos climas zonais. Somadas a estas características, a situação geográfica - indica as condições que podem facilitar as comunicações, interações e a centralidade interurbana na rede urbana (SPOSITO, 2001) e, a dinâmica de produção do espaço urbano das cidades também é essencial para defini-las.

⁷ A análise detalhada das especificidades no espaço intraurbano de Presidente Prudente/SP relativa à hipsometria, declividade, orientação das vertentes e a caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea foram descritas no Apêndice III.



2.1 Breve caracterização da evolução histórica e da produção dos espaços urbanos

Foi retomada a caracterização histórica e das características particulares de produção do espaço urbano e o contexto histórico de urbanização das cidades de São Carlos e Marília⁸, a partir dos aspectos fundamentais da produção dos espaços que promoveram a diferenciação socioespacial na lógica de apropriação dos espaços em cada cidade.

As cidades médias de São Carlos, Marília e Presidente Prudente compõem a rede urbana da Grande Metrópole Nacional São Paulo e são denominadas como cidades médias que desempenham papéis regionais e/ou intermediários no conjunto da rede urbana (SPOSITO, 2004, p. 21). De acordo com o Relatório divulgado pelo IBGE em 2008 da Região de Influência das Cidades⁹ (REGIC), São Carlos é um dos **Centros sub-regionais A**¹⁰ e a cidade de Marília e Presidente Prudente denominam-se como **Capitais Regionais C**¹¹.

Em termos de constituição histórica destas três cidades paulistas, o distanciamento médio da metrópole a 450 km no sentido oeste, conferia às cidades do interior de São Paulo uma centralidade de funções político-econômicas e sociais no âmbito da rede urbana regional por serem, historicamente, pontos de parada e armazenamento de produtos primários e a base para os estabelecimentos industriais posteriores.

Segundo Sposito (2004, p. 80), a cidade de São Carlos, situada na Aglomeração Urbana Não-Metropolitana de Araraquara - São Carlos com porte populacional de 238.834 mil habitantes (Seade¹²) e taxa de urbanização de 96%¹³ têm nos estabelecimentos

⁸ A caracterização detalhada foi realizada na dissertação de mestrado defendida junto a FCT/UNESP financiado pela agência da FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) Processo 2013/04417-3.

⁹ IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de influência das cidades** – REGIC, 2008. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm>> e disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/regic_28.pdf>. Acesso em: 23 de março de 2016.

¹⁰ Segundo REGIC (IBGE, 2008), os **Centros sub-regionais** têm área de atuação específica e sua relação com os demais centros se dá apenas com três as metrópoles nacionais. Esses centros são subdivididos em **Centro sub-regional A** (região constituída por 85 cidades, com 95 mil habitantes e relações com outras 112 cidades) e **Centro sub-regional B** (constituída por 79 cidades, com 71 mil habitantes e relações com outras 71 cidades). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/regic_28.pdf>. Acesso em: 23/03/2016.

¹¹ Segundo REGIC (IBGE, 2008) uma **Capital regional** abrange 70 centros e assim como as metrópoles, se relacionam com o estrato superior da rede urbana, mas com área de influência de âmbito regional, com atividades referidas por grande número de municípios. Apresenta três subdivisões: **Capital regional A** (constituído por 11 cidades, em média 955 mil habitantes e 487 relacionamentos), **Capital regional B** (constituído por 20 cidades, em média 435 mil habitantes e 406 relacionamentos) e **Capital regional C** (constituído por 39 cidades com medianas de 250 mil habitantes e 162 relacionamentos). Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/regic_28.pdf>. Acesso em: 23 de março de 2016.

¹² Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade). Sistema Seade de projeções populacionais. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php>>. Acesso em: 28/10/2018.

¹³ Atlas do Desenvolvimento Humano no Brasil - Atlas Brasil. São Carlos (2010). Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/sao-carlos_sp>. Acesso em: 28/10/2018.



comerciais e prestadores de serviços, centros tecnológicos e universitários, os determinantes da organização social dos papéis que desempenha na rede urbana regional (PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE SÃO CARLOS, 2010).

A expansão territorial de São Carlos passou por cinco períodos mais intensos que configuraram a segregação socioespacial¹⁴ em vários eixos de expansão urbana da cidade resultado da forma com que o espaço urbano foi produzido desde o contexto da economia cafeeira (Séc.XIX) e eixo de passagem tronco da ferrovia Paulista da Cia. Paulista de Estradas de Ferro. O aumento da taxa de urbanização esteve associado à atividade industrial e a migração do campo para a cidade, sobretudo a partir de 1954 quando a área urbana da cidade triplicou e continuou se expandindo exponencialmente (LIMA, 2007, p. 75). Deste modo, sobretudo a partir de 1997 houve a formação de descontinuidades rumo à periferia e criação de novos loteamentos fechados, áreas de lazer e loteamentos periféricos com padrões urbanísticos irregulares e com carência de infraestrutura.

De acordo com Dal Pozzo (2011), na década de 1980 até 1990, a expansão da malha urbana de São Carlos foi orientada para os eixos noroeste, sudoeste e leste. Neste período houve uma tendência à verticalização e periferização e as residências de menor poder aquisitivo se constituíram de forma expressiva nos setores sudoeste e sul e em menor proporção na zona norte e leste da malha urbana, e reforçam, por sua vez, a segmentação do espaço e a expansão da malha urbana de forma descontínua. Houve a valorização econômica das características naturais do relevo, enquanto áreas menos acessíveis, por exemplo, atenderam às demandas dos segmentos sociais de menor poder aquisitivo (DAL POZZO, 2011, p. 119). Destaca-se segundo Lima (2007, p. 14) que o aprofundamento da segregação urbana foi decorrente dos interesses especulativos do mercado imobiliário e as novas dinâmicas industriais.

A cidade de Marília, neste contexto, concentrava atividades agrícolas e de comércio e, posteriormente, atividades industriais, fornecendo o abastecimento de produtos na escala local e regional (PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE MARÍLIA, 2010). Em situação geográfica favorável como Capital regional não metropolitana, o município conta

¹⁴ Segundo Carlos (2007, p.55) a segregação refere-se à separação estratégica das práticas socioespaciais com vistas à reprodução social que “ao delimitar um lugar para cada um – “criando áreas homogêneas apoiadas em identidades de classe e, pretensamente, apartadas do todo social e da cidade” –, escamoteia o conflito” (CARLOS, 2007, p.55).



com 228.763 mil habitantes segundo Seade¹⁵, desempenha atualmente papéis regionais intermediários e apresenta acentuada centralidade interurbana. A cidade de Marília, segundo Mourão (1994¹⁶), surgiu no âmbito da última etapa de expansão da atividade cafeeira no Estado de São Paulo, vinculada ao prolongamento do tronco oeste da estrada de ferro Paulista para o interior paulista.

Marília vivenciou, segundo Nunes (2007), um processo de produção do espaço urbano e expansão territorial excludente, de precarização territorial, principalmente das áreas em que residiam os segmentos sociais menos favorecidos. Assim como a cidade de São Carlos, a cidade de Marília também se expandiu em quatro principais períodos de 1930 até 2010, notadamente a partir do final dos anos 70 (ZANDONADI, 2008, p. 23). Segundo Melazzo (2012), destacam-se alguns processos que foram preponderantes na formação de descontinuidades territoriais, por exemplo, a influência das características geomorfológicas do sítio urbano marcado por vales e escarpas que limitam a integração viária do traçado urbano, além da implantação expressiva de espaços residenciais fechados.

Deste modo observa-se, portanto, no espaço intraurbano de Marília algumas peculiaridades referentes à distribuição dos segmentos sociais e econômicos da população, ao verificar espacialmente áreas predominantemente ocupadas por segmentos sociais de baixa renda e por favelas e outras áreas ocupadas majoritariamente por moradores de médio e alto poder aquisitivo. Tais processos resultaram, segundo Dal Pozzo (2011, p. 109), na intensificação da autosegregação a partir do ano 2002 representados pelas novas formas de *habitat* urbano, a partir dos espaços residenciais fechados, evidenciados nitidamente no padrão construtivo das habitações e no perfil socioeconômico da população residente.

O município de Presidente Prudente possui segundo Seade¹⁷ uma população de 218.544 mil habitantes e surgiu no contexto da expansão da Estrada de Ferro Sorocabana (1919), sendo que na porção a Oeste da ferrovia surgiu o núcleo urbano “Vila Goulart” e no lado oposto formou-se a “Vila Marcondes” (SPOSITO, 2004).

¹⁵ Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade). Sistema Seade de projeções populacionais. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php>>. Acesso em: 28/10/2018.

¹⁶ MOURÃO, Paulo F. C. **A Industrialização do Oeste-Paulista: o caso de Marília**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia FCT/UNESP. Dissertação de Mestrado., 1994.

¹⁷ Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados (Seade). Sistema Seade de projeções populacionais. Disponível em: <<http://produtos.seade.gov.br/produtos/projpop/index.php>>. Acesso em: 28/10/2018.



No início do século XX, a paisagem do oeste do estado de São Paulo foi transformada no contexto econômico de expansão cafeeira, e a ferrovia foi o suporte da interiorização a oeste e o lócus de formação dos núcleos urbanos que eram pontos de apoio econômico (ABREU, 1972, p. 38-47). O surgimento do núcleo urbano da cidade de Presidente Prudente, não fugiu a regra da maior parte das cidades do oeste paulista, associadas à chegada da Estrada de Ferro Sorocabana (Alta Sorocabana) e a inserção da atividade cafeeira na região. De acordo com Amorim (1993), as características do relevo foram determinantes no processo de ocupação do solo e direcionou a localização do núcleo urbano inicial da cidade quando da sua integração ao processo produtivo e econômico do Estado.

O município de Presidente Prudente/SP enquanto recorte territorial de análise constitui-se num exemplo significativo, por dois motivos centrais. O primeiro deles refere-se à manifestação evidente no espaço urbano destas distintas formas de apropriação do espaço, muito relacionadas à forma de expansão da área urbana da cidade no âmbito do prolongamento da Estrada de Ferro Sorocabana. Camargo (2007) aponta a ausência de planejamento adequado, e ainda de acordo com o autor (2007, p. 15) e Amorim (2000, p. 53), alguns fatores influenciaram na expansão a oeste da cidade que originou a Vila Goulart, tais como os aspectos naturais do relevo e o lado de instalação das portas da ferrovia. Porém, apesar de influenciarem no crescimento da cidade, os autores reforçam que este processo se deu na ausência de infraestrutura adequada.

De acordo com Sposito (1983, p. 84), desde o início do processo de urbanização Presidente Prudente foi alvo de interesse da especulação imobiliária que provocou o processo de periferização de segmentos sociais da população, já que as benfeitorias (ex: infraestrutura urbana) foram constantemente empurrando a população de menor poder aquisitivo para as margens da cidade. Esta lógica de ocupação e apropriação do espaço, alijada de planejamento eficaz geraram áreas densamente construídas, com lotes pequenos, ausência de vegetação e áreas de lazer (AMORIM, 2005; CUNHA SOUZA, 2016, p. 54).

O segundo aspecto, mais como consequência do primeiro é o fato da cidade possuir um clima urbano que resulta das características dos distintos espaços, decorrentes da forma de expansão da malha urbana e os tipos de uso e ocupação do solo, além da arborização e exposição das vertentes. Em conjunto, resultam na modificação das características climáticas



locais, que culminam na degradação das condições do ambiente e de conforto para a população, além de transtornos como alagamentos e enchentes.

Em ampla escala, o mais importante a considerar no contexto de produção do espaço urbano das cidades é que as mesmas, segundo Branco (2007, p. 90) passaram a apresentar problemas sociais, urbanos e ambientais, anteriormente característicos de grandes metrópoles. E, enquanto produto da organização social contraditória e desigual da sociedade, a cidade permite a identificação destas contradições ao se fundamentar na evidenciação de riscos e diferentes níveis e tipos de vulnerabilidades, na maior parte vinculada às populações menos favorecidas e marginalizadas espacialmente.



3. O SISTEMA CLIMA URBANO (S.C.U), O RISCO E A VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL: O CLIMA COMO DINÂMICA DA NATUREZA E COMO PRODUÇÃO SOCIAL

A concepção geográfica e não simplesmente meteorológica de cunho estatístico e atmosférico do clima foi aprofundada no início dos anos 1970 por Monteiro (1976) apoiado nas críticas de Maximilien Sorre (1934, 1951) e estudos de Pédelaborde (1970), apresentando o que definiu como Sistema Clima Urbano (S.C.U) “um sistema que abrange o clima de um dado espaço terrestre e sua urbanização”. O elemento clima, enquanto uma variável meteorológica era interpretada como os estados médios dos elementos atmosféricos sobre um dado lugar e a nova concepção de clima passou a ser dinâmica, pois de acordo com Monteiro (1976, p. 23):

[...] está baseada em uma propriedade intensiva da atmosfera – a própria ideia de tempo meteorológico, essencialmente associativa. Parece-me que não há dúvida de que o paradigma novo é o do ritmo em substituição à média dos elementos discretamente dissociados à atmosfera e expressos como meras propriedades extensivas (MONTEIRO, 1976, p. 23).

Por meio da abordagem geográfica e sistêmica do clima urbano (Teoria Geral dos Sistemas proposta por BERTALANFFY, 1973), Monteiro definiu o clima urbano em função da interrelação de elementos e fatores que se estabelecem entre a superfície urbanizada e a camada limite urbana. Fundamentado no paradigma do “ritmo climático”, Monteiro (1971) atribuía centralidade a cidade uma vez que o clima urbano passou a ser entendido como “um sistema singular que abrange um clima local (fato natural) e a cidade (fato social)” (MONTEIRO, 2009, p. 19). E explica esta dinâmica argumentando que o clima urbano é “um sistema complexo, aberto, adaptativo que, ao receber energia do ambiente maior no qual se insere a transforma substancialmente a ponto de gerar uma produção exportada ao ambiente” (2009, p. 10).

Na definição do clima urbano, Monteiro (1990) inseria a impossibilidade de tratamento do elemento clima somente como produto das dinâmicas da natureza (elemento natural), mas resultante da interação com a forma de urbanização dos espaços. Deste modo, Monteiro (1976) superava em grande parte a dicotomia na ciência geográfica da relação sociedade - natureza, imbricada nas matrizes do pensamento da atualidade, pois segundo Monteiro (1990, p. 81) o clima urbano resulta do ambiente natural/sítio que serve de



materialidade para a cidade e, as repercussões nele inseridas, produto da ação humana e da atmosfera, portanto, é uma derivação do/no ambiente.

Deste modo, na perspectiva analítica geográfica, o clima urbano é uma derivação ambiental (MONTEIRO, 1990), na medida em que resulta das alterações no ambiente natural (aquela natureza em seu estado primeiro, atribuída por Santos (1996, p. 76) como natureza *naturans*), e sua substituição por um ambiente construído, uma segunda natureza, denominada natureza *naturata*. Esta perspectiva conceitual de derivação ambiental se aproxima da definição de Swyngedouw (2001, p. 85) para o qual "não há nada "puramente" social ou natural na cidade", são elementos correlatos como um híbrido. Monteiro (1976, 1990) entendia no mesmo plano a natureza na sua forma primitiva e sua fisionomia socialmente alterada, seria apenas espaços em transformação, em outros momentos de tempo, sendo o fato social e natural um híbrido.

Este avanço na abordagem geográfica do clima demonstra, e não nega, seu fator natural como elemento da natureza ou lei universal, mas explica num salto qualitativo teórico e metodológico que na cidade, como expressão da forma e conteúdo do fenômeno urbano, o clima, assim como a cidade é na mesma medida, socialmente produzido.

A complexidade destes elementos e processos termodinâmicos do clima segundo Monteiro (1976) pode ser descrita a partir de geoindicadores tais como: uso e ocupação do solo, áreas verdes (vegetação arbórea), tipos de edificações (tipos de materiais e cobertura das casas) (AMORIM, 2000; RAMPAZZO, 2012; SANT'ANNA NETO, RAMPAZZO, 2016), sítio e morfologia urbana, altitude, declividade, orientação de vertentes (RAMPAZZO, 2015).

Dimensionando a complexidade e até impossibilidade de entender toda a funcionalidade do S.C.U. o que denominou constituir uma *caixa-preta*, Monteiro (1976, p. 121) chama a atenção para que se compreenda o que entra e o que sai de energia neste ambiente derivado (*in-put/out-put*) a fim de identificar e avaliar as *mudanças*. No que se refere à avaliação destas mudanças da e nas cidades a partir das trocas de energia e matéria por radiação e irradiação solar, Monteiro (1976, p. 125) estabelece níveis de detecção do S.C.U. a partir de subsistemas - segundo canais de percepção estritamente vinculados a percepção sensorial e comportamental do homem na cidade, demonstrados no Quadro 1:



Quadro 1 – SISTEMA CLIMA URBANO (S.C.U.)

Articulação dos sistemas segundo os canais de percepção

Subsistemas Canais Caracterização	I Termodinâmico	II Físico-Químico	III Hidrometeorológico
	Conforto térmico	Qualidade do ar	Impacto meteórico
Fonte	Atmosfera Radiação Circulação horizontal	Atividade urbana Veículos auto-motores Indústrias Obras-Limpas	Atmosfera estados especiais (desvios rítmicos)
Trânsito no sistema	Intercâmbio de operador e operando	De operando ao operador	Do operador ao operando
Mecanismo de ação	Transformação no sistema	Difusão através do sistema	Concentração no sistema
Projeção	Interação Núcleo ambiente	Do núcleo ao ambiente	Do ambiente ao núcleo
Desenvolvimento	Contínuo (permanente)	Cumulativo (renovável)	Episódico (eventual)
Observação	Meteorológica especial (T. de campo)	Sanitária e Meteorológica especial	Meteorológica Hidrológica (T. de campo)
Correlações disciplinares e tecnológicas	Bioclimatologia Arquitetura Urbanismo	Engenharia sanitária	Engenharia sanitária e Infra-estrutura urbana
Produtos	“Ilha de Calor” Ventilação Aumento da precipitação	Poluição do ar	Ataques à Integridade Urbana
Efeitos diretos	Desconforto e redução do desempenho humano	Problemas sanitários Doenças respiratórias, oftalmológicas etc.	Problemas de circulação e comunicação urbana
Reciclagem adaptativa	Controle do uso do solo Tecnologia de conforto habitacional	Vigilância e controle dos agentes de poluição	Aperfeiçoamento da infra-estrutura urbana e regularização fluvial. Uso do solo
Responsabilidade	Natureza e Homem	Homem	Natureza

Fonte: MONTEIRO, C. A. de F. (1976, p. 127).

Adaptado pela autora.

São estes fatores naturais e sociais no sistema clima urbano como uma derivação do ambiente natural que de acordo com Monteiro (1990, p. 81):



[...] exija que sua estrutura interna seja obtida não por meio de uma simples adição ou superposição de partes diferentemente complexas tais como a compartimentação geoecológica e morfologia urbana mas antes pela íntima conexão entre estas diferentes partes, gerando uma estrutura peculiar tanto pelas novas formas quanto pelas resultantes funções, aglutinando-as (em harmonia ou em conflito) tanto aquelas do ambiente natural primitivo, quanta derivado e urbanizado (MONTEIRO, 1990, p. 81).

Convém retomar que para a sistematização do S.C.U. Monteiro (1976, p. 93-94) estabelece critérios de escolha que em suma versam inicialmente sobre o caráter **pragmático** de construção da investigação ao receber e emitir respostas guiadas por cada visão de mundo em particular. O **dinamismo** dado no nível conceitual de clima e intrínseco ao fenômeno urbano verificado pela Teoria Geral dos Sistemas (TGS) via método indutivo ou dedutivo. A **consistência** que garante a aplicação da proposta em qualquer recorte territorial do globo que apresente um ou outro grau de complexidade urbana e articulação de escalas. O **empirismo** que vincula o estudo do clima urbano à observação empírica (caráter quantitativo da pesquisa) com matriz neopositivista de validação/refutação de hipóteses e, o **modelismo** que pressupõe o mapeamento e diagramação em nível teórico e de produtos.

Partindo destes critérios que direciona teórica e metodologicamente o desenvolvimento das pesquisas, Monteiro (1976, p. 127) estabelece a articulação do clima urbano a partir dos subsistemas Termodinâmico, Físico-Químico e Hidrometeorológico. São canais de percepção cujas manifestações de impactos referem-se respectivamente a: ilhas de calor e frescor e diferenças térmicas e higrométricas (Conforto térmico); aumento de gases estufa e poluição do ar (Qualidade do ar); meteoros da atmosfera como enchentes, inundações, aguaceiros, tempestades, tornados, granizo, nevoeiros etc (Impacto meteorológico).

Referente aos subsistemas no âmbito das pesquisas nacionais e internacionais muitos estudos de clima urbano têm sido desenvolvidos principalmente aqueles relacionados ao subsistema termodinâmico cujo enfoque é a caracterização da distribuição da temperatura e umidade relativa do ar na cidade. Associado ao interesse desta pesquisa o enfoque de interpretação dos estudos é sobre o subsistema termodinâmico a partir do canal do (des)conforto térmico no ambiente urbano que contempla a formação das ilhas de calor/frescor urbanas e diferenças térmicas.



3.1 O RISCO CLIMÁTICO E A VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL

O risco e a vulnerabilidade são conceitos de análise multidimensionais por se constituírem como objetos de investigação de diversos campos do conhecimento científico (SPINK, 2001, p. 1279; SOUZA e ZANELLA, 2009; PRADO, 2013) gerando inclusive a ampla polissemia do conceito verificada na vasta literatura que versa sobre o tema.

Desde a origem dos termos e sua inserção no meio acadêmico estes conceitos foram contextualizados em diferentes perspectivas teóricas, posturas de método e ciências tais como sociologia, climatologia, saúde, planejadores urbanos, segurança, epidemiologia etc (MARANDOLA JR., 2009; ALEIXO, 2012, p. 194). Não há um conceito ou terminologia unificadora para compreender as transformações na sociedade contemporânea e os problemas ambientais o que acabou por abranger vários termos (GONDIM, 2007, p. 99; MARANDOLA JR., 2009, p. 97; SOUZA e ZANELLA, 2009, p. 11), tais como riscos, ameaças, vulnerabilidade, perigos, acidentes, desastres, *álea* (francês), *hazards* (em inglês), etc. Muitas vezes, portanto, são utilizados sinônimos diferentes na construção epistemológica acadêmica a fim de designar tais processos na sua totalidade.

Sendo assim, optou-se por destacar algumas perspectivas e atribuir enfoque na abordagem conceitual empregada na interpretação do objeto de estudo e que reflete o posicionamento analítico frente à questão do risco e a vulnerabilidade socioespacial. Na ciência geográfica o enfoque incide justamente na necessidade de interpretação das relações complexas entre sociedade e natureza na geração de impactos sobre um determinado ambiente e é neste aspecto historicamente que os conceitos de “risco” e “vulnerabilidade” foram abordados.

Na língua portuguesa, segundo Souza e Zanella (2009, p. 14) os geógrafos têm desenvolvido as pesquisas cuja interpretação do termo *hazard* se dá ora como risco, ora como acidente. O estudo dos *natural hazards*, de acordo com Marandola Jr. e Hogan (2004, p. 96) é uma tradição entre os geógrafos que os pesquisam desde a década de 1920 integrando os fatores humanos e físicos na sua gênese. Em relação ao termo *hazard* na geografia de acordo com a revisão bibliográfica dos autores (op. cit, 2004, p. 99), as investigações avançaram nos anos 1980 com a publicação de Ian Burton, Robert W. Kates e



Gilbert F. White (1978¹⁸) em que os geógrafos já identificavam novos *hazards* com outras origens que não somente a natural. Para isso, eram claros ao identificar as implicações das dinâmicas naturais na geração de danos às populações, e, reconheciam que estes impactos estavam relacionados à forma diferencial de ocupação do território e pela ausência de planejamento e avaliação dos riscos e impactos destes usos. Já em relação às demais geociências, a noção de risco é uma categoria de análise incorporada à condição de insegurança, incerteza, exposição a um perigo, perdas e prejuízos econômicos, materiais e humanos. De acordo com Spink (2001, p. 1280) e Souza e Zanella (2009, p. 12) esta noção é frequentemente entendida como resultado da probabilidade de ocorrência de um fenômeno natural que seja indutor de acidentes devido as prováveis magnitudes dos seus efeitos ou consequências geradas incluindo às perdas materiais e/ou sociais em uma comunidade.

Assim, segundo Spink (2001, p. 1280) o conceito de risco esteve associado ao desenvolvimento da teoria da probabilidade que teve início no século XVII, além de envolver a análise estatística e, já no século XIX se tornou um instrumento fundamental de governo como ciência do estado até sua incorporação na ciência sanitária e estudos epidemiológicos¹⁹ (SOUZA, 2001, p. 1291) como berço do Estado do Bem-Estar Social (SPINK, 2001, p. 1280). Por isso, segundo Souza, Zanella (2009, p. 12) é fortemente difundida entre vários autores brasileiros e no exterior, dentre eles:²⁰ Varnes (1985); Cerri (1993); Cerri e Amaral (1998) e, Fernandes e Amaral (2000), a expressão:

$$R = P \times C$$

Em que, R= (risco); P= (probabilidade) e C= (consequências) e suas derivações.

¹⁸ BURTON, I.; KATES, R. W. & WHITE, G. F. **The environment as hazard**. New York: Oxford University, 1978. 240p.

¹⁹ Segundo Souza (2001, p. 1291) na epidemiologia o risco assume o significado de atributo individual, “[...] enquanto probabilidade de sujeitos sofrerem danos ou agravos à sua saúde devido ao comportamento de se expor a determinado fator”.

²⁰ Dentre os quais Souza, Zanella (2009, p. 12) destacam Varnes (1985) na publicação: VARNES, D. J. **Landslide hazard zonation: a review of principles and practice**. Paris: Unesco, 1985.; Cerri (1993) na publicação: CERRI, L. E. S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos: uma proposta para prevenção de acidentes**. 1993. 197 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Univ. Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.; Cerri, Amaral (1998) na publicação: CERRI, L. E. S.; AMARA L, C. P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S; BRITO, S. N. A. (Org.). **Geologia de engenharia**. São Paulo: ABGE, 1998. p. 301-310., e Fernandes, Amaral (2000) na publicação: FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S.B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p. 123-194.



Smith (1992, p. 6), por sua vez, apresenta de forma clara o significado dos termos *risk* e *hazard* os diferenciando em relação à polissemia dos termos esclarecendo que:

Risk is sometimes taken as synonymous with hazard but risk has the additional implication of the chance of a particular hazard actually occurring. Thus, we may define hazard as ‘a potential threat to humans and their welfare’ and risk as ‘the probability of hazard occurrence’. The distinction was neatly illustrated by Okrent (1980), who considered two people crossing an ocean, one in a liner and the other in a rowing boat. The hazard (death by drowning) is the same in both cases but the risk (probability of drowning) is very different. If the drowning actually occurred, it could be called a disaster. So a disaster may be seen as ‘the realization of hazard’ (SMITH, 1992, p. 6).

Em outras palavras, Marandola Jr. e Hogan (2003, p. 5, grifo dos autores) exploram esta explicação no campo de investigação geográfica reconhecendo o risco como uma situação futura (então envolve incerteza e insegurança) e definem: “o que é **estar** em risco? É estar **suscetível** à ocorrência de um *hazard*”. Neste caso o *hazard* pode ser entendido como sinônimo de perigo, a ameaça em si como um evento danoso, seja de origem física natural e/ou tecnológica e social/antrópica (REBELO, 2001; LOURENÇO, 2007, p. 2). E o conceito de risco - como a probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e ocasionador de danos a uma comunidade - refere-se à existência conjunta do perigo/ameaça e da vulnerabilidade (VEYRET, 2007; SOUZA, ZANELLA, 2009, p. 15; ALMEIDA, 2011) e é parte fundamental das abordagens de estudo da relação sociedade-natureza.

Já na década de 1990 aprofundaram-se os esforços dos geógrafos em considerar simultaneamente os fatores físicos e humanos em relação ao produto mais complexo dos *hazards*, o risco, ampliando a análise aos diferentes níveis de vulnerabilidade de acordo com as distintas formas de produção dos espaços no âmbito das estruturas socioeconômicas e políticas (MARANDOLA e HOGAN, 2004, p. 99). Até mesmo no 4º relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC²¹) divulgado em 2007 pela Organização das Nações Unidas (ONU) comparece o termo vulnerabilidade.

Então, apesar de historicamente a tradição do risco como um fator probabilístico, quantificável ou não, ora considerar que ele não seja social, Veyret (2007, p. 23) ressalta que todos os riscos são construções sociais e está intrinsecamente associado à vulnerabilidade,

²¹ IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima - *Intergovernmental Panel on Climate Change. Sumário para os formuladores de políticas*. Aprovado formalmente na 10ª sessão do Grupo de Trabalho I do IPCC, Paris, fevereiro de 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 20 de junho de 2013.



sejam eles de ordem natural, econômica, tecnológica ou ação humana. Logo, na interrelação complexa entre a sociedade com o ambiente, segundo Souza e Zanella (2009, p. 16) os riscos devem ser considerados como resultado de uma ameaça atuando sobre uma população claramente vulnerável, portanto, ameaça e vulnerabilidade são variáveis interdependentes.

Para Veyret (2007, p. 24), o risco é definido como a percepção do perigo ou de uma catástrofe possível e, portanto, passa a existir apenas em relação a um indivíduo, ou grupo social, uma sociedade que o perceba, integre e com ele conviva por meio das práticas cotidianas específicas. Deste modo, segundo Veyret (2007, p. 26) não há risco sem um indivíduo ou uma população que o perceba e que está sujeito a sofrer os seus efeitos, portanto, é um objeto social. Assim, “[...] o risco e a percepção que se tem dele não podem ser enfocados sem que se considere o contexto histórico que o produziu e, especialmente, as relações com o espaço geográfico, os modos de ocupação do território e as relações sociais características da época” (VEYRET, RICHEMOND, 2007, p. 26). Neste âmbito Veyret e Richemond (2007, p. 49) definem ‘a cultura’ do risco como um conhecimento e uma percepção da ameaça comum a determinado grupo ou segmento social que conheça sua gênese. Então, segundo Veyret (2007) e Marandola Jr. e Hogan (2009b, p. 166) o risco está vinculado a um contexto social²² (econômico e cultural) e geográfico²³ e possui um caráter altamente subjetivo cujas medidas são os limites de aceitação da sociedade.

A complexidade referente à noção de risco se dá por este termo designar concomitantemente um perigo potencial, como também a percepção desse perigo e de acordo com Marandola Jr. e Hogan (2004, p. 105) os geógrafos contribuíram com esta interpretação partindo de questões centrais tais como: “como é percebido o perigo pelas populações afetadas? Têm as populações percepção da natureza do risco que correm?”.

Admitindo a noção de risco na sociedade, Beck (2008²⁴) utilizando a teoria da “modernidade reflexiva²⁵” produziu uma estrutura de pensamento sobre por que a

²² De acordo com Marandola Jr., Hogan (2009, p. 166) o contexto social “pode ser tanto de longo prazo e de influência nacional, quanto as características próprias do ciclo vital, classe social, família ou das escolhas do padrão de mobilidade que uma família faz.”

²³ Segundo Marandola Jr., Hogan (2009, p. 166) “o contexto geográfico pode ser tanto o ecossistema, as dinâmicas de formação e transformação da geomorfologia (topografia) e da hidrologia (drenagem), a dinâmica climática ou até geológica (terremotos, vulcanismo, etc.), quanto os atributos particulares do lugar, como o rio que passa por ali, um bosque, um morro, etc”.

²⁴ Publicação original na Alemanha em 1986 da obra intitulada: BECK, Ulrich. **Risikogesellschaft: Aufdem Weg in eine andere Modern.**, 1986.



consciência do risco e o risco tornaram-se características tão proeminentes da vida moderna (BECK, GIDDENS, LASCH, 1995²⁶) traçando uma periodização com pontos de ruptura histórica tradicional produzida pela modernidade. Para isso Beck (2008) se pautou na mudança de uma forma industrial "simples" para uma forma "reflexiva" ou do risco na modernidade. É neste ponto que Beck (2008) identificou inclusive o que denominou uma Sociedade do Risco produzida no contexto da sociedade industrial envolta na contínua modernização e progresso técnico-científico na globalização que acabou por abstrair os riscos e seus efeitos colaterais cumulativos sobre o meio ambiente. Desta forma, Beck (2008) afirma que a sociedade contemporânea vive em uma Sociedade do Risco em que alterou os conflitos básicos clássicos da sociedade industrial, àqueles da distribuição de bens, e na sociedade moderna do risco integra os conflitos fortemente relacionados à distribuição dos prejuízos que incluem os riscos associados ao processo produtivo, à integridade do meio ambiente, assim como o aumento da pobreza e miséria na sociedade moderna.

Neste âmbito presume-se que se a gênese da utilização do conceito de risco é associada ao discurso ou estratégia de governo na sociedade globalizada (SPINK, 2001), os riscos de hoje possuem maiores consequências, pois ameaçam as pessoas não necessariamente nos locais onde são produzidos. Neste ponto, Giddens (1991) concorda com Beck (2008), pois para o autor é justamente a modernidade que produziu um mundo contemporâneo onde a maioria dos riscos é resultado da atividade produtiva/manufaturada e produto de decisões tomadas em corporações e no âmbito governamental, embora também a partir de ações individuais. Portanto, uma consequência destacada por Giddens (1991) é que nas sociedades modernas com relações de interdependência entre indivíduos e sistemas complexos de auto-reprodução integradas por meios globais de comunicação e cooperação em larga escala via processo de globalização, significa sujeitar a sociedade a um nível superior de vulnerabilidade, sendo esta quase que a consequência ou o preço da vida moderna. Por isso Beck (2008, p. 28) admite que "A sociedade de risco é uma sociedade catastrófica. Nela, o estado de exceção ameaça converter-se em normalidade²⁷", portanto, é

²⁵ Segundo Giddens (1991 apud BECK, 1995, p. 12) a "modernidade reflexiva" é "a possibilidade de uma (auto) destruição criativa para toda uma era: aquela da sociedade industrial". Ressalta-se que "o sujeito dessa destruição não é a revolução, não é a crise, mas a vitória da modernização ocidental" (BECK, 1995, p. 12).

²⁶ BECK, Ulrich.; GIDDENS, Anthony.; LASCH, Scott. **Modernização reflexiva: Política, tradição e estética na ordem social moderna.** São Paulo: UNESP, 1995.

²⁷ BECK, Ulrich. **Sociedade de Risco: Rumo a uma outra modernidade.** Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Editora 34, 2008, p. 28.



evidente segundo Sutton (2004, p. 179) que “*modern societies are complex societies*” em termos de estrutura, organização social ou ampla divisão do trabalho que as permite diferencialmente, até certa medida, produzir e utilizar tecnologias que possibilitam maior controle do risco sobre as dinâmicas da sociedade com a natureza. Desta forma, tornam-se conjugadas as formas de vulnerabilidade e a percepção pessoal do risco, assim como suas formas de controle, de modo que segundo Giddens (1991) as experiências pessoais conexas às representações práticas de risco só podem ser entendidas no viés das próprias mudanças no sentido de risco promovidas pelas condições da modernidade (GIDDENS, 1991, p. 28). Veyret (2007, p. 14) admite que o risco assuma um caráter onipresente no âmbito da Sociedade do Risco no contexto da modernidade global (BECK, 2008; GIDDENS, 1991), pois “[...] está em toda parte, prevalece um sentimento de insegurança que parece alimentado pelo próprio progresso da segurança, pelo desenvolvimento das ciências e das técnicas cada vez mais sofisticadas” (VEYRET, 2007, p. 14).

O princípio proposto por Beck, apesar de centrado no progresso técnico-científico na dinâmica de globalização e mundialização, requer considerar a gênese contraditória de distribuição destes riscos, danos e prejuízos estruturada nas contradições do processo produtivo capitalista e de produção dos espaços a partir dos interesses distintos dos agentes sociais. Por isso então que a vulnerabilidade vem a ser socialmente produzida, mas seletiva e diferencialmente espacializada, pois tal como ressalta Sant’Anna Neto (1998) nem todos possuem condições econômicas de criar mecanismos que minimizem ou otimizem os efeitos dos fenômenos atmosféricos. Neste cenário a vulnerabilidade, tal como o risco, é uma produção social e histórica, e apresenta aspectos específicos sendo apreendida de modo individual e contextual ao risco a partir da sua produção social (CUTTER, 2003; VEYRET, 2007; SANT’ANNA NETO, 2011; ARMOND, 2014), portanto, é bem verdade que nem todos sofrem de maneira igual às ações da natureza (clima como fator natural).

Então, por serem processos intrínsecos, Mendonça (2004a, p. 157) evidencia que a “vulnerabilidade socioambiental urbana” (MENDONÇA, 2004b) de uma população resulta da repercussão da condição natural do risco climático aliado as distintas formas de produção socioeconômicas ou políticas dos espaços Mendonça reforça esta associação de conceitos:

Torna-se quase inócuo, no presente, tratar somente dos riscos aos quais as populações urbanas estão submetidas, pois eles se explicitam diferente



sobre as sociedades, donde entender que um par intrínseco, dialético e inseparável se forma entre risco e vulnerabilidade (2010, p. 156).

No que se refere ao risco parte-se do pressuposto da sua não naturalização, cujas denominações tão somente indicam a gênese climática de sua ocorrência na modernidade na forma de eventos extremos ou processos de perigo - no sentido danoso (LIEBER e ROMANO-LIEBER, 2002). Este último, o perigo, por sua vez, compreende um evento em si, o momento de ocorrência como ameaça com consequências e perdas sobre uma comunidade. A maior parte das abordagens considera que a vulnerabilidade seja uma questão fundamental na compreensão do risco de desastres, por isso partem da teoria comum de que o risco de desastres é justamente produto desses três elementos principais: exposição a perigos, frequência ou gravidade do perigo e da vulnerabilidade (BIRKMANN, 2007, p. 21).

Sobre tais aspectos Cunha (2013, p. 156) considera que:

[...] o estudo do risco inclui seguramente a análise dos processos eventualmente perigosos (**perigosidade** ou hazard), decomposta na sua probabilidade temporal (probabilidade s. s., ou **eventualidade**) e espacial (**susceptibilidade**) de ocorrência, combinada com o nível das consequências previsíveis sobre a sociedade, o ambiente e o território, ou seja, com a **vulnerabilidade** (CUNHA, 2013, p. 156).

Na Geografia, segundo Souza e Zanella (2009, p. 19) “o risco ambiental está diretamente vinculado à possibilidade da população ser negativamente afetada por um fenômeno geográfico excepcional, como, por exemplo, de ordem climática”. E nesta ocasião os setores geográficos ou populações que seriam vulneráveis são aqueles que podem ser atingidos por episódios ou eventos desta natureza e que, pelas condições historicamente determinadas de existência estão mais predispostas a ser afetadas e, portanto, não possuem condições de suportá-lo (SOUZA e ZANELLA, 2009).

Com base nesta concepção a vulnerabilidade pode ser compreendida como um limiar de ruptura diante da capacidade e/ou possibilidade de um sistema complexo, tal quais as cidades, ou uma população de se restabelecer após sofrer perturbações oriundas de fenômenos cujas intervenções vão para além dos limites e capacidade territorial de absorver tais derivações ou ainda de recompor-se frente às novas condições.

Achselrad (2013, p. 118) define a vulnerabilidade como socialmente produzida tendo em vista que as práticas políticas, governamentais e institucionais estabelecem medidas ou ações que vulnerabilizam determinados grupos sociais, portanto, o grau de vulnerabilidade



destes segmentos sociais acaba sendo impostos aos mesmos. A vulnerabilidade se traduz, assim, como uma noção relativa e histórica, portanto, se estabelece entre diferentes segmentos sociais, então, há diferentes “vulnerabilidades”, diferentes situações e condições que se articulam nos distintos momentos e localizações (ACSELRAD, 2006, p. 2). Neste caso, Acselrad (2013, p. 117) estreita a relação ressaltando o viés político que o par risco – vulnerabilidade incita, e inverte a lógica de definição tradicional de que a vulnerabilidade é causada pela imprevidência dos indivíduos²⁸ e a direciona para os aspectos processuais que tornam os sujeitos sociais vulneráveis. Em outras palavras, o autor (2013, 118) adverte para a necessária inversão das definições correntes de que a condição de vulnerabilidade está posta nos sujeitos que provocam o esvaziamento da dimensão política de distribuição dos riscos que, via de regra, é desigual. Quando, na verdade aponta uma perspectiva mais política que define como vulneráveis aqueles que são vítimas de uma proteção desigual, que inclusive consta na formulação do Movimento de Justiça Ambiental dos EUA nos anos 1980, cujo enfoque está no déficit de responsabilidade do Estado e não no déficit de capacidade de defesa dos sujeitos (ACSELRAD, 2005, p. 223). Assumir tal ponto de vista parece o mais comprometido com a totalidade de processos que envolvem a vulnerabilização como conceito central de análise da relação sociedade-natureza. E deste modo discutir a vulnerabilidade como questão historicamente determinada e desigualmente distribuída.

Marandola Jr. e Hogan (2009b, p. 166) destacam a importância da categoria vulnerabilidade a partir da abordagem do lugar com uma análise integrada dos elementos físicos nas interações sociedade-natureza no entendimento dos riscos e perigos que atingem os lugares. Os autores não limitam a vulnerabilidade a sua “especialização” reforçando a necessidade de um olhar propriamente geográfico da vulnerabilidade, argumentando que:

²⁸ Acselrad (2013, p. 115-117) analisa uma revisão da literatura corrente nas discussões sobre o tema da vulnerabilidade e dos riscos ambientais em um debate público organizado por instituições acadêmicas. Neste caso ele demonstra a resistência em problematizar e historicizar os processos sociais de vulnerabilização no Brasil. Neste aspecto apresenta a abordagem dos chamados “fatores” associados à produção da vulnerabilidade com forte enfoque no indivíduo, que sugere a interferência de escolhas individuais na exposição do indivíduo à condição de vulnerável. Para isso elenca os fatores: “a) os que vivem em condição de risco, diz-se, “evocam rituais de busca extrema do limite humano, aproximando-se da morte por meio de condutas arriscadas” ou b) “cometem erros de cálculo quando deixam de investir ou fazem más escolhas na constituição de sua carteira de ativos”, comprometendo, por exemplo, a sua “empregabilidade”, ou sua “capacidade de acessar a estrutura de oportunidades sociais”” (ACSELRAD, 2013, p. 117). A culpa de exposição ao risco é atribuída ao indivíduo, às próprias escolhas levam a condição de vulnerabilidade. Esta abordagem negligencia qualquer referência ao processo de produção dos espaços, no âmbito econômico, social e ambiental, além de dissociar a atuação do Estado e das políticas governamentais.



Não se trata de entender esta espacialidade enquanto substrato físico independente da sociedade. Antes, a abordagem busca na delimitação escalar-espacial uma unidade de referência para compreender o contexto da produção social do perigo em conexão com o contexto geográfico. (MARANDOLA JR. e HOGAN, 2009b, p. 166).

Assim, seriam os produtos desta relação, incluindo as tensões, aberturas, estruturas de proteção e risco – que permitem a identificação da vulnerabilidade (MARANDOLA Jr. e HOGAN, 2006a). Portanto, na síntese do contexto social e geográfico a vulnerabilidade é um qualitativo e passa a envolver “as qualidades intrínsecas (do lugar, das pessoas, da comunidade, dos grupos demográficos) e os recursos disponíveis (na forma de ativos) que podem ser acionados nas situações de necessidade ou emergência” (MARANDOLA Jr. e HOGAN, 2009b, p. 166).

Neste sentido, Cutter (2011) ressalta a dimensão espacial da vulnerabilidade ao admitir que “[...] todos os desastres são locais e as respostas também o são” (CUTTER, 2011, p. 61) e mais do que isso, reconhece a articulação econômica, política, cultural e histórica na produção da vulnerabilidade. É fato que o processo de ocupação e desenvolvimento dos espaços urbanos resulta em desigualdades regionais e territoriais, e no entendimento de Silveira (2014, p. 28) fazem com que a vulnerabilidade a extremos climáticos se relacione:

[...] ao nível de desenvolvimento da sociedade, seguindo a lógica de que quanto menor o nível de organização e de planejamento do espaço, maior será a repercussão desses fenômenos, ou seja, maior será o grau de vulnerabilidade da população exposta àquela ameaça. Essa situação também está relacionada à situação socioeconômica, uma vez que as classes sociais menos favorecidas sentem os efeitos desses extremos climáticos de forma mais intensa, o que indica maior vulnerabilidade.

A mesma autora (op. cit., p. 28) destaca, ainda, a relação entre a vulnerabilidade socioespacial e a situação socioeconômica da população, uma vez que os segmentos sociais de menor renda sentem os efeitos dos eventos climáticos extremos e sociais com maior nível de gravidade, reforçando uma maior vulnerabilidade (SILVEIRA, 2014, p. 28). A vulnerabilidade, portanto, é um parâmetro diretamente relacionado à estrutura do Sistema Clima Urbano, não somente pelas consideráveis transformações²⁹, mas, porque expressam

²⁹ Das quais a ilha de calor, poluição do ar, enchentes e alagamentos são os mais expressivos (e a população está diariamente exposta no cotidiano).



relações sociais e também econômicas definidas por Monteiro (1976, p. 97) como invisíveis, que contribuem para o aumento da complexidade e dinamismo das cidades e cada vez mais se refletem com maior ou menor grau de gravidade em espaços relativos, ou seja, distintos e desigualmente produzidos. Esta perspectiva evidencia mais do que nunca que a vulnerabilização da população é produto do desenvolvimento desigual da sociedade capitalista e que os diferentes graus de susceptibilidade urbana são aplicáveis aos diferentes graus de tecnificação empregados nos diferentes espaços, e por consequência culminam na heterogeneidade dos impactos que incidem sobre a população (MENDONÇA, 2004a, p. 157).

Desta forma, na perspectiva de Veyret (2007, p. 279), qualquer que seja a gênese, social ou associada aos elementos naturais, as repercussões, os eventos, episódios e impactos, são sempre sociais. Daí a perspectiva de Di Giulio (2006, p. 48) e Marandola Jr., Hogan (2009b, p. 166), de considerar que a maior parte dos estudos de riscos possui enfoque na escala coletiva cujas abordagens discutem aspectos de comunicação, as políticas e a cultura que são chaves importantes para compreensão do desenho das diferentes vulnerabilidades. Deste modo, para HUMMELL, CUTTER, EMRICH (2016, p. 111) ainda que a exposição a um perigo seja a mesma, é inegável que os impactos resultantes são variáveis de acordo com os grupos sociais. Portanto, foi preciso aprofundar as investigações sobre os riscos e desastres ambientais na sociedade, inicialmente com ênfase nos processos físicos e geofísicos (pautada nos estudos de Ismail-Zadeh *et al.* (2014, 2015)), para uma compreensão mais voltada ao papel do ser humano na criação de risco de desastres com base nas pesquisas de Hewitt (1983); Wisner *et al.* (2004); UNISDR (2015). Assim, HUMMELL, CUTTER, EMRICH (2016, p. 111) argumentam que:

While exposure to a hazard may be the same among different social groups, the impacts are determined according to the varying capability of each group in handling the effects of hazards. Thus the study of vulnerability has become essential in understanding how distinct social groups are differently impacted by disasters (Kasperson *et al.* 2001; Cutter 2006) (HUMMELL, CUTTER, EMRICH, 2016, p. 111).

Em síntese, tal como pressuposto na pesquisa, são os processos históricos de produção dos espaços urbanos que atribuem significado as desigualdades sociais e dos lugares e que qualificam o risco climático e a vulnerabilidade socioespacial. Segundo Mendes *et al.* (2011, p. 97), a vulnerabilidade social tem como componentes principais,



primeiramente a **criticidade** que corresponde à capacidade de resistência das comunidades (em termos de características sociais e econômicas) em responder ou lidar com eventos e episódios de desastres ou catástrofes. E segundo, a **capacidade de suporte** que se refere ao conjunto de infraestruturas territoriais que permitiriam à comunidade reagir em situações de risco.

Deste modo, a vulnerabilidade social da população é reforçada ao observar que, na maior parte dos casos, não há uma correlação linear negativa entre criticidade e capacidade de suporte, que resulta muito provavelmente, na perspectiva de Cunha (2013, p. 160), do tipo de estratégias públicas que são adotadas na implantação de infraestrutura urbana ou a forma de promoção da qualidade de vida da população.



3.2 O SISTEMA CLIMA URBANO (S.C.U) E A GEOGRAFIA DO CLIMA: O CLIMA COMO PRODUÇÃO SOCIAL

Considerando o clima das cidades como uma organização complexa e um sistema climático aberto e adaptativo, Monteiro (1976) indicava o salto qualitativo na análise do clima como dinâmica da natureza para uma lente de análise da produção social deste elemento, inclusive para compreender os limites da vulnerabilidade e o risco nas cidades. Monteiro (1976, p. 124) considera que na cidade ocorrem concomitantemente duas dinâmicas, uma delas da atmosfera que dirige seus fluxos de energia (*input*) sobre os quais o homem não possui controle de ação e, segundo pela ação do homem de transformação da natureza (*output*). E é nesta organização complexa que ocorre a “participação do homem na elaboração do clima e qualidade ambiente da cidade” (MONTEIRO, 1976, p. 124).

A visão integrada entre sociedade e natureza proposta por Monteiro para explicar a geração do clima urbano nas cidades como um derivador ambiental permite a compreensão de grande parte das contradições da sociedade contemporânea. Para isso, a cidade como expressão material da produção do espaço passa a receber e a responder aos diferentes ritmos atmosféricos no Sistema Clima Urbano. Todavia, como a cidade é forma cumulativa de todos os conteúdos da urbanização através da técnica e das relações sociais, e integra a relação forma-conteúdo admitida por Lefebvre (1991), portanto, socialmente produzida, expressa as contradições e desigualdades da lógica de reprodução do capital e dos espaços.

São justamente as contradições do seu conteúdo problematizadas por Sant’Anna Neto (2001b, p. 59) que permitem a apreensão da questão primordial de interpretação da relação sociedade-natureza que é a intencionalidade de ação dos agentes sociais hegemônicos na produção do espaço e do território. Principalmente, porque tais ações afetam de forma diferenciada os seus habitantes. Com esta perspectiva, Sant’Anna Neto (2001a) propõe uma *nova razão para um novo conhecimento* demonstrando a ruptura no paradigma do fenômeno climático e evidencia a necessidade de uma lente de análise eminentemente geográfica e humana com a proposta de uma Geografia do Clima. Nesta leitura Sant’Anna Neto (2001a, 2001b, 2008) traz a *cidade* e o *urbano* para a construção social do clima, numa análise totalizante que assegura as contradições inerentes a tais dinâmicas. Desta forma, o clima urbano, mais do que uma articulação entre os fenômenos atmosféricos e a cidade (como receptáculo do impacto ambiental), na nova razão de análise



geográfica pressupõe que a relação clima–sociedade não está dissociada dos impactos que provocam desarranjos espaciais e da estrutura socioeconômica com que os territórios têm sido produzidos pautados numa sociedade de classes.

Deste modo, é condição substancial que seja considerada a dimensão social na análise tradicional do sistema clima urbano incorporando as diferenças, contradições e desigualdades na produção dos espaços, admitindo que sua apropriação é seletiva (que inclusive segrega no plano espacial e, das relações cotidianas/fragmentação) de acordo com os interesses dos agentes sociais. É exatamente por isso que Sant’Anna Neto (2001b, p. 59) reconhece uma nova premissa de análise da relação sociedade natureza em que o homem é admitido como ser social organizado em uma estrutura social desigual.

Assim, é fato que no âmbito do desenvolvimento desigual e contraditório da sociedade capitalista o indivíduo se torna tanto mais vulnerável as repercussões e impactos dos fenômenos atmosféricos, quanto distinto é o seu grau de inserção nos meios técnicos ou, de que dispõe. Por isso é imprescindível incorporar nos estudos clássicos de clima urbano a afirmativa de que “espaços desiguais potencializam os efeitos do clima, que se manifestam, também, de forma desigual” (SANT’ANNA NETO, 2011, p. 47).

Para sistematização das matrizes de análise da Geografia do clima, Sant’Anna Neto (2001b, p. 55) esclarece que a análise geográfica tradicionalmente praticada do clima é sustentada a partir do tripé - *ritmo climático – ação antrópica – impacto ambiental* - pautados na análise dos episódios de natureza atmosférica e suas repercussões em um espaço antropizado. Sobre a concepção de ação antrópica Sant’Anna Neto (2008, p. 59) é enfático ao presumir três aspectos, o primeiro que este princípio tende a naturalizar a relação sociedade–natureza, segundo, que esta visão naturalista minimiza e, terceiro, mascara os aspectos de ordem social, econômica, ideológica e suas reais intenções no âmbito da apropriação e reprodução da natureza. Sobre a forma como ocorre à relação sociedade–natureza, assim como Sant’Anna Neto (2001), Carlos (2007, p. 105) também demonstra os limites da naturalização da sociedade a partir da ação antrópica e esclarece:

A idéia de “pressão antrópica sobre a natureza” e de “artificialização dos ecossistemas” nada explica sobre o que se constrói enquanto cidade e campo como produtos das ações de uma sociedade real. A limitação do papel da sociedade a uma indefinida “ação antrópica” reduz o entendimento do espaço a um quadro físico inerte, passível de sofrer maior ou menor intervenção humana, atestando um processo de “naturalização da sociedade” pela análise (CARLOS, 2004, p. 132).



Em relação às repercussões dos fenômenos atmosféricos que afetam a integridade física das cidades (MONTEIRO, 1976, p. 136) - entendidas conceitualmente como impacto ambiental -, Sant'Anna Neto (2008, p. 60) esclarece que as pesquisas têm atribuído maior ênfase nas relações causa - efeito do clima atuando sobre um espaço receptáculo, ou inerte. Quando na verdade, deveriam conceber o clima enquanto um recurso (SANT'ANNA NETO, 2001b, p. 55), com preço de mercado e valor de troca, dominado pelo capital e que se reproduz de forma híbrida associada à lógica, única, essencialmente social e contraditória.

Somado a estes pressupostos, Sant'Anna Neto (2001b, p. 55) adverte que esta análise não tem sido suficientemente esclarecedora uma vez que desvia a atenção da questão denominada primordial: a *apropriação-utilização-reprodução da natureza*. Portanto, pressupor que a natureza, assim como o clima, é apropriada e utilizada como insumo na reprodução socioespacial significa admitir que é sim, a sociedade organizada em classes³⁰ a partir do trabalho, da técnica³¹ e aparatos tecnológicos que produz a sua volta, seja no campo ou na cidade, as contradições da modernidade, tal qual a sua própria gênese. Reforçando este pressuposto de que a relação sociedade-natureza não mais se faz de maneira direta, mas sim mediada pelo modo de produção capitalista dominante que a apropria, segundo Sant' Anna Neto (2012) numa relação predatória, Carlos esclarece (2007):

Não podemos ignorar que o trabalho é criador de formas — este processo está na origem da produção da cidade e do campo —, e que a idéia de ecossistema naturaliza um fenômeno que é por essência social. Destarte, a sociedade não artificializa a natureza, ela produz “um mundo” a sua imagem e semelhança: desigual e contraditório (CARLOS, 2007, p. 132).

Neste sentido, Porto-Gonçalves (1989) reconhece que a forma como o homem se relaciona com a natureza nada mais é do que reflexo da forma como os homens se relacionam entre si, portanto, sociedade-natureza configura sua totalidade. Em suma, é inegável que o limite atual de transformação da natureza demonstra que a atividade humana é qualitativamente diferenciada daquela primitiva em que os grupos humanos

³⁰ O conceito de classes sociais é admitido no contexto da produção do espaço urbano e relações socioespaciais no âmbito do modo de produção capitalista, que distingue de forma marcante as classes dominantes detentoras dos meios de produção/burguesia e, de trabalhadores/proletariado (identificadas por Marx (1984) na obra: **O Capital**: crítica da economia política – vol. I – livro primeiro – tomo 2. São Paulo: Abril. Cultural.

³¹ Neste caso a técnica é entendida como o principal instrumento de mediação da relação da sociedade moderna com a natureza, aquela definida por Santos (2013) como “[...] a grande banalidade e o grande enigma, e é como enigma que ela comanda nossa vida, nos impõe relações, modela nosso entorno, administra nossas relações com o entorno” (SANTOS, 2013, p. 20).



construíam os objetos indispensáveis à sua própria sobrevivência, e então desencadeia processos cuja intensidade supera a capacidade de *feedback* por possuir tempos distintos.

Desta forma, na Geografia do Clima todo este mundo³² produzido e socialmente articulado no processo produtivo apresenta segundo Monteiro (1976, p. 130) problemas de degradação no nível ambiental e social (no nível mais próximo da percepção humana). Segundo Santos (2013, p. 17) daí “[...] vem os grandes problemas de relacionamento entre a atual civilização material e a natureza. Assim, o problema do espaço ganha, nos dias de hoje, uma dimensão que ele não havia atingido jamais antes”, inclusive, “[...] nesta fase atual da história tais preocupações redobram, porque os problemas também se acumularam”.

Nesta medida, é fundamental a superação do discurso ambiental ou da antropização do território que para Sant’Anna Neto (2001) e Carlos (2007) esvazia a relação sociedade–natureza, uma vez que, por ser precisamente um processo socioespacial articula “a dimensão social e histórica da cidade à sua dimensão natural” (CARLOS, 2007, p. 150). Por consequência, na perspectiva da Geografia do Clima torna visível a afirmação de Sant’Anna Neto (2001a, 2001b, 2008, 2011) de que as diferentes sociedades ainda que em um mesmo território se encontrem em momentos distintos no processo de globalização, mundialização (fragmentação do território) e incorporação do meio técnico-científico-informacional³³.

Esta dinâmica no Sistema Clima Urbano pelo viés da Geografia do clima pressupõe de acordo com Sant’Anna Neto (1998, p. 121) que “[...] a relação entre o clima e a organização do espaço depende do grau de desenvolvimento econômico e tecnológico de cada sociedade em particular e de quais atributos são fundamentais em cada ecossistema do planeta”. Esta ideia tem como resultado que “num mesmo território uma sociedade desigual, estruturada em classes sociais, não dispõe (ou sua lógica assim não o permite) dos mesmos meios para lidar com a ação dos fenômenos atmosféricos, de forma a minimizar ou otimizar os seus efeitos para todos os segmentos sociais” (SANT’ANNA NETO, 2008, p. 62). Desta forma, é preciso identificar a maneira com que o elemento natural clima³⁴ impacta os

³² Tal como campo e a cidade que é o ponto de partida comparativo do Sistema Clima Urbano proposto por Monteiro (1976), e neste aspecto Santos (1996, p. 238-239) esclarece que antes eram apenas as grandes cidades que se apresentavam como objeto de modificações cheias de artifícios e, hoje, este mundo inclui o rural.

³³ SANTOS, Milton. **Técnica, Espaço, Tempo: Globalização e Meio Técnico-científico-informacional**. 1.ed. São Paulo: Editora Hucitec, 1994.

³⁴ De acordo com Sant’Anna Neto (1998, p. 121) o papel desempenhado pelos atributos da atmosfera na organização do espaço em um dado momento foi considerado como *determinante* e, posteriormente passou a



diferentes segmentos sociais, mesmo porque segundo Sant'Anna Neto (2012, p. 223) "[...] como o modo de produção capitalista territorializa distintas formas de uso e ocupação do espaço, o efeito dos tipos de tempo sobre um espaço construído de maneira desigual gera problemas de origem climática, também, desiguais".

Tem-se como resultado que, como o sistema Clima urbano segundo Monteiro (1976) é passível de auto-regulação, os impactos dos canais de percepção são igualmente variados de acordo com o maior ou menor grau de tecnificação incorporados aos espaços. Por isso, enquanto em alguns territórios "o clima ainda exerce papel determinante, em função do estágio do aparato tecnológico e do desenvolvimento econômico, em outros, a sofisticada tecnificação e as relações de produção altamente modernas minimizam os efeitos adversos da dinâmica climática sobre seus domínios" (SANT'ANNA NETO, 2008, p. 62). Assim, o clima urbano e as ilhas de calor não podem ser tomados apenas como um problema ambiental, mas que passa a ser social, mais uma variável ou produto de um conjunto de vulnerabilidades socioespaciais, visto que é permeado por uma lógica que não se restringe ao natural, mas deflagra impactos resultantes de relações sociais historicamente produzidas, sendo a vulnerabilidade socioespacial um elemento central como atributo do território.

Desta forma, sabendo do aumento inequívoco das temperaturas em nível global, e principalmente a formação de desconfortos nas cidades, e exposição desigual à situação social de habitação, renda (econômica) e características do sítio (áreas de risco, APPs), é necessário interpretar estes fatos não a partir de uma relação causal entre "clima" e "espaço", mas sim, os processos históricos que envolvem o processo de produção do espaço, na perspectiva geográfica, ou de uma "Geografia do Clima" (SANT'ANNA NETO, 2001a).

De acordo com Sant'Anna Neto (2001b, p. 58), uma Geografia do Clima passa pela compreensão de que "a repercussão dos fenômenos atmosféricos na superfície terrestre se dá num território, em grande parte, transformado e produzido pela sociedade de maneira desigual e apropriado segundo os interesses dos agentes sociais", e que, por consequência, constrói diferentes graus de vulnerabilidade socioespacial. Portanto, é fundamental considerar a dimensão socioeconômica dos problemas considerados cuja gênese efetivamente é decorrente de uma produção desigual do espaço urbano.

ser definido como *irrelevante* dada às implantações de tecnologias capazes de "corrigir" (grifo do autor) ou minimizar suas variações, portanto, um elemento possível de ser controlado ou, ignorada sua dinâmica natural.



3.3 O CLIMA URBANO, O RISCO CLIMÁTICO E A VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL NO CONTEXTO DAS CIDADES

É neste momento que Sant'Anna Neto (2011, p. 47) identifica o clima como risco e as cidades como sistemas vulneráveis, permitindo a interpretação de que é exatamente porque a cidade é produzida de forma diferencial, desigual e combinada que os impactos – perigo natural - passam a ser seletivos e relativizados. Por sua vez, quando o perigo passa a ser relativo, inserido na dinâmica de produção social do espaço, ele se transforma em risco, e, portanto, sua análise implica a compreensão dos níveis de vulnerabilidade.

É neste âmbito que Rebelo (2010); Freitas, Cunha (2013, p. 16) afirmam que o conceito de vulnerabilidade é definitivamente indissociável do conceito de risco e para falar de risco é necessário que haja a vulnerabilidade, em que os eventos danosos/perigo afetam de forma direta ou indireta, o indivíduo ou grupo social em termos de saúde, bens materiais, a organização social, econômica e cultural.

Por isso na perspectiva de Sant'Anna Neto (2011, p. 47) as cidades tornam-se sistemas vulneráveis, pois apesar de representarem o domínio da tecnologia, da organização econômica, política e social e, as formas mais complexas de transformação da natureza a nível global, acabam por centralizar o aumento da exposição das sociedades urbanas aos riscos naturais e diminuem a resiliência, tornando-se uma armadilha para a sociedade moderna.

Por essa razão, a vulnerabilidade social é parcialmente atribuída como um produto da desigualdade (àqueles fatores sociais que influenciam, moldam ou prejudicam a suscetibilidade dos vários grupos e orientam sua capacidade de resposta) e pelas desigualdades dos lugares (em termos de características das comunidades e do ambiente construído, por exemplo, o nível de urbanização, taxas de crescimento e economia), que contribuem para a geração de vulnerabilidade nos locais (CUTTER, 2003, p. 243). E a exposição ao risco - e neste caso concordamos que o clima assume este papel, passa a ser relativo e produto do desequilíbrio entre o sistema urbano e ambiental, de modo que:

Admitindo que, em geral, o equilíbrio entre o sistema urbano e o sistema climático é precário, então quanto maior o desequilíbrio entre estes sistemas, maior a vulnerabilidade urbana, principalmente nas cidades da periferia do mundo desenvolvido, como é o caso das cidades tropicais brasileiras (SANT'ANNA NETO, 2011, p. 47).



De acordo com Benzie *et al.* (2011) os fatores que influenciam a vulnerabilidade ao calor incluem a qualidade da habitação e do ambiente construído, características geográficas locais, o estilos de vida dos residentes, os níveis de renda, tendências de emprego, padrões de posse, redes sociais e percepção pessoal de risco. Assim, a produção diferenciada do espaço urbano revela a vulnerabilidade socioespacial às ameaças, expondo a sociedade aos riscos, que não atingem a todos da mesma maneira, também nas situações de risco associadas ao clima nas cidades brasileiras, especialmente no canal do conforto térmico no S.C.U. Na concepção de Mendonça (2010):

Situações de risco ao desconforto térmico e à formação de ilhas de calor intensas podem ser observadas como condições naturais em todas as cidades brasileiras, mas a vulnerabilidade social à estes eventos é bastante seletiva; ou seja, as repercussões sobre o desconforto térmico se fazem notar sobretudo sobre a população pobre, uma vez que ela não possui as condições econômicas, técnicas e científicas para fazer face à influência do clima sobre suas vidas (MENDONÇA, 2010, p. 158-159).

Por isso Wisner (2002, p. 15) destaca a abordagem dualista da vulnerabilidade em muitos trabalhos que de um lado abrange a susceptibilidade (características de fraqueza de um elemento ou sistema) e por outro lado a capacidade de enfrentamento/suporte que se refere aos recursos positivos para suportar os impactos negativos de um evento perigoso. E esta dualidade explica até certo ponto muitos aspectos da distribuição diferenciada da vulnerabilidade confirmando a colocação de Mendonça (2010) de que a vulnerabilidade social a eventos climáticos é extremamente seletiva e as condições de suporte são distintas. Portanto, Birkmann (2007, p. 21) destaca que a dificuldade de recuperação aos impactos negativos de eventos perigosos também devem fazer parte da avaliação da vulnerabilidade.

Historicamente, as cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente, não fogem a regra e apresentam ilhas de calor e aumento significativo da temperatura do ar no espaço intraurbano e urbano-rural. Entretanto, estes impactos possuem intensidades distintas de acordo com as particularidades de variáveis que definem a vulnerabilidade nestas cidades.

E haja vista que o S.C.U. a partir do canal termodinâmico é admitido como passível de auto-regulação, portanto, o homem pode detectar estas disfunções e intervir na forma de produção do espaço urbano por meio de adaptações (MONTEIRO, 1976, p. 101) fortemente artificializadas pela técnica para potencializar ou amenizar condições adequadas ao conforto



ambiental, possibilidade acessível a uma pequena parcela da população³⁵ (MENDONÇA, 2010, p. 159).

É sabido que o clima deveria ser um importante componente no planejamento urbano das cidades, entretanto pouco das mudanças nos padrões de interrelação entre as dinâmicas da atmosfera e a superfície - operador/operando (MONTEIRO, 2009, p. 46) - são considerados na produção dos espaços urbanos. Como consequência, o conforto do ambiente é notoriamente negligenciado, apesar dos agravantes do clima urbano ser conhecidos, inclusive seus insumos. Tal como argumenta Lourenço *et al.* (2013, p. 10) tais afirmativas remetem às considerações de Rebelo (1994, 2001, 2013) que é enfático quanto à necessidade de atribuir um novo olhar nas ocorrências atuais a respeito dos riscos, também climáticos, considerando que houve um aumento na intensidade dos processos potencialmente perigosos, de forma aliada a uma análise atenta sobre as vulnerabilidades socioespaciais específicas de forma a integrá-lo nas políticas de ordenamento do território.

A partir disso conclui-se que o risco é diferente mesmo em lugares em que a situação de ameaça é igual, porque a vulnerabilidade é diferente, ou seja, cada setor geográfico da cidade possui elementos distintos que definem ao que se está vulnerável. Por isso na climatologia urbana é fundamental ter como pressuposto que o Sistema Clima Urbano em sua essência já se configura como risco então mais frequentemente é necessário definir a vulnerabilidade como condicionante de um perigo, o que torna superficial discuti-la independente do seu contexto de risco (CARDONA, 2004, p. 37).

É preciso considerar, em primeiro lugar, que estes processos não podem ser reduzidos tão somente à dicotomia entre ser natural, ou social, mesmo porque as problematizações relativas à sociedade-natureza continuam fundamentais na ciência geográfica. Todavia é a associação destas dinâmicas que expressa a articulação no espaço geográfico entre natureza e sociedade (SUERTEGARAY, 2001, p. 8), de forma híbrida (SWYNGEDOUW, 2001, p. 85).

O espaço geográfico possui múltiplas formas de apreensão conceitual dada a complexidade de organização da sociedade, embora ao mesmo tempo o conhecimento

³⁵ Segundo Mendonça (2010, p. 159) “Na organização do espaço urbano brasileiro observa-se, facilmente, os resultados benéficos do planejamento urbano à uma pequena parcela da população (classe alta e dirigentes) em cujos bairros o urbanismo permitiu a formação do efeito-parque/efeito-lago como dinamizadores do clima urbano e, portanto, com extremos térmicos menos evidentes” (MENDONÇA, 2010, p. 159).



científico una estas concepções como processos indissociados. Da mesma forma, Santos (2013, p. 18) esclarece esta dinâmica referente a natureza diferenciando que:

Sem o homem, isto é, antes da história, a natureza era una. Continua a sê-lo, em si mesma, apesar das partições que o uso do planeta pelos homens lhe infligiu. Agora, porém, há uma enorme mudança. *Una*, mas socialmente fragmentada, durante tantos séculos, a natureza é agora *unificada* pela história, em benefício de firmas, Estados e classes hegemônicas. Mas já não é a Natureza Amiga, e o Homem também já não é seu amigo (SANTOS 2013).

De forma contraditória, complementar e dialética sociedade e natureza possuem lógicas ora fragmentárias, ora múltiplas e unificadas (SUERTEGARAY, 2001, p. 9; MENDONÇA, 2001), uma vez que são processos complementares e se processam numa infinidade de formas na realidade. E “como este ambiente é “vivo” e regulado por processos e dinâmicas próprias, responde às alterações impostas pelo sistema resultando em níveis de derivações dos ambientes, naturais e sociais, dos mais variados” (SANT’ANNA NETO, 2002, p. 326).

É uma análise que não somente integra a natureza e a sociedade, ao contrário, considera que ambos interagem dialeticamente e são produtos do processo de produção do espaço e transformação da natureza (MENDONÇA, 2000; SUERTEGARAY e NUNES, 2001; PEDRO MIYAZAKI, 2014, p. 39), uma totalidade. Esse é o ponto de partida que oferece a sustentação para que não seja uma visão dicotômica, mas que integre a diversidade de dinâmicas, a unidade de sua gênese e os múltiplos campos de interpretação de sua natureza.

Desta forma, a opção pela análise do Sistema Clima Urbana no âmbito da Geografia do clima vai além de trazer a cidade e o urbano, pois o clima como uma construção social traz também os processos inerentes à produção do espaço urbano e assim, a vulnerabilidade e o risco passam a serem categorias síntese da realização contraditória da sociedade–natureza com suas formas e conteúdos.

Por fim, com o clima urbano, a vulnerabilidade, os riscos e as formas de conceber os perigos na dinâmica socioespacial, na perspectiva da Geografia do Clima a análise toma uma convergência totalizante e assim, as mudanças no clima urbano só podem ser verificadas pelas alterações nos modos de produzir cidade.



4. A PRODUÇÃO DO ESPAÇO URBANO COMO MEDIADOR DOS IMPACTOS DO CLIMA URBANO: CARACTERÍSTICAS DA CLIMATOLOGIA URBANA DAS CIDADES TROPICAIS

Na dinâmica das alterações climáticas, o clima urbano é um importante componente da natureza que evidencia o acúmulo de consequências das transformações inadvertidas e intencionais introduzidas nos climas regionais e locais e radicaliza as desigualdades sociais profundas que se constituem nos lugares.

Ao considerar as causas e consequências do clima urbano nas cidades é imediatamente evidente que as variações de temperatura, de umidade relativa do ar, regime de precipitação, na ventilação ou qualidade do ar se relacionam na escala espacial e temporal a dinâmica socioespacial de produção dos espaços urbanos das cidades, nos diferentes setores geográficos.

Portanto, cada conjunto de bairros, ou setor geográfico, com características próprias de uso do solo, ocupação da terra, sítio urbano e morfologia urbana e geoambiental verificados na cidade apresenta intensidade dos impactos climáticos diversos (SOUZA, 2013, p. 159).

O modelo de gestão do desenvolvimento econômico e urbano aplicado no Brasil a muitas décadas - baseado no rápido crescimento econômico e de expansão das cidades, ao passo que a distribuição de renda é desigual (KNIGHT, 1982, p. 5) fortaleceu os processos de exclusão, desigualdade e segregação dos espaços.

Então, são necessárias avaliações tanto no que diz respeito aos efeitos causados pelo modelo de desenvolvimento e da urbanização sobre o clima em diversas escalas, como também os efeitos das mudanças climáticas globais sobre o meio ambiente urbano, tendo em vista a necessidade de mitigação e adaptação dos locais de vivência às condições climáticas extremas e exposição aos riscos.



4.1 O CLIMA URBANO E AS ILHAS DE CALOR URBANAS NAS CIDADES

Por sua gênese centrada na relação sociedade ↔ natureza o clima urbano trata de um problema da geografia, discutido tradicionalmente no âmbito das geociências exatas e da terra tal como a Geografia Física, Climatologia, Meteorologia, Arquitetura, Engenharia Ambiental e Sanitária e outras.

Monteiro, em 1986, já apontava a necessidade de diversificar os estudos e modelar os sistemas climáticos urbanos das áreas tropicais da América do Sul – com enfoque no Brasil. O autor instiga a investigação sugerindo ser imprescindível buscar as características próprias de configuração do clima urbano no âmbito brasileiro. Page (1980) na década de 1980 no intuito de estabelecer uma análise aprofundada destaca que embora houvesse no passado uma relação entre as edificações e assentamentos humanos com o clima dos lugares, atualmente a lógica de desenvolvimento urbano e econômico vigente pouco considera que o clima seja um recurso renovável e, principalmente um risco recorrente (ASSIS, 2005, p. 95). O apontamento dos autores embasa o propósito de leitura do clima como um recurso comercializável porque ele é apropriado e vendido da mesma forma que os demais sistemas urbanos. Enquanto recurso, segundo Assis (2005, p. 95) o clima representa uma série de fontes de energia renováveis e adaptáveis e enquanto risco se pode prevenir prejuízos materiais e sociais decorrentes de eventos climáticos de curto prazo.

A princípio, segundo Cavalheiro e Del Picchia (1992) e Nucci (2008, p.32) a lógica do ordenamento e produção das paisagens urbanas é constituída no âmbito físico de três sistemas: **espaços de integração urbana** (rede rodo-ferroviária); **espaços com construções** (habitação, indústria, comércio, hospitais, escolas, etc.) e **espaços livres de construção/áreas verdes** (praças, parques, águas superficiais, etc, sendo os sistemas de espaços públicos livres para recreação com potencialidade ecológica e acessibilidade) (NUCCI, 2008, p. 26-38).

A forma de organização destes três sistemas se dá na morfologia urbana³⁶ que na escala da cidade implica no âmbito conceitual e da práxis geográfica destacar o sítio urbano,

³⁶ Este conceito é discutido em detalhes na dissertação de: RAMPAZZO, Camila R. **Clima e produção do espaço urbano: contribuição ao estudo da Geografia do Clima no contexto das cidades de São Carlos e Marília. Presidente Prudente.** FCT/UNESP, 2.V., 304p. (Dissertação de Mestrado em Geografia)., 2015. É mantida a opção conceitual de que a **morfologia urbana** das paisagens e suas formas se constituem no ponto de entrada e saída da relação entre o sítio urbano e a estrutura urbana da cidade (seus tempos, sobreposições e dinâmicas nas diversas escalas da cidade) (WHITACKER e MIYAZAKI, 2012, p. 318). Portanto, para compreender a organização dos três sistemas de ordenamento das paisagens urbanas (NUCCI, 2008, p. 32), deve-se partir dos



limite físico, situação geográfica³⁷ e posição geográfica³⁸, e na escala intraurbana, a localização³⁹ e características fisiográficas (altitude, declividade, exposição de vertentes, hidrografia, vegetação), além do desenho da cidade (sua tessitura e trama de elementos). Segundo Rego e Meneguetti (2011, p. 125) o tecido urbano se constitui “pelo sistema viário, pelo padrão do parcelamento do solo, pela aglomeração e pelo isolamento das edificações assim como pelos espaços livres”, além do plano/traçado urbano regular ou irregular (ortogonal, retangular, radial) e quanto aos elementos deste tecido da cidade inclui as edificações, ruas, quadras e lotes, praças, monumentos e parques (REGO e MENEGUETTI, 2011, p. 125). É na totalidade destes elementos que compõe a morfologia urbana que as cidades e o clima urbano se distinguem. Cada arranjo, trama e tipologia de ocupação - planejada ou espontânea, representa um processo peculiar de produção do espaço e intervenção urbana. É essa heterogeneidade que determina a seletividade e diferenciação dos impactos do clima urbano com condições socioespaciais e de conforto distintas.

A dinâmica desigual de produção dos espaços diferencia substancialmente a morfologia urbana dos setores geográficos da cidade destinados aos segmentos de maior e menor renda a partir da mercantilização dos espaços urbanos incluindo os elementos do meio ambiente (ROMERO, 2005; 2009). Zangalli Junior (2014, p. 575) delimita como isso se concretiza no contexto da globalização apontando que é atribuído valor de troca a tudo, inclusive ao clima no âmbito das mudanças climáticas, até mesmo aos prováveis impactos dos problemas ambientais (ZANGALLI JUNIOR, 2014). Segundo Romero e Vásquez (2006, p. 266) uma série de recursos naturais, ambientais e territoriais que compunham parte dos bens comuns e dos espaços públicos foram privatizados e negociados no mercado.

Nesta organização, segundo Romero, Salgado, Smith (2010, p. 153) as características do clima urbano também são avaliadas e convertidas em bens e serviços comercializáveis, assim como aconteceu com o solo, a água e a biodiversidade. Portanto, o clima urbano tem sido comercializado como uma mercadoria nos empreendimentos imobiliários tendo seu

elementos da morfologia urbana, sendo eles notadamente: **as características do plano e do sítio urbano, a homogeneidades nas formas ou ocupações, os limites físicos, densidade de ocupação, topografia, os acidentes geográficos** etc (WHITACKER e MIYAZAKI, 2012, p. 322).

³⁷ A **situação geográfica** significa a “localização de uma povoação em relação aos terrenos circundantes” (SMALL e WITHERICK, 1992, p. 236).

³⁸ A **posição geográfica** ou localização relativa se refere a “situação locacional de uma cidade face a aspectos externos a ela, envolvendo o conteúdo natural e social das áreas circunvizinhas” (CORRÊA, 2004, p. 317).

³⁹ A **localização** refere-se a “Situação geográfica de um dado fenômeno; o seu ponto ou posição no espaço” (SMALL e WITHERICK, 1992, p. 145).



preço embutido, por exemplo, nas condições de conforto, saúde, habitação e no clima ideal. O clima está incluído no preço final que os projetos imobiliários alcançam dependendo da sua localização em áreas mais ou menos favoráveis, especialmente segundo Romero, Salgado, Smith, (2010, p. 153) quando as cidades são fortemente poluídas e a população apresenta condições e interesse em pagar por uma melhor qualidade do ar e do ambiente.

No âmbito nacional e internacional o padrão de ocupação do espaço urbano segue a lógica em que os segmentos sociais de maior renda – as pessoas ricas da cidade - moram nos lugares de maior conforto e qualidade climática e, a imensa maioria de habitantes pobres reside em áreas com má qualidade do ar, com baixa qualidade climática e sofre a chamada injustiça ambiental, conceito amplamente discutido na literatura latino-americana. A perspectiva de “justiça ambiental” surgiu segundo Acselrad (2005, p. 219) no movimento de ressignificação das questões ambientais aprofundadas com a lógica da globalização cujos embates questionam o modo como se associa a apropriação dos recursos do meio ambiente aos seus múltiplos valores e usos para as sociedades. A injustiça é marcada na perspectiva de Acselrad (2005, p. 221-222) quando se identifica a exposição desigual ao risco e a capacidade distinta dos grupos sociais de escaparem aos seus efeitos, abrindo espaço para a ótica de que o ambiente de alguns grupos sociais que acumulam a riqueza prevaleça sobre o de outros mais pobres que são ambientalmente penalizados. Por isso Romero e Opazo (2011, p. 12) consideram que este conceito de injustiça ambiental aplicado ao contexto social tropical se constitui quando os segmentos sociais mais pobres e vulneráveis da cidade são afetados desproporcionalmente de forma intensa pelos efeitos ambientais adversos.

O conjunto da morfologia urbana permite identificar as feições desiguais da cidade impressas nas formas e funções espaciais (conteúdos), e incluem segundo Whitacker e Miyazaki (2001, p. 318) **as características do plano e do sítio urbano, a homogeneidades nas formas ou ocupações, os limites físicos, densidade de ocupação, topografia, os acidentes geográficos**⁴⁰ etc (WHITACKER e MIYAZAKI, 2012, p. 322).

Não obstante, Capel (2002, p. 68) salienta que é possível falar em duas feições:

⁴⁰ Estes elementos que não se limitam a geometria urbana, pois envolvem toda a paisagem geográfica e são retomados tradicionalmente desde a Escola Conzeniana (WHITEHAND, 2001). M. R. G. Conzen fundou a **Escola de pensamento Conzeniana** imediatamente após o final dos anos XIX e reconheceu conceitualmente a **divisão tripartite da paisagem urbana**, sendo estes três elementos: - **plano da cidade**, - **estrutura dos edifícios e - utilização dos terrenos e edifícios**. O autor definiu a precisão dos limites e dimensões dos lotes bem como fundamental a reconstrução da história das cidades em estudos escalares. Conzen introduziu ainda os conceitos de **Fringe belts**, **Ciclo Burgage**, **Região morfológica** (WHITEHAND, 2001, tradução da autora).



Puede hablarse de un paisaje de la riqueza y de la pobreza, con características morfológicas diferenciadas entre sectores ricos y pobres de la ciudad. Dichos rasgos se reflejan en la calidad constructiva de los edificios y en los espacios públicos. Y hacen similares con gran frecuencia a los barrios de las clases populares de todas las ciudades del mundo (2002, p. 68).

Representando a materialização desta injustiça nas cidades a partir das duas feições mais marcantes da morfologia urbana, a da riqueza e da pobreza (CAPEL, 2002, p. 68), é possível pensar, por exemplo, a questão da moradia. De acordo com Lima (2016), Lima e Lay (2017) a inserção urbana de conjuntos habitacionais é uma das grandes questões mundiais sobre políticas habitacionais na atualidade. E o Brasil, por exemplo, passou por esta experiência massiva de produção de habitações populares através de programas impulsionados pelo governo, tal como a produção do Programa Minha Casa Minha Vida (LIMA, LAY, 2017, p. 3). Em linhas gerais, relata Lima (2016, p. 81) que as iniciativas apresentam uma série de deficiências de qualidade em termos de características de aparência, percepção de segurança, nos espaços abertos, equipamentos e infraestrutura (LIMA, 2016, p. 81). Apesar de uma iniciativa legítima, ocorre que as habitações localizam-se majoritariamente em áreas com menor valorização urbana, com precariedades e baixa diversidade funcional e, inclusive há uma homogeneidade social dos moradores residentes, consideram as docentes (LIMA, 2016, p. 81).

Portanto, sujeitos sociais residem num conjunto habitacional em uma casa com área útil de 35m²⁴¹ e no âmbito climático a temperatura (°C) interior é mais elevada que a temperatura exterior e a presença de vegetação, se existente, é restrita. Estas áreas sofrem esta injustiça, por dois motivos principais. O primeiro deles porque vivem em um setor geográfico da cidade submetido a certas condições, porque são pobres, e não podem viver em outro lugar e, segundo, porque muitas vezes, dependem de Programas sociais de habitação, onde o governo decidirá onde se instalam suas casas e não possuem nenhuma liberdade de decidir e agir. Uma das principais consequências disso, segundo Villaça (2011,

⁴¹ Exemplo de dimensões em m² da tipologia de uma casa térrea (2 quartos, sala, cozinha, banheiro, acessibilidade, área útil mínima de 36 m² não computada área de serviço) para famílias com renda de até 3 salários mínimos construída no âmbito do empreendimento **Minha Casa Minha Vida** com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial – FAR. A **Caixa Econômica Federal** é a instituição financeira responsável pela definição dos critérios e expedição dos atos necessários à operacionalização do programa, bem como a definição de critérios técnicos. **Minha Casa Minha Vida**. Moradia para as famílias. Renda para os trabalhadores. Desenvolvimento para o Brasil. Caixa. Brasil um país de todos. Governo Federal. Cartilha Caixa. Disponível em: <<http://www.ademi.org.br/docs/CartilhaCaixa.pdf>>. Acesso em: 15 fev. 2018.



p. 37, 2012) é o acirramento da segregação urbana nas cidades que claramente reforça a desigualdade e a pobreza, além de toda injustiça ela associada, entre outros problemas. Em contraposição, é fato que a população de maior poder aquisitivo pode agir, escolher o local e construir seu habitat com material construtivo de qualidade, quintal arborizado, próximo a áreas de lazer com vegetação, parques e praças, portanto, são outras condições sociais, é outro clima urbano com conforto diferente.

Conclui-se, portanto, que o local de residência de grande parte dos sujeitos sociais é uma escolha mediada pelo outro que decide por iniciativas entre o setor público e privado a forma de organização dos espaços da cidade, quem se apropria e onde se apropria (CARLOS, 2004, p. 140). Este modo de uso e organização do espaço no mundo moderno, submetido à lógica da propriedade privada segundo Carlos (2004, p. 140) delimita os espaços passíveis de apropriação e revela a fragmentação imposta do solo urbano. Como consequência, a vida na cidade é normatizada ao reduzir os espaços a uma função específica que nega suas múltiplas possibilidades de apropriação. Por isso, o cidadão é reduzido à condição de usuário do espaço, seu ato de habitar limita-se a morar. Tais processos constroem uma prática socioespacial na cidade que converge para a segregação visível no urbano cuja morfologia materializa uma hierarquia social que é previamente definida e não um direito de decisão. Por isso o acesso à moradia é algo extremamente diferenciado segundo Carlos (2004, p. 141), portanto, não é possível negar o caráter político, intencional e desigual ao determinar tais condições de desigualdade a população.

Uma injustiça dessa envergadura na cidade produz uma climatologia social, pois estas condições são injustas e traz a discussão para o âmbito político, porque antes de revelar a heterogeneidade do urbano é uma condição política que segrega e diferencia o acesso de um e outro ao espaço. Portanto, como afirma Acselrad (2006, p. 2), os “[...] grupos sociais convivem com horizontes e expectativas de vida distintas: quanto mais estreito for o arco das expectativas, maior a propensão a aceitar condições, em outras circunstâncias, momentos e lugares, inaceitáveis”. A população pobre não tem escolha na lógica de produção espacial e acaba por aceitar condições, sob outra lente, inoportunas.

Bem por isso Carlos (2004, p. 141) evidencia que “O ato de “habitar” está na base de construção do sentido da vida, realizada nos modos de apropriação dos lugares da cidade, a partir da casa, na vida cotidiana enquanto prática sócio-espacial” (CARLOS, 2004, p. 140). E é



justamente no plano do habitar, aquele de residir, que revela historicamente a real natureza de desenvolvimento contraditório e da segregação urbana na produção das desigualdades sociais na cidade. A segregação em suas inúmeras formas de manifestação é uma forma de exclusão social e de dominação que reflete na dimensão espacial, considera Villaça (2011, p. 41). Segundo Carlos (2004, p. 141) “[...] a segregação é a negação do urbano e da vida urbana. Seu fundamento é a existência da propriedade privada do solo urbano, que diferencia o acesso do cidadão a moradia, produzindo a fragmentação dos elementos da prática sócio-espacial urbana” que separa efetivamente os lugares da vida.

No modo de produção capitalista todo o espaço é tomado como passível de intercâmbio, como partes vendidas em separado, e isso fundamenta a desigualdade que submete a necessidade orgânica de morar àquela da realização da propriedade privada e isso revela os conflitos e, principalmente os limites da reprodução social que norteia a lógica de apropriação do espaço para a vida (CARLOS, 2004, p. 141). Por isso a produção do espaço urbano é uma característica fundamental da climatologia urbana, porque o lugar de moradia e as características da habitação na maioria das vezes não é uma liberdade de escolha e na cidade isso fica representado pelos diferentes padrões de ocupação que determinam condições sociais e de conforto distintas, assim Carlos (2004, p. 140) esclarece:

O plano do habitar revela a extrema desigualdade bem como a fragmentação dos lugares submetidos a apropriação privada. Neste plano também se revelam os atos que produzem a cidade dentro dos limites da produção econômica, enquanto condição da produção/reprodução do capital, enquanto *uso produtivo* do espaço através dos múltiplos processos de intervenção (CARLOS, 2004, p. 140).

É neste cenário que na climatologia latino-americana vêm se construindo a discussão de uma categoria de análise da relação sociedade natureza pela chamada injustiça ambiental (HOMERO, 2009; HOMERO, OPAZO, 2011) considerando as características de diferenciação, desigualdade e exclusão frente às questões ambientais e vulnerabilização da sociedade.

Como as características geoambientais e urbanas é a base de análise do clima urbano, e as ilhas de calor são um desses paradoxos – nessa forma de relação sociedade e natureza, daí a importância de entender as características do clima do ponto de vista do risco (ROMERO, SALGADO, SMITH, 2010; SANT’ANNA NETO, 2012a). E, admitir que o risco seja agravado pelos condicionantes da diferenciação socioespacial na produção do espaço urbano (CARLOS, 2007; RODRIGUES, 2007) que promovem a vulnerabilização da população



nos espaços de desigualdade, susceptibilidade e exclusão (WISNER, 2002, p. 15; CUTTER, 2003; VEYRET, 2007; SOUZA, ZANELLA, 2009).

Estes aspectos são centrais na compreensão da climatologia urbana, pois a dinâmica de estruturação dos espaços que delinea a configuração de vulnerabilidades as mais diversas, fragiliza a sociedade perante aos riscos ambientais. Por tais motivos que cada vez mais é necessário identificar estas características e defini-las para uma leitura precisa da realidade e possibilidades de análise integrada totalizante.

Então, o clima urbano na perspectiva social da Geografia do Clima, mais do que apresentar o padrão distinto de configuração e distribuição das ilhas de calor em relação àquele proposto por Oke (1987) associado às atividades produtivas; se distingue pela produção diferenciada e desigual do espaço urbano, pela incorporação do potencial do clima na diferenciação dos espaços e pela injustiça socioambiental que estrutura política e economicamente a vulnerabilidade e o risco climático nas cidades.

Deste modo, é claro, pelos mais diversos problemas ambientais e urbanos que repercutem nos espaços urbanos e periurbanos, que o atual modelo de urbanização global é insustentável, sendo necessário de acordo com o relatório da UN-HABITAT "*Urbanization and development: emerging futures. World Cities report*"⁴² (2016, p. 41) implementar novos padrões de planejamento para responder aos desafios de desigualdades sociais e a proliferação de favelas, especialmente nos países em desenvolvimento (UN-HABITAT, 2016⁴³). As cidades, por sua vez, são a expressão material mais impactante desta urbanização sobre o espaço e segundo Carlos (2014, p. 53) reforçam o enfoque atual de análise do conteúdo das relações sociais no processo de apropriação/produção/reprodução do espaço e, do desenvolvimento técnico da civilização humana nos dizeres de Santos (1996) e Sant'Anna Neto (2011). Isso ocorre visto que a urbanização é um processo mais complexo e é mais do que a cidade, como morfologia objetiva (CAPEL SÁEZ, 2002-2005), é uma maneira específica de produzir o espaço urbano. E nesta condição, é fundamental delimitar como o espaço é utilizado para diferenciar social e espacialmente a sociedade urbana.

⁴² Relatório da UN-HABITAT "*Urbanization and development: emerging futures. World Cities report*". Disponível em: <<http://wcr.unhabitat.org/wp-content/uploads/sites/16/2016/05/WCR-%20Full-Report-2016.pdf>>. Acesso em: 25 de setembro de 2016.

⁴³ *World cities report 2016. Urbanization and Development: Emerging Futures*. Disponível em: <<http://wcr.unhabitat.org/>>. Acesso em: 24 de setembro de 2016.



O espaço urbano, por natureza, se apresenta fragmentado e articulado, reflexo da sociedade e condicionante social, e na cidade é o lugar onde vive e se reproduzem os diversos segmentos sociais (CORRÊA, 2005, p. 9). Ocorre, em primeiro lugar que, por ser o reflexo espacial das relações sociais na cidade capitalista, segundo Corrêa (2005, p. 8) o espaço da cidade é fortemente dividido em áreas residenciais segregadas que refletem a estrutura social organizada em classes. O segundo ponto de partida é que, especialmente associado às cidades capitalistas, o espaço urbano, é profundamente desigual, a ponto da desigualdade se constituir numa característica própria do espaço urbano (CORRÊA, 2005, p. 8). E sabendo que o espaço é à base de reprodução social no modo de produção capitalista, segundo Carlos (2017, p. 59) isso determina historicamente a condição de que a sociedade produz o seu próprio espaço, numa relação conflituosa e contraditória e constitui as dimensões de organização distinta e diferenciação socioespacial nas cidades (CARLOS, 2001). Justamente por ser um reflexo social, tendo em vista que as relações sociais são dinâmicas, na mesma medida o espaço urbano das cidades possui tantas feições, mudanças, ritmos e natureza diferenciados na sua principal forma aparente, na dimensão material dos diferentes usos da terra (CORRÊA, 2005, p. 9).

Em termos de definição da produção do espaço urbano, segundo Lefebvre (2006, p. 127) se por um lado à noção de produção se refere aos produtos, objetos e mercadorias, de outro ele também se coloca como condição para o que se utiliza e consome, portanto, para a reprodução da vida social. Então, o espaço passa a ser a condição e o resultado da reprodução da sociedade, sob o capitalismo, organizado segundo as exigências do Estado, forças políticas, agentes, grupos sociais e instituições que o compõem.

No tocante a produção do espaço urbano Corrêa (2005, p. 11) parte do princípio de que seja um produto social uma vez que as ações são mediadas pela ação de agentes que produzem tanto quanto consomem a cidade (CORRÊA, 2007, p. 66; SILVA, 2007, p. 90). Este conjunto de ações acumuladas através do tempo (resultam da dinâmica contraditória de reprodução das relações capitalistas) modela a cidade, e definem intencional e decisivamente a localização dos usos da terra e a valoração dos setores geográficos (CORRÊA, 2005, p. 15). Esta perspectiva corrobora com a visão de que produzir o espaço é



organizar e diferenciá-lo, portanto, a diferenciação socioespacial⁴⁴ é uma dinâmica inerente à gênese de produção do espaço mediada por agentes cuja complexidade de ações Corrêa (2005, p. 11) delinea que:

A complexidade da ação dos agentes sociais inclui práticas que levam a um constante processo de reorganização espacial que se faz via incorporação de novas áreas ao espaço urbano, densificação do uso do solo, deterioração de certas áreas, renovação urbana, relocação diferenciada da infraestrutura e mudança coercitiva ou não, do conteúdo social e econômico de determinadas áreas da cidade (CORRÊA, 2005, p. 11).

Se a diferenciação socioespacial é inerente à produção do espaço, a desigualdade é sua expressão característica (CORRÊA, 2005; RODRIGUES, 2007) e é com base na desigualdade que são estruturadas as formas e conteúdos que diferenciam os espaços pela apropriação seletiva no urbano. Assim, “a desigualdade socioespacial é expressão do processo de urbanização capitalista, um produto da reprodução ampliada do capital que se perpetua como condição de permanência da desigualdade social” (RODRIGUES, 2007, p. 74).

A este respeito Carlos (2007, p. 47) retoma Soja (1993) e Harvey (2004a, 2004b, 2004c) com base na noção construída pelos autores de “desenvolvimento geograficamente desigual” e enfatiza que a desigualdade “[...] esclarece a existência de uma sociedade de classe que diferencia os seus membros a partir do lugar que ocupam tanto na produção quanto na distribuição da riqueza gerada”.

Sposito (2017, p. 128) faz uma ressalva sobre aspectos fundamentais das relações e distinção entre desigualdade e diferença, dentre os vários níveis que as determinam, e para isso estrutura sua argumentação sob dois pontos. O primeiro deles refere-se a expansão dos espaços de domínio do modo capitalista de produção na escala internacional que exige a comparação de realidades socioespaciais que, historicamente, se distinguem e são diferentes entre si na sua gênese (SPOSITO, 2017, p. 128). A autora (op. cit., p. 128) exemplifica este contexto ao entender que o avanço da civilização se deu majoritariamente

⁴⁴ Em relação a este conceito na análise das relações espaciais é sabido que Souza (2007, p. 112) estabelece uma crítica no tocante a escala de verificação, em nível epistemológico e metodológico, propondo uma análise que passe da “diferenciação socioespacial” (ou seja, da diferenciação do espaço social) para a “diferenciação sócio-espacial” em sentido mais pleno (ou seja, da diferenciação das relações sociais e do espaço social, e dos vínculos entre ambos). Para uma análise mais aprofundada sobre esta proposta é recomendado a referência bibliográfica: SOUZA, Marcelo Lopes de. Da “diferenciação de áreas” à “diferenciação socioespacial”: a “visão (apenas) de sobrevôo” como uma tradição epistemológica e metodológica limitante. *Revista CIDADES*, v. 4, n. 6, 2007., p. 101-114.



nos padrões da sociedade ocidental pela imposição de seus valores e não priorizou as diferentes sociedades com valores, práticas e formas específicas de vida e produção do espaço. Para Sposito (2017, p. 128) a “produção da desigualdade é condição e expressão desse movimento”, portanto, como consequência do primeiro ponto, a tentativa de constituir uma unicidade a partir da técnica que, por sua vez, também resulta na unicidade do tempo, implica hierarquização, sugere medição e requer a escolha de índices e coloca todas as pessoas, lugares e situações em comparação (SPOSITO, 2017, p. 128-129). Segundo Sposito (2017, p. 129) a adoção metodológica de parâmetros e índices como instrumentos de mensuração e variáveis para determinação das diferenças, apesar de importantes, compromete a definição da gênese que de fato determina as desigualdades e restringem a leitura das diferenças cujo enfoque ficaria restrito a sua composição, quantificação ou formas de ação. Em outros termos segundo a autora (2017, p. 129) as desigualdades revelam as diferenças de poder de consumo, de decisão e de apreensão do espaço e, portanto, viram diferenças, tendo como ponto de partida a sociedade que dadas às condições econômicas, políticas e sociais possui condições quantitativa e qualitativamente desiguais de participação na vida urbana e na sociedade do consumo. Estas desigualdades recolocam as diferenças em pauta, e nas cidades a diferença se apresenta em distintas vertentes e num número maior de conflitos (SPOSITO, 2017, p. 129).

Entende-se assim que a produção do espaço urbano se constitui como um indicador econômico e político, pois de fato como ressalta Carlos (2007, p. 48) é preciso desvendar as lógicas constitutivas do espaço que de maneira contraditória é produzido socialmente, porém sua apropriação é privada. Desta forma, é evidente que a diferenciação socioespacial, apesar de inerente a lógica de produção do espaço no capitalismo, é tecida como um problema quando a intensificação do processo de diferenciação - que pode se manifestar em distintas escalas de análise (CORRÊA, 2007, p. 61-62), passa a se configurar como negatividade. De forma aprofundada Carlos (2007, p. 48) se posiciona:

[...] entendendo a desigualdade como centro explicativo da diferenciação e esta imanente à produção espacial, tanto em seu sentido real e concreto (vivido, percebido praticamente, gerando segregações), quanto possível (a idéia de que a desigualdade vivida pode produzir a diferença como negatividade) (CARLOS, 2007, p. 48).



É justamente nesta escala, segundo Carlos (2007, p. 56) em que a morfologia espacial e social se justapõe que a cidade é produzida como segregação. Como um conceito que explica práticas sociais ainda mais complexas, a segregação refere-se estrategicamente a separação efetiva das práticas socioespaciais que delimita áreas com identidade social de classes e de usos homogêneas. A segregação é marcada inclusive na morfologia urbana da cidade, pois pretensamente são criadas áreas separadas do todo que representa a cidade, onde os sujeitos que delas se apropriam se enxergam como semelhantes e isso, para Carlos (2007, p. 56) torna o conflito ainda mais complexo.

É então, “ao mesmo tempo, pressuposto e produto (contraditório e necessário) do processo histórico de produção do espaço, vivida concreta e praticamente a escala do lugar” (CARLOS, 2007, p. 48). Em suma, a produção social do espaço urbano determina os conflitos e contradições da relação sociedade e natureza e favorece a existência da diferenciação socioespacial em muitas dimensões. Um dos principais pilares destes problemas em nível global é a crise do meio ambiente nos anos 1960 que implicou na necessidade de atribuir um novo olhar sobre a questão ambiental e o futuro do meio ambiente e provocou um avanço na conscientização sobre problemas ambientais, além de confirmar a insustentabilidade do modelo atual de desenvolvimento da sociedade (BRAGA *et al.*, 2005, p. 2). A construção de uma nova racionalidade e concepção sobre os limites do ambiente, inclusive para fundamentar a problemática ambiental, implica em um novo processo civilizatório e um novo projeto de desenvolvimento contrário ao fluxo racional vigente, que reincorpore a essência da natureza (SACHS, 2004; VEIGA, 2008; ACSELRAD, 2015, p. 61).

Ora, se esta é a lógica de análise do espaço urbano e todas as relações inerentes a ele, relações sociais que se realizam concretamente enquanto relações espaciais (CARLOS, 2007, p. 105), tão somente a relação sociedade-natureza em sua totalidade apontam para o processo de produção/reprodução das desigualdades sociais no desenvolvimento contraditório e conflituoso das cidades.

No cenário brasileiro o processo de urbanização se caracterizou pela intensidade e rapidez com que ocorreu, sendo que a partir de meados do século XX, segundo Deák (1999) deixou de ser predominantemente agrário, transformando-se em um país de caráter urbano. Segundo Santos (2005, p. 31) ocorre uma inversão do lugar de residência da população brasileira entre os anos de 1940 e 1980 impulsionados pela lógica da industrialização e as



políticas nacionais de incentivo a integração do território que acentuaram, por sua vez, a concentração da população nas cidades impulsionando o processo de urbanização e reforçando formas capitalistas de produção e divisão do trabalho. No contexto recente, segundo dados do Censo 2010 obtidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2010) o total da população brasileira residindo em áreas urbanas era de 84,36%, percentuais decorrentes da expulsão da população rural (processo historicamente marcado de êxodo rural brasileiro) e, pela atratividade das cidades em termos de comércio e serviços.

No âmbito da história das cidades - como marco espacial e temporal que contém a moderna divisão social do trabalho e o avanço tecnológico -, elas constituem o lugar com forma e conteúdo mais propício quantitativa e qualitativamente para o desenvolvimento do capitalismo, pois concentra a força de trabalho, os meios de produção industrial, além do lugar de gestão, tomada de decisões e da divisão territorial do trabalho no modo de produção capitalista (LEFEBVRE, 1991, p. 170; SPOSITO, 2012, p. 64). Historicamente as cidades receberam as consequências diretas do rápido crescimento populacional desde a Revolução Industrial que configuraram muitas transformações, principalmente, porque nem sempre a relação entre o ritmo de aumento populacional acompanhou o de expansão territorial. Como consequência disto, houve não somente uma concentração e adensamento habitacional, mas as cidades passaram a responder por riscos e vulnerabilidades e uma série de transformações que comprometem as condições do ambiente e a qualidade de vida da população (SPOSITO, 2004, p. 55).

A cidade expressa concomitantemente a organização da sociedade em distintos segmentos sociais e, os processos de diferenciação socioespacial que constroem setores geográficos mais ou menos suscetíveis aos riscos climáticos dadas às diferentes vulnerabilidades. Em uma leitura explicativa do estado da arte das relações sociais e dinâmicas que caracterizam e constituem o espaço onde sociedade e natureza se (re) produzem, Santos (1997, p. 90) o contextualiza argumentando que:

O espaço é hoje um sistema de objetos cada vez mais artificiais, povoados por sistemas de ações igualmente imbuídos de artificialidade, e cada vez mais tendentes a fins estranhos, ao lugar e a seus habitantes. Neste nosso mundo se estabelece, por isso mesmo, um novo sistema da natureza, uma natureza que, graças exatamente ao movimento ecológico, conhece o ápice de sua desnaturalização (SANTOS, 1997, p. 90).



Dito de outro modo é evidente que há uma transformação e ressignificação daquilo que se constituía como dinâmica natural, e tenha por hora, cunho puramente social, desnaturalizado (SANTOS, 1997), pois segundo Sant’Anna Neto (2011, p. 46) este conjunto de sistemas de objetos e sistemas de ações os quais Santos (1997) se refere, derivam de intervenções sociais e econômicas no ambiente intra-urbano, a partir da intencionalidade contraditória dos agentes sociais. A estes dois sistemas, Sant’Anna Neto (2011) assume outros dois na perspectiva ambiental que é o sistema atmosférico e o sistema urbano, sendo que o primeiro não raras vezes produz tipos de tempo que afetam e condicionam a vida cotidiana das cidades. O sistema urbano, ou seja, as cidades como espaços socialmente produzidos, “ao mesmo tempo em que criam oportunidades civilizatórias, também se transformam em armadilha ambiental” (SANT’ANNA NETO, 2011, p. 46).

Para o autor (op. cit. 2011, p. 46) estas cidades da contemporaneidade são caracterizadas por uma polissemia que, ressignificam também o conceito de ambiente urbano. Isto porque, representa por um viés o marco civilizatório de apogeu da sofisticação tecnológica, econômica, política, de produção, comercialização, circulação, organização social e de salubridade (uma vez que possibilitam gradativamente, ao longo da história, que a humanidade suporte as perturbações menores e comuns mediada pela técnica). Por outro lado, como uma armadilha ambiental (SANT’ANNA NETO, 2011) as cidades representam a síntese da relação forma-conteúdo do processo de produção do espaço urbano que se dá de forma ordenada, orientada e diferencial, e desta forma, os grupos sociais que habitam as distintas áreas da cidade se tornam baixa ou altamente sensíveis aos impactos e desastres justamente por possuírem variados níveis de vulnerabilidade e exposição aos riscos (ALMEIDA, 2001; CUTTER, 2006; VEYRET, 2007; SILVEIRA, 2014).

Em suma, interpretando o posicionamento de Sant’Anna Neto (2011, p. 46) é possível inferir que, ao mesmo tempo em que a cidade significou historicamente o marco espacial e temporal do avanço tecnológico gradual e fixação da humanidade, se inserindo na totalidade da globalização (SANTOS, 1997; 2014, p. 240), ainda se vê limitada e vulnerável diante de eventos de grande magnitude justamente por constituir, na sua base, uma sociedade pautada na estrutura social de classes, na divisão social e territorial do trabalho e na seletividade espacial de disposição do meio técnico científico e informacional, na lógica de desenvolvimento desigual e combinado. Ou seja, se os grupos sociais habitam



diferencialmente as cidades, em espaços também distintos, isso torna as desigualdades socioespaciais ainda mais agudas. Do ponto de vista da relação sociedade–natureza a cidade se configura, ao mesmo tempo, como uma armadilha apropriadamente por materializar a fragilidade dos ambientes urbanos frente às grandes catástrofes de forte magnitude e aos episódios naturais extremos.

A produção do espaço urbano passa a ser um indicador dos impactos climáticos nas cidades, notadamente tropicais, e segundo Amorim (2000) a maioria das cidades brasileiras cresceu sem um planejamento urbano em relação ao clima, desta forma, “o relevo, uso e ocupação do solo, enfim, os condicionantes geoambientais e urbanos devem ser estudados pela climatologia, a fim de que seja possível diagnosticar as alterações presentes na atmosfera urbana, para contribuir com o planejamento da cidade” (AMORIM, 2000, p. 18).

A radiação de acordo com Romero (2007, p. 21) é um dos fatores climáticos globais, associado à latitude, longitude, altitude, ventos e massas de água e terra. A radiação solar é a energia transmitida pelo sol na forma de ondas magnéticas, que ao penetrar no limite superior da atmosfera terrestre sofre diversas interações que atenuam sua intensidade em função da absorção, reflexão e difusão dos raios solares pelos diferentes componentes do ar desde o LSA (Limite Superior da Atmosfera) até a superfície (ROMERO, 2007, p. 21).

De modo geral os ganhos e perdas de radiação tendem a se anular, processo denominado balanço de radiação (TOMMASELLI, 2012, p. 7⁴⁵), que em termos gerais identifica o quanto de radiação incide na superfície, quanto de radiação é perdido pelo sistema e o quanto de energia é ganho pela superfície e pela atmosfera.

Em ambientes tropicais as condições climáticas e os fatores do clima influem de forma distinta em termos de localização geográfica em altitude elevada ou continentalidade e menor altitude e, portanto, são condicionantes na variação climática local. De acordo com Ferreira *et al.* (2007, p. 4), por exemplo, fatores como a temperatura, o grau de obstrução do céu, a umidade e a altitude são fatores que determinam a intensidade da LW↓ (radiação solar global) no dossel urbano. De acordo com os autores, em estudo realizado por Eliasson, Jonsson, Holmer (2006) em três cidades localizadas na região tropical do continente Africano, sendo elas: Dar el Salaan, Gaborone e Ouagadougou, indicam que na cidade mais

⁴⁵ Notas de aula e materiais didáticos referentes à disciplina de Meteorologia que compõe a grade optativa do curso de Geografia da FCT - Universidade Estadual Paulista Campus de Presidente Prudente. Disponível em: <fct.unesp.br/docentes/geo/tadeu/autentica.php>. Acesso em: 10 de março de 2016.



próxima à linha do equador, Dar es Salaam, os valores de $LW\downarrow$ são mais elevados. Como justificativa atribui-se às altas temperaturas e a elevada umidade relativa do ar em Dar es Salaam. No caso de Gaborone, situada a 100 km do Trópico de Capricórnio e a aproximadamente 1000m de altitude, são identificados os valores mais baixos de $LW\downarrow$ causada pela maior altitude de Gaborone, tendo em vista a tendência de diminuição da temperatura e umidade do ar em relação à altitude (ELIASSON, JONSSON, HOLMER, 2006).

Diversos estudos demonstram uma tendência de aumento nas temperaturas médias do ar globais, principalmente a partir de meados do século XX, associadas a causas naturais e grande parte devido ao intenso processo de urbanização da humanidade, já que desde o último século mais de 50% da população reside em áreas urbanas, o que mudou radicalmente os tipos de cobertura da terra (IPCC, 2007; MONTEIRO, 2009, p. 175). De acordo com dados do IPCC (2007, p. 12-13) alguns destes problemas se dão ao nível do planeta, por exemplo, com o aumento da frequência de dias e noites quentes mais extremos a cada ano; conseqüentemente a redução da frequência de dias e noites frios; as ocorrências mais frequentes de surtos e/ou ondas de calor, assim como o aumento na ocorrência e repercussões dos eventos e episódios de precipitação extremos ou de secas.

Em estudo desenvolvido por Fante e Sant'Anna Neto (2012) e Fante (2014) sobre a variabilidade climática de cidades tropicais brasileiras é evidente a relevância em considerar estes novos padrões climáticos, quando se observam algumas destas tendências em sete cidades de pequeno e médio porte do interior do estado de São Paulo (Avaré, Catanduva, Franca, Piracicaba, Presidente Prudente, São Simão e Votuporanga) durante a série temporal de 1961 a 2009. De acordo com os autores, em todas as cidades foram constatados aumentos percentuais das temperaturas médias mensais máximas (de forma mais concentrada em alguns meses) e principalmente um aumento nas médias mensais de temperaturas mínimas, notadamente a partir dos anos 90, com destaque para as cidades de Votuporanga, Avaré, Catanduva, Franca, e Presidente Prudente. Portanto, observa-se que a avaliação destas mudanças preconizadas por Monteiro (1976, p. 121) historicamente apresentam uma variabilidade nas escalas regional e local em cada sítio urbano particular.

Isso demonstra que as cidades estão armazenando mais energia na forma de calor e progressivamente as superfícies naturais tornam-se predominantemente impermeabilizadas devido à concentração de áreas construídas, associada à maior inércia térmica dos materiais.



Conseqüentemente, quase que em uma relação causal metabólica, como destaca Nunes (2009, p. 180) a crescente intervenção humana no meio físico tem aumentado de forma substancial o grau de risco dos locais em relação a alguns episódios que mais frequentemente se tornam desastres. Nota-se desta forma que as cidades como produtos sociais expressam na atualidade a emergência da problemática ambiental que requer cada vez mais ações e políticas públicas de naturezas distintas e evidenciam que a lógica capitalista na produção dos espaços demonstra-se a cada dia mais insustentável.

Apesar do parâmetro de análise do mundo tropical em termos de suscetibilidade às ilhas de calor a partir do canal termodinâmico ser em função do seu caráter natural de intensidade de incidência da radiação solar - verificadas a partir da menor variação da intensidade da radiação solar e da duração do dia ao longo do ano (TUBELIS e NASCIMENTO, 1980, p. 19-29) -, o modo que os espaços são produzidos intencionalmente, faz parte do contexto social e impactam a população de forma eminentemente relativa.

Deste modo, a edificação das cidades alteram o balanço de energia ao diminuir a eficiência, o ritmo e o *feedback* dos ambientes naturais no que tange a sua capacidade de reconstrução provocando uma série de problemas, dentre eles, Amorim (2011) destaca que:

Práticas como a impermeabilização generalizada dos solos, a utilização de materiais construtivos inadequados, a retirada da cobertura vegetal original, a canalização fechada de rios e córregos, a emissão de poluentes para a atmosfera tem sido freqüentes nas cidades. Essas modificações associadas às características naturais dos ambientes tropicais têm proporcionado a geração de ilhas de calor e tem sido registradas situações de desconforto térmico na maioria das cidades onde os estudos têm sido realizados (AMORIM, 2011, p. 134).

Segundo Ayoade (2003, p. 300) o homem também pode influenciar inadvertidamente o clima a partir de uma infinidade de atividades e transformações no espaço, por exemplo, a urbanização, atividades produtivas (industriais e agrícolas), desmatamento, drenagem e construção de lagos artificiais. E reconhece ainda que o maior impacto promovido pelo homem no clima se dá justamente nas áreas urbanas, sendo que para Ayoade (2003, p. 300):

As propriedades térmicas e hidrológicas da superfície terrestre, assim como seus parâmetros aerodinâmicos são modificados pelos processos de urbanização e industrialização. Os pântanos são drenados e as superfícies naturais são substituídas por superfícies pavimentadas, ruas e telhados de prédios. Como resultado, a radiação em ondas longas e a de ondas curtas são reduzidas sobre as áreas urbanas. As temperaturas elevam-se, mesmo



quando diminui a duração da insolação, a umidade é reduzida, mas há um certo aumento na precipitação e também na quantidade de nebulosidade.

As cidades, portanto, configuram um sistema complexo com um conjunto distinto de usos da terra com respostas térmicas e condições climáticas específicas e respondem por um aumento do calor antrópico, alterações no conforto térmico que favorecem a formação das ilhas de calor (OKE, 1995). Como este sistema é capaz de auto-regulação, segundo Monteiro (1976) as cidades passaram a apresentar disfunções relacionadas ao conforto térmico, qualidade do ar e/ou hidrometeorológico, de acordo com a forma de organização e produção do espaço, cuja lógica é predominantemente desigual, atribuindo a cada uma delas níveis de vulnerabilidade, necessidades de adaptações, de mitigação e climas urbanos.

As temperaturas do ar nas cidades em relação ao entorno adjacente, podem ser mais elevadas de 5-6°C e estas diferenças podem alcançar 6-8°C em noites calmas e claras em grandes cidades, quando é liberado o calor armazenado durante o dia pelas superfícies urbanas (OKE, 1987; BARRY e CHORLEY, 2013). Somado a isso, como característica térmica das áreas urbanas, as cidades tropicais tendem a apresentar taxas mais lentas de resfriamento e aquecimento comparadas às áreas rurais circundantes, além da morfologia urbana específica (densidade e verticalização, materiais construtivos, geometria e forma urbana, áreas verdes) (BARRY e CHORLEY, 2013, p. 421).

Monteiro (1976, p. 57) a partir de Landsberg (1981⁴⁶) considera a síntese de análise do clima urbano enunciando aspectos tais como:

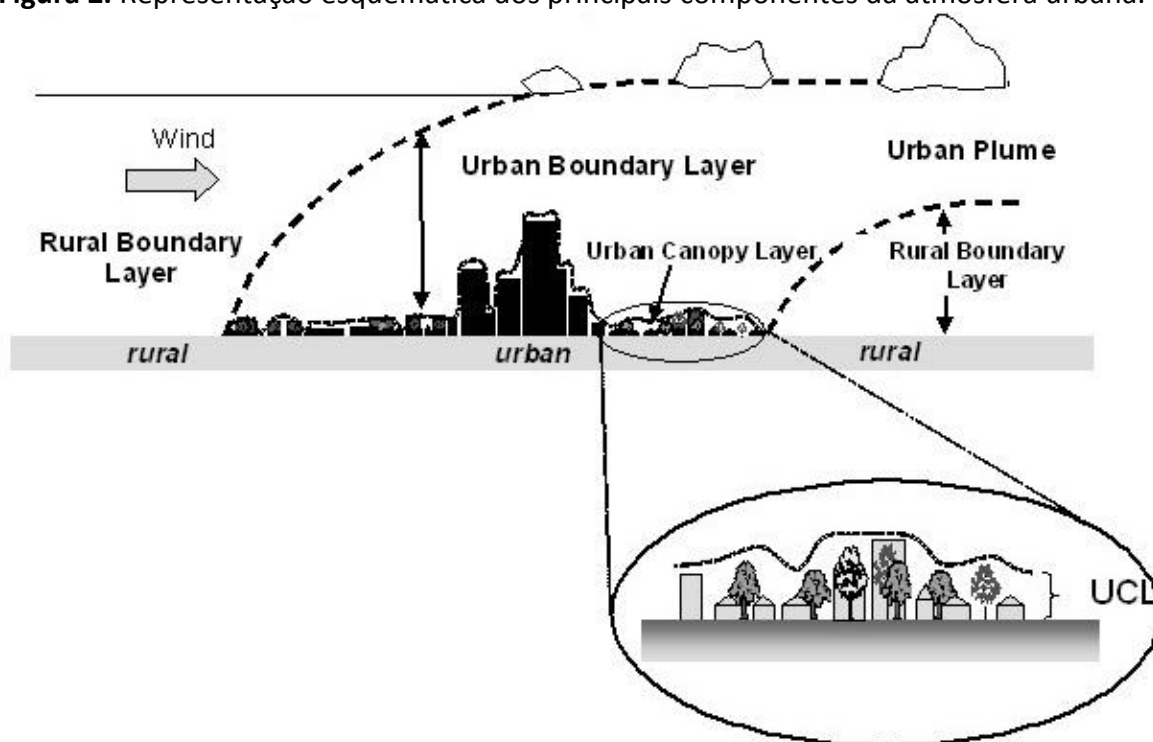
- a) O clima urbano é modificação substancial de um clima local, não sendo possível ainda decidir sobre o ponto de concentração populacional ou densidade de edificações em que essa notável mudança principia;
- b) Admite-se que o desenvolvimento urbano tende a acentuar ou eliminar as diferenças causadas pela posição ou sítio;
- c) Da comparação entre a cidade e o campo circundante, são fatos fundamentais:
 - 1) A cidade modifica o clima através de alterações em superfície;
 - 2) A cidade produz um aumento de calor, complementada por modificações na ventilação, na umidade e até nas precipitações, que tendem a ser mais acentuadas;
 - 3) A maior influência manifesta-se através da alteração na própria composição da atmosfera, atingindo condições adversas na maioria dos casos. A poluição atmosférica representa, no presente, o problema básico da climatologia das modernas cidades industrializadas (MONTEIRO, 1976, p. 57).

⁴⁶ Publicação "The Urban Climate" em 1981.



Os resultantes do Sistema Clima Urbano que geram alterações no clima se configuram, segundo Oke (1978), a partir de camadas atmosféricas com variações escalares verticais diferenciadas de acordo com alguns limites. Oke (1978) detectou duas camadas, sendo elas: o *urban canopy layer* (UCL) e *urban boundary layer* (UBL) (Figura 2). A camada da copa ou dossel urbano (UCL) é a camada de ar mais próxima da superfície nas cidades, estendendo-se verticalmente até aproximadamente a altura média das construções. A camada limite urbana (UBL) está situada acima da camada de copa urbana e pode ter 1 km ou mais em espessura durante o dia, estendendo para centenas de metros à noite.

Figura 2. Representação esquemática dos principais componentes da atmosfera urbana.



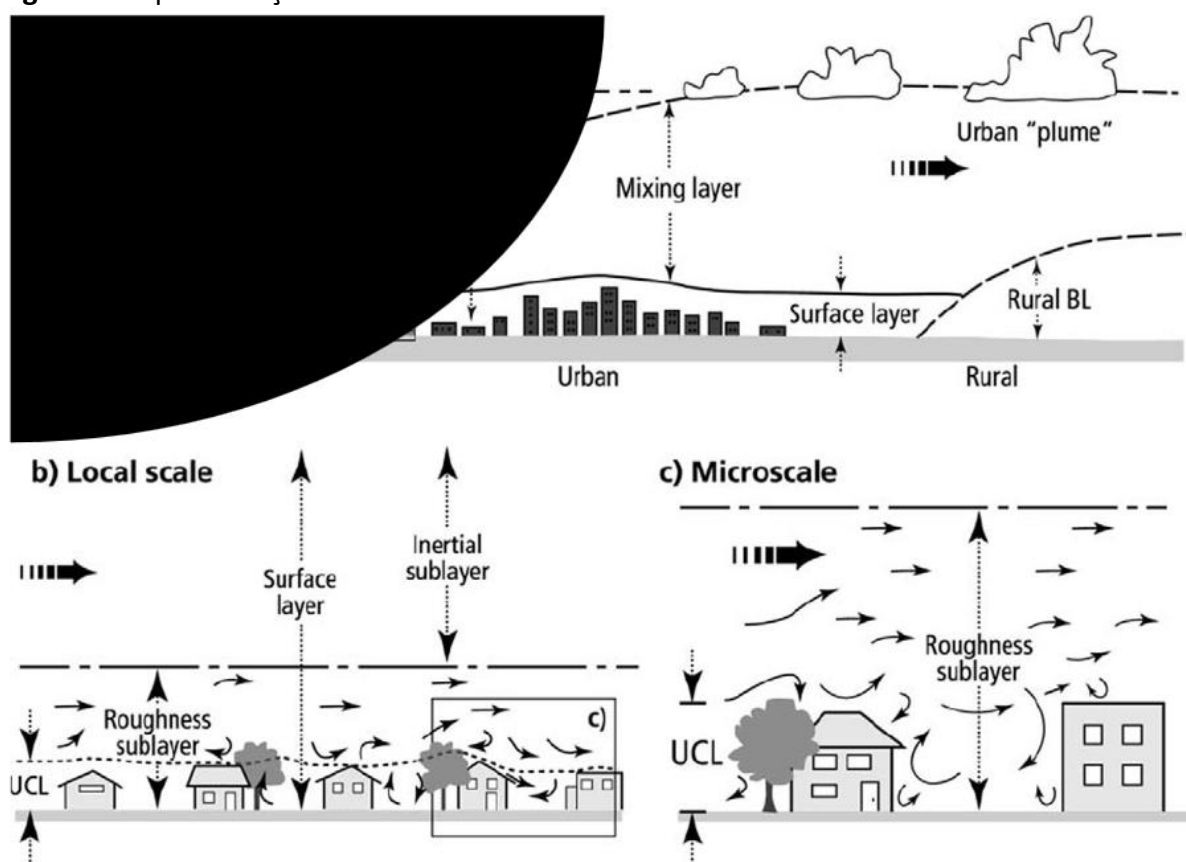
Fonte: OKE apud VOOGT, James A. *Urban Heat Islands: Hotter Cities* (2004). Disponível em: <<http://www.actionbioscience.org/environment/voogt.html#primer>>. Acesso: 16 mar. 2017.

Grande parte da compreensão da camada limite urbana nos estudos da climatologia visando detectar os efeitos climáticos nas áreas urbanas, segundo Mills (2014, p. 485) está circunscrita em três grandes escalas do clima urbano delimitadas por Oke (2006). Estas três escalas de efeito são distinguidas entre mesoescala, escala local e microescala que sugerem fatores distintos de influência (OKE, 2006). Partindo de toda extensão da atmosfera urbana em nível vertical (Figura 3b): a camada superficial (*Surface layer*) é constituída pelas subcamadas de rugosidade (*Roughness Sublayer*) e inercial (*Inertial Sublayer*). A camada do



dossel urbano (UCL) está contida na camada mista (*Mixing layer*) logo acima e é na camada mista onde as trocas urbanas da "superfície" são misturadas na atmosfera mais espessa e transportadas pela ação do vento. Por sua vez, o nível da subcamada inercial (ISL) é onde a atmosfera apresenta características de ajuste à paisagem urbana subjacente, de forma que nesta altura os fluxos de energia, massa e circulação representam uma síntese dos microclimas (criados pelos jardins, asfalto, telhados, paredes, corpos d'água, etc.) que compõem a escala local.

Figura 3. Representação das escalas de efeito do clima urbano.



Fonte: Oke, T. (2006). Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. **World Meteorological Org.** Instrument and Observing Methods Report n.81.

De outro modo, os elementos inseridos na subcamada de rugosidades (RSL) (Figura 3c) são regidos por processos microclimáticos individuais presentes na camada intraurbana das ruas que formam "canyons" entre as edificações. Neste nível de microescala considerando a seleção de uma paisagem urbana relativamente homogênea, é maior a complexidade na identificação da fonte de alteração dos fluxos mensurados sendo necessário elencar, por exemplo, superfícies impermeáveis, vegetação, residências, edifícios.



No Sistema Clima Urbano (S.C.U), a análise perpassa por estas escalas da circulação atmosférica e “o clima local se insere em climas sub-regionais e sazonais, assim como pode ser subdividido até os microclimas. A cidade tanto se integra em níveis superiores como se divide em setores, bairros, ruas, casas, ambientes internos etc” (MONTEIRO, 2009, p. 20).

Segundo Vooght (2003, p. 372; 2004) há três tipos de ilhas de calor: *urban canopy layer* (Ilha de calor da camada do dossel) - (CLHI); *urban boundary layer* (Ilha de calor da camada limite) - (BLHI) e, a *surface urban heat island* (ilha de calor urbana de superfície) - (SUHI). Os dois primeiros, tal como descrito por Oke (1984) se referem a um aquecimento da atmosfera urbana (temperatura do ar) e, o último refere-se ao calor relativo às superfícies urbanas (temperatura dos alvos na superfície terrestre). Os tipos de ilha de calor variam em função da forma espacial, temporal (relacionado ao tempo) e devido a alguns processos físicos subjacentes que contribuem para o seu desenvolvimento (VOOGT, 2004).

Do ponto de vista termodinâmico, é na escala do *urban canopy layer* que se verificam as *Urban Heat Islands* (UHI) pelas propriedades de radiação urbana ou de superfícies naturais e os materiais construtivos com maior capacidade de armazenar calor e baixa permeabilidade (OKE, 1978). Relativo às ilhas de calor em nível do *urban canopy layer* ou dossel urbano, Monteiro (1991, p. 89) apoiado nas proposições de Oke (1984), considera o importante papel das edificações nos processos de trocas de energia e sua interferência na ventilação, fato que para o autor (1976, p. 126) reforça a importância de estudo do canal de termodinâmico nas cidades ao considerar que:

Dentre outros aspectos teóricos legalizados no conhecimento dos climas urbanos estes esboços permitem lembrar que a ordem de grandeza topográfica alia-se aquela de edificação onde – de modo equivalente – a relação entre altura e espaçamento entre os edifícios condiciona as funções de transmissão de energia (trocas térmicas) e de atrito-turbulência do ar (ventilação) que, além de constituir a base da “transformação” intra-urbana (caixa-preta) confere o caráter especial da turbulência e desordem da faixa de transição que seria a “urban wake layer” (OKE, 1984) (MONTEIRO, p. 89).

É neste sentido que segundo Saydelles (2005, p. 27) a camada atmosférica próxima à superfície terrestre (Camada de Cobertura Urbana ou “Dossel” urbano) apresentará características resultantes das interações com o ambiente urbano, ou ainda de acordo com Givoni (1998, p. 242) são determinadas por suas particularidades e neste aspecto afirma que:



The specific climatic conditions at any given point within the canopy are determined by the nature of the immediate surroundings. In particular, the materials, geometry, and surface properties of the structures around a given place modify the local ambiente climate. Therefore the meteorological conditions within the urban canopy are very localized.

A vasta literatura de estudos do clima urbano definem as ilhas de calor Urbanas (ICUs) essencialmente a partir da diferença de temperatura entre o centro adensado quente e o ambiente rural ou periurbano com baixa densidade de construção no entorno (Figura 4b), mais frescos (OKE, 1987, 1995). Em suma, segundo Alcoforado (1992) é a diferença de temperatura máxima entre as áreas urbanas e rurais, ou ainda, a diferença de temperatura registrada entre o local mais quente da cidade e, o local de registro da menor temperatura do entorno rural. Assumindo este padrão térmico de aquecimento diferencial entre o ambiente urbano e rural, a ICU se caracteriza segundo Amorim *et al.* (2009, p. 2); Amorim, Dubreuil (2017, p. 1) por uma cúpula ou bolsão de ar quente que recobre setores geográficos da cidade, seria esse o exemplo mais evidente das modificações climáticas provocadas pelas alterações nos ambientes naturais. A ilha de calor urbana segundo Voogt (2004) descreve tanto o aquecimento da atmosfera quanto das superfícies urbanas nas cidades se comparados com os ambientes do entorno menos urbanizados (padrão e forma espacial que se assemelha a uma “ilha”) (Figura 4a).

Portanto, segundo Lopes (2009, p. 41) a ICU é o resultado cumulativo do conjunto de alterações na cobertura da terra associados às modificações na atmosfera, incluindo as características físicas, de desenvolvimento urbano e a ação humana. ZHOU, RYBSKI, KROPP (2017, p. 1) delimitam o papel do tamanho da cidade e da forma urbana na geração do clima urbano e esclarecem os principais fatores de formação das ilhas de calor considerando que:

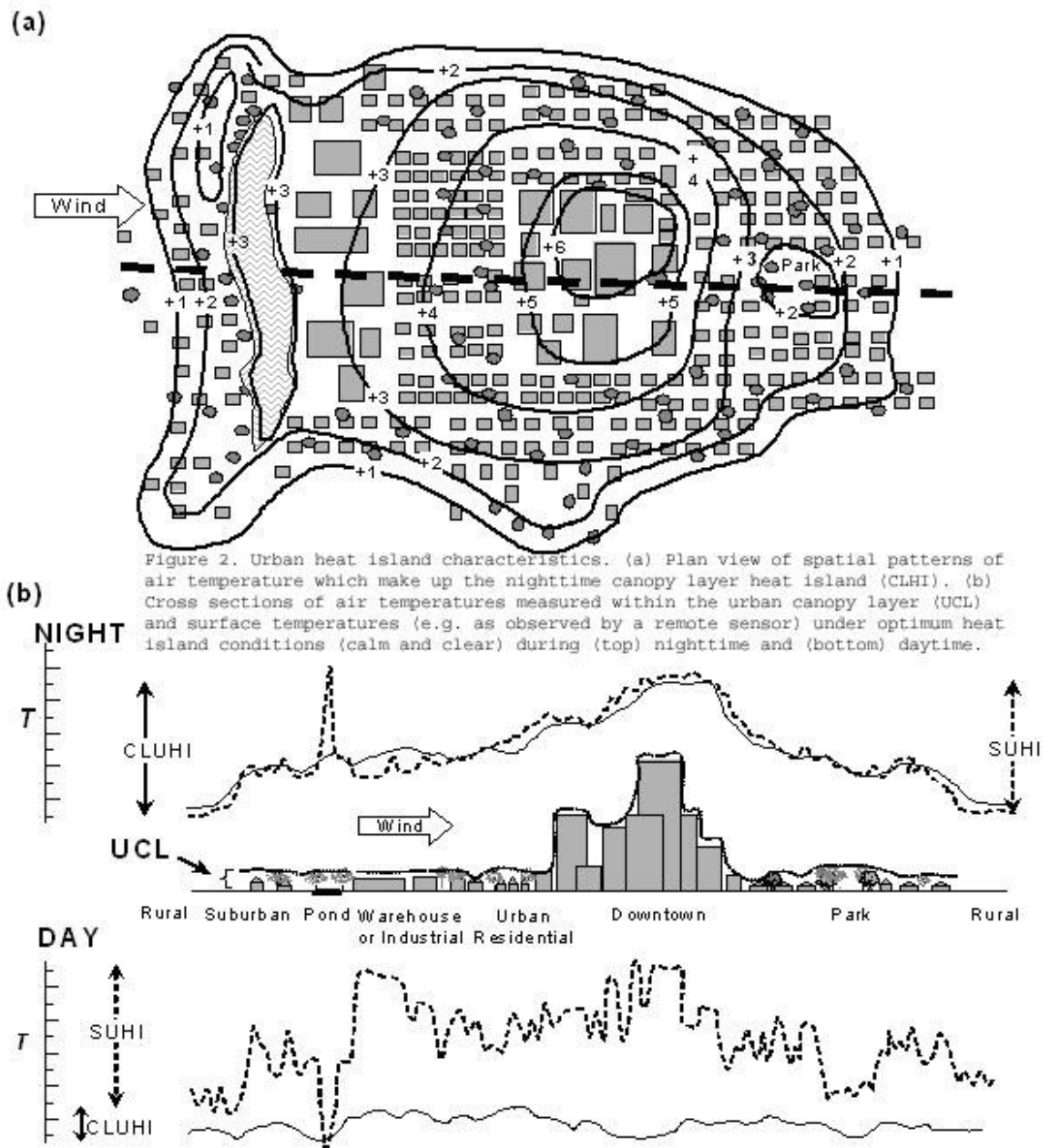
The formation of UHI can be mainly ascribed to an increased absorption and trapping of solar radiation in built-up urban fabrics associated with high thermal admittance of construction materials and the urban canyon structure. Anthropogenic heat release from transport and buildings in the purpose of heating and air conditioning further exacerbate the UHI.

Stewart (2007) explica os fatores, a escala de identificação e as formas de mensuração das ilhas de calor urbanas argumentando que:



The representativeness of a UHI measurement site can only be assessed in the context of its micro- and local-scale properties of surface geometry (sky view factor, height-to-width ratios, roughness class), cover (percentage of built material, albedo, thermal admittance), and artificial heat (space heating/cooling, traffic density). Topographic and climatic influences at both scales must also be documented for all sites (STEWART, 2007, p. 115).

Figura 4. Características da ilha de calor urbana.



Fonte: VOOGT, James A. Urban Heat Islands: Hotter Cities (2004). Disponível em: <<http://www.actionbioscience.org/environment/voogt.html#primer>>. Acesso: 16 mar. 2017.



Por ser um fenômeno relativo à complexidade de modificação das características das superfícies, a variação nas diferenças térmicas e aumento da temperatura é um dos efeitos das ilhas de calor, portanto, ocorre o aumento da intensidade da ilha de calor ao longo do dia no período desde a saída até o pôr do sol e, nas horas seguintes da noite até a madrugada com diferenças térmicas relacionadas às características do local (Figura 4b) (ROMERO, SALGADO, SMITH, 2010, p. 156).

Heisler e Brazel (2010, p. 29) explicam que o efeito das UHI é mais forte quando o céu está livre de nuvens e com baixa velocidade do vento e nas faixas latitudinais de climas temperados úmidos, o efeito da UHI faz com que as cidades apresentem temperaturas um pouco mais quentes no meio do dia se comparado às áreas rurais, enquanto que em regiões de climas secos, a influência da irrigação de coberturas vegetais nas cidades pode provocar um leve enfriamento durante o dia em comparação com as áreas rurais. No entanto, enfatizam que na maioria das regiões climáticas globais, a ilha de calor urbana máxima ocorre algumas horas após o pôr-do-sol, e aumentam a intensidade máxima proporcionalmente ao tamanho da cidade, podendo atingir 10°C, dependendo da natureza das características do entorno rural.

Outra característica das ilhas de calor resulta da intensidade reduzida do calor urbano durante as primeiras horas do dia, até mesmo negativa em algumas partes da cidade, que configuram uma ilha fria, devido ao sombreamento extenso da verticalização e também as propriedades dos materiais de construção (ROMERO, SALGADO, SMITH, 2010, p. 156). Voogt e Oke (2003, p. 372) salientam que a formação de ilhas de calor é favorecida pelos materiais construtivos densos que são lentos em esquentar e esfriar-se, além de armazenar quantidade significativa de energia e então, devido à substituição das superfícies naturais por superfícies impermeáveis, onde há menos água disponível para evaporação ocorre o aquecimento do ar.

Segundo Voogt (2004) uma série de fatores contribuem para a ocorrência e intensidade das ilhas de calor que incluem o clima, a localização geográfica, a hora do dia e a estação do ano, a forma e as funções da cidade. Assim, pensar no que forma a ilha de calor urbana requer considerar as mudanças da geometria urbana (nos usos e ocupação do solo, forma e tamanho), ausência de vegetação urbana, o aumento do consumo de energia no ambiente urbano e o calor antropogênico resultante das inúmeras atividades humanas.



Em relação à magnitude e intensidade das ilhas de calor, Fernández García (1996) estabeleceu uma classificação descrita da seguinte forma na Tabela 1:

Tabela 1 – Classificação da intensidade das ilhas de calor

Intensidade e magnitude das ilhas de calor	
Intensidade em °C	Magnitude
0°C a 2°C	Fraca
2°C e 4°C	Média
4°C e 6°C	Forte
≥ 6°C	Muito forte

Fonte: Fernández García (1996).

Organizado por: RAMPAZZO (2015, p. 83). Adaptado.

De acordo com Monteiro (2009, p. 126) a geração da ilha de calor é um fenômeno suficientemente capaz de desencadear mudanças na ventilação urbana quando associada ao quadro geoecológico do sítio e a circulação regional, além disso, segundo Fernández *et al.* (2015, p. 418) os padrões locais de circulação de ar também são alterados pela alta concentração de poluentes e emissão de calor antropogênico.

Por último, Voogt e Oke (2003, p. 372) ressaltam a maior absorção de radiação solar pelas superfícies escuras, tal como os asfaltos, que adquirem temperaturas muito mais altas se comparadas com as superfícies de cor clara.

Em contrapartida, Honjo *et. al* (2003) enfatiza que a presença de superfícies vegetadas é um fator decisivo na mitigação das ilhas de calor urbanas haja visto que os parques e jardins se comportam como “ilhas de frescor” e contribuem, principalmente durante a noite, no esfriamento dos espaços construídos.

Ainda com relação aos efeitos das ilhas de calor urbanas (ICUs) é notável considerar, por exemplo, a influência da localização geográfica (VOOGT, 2004), pois segundo Gartland (2010) “em cidades mais frias, em latitudes e altitudes mais elevadas, os efeitos de aquecimento das ilhas de calor são vistos como benéficos” (GARTLAND, 2010. p. 10). Ao passo que em cidades localizadas na latitude intertropical segundo Amorim (2010, p. 73) as ilhas de calor intensificam as situações de desconforto térmico que naturalmente se configuram nesses ambientes e reitera o argumento de Amorim (2010, p. 73):



Além das temperaturas mais elevadas, as ilhas de calor propiciam a circulação do ar na cidade que favorece a concentração de poluentes. As diferenças nas temperaturas provocam diferenças nas pressões, pois na escala local do clima, temperaturas maiores resultam em menores pressões e, conseqüentemente, o ar do entorno mais frio desloca-se para os lugares mais quentes. Nesse percurso, caso haja fontes emissoras de poluição no ar, tais poluentes são carregados para os lugares mais quentes, podendo resultar em problemas de saúde nas pessoas que respiram esse ar.

Neste aspecto, segundo Taha (1997, p. 99) nas baixas e médias latitudes as ilhas de calor são em grande parte indesejadas porque contribuem para o resfriamento, desconforto térmico e poluição do ar. Ao passo que, nas altas latitudes, segundo a autora, a geração das ilhas de calor representam menos problemas porque podem, por exemplo, reduzir os níveis requeridos de aquecimento (TAHA, 1997, p. 99).

Deste modo, tal como indica Lombardo (1985, p. 60), os produtos/insumos das atividades humanas como “a intensidade de veículos, a concentração industrial, o adensamento de edificações, processo de verticalização, e o asfalto de ruas e avenidas, a diminuição de áreas verdes, criam condições específicas de padrões de uso do solo urbano” são problemas de extrema relevância já que são fontes adicionais de calor e provocam a diminuição da qualidade do ambiente e principalmente, aumentam a vulnerabilidade da população às enfermidades e, especialmente, o estresse térmico.

A maior importância do estudo das ilhas de calor urbanas, segundo Mendonça (1994, p. 11) é que o ar na camada urbana, aquele limite do dossel urbano ou “*urban canopy layer*” é usualmente mais quente se comparado com as áreas vizinhas e esclarece ainda que este efeito é o exemplo mais bem documentado de modificação climática, que no S.C.U. está associado aos processos termodinâmicos descritos no canal de conforto térmico.

Este potencial de alteração climática já reforça a necessidade de observação das especificidades climáticas e geoambientais das cidades na geração de ilhas de calor e diferenças térmicas. De acordo com Voogt (2004) as ilhas de calor aumentam a demanda de energia para o ar condicionado (que liberam mais calor no ar), além da emissão de gases de efeito estufa que degradam a qualidade do ar local. Além disso, o aumento da temperatura do ar durante o dia pode aumentar a poluição atmosférica urbana devido ao aumento das reações fotoquímicas na atmosfera. As ICUs também podem afetar diretamente a saúde humana, acentuando o estresse térmico durante as ondas de calor, especialmente em áreas temperadas e tropicais onde as condições climáticas são adequadas (VOOGT, 2004).



Relativo às especificidades do canal termodinâmico, por exemplo, estas condições são agravadas em relação aos indivíduos no tocante às exposições aos desconfortos térmicos. Silva e Ribeiro (2006, p. 7) consideram que a sensação de conforto térmico se estabelece quando as trocas de calor entre o indivíduo e o ambiente ocorrem sem que haja esforço. As principais variáveis do conforto térmico humano são: temperatura do ar, radiação solar, movimento do ar e umidade, assim como o nível de aclimação, estado psicológico, vestimenta entre outros. Gouveia, Hajat, Armstrong (2003) indicam que o estresse térmico ao calor e frio se relaciona ao aumento da mortalidade por doenças cardiovasculares, respiratórias e outras. A temperatura elevada, por exemplo, segundo Mirzaei (2015, p. 201) desencadeia doenças relacionadas ao calor e provoca mortes prematuras nas cidades e neste aspecto, Sant'Anna Neto (2011, p. 54) sistematiza que segundo o DATASUS (2010), em cidades de porte médio do oeste paulista, cerca de 26% da mortalidade e 24,5% das internações ou morbidade hospitalar da população na faixa etária acima de 50 anos, tem como acometimento enfermidades do aparelho circulatório.

Da mesma forma, Gartland (2010, p. 179) e Silva e Ribeiro (2006, p. 7) afirmam que condições severas prolongadas de frio ou calor podem causar problemas à saúde e até mesmo levar à morte. Isso reforça a importância de identificar as vulnerabilidades socioespaciais em função das condições socioeconômicas da população para mitigar as ilhas de calor e ajudar na redução do estresse térmico.

O fator explicativo deste pressuposto no modelo do Sistema Clima Urbano (S.C.U.) proposto por Monteiro (1976) se dá na medida em que, a cidade enquanto ambiente construído de forma diferencial, ordenada e planejada, é a própria materialização do clima urbano. Nesta perspectiva, o (des)conforto térmico proveniente da formação das ilhas de calor e frescor, alteração da circulação de ar, poluição e as diferenças de temperatura no ambiente urbano e periurbano são alguns dos insumos de energia oriundos da atmosfera, pela radiação solar (MONTEIRO, 1976; MONTEIRO, MENDONÇA, 2009, p. 46) que interferem em diversos graus em função da vulnerabilidade da sociedade (GONÇALVES, 2009, p. 74).

Neste caso, é a produção do espaço geográfico das cidades que dão as bases explicativas e o sistema de referência para o entendimento das ocorrências dos desastres e diversos prejuízos econômicos, sociais, naturais e de saúde notadamente a partir do clima urbano e das ilhas de calor observadas nestas cidades paulistas.



4.2 O CLIMA URBANO COMO PRODUTO DA FORMA DE SE PRODUZIR CIDADES

As evidências de que a atuação massiva da sociedade na natureza provocava significativas transformações na dinâmica de produção do espaço e na atmosférica remonta a sociedade capitalista ocidental, isto porque estas cidades passaram primeiramente por uma mudança radical no modelo econômico das atividades produtivas. Foi no ocidente antes da Revolução Industrial no século XVII que surgiram as primeiras preocupações com a modificação das características da atmosfera na cidade de Londres relatadas na publicação de John Evelyn (1661), intitulado *"The inconvenience of the air and the smoke of London dissipated"*. A pesquisa constatava criticamente que a poluição do ar em Londres seria oriunda da utilização massiva da queima de carvão como fonte de energia para as novas atividades industriais. Mais tarde, no século XIX aparecem avaliações climáticas de algumas grandes cidades europeias e, em 1833, Luke Howard destaca a insalubridade e contaminação do ar em Londres a partir da comparação da temperatura de vários pontos da cidade e seus efeitos na distribuição das temperaturas no estudo *"The climate of London"*⁴⁷. Além destes, outros trabalhos clássicos de cunho meteorológico como de Chandler (1965 publica *"The climate of London"*) identificou as características climáticas intraurbana detalhadas de Londres, como mudanças nos padrões de precipitação, temperatura, umidade e ventilação - e, Landsberg (1981 publica *"The Urban Climate"*) identificaram alterações nos elementos atmosféricos em relação à superfície.

Em um consenso nas pesquisas científicas sobre a interferência da produção do espaço urbano das cidades na modificação do clima, em 1987, Tim Oke na publicação *"Boundary Layer Climates"* estabelece, inclusive, a primeira configuração escalar dos limites entre o aparato urbano e a atmosfera local para verificação das alterações climáticas. A partir de então, Lombardo (1985), Mendonça (1994, 2009), Pitton (1997), Amorim (2000), Zavatini (2004), Fialho (2012b) confirmam que pesquisas têm sido desenvolvidas em nível mundial em cidades de portes distintos para análise de suas estruturas térmicas.

A partir dos anos 1980 ampliaram-se os estudos de abordagem do subsistema termodinâmico no Brasil e estas pesquisas se associaram notadamente aos problemas ambientais e urbanos em razão da densidade construtiva, *"la morfología de los edificios, el*

⁴⁷ HOWARD, Luke. **The climate of London. deduced from meteorological observations made in the metropolis and at various places around it.** 2ª ed. V.3, London: J. & A. Arch, Cornhill; Longman & Co., 1833.



trazado de las calles y la presencia de zonas verdes” (FERNÁNDEZ GARCÍA e RASILLA ÁLVAREZ, 2008, p. 513). No âmbito brasileiro destaca-se o trabalho de Monteiro (1976) “Teoria e Clima Urbano” que apresenta a fundamentação teórico-metodológica do Sistema Clima Urbano (S.C.U) propondo uma leitura geográfica do clima a partir da referência dos canais de percepção – Termodinâmico, Físico-Químico e Hidrometeorológico.

A importância dos estudos no subsistema termodinâmico, o que justifica até mesmo o maior enfoque das pesquisas neste canal, rebate na concepção de Monteiro (1976, p. 26) de que todas as demais componentes do S.C.U convergem para o nível/resolução de análise das componentes termodinâmicas do conforto térmico. No subsistema Termodinâmico, cujo canal de percepção é o conforto térmico se insere todos os processos de radiação solar, irradiação e balanço térmico, que causam alterações na estrutura térmica espacial urbana. Estes processos representam “[...] a diferença entre as radiações recebidas pela superfície terrestre e aquela devolvida ao espaço, após as interações térmicas entre as superfícies e o ar” (BARBIRATO, SOUZA, TORRES, 2007, p. 66).

Deste modo, a verificação empírica do subsistema termodinâmico é associada aos impactos da elevação da temperatura do ar, geração de desconforto térmico e diminuição da umidade do ar na forma de bolsões - ilhas de calor e frescor, variação na temperatura de superfície, alteração da ventilação, diferenças térmicas urbano-rurais e intraurbanas.

Se for considerado que é justamente em áreas urbanas que vivem mais de 84% da população brasileira (IBGE, 2010), por tal motivo já é fundamental o estudo das cidades, principalmente porque este processo de produção do espaço urbano das cidades vincula-se a dinâmica de urbanização acelerada e planejamento urbano e ambiental inadequado, característico das cidades brasileiras. Além da crise ambiental que começou a afetar as grandes cidades, a partir da década de 1960 (GONÇALVES, 2009, p. 76; SACHS, 2004; VEIGA, 2008) e nos últimos anos as médias e pequenas cidades passaram a apresentar problemas semelhantes.

Segundo Taha (1997, p. 99) as modificações do clima urbano podem ocorrer em uma série de escalas a partir das ilhas de calor, por exemplo, em torno de um único edifício, um pequeno dossel de vegetação, ou em uma grande porção da cidade. Deste modo, foi e é fundamental a aplicação de múltiplas vertentes de análise destes processos e do ambiente. Nas pesquisas da climatologia urbana no âmbito nacional e internacional é possível



identificar alguns eixos teórico-metodológicos principais de publicações em pesquisa que as caracterizam, como: identificação e caracterização de ilhas de calor urbanas; índices de conforto térmico do ambiente; ilhas de calor de superfície - sensoriamento remoto; e recentemente a modelagem das ilhas de calor (Quadro 2).

Quadro 2 – Exemplos de publicações de pesquisa em aplicações da climatologia urbana

Aplicações em climatologia urbana	Exemplos de pesquisas
Identificação e caracterização de ilhas de calor urbanas (cidades de grande, médio e pequeno porte)	Sampaio (1981); e Gonçalves (1992); Tavares (1997); Tarifa (1977); Pitton (1997); Amorim (2000); Anunciação (2001); Kumar <i>et al.</i> (2001); Tereshchenko e Filonov (2001); Mendonça (2004); Viana (2006); Minaki (2006); Pinheiro (2009); Danni-Oliveira (2009); Brandão (2009); Moura, Zanella, Sales (2010); Lima (2011); Brússolo (2011); Ugeda Júnior (2011); Lima (2011); Ortiz (2012); Ortiz Porangaba (2015); Rampazzo (2012, 2015); Dorigon (2015); Joshi <i>et al.</i> (2015)
Índices de conforto térmico do ambiente	Dumke (2007); Ikefuti e Amorim (2009); Viana (2013); Araújo (2014); Rodrigues (2015)
Ilhas de calor de superfície - sensoriamento remoto	Lombardo (1985); Nichol (1996); Weng, Lu, Schubring (2004); Amorim <i>et al.</i> (2009); Weng (2009); Souza e Ferreira (2012); Mohan <i>et al.</i> (2012); Cui e Foy (2012); Buyadi, Mohd, Misni (2013); Abutaleb <i>et al.</i> (2015); Villanueva-Solis (2017); Rasul <i>et al.</i> (2017); Pal e Ziaul (2017)
Modelagem das ilhas de calor	Dubreuil, Montgobert, Planchon (2002); Dubreuil <i>et al.</i> (2010); Foissard, Quénot, Dubreuil (2013); Foissard (2015); Amorim, Dubreuil, Cardoso (2015); Teixeira e Amorim (2017); Gomes, Amorim, Dubreuil (2017)

Organizado por: RAMPAZZO, Camila R. (2018).

Os estudos de ilha de calor urbana e diferenças termohigrométricas intraurbanas e urbano-rural, na perspectiva analítica do Sistema Clima Urbano (S.C.U) no Brasil, foram desenvolvidos por pesquisadores em diversas cidades do país, tal como na metrópole paulistana no estudo “Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo” de Lombardo (1985) que identificou a formação de ilhas de calor na metrópole paulista bem como avaliou as características de qualidade ambiental e alterações no ambiente natural da cidade



utilizando técnicas de sensoriamento remoto a partir de imagens termais e no estabelecimento dos padrões de ocupação do solo.

Tavares (1977) desenvolveu uma análise climática na escala local em Campinas/SP, com ênfase na circulação climática regional e a influência dos sistemas atmosféricos atuantes e do ambiente urbano. No ano de 1977, Tarifa também realizou uma análise das características térmicas de São José dos Campos/SP e identificou ilhas de calor entre o ambiente urbano e rural e diferenças termohigrométricas utilizando psicrômetros em locais fixos no período sazonal de verão.

Pitton (1997) analisou conjuntamente as variações térmicas espaciais intraurbanas das cidades médias paulistas de Rio Claro e Araras, e das cidades pequenas de Cordeirópolis e Santa Gertrudes, a fim de propor um modelo de zonas arbóreas para cada cidade.

Anunciação (2001) identificou as particularidades climáticas em Campo Grande/MS associadas às características térmicas regionais e especificidades do processo de urbanização, de atividades produtivas e da topografia local nas modificações da paisagem natural e consequentemente as alterações no clima urbano. Verificou a partir de pontos fixos de registro termohigrométricos que as ilhas de calor se formam independente da estação do ano, sendo geradas tanto no período de verão quanto no inverno.

No âmbito internacional Tereshchenko e Filonov (2001, p. 484) realizaram um estudo das flutuações da temperatura do ar de 1926 a 1994 em relação ao crescimento urbano em Guadalajara (um dos quatro distritos urbanos da Zona Metropolitana de Guadalajara (MZG)), no México, localizada no vale de Atemajac com clima tropical úmido – seco utilizando apenas uma estação meteorológica em ambiente urbano e encontraram intensidades de ilhas de calor negativas nos meses chuvosos e as maiores intensidades das ilhas de calor urbanas foram detectadas à noite. Em 1997 Kumar *et al.* (2001, p. 707) a partir de transectos na área urbana no período de inverno e verão detectaram padrões sazonais de formação da ilha de calor predominantemente no período de inverno frio em Brihan Mumbai, Índia.

Brandão (2009) realizou um estudo sistemático do clima urbano da cidade do Rio de Janeiro utilizando séries históricas de dados termohigrométricos de estações meteorológicas, além dos componentes geo-ecológicos, de uso do solo e da morfologia urbana na formação das ilhas de calor.



Moura, Zanella, Sales (2010) identificaram as características do clima urbano em Fortaleza/CE no campo térmico, e destacam que os sistemas de circulação atmosférica são fatores determinantes na distribuição e intensidade das ilhas de calor.

Amorim (2000) em sua pesquisa de doutoramento desenvolveu uma análise do clima urbano em Presidente Prudente/SP, cujo trabalho é uma das principais referências teórico-metodológica de identificação de ilhas de calor intraurbana e urbano-rural, diferenças termohigrométricas, além de análises espaço-temporais a partir de dados de estações meteorológicas. A autora ainda orientou dezenas de pesquisas para identificação das características do clima urbano na região do oeste paulista em cidades de médio e pequeno porte, aplicando metodologias adequadas de produção e análise de dados, principalmente no canal de percepção termodinâmico. Alguns destes trabalhos são, por exemplo, de Viana (2006) em Teodoro Sampaio/SP; Minaki (2006) em Guararapes/SP; Pinheiro (2009) em Euclides da Cunha/SP; Lima (2011) em Rosana/SP; Brússolo (2011) em Assis/SP; Ugeda Júnior (2011) em Jales/SP; Ortiz (2012) em Cândido Mota/SP; Ortiz Porangaba (2015) em Assis, Cândido Mota, Maracaí e Tarumã. Também foram realizadas análises do clima urbano em outros estados como na cidade de Nova Andradina/MS em que Lima (2011) espacializou as diferenças térmicas e higrométricas decorrentes dos diversos usos do solo urbano a fim de subsidiar políticas de ordenamento territorial. Dorigon (2015) analisou o clima urbano em Paranavaí/PR cujos resultados demonstram a importância da arborização urbana em diminuir ou acentuar as diferenças térmicas intraurbanas e na área rural próxima.

Estudo semelhante foi desenvolvido por Joshi et al. (2015) na caracterização da ilha de calor urbana e mapeamento de isotermas utilizando tecnologia geo-informática na cidade de Ahmedabad, Estado de Gujarat, Índia. O estudo identificou e estudou os *hot spots* urbanos a partir de dados do Landsat-5 TM e dados de campo obtidos com a Infrared Gun (IR Gun) em períodos da manhã, tarde e noite em janeiro e abril de 2014 em várias zonas de Ahmedabad. O estudo indica que a temperatura da superfície próxima a áreas industriais e áreas densamente urbanizadas apresentaram temperaturas mais elevadas se comparado às áreas periurbanas. Com base nas imagens Landsat -5 TM foi verificado que a intensidade da ilha de calor de superfície foi maior durante a estação do verão (abril), e este mesmo padrão de maior intensidade das ilhas de calor urbanas foi registrado nos dados obtidos em campo.



Grande parte destes trabalhos identifica as ilhas de calor e diferenças termohigrométricas a partir da metodologia de transecto móvel e/ou instalação de miniabrigos meteorológicos em pontos fixos de registro, análise do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI e mapeamento da temperatura de superfície com base em imagens de satélite termais. O clima urbano se caracteriza grande parte em função da morfologia urbana de áreas densamente construídas com materiais construtivos inadequados, alto grau de impermeabilização dos solos e ausência de arborização que reduzem significativamente a qualidade do ambiente.

No tocante aos demais canais de percepção para análise do clima urbano, uma série de pesquisas também foram desenvolvidas no âmbito nacional, por exemplo, por Sampaio (1981) e Gonçalves (1992, 2009) que analisaram o clima urbano de Salvador/BA no canal Hidrometeorológico (MONTEIRO, 1976) a partir da relação entre a morfologia do sítio urbano e as repercussões atmosféricas e espaciais dos impactos pluviais no espaço geográfico.

Danni-Oliveira (2009) analisou o clima urbano de Curitiba/PR pelo canal físico-químico a partir das implicações dos atributos urbanos e geocológicos da cidade na dispersão de poluentes da camada de ar no período de inverno. A autora considerou que o adensamento populacional, a concentração de edifícios, indústrias, trânsito de veículos, indústrias e pessoas, prejudicaram a circulação de ar e elevaram as temperaturas do ar comparadas as áreas verdes e de baixa densidade de construtiva.

Em relação ao eixo teórico metodológico dos índices de conforto térmico do ambiente as pesquisas estão pautadas nas medições termohigrométricas no ambiente urbano no interior e fora das residências, portanto, *indoor* e, a temperatura do ar. Existem vários índices de avaliação do conforto térmico utilizados em países tropicais, por exemplo, as Cartas Bioclimáticas de Olgyay (1963 e 1968), Temperaturas Efetivas de Yaglou e Houghthen (1923); Temperatura Efetiva Corrigida de Vernon e Warner; Índice de Conforto Equatorial de Webb, o Índice de Temperatura Efetiva de Thom (ARAÚJO, 2014, p. 87).

O índice mais utilizado nas pesquisas, principalmente por urbanistas e arquitetos no planejamento urbano, é o Índice de Temperatura Efetiva (TE) de Thom e Bosen (1959), também designado como “Índice de Desconforto”. De acordo com Ayoade (2003, p. 65) esse índice (ou Temperatura Efetiva - TE) é obtido por uma conversão a partir da equação entre a temperatura do bulbo seco e de bulbo úmido, medida em graus Celsius (°C) que pode ser



classificada como zona de conforto ou de desconforto térmico. Funari (2006) estimou o índice de sensação térmica humana em função dos tipos de tempo na Região Metropolitana de São Paulo. Em relação aos períodos sazonais os resultados evidenciam que houve situações de desconforto e resfriamento na maior parte dos dias de inverno.

Dumke (2007), por exemplo, com base na proposta teórico-metodológica do Sistema Ambiental Urbano (SAU) (proposta por MENDONÇA, 2004b), realizou o estudo do clima da cidade de Curitiba/PR e do conforto térmico em função das condições de vida no aglomerado urbano na Região Metropolitana de Curitiba (AU-RMC). A autora realizou o registro das variáveis temperatura e umidade do ar e cartografou o sítio urbano, usos e ocupação da terra e a distribuição das habitações e identificou desconforto térmico para o frio e em situações de maior amplitude térmica em espaços onde residem segmentos sociais de menor renda (DUMKE, 2007).

Ikefuti e Amorim (2009) desenvolveram um estudo do conforto térmico em bairros com diferentes padrões de construção em Presidente Prudente/SP. Foi utilizado o cálculo da Temperatura Efetiva (TE) de Thom (1959) a partir de registros feitos em três pontos da cidade no período de inverno concluindo que as temperaturas efetivas no ambiente interno e externo das edificações é distinta devido aos padrões de materiais construtivos das moradias que ocasionam desconforto térmico principalmente no interior das edificações.

Viana (2013) realizou um estudo do conforto térmico em nove escolas estaduais de Presidente Prudente/SP. Foram realizados registros de temperatura e umidade do ar no ano de 2010, além de dados utilizados da estação meteorológica convencional da Universidade Estadual Paulista/UNESP nas estações de outono e primavera. Aplicando os índices da Temperatura Efetiva de THOM (1959) e a Carta Bioclimática de Olgyay (1963) foi identificado que no outono as edificações escolares apresentam situações de conforto e desconforto térmico para o frio e para o calor (outono) e, na primavera os materiais construtivos se mostraram termicamente ineficientes para o calor. Mas, devido à temperatura do ar ser elevada na maior parte dos dias na cidade, as edificações escolares geraram várias horas de desconforto térmico funcionando como “bombas térmicas” (VIANA, 2013, p. 100).

Rodrigues (2015) estudou o conforto térmico nas cidades de porte médio do oeste paulista em Presidente Prudente e Marília. A pesquisa teve enfoque em ambientes abertos buscando traçar um paralelo com os espaços de moradia analisando a sensação de conforto



dos cidadãos em cada cidade, sob a atuação dos mesmos sistemas atmosféricos no âmbito regional. Foram aplicados questionários e o Índice de Temperatura Efetiva de Thom (1959) que permitiram inferir adaptabilidades dos indivíduos em relação ao clima e diferenças de tolerância ao calor associadas à fisiologia (idade, peso, sexo) e de ordem social (incluindo o material construtivo do espaço de moradia, vegetação arbórea e presença de áreas verdes).

Em relação às ilhas de calor de superfície, primeiramente, em termos conceituais Nichol (1996) considera que há uma confusão entre os padrões de temperatura da superfície terrestre (ou, *land surface temperature* - LST) e ilhas de calor urbanas (ou, *Urban Heat Islands* - UHIs), pois o conceito de ilha de calor "derivada do satélite" é em grande parte produto do uso de imagens de baixa resolução espacial. Nichol (1996, p. 140) sugere mais adequado utilizar o termo "padrões de temperatura da superfície", como mais significativo do que a ilha de calor de superfície. Ressalta inclusive que esta ainda é uma questão científica válida sobre como a temperatura da superfície terrestre (LST) derivadas de imagens de satélite podem ser utilizadas para mensurar ICUs (NICHOL, 1996).

De acordo com Amorim *et al.* (2009) o sensoriamento remoto é uma importante ferramenta para compreensão e identificação da distribuição de fontes de calor nas superfícies urbanas que levam à formação de ilhas de calor urbanas – (ICUs). É uma das novas tecnologias referentes à área de Informações Espaciais e vem sendo intensamente utilizada a pouco mais de um século, principalmente a partir dos anos 1970 quando as tecnologias de sensoriamento remoto de RADAR, os sensores termais de infravermelho e os scanners multiespectrais se tornaram disponíveis para uma série de aplicações, desde o lançamento dos satélites LANDSAT (*Land Remote Sensing Satellite*⁴⁸).

Uma das vantagens da utilização do sensoriamento remoto para os estudos do clima urbano é que esta técnica permite realizar análises com base em imagens de alta resolução, além do levantamento sistemático, consistente e contínuo de dados, se comparada aos limites espaciais de detalhamento das estações meteorológicas e medições em campo. O

⁴⁸ Segundo Machado e Quintanilha (2008, p. 18) os satélites LANDSAT possuem finalidades civis dedicados ao sensoriamento remoto de recursos terrestres sendo Programas gerenciados pela NASA - *National Aeronautics and Space Administration* e pelo USGS - *United States Geological Survey*. MÓDULO DE TREINAMENTO: **Sistemas de Informações Geográficas (SIG) e Geoposicionamento**: uma aplicação urbana. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Disponível em: <http://sites.poli.usp.br/d/ptr2355/PTR2355_Apostila_SR.pdf>. Acesso em: 08 jan.2016.



sensoriamento remoto e os sistemas de informações geográficas são recursos considerados mais responsivos e eficazes para o estudo do clima urbano e de suporte à decisão.

No Brasil, o trabalho de Lombardo (1985) foi pioneiro na utilização de imagens termais do sensor TM (satélite Landsat 5) e do sensor AVHRR (*Advanced Very High Resolution Radiometer*) para identificar ilhas de calor urbana de superfície. Outros trabalhos com aplicação desta técnica no âmbito nacional e internacional associam a comparação dos padrões urbanos e rurais para determinação da ilha de *calor* urbana de superfície – SUHI por fornecer resultados mais robustos (RASUL *et al.*, 2017, p. 2). De acordo com Weng (2009, p. 1) a variação entre a temperatura da superfície terrestre (LST) dentro de uma cidade e sua área circundante é resultado de variações na cobertura da superfície, capacidade térmica e da geometria tridimensional.

Segundo Rasul *et al.* (2017, p. 3), as pesquisas de Wark, Yamamoto, Lienesch (1962) e Rao (1972) iniciaram a utilização de sensoriamento remoto para medir as temperaturas das superfícies através dos dados obtidos do satélite de observação de infravermelhos de televisão (*TIROS II*). Rao (1972) relatou o primeiro estudo de SUHI com base em dados de imagens utilizando o sensoriamento remoto no estudo dos padrões de distribuição das temperaturas superficiais no ambiente urbano (WENG, 2009, p. 3).

Weng, Lu, Schubring (2004) realizaram uma análise de correlação pixel a pixel entre duas vertentes, de um lado, a temperatura da superfície, e de outro, o NDVI, a vegetação verde (GV) e as frações superficiais impermeáveis.

Amorim *et al.* (2009), utilizaram imagens térmicas do Landsat 7 ETM+ e registros da temperatura do ar (por meio de pontos fixos e medidas itinerantes) para analisar e comparar o clima urbano entre a cidade de Presidente Prudente (SP, Brasil) e Rennes (França). Concluíram o papel decisivo das imagens de satélite na identificação das fontes de calor no ambiente urbano e as mudanças históricas no uso do solo além da geração de ilhas de calor urbanas em ambas as cidades. Estudo semelhante foi desenvolvido por Amorim e Monteiro (2011) para analisar as diferenças de temperaturas superficiais intraurbanas usando imagens Landsat 7 ETM+ num estudo comparativo entre as cidades médias de Presidente Prudente (SP, Brasil) e a cidade do Porto (Portugal), em latitudes diferentes em episódios de verão. As conclusões evidenciam as áreas afetadas pelas ilhas de calor e temperaturas das superfícies extremamente elevadas que contribuiriam significativamente para o desconforto térmico.



Souza e Ferreira (2012) analisaram a temperatura de superfície em ambientes urbanos por meio de sensoriamento remoto na cidade de Goiânia/GO no mês de agosto de 2002 e 2011. As imagens geradas de anomalias termais denotam que mesmo apresentando temperatura de superfície mais amena em 2011, a área urbanizada do município de Goiânia apresentou maior potencial de aquecimento se comparadas a 2002. No município de Vitória/ES, Coelho (2013, p. 827) analisou a relação entre a distribuição das classes de temperatura de superfície e os usos e coberturas da terra. Para isso detectou e analisou o campo térmico de superfície em traçados da imagem termal do Landsat-5 TM na faixa do infravermelho termal. Os resultados evidenciam áreas do município de Vitória/ES com intensa resposta termal como prédios, pavimentos, telhados e superfícies típicas das paisagens urbanas distribuídos de forma heterogênea no espaço urbano. A influência e importância da cobertura vegetal na amenização da temperatura superficial foram constatadas, por exemplo, em área de parque - Parque Estadual da Ponte Grande (COELHO, 2013, p. 833).

Mohan *et al.* (2012, p. 127) realizaram um estudo de caso para avaliar e comparar a ilha de calor urbana medida *in situ* com as observações de sensoriamento remoto na megacidade de Delhi, Capital da Índia, local representativo das condições climáticas tropicais no hemisfério norte. Estudos foram realizados em campo no verão de 2008 e as temperaturas da superfície terrestre foram obtidas a partir de dados *MODIS-Terra* (MOHAN *et al.*, 2012, p. 133). Os resultados mostram maior intensidade e magnitude da ilha de calor (UHI) tanto durante as horas da tarde como nas horas noturnas e evidencia relação com a temperatura da superfície da terra durante a noite. Além disso, é discutida nas análises atuais a relação entre as UHI com dados populacionais em Delhi que passou por um aumento populacional intenso nas últimas 2 a 3 décadas (MOHAN *et al.*, 2012, p. 127).

Ainda em relação a estudos internacionais desenvolvidos em ambiente tropical, Cui e De Foy (2012) identificaram as variações sazonais da ilha de calor urbana da superfície e na superfície próxima decorrentes da redução de vegetação urbana na área metropolitana da Cidade do México (MCMA). Localizada no Vale do México com clima tropical de montanha é classificado em três estações: a estação fria e seca (novembro - fevereiro), a estação seca quente (março-abril), e a estação chuvosa (maio-outubro). Para estudar a superfície terrestre foram utilizados dados *MODIS* (a bordo dos satélites de órbita polar *Terra* e *Aqua*).



Foram identificadas tendências sazonais opostas da UHI na MCMA durante o dia e a noite, sendo que durante todo o ano a noite há ilhas de calor (até 10,58°C) durante a estação seca, enquanto durante as estações chuvosas as intensidades são mais fracas. Já durante o dia, a variação sazonal das UHI foram valores baixos ou mesmo negativos durante a estação seca e os picos de valores ocorreram durante a estação chuvosa (CUI e DE FOY, 2012, p. 859).

Buyadi, Mohd, Misni (2013) analisaram o impacto do aumento dos espaços verdes no microclima urbano na cidade de Shan Alam, na Malásia com clima tropical quente e úmido e ensolarado e precipitação abundante, especialmente durante as estações de monção de outubro a março. No estudo foram utilizadas imagens de satélite Landsat-5 TM para monitoramento das mudanças nos usos da terra e geração dos mapas de uso e ocupação da terra para as datas de 1991 e 2009. Com as imagens deste período também foi identificada a temperatura da superfície terrestre (LST) e o índice de vegetação por diferença normalizada (NDVI) (BUYADI, MOHD, MISNI, 2013, p. 552). Os resultados do estudo mostraram alterações significativas nos usos da terra na área de estudo e que, apesar da substituição de áreas verdes naturais por áreas de uso residencial e comercial aumentar a LST, o amadurecimento das árvores ao longo do período de 18 anos ajudou a mitigar os efeitos da ilha de calor e se mostrou fundamental para o desenvolvimento urbano sustentável, além de proporcionar melhor qualidade de vida a população urbana (BUYADI, MOHD, MISNI, 2013, p. 547).

Abutaleb *et al.* (2015) realizaram uma avaliação da Ilha de calor urbana utilizando dados do Landsat 7 ETM+ e aplicando o algoritmo mono-janela durante as estações de verão e inverno de 2002 e 2012, no Grande Cairo, Egito, localizado na região climática subtropical com clima seco. Os resultados enfatizam a existência dos dois tipos principais de ilhas de calor - de superfície e ilha de calor atmosférica – na área de estudo e, que as diferenças de temperatura entre 0,5°C e 3,5°C e o aumento da radiação térmica da superfície terrestre estiveram fortemente relacionados aos usos e coberturas da terra derivados da expansão das áreas urbanas e nas áreas mais populosas do Grande Cairo (ABUTALEB *et al.*, 2015).

Também relacionando a intensificação da ilha de calor à expansão urbana e seus impactos nas residências, Villanueva-Solis (2017, p. 22) analisou a cidade de Mexicali, B. C. México. O estudo também foi desenvolvido com dados de imagens infravermelhas termais do satélite Landsat 8 em junho de 2013 para estabelecer as características termais da cidade e, a análise das transformações e expansão do espaço urbano foi desenvolvida a partir do



modelo dinâmico e simulação de cenários ((VILLANUEVA-SOLIS, p. 25). O estudo concluiu a eficiência na utilização de modelos dinâmicos no planejamento urbano, mitigação e adaptações às mudanças climáticas, principalmente na aplicação de estratégias aplicadas a telhados, pavimentos verdes e arborização em áreas urbanas. Por fim, ressalta que a análise dos usos da terra teve potencial significativo para mitigar ilhas de calor urbanas na cidade (VILLANUEVA-SOLIS, 2017).

Em publicação recente, Pal e Ziaul (2017, p. 126) objetivou detectar os impactos da mudança de uso (*Land Use/LU*), da cobertura do solo (*Land Cover/LC*) e da cobertura da vegetação fractal (*Fractal Vegetation Cover/FVC*) na alteração da temperatura da superfície terrestre (*Land Surface Temperature/LST*) no centro urbano de English Bazar situada no distrito de Malda, estado de West Bengal, Índia, clima subtropical de monção. Utilizando dados do LANDSAT-5 TM para 1991 e 2010 e também do LANDSAT 8 OLI para o ano de 2014 extraíram a temperatura da superfície da banda termal e desenvolveram a classificação das mudanças do uso do solo e da cobertura do solo. Os resultados mostram que a LST aumenta anualmente 0,070°C no inverno e 0,114°C durante o período de verão, com diferença significativa em diferentes unidades de LU/LC. Identificaram ainda um alto coeficiente de correlação entre cobertura de solo impermeável e a temperatura da superfície terrestre/LST.

Recentemente as técnicas de análise do clima urbano têm sido aprofundadas a partir de análises geoestatísticas que visam entre outras possibilidades, análises climáticas mais robustas em termos quantitativos e qualitativos. Utilizando SIGs, a modelagem das ilhas de calor urbana a partir de dados obtidos *in situ* em pontos fixos e/ou transectos móveis é uma destas técnicas de interpolação de variáveis climáticas aplicadas nas pesquisas recentes da climatologia urbana. Na modelagem da ilha de calor a temperatura do ar é estimada estatisticamente em pontos não registrados em campo via regressão linear múltipla tendo como parâmetro a correlação com o relevo, uso da terra e a vegetação - NDVI.

Amorim, Dubreuil, Cardoso (2015) apresentaram a modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP), Brasil. Foram utilizados dados de temperatura do ar obtidos via transecto móvel, os usos da terra, NDVI e altitude. O modelo espacial apresentou estimativas satisfatórias de representação da temperatura do ar, cujos valores elevados de temperatura demarcaram os limites de áreas com alta densidade construtiva e



baixa densidade de vegetação. Os autores destacam as possibilidades de intervenções pontuais com uso das modelagens (AMORIM, DUBREUIL, CARDOSO, 2015, p. 44).

Teixeira e Amorim (2017) apresentaram algumas representações espaciais em Racharia/SP uma cidade tropical de pequeno porte cujos resultados evidenciam a influência do uso da terra na área urbana na geração da ilha de calor, além do maior aquecimento da área urbana em relação ao entorno rural. Denota o maior detalhamento da técnica na identificação de ilhas de calor dada sua associação com as características da superfície.

Gomes, Amorim, Dubreuil (2017) desenvolveu a modelagem da ilha de calor urbana com especificidades aplicada em ambiente litorâneo na cidade de Ubatuba/SP. Deste modo, os autores incorporaram a distância do mar como mais um fator explicativo da distribuição térmica na região costeira. Foram desenvolvidas as representações de classes de uso da terra, NDVI e distância do mar. O modelo apresentou alta correlação linear entre as variáveis e a variabilidade da temperatura do ar e mostrou a importância da vegetação em áreas urbanas na diminuição das temperaturas (GOMES, AMORIM, DUBREUIL, 2017, p. 93).

Tal como já mencionado no capítulo anterior, dependendo da localização geográfica e das condições climáticas predominantes, as ilhas de calor podem ser benéficas ou prejudiciais para o morador urbano e para o consumo de energia, portanto, é fundamental segundo o IPCC (2007) identificar as características do clima nas cidades e propor meios de adaptação e redução de riscos diretos e indiretos dos impactos das mudanças climáticas.

Apesar da generalização de que os climas urbanos e as ilhas de calor dependem das características dos climas locais, as especificidades observadas nos quatro grandes eixos de desenvolvimento dos estudos de clima urbano denotam a influência do processo de urbanização e heterogeneidades na produção dos espaços - com morfologia urbana (forma, funções, estrutura urbana) e os condicionantes geográficos e ambientais do sítio urbano - na formação de uma atmosfera específica nas cidades (no ar e superfície) que interfere, - predominantemente de forma negativa, na qualidade de vida da população.

Portanto, se o clima urbano é produto da forma de se produzir cidade, também as mudanças no clima urbano só podem ser inferidas a partir das alterações na forma com que as cidades são produzidas, com vulnerabilidade, estrutura social e espaços/territórios geográficos desiguais, intencional e contraditoriamente produzidos.



5. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS E OBTENÇÃO DE DADOS

A estruturação do conhecimento científico ao longo da história, em sua gênese, é baseada na racionalidade e objetividade buscando sempre ater-se aos fatos e transcendê-los. Para isso, assume caráter analítico, na medida em que requer exatidão e clareza e, é verificável, uma vez que parte da investigação metódica e sistematizada. A característica de cientificidade do conhecimento foi se moldando às tendências doutrinárias e métodos científicos que pautaram a forma de interpretação da realidade através de correntes metodológicas em vários períodos de desenvolvimento da sociedade (SPOSITO, 2004, p. 31).

Esta evolução da ciência e de seus métodos reflete a multiplicidade da realidade e a necessidade de uma análise multidirecional dos fatos (MARCONI e LAKATOS, 2003, p. 79), dada a complexidade da relação sociedade-natureza que, por vezes, requer múltiplos procedimentos de investigação científica e de métodos para determinação dos fenômenos. Portanto, partindo do pressuposto de que a realidade é una e múltipla (SUERTEGARAY, 2001) é necessário utilizar princípios e métodos quantitativos e qualitativos⁴⁹ para compreender as multidimensões do problema proposto na presente pesquisa. Faz-se deste modo devido ao conjunto de objetivos específicos elencados na pesquisa que integram análises estatísticas multivariadas e qualitativas de variáveis socioeconômicas, além de dados geoambientais e urbanos com gênese histórica e relacional, portanto, são múltiplos aspectos envolvidos na relação entre clima urbano – vulnerabilidade - risco.

Os pressupostos teóricos da pesquisa partem da perspectiva analítica do Sistema Clima Urbano (S.C.U), produção do espaço e, risco climático e vulnerabilidade socioespacial entendidos no âmbito da Geografia do Clima. Deste modo, é certo que a pesquisa requer um desafio no âmbito das questões de método combinando as perspectivas analíticas, sistêmica e dialética, haja vista a adoção da proposta teórico metodológica do S.C.U (MONTEIRO, 1976) e da Geografia do Clima (SANT'ANNA NETO, 2001a). Mesmo porque, segundo Sant'Anna Neto (2001b, p. 57-58), embora seja essencial o domínio instrumental de tecnologias que permitam novas interpretações da realidade, não se podem descartar os

⁴⁹ É possível notar historicamente este embate no campo científico, na década de 1970, inclusive abrindo caminho para uma dicotomia “quantitativo-qualitativo” (MINAYO, 2002, p. 15; TRIVIÑOS, 1987, p. 116) questionando a cientificidade das ciências sociais quando comparado com as ciências da natureza que colocavam a imposição da atitude tradicional positivista – quantificável, empírica, falseabilidade, linguagem matemática, técnicas estatísticas (GIL, 2002, p. 43) –, nas ciências sociais – com objetivo histórico, provisoriedade, no dinamismo e na especificidade.



métodos quantitativos tampouco os métodos qualitativos para tão somente compreender dialeticamente a dimensão social na interpretação do clima tendo a Geografia do Clima como lente de análise.

Além destes condicionantes, a abordagem da pesquisa está centrada na relação sociedade e natureza analisando de forma aprofundada os problemas e contradições resultantes desta dinâmica a partir dos seus objetivos. Assim, o estudo integra a dimensão socioespacial (MENDONÇA, 2009, p. 123) interrelacionando seus condicionantes para definir as singularidades da vulnerabilidade em cada recorte territorial de estudo e problemas ambientais urbanos que afetam a qualidade de vida e de conforto da sociedade.

Reforçando a necessidade de integração de método nas pesquisas geográficas, Minayo (2002, p. 10), Sposito (2004, p. 75) ressaltam que a ciência é uma forma de expressão desta busca, que não é exclusiva, nem é conclusiva, tampouco definitiva, por isso, a cientificidade da pesquisa não pode ser reduzida a apenas uma forma determinada de conhecer, ela contém diversas maneiras concretas e potenciais de se realizar.

Uma pesquisa tendo como pressuposto a identificação da influência da produção do espaço no clima urbano e (des)conforto térmico em cidades tropicais e as multidimensionalidades envolvidas na exposição ao risco e vulnerabilização da sociedade relacionadas as condições geoambientais e socioeconômicas, não pode se eximir de um conjunto de procedimentos técnicos e estatísticos para contemplar a complexidade dos objetivos elencados. Ciente dos limites de abordagem da pesquisa é fundamental manter o respeito, cuidado e critério quanto às especificidades de embasamento de métodos e metodologias de pesquisa empregadas, entendendo-as como um conjunto de técnicas, que dispõe de um instrumental claro, coerente, elaborado, capaz de encaminhar os impasses teóricos para os desafios da prática (MINAYO, 2002, p. 16).

O embasamento teórico do clima urbano está pautado na proposta do Sistema Clima Urbano (S.C.U) proposto por Monteiro (1976) e a identificação das características térmicas por meio das diferenças de temperatura e ilhas de calor parte do subsistema termodinâmico (canal do Conforto térmico). A análise do clima urbano se dá em função das características urbanas de produção dos espaços na perspectiva analítica da Geografia do Clima e, o risco e a vulnerabilidade são admitidos como construções sociais. Os procedimentos metodológicos sistematizados para o desenvolvimento da pesquisa são descritos a seguir:



5.1 Mapeamento cartográfico das características geoambientais (hypsometria, declividade e orientação das vertentes)

Foi efetuado o download das imagens gratuitas SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) do projeto TOPODATA na articulação 1:250.000 e executada a reprojeção das cenas do hemisfério Norte (projeção original) para o hemisfério Sul a partir da ferramenta *ArcToolbox > Data Management tools > Projections and Transformations > Raster > Project Raster*. A seguir foram elaboradas as representações cartográficas de hipsometria (com transparência do relevo sombreado), declividade (utilizando a ferramenta *ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Slope*) e de orientação das vertentes (ferramenta *ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Surface > Aspect*) no software SIG-ArcGis/ArcMap. 10.

As imagens de altitude (22S525ZN e relevo sombreado 22S525RS), orientação das vertentes (22S525ON) e declividade (22S525SN) foram processadas em ambiente SIG para a cidade de Presidente Prudente/SP. O mesmo procedimento foi aplicado na elaboração destes mapas para as cidades paulistas de São Carlos e Marília no desenvolvimento da dissertação de mestrado financiada pela agência da FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, Processo 2013/04417-3).

5.2 Combinações de bandas do Landsat 8 – RGB Cores Verdadeiras (True-Color RGB) – Falsa Cor (False Color) – Composição Infravermelha (Color Infrared)

A plataforma do satélite Landsat-8 com instrumentos imageadores *Operational Land Imager (OLI)* e *Thermal Infrared Sensor (TIRS)*⁵⁰ possui 9 faixas espectrais com resolução espacial de 30 metros para as bandas de 1 a 7 e 9 e, resolução espacial de 15 metros para a faixa 8 pancromática. As faixas termais 10 e 11 possuem resolução de 100 metros e são reamostradas para 30 metros (BARSÍ *et al.*, 2014, p. 10233).

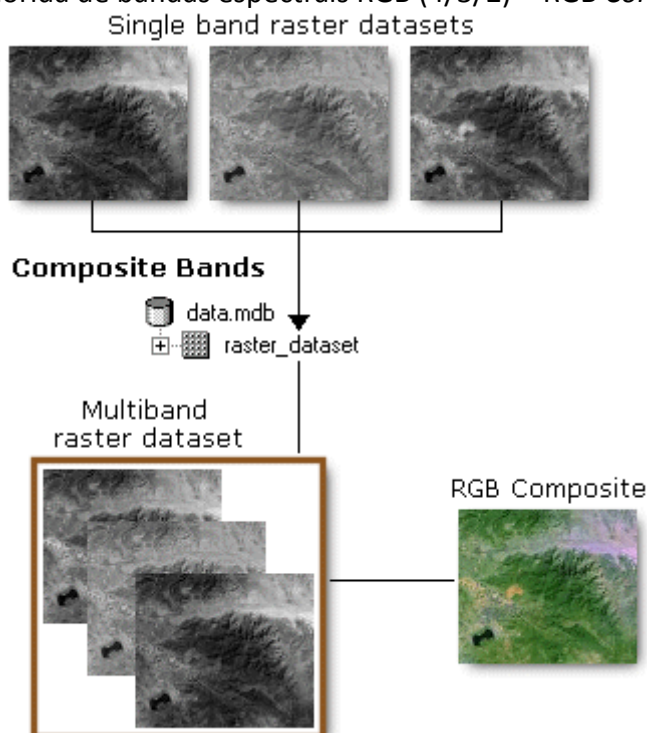
Dada a variedade de faixas espectrais imageadas pelo Landsat 8 é possível que os usuários realizem uma série de composições combinando bandas de melhor contraste. Tal como o modelo de cores RGB, esta composição colorida RGB consiste na combinação das bandas 4/3/2 (Banda 4 – *Red*, Banda 3 – *Green*, Banda 2 – *Blue*), nesta ordem, utilizando a ferramenta do *ArcToolbox > Data Management tools > Raster > Raster Processing > Composite Bands*. Esta combinação é designada como *Natural Color* ou Cores Verdadeiras.

⁵⁰ BARSÍ *et al.* (2014, p. 10233). *What are the band designations for the Landsat satellites?*. Disponível em: <<https://landsat.usgs.gov/what-are-band-designations-landsat-satellites>>. Acesso em: 26/12/2017.



Nos *Sistemas de Informações Geográficas (SIG)* é possível visualizar simultaneamente estas três bandas tendo como produto gerado a imagem com cores naturais no formato RGB. A combinação das bandas 4, 3, 2 (LANDSAT 8), utiliza apenas as bandas da porção visível do espectro eletromagnético, sendo a que mais se aproxima das cores reais (MENEZES, ALMEIDA, 2012, p. 123). A Figura 5 demonstra o processo de composição RGB a partir de três bandas espectrais independententes.

Figura 5. Composição colorida de bandas espectrais RGB (4/3/2) – RGB Composite.



Fonte: *Band Combinations for Landsat 8 (2013)*. Disponível em: <<https://blogs.esri.com/esri/arcgis/2013/07/24/band-combinations-for-landsat-8/>>. Acesso em: 01 abr. 2016.

A composição colorida Falsa Cor (*False Color*) pode ser obtida com a combinação de uma série de faixas distintas, tal como as bandas 7/6/5 (*urban*); 3/5/4; 6/5/4 (*Vegetation Analysis*); 7/5/4 (*Shortwave Infrared*); 7/6/4, e permite diferenciar na imagem de satélite a representação das áreas urbanas e rurais, vegetação bem como a identificação das diferentes coberturas da terra. Foi realizada a composição colorida utilizando as bandas 3/5/4, nesta ordem, para as cidades de estudo utilizadas como parte da elaboração das modelagens das ilhas de calor.



Uma destas combinações falsa cor é a composição das bandas 5/4/3 denominada *Color Infrared (vegetation)* utilizada frequentemente na literatura no auxílio às análises de variação sazonal da vegetação associada ao Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI). Deste modo, foram elaboradas imagens infravermelhas para as áreas urbanas e entorno das cidades de São Carlos, Marília e Presidente Prudente nos períodos próximos aos registros de dados em campo no ano de 2014 e também em abril e set./out. de 2016.

A identificação e principais aplicações das bandas para a composição RGB, falsa cor e para a composição infravermelha estão descritas no quadro 3.

Quadro 3 – Identificação das bandas combinadas e determinação das principais aplicações.

Banda espectral	Descrição da variável para estimativa	Principais aplicações
2 - BLUE	Imagem do azul (<i>Blue</i>)	Mapeamentos batimétricos e distingui o solo da vegetação
3 - GREEN	Imagem do verde (<i>Green</i>)	Evidencia o ápice da vegetação para avaliar o vigor das plantas
4 - RED	Imagem do vermelho (<i>Red</i>)	Discriminar a vegetação a partir da presença de clorofila
5 - (NEAR- INFRARED)	Imagem do infravermelho próximo	Evidenciar o teor de biomassa

Fonte: BARSÍ et al. (2014, p. 10233). **Disponível em:** <<https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study>>. Organizado pela autora, 2018.

5.3 Álgebra de mapas para estimar índices de vegetação (NDVI) - *Normalized Difference Vegetation Index*

O NDVI (*Normalized Difference Vegetation Index*) é um importante índice de vegetação para monitoramento das mudanças sazonais e interanuais de desenvolvimento vegetal (JENSEN, 2009). É um índice calculado por uma equação, a qual tem como variáveis a reflectância das bandas do vermelho (RED) e do infravermelho próximo (NIR). Dentre as aplicações desta técnica é possível estabelecer os índices de vegetação ou estado da cobertura vegetal em períodos sazonais do ano ou estações de acordo com a natureza do comportamento espectral dos vegetais. O índice fornece uma medida da quantidade de vegetação por *pixel* que auxilia na compreensão dos impactos provocados pelas mudanças de cobertura da terra em relação à temperatura na superfície terrestre.

O NDVI ou Índice de Vegetação da Diferença Normalizada apresenta uma forte correlação com dados de precipitação, cujos padrões de precipitação acompanham o aumento das temperaturas, e a principal consequência é o aumento da deficiência hídrica



que pode ser observada na resposta espectral da vegetação a partir da aplicação da técnica do NDVI, também para detecção de períodos de estiagem ou seca (DUBREUIL, 2010). Além disso, a técnica do NDVI é a mais comumente utilizada para destacar a vegetação clorofilada e estabelecer uma relação entre o índice NDVI e a evapotranspiração a partir da resistência de sua estrutura celular à transferência do vapor d'água para a atmosfera (DUBREUIL, 2005).

Segundo Moreira (2005) devido à presença da clorofila e características da estrutura celular das folhas, a vegetação apresenta absorção intensa na região espectral do vermelho (entre 0.636 a 0.673µm) e, em contrapartida, apresenta intensa reflexão na faixa do infravermelho próximo (0.851 µm a 0.879 µm). Esta diferença de absorção e reflexão entre as bandas do vermelho e infravermelho próximo é proporcional ao índice de reflectância da imagem, estimado utilizando a ferramenta *ArcToolbox > Spatial Analyst Tools > Map Algebra > Raster Calculator*, da seguinte forma:

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

Em que, as variáveis e respectivas bandas estão descritas no quadro 4 a seguir:

Quadro 4 – Identificação das bandas e determinação das principais aplicações.

Banda espectral	Descrição da variável para estimativa	Principais aplicações
5 - (near-infrared)	Imagem do infravermelho próximo	Evidenciar o teor de biomassa
4 - RED	Imagem do vermelho (<i>Red</i>)	Discriminar a vegetação a partir da presença de clorofila

Fonte: BARSÍ et al. (2014, p. 10233). **Disponível em:** <<https://landsat.usgs.gov/what-are-best-spectral-bands-use-my-study>>. Organizado pela autora, 2018.

O produto final é uma imagem cujos valores variam entre -1 e +1, correspondendo, respectivamente, a regiões com ausência de cobertura vegetal até àquelas com grande presença de cobertura vegetal. As escalas de variação do NDVI nas imagens de 2014 e 2016, quando comparáveis, foram igualadas.

Na pesquisa foi desenvolvido o NDVI para as cidades de São Carlos (4 de abril), Marília (30 de junho) e Presidente Prudente (8 de agosto) nos períodos próximos aos registros de dados em campo em 2014. O NDVI também foi elaborado para os meses de abril (dias 09, 16 e 7) e setembro/outubro de 2016 (dias 02 e 09 de outubro -, e 30 de setembro) para as cidades de São Carlos, Marília e Presidente Prudente, respectivamente.



5.4 Episódios atmosféricos de variação da temperatura da superfície como suporte às análises do clima urbano

Foi realizado o tratamento das imagens de satélite na banda termal para elaboração de cartas de temperatura de superfície dos alvos para identificar as ilhas de calor urbanas de superfície (SUHI). As imagens são obtidas via satélites orbitais por sensoriamento remoto e consiste na detecção de propriedades de objetos, por um dispositivo de registro que não esteja em contato físico com o elemento, ou seja, à distância. De acordo com Jensen (2009, p. 251) todos os objetos que possuem temperatura absoluta acima de zero (0k) emitem energia eletromagnética, “portanto, todas as feições que encontramos cotidianamente na paisagem, como vegetação, solo, rocha, água e pessoas emitem radiação eletromagnética infravermelha termal”. Seguindo este princípio, os sinais recebidos por sensores térmicos podem ser convertidos em radiância (LANDSAT PROJECT SCIENCE OFFICE, 2002).

A imagem termal corresponde à banda 10/LWIR-1 do satélite Landsat 8 do sensor OLI_TIRS (*Thermal Infrared Sensor*) que representa dados de imagem multiespectrais, com resolução espectral 10,3 a 11,3 μm , resolução espacial de 100 metros (reamostrada para 30 metros⁵¹) e resolução temporal de 16 dias, com área total de imageamento de 185 km⁵².

Em relação à aplicação metodológica, Dumke (2007, p. 246) estabelece uma sequência explicativa das etapas de processamento da imagem termal para obtenção da temperatura de superfície dos alvos, descritos na tabela 2 a seguir:

Tabela 2: Etapas de processamento da imagem Termal do satélite Landsat.

1. Os valores de níveis de cinza (NC) da imagem são primeiro convertidos para radiância espectral, por meio dos parâmetros de radiância calibração absoluta de pós-lançamento do sensor TM. Os valores de radiância espectral obtidos são, então, transformados em refletância aparente;
2. A estimativa das temperaturas da superfície terrestre, em graus Kelvin, por radiometria, baseia-se nas Leis de Stefan-Boltzman e Lei de Plank. Com base nos valores estimados de emissividade obtêm-se a temperatura da superfície mediante a inversão da equação de Plank para corpos radiadores seletivos;
3. Gera-se a grade de temperatura da superfície mediante a transformação de graus Kelvin para graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$), subtraindo os valores de Temperatura K de 273,15.

Fonte: DUMKE (2007, p. 246). Organizado pela autora, 2018.

⁵¹ De acordo com a *United States Geological Service* - USGS as bandas 10 e 11 são registradas com resolução de 100 metros, mas reamostradas para 30 metros, a fim de garantir a compatibilidade com as bandas multiespectrais (bandas 1 a 7) do sensor OLI (resolução 30 metros). Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/landsat8.php>>. Acesso em: 11/06/2016.

⁵² Disponível em: <http://www.sat.cnpm.embrapa.br/conteudo/missao_landsat.php>. EMBRAPA Monitoramento por Satélite. Acesso em 14/06/2016.



Para o processamento da imagem termal Landsat 8 foram utilizados os parâmetros e algoritmos disponibilizados no sítio eletrônico oficial do USGS Landsat⁵³ primeiramente convertendo os níveis de cinza da imagem para radiância a partir da aplicação da fórmula:

$$L_{\lambda} = MLQ_{cal} + AL$$

Em que:

- L_{λ} é a radiância espectral em sensor de abertura em Watts,
- ML é o fator multiplicativo de redimensionamento da banda 10; 3.3420E-04,
- Q_{cal} é o valor quantizado calibrado pelo pixel em DN; Imagem banda 10.
- AL é o fator de redimensionamento aditivo específico da banda 10; 0.10000,

Os valores de radiância foram convertidos em Temperatura Kelvin(K) pela fórmula⁵⁴:

$$T = \frac{K2}{\ln\left(\frac{K1}{L_{\lambda}} + 1\right)}$$

Em que, as variáveis e valores correspondentes estão descritos no quadro 5 a seguir:

Quadro 5 – Variáveis e valores da fórmula de conversão da temperatura em Kelvin.

Variáveis		Valores das constantes de calibração/LANDSAT 8
T	Temperatura efetiva em Kelvin	Valor a ser obtido
K1	Constante de calibração 1	774,89 (K)
K2	Constante de calibração 2	1321,08 (K)
L_{λ}	Radiância espectral em (Watts/(m ² * srad * μm))	Banda 10 (radiância)

Fonte: USGS (*United States Geological Survey*).

Em seguida os valores em Kelvin foram transformados em graus Celsius a partir da subtração de (-273.15 K) dos valores da imagem anterior para geração da nova grade de temperatura da superfície dos alvos em °C a partir da fórmula a seguir:

$$T = \text{Imagem} - 273,15$$

A finalização do processamento da imagem foi realizada no *Software ArcMap* versão 10.1 com base na imagem raster (.rst).

⁵³ Disponível em: <http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php>. Acesso em: 09 de junho de 2016.

⁵⁴ Todos os valores e determinação de cada índice utilizado para conversão das imagens estão disponibilizados em arquivos que acompanham as imagens no momento de *download* USGS (*United States Geological Survey*).



As escalas de variação da temperatura (°C), quando comparáveis, foram iguais.

Este processamento das imagens termais foi executado para as cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente com as imagens Landsat 8 sensor OLI_TIRS disponibilizadas no site da USGS⁵⁵ dos dias 4 de abril, 30 de junho e 8 de agosto de 2014, respectivamente, períodos próximos aos dias de registro de dados via transectos móveis. Também foram elaborados os mapas de variação da temperatura de superfície para a cidade de São Carlos utilizando as imagens da órbita/ponto 220/075, dos dias 09 de abril e 02 de outubro de 2016. Para a cidade de Marília foram utilizadas as imagens da órbita/ponto 221/075, dos dias 16 de abril e 09 de outubro de 2016 e para a cidade de Presidente Prudente foram utilizadas as imagens da órbita/ponto 222/075, dos dias 07 de abril e 30 de setembro de 2016. Esta análise episódica permite verificar a variação da temperatura de superfície dos alvos urbanos em situações atmosféricas de períodos sazonais distintos.

5.5 Identificação no urbano da variação de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea

Foi elaborado o mapa de variação de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea para as áreas urbanas das cidades. Esta aplicação foi desenvolvida a partir da determinação das classes de ocupação da terra via processo de classificação supervisionada pela interpretação visual de imagens de satélite fusionadas do *DigitalGlobe/ArcGIS* - RGB, de 2014 com resolução espacial de 0,5m. Para estabelecimento das classes foi realizada a vetorização de polígonos em um arquivo *.shp*.

5.6 Geração do SoVI[®] (Social Vulnerability Index)

Frente à aplicação de metodologias para avaliação da vulnerabilidade, segundo Beccari (2016) desde a publicação do *Social Vulnerability Index (SoVI[®])* ou *Índice de Vulnerabilidade Social* proposto por Cutter et al. (2003) numerosos índices foram elaborados, principalmente, segundo Inostroza, Palme, Barrera (2016, p. 3) para identificação de vulnerabilidade a desastres e ameaças naturais.

Chardon (2002), por exemplo, realizou uma mensuração e interpretação dos fatores que tornavam vulneráveis as comunidades da cidade de Manizales (Colômbia) frente às

⁵⁵ Imagens disponíveis no sítio eletrônico na *United States Geological Service (USGS)*: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 26 fev. 2018.



ameaças naturais. Para isso, na escala do urbano apresentou uma representação da distribuição espacial da vulnerabilidade que permitiu a identificação de uma tipologia de bairros mais e menos vulneráveis. Foram estabelecidos dois grandes grupos de variáveis que definiram a vulnerabilidade, um deles referente aos fatores naturais incorporando atuação sísmica (1979), processos erosivos, áreas inundáveis e, como fatores socioeconômicos incluíram bairros subnormais, nível socioeconômico, organização comunitária, postos de socorro, nível de acessibilidade, áreas educativas e postos de combustível. O rol de indicadores que integrou o modelo era diverso e heterogêneo e o autor utilizou categorias que permitiram metodologicamente relacionar e comparar as variáveis.

Cutter e Finch (2008) centraram o trabalho no comportamento socioespacial da vulnerabilidade nos Estados Unidos (EUA) desde os anos 1960 traçando um perfil comparativo da vulnerabilidade social da população estadunidense às ameaças naturais - *hazards*. Incorporaram variáveis como nível socioeconômico (taxas de pobreza e índice de escolaridade média), a idade (grupos etários), emprego e gênero, qualidade do ambiente construído. A metodologia detalhou processos que podem capturar e medir a complexidade relacionada à vulnerabilidade social.

Os indicadores de risco e vulnerabilidade são ferramentas muito importantes para examinar e discutir causas e a gênese do risco e vulnerabilidade. No entanto, essa discussão deve ser orientada por estruturas e modelos de aplicação. A elaboração do índice de vulnerabilidade é baseada em uma série de modelos estatísticos, e na presente pesquisa se optou pela utilização do modelo *SoVI*[®] (*Social Vulnerability Index*) – Índice de Vulnerabilidade Social desenvolvido por Cutter et al. (2003). Houve uma adaptação das variáveis consideradas dada a disponibilidade das informações, principalmente levantadas pelo censo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Todos as técnicas estatísticas foram processadas no *Microsoft Office*[®] com o pacote *XLStat*[®].

No quadro 6 a seguir observam-se as informações estruturais do modelo, a fonte dos dados e a unidade espacial adotada para as cidades paulistas estudadas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente. É representada a descrição das variáveis selecionadas do banco de dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (Censo 2010) e as 16 categorias da vulnerabilidade estabelecidas.



Quadro 6 – Estrutura do *Social Vulnerability Index (SOVI®)* para as cidades paulistas.

Estrutura	São Carlos/SP	Marília/SP	Presidente Prudente/SP
Base de dados	Censo Demográfico 2010: Resultados do Universo por setor censitário		
Fonte da base de dados	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE		
Unidade Espacial	Setor Censitário urbano	Setor Censitário urbano	Setor Censitário urbano
	Distritos: Bela Vista São Carlense e Vila Nery		
Total de unidades espaciais	285 setores	284 setores	294 setores
Número de variáveis	112 + 3 variáveis de ponderação		
Categorias estabelecidas	16	16	16

Org. RAMPAZZO, Camila R., 2018.

De acordo com Mendes et al. (2011, p. 101) o conceito de vulnerabilidade social pode ser decomposto em duas componentes principais, que são as dimensões de análise da tese, sendo elas (as categorias para o *SoVI®* podem ser identificadas no Quadro 7⁵⁶):

- 1) **criticidade** - associados à gênero, etnia, raça e cor, estrutura etária, alfabetização;
- 2) **capacidade de suporte** – considera as condições socioeconômicas (renda média mensal por domicílio, bens duráveis e riqueza material), o perfil dos residentes (responsáveis, idade e gênero), propriedade, tipo e situação dos domicílios, e infraestrutura (identificação de logradouros, iluminação pública, pavimentação, calçadas, meio fio/guia, bueiros, rampa, arborização, coleta de lixo, abastecimento).

Deste modo, se avalia que ambas as dimensões: criticidade e capacidade de suporte permitem estruturar a avaliação da vulnerabilidade na escala censitária em termos de vulnerabilidade das populações e comunidades. Sendo que, a criticidade denota a exposição ou a vulnerabilidade biofísica e a resiliência social dos indivíduos ou comunidades, e a vulnerabilidade territorial refere-se a capacidade de suporte socioeconômica e infraestrutural do ambiente físico) (MENDES et al., 2011, p. 95).

⁵⁶ A seleção das variáveis de entrada do modelo e identificação das técnicas estatísticas adequadas foi desenvolvida em conjunto por: RAMPAZZO, NASCIMENTO JÚNIOR, NETO (2018), sendo que cada autor desenvolveu aplicações sob enfoque de um subsistema do S.C.U., de acordo com os propósitos das teses. Uma primeira aplicação da metodologia foi publicada nos Anais do ICUR2016 Proceedings / Atas ICUR2016. International Conference on Urban Risks, intitulado “**Urban climate and socio environmental in Brazilian medium city (São Carlos/SP)**”, ocorrido no Centro Europeu de Riscos Urbanos (EUR-OPA)/Lisboa-Portugal.

Quadro 7 - Variáveis utilizadas na elaboração do SoVI® para as cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente.

DIMENSÃO	CATEGORIAS	NOME DA VARIÁVEL - IBGE	DESCRIÇÃO DA VARIÁVEL	ARQUIVO	PLANILHA
CRITICIDADE	PONDERAÇÃO	V002	População residente em domicílio particulares permanentes	6.1	Básico_SP
		V001	Total de domicílios particulares permanentes		
		V005	Valor do rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento)		
	RAÇA/COR	V002	Brança	6.8	Pessoa03_SP2
		V003	Preta		
		V004	Amarela		
		V005	Parda		
		V006	Indígena		
		V005 - V077	Pessoas alfabetizadas com mais de 7 anos de idade		
	ALFABETIZAÇÃO	V001 + V006 + V011	Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo masculino e raça branca	6.9	Pessoa04_SP2
V002 + V007 + V012		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo masculino e raça preta			
V003 + V008 + V013		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo masculino e raça amarela			
V004 + V009 + V014		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo masculino e raça parda			
V005 + V010 + V015		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo masculino e raça indígena			
V081 + V086 + V091		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo feminino e raça branca			
V082 + V087 + V092		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo feminino e raça preta			
V083 + V088 + V093		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo feminino e raça amarela			
V084 + V089 + V094		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo feminino e raça parda			
V085 + V090 + V095		Pessoas alfabetizadas de 7 a 19 anos, do sexo feminino e raça indígena			
V066 + V071		Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo masculino e raça branca			
V067 + V072		Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo masculino e raça preta			
V068 + V073		Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo masculino e raça amarela			
V069 + V074		Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo masculino e raça parda			
V070 + V075		Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo masculino e raça indígena			
V146 + V151		Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo feminino e raça branca			
V147 + V152		Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo feminino e raça preta			
V148 + V153	Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo feminino e raça amarela				
V149 + V154	Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo feminino e raça parda				
V150 + V155	Pessoas alfabetizadas de 60 anos em diante, do sexo feminino e raça indígena				
ESTRUTURA ETÁRIA	V022 + V035 - V048	Pessoas de 0 a 14 anos	6.16	Pessoa13_SP2	
	V094 - V134	Pessoas de 60 anos em diante			
GÊNERO E ESTRUTURA FAMILIAR	V099 - V107	Pessoas responsáveis moradoras em domicílios do sexo masculino	6.20	ResponsavelRenda_SP2	
	V121 - V129	Pessoas responsáveis moradoras em domicílios do sexo feminino			
	ESTRUTURA FAMILIAR	V062 + V068	Domicílios particulares permanentes com homens responsáveis e mais de um morador	6.2	Domicilios01_SP
		V081 + V087	Domicílios particulares permanentes com mulheres responsáveis e mais de um morador		
		V050 - V052	Domicílios particulares permanentes com 1 a 3 moradores		
		V053 - V055	Domicílios particulares permanentes com 4 a 6 moradores		
	CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS	V056 - V058	Domicílios particulares permanentes com 7 a 9 moradores	6.19	DomicilioRenda_SP
		V059	Domicílios particulares permanentes com mais de 10 moradores		
		V014	Domicílios particulares sem rendimento nominal mensal domiciliar per capita		
		V005 - V008	Domicílios particulares com rendimento mensal domiciliar de 1/8 a 1 salários mínimos		
V009 - V010		Domicílios particulares com rendimento mensal domiciliar de 1 a 3 salários mínimos			
QUALIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	V011	Domicílios particulares com rendimento mensal domiciliar de 3 a 5 salários mínimos	6.2	Domicilio01_SP2	
	V012	Domicílios particulares com rendimento mensal domiciliar de 5 a 10 salários mínimos			
	V013	Domicílios particulares com rendimento nominal mensal domiciliar per capita de mais de 10 salários mínimos			
	V001	Total de domicílios particulares improvisados			
	V003	Domicílios particulares permanentes do tipo casa			
	V004	Domicílios particulares permanentes do tipo casa de vila ou em condomínio			
	V005	Domicílios particulares permanentes do tipo apartamento			
	PROPRIETÁRIOS	V006			Domicílios particulares permanentes quitados
		V007			Domicílios particulares permanentes próprios em aquisição
		V008			Domicílios particulares permanentes alugados
LOCATÁRIOS E OCUPAÇÃO	V009	Domicílios particulares permanentes cedidos por empregador			
	V010	Domicílios particulares permanentes cedidos de outra forma			
	V011	Domicílios particulares permanentes em outra condição de ocupação (não são próprios, alugados, nem cedidos)			
ABASTECIMENTO	V012	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da rede geral	6.2	Domicilio01_SP2	
	V013	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água de poço ou nascente na propriedade			
	V014	Domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna			
	V015	Domicílios particulares permanentes com outra forma de abastecimento de água			
	V016	Domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário			
SANEAMENTO	V017	Domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial			
	V018	Domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa séptica			
	V019	Domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar			
	V020	Domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via vala			
	V021	Domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rio, lago ou mar			
	V022	Domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via outro escoadouro			
	V035	Domicílios particulares permanentes com lixo coletado			
	V038	Domicílios particulares permanentes com lixo queimado			
	V039	Domicílios particulares permanentes com lixo enterrado			
	V040	Domicílios particulares permanentes com lixo em terreno baldio ou logradouro			
ENERGIA	V041	Domicílios particulares permanentes com lixo jogado no rio, lado ou mar			
	V042	Domicílios particulares permanentes com outro destino do lixo			
QUALIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO	V043	Domicílios particulares permanentes com energia	6.22	Entorno01_SP2	
	V002	Identificação de Logradouros - Domicílios próprios			
	V004	Identificação de Logradouros - Domicílios alugados			
	V006	Identificação de Logradouros - Domicílios cedidos			
	V008	Iluminação pública - Domicílios próprios			
	V010	Iluminação pública - Domicílios alugados			
	V012	Iluminação pública - Domicílios cedidos			
	V014	Pavimentação - Domicílios próprios			
	V016	Pavimentação - Domicílios alugados			
	V018	Pavimentação - Domicílios cedidos			
	V020	Calçada - Domicílios próprios			
	V022	Calçada - Domicílios alugados			
	V024	Calçada - Domicílios cedidos			
	V026	Meio fio/Guia - Domicílios próprios			
	V028	Meio fio/Guia - Domicílios alugados			
	V030	Meio fio/Guia - Domicílios cedidos			
	V032	Bueiro/boca de lobo - Domicílios próprios			
	V034	Bueiro/boca de lobo - Domicílios alugados			
	V036	Bueiro/boca de lobo - Domicílios cedidos			
	V038	Rampa - Domicílios próprios			
	V040	Rampa - Domicílios alugados			
	V042	Rampa - Domicílios cedidos			
	V044	Arborização - Domicílios próprios			
	V046	Arborização - Domicílios alugados			
	V048	Arborização - Domicílios cedidos			
	V050	Esgoto a céu aberto - Domicílios próprios			
	V052	Esgoto a céu aberto - Domicílios alugados			
	V054	Esgoto a céu aberto - Domicílios cedidos			
V056	Lixo acumulado nos logradouros - Domicílios próprios				
V058	Lixo acumulado nos logradouros - Domicílios alugados				
V060	Lixo acumulado nos logradouros - Domicílios cedidos				
CONDIÇÕES SOCIOECONÔMICAS	V202	Domicílios particulares permanentes com moradia adequada - Com identificação	6.23	Entorno02_SP2	
	V203	Domicílios particulares permanentes com moradia adequada - Sem identificação			
	V204	Domicílios particulares permanentes com moradia semi - adequada - Com identificação			
	V205	Domicílios particulares permanentes com moradia semi - adequada - Sem identificação			
	V206	Domicílios particulares permanentes com moradia inadequada - Com identificação			
	V207	Domicílios particulares permanentes com moradia inadequada - Sem identificação			
	V423	Moradores de domicílios particulares permanentes próprios - Com identificação			
	V424	Moradores de domicílios particulares permanentes próprios - Sem identificação			
	V425	Moradores de domicílios particulares permanentes alugados - Com identificação			
	V426	Moradores de domicílios particulares permanentes alugados - Sem identificação			
ENERGIA	V427	Moradores de domicílios particulares permanentes cedidos - Com identificação	6.24	Entorno03_SP2	
	V428	Moradores de domicílios particulares permanentes cedidos - Sem identificação			

Fonte: IBGE (2010). Org. RAMPAZZO, Camila R. (2018).



Estabelecida a seleção das variáveis, as mesmas foram normalizadas em função de duas variáveis de ponderação, sendo elas: os números totais de população residente e, de domicílios particulares permanentes. Além da variável básica de rendimento nominal médio mensal das pessoas responsáveis por domicílios particulares permanentes (com e sem rendimento). Esta normalização foi desenvolvida como um parâmetro de controle do conjunto de dados que possibilita a interrelação entre as variáveis, bem como identificar as ausências e/ou falhas no banco de dados e corrigi-las.

Após o procedimento de normalização os números foram submetidos ao teste estatístico de Multicolinearidade. Trata-se segundo Hair et al. (2009) de uma regressão linear aplicável a um conjunto de variáveis independentes ou em uma matriz. Esta técnica denota quando duas ou mais variáveis independentes estão altamente correlacionadas, de forma que uma variável pode ser altamente explicada ou prevista por outra variável (ou outras variáveis) (HAIR et al, 2009, p. 221). Porém, segundo Hair (2009, p. 142) é necessário atentar para os pesos relativos do coeficiente de correlação que podem ou não representar a intensidade de explicação da variável independente em relação às variáveis dependentes. Admitiu-se o valor de r^2 (que indica a correlação entre as variáveis) igual ou superior a 0,09% ($r^2 \geq 0,09$) de maneira que as variáveis com coeficientes mais fortes passam a representar o conjunto de dados e configurar o conjunto de variáveis mais significativas estatisticamente para integrar o índice, reduzindo as variáveis em São Carlos de 112 para 97; em Marília de 112 variáveis para 86 e em Presidente Prudente de 112 para 78 variáveis.

Em seguida, assim como utilizado por Cutter (2003) a partir da matriz de correlação (R) as variáveis foram submetidas à Análise dos Componentes Principais (ACP). A Análise dos Componentes Principais ACP ou PCA (do inglês *Principal Component Analysis*) é um dos métodos estatísticos multivariados mais utilizados na redução de dados e também é chamado de Transformada Discreta de *Karhunen-Loève* (KTL) e Transformada *Hotelling*. A ACP é estimada com o propósito de reduzir o conjunto de dados, a eliminação de sobreposições e escolha das formas de dados mais representativas com a menor perda possível da informação (VARELLA, 2008, p. 3).

Segundo Gan, Ma, Wu (2007, p. 46) o principal objetivo da análise de componentes principais (PCA) é a partir da combinação linear das variáveis originais reduzir a dimensionalidade de um conjunto de dados multidimensional - que consiste em um grande



número de variáveis -, por um conjunto menor de variáveis derivadas do conjunto original e, ao mesmo tempo, preservar o máximo possível a variação presente no conjunto de dados.

Segundo Varella (2008, p. 3)⁵⁷ esta decomposição espectral é “uma técnica da estatística multivariada que consiste em transformar um conjunto de variáveis originais em outro conjunto de variáveis de mesma dimensão denominadas de componentes principais”. As componentes principais (PCs) são novas variáveis que são ordenadas e não correlacionadas, de modo que as primeiras retenham a maior parte da variação presente em todas as variáveis originais. Portanto, cada uma das componentes é produto da combinação linear das variáveis originais e representam a maior parte da variância nas variáveis observadas (INOSTROZA, PALME, BARRERA, 2016, p. 7). O conjunto de dados é transformado em um número menor de componentes principais (GAN, MA, WU, 2007, p. 46-47).

Desta forma, as variáveis são agrupadas e ordenadas (por fatoração ou decomposição) de acordo com a variância de suas características no conjunto de dados (este método estatístico linear encontra os autovalores e autovetores da matriz de covariância dos dados). Neste aspecto, segundo Rencher (2002) a primeira componente é a que apresenta a variância máxima e a segunda componente principal é a combinação linear com variação máxima em direção ortogonal a primeira componente principal e as demais apresentam menor variância em ordem decrescente.

A variância total das variáveis originais é igual ao somatório dos autovalores e o autovalor expresso em percentual acumulado de significância de cada componente principal e nesta pesquisa foi considerado o autovalor acumulado de até 75% e variáveis com cargas fatoriais entre -0,5 a 0,92.

Os valores foram ajustados com base nas cargas fatoriais das componentes principais: positiva (+) ou negativa (-) de forma a qualificar as cargas que associem ao aumento ou diminuição da vulnerabilidade após a classificação via desvio padrão (negativo e positivo) (CUTTER, 2003; CUTTER et al., 2003).

A classificação foi realizada a partir da técnica do desvio padrão e o índice obtido pelo cálculo da média aritmética sobre as cargas fatoriais (*scores*) para o índice de vulnerabilidade numérico. A seleção das variáveis e aplicação destas técnicas estatísticas resultaram na

⁵⁷ VARELLA, Carlos A. A. **Análise de Componentes Principais**. Análise Multivariada Aplicada as Ciências Agrárias. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/multivariada%20aplicada%20as%20ciencias%20agrarias/Aulas/analise%20de%20componentes%20principais.pdf>>. Acesso em: 09 mai. 2015.



geração do SoVI® na escala espacial de referencia dos setores censitários urbanos a partir do processamento final em ambiente SIG no *Software ARCMAP®* versão 10.1.

5.7 Modelagem da Ilha de Calor Urbana

O termo ilha de calor urbana (ICU) sintetiza o fenômeno em que as cidades geralmente são mais quentes que as áreas rurais adjacentes e resultam de alterações na atmosfera urbana provocada pelo processo específico de produção do seu espaço, ou seja, as mudanças da estrutura e geometria urbana (nos usos e ocupação do solo, forma e tamanho), vegetação urbana reduzida, aumento do consumo de energia e do calor antropogênico produto das atividades humanas.

Deste modo, é fundamental o desenvolvimento de metodologias para estimar, e mensurar a configuração, a intensidade e a magnitude deste fenômeno. Tradicionalmente na climatologia utilizam-se as técnicas de monitoramento e registro simultâneo das variáveis climáticas termohigrométricas a partir de miniestações meteorológicas instaladas em pontos fixos representativos da heterogeneidade dos setores geográficos da cidade e/ou a metodologia de registro itinerante via transectos móveis em percursos representativos. Porém, muitas das representações espaciais dos dados de elementos do clima na climatologia urbana apresentam uma vinculação espacial e são fenômenos contínuos.

Tais características das análises climáticas requerem a aplicação de técnicas mais robustas em *softwares* baseados em Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). Para tanto, a geoestatística é a técnica mais utilizada, dentre as convencionais de predição de dados, para estimar variáveis ou atributos espacialmente localizados e geograficamente regionalizados de uma determinada área de interesse. O principal método estatístico de interpolação aplicado é a *Krigagem* que segundo Silva (2003, p. 175) é um procedimento matemático para obtenção da estimativa de um atributo em função dos dados disponibilizados e combinados.

Tal como demonstrado na literatura, uma série de estudos aplicam técnicas geoestatísticas de interpolação de dados climáticos, principalmente da temperatura do ar para a representação espacial das ilhas de calor diagnosticadas a partir de registros fixos e transectos móveis. Amorim et al. (2015, p. 31) destaca que embora tais representações sejam eficazes na demonstração visual da distribuição das temperaturas, a técnica da



modelagem das ilhas de calor representa um avanço metodológico sobretudo por considerar a complexidade superficial dos alvos, altitude, NDVI e características de ocupação da terra.

A técnica de modelagem da ilha de calor urbana atmosférica visa estimar via modelização geoestatística, a temperatura do ar nos locais onde não houve pontos de registro em campo tendo como parâmetro a ocupação da terra, a temperatura do ar, a altitude e o NDVI, por exemplo. No estudo foram utilizados os valores de temperatura do ar dos transectos móveis (variável dependente) e as classes de uso da terra (variável independente). O procedimento metodológico envolve a aplicação da técnica estatística de regressão linear múltipla e delimita por correlação a área de representatividade de um ponto de medida determinando sua zona de abrangência em “janelas”. Referente a esta técnica Lourenço e Landim (2004, p. 2) argumentam que:

As relações entre duas variáveis X, considerada independente, e Y, considerada dependente, podem ser representadas num diagrama de dispersão, com os valores de y_i em ordenada e os de x_i em abcissa. Cada par de valores x_i e y_i fornecerá um ponto e utilizando-se, por exemplo, o método dos desvios mínimos ao quadrado, pode-se calcular a equação de uma reta que melhor se ajuste à nuvem de distribuição.

Os procedimentos para produção da modelagem das ilhas de calor podem envolver as classes de ocupação da terra, a temperatura da superfície, a altitude, o NDVI, a distância do centro, aplicando a regressão linear múltipla que apresenta a matriz de correlação do percentual representativo da temperatura com cada uma das demais variáveis.

O modelo é obtido com base em procedimentos estatísticos a partir da regressão linear múltipla a fim de descrever a relação entre as variáveis geográficas (explicativas do modelo e independentes) e a variação da temperatura do ar (variável dependente a ser explicada pelo modelo).

Deste modo, utilizando a função MULTIREG do *software Idrisi Selva 11.0*⁵⁸ que aplica o procedimento estatístico da regressão linear múltipla foi feita a relação entre os parâmetros geográficos fornecidos ao modelo com os coeficientes de correlação mais altos e, a temperatura do ar nos locais de registro. Assim, o modelo pode estimar os valores de temperatura (distribuição da ilha de calor atmosférica) para os demais pontos da imagem a

⁵⁸ Software *Idrisi* é marca registrada da *Clark Labs*®.



partir da regressão linear múltipla em função dos indicadores espaciais fortemente correlacionados (R^2).

A modelagem da ilha de calor utiliza uma abordagem estatística que permite generalizar as temperaturas em um recorte espacial (DUBREUIL, MONTGOBERT, PLANCHON, 2002, p. 27), a aplicação⁵⁹ para as cidades de São Carlos, Marília e Presidente Prudente⁶⁰ foi baseada nos trabalhos desenvolvidos por Dubreuil et al. (2010); Foissard, Quénot, Dubreuil (2013) e Foissard (2015); que propunham um método de análise da representação espacial das ilhas de calor urbanas.

⁵⁹ Esta técnica foi aplicada para os três recortes territoriais da pesquisa com base nos dados de transectos móveis obtidos em campo durante o desenvolvimento da dissertação de mestrado financiada pela agência da FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, Processo 2013/04417-3) em São Carlos e Marília e, dos dados de campo de transectos móveis obtidos por Cardoso (2015) em junho de 2014 na dissertação de mestrado também financiada pela agência FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo, Processo 2013/02057-004417-3) para a cidade de Presidente Prudente.

⁶⁰ Os direitos sob a produção e obtenção dos dados do transecto móvel realizado no dia 30 de junho de 2014 na cidade de Presidente Prudente/SP é atribuído a mestre Renata dos Santos Cardoso. A referência bibliográfica de acesso à dissertação e aos dados fornecidos é a seguinte: CARDOSO, Renata dos Santos. **Classificação de potenciais unidades climáticas em Presidente Prudente-SP**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 2015., 135p. (Dissertação de Mestrado Geografia). Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/138512>>. Acesso ao texto parcial em: 15 de fev. 2018. A autora forneceu os dados de registro dos transectos para esta pesquisa no dia 14 de fevereiro de 2018.



6. O RISCO E AS FORMAS URBANAS: EPISÓDIOS ATMOSFÉRICOS DE VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE E ÍNDICE DE VEGETAÇÃO POR DIFERENÇA NORMALIZADA (NDVI)

6.1. SITUAÇÕES ATMOSFÉRICAS DE VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E NDVI EM SÃO CARLOS/SP

6.1.1 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI no episódio atmosférico de 04 de abril de 2014

Foi realizado o processamento da imagem termal de São Carlos datada de 04 de abril de 2014 (Figura 6) devido à proximidade ao dia de registro dos dados em campo via transectos móveis. O episódio compreende o período sazonal de outono que define o início da estação seca caracterizada por precipitações escassas, na ordem de 301,9 mm, além de baixa umidade do ar, nebulosidade reduzida e temperatura do ar menor com predomínio na região das massas de ar Tropical Atlântica (mTA) e Polar Atlântica (mPA) (TOLENTINO, 2007).

A situação atmosférica anterior a tomada da imagem caracterizou-se pela ocorrência de precipitação nos dias 30 e 31 de março (3 mm a 4 mm) e no dia 01 de abril com precipitação superior a 30 mm pela atuação de uma Zona de Convergência de Umidade (ZCOU) (RAMPAZZO, 2015, p.193⁶¹). No episódio do dia 04 de abril de 2014 a resposta térmica dos alvos apresentou gradiente de temperatura de 12°C, variando de 20°C a 32°C.

Neste período as menores temperaturas em torno de 20°C e 21°C estiveram relacionadas diretamente aos fragmentos de vegetação arbórea densa, tais como no setor geográfico a nordeste nos campos experimentais da EMBRAPA Pecuária Sudeste e dependências da UFSCar (Universidade Federal de São Carlos). Já quanto aos setores geográficos que apresentaram variação térmica dos alvos elevada, destaca-se o setor sul/sudoeste da malha urbana no reverso da cuesta, principalmente no bairro Vila Boa Vista 2, Jardim Beatriz, Gleba C e D com temperatura variando entre 27°C e 29°C. Destaca-se ainda o conjunto de bairro situado entre este bolsão de aquecimento superficial citado anteriormente até os limites da ferrovia com temperatura de superfície entre 27°C e 28°C.

Também nos bairros situados a sul do Córrego do Gregório (Vila Monteiro Gleba 1, Vila Monteiro Gleba 2, Vila Monteiro Prolongamento, Jardim São Carlos) a temperatura dos

⁶¹ A verificação detalhada das condições atmosféricas e do ritmo climático em São Carlos/SP no período foi consultada no **Gráfico de Análise Rítmica** elaborado por Rampazzo (2015, p.193). A fonte dos dados utilizados foi obtenção *in situ*, INMET e Cartas de pressão da **Marinha do Brasil**.



alvos variou entre 27°C e 28°C. Os bairros situados a sul da Rodovia Washington Luiz (norte da malha urbana) também apresentaram este gradiente de variação da temperatura dos alvos (27°C e 28°C).

No extremo sul da malha urbana da cidade de São Carlos subjacente ao reverso da cuesta os bairros Cidade Aracy, Jardim Social Presidente Collor e Jardim Social Antenor Garcia neste episódio, variação da temperatura de superfície mais elevada (superior a 27°C).

O centro antigo da cidade de São Carlos situado entre os Córregos do Gregório (limite a sul) e Córrego do Tijucu Preto (limite a norte), apresentou (esta característica de variabilidade térmica dos alvos neste setor geográfico é recorrente nos demais episódios analisados em anos distintos) menor temperatura superficial dos alvos com presença significativa de pequenos bolsões a temperatura dos alvos aproximada de 24°C.

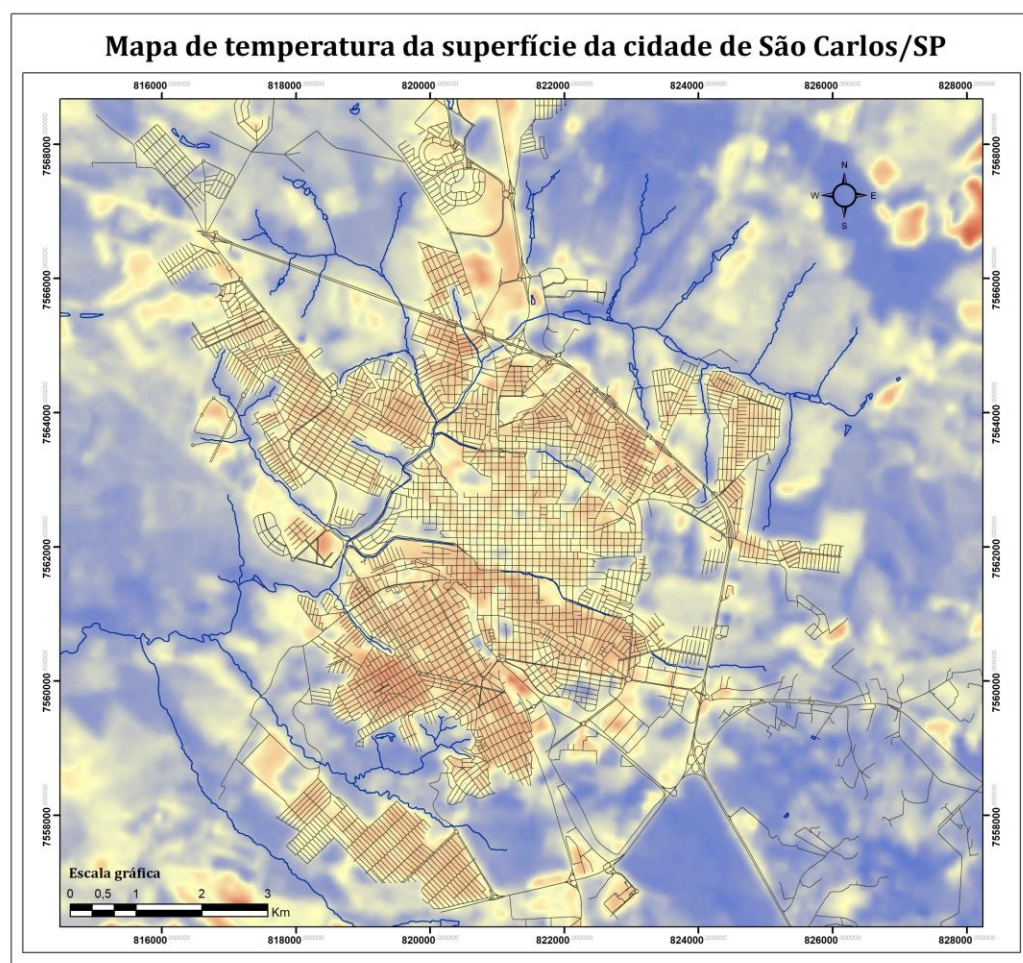
As maiores temperaturas dos alvos (até 31°C) estiveram associadas à resposta termal de solo exposto no extremo sul e nordeste da imagem. Em contrapartida as menores temperaturas de superfície (entre 20-21°C) corresponderam aos locais com presença de vegetação densa tal como a sudeste da malha urbana nos arredores da Rodovia Washington Luiz e Rodovia SP-215 e no limite subjacente da cuesta basáltica no setor sul.

Deste modo, é possível notar que a variação térmica média das ilhas de calor superficiais em abril na área urbana de São Carlos foi de 3°C (entre 27-29°C) haja vista que os demais setores geográficos da cidade apresentaram variação da temperatura de superfície pelos menos 2°C a menos em média (entre 25°C e 26°C).

A análise dos episódios de variação da temperatura da superfície foi desenvolvida associada aos índices de vegetação, apresentado a partir do NDVI na figura 6. A variabilidade da cobertura vegetal do NDVI foi entre 0,59 e -0,30.

Com base no mapa de NDVI foi observado que os altos valores de NDVI (de 0,40 a 0,55) indicaram presença abundante de vegetação, enquanto os baixos valores de NDVI estão associados às áreas urbanizadas, com mínimas mais significativas em setores densamente construídos ou em áreas de solo exposto (entre -0,2 e -0,28). Ming, Tse, Liu (1988) ressaltam que a vegetação amplamente desenvolvida e pronunciada apresenta valores de NDVI superiores a 0,6, enquanto coberturas vegetais pouco densas e áreas subjacentes a resquícios verdes apresentam variação de NDVI entre 0,3 e 0,6.

Figura 6. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de São Carlos/SP em abril de 2014.

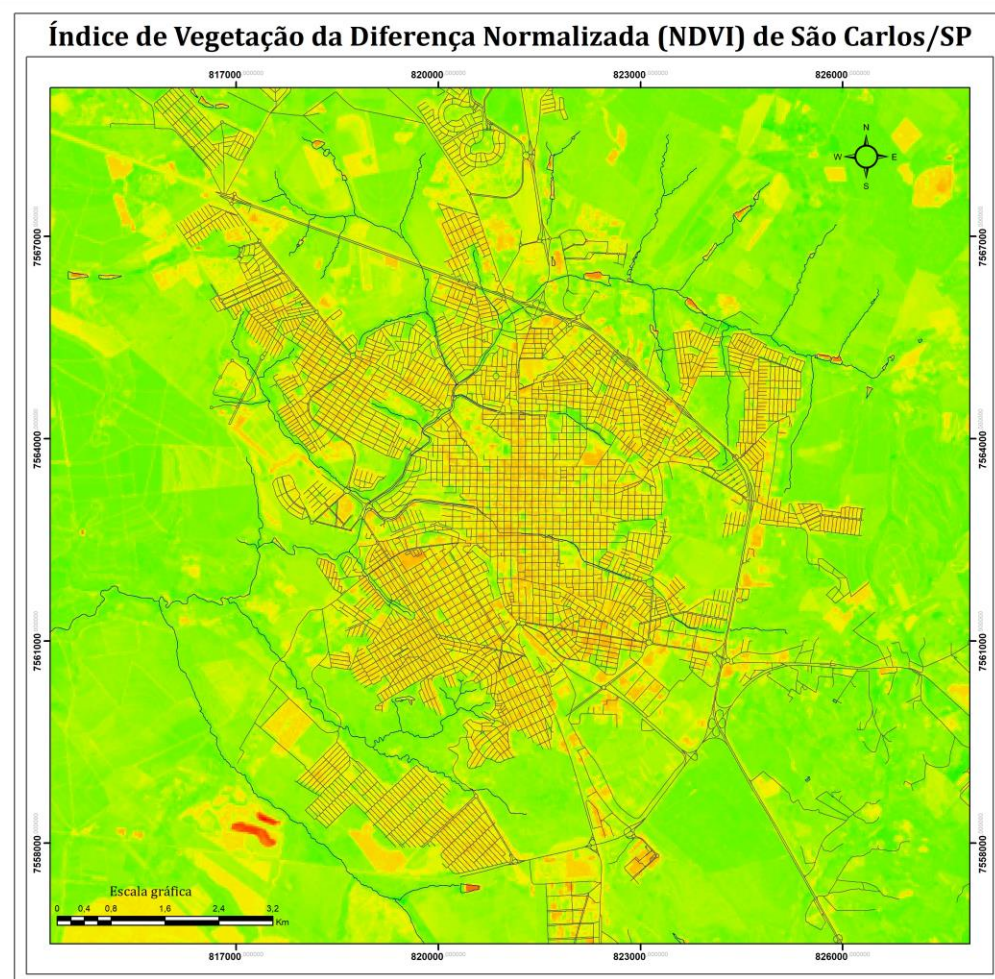


Legenda:

- Hidrografia
- Malha viária

Processamento e edição: RAMPAZZO, Camila Riboli.
Orientador: João Lima Sant'Anna Neto.

Informações de imagem: Banda 10/LWIR-1 Sensor OLI_TIRS (Thermal Infrared Sensor) - Landsat 8 USGS (United States Geological Survey)
Imagem da órbita/ponto 220/75 do dia 04 de abril de 2014 (período sazonal de outono)



Legenda:

- Hidrografia
- Malha viária

Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator / Datum: WGS84 / Fuso 235
Informações das imagens: Bandas 5 e 4 - Infravermelho Próximo e Vermelho - Landsat 8 USGS (United States Geological Survey). Imagem da órbita/ponto 220/75 do dia 04 de abril de 2014 (período sazonal de outono)
Fonte das imagens: [sítio eletrônico <http://glovis.usgs.gov>](http://glovis.usgs.gov).
Processamento: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Fonte: Landsat 8 USGS (United States Geological Survey) - Bandas 10, 4 e 5 órbita 220/75. **Elaboração:** RAMPAZZO (2018).



Desta forma nota-se que grande parte da variação do NDVI no entorno da área urbana e em pontos da área urbana da cidade de São Carlos apresentou NDVI entre 0,3 e 0,56 que significa a presença de vegetação pouco densa.

Além disso, observando a variabilidade e distribuição do NDVI é possível verificar a presença de resquícios de vegetação (nas dependências da EMBRAPA Pecuária Sudeste e UFSCar no setor nordeste, no setor leste entre o Córrego São Rafael e Córrego Douradinho). Pela forma regular de subdivisão da terra é possível associar as variações de NDVI próximas 0,325 com áreas destinadas a atividades agrícolas.



6.1.2 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI nos episódios atmosféricos de 09 de abril e 02 de outubro de 2016

Na Carta 1 as imagens termais da área urbana e periurbana de São Carlos, referente aos períodos sazonais de outono (09 de abril de 2016) e primavera (02 de outubro de 2016), verifica-se uma variação espacial no aquecimento das superfícies semelhante ao verificado em abril de 2014. Nota-se que na estação sazonal de outono as temperaturas mais elevadas dos alvos são expressivas e superiores às do entorno, característica distinta da variação térmica dos alvos no episódio sazonal da primavera.

Além da resposta térmica dos alvos com albedo distinto, esta característica se associa também à ocorrência ou ausência de precipitação em períodos anteriores ao imageamento pelo satélite. Os episódios atmosféricos de 09 de abril e 02 de outubro de 2016 caracterizaram-se pela ocorrência de precipitação sete dias anterior a tomada da imagem em abril (gráfico 1), com precipitação entre 2 e 3 mm nos dias 01 e 02 de abril. Em outubro foram registrados 11 mm de precipitação no dia 20 de setembro (gráfico 2), portanto, houve precipitação doze dias anteriores a tomada da imagem.

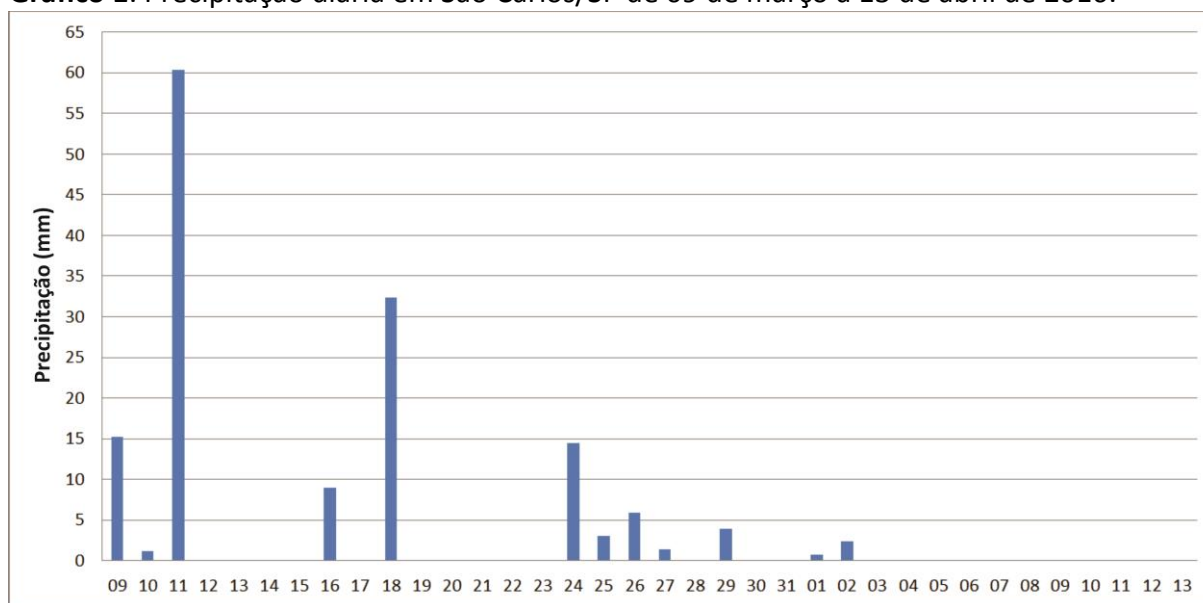
O aumento da temperatura no entorno periurbano comparado com o ambiente intraurbano em outubro evidencia baixa disponibilidade de água no solo, principalmente em áreas de solo exposto, o que contribui para o aumento da temperatura dos alvos e predomínio de vegetação pouco desenvolvida e pastagens.

A temperatura máxima em abril de 2016 foi de 38°C e mínima de 22°C, com gradiente de 16°C. Comparado a abril de 2014 nota-se que a temperatura máxima dos alvos foi 7°C superior em 2016 e a mínima 2°C inferiores em 2014.

Na imagem referente ao período do outono alguns bairros dos setores geográficos da cidade se destacaram, por exemplo, a Vila Bela Vista, Vila Boa Vista 1, Vila Boa Vista 2, Jardim Beatriz e Jardim Cruzeiro do Sul na zona sul da malha urbana no reverso da cuesta (em média a 860 metros de altitude). Também os loteamentos de interesse social: Cidade Aracy, Jardim social Presidente Collor e Jardim social Antenor Garcia no extremo sul da malha urbana abaixo da cuesta (em média a 750 metros de altitude, 34°C). Os bairros entre o Córrego do Tijuco Preto e a Rodovia Washington Luiz no setor geográfico a norte da cidade, assim como os bairros no eixo de expansão urbana a noroeste e a norte da Avenida Getúlio Vargas (sudeste) apresentaram temperaturas superficiais mais elevadas.

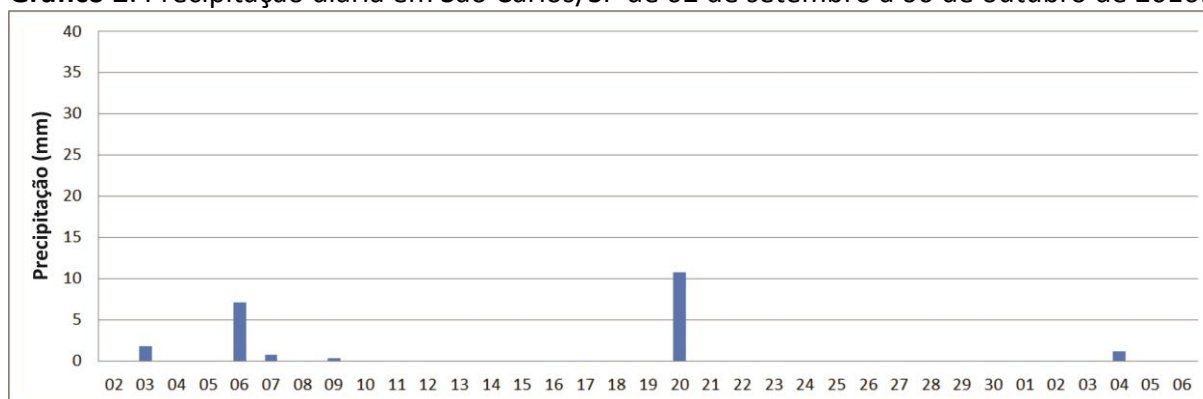


Gráfico 1. Precipitação diária em São Carlos/SP de 09 de março a 13 de abril de 2016.



Fonte: EMBRAPA Pecuária Sudeste. **Elaboração:** RAMPAZZO (2018).

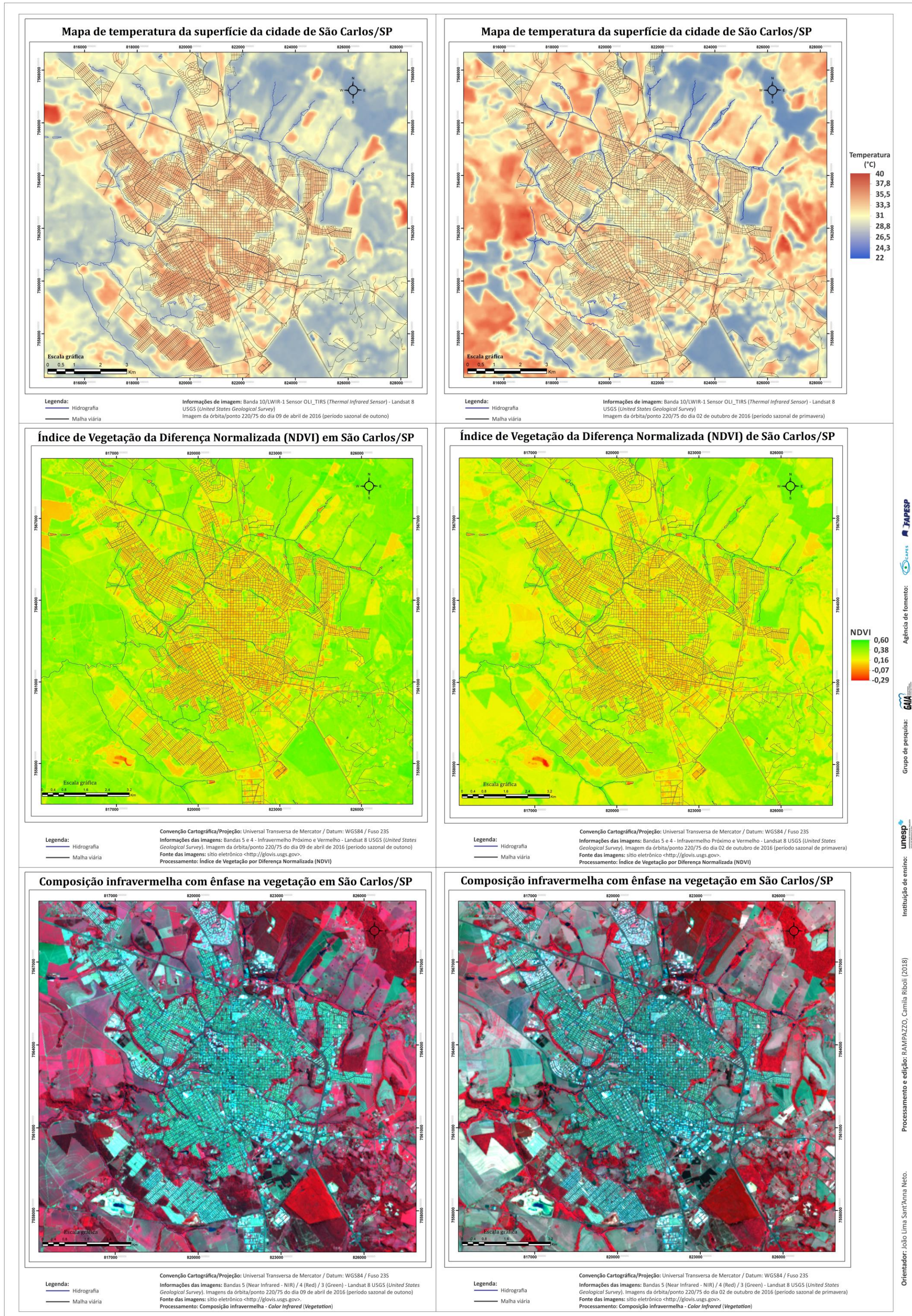
Gráfico 2. Precipitação diária em São Carlos/SP de 02 de setembro a 06 de outubro de 2016.



Fonte: INMET (BDMEP) Campus UFSCar. **Elaboração:** RAMPAZZO (2018).

A variação da temperatura da superfície dos alvos nestes locais mais aquecidos foi de 33°C a 34°C. A elevação da temperatura superficial está associada à substituição de superfícies naturais, por exemplo, vegetação natural por superfícies construídas com materiais de alvenaria, asfálticos, concreto, altamente impermeabilizados que reduzem significativamente, ou tornam a cobertura vegetal ausente. Por isso, tais locais coincidem com os baixos índices de vegetação verificados na Carta 1 referente ao dia 09 de abril de 2016 com variabilidade entre 0,02 e -0,23. Já os demais locais, notadamente o centro antigo apresentou temperaturas inferiores, entre 29°C e 32°C. Destaca-se a influência da vegetação arbórea densa na diminuição da temperatura na área urbana tais como no Parque Anhembi, São Carlos Club e Jardim Santa Júlia, principalmente associada aos cursos d'água.

Carta 1. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de São Carlos/SP em episódios de abril e outubro de 2016.





A hidrografia possui grande influência na orientação das vertentes e em São Carlos influenciou historicamente na formação do núcleo urbano. Além disso, o centro de São Carlos apresenta plano urbano ortogonal com quadras e lotes grandes.

A estação sazonal de primavera compreende o início da estação chuvosa caracterizada por elevadas temperaturas do ar e umidade do ar com precipitações abundantes (TOLENTINO, 2007), e na imagem de outubro nota-se que as temperaturas mais elevadas são verificadas principalmente no entorno da malha urbana com presença de vegetação rasteira e/ou, principalmente solo exposto e representa o período sazonal do final da estação seca (MONTEIRO, 1973), variando de 37°C a 40°C. Já nos limites da malha urbana da cidade, a temperatura dos alvos foi significativamente inferior variando, notadamente, de 30°C a 33°C, principalmente no centro da cidade no entorno da Av. São Carlos até os limites do Córrego do Gregório⁶² (30°C a 32°C). Porém, neste período sazonal é acentuada ainda mais a diferença de temperatura do centro antigo da cidade e os bairros no entorno em relação aos demais. Observa-se que a temperatura variou principalmente de 28°C a 31°C.

Tendo como ponto de partida a “dependência de diferenças espectrais significativas entre os vários tipos de culturas existentes” (JENSEN, 2009, p.384) o NDVI permite identificar a densidade de vegetação e sua distribuição espacial ou sua ausência no espaço intraurbano e adjacências rurais. A escala de variação do índice diferencia fortemente as áreas com componentes urbanos (construções, arruamentos, impermeabilização) e solo exposto com os valores negativos, das áreas que possuem presença de vegetação em diferentes gradações (amplamente desenvolvidas, coberturas vegetais pouco densas e áreas subjacentes) com índices entre valores positivos.

Em São Carlos o índice e variabilidade espacial de vegetação em 02 de outubro de 2016 pode ser verificado na Carta 1 nas imagens de NDVI e Composição infravermelha cujas alterações ocorrem em função das mudanças na cobertura da terra e nos usos do solo variando entre 0,5809 e -0,2313 e uma média de valor de 0,1747. Em outubro é relevante verificar que os menores índices de vegetação na malha intraurbana da cidade (entre 0,044 e -0,135) esteve associada a grandes plantas comerciais com cobertura metálica no setor sudeste nas proximidades da Avenida Getúlio Vargas.

⁶² Localizações e limites consultados no **MAPA DE RUAS E BAIROS - ÁREA URBANA DE SÃO CARLOS**. Na Escala 1:12.500, com escala de restituição de 1:2000. **Fonte:** Prefeitura Municipal de São Carlos (PMSC) Secretaria Municipal de Habitação e Desenvolvimento Urbano. Disponível em: <<http://www.saocarlos.sp.gov.br/index.php/utilidadepublica/plano-diretor.html>>. Acesso em: 15/04/2016.



Isso ocorre também no prolongamento da Avenida São Carlos cujo padrão de uso do solo predominante se destina a atividades comerciais e de serviços com intenso fluxo de veículos e pessoas e alto grau de impermeabilização do solo e a vegetação é esparsa e até mesmo ausente.

Observando as áreas correspondentes na imagem de NDVI e na composição infravermelha (Carta 1) é evidente que o aumento do índice de vegetação para 0,4-0,5 corresponde justamente a áreas de praças no centro antigo próximas ao Córrego do Gregório. Estas praças apresentam alta densidade de vegetação que impactam diretamente na diminuição da temperatura e configuram uma ilha de frescor (Carta 1).

Contudo, nota-se que os setores geográficos que apresentam aquecimento superficial são recorrentes na cidade, com particularidades de acordo com as estações do ano, porém, é evidente a distribuição semelhante cuja intensidade da ilha de calor de superfície também foi próxima de 2°C, no extremo sul, sul/sudoeste no reverso da cuesta.

Neste mesmo período destaca-se a influência da vegetação arbórea densa e dos cursos d'água na diminuição da temperatura, locais em que a temperatura foi significativamente inferior entre 23°C e 25°C, em contraste com as áreas de solo exposto e vegetação rasteira com estresse hídrico (valores de NDVI entre 0,17 e -0,2959).

Evidencia-se as áreas de experimento da EMBRAPA Pecuária Sudeste e dependências da UFSCar no extremo nordeste da malha urbana, as áreas de cuesta no extremo sul da malha urbana e fragmentos de vegetação arbórea densa nas adjacências dos bairros Cidade Aracy I, Cidade Aracy II, Antenor Garcia e Presidente Collor. Desta forma, há uma correspondência entre os maiores índices de vegetação situados precisamente nos cursos d'água e resquícios de vegetação pouco densa (plantações de eucalipto, agricultura).



6.2. SITUAÇÕES ATMOSFÉRICAS DE VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E NDVI EM MARÍLIA/SP

6.2.1 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI no episódio atmosférico de 30 de junho de 2014

Foi realizado o processamento da imagem termal de Marília datada de 30 de junho de 2014 representada na Figura 7 referente ao período sazonal de inverno. A imagem de satélite termal selecionada data um período próximo ao dia em que foram realizados os registros de temperatura do ar via metodologia de transectos móveis na área urbana e periurbana de Marília. Tratava-se de um período com condições atmosféricas estáveis, porém sem ocorrência de precipitação desde o último dia 07 de junho de 2014 e no âmbito regional estava sob atuação do sistema polar atlântico cuja frente polar atlântica acabara de atuar no dia anterior e céu aberto com 0-2 décimos de nebulosidade (RAMPAZZO, 2015, p.253)⁶³. Esta caracterização se faz relevante, pois explica até certa medida a distribuição espacial da temperatura de superfície dos alvos e o fator associado aos maiores aquecimentos no entorno periurbano, principalmente.

Ocorre que devido à ausência de precipitação diária durante grande parte do mês de junho, o entorno periurbano apresentou maior armazenamento de calor pelas superfícies de solo exposto e também pelo estresse hídrico da vegetação rasteira existente devido à menor disponibilidade de água no solo. Como resultado as maiores temperaturas dos alvos no entorno da cidade de Marília variou de 24°C a 26°C enquanto que na malha urbana os locais mais aquecidos variaram entre 22 e 23°C.

A variação de temperatura da superfície mais elevadas identificadas no interior da malha urbana de Marília estão distribuídos principalmente na junção entre a zona norte e zona centro norte e integram os bairros Prof. José Augusto da Silva Ribeiro e Jardim Lavínia (na zona norte) e o bairro Palmital na zona centro norte (temperatura da superfície entre 21-22°C). Estes bairros apresentam alta densidade construtiva com geometria urbana retangular composta por quadras largas e lotes pequenos.

Além destes, destaca-se a zona sul na altura do Núcleo Habitacional Nova Marília e Núcleo Habitacional Maria Angélica Matos (temperatura da superfície entre 21,5-22,5°C). A

⁶³ A verificação detalhada das condições atmosféricas e do ritmo climático em Marília/SP no período foi consultada no **Gráfico de Análise Rítmica** elaborado por Rampazzo (2015, p.253). A fonte dos dados utilizados foi obtenção *in situ*, **Agritempo** e Cartas de pressão da **Marinha do Brasil**.



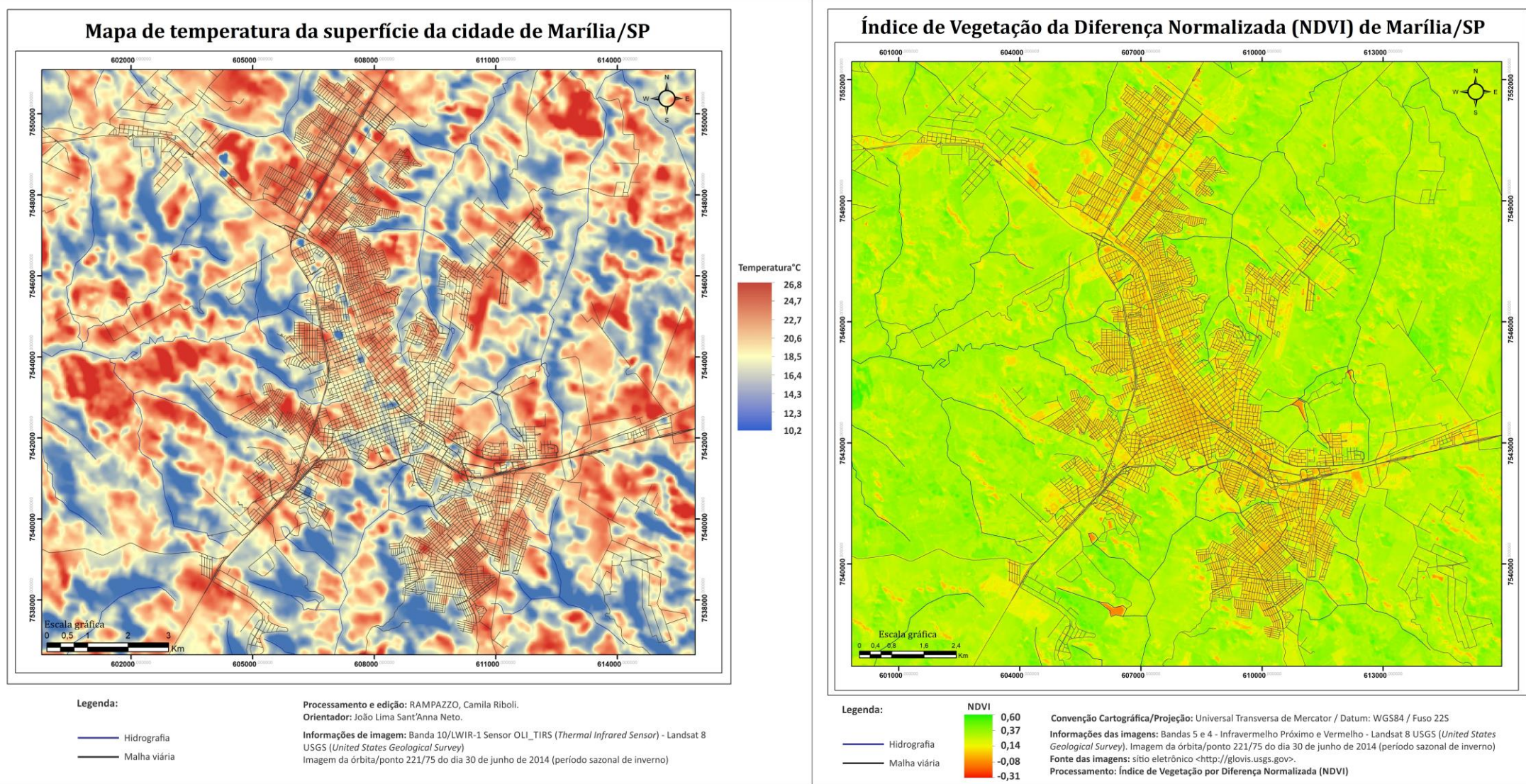
zona norte de Marília próximo aos bairros Distrito Industrial e Santa Antonieta também apresentou certo aumento da temperatura das superfícies associada à predominância de coberturas metálicas e as mesmas características de plano urbano anterior.

Os setores geográficos intraurbanos com menores temperaturas superficiais formaram um bolsão menos aquecido na zona centro oeste, centro sul e zona central da área urbana de Marília. Estes setores incluem, por exemplo, os bairros Centro na zona central, bairro São Miguel na zona centro norte e bairros Alto Cafezal, Salgado Filho e Barbosa na zona centro oeste. A variação da temperatura de superfície nestes setores geográficos variou entre 18°C e 20,5°C. Ressalta-se que nos bairros Salgado Filho e Barbosa na zona centro oeste a temperatura foi significativamente menor, com variação de 17°C e 19°C e o índice de vegetação nestes locais foi mais elevado entre 0,26 e 0,40 (Figura 7). Além destes destaca-se a influência de áreas verdes, bosques e espaços abertos na diminuição da temperatura intraurbana.

No restante da cidade a variação de temperatura se apresentou entre 20°C e 21°C e, deste modo, é possível inferir que a intensidade das variações de aquecimento superficiais da área urbana foi de 2°C. Enquanto que, no entorno adjacente as temperaturas foram superiores às identificadas no espaço intraurbano em resposta a exposição do solo. Contrariamente, as menores temperaturas (inclusive em valores absolutos com mínima de 10°C) associaram-se aos limites abruptos das escarpas vegetadas com arborização densa.

No entorno rural e periurbano da cidade é possível notar que embora a temperatura máxima de 26,8°C esteve associada a solo exposto, também foram registradas as menores temperaturas de superfície (entre 10 e 14°C) vinculadas às características específicas do relevo. Isso porque, o sítio urbano de Marília tem seus limites delimitados por escarpas abruptas com presença de vegetação abundante nos sopés que contribuem para diminuir a temperatura das superfícies urbanas e temperatura do ar através da evapotranspiração e sombreamento. Em contraposição aos baixos índices de NDVI que grande parte corresponde a solo exposto ou áreas urbanizadas com alta densidade construtiva, as escarpas com vegetação pronunciada no entorno de Marília indicaram índices elevados de vegetação entre 0,4-0,57 que sugere presença de vegetação abundante.

Figura 7. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de Marília/SP em junho de 2014.



Fonte: Landsat 8 USGS (United States Geological Survey) - Bandas 10, 4 e 5 órbita 221/75. **Elaboração:** RAMPAZZO (2018).



O NDVI em abril de 2014 em Marília representado na Figura 7 apresentou variabilidade entre 0,5729 e -0,1290. Nas análises da cobertura vegetal o índice gerado pelo NDVI no intervalo de -1 a +1 significa que os valores > 0 representam a existência de vegetação e valores < 0 constituem pixels não vegetados, portanto, outros objetos na malha urbana e periurbana (PONZONI e SHIMABUKURO, 2007, p.45). Tendo este parâmetro é clara a identificação da vegetação em tons de amarelo a verde claro com intervalo de 0,14 até 0,57 notadamente nos limites escarpados do Planalto Residual de Marília e, o destaque da área urbanizada com variação de 0,08 a -0,129.

Conclui-se então que a variação da temperatura da superfície terrestre e a variabilidade do índice de vegetação em Marília possuem forte relação com as características geoambientais.

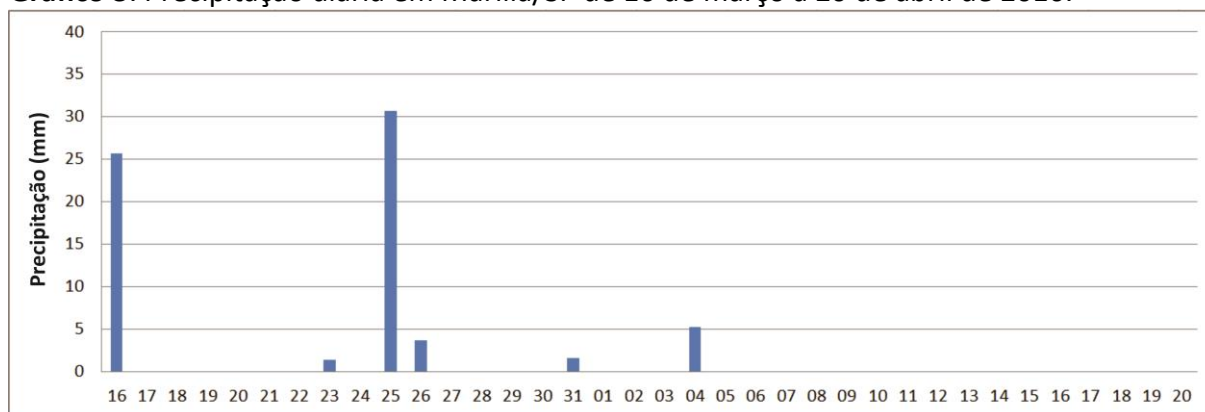


6.2.2 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI nos episódios atmosféricos de 16 de abril e 09 de outubro de 2016

Nos episódios de variação da temperatura da superfície nos períodos sazonais de outono, dia 16 de abril de 2016, e primavera no dia 09 de outubro de 2016 em Marília é evidente que a ocorrência de precipitação influencia na resposta termal dos alvos no período anterior ao imageamento, notadamente no aumento da diferença de temperatura de superfície intraurbana se comparada ao entorno rural.

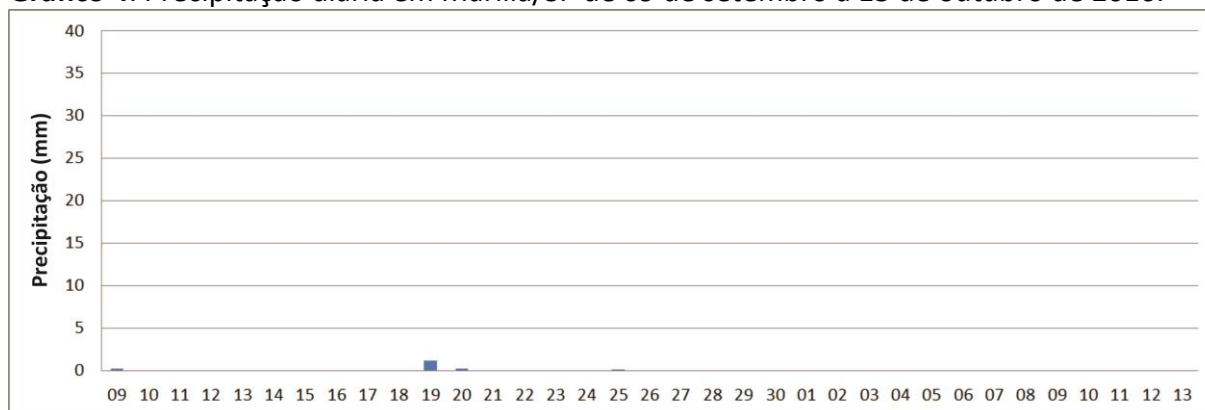
Os gráficos 3 e 4 demonstram que houve precipitação onze dias anteriores a tomada da imagem termal em abril (5 mm no dia 04 de abril de 2016) e dezenove dias anteriores ao imageamento em outubro (1 a 2 mm entre os dias 19 e 20 de setembro de 2016).

Gráfico 3. Precipitação diária em Marília/SP de 16 de março a 20 de abril de 2016.



Fonte: AgriTempo. **Elaboração:** RAMPAZZO (2018).

Gráfico 4. Precipitação diária em Marília/SP de 09 de setembro a 13 de outubro de 2016.



Fonte: AgriTempo. **Elaboração:** RAMPAZZO (2018).

O maior período sem ocorrência de precipitação anterior a obtenção das imagens de satélite termal ocorreu na estação sazonal de primavera (Carta 2), situação evidenciada no



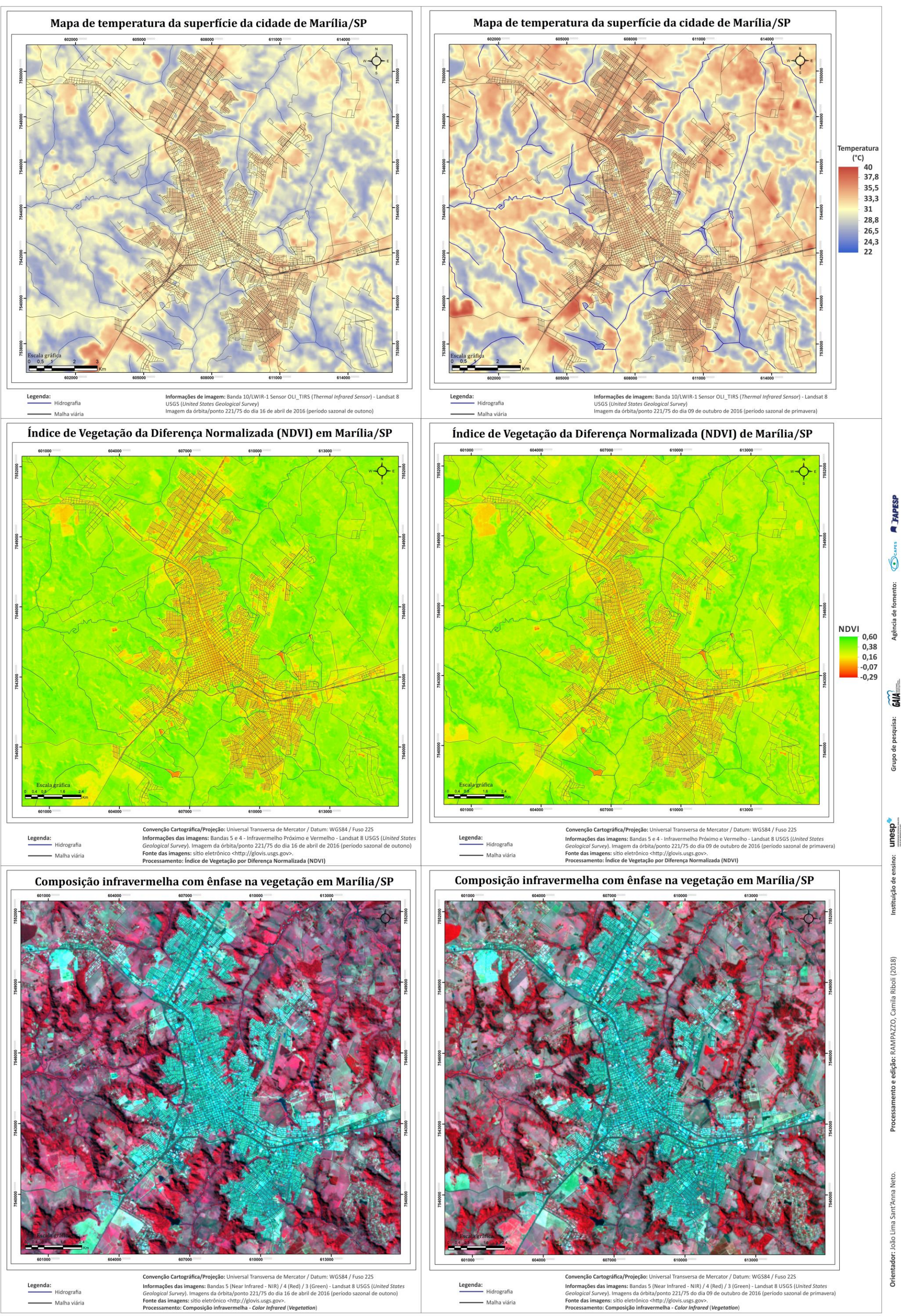
aumento da temperatura dos alvos no entorno rural. Isso evidenciou áreas com vegetação densa e amplamente desenvolvida situadas nas bordas escarpadas dos itambés. Já no período sazonal de outono (Carta 2) a imagem foi obtida com menor quantidade de dias anteriores sem ocorrência de precipitação, o que contribuiu para diminuir o gradiente de temperatura entre o espaço intraurbano e o entorno periurbano e rural. É preciso destacar a menor diferença de temperatura em áreas de solo exposto se comparadas à temperatura no interior da malha urbana, devido, por exemplo, a maior disponibilidade de umidade no solo e maior desenvolvimento vegetal.

Nas imagens termais da Carta 2 destacam-se na malha viária aquelas áreas com presença de vegetação arbórea densa em praças públicas, áreas de lazer (Condomínio aberto no Jardim Marajá na zona norte) e parques com resquício de mata nativa, tal como o Bosque Municipal Rangel Peitraróia na zona leste da cidade. Tais locais reforçam o papel da cobertura vegetal na amenização da temperatura dos alvos em relação aos efeitos negativos da urbanização, pois apresentaram gradientes entre 26°C e 30°C. O sítio onde a malha viária da cidade de Marília se constituiu possui características morfoesculturais específicas relacionadas à presença de escarpas abruptas e festonadas, sendo que no sopé vão se constituindo depósitos de tálus com vegetação arbórea densa. O predomínio de vegetação densa influenciou na variação térmica entre 24°C e 28°C.

Alguns bairros dos setores geográficos da cidade se destacaram com temperatura dos alvos mais elevada (tanto no período sazonal de outono como na primavera) se comparados com o entorno rural. Por exemplo, nos bairros a leste da Avenida República como o Jardim Sasazaki⁶⁴, Jardim Lavinia, Núcleo Habitacional Castelo Branco. Na zona sul da cidade destacam-se também o Núcleo Habitacional Nova Marília e o Núcleo Habitacional Maria Angélica Matos. Todo o setor geográfico a norte da malha viária apresentou temperaturas dos alvos mais elevada em relação ao entorno e compreende os bairros Jardim Santa Antonieta e Jardim Ipanema. A temperatura nestes locais com alta densidade construtiva e vegetação esparsa a ausente variou entre 32°C e 35°C o que contribui para a geração de ambientes urbanos mais insalubres à qualidade de vida.

⁶⁴ A localização dos bairros foi verificada nos documentos de: MARÍLIA. SMPU/PMM. **Plano Diretor do município de Marília aprovado em 2006.**; e MARÍLIA. PMM e SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO. **PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE MARÍLIA.** Diagnóstico. Relatório Final, 2010. Também foi utilizado o sítio eletrônico disponível em: <<http://mapasapp.com/satelite/sao-paulo/marilia-sp/>>. Acesso em: 15 set. 2016.

Carta 2. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de Marília/SP em episódios de abril e outubro de 2016.





Em relação à distribuição a vegetação em abril de 2016 em Marília na Carta 2 observa-se uma variação do NDVI em relação às diferentes ocupações da terra, pois o centro da cidade de Marília densamente edificado, telha mista e arborização ausente embora não tenha apresentado as maiores temperaturas de superfície, obtiveve índice de vegetação extremamente baixo. A variabilidade do NDVI foi entre 0,5986 e -0,2676.

No espaço intraurbano a vegetação foi relevante para a diminuição da temperatura da superfíie terrestre em locais de praças com vegetação densa e representa pequenas áreas na imagem com maior cobertura vegetal. Analisando na Carta 2 de forma conjunta a representação do NDVI e da composição infravermelha nota-se que nas regiões de NDVI superior a 0,17 a vegetação começa a aparecer, embora ainda seja baixa e apresenta aumento gradativo até os locais com maior concentração de áreas vegetadas nas escarpas. Na imagem infravermelha é possível diferenciar efetivamente as áreas construídas da malha urbana e sua correspondência com os locais em que há detrimento da vegetação e temperaturas superficiais mais elevadas.

Os bairros ao sul da zona norte de Marília e na zona centro sul da malha viária, representados, por exemplo, pelos bairros Alto Cafezal, Boa Vista, Bosque e também em bairros da zona leste como o Jardim Progresso, Jardim Alvorada, Bairro Maria Izabel e Bairro Esmeralda, apresentaram temperaturas dos alvos menores entre 29°C e 32°C em ambas as representações sazonais. Algumas características de morfologia do bairro relacionadas ao processo histórico de constituição do núcleo urbano justificam tais características, pois o bairro Alto Cafezal, por exemplo, foi o primeiro núcleo urbano da cidade e possuem lotes grandes, quadras largas com formato quadrangular com presença de arborização esparsa. Os bairros a leste da malha urbana possuem influência marcante das características do relevo devido aos limites das escarpas com desamente vegetado.

No episódio sazonal de outubro de 2016 (Carta 2) o gradiente de temperatura foi maior se comparado a abril e a distribuição das temperaturas mais elevadas dos alvos apresentou variação específica. Isso porque, no entorno periurbano são verificados bolsões com ilhas de calor superficiais em áreas de solo exposto. O NDVI em outubro de 2016 em Marília representado na Carta 2 apresentou variabilidade entre 0,6087 e -0,1728.

Proporcionalmente aos bolsões superficiais, no episódio de outono os intervalos de NDVI superior a 0,4 (Carta 2) obtiveram distribuição mais delimitada ao passo que as áreas



de maior temperatura da superfície terrestre na imagem termal correspondem na imagem infravermelha a áreas de pastagens com vegetação pouco desenvolvida.

Deste modo, nota-se que apesar do aumento do gradiente térmico no período de primavera, os setores geográficos com temperatura dos alvos intraurbanas mais elevada foi correspondente em um e outro período sazonal. O que reforça a influência da urbanização, do adensamento construtivo, usos do solo e ausência de vegetação na intensificação das ilhas de calor de superfície.



6.3. SITUAÇÕES ATMOSFÉRICAS DE VARIAÇÃO DA TEMPERATURA DE SUPERFÍCIE E NDVI EM PRESIDENTE PRUDENTE/SP

6.3.1 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI no episódio atmosférico de 08 de agosto de 2014

Foi realizado o processamento da imagem termal de Presidente Prudente datada de 08 de agosto de 2014, referente ao período sazonal de inverno representada na Figura 8. Assim como para os recortes territoriais de estudo anteriores, a escolha da imagem termal data de um período próximo ao dia em que foram realizados os registros de temperatura do ar via transectos móveis na área urbana e periurbana de Presidente Prudente.

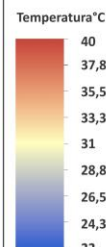
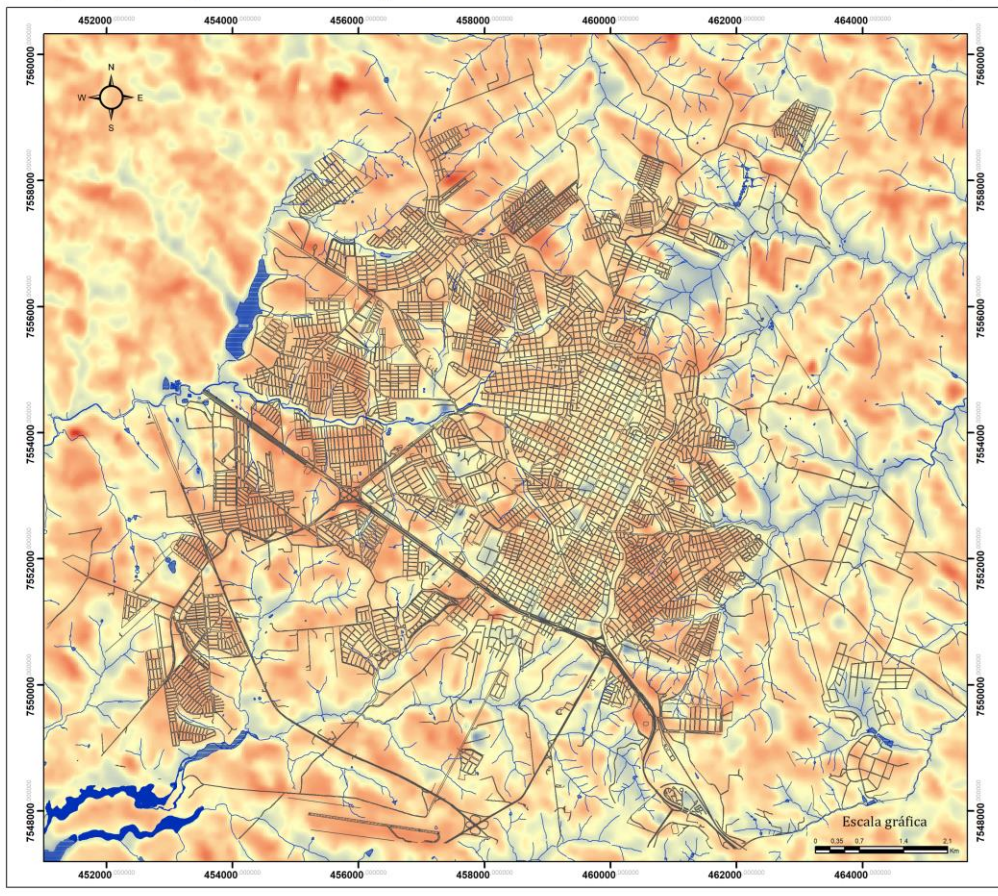
Em relação à distribuição geográfica dos setores com as maiores temperaturas superficiais é possível destacar os bairros Vila Lider, Jardim Brasília e Jardim Planaltina, que se localizam a direita da estrada de ferro no setor leste do traçado viário. A variação da temperatura de superfície foi entre 28°C e 29°C e este setor geográfico possui características históricas particulares de expansão associadas ao núcleo urbano inicial de povoação de Presidente Prudente. Atualmente os bairros do seto leste possuem características geoambientais de relevo mais acentuadas com declividade e adensamento construtivo, com traçado urbano de lotes menores e destinado a segmentos sociais de menor renda.

Além deste setor, destacam-se as áreas do bairro Ana Jacinta Jacinta (extremo sudoeste da malha viária) e o setor oeste na altura dos bairros COHAB, CECAP e Parque Cedral. Ainda apresentando temperatura da superfície elevada se sobressai no setor norte da malha urbana o Conjunto Habitacional Humberto Salvador e Conjunto Habitacional Augusto de Paula. Nestes bairros a temperatura de superfície também variou de 28 a 29°C. Nestes setores os bairros apresentam morfologia urbana com plano retangular, lotes menores e alta densidade construtiva por área física, além de menor padrão construtivo em alguns deles, tal como nos conjuntos habitacionais. A ausência ou presença esparsa de arborização é um fator que associado à morfologia contribuem para o aumento da temperatura superficial dos alvos na área urbana.

As menores temperaturas superficiais, entre 25°C e 27°C são verificadas no centro antigo da cidade que em termos de forma e geometria urbana apresenta padrão ortogonal com quadras largas e lotes grandes além de presença de arborização de grande porte esparsa e densa em áreas de praças centrais.

Figura 8. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de Presidente Prudente/SP em agosto de 2014.

Mapa de temperatura da superfície da cidade de Presidente Prudente/SP

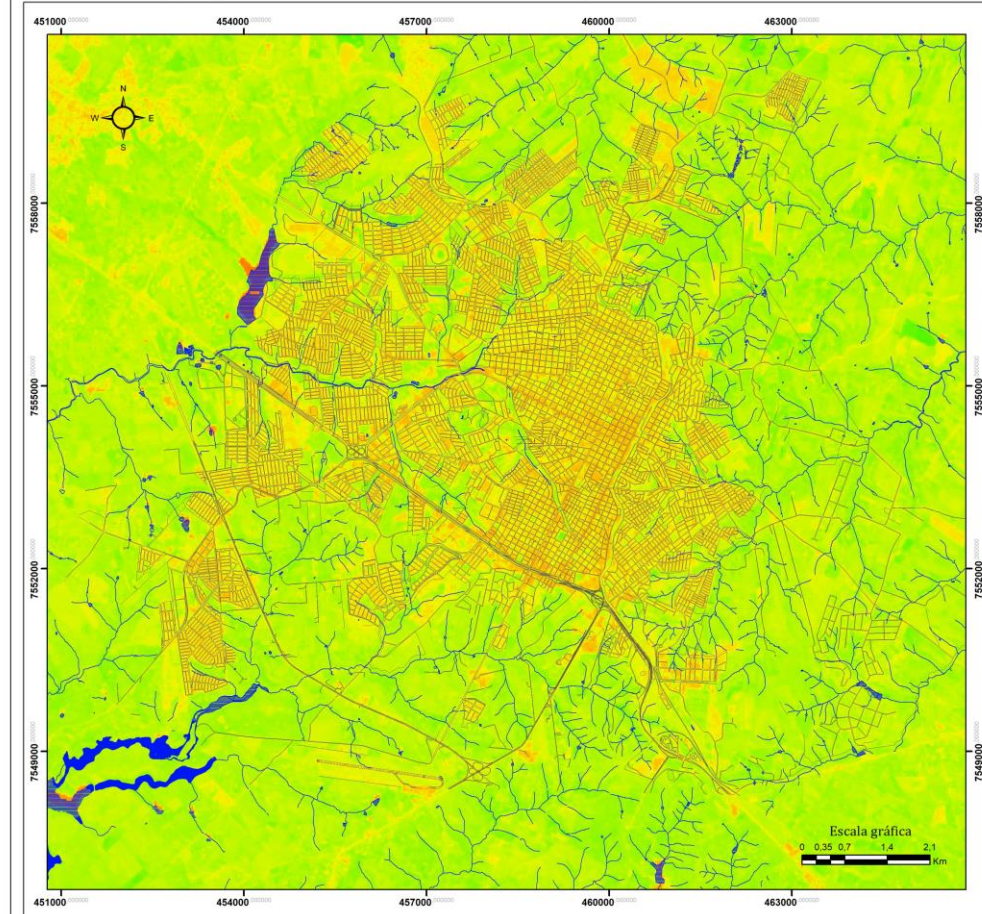


Legenda:

- Hidrografia
- Malha viária

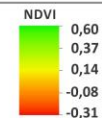
Processamento e edição: RAMPAZZO, Camila Riboli.
 Orientador: João Lima Sant'Anna Neto.
 Informações de imagem: Banda 10/LWIR-1 Sensor OLI_TIRS (Thermal Infrared Sensor) - Landsat 8 USGS (United States Geological Survey)
 Imagem da órbita/ponto 222/75 do dia 08 de agosto de 2014 (período sazonal de inverno)

Índice de Vegetação da Diferença Normalizada (NDVI) em Presidente Prudente/SP



Legenda:

- Hidrografia
- Malha viária



Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator / Datum: WGS84 / Fuso 22S
 Informações das imagens: Bandas 5 e 4 - Infravermelho Próximo e Vermelho - Landsat 8 USGS (United States Geological Survey). Imagem da órbita/ponto 222/75 do dia 08 de agosto de 2014 (período sazonal de inverno)
 Fonte das imagens: sítio eletrônico <http://glovis.usgs.gov>.
 Processamento: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Fonte: Landsat 8 USGS (United States Geological Survey) - Bandas 10, 4 e 5 órbita 222/75. **Elaboração:** RAMPAZZO (2018).



A importância da presença de vegetação arbórea é um elemento marcante na diminuição da temperatura e, em Presidente Prudente é possível evidenciar esta influência em setores ou pontos com menor aquecimento dos alvos. Estes locais correspondem principalmente a áreas verdes de praças centrais ou resquícios de vegetação arbórea densa onde a temperatura de superfície foi em média de 23,5-24°C. A Figura 8 contribuiu com a verificação detalhada do índice de vegetação NDVI em agosto de 2014 em Presidente Prudente com variabilidade entre 0,5463 e -0,2190.

Embora o centro tenha apresentado 2°C de temperatura a menos em média comparado aos demais bairros, devido ao alto grau de impermeabilização do solo, intenso fluxo de veículos e pessoas nas avenidas de acesso o índice de vegetação indica cobertura vegetal reduzida e até mesmo ausente (-0,08). A importância dos usos da terra na variabilidade da intensidade de vegetação em superfície é verificada, por exemplo, na Mata do Furquim que em Presidente Prudente correspondeu à presença de vegetação mais abundante (0,60).

De modo geral, é possível evidenciar gradientes de temperatura mais heterogêneos e melhor configurados na malha urbana e periurbana de Presidente Prudente. Por exemplo, pela formação de ilhas de calor intraurbana com intensidade de 3°C a 4°C superior quando comparados aos locais de menor temperatura intraurbana. De outro modo, a vegetação tem papel fundamental na formação de pequenas ilhas de frescor no espaço intraurbano com diminuição de até 4°C em relação às áreas com maior temperatura superficial. Estes gradientes são também superiores aos verificados nas cidades de São Carlos e Marília.

Os cursos d'água desempenharam papel importante na diminuição da temperatura no entorno da malha urbana de Presidente Prudente pela presença de vegetação remanescente de arbustos e arbórea. Esta influência foi verificada notadamente no setor leste com presença de uma série de cursos d'água de maior porte e afluentes que apresentaram temperatura da superfície aproximada de 23°C.

Em Presidente Prudente as imagens do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e composição infravermelha diferenciam claramente a refletividade medida entre as áreas urbanizadas e a densidade da vegetação clorofilada na superfície. Deste modo, é possível distinguir as áreas com presença de vegetação e resquícios verdes (índice entre 0,3 e 0,5463), ainda que pouco densas segundo Ming, Tse, Liu (1988), próximas



a cursos d'água e no espaço intraurbano em superfícies menos impermeabilizadas e com áreas verdes. A variação dos índices de vegetação positivos que indicam a presença de áreas verdes de portes variados é restrita aos fundos de vale, em praças e áreas de lazer com arborização urbana ou resquícios de mata densa pontualmente no espaço intraurbano. Nas áreas periurbanas e rural há um predomínio de vegetação pouco desenvolvida representada em grande parte por pastagens, plantações agrícolas e gramíneas. As áreas urbanizadas e solo exposto também se sobressaem na composição colorida enquanto manchas rosadas nas adjacências da área urbana adensada com índice negativo de vegetação.

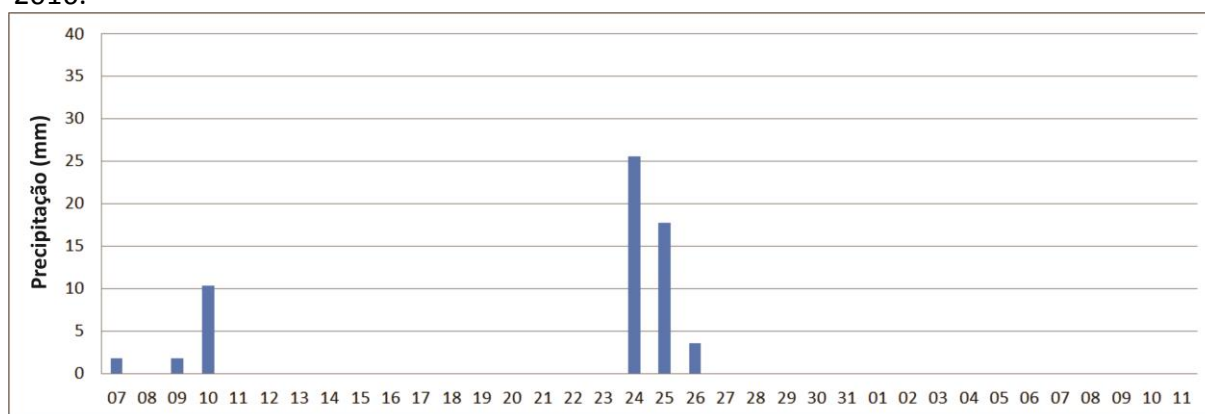


6.3.2 Caracterização da temperatura da superfície e NDVI nos episódios atmosféricos de 07 de abril e 30 de setembro de 2016

Na Carta 3 as imagens termais de Presidente Prudente, referente ao episódio de outono (07 de abril de 2016) e primavera (30 de setembro de 2016), é notória a influência dos cursos d'água com vegetação densa e resquícios de vegetação na diminuição da temperatura de superfície, principalmente a leste e sul comparadas àquelas intraurbanas.

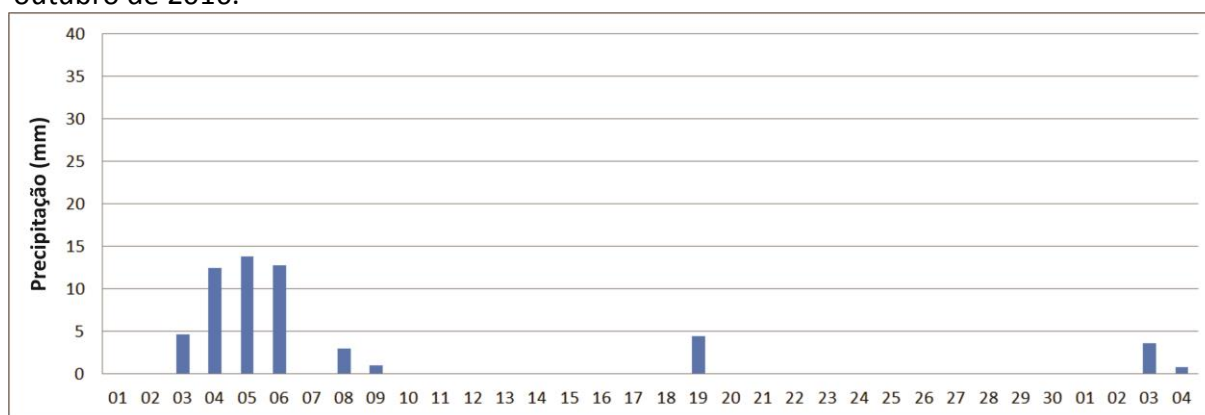
Nestes períodos sazonais ocorreu precipitação onze dias anterior à tomada de ambas as imagens termais (Carta 3), conforme observado nos gráficos 5 e 6.

Gráfico 5. Precipitação diária em Presidente Prudente /SP de 07 de março a 11 de abril de 2016.



Fonte: AgriTempo. Elaboração: RAMPAZZO (2018).

Gráfico 6. Precipitação diária em Presidente Prudente/SP de 01 de setembro a 04 de outubro de 2016.



Fonte: AgriTempo. Elaboração: RAMPAZZO (2018).

Em abril ocorreu precipitação entre os dias 24, 25 e 26, com totais diários de 26 mm, 17 mm e 03 mm, respectivamente, e em setembro houve precipitação de 4 mm no dia 19. Isso amenizou a diferença de temperatura entre o entorno rural e periurbano em relação ao



espaço intraurbano, evidenciando os fundos de vale e vegetação densa e a transição para as áreas de pastagens com vegetação mais desenvolvida no ambiente rural. Nestes episódios destacam-se aquelas áreas com presença de vegetação arbórea densa e áreas verdes onde existe um predomínio da vegetação rasteira (com solo permeável), pois estas superfícies se mostraram menos aquecidas se comparadas com áreas de alta impermeabilização do solo. O Parque do Povo, a mata do Furquim, e condomínios abertos com alta densidade de vegetação arbórea, foram os locais de registro dos alvos menos aquecidos, com valores de temperatura superficiais que variou entre 29°C a 32°C.

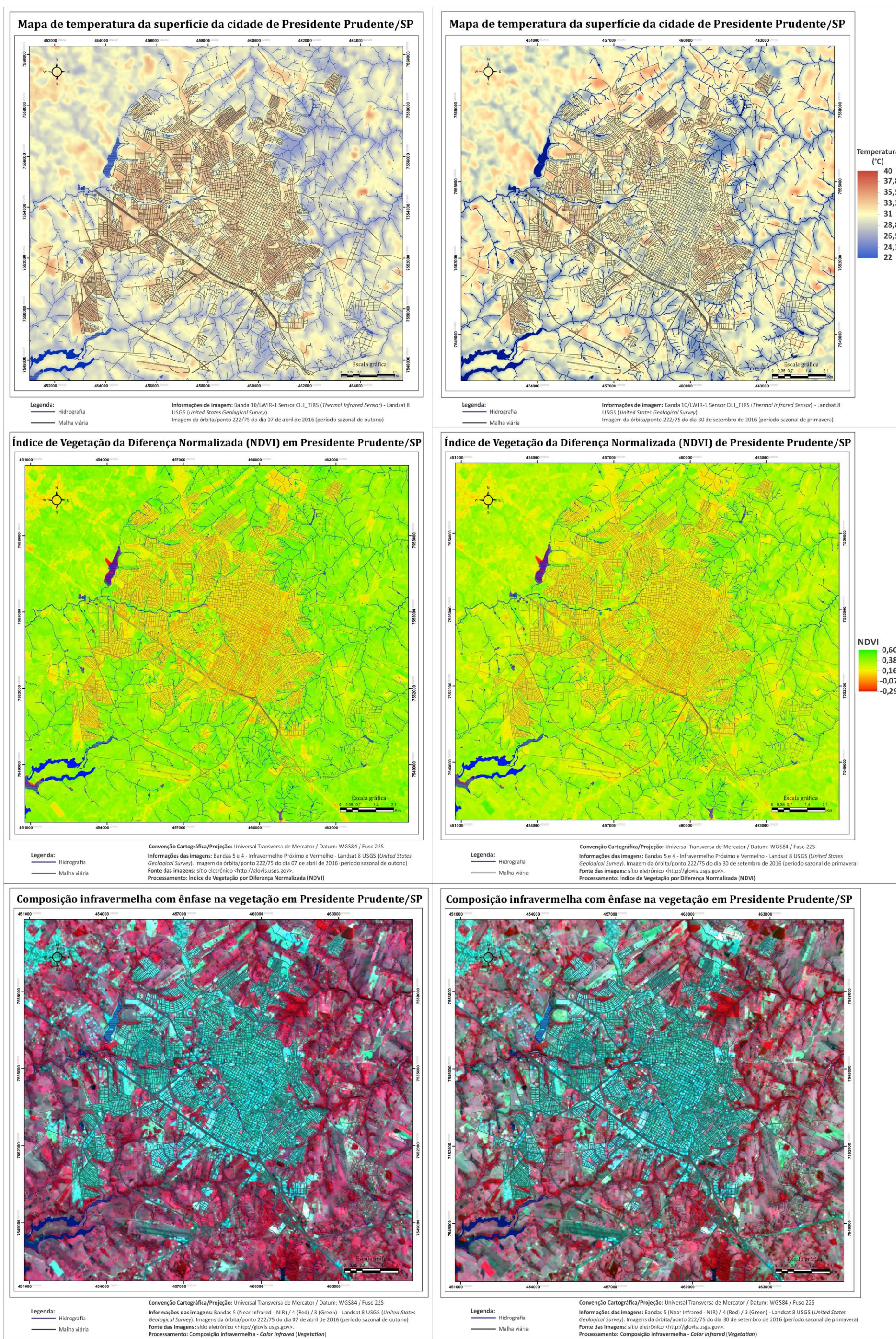
Os fragmentos de vegetação arbórea densos exemplificam a enorme contribuição da vegetação no conforto térmico dos ambientes urbanos, por causa da capacidade de se manter menos aquecidos em relação às áreas com alta densidade construtiva e vegetação esparsa a ausente. Na cidade as temperaturas superficiais associadas às proximidades dos fundos de vale (25°C a 27°C no período sazonal de outono e 22°C a 25°C na primavera) nos setores periurbanos sul, a noroeste, nordeste e leste, foram inferiores às áreas adensadas.

O NDVI no episódio de abril de 2016 em Presidente Prudente representado na Carta 3 apresentou variabilidade entre 0,58 e -0,2726 e uma média de 0,1530. No entorno da área urbana e nos vazios intraurbanos e proximidades de cursos d'água é verificada a presença abundante de vegetação grande parte com intervalo superior a 0,45, áreas que coincidem com as menores temperaturas de superfície.

Observa-se neste caso que, no período sazonal de outono a influência dos fragmentos de vegetação arbórea, vegetação dos cursos d'água e da vegetação rasteira na diminuição da temperatura no entorno é acentuada quando comparada com o período de primavera, quando esta influência é mais restrita ao entorno dos cursos d'água e densos fragmentos de vegetação arbórea.

No episódio de primavera em setembro de 2016 o NDVI representado na Carta 3 apresentou variabilidade entre 0,58 e -0,2726. A distribuição espacial da variabilidade da vegetação foi semelhante a abril, porém o entorno rural apresentou temperatura de superfície mais elevada, entre 1°C a 2°C de diferença térmica. Isso demonstrou uma diminuição gradativa do NDVI em áreas de vegetação rasteira e/ou solo exposto e pronunciou, quando da ocorrência, os altos valores de NDVI que indicaram presença abundante de vegetação.

Carta 3. Variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada da área urbana e periurbana de Presidente Prudente/SP em episódios de abril e setembro de 2016.





É fundamental destacar a interferência natural na variabilidade da temperatura de superfície observado no mês em que a cena foi obtida pelo satélite Landsat 8, pois segundo Sant'Anna Neto e Tommaselli (2009, p.11) o mês de setembro representa um período pouco chuvoso e elevadas temperaturas na cidade, o que diminui a disponibilidade de água em superfície e no solo provocando estresse hídrico na vegetação.

Nos períodos de abril e outubro as áreas urbanizadas densamente construídas apresentaram as temperaturas de superfície dos alvos elevadas e tem os limites representados claramente na composição infravermelha em contraste com a cobertura vegetal. Tais características evidenciam a influência do processo de urbanização e produção dos espaços, principalmente via impermeabilização massiva do solo na elevação das temperaturas superficiais na escala intraurbana, levando a geração de bolsões de ar mais aquecidos ou ICU superficiais.

Na malha viária nota-se esta influência como nas registradas no quadrilátero central (Centro antigo/Setor Leste Vila Marcondes), no bairro CECAP no Setor Oeste da malha urbana, bairro Ana Jacinta, no Humberto Salvador e Morada do Sol (Setor Norte). Estas áreas apresentam padrão variado de construção das edificações e cobertura dos telhados predominante de telhas fibrocimento e mistas (cerâmica e fibrocimento) e, as temperaturas foram elevadas tanto no período de outono como na primavera, porém o gradiente térmico foi maior no outono, acentuando as ilhas de calor urbanas superficiais (SUHI).

Um aspecto notável é que em ambos os períodos sazonais o Centro da cidade e os bairros ao redor apresentaram menor temperatura dos alvos (entre 27°C e 30°C) em relação às demais, que pode ser vinculada às características da morfologia urbana que apesar de adensada e verticalizada, apresenta quadras largas quadrangulares, lotes grandes e arborização esparsa a densa (imagens termais da Carta 3).

Deste modo, o índice de vegetação apresentou grandes variações em virtude dos usos diferenciados do solo cujas principais tipologias são identificadas nos NDVIs e composições infravermelhas na Carta 3 que distinguem as áreas urbanizadas e ressalta a presença de vegetação abundante.



7. A SELETIVIDADE DOS PERIGOS NATURAIS E A DETERMINAÇÃO DOS IMPACTOS DO CLIMA URBANO: MODELAGEM DAS ILHAS DE CALOR URBANAS

Colocar em evidência que os impactos do clima urbano - tais como a geração de ilhas de calor e frescor atmosféricas, alterações nos padrões de precipitação e extremos de chuva, repercussões na organização espacial com inundações, alagamentos, escorregamentos, etc., sejam mais do que um processo natural regido por leis físicas da dinâmica atmosférica urbana, requer evidenciar sua dimensão histórica fundada, sobretudo na seletividade de produção dos espaços urbanos que determinam os locais de sua ocorrência.

Talvez isso signifique a necessidade de separar a naturalização do risco, e entender seu funcionamento muito mais como um produto da diferenciação socioespacial que embasa o modo desigual de produzir as cidades e se configure como a própria materialização da seletividade dos impactos do clima urbano.

Assim, é possível admitir que as alterações do clima urbano só possam ser entendidas nos modos de produzir cidade e, é porque esta última resulta da lógica desigual e diferenciada de organização dos espaços urbanos, que os impactos das ameaças climáticas sejam seletivos e relativizados na realidade concreta. Ou seja, nem todos possuem o mesmo nível de criticidade e capacidade de suporte frente à exposição aos riscos no cotidiano e mais do que nunca no bojo da sociedade moderna é preciso tornar visível essas iniquidades.

Adentrar a cidade e contextualizar como se dá historicamente a interação dialética entre a dimensão socioespacial (MENDONÇA, 2000; SUERTEGARAY e NUNES, 2001) ainda é o principal ponto de partida na análise do clima urbano, incluindo o conjunto de características geoambientais. Entretanto é fundamental identificar os atributos da morfologia urbana e da vulnerabilização que resulta e explica até certo ponto a existência de áreas e pessoas mais ou menos susceptíveis aos riscos climáticos.

O fenômeno da ilha de calor urbana é o exemplo mais evidente das modificações climáticas locais provocadas pelas alterações na cobertura da terra no desenvolvimento urbano das cidades, é imprescindível espacializar sua materialização como um perigo socioespacial, pelas diferenças térmicas do ar intraurbanas e rurais. A combinação destes processos com as particularidades de cada recorte territorial designa a seletividade dos impactos e as desigualdades cumulativas na produção do espaço urbano.



A modelagem das ilhas de calor urbanas é assim o principal produto que integra estes elementos no ambiente por evidenciar o que está exposto e a lógica por trás do que forma a materialidade do clima urbano.

7.1. Modelagem da ilha de calor urbana em São Carlos/SP

As etapas de realização da modelagem da ilha de calor urbana foram realizadas no *software* IDRISI Selva®11.0 e para São Carlos compreendeu o dia 04 de abril de 2014. Estes procedimentos visam delimitar a área de representatividade dos pontos de registros da temperatura do ar, por meio da correlação entre a distribuição das temperaturas medidas *in situ* e a fração de cada classe de cobertura da terra no ponto mensurado e seu entorno.

A princípio foi elaborado a mapa de composição colorida (Mapa 2) que evidencia o fenômeno urbano e permite diferenciar as áreas urbanas e as áreas periurbanas e rurais do entorno. Um dos propósitos da composição colorida é auxiliar a diferenciação dos usos do solo (urbanos, rurais, pastagens, plantação, resquícios de vegetação densa, corpos d'água,) e o reconhecimento da área de estudo como parâmetros de correlação para extrapolação da temperatura do ar na modelagem em pontos não mensurados em campo.

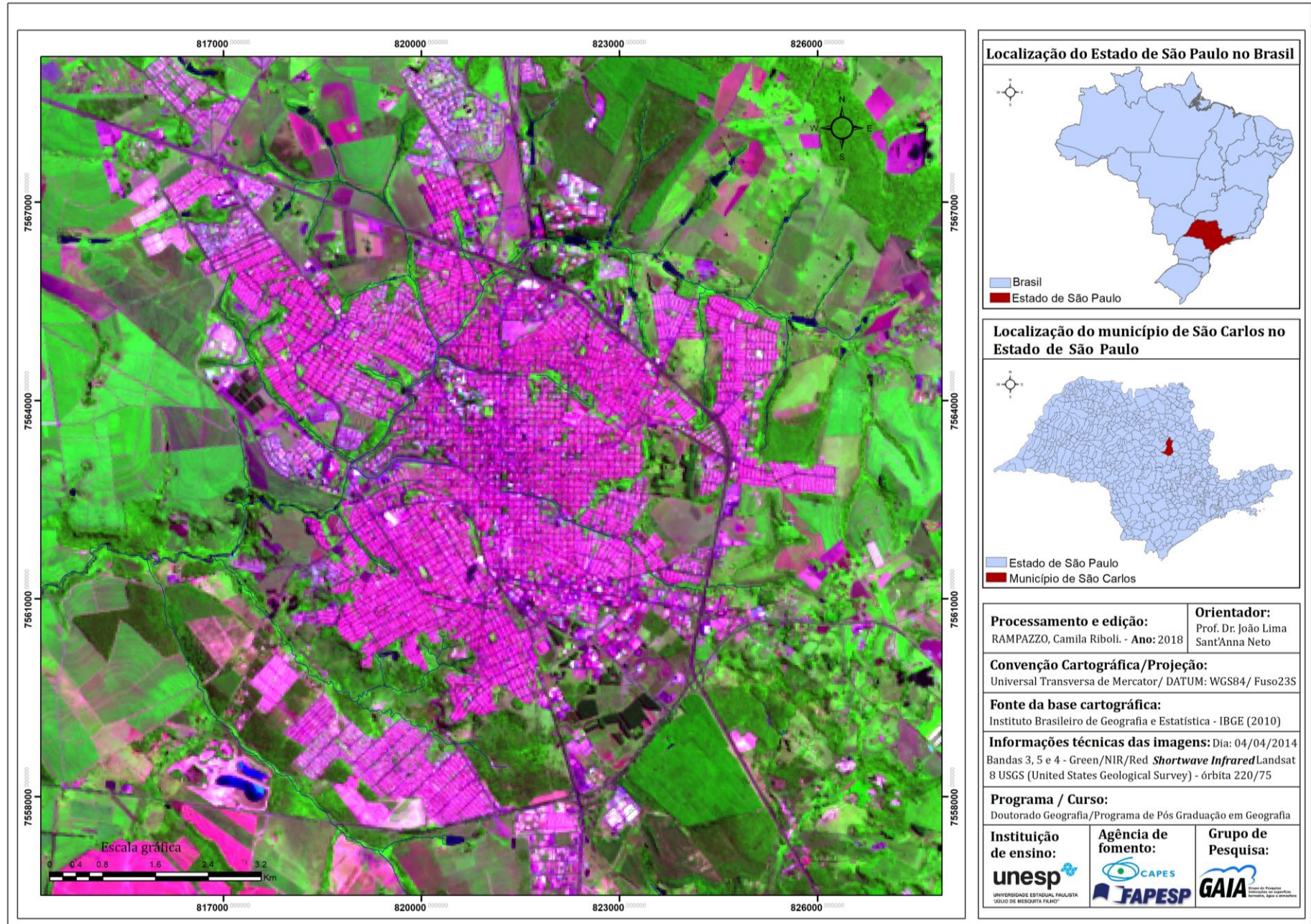
A modelagem incluiu ainda o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e, associado a composição colorida foi realizado o processamento automático de definição das classes de ocupação da terra por meio do procedimento estatístico de *Cluster* (Mapa 3). A partir da classificação inicial obtendo 15 *clusters* foi realizado o agrupamento em classes.

A classificação inicial foi reduzida em três classes de ocupação da terra, sendo elas: “áreas construídas”, “vegetação densa” e “vegetação baixa” (Mapa 3), considerando a ocupação predominante em cada pixel. Estas classes compreendem:

- A fração de áreas construídas se refere principalmente às áreas urbanizadas com alta, média e baixa densidade construtiva, incluindo edifícios, construções, vias de circulação pavimentada, superfícies impermeáveis, solos expostos etc.
- A fração de vegetação densa indica a presença de vegetação bem desenvolvida e pronunciada (árvores de grande porte, fragmentos de vegetação arbórea e de mata densa);
- A fração de vegetação baixa (agrupa a presença de gramíneas, espaços abertos, pastagens no entorno rural e jardins);

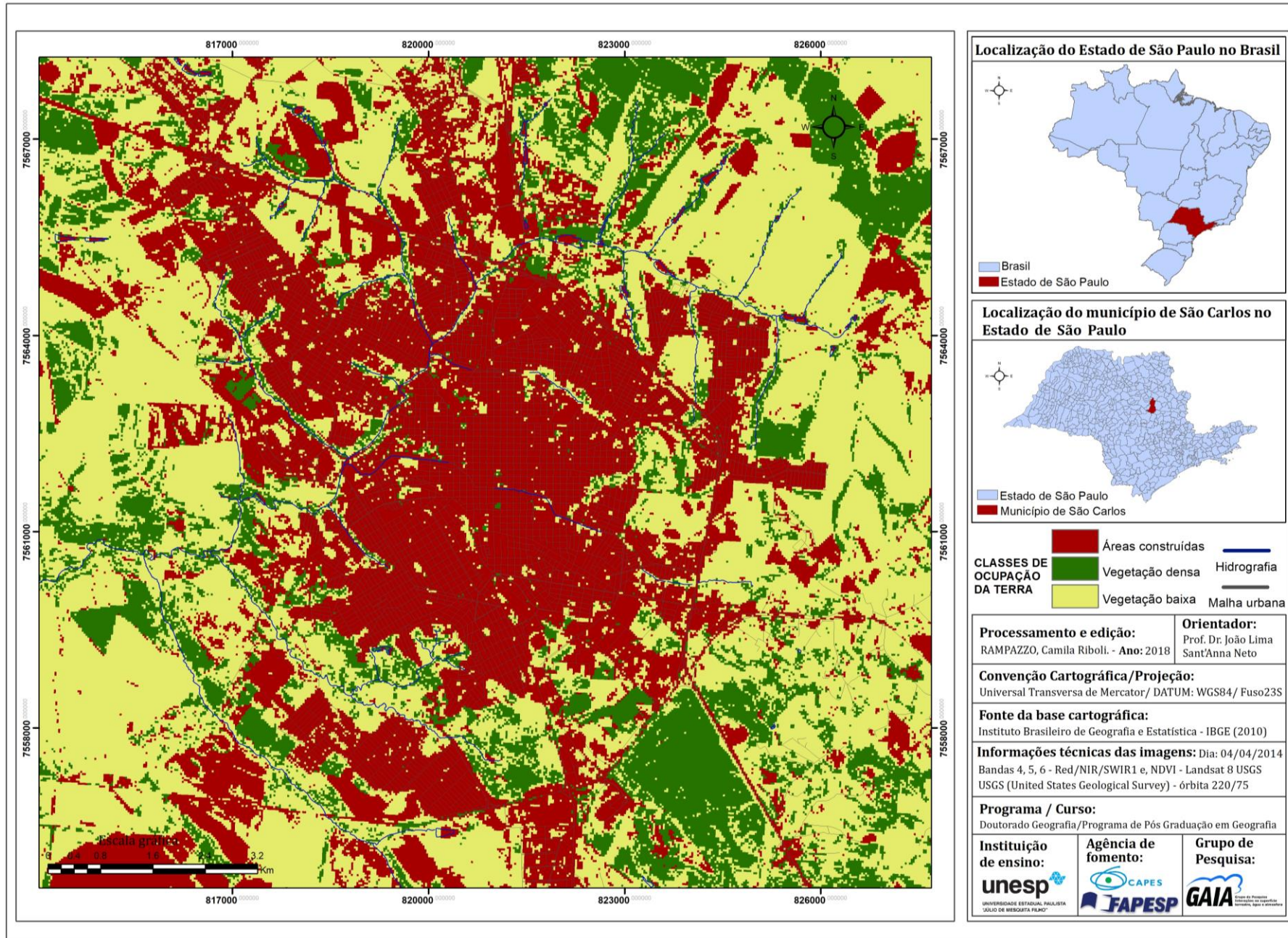
A representação destas classes é fundamental para o reconhecimento da área de estudo e diferenciar a correlação espacial com as diferenças de temperatura do ar e dos

Mapa 2. Composição colorida *Shortwave Infrared* bandas 3, 5 e 4 (*Green/NIR/Red*) Landsat 8 – órbita 220/75, São Carlos/SP.



Fonte da imagem: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Elaboração: RAMPAZZO, Camila R. (2018).

Mapa 3. Classificação *cluster* não supervisionada de **Ocupação da Terra** em São Carlos a partir das bandas 4, 5, 6 e NDVI.



Fonte da imagem: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Elaboração: RAMPAZZO, Camila R. (2018).



alvos, além dos padrões de ocupação do solo que respondem em grande parte pela geração do clima urbano, das ilhas de calor atmosféricas e da temperatura de superfície nas cidades.

Pela aplicação do procedimento estatístico do coeficiente de correlação entre a temperatura do ar e as classes de ocupação da terra, foram obtidas associações satisfatórias com a classe de “áreas construídas” (R^2) de 0,58 e “vegetação baixa” (R^2) 0,53; (R^2) de 0,51 com a Temperatura de Superfície dos Alvos ($^{\circ}\text{C}$) e coeficiente de correlação (R^2) de 0,61 com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI⁶⁵. A determinação do modelo pela aplicação da regressão linear múltipla resultou valor aproximado de R aparente de 0,783.

No dia da realização do transecto móvel noturno em São Carlos, ocorrido em 04 de abril de 2014 às 19h, registrou-se diferenças térmicas com intensidade de $7,2^{\circ}\text{C}$, configurando segundo Fernández García (1996), ilha de calor de magnitude muito forte. As condições atmosféricas no período foram estáveis, principalmente pela baixa velocidade do vento (1,1 a 2 m/s), ausência de precipitação e nebulosidade (0-2 décimos), sob atuação da Massa Tropical Atlântica Continentalizada (MTAC) (RAMPAZZO, 2015, p.195).

A espacialização das ilhas de calor diagnosticadas em São Carlos no referido episódio, é observada na modelagem do Mapa 4 com as temperaturas estimadas pela generalização das temperaturas medidas em cada ponto em função das variáveis espaciais. A distribuição das temperaturas no intraurbano e entorno rural se apresentaram no intervalo entre 22°C e 31°C , e a diferença térmica que evidencia a intensidade das ilhas de calor de 9°C (0°C a 9°C).

Referente à configuração do perfil da ilha de calor urbana em São Carlos (Mapa 4) observa-se que ocorre a formação de núcleos distribuídos espacialmente no conjunto da malha urbana. Destaca-se o núcleo da ilha de calor que ocorreu no setor sul da malha urbana no reverso da cuesta no centro antigo comercial, mas não se restringiu a ele e se prolongou para leste /sudeste. A localização do centro comercial em São Carlos se dá ao longo da Avenida São Carlos no sentido norte-sul da malha urbana, entre o Córrego do Tijuco e Córrego do Gregório. Já o centro antigo comercial de São Carlos situa-se a sul do Córrego do Gregório e apresenta padrão densamente construído (telha mista e metálica), impermeabilizado com arborização esparsa a ausente e devido à influência do fundo de vale a orientação das vertentes é predominante no sentido norte/nordeste.

⁶⁵ A análise detalhada dos diagramas de dispersão referentes aos coeficientes de correlação da frequência das categorias de ocupação da terra (“Áreas construídas” e “Vegetação baixa”), da Temperatura de superfície dos alvos e NDVI em relação à temperatura do ar e, a regressão linear múltipla para determinação do modelo de geração da modelagem das ilhas de calor em São Carlos/SP foi descrita no Apêndice IV.

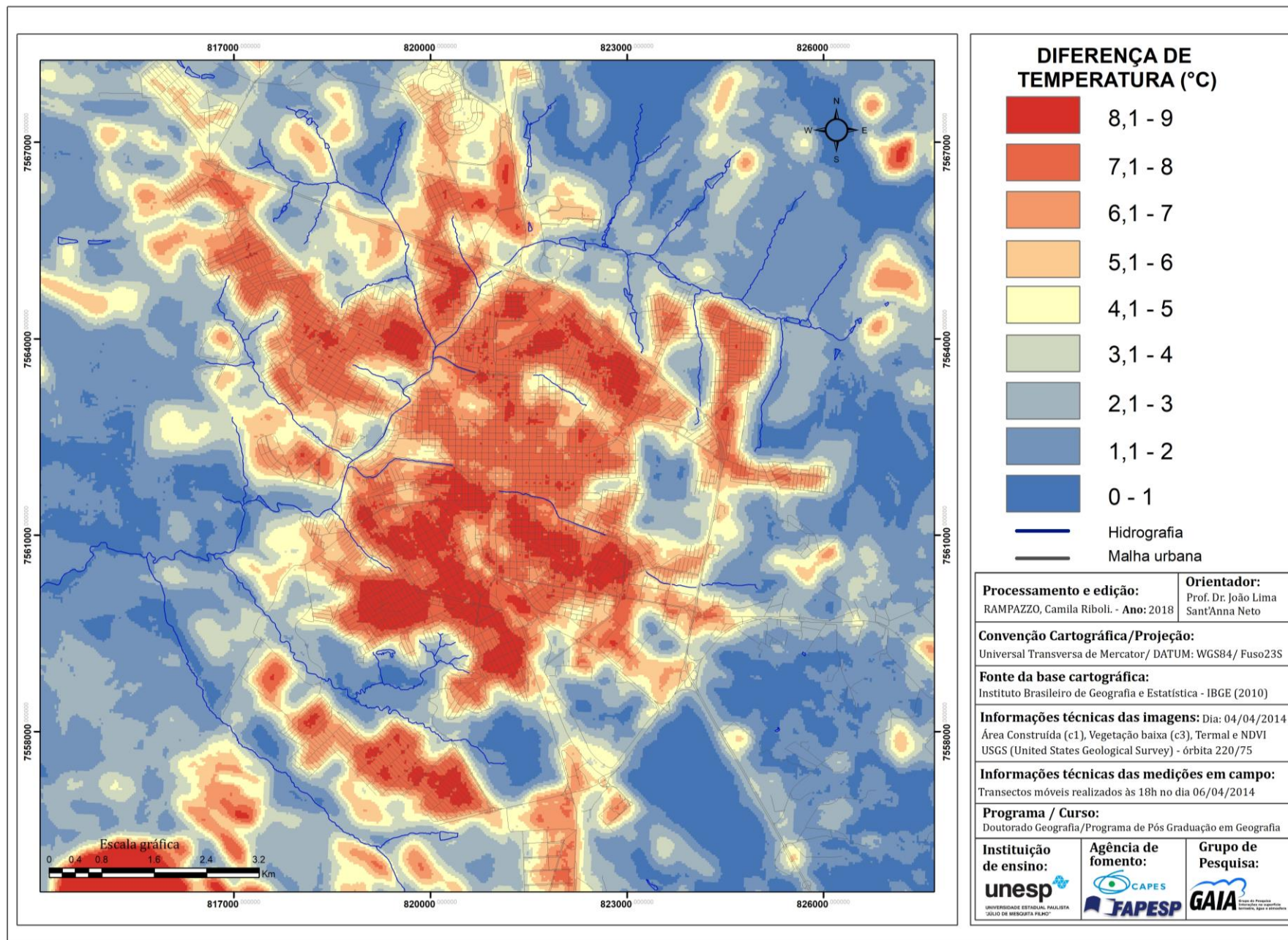


Em conjunto os fatores influenciaram na formação do núcleo da ilha de calor no centro antigo com 8°C a 9°C de intensidade, pois além do padrão de adensamento e uso do solo comercial e serviços, o posicionamento da malha urbana favorece a incidência da insolação e interfere no fluxo de vento. Já no centro comercial com vertentes voltadas para sul/sudeste e presença de vegetação esparsa nas ruas e densa em praças, as diferenças térmicas foram entre 6-7°C, além da diminuição de até 2°C (ilha de calor entre 4°C e 6°C) em praças com arborização densa nas adjacências do Córrego do Gregório na vertente orientada a sul. Em São Carlos isso se dá particularmente em função dos fundos de vale, especialmente àquela diferença entre vertentes orientadas a sul, sudeste e sudoeste com cobertura vegetal arbórea e, àquelas com orientação a norte/nordeste e noroeste com cobertura vegetal baixa a ausente que configura uma inversão da temperatura de acordo com a posição da vertente.

No espaço intraurbano a menor densidade construtiva também foi fundamental na diminuição das diferenças térmicas, com intensidade variando de 4,1-5°C, chegando a 3,1°C, semelhante às estimadas no ambiente rural do entorno. O limite urbano em relação ao entorno rural apresentou diminuição gradativa da temperatura comparada às áreas urbanas construídas adensadas, com diferenças térmicas entre os ambientes de 4,1 a 5°C.

Além dos maiores gradientes de temperatura registrados no centro (Mapa 4), o padrão de adensamento construtivo de bairros residenciais adjacentes e periféricos configurou outros núcleos de ilhas de calor com intensidade muito forte de 8,1 a 9°C. Nestes setores geográficos, o aumento da temperatura (diferenças de 8,1-9°C) esteve relacionado não somente a orientação das vertentes a norte/nordeste, mas principalmente a menor dimensão dos terrenos que leva ao aumento do nível de adensamento das edificações e impermeabilização do solo. Além disso, a cobertura vegetal arbórea mais escassa nestes bairros residenciais também desempenha papel importante no aumento da temperatura. Isso ocorreu, por exemplo, nos bairros populares Jardim Gonzaga, Jardim Social Antenor Garcia, Loteamento de Interesse Social Cidade Aracy e Jardim Social Presidente Collor situados no extremo sul da malha urbana; nos bairros Vila Boa Vista 2, Boa Vista 3, Jardim Beatriz e Jardim Medeiros no setor sul no reverso da cuesta e; no setor norte da malha urbana a sul da Rodovia Washington Luiz com carência de cobertura vegetal, lotes menores e pouco arborizados. Nestes casos, as diferenças térmicas estiveram entre 8,1 a 9°C. Já os condomínios residenciais fechados de alto padrão construtivo, com terrenos grandes,

Mapa 4. Modelagem da ilha de calor em São Carlos a partir das bandas 4, 5, 6, NDVI e medições em campo para o dia 06 de abril de 2014.



Elaboração: RAMPAZZO, Camila R. (2018).



arborizados, menor densidade construtiva e gramados, localizados no extremo norte da malha urbana apresentaram em contrapartida temperaturas equivalentes às áreas de transição do ambiente rural com pastagens (intensidade de 4,1 a 5°C). A proximidade com o ambiente rural de entorno, a presença de cobertura vegetal arbórea e rasteira e, principalmente a baixa densidade construtiva explicam a diminuição das diferenças térmicas com a mesma intensidade em bairros residenciais periféricos, de 4,1-5°C.

Em suma, o perfil das ilhas de calor noturnas em São Carlos se aproximou do modelo clássico proposto por Oke (1974) com os maiores gradientes térmicos registrados no centro e nas áreas densamente construídas, porém, divergiu quanto ao padrão de diminuição gradual da temperatura em direção ao ambiente rural. Este modelo não se repetiu uma vez que a diversidade de padrões construtivos na malha urbana configuraram outros núcleos de ilhas de calor, associados às características de produção diferencial dos espaços urbanos.

Nas áreas do entorno rural é importante ressaltar três aspectos que influenciaram diretamente na distribuição espacial das diferenças térmicas em São Carlos. O primeiro deles é a presença significativa de solo exposto em todo o entorno da malha urbana adensada que, em termos de resposta espectral se assemelha às áreas construídas e são identificados, por exemplo, em manchas significativas no extremo sudoeste e a nordeste da malha urbana nas adjacências da Embrapa Pecuária Sudeste, com intensidades de 7,1 a 9°C. O segundo é o predomínio de cobertura vegetal baixa rasteira, de pastagens e de plantações que caracteriza a ocupação da terra no ambiente rural, que apresentou maior influência na diminuição da temperatura que variaram entre 1°C e 4°C. Já o terceiro aspecto refere-se às áreas com densa cobertura vegetal arbórea, notadamente nos fundos de vale e resquícios de vegetação. Reforçando o papel da vegetação densa em amenizar a intensidade das ilhas de calor, com diferenças entre 0 e 1°C, destaca-se o setor norte nas dependências da UFSCar no Córrego do Monjolinho e no setor sul delimitando as bordas da cuesta basáltica no Córrego da Água Quente e afluentes e, os resquícios de vegetação tal como no Parque Ecológico Municipal e Reserva de Manancial, situados a norte/nordeste da malha urbana.

Assim, a estimativa da temperatura do ar neste episódio por meio da modelagem em São Carlos (Mapa 4) reforça a influência das classes de ocupação da terra, a importância dos índices de vegetação (densa ou rasteira), da feição climática, do solo exposto e dos padrões diversos de ocupação na configuração espacial das ilhas de calor urbanas.



7.2. Modelagem da ilha de calor urbana em Marília/SP

A modelagem da ilha de calor urbana em Marília para o dia 21 de junho de 2014 resultou da combinação de vários procedimentos com início no reconhecimento das áreas urbanas e rurais a partir da composição colorida *Shortwave Infrared* representada no Mapa 5 que permitiu diferenciar marcadamente os fragmentos de vegetação densa nas bordas escarpadas ao longo dos talus. Deste modo, devido à influência das características geomorfológicas do relevo na delimitação das áreas urbanizadas em Marília é possível reconhecer os limites e adensamento das áreas construídas, distinguir o entorno periurbano e rural e, no conjunto da imagem identificar a presença de solo exposto e vegetação densa.

A composição colorida e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) integraram a elaboração do mapa de classes de ocupação da terra (Mapa 6) de Marília que reforça a identificação das heterogeneidades de ocupação da terra e detalha os limites, principalmente, das áreas urbanas e o entorno com vegetação densa e baixa.

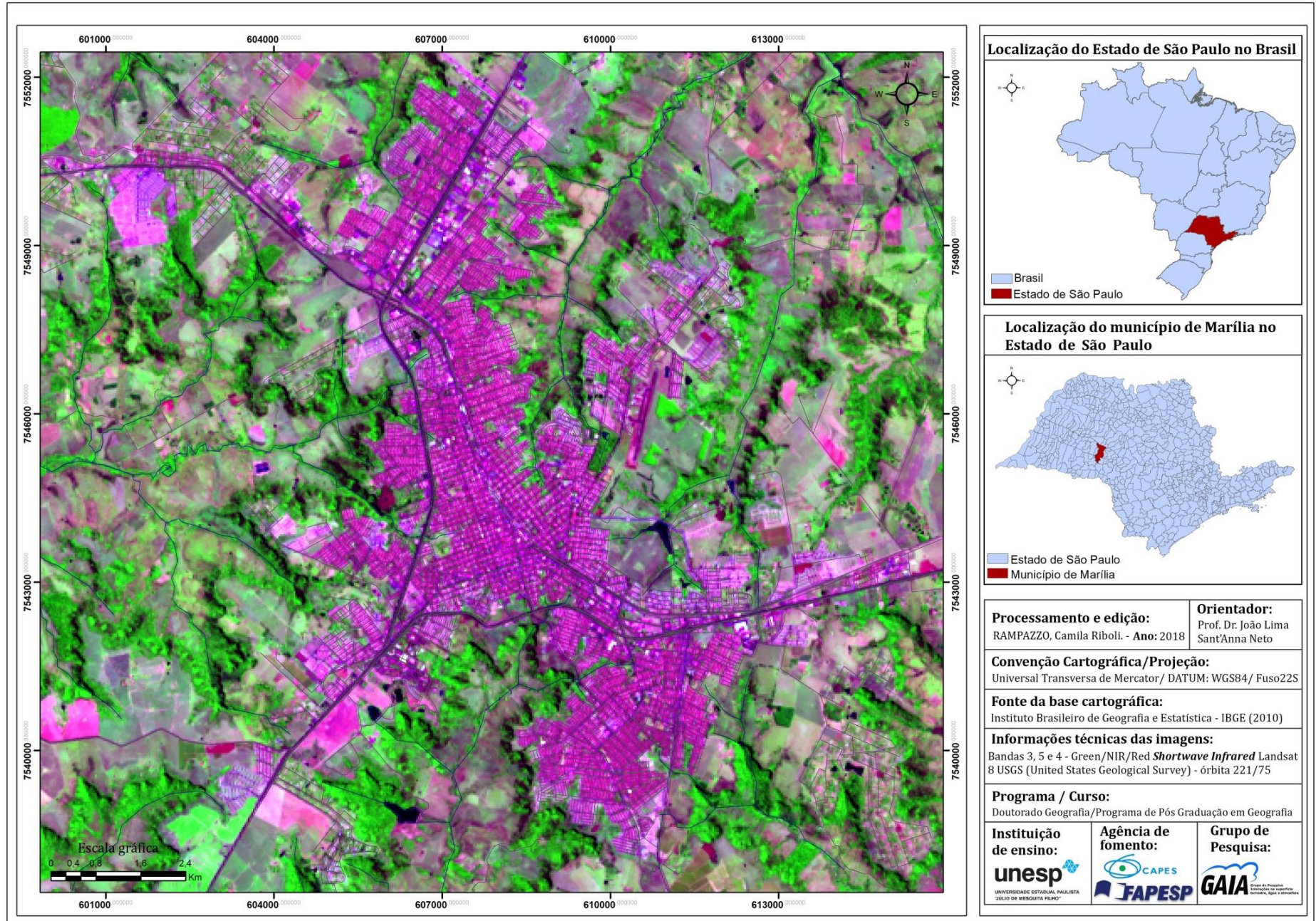
As classes finais de ocupação da terra também foram definidas em função de: áreas construídas que enquadram às áreas impermeabilizadas do urbano densamente construído, com média ou baixa densidade de construção, as vias pavimentadas e solos expostos. A segunda classe refere-se às frações de vegetação densa que integra as áreas verdes com presença de cobertura vegetal arbórea e fragmentos de mata densa e; a classe de vegetação baixa agrupa a presença de pastagens no entorno rural, gramíneas e espaços abertos.

Pela aplicação do procedimento estatístico do coeficiente de correlação entre a temperatura do ar e as classes de ocupação da terra, foram obtidas associações satisfatórias com a classe de “áreas construídas” (R^2) de 0,78 e “vegetação densa” (R^2) 0,52; (R^2) de 0,55 além da Temperatura de Superfície dos Alvos ($^{\circ}\text{C}$) e coeficiente de correlação (R^2) 0,51 com o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI⁶⁶. A determinação do modelo pela aplicação da regressão linear múltipla resultou valor aproximado de R aparente de 0,925.

No dia da realização do transecto móvel noturno em Marília, ocorrido em 21 de junho de 2014 às 18h, registrou-se diferenças térmicas com intensidade de até 6,2 $^{\circ}\text{C}$, configurando segundo Fernández García (1996), ilha de calor de magnitude muito forte. As temperaturas absolutas variaram de 15,6 $^{\circ}\text{C}$ e 21,8 $^{\circ}\text{C}$.

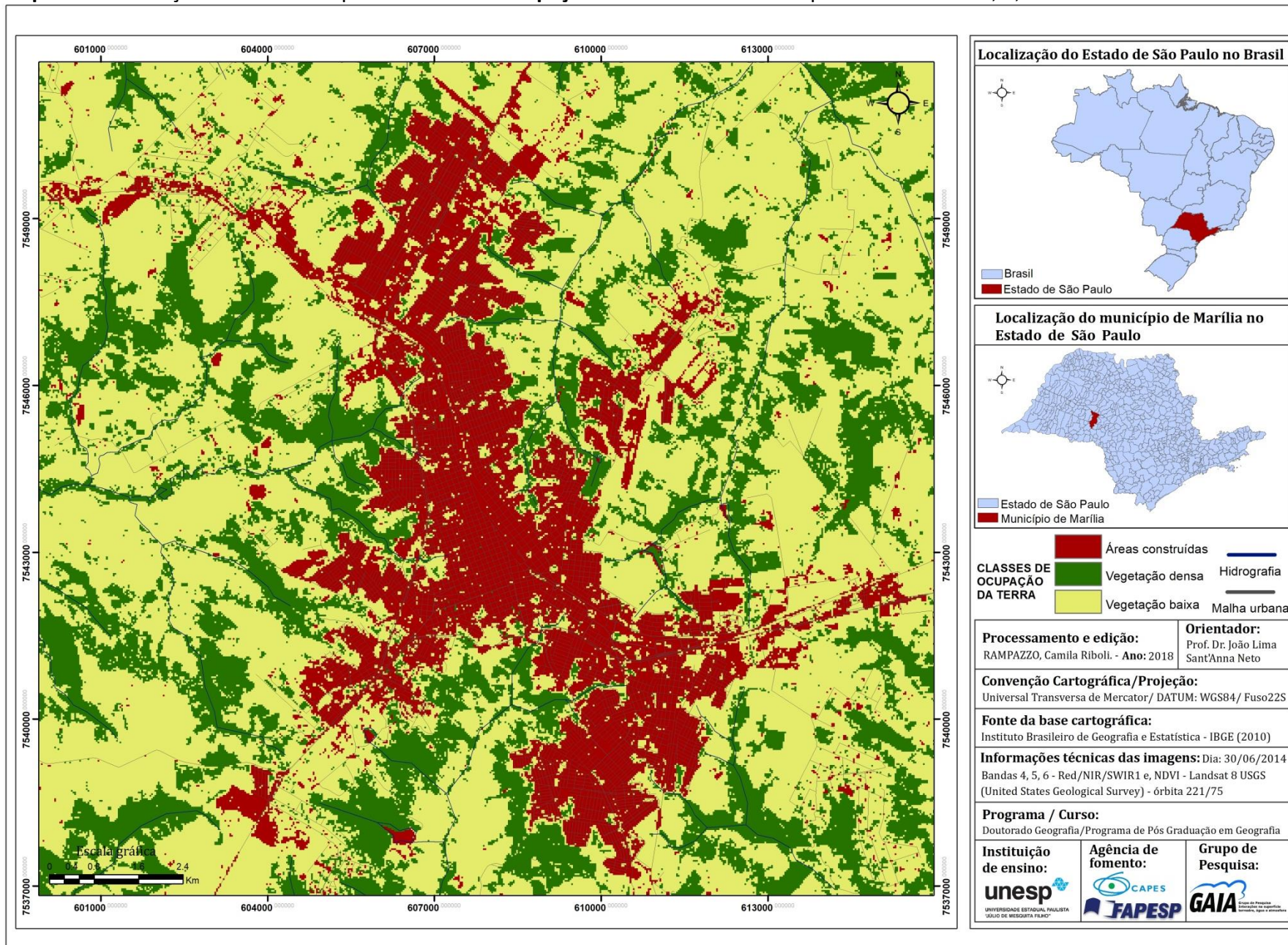
⁶⁶ A análise detalhada dos diagramas de dispersão referentes aos coeficientes de correlação da frequência das categorias de ocupação da terra (“Áreas construídas” e “Vegetação baixa”), da Temperatura de superfície dos alvos e NDVI em relação à temperatura do ar e, a regressão linear múltipla para determinação do modelo de geração da modelagem das ilhas de calor em Marília/SP foi descrita no Apêndice V.

Mapa 5. Composição colorida *Shortwave Infrared* bandas 3, 5 e 4 (*Green/NIR/Red*) Landsat 8 – órbita 221/75, Marília/SP.



Fonte da imagem: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Elaboração: RAMPAZZO, Camila R. (2018).

Mapa 6. Classificação *cluster* não supervisionada de **Ocupação da Terra** em Marília a partir das bandas 4, 5, 6 e NDVI.



Fonte da imagem: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Elaboração: RAMPAZZO, Camila R. (2018).



As condições atmosféricas no período foram estáveis, principalmente pela baixa velocidade do vento, ausência de precipitação e nebulosidade (0-2 décimos), com estabilidade atmosférica sob atuação da Massa Polar Atlântica Tropicalizada (MPAT) (RAMPAZZO, 2015, p.253).

Com o objetivo de analisar a distribuição espacial da ilha de calor atmosférica diagnosticada em Marília no referido episódio, elaborou-se a modelagem da ilha de calor urbana (Mapa 7) com as temperaturas estimadas pela equação a partir da generalização das temperaturas medidas em cada ponto.

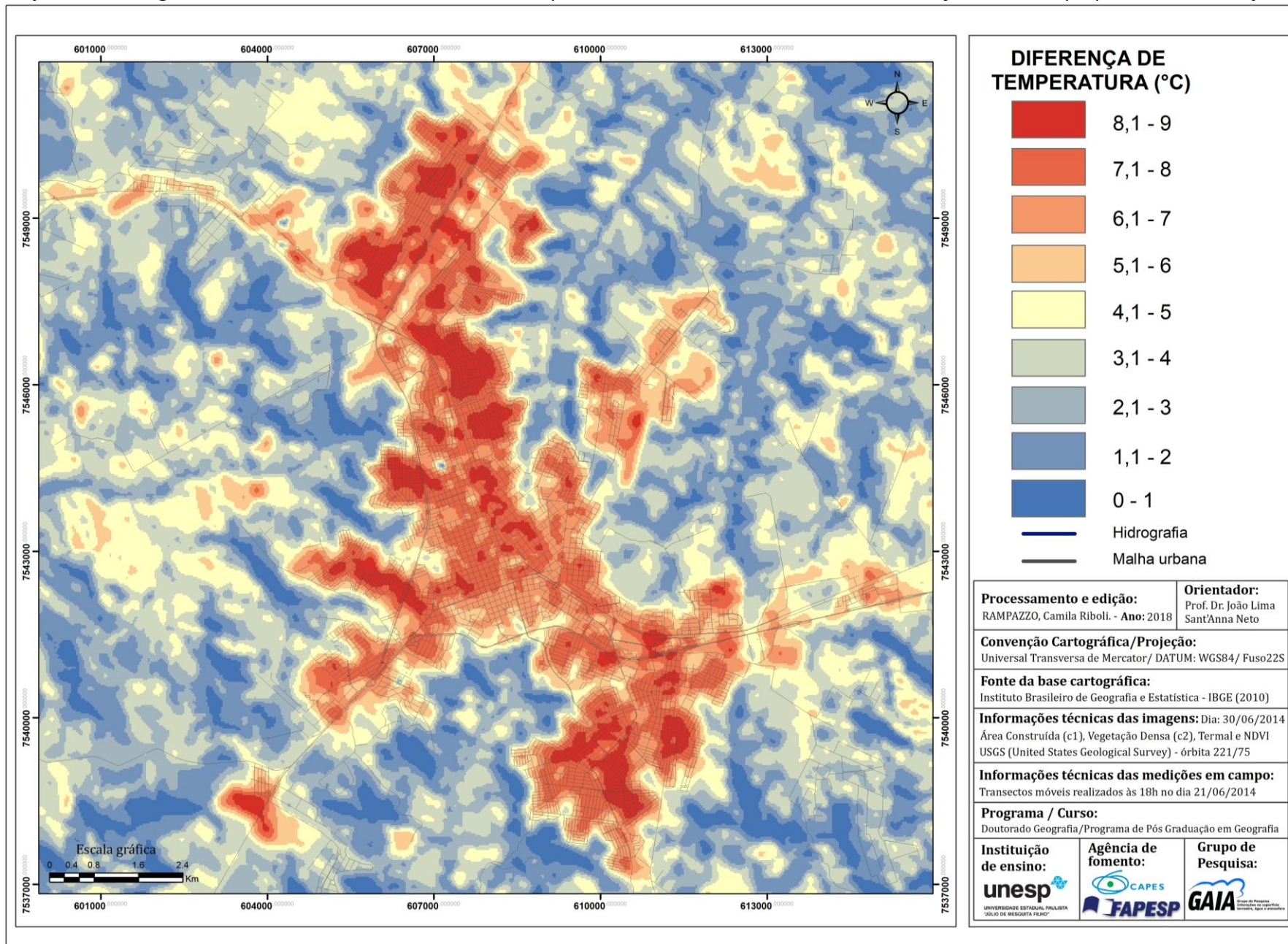
O gradiente de temperatura estimado foi entre 13°C e 22°C, porém optou-se por representar a diferença de temperatura ao invés dos valores absolutos, que evidencia de fato a intensidade das ilhas de calor, deste modo, a diferença de temperatura no espaço intraurbano e no entorno periurbano representados na modelagem foi de 9°C (0°C a 9°C).

Referente às ilhas de calor urbanas, observa-se que não há um único núcleo configurado, mas um conjunto de núcleos de ilhas de calor na malha urbana com diferenças térmicas estimadas entre 8,1°C e 9°C, com destaque para o padrão de ocorrência destes bolsões mais aquecidos na zona norte e zona centro norte e, na zona sul da cidade.

Na zona sul o núcleo da ilha de calor atmosférica ocorreu associado, por exemplo, a áreas residenciais densamente construídas com tipologia de conjunto habitacional popular (bairro Núcleo Habitacional Nova Marília e Núcleo Habitacional Maria Angélica Matos) com habitações em lotes pequenos, cobertura das edificações predominantemente de fibrocimento, arborização esparsa a ausente. Não somente na zona sul, também a zona centro norte e zona norte apresentaram núcleos de ilhas de calor com diferenças de temperatura de 8,1°C a 9°C em bairros residenciais. Na zona centro norte, a leste da Avenida República inclui os bairros Jardim Sasazaki, Jardim Lavinia e Núcleo Habitacional Castelo Branco e na zona norte compreende os bairros Jardim Santa Antonieta e Jardim Ipanema.

O perfil das ilhas de calor noturnas em Marília apresentou padrão distinto ao modelo tradicional identificado por Oke (1974) e, na verdade evidenciou a manutenção de padrão semelhante ao identificado no período diurno através da temperatura de superfície, inclusive nos locais de ocorrência. Isso, pois a zona central da cidade destinada a uso do solo diversificado com atividades comerciais, prestação de serviços e residencial não apresentou núcleo de maior intensidade da ilha de calor urbana.

Mapa 7. Modelagem da ilha de calor urbana em Marília a partir das bandas 4, 5, 6, TS, NDVI e medições em campo para o dia 21 de junho de 2014.



Elaboração: RAMPAZZO, Camila R. (2018).



As menores temperaturas, até mesmo equivalentes em alguns casos aos limites das bordas escarpadas entre o ambiente rural e urbano, ocorreram principalmente na zona centro sul se estendendo ao eixo de expansão da zona leste e no extremo da zona norte (Mapa 7). Na zona centro sul da malha urbana está associado a bairros de maior padrão construtivo com lotes maiores e baixa densidade construtiva com arborização densa. Este padrão se assemelha ao verificado na zona leste da malha urbana vinculado a bairros residenciais de alto padrão construtivo, com terrenos grandes e arborizados, condomínios fechados, sítios de recreio e áreas de lazer com arborização e resquícios de vegetação densa, com baixa densidade construtiva. Os bairros Jardim Tropical, Parque das Esmeraldas, Jardim Tangara, Jardim Alvorada, São João, Cascata, Altaneira, Jardim Estoril, Jardim Europa, Jardim Colibri e Parque Residencial Santa Gertrudes são exemplos que integram as menores diferenças térmicas na zona leste. Na zona leste este padrão se distingue exceto pelas dependências e pista de pouso e decolagem do Aeroporto Estadual de Marília.

No extremo da zona norte as menores diferenças térmicas configurando ilhas de calor com intensidade entre 1°C e 4°C ocorreram em condomínios residenciais fechados (Condomínio residencial *Green Valley* e Condomínio residencial Campo Belo) e chácaras de recreio (Sítios de recreio Letícia e Chácara de recreio Letícia II) com alto padrão construtivo, terrenos grandes e arborização densa com gramados. No espaço intraurbano a diminuição significativa da diferença térmica demonstra a importância dos resquícios de vegetação densa das áreas de lazer, tal qual no Bosque Municipal Rangel Pietraroia, que comparado ao entorno se equiparou ao ambiente rural com diferença térmica entre 0 a 2°C. Ainda no espaço intraurbano é evidenciado o papel das áreas de lazer com arborização densa, corpo d'água e gramados próximos a bairros residenciais com maior padrão construtivo nas edificações em lotes maiores, menor impermeabilização do solo e menor densidade construtiva (bairro Jardim Aquáriu e Jardim Marajá) que diminuíram até 5°C a temperatura se comparadas aos locais com núcleos das ilhas de calor de intensidade muito forte (diferenças térmicas de 8,1 - 9°C).

O entorno da malha urbana de Marília apresentou as menores diferenças térmicas, entre 0°C e 4°C. Nestes locais, são identificados dois padrões principais, primeiro as ilhas de calor entre 4 – 5°C se formaram nos locais com ocupação da terra destinada à vegetação baixa (gramados, pastagens) predominante nos topos do planalto Residual de Marília com



altitude mais elevada. As adjacências das áreas de pastagens de menor altitude no domínio das vertentes coincidem com as escarpas abruptas recobertas por cobertura vegetal densa em fundos de vale com cursos d'água foram responsáveis pelas menores intensidades de ilhas de calor. Nestes casos, as diferenças térmicas de menor intensidade entre 0 a 2°C se estenderam justamente por toda a extensão das escarpas delimitando seu contorno. Estes locais se configuraram de fato como “ilhas de frescor” no entorno periurbano, associados às ocorrências no espaço intraurbano com gradiente de 7°C de diferença térmica dos núcleos das ilhas de calor. Isso reforça a influência das formas de relevo local nos padrões de ocupação da terra em Marília cujos limites da expansão urbana são impostos pelas cuevas basálticas ou itambés que contornam o sítio urbano onde a cidade está assentada.



7.3. Modelagem da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP

Para elaboração da modelagem da ilha de calor urbana em Presidente Prudente para o dia 30 de junho de 2014⁶⁷ foi realizado o procedimento de composição colorida representado no Mapa 8 em que é possível notar a abrangência das áreas urbanas, além das vias pavimentadas impermeabilizadas e os fundos de vale com vegetação arbórea densa. São evidenciadas também as áreas de solo exposto e expansão urbana, cujas adjacências predominam vegetação baixa de pastagem e gramíneas.

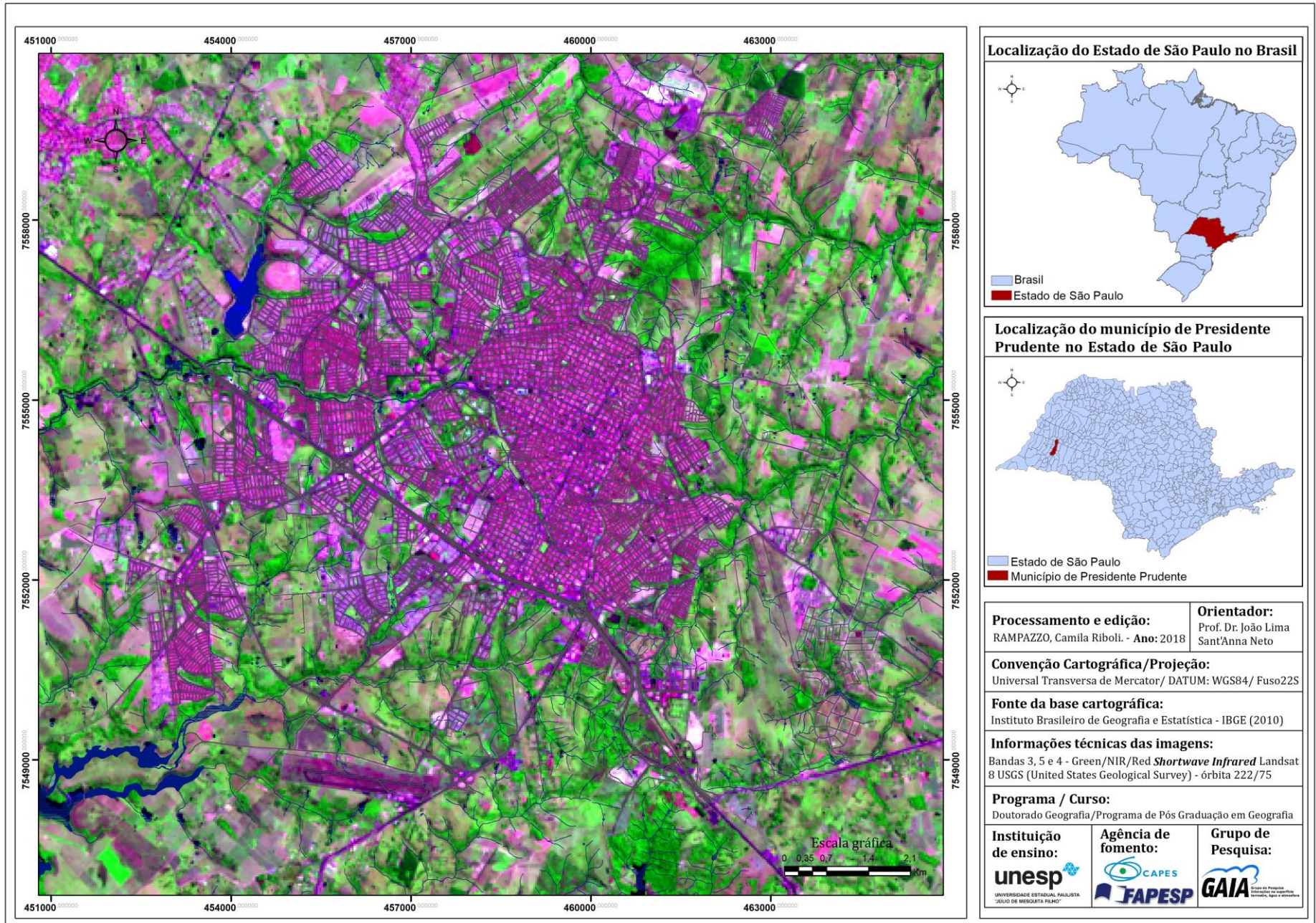
A composição colorida e o NDVI são integrados à elaboração do mapa de classes de ocupação da terra (Mapa 9) por meio da junção das bandas 4, 5 e 6. Para a definição das classes de ocupação da terra em Presidente Prudente foram utilizados os mesmos critérios para atender ao objetivo de caracterizar os padrões de ocupação da terra. Foram definidas as áreas urbanas com predomínio de padrão construído, que envolve o conjunto da materialidade da cidade, edificações, construções, pavimentação, calçamento, impermeabilização do solo, solos expostos e, diferenciadas das áreas com presença de vegetação densa, fundos de vale, e os padrões de vegetação baixa que abrangem as pastagens no entorno rural, gramíneas e os espaços abertos. Assim, foram definidas três classes, que compreende as áreas construídas, vegetação densa e vegetação baixa.

A determinação do modelo pela aplicação da regressão linear múltipla resultou valor aproximado de R aparente de 0,81. Pela aplicação do procedimento estatístico do coeficiente de correlação entre a temperatura do ar e as classes de ocupação da terra, foram obtidas associações satisfatórias com a classe de “áreas construídas” (R^2) de 0,74 e “vegetação densa” (R^2) -0,08; e, o coeficiente de regressão com a distância do centro foi -0,87 e coeficiente de regressão 0,02 com a altitude.

A distribuição espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente foi estimada a partir dos ajustes do modelo de regressão múltipla aos dados das variáveis geográficas e temperatura do ar medida em campo (Mapa 10).

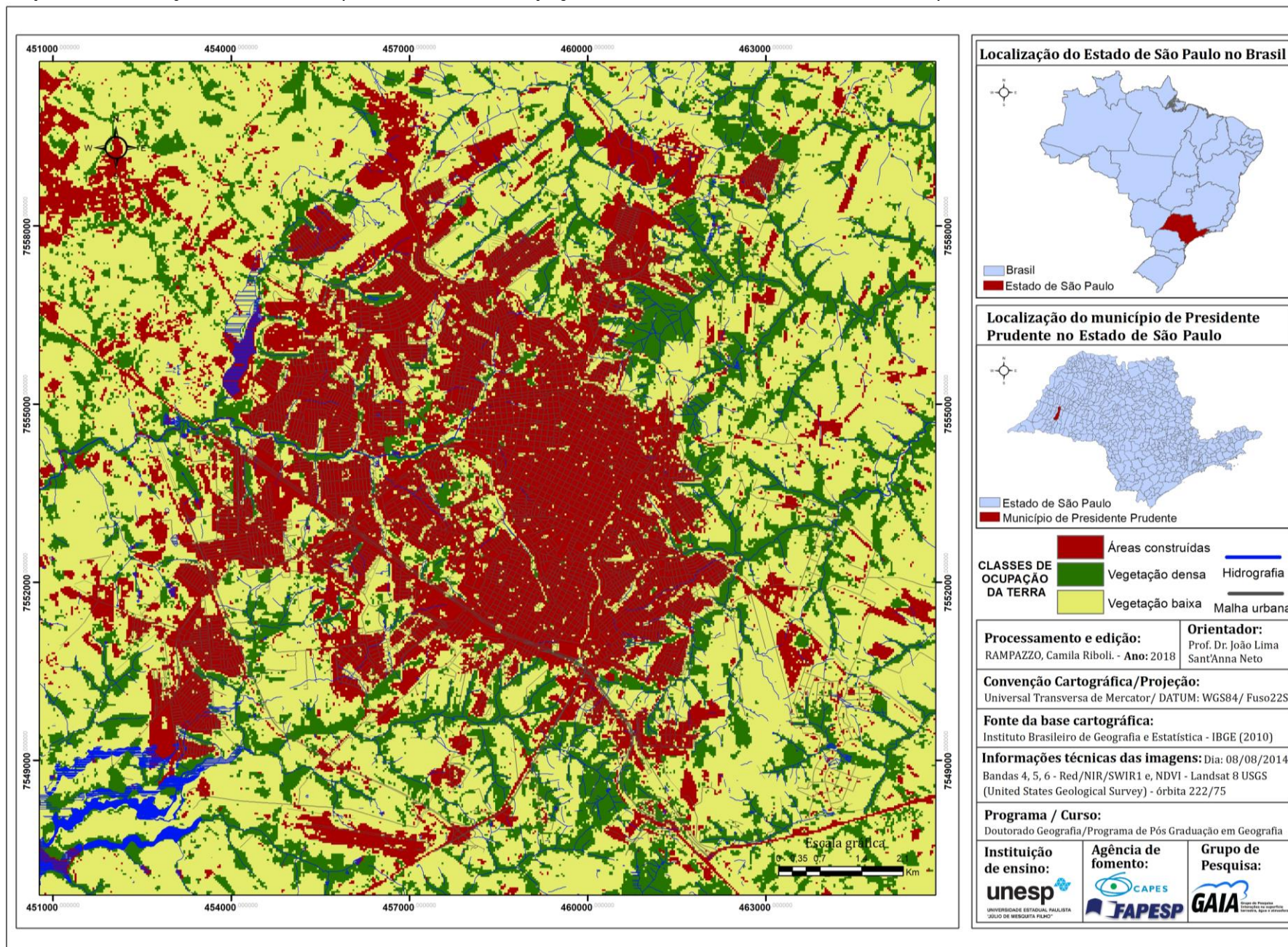
⁶⁷ O produto final da modelagem das ilhas de calor urbanas em Presidente Prudente em arquivo .rst no episódio de 30 de junho de 2015 foi disponibilizado por Amorim (2015). A edição final de representação foi desenvolvida por Rampazzo (2018).

Mapa 8. Composição colorida *Shortwave Infrared* bandas 3, 5 e 4 (*Green/NIR/Red*) Landsat 8 – órbita 222/75, Presidente Prudente/SP.



Fonte da imagem: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Elaboração: RAMPAZZO, Camila R. (2018).

Mapa 9. Classificação *cluster* não supervisionada de **Ocupação da Terra** em Presidente Prudente a partir das bandas 4, 5, 6 e NDVI.



Fonte da imagem: <<http://earthexplorer.usgs.gov/>>. Elaboração: RAMPAZZO, Camila R. (2018).



A modelagem das ilhas de calor em Presidente Prudente (Mapa 10) com valor R aparente de 0,81 na regressão múltipla indica segundo Lourenço e Landim (2004, p.4) que as variáveis X's (variáveis independentes de classes de ocupação da terra) são consideravelmente responsáveis pela variabilidade de Y, variável dependente de temperatura do ar (LOURENÇO e LANDIM, 2004, p.4).

As medições de campo via transectos móveis foram realizadas no dia 30 de junho de 2014 no período noturno às 21h e foi registrada diferença de temperatura, ou ilha de calor de até 9,1°C, portanto, de intensidade muito alta (FERNÁNDEZ GARCÍA, 1996). As condições atmosféricas no período de registro foram estáveis, com ausência de precipitação e vento, sob atuação do sistema atmosférico da Massa Polar Atlântica (MPA)⁶⁸. Como controle dos dados móveis obtidos em campo foi utilizado como parâmetro à temperatura do ar registrada em ponto fixo na estação meteorológica situada na FCT/UNESP Campus de Presidente Prudente, registrou-se às 21h a temperatura de 13,8°C horário de Brasília com direção predominante do vento durante o dia de sudeste com velocidade fraca.

A diferença de temperatura intraurbana e no entorno rural estimada (Mapa 10) foi de 10°C (0°C a 10°C), sendo que em valores absolutos o gradiente variou de 8°C a 17,1°C. No modelo de distribuição espacial da temperatura é possível identificar uma ilha de calor urbana cujo núcleo consolidado coincide com o centro comercial e de serviços, e se estende para adjacências de bairros residenciais no sentido norte e a sul da malha urbana. Os bairros residenciais próximos e propriamente o centro comercial e de serviços se caracterizam pela alta densidade construtiva e impermeabilização do solo por usos distintos, além de arborização esparsa e fluxo intenso de pessoas e veículos, que explica a maior intensidade das diferenças térmicas entre 8,1 a 9°C. Nos bairros residenciais no entorno do núcleo da ilha de calor urbana apresentaram intensidade de 7,1°C a 8°C de diferença térmica enquanto nos bairros residenciais mais afastados do centro, densamente construídos e com baixa presença de vegetação arbórea as diferenças térmicas ficaram entre 5,1°C e 7°C.

⁶⁸ A definição das condições atmosféricas foi identificada a partir das mapas sinóticas de superfície da Marinha do Brasil (disponíveis em: <<http://www.mar.mil.br/dhn/chm/meteo/prev/mapas/mapas.htm>>, acesso em: 15 de abril de 2018) e imagens do satélite GOES (disponíveis em: <<http://satelite.cptec.inpe.br/acervo/goes.formulario.logic>>, acesso em: 15 de abril de 2018). Além disso, foram utilizados os dados de superfície da estação meteorológica convencional situada na FCT/UNESP Presidente Prudente do Instituto Nacional de Meteorologia-INMET disponível em: <<http://www.inmet.gov.br>>.



As porções dos bairros residenciais situados nos limites das áreas construídas, já na periferia da área urbana, apresentaram intensidade da ilha de calor entre 4,1°C e 6°C, e configuraram, portanto, uma área de transição entre as maiores e menores diferenças térmicas. Isso decorre da diminuição da densidade de construções e o aumento da cobertura vegetal, inclusive nas proximidades de cursos d'água e presença de gramados e pastagens.

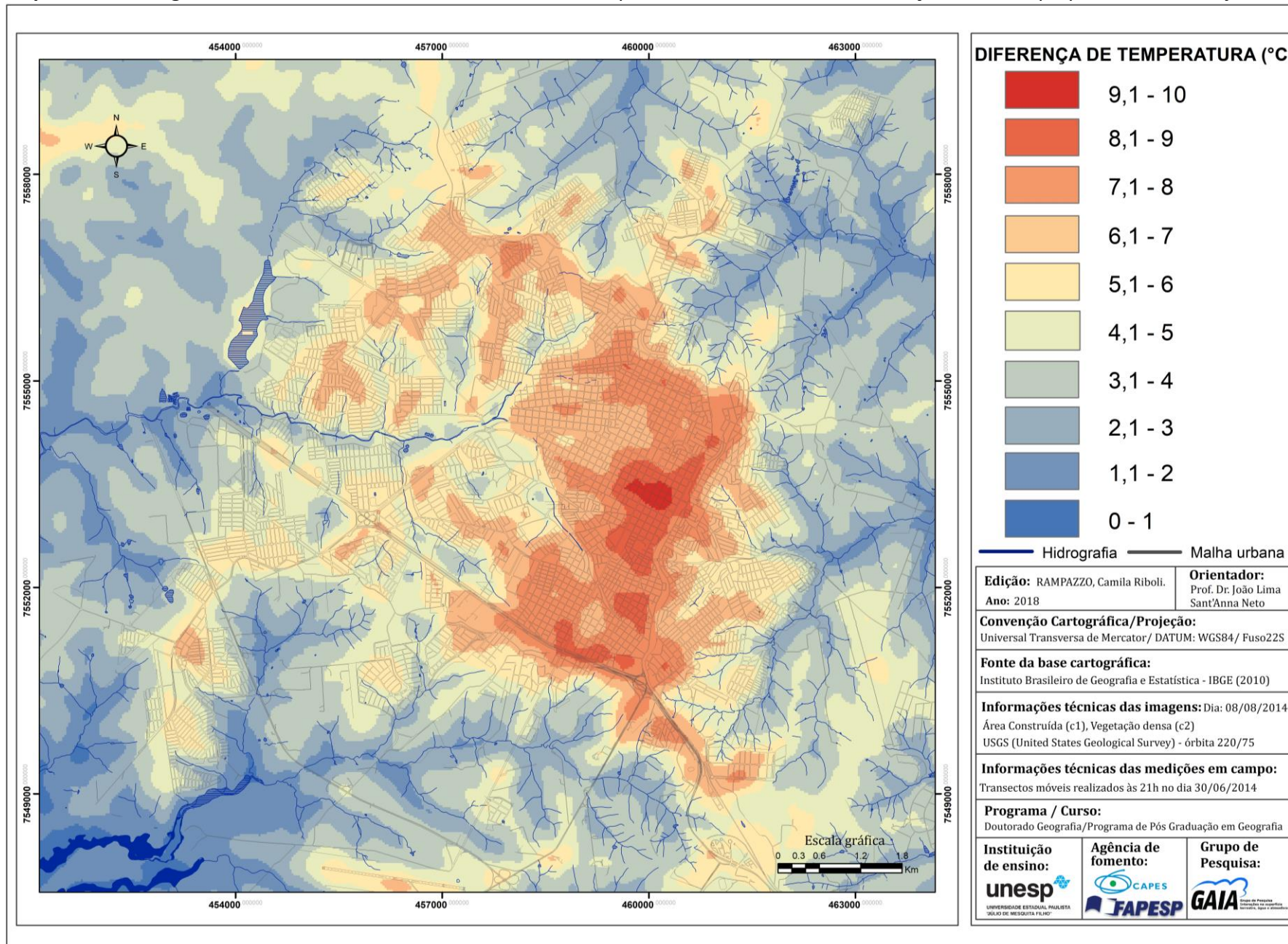
As áreas de entorno rural próximas à área urbana com predomínio de vegetação baixa e pastagens tiveram diferenças térmicas entre 2,1 a 4°C ao passo que resquícios de vegetação, vegetação arbórea densa e nos fundos de vale as diferenças foram de 0°C a 2°C.

No espaço intraurbano de Presidente Prudente é possível identificar particularidades na distribuição espacial das intensidades das ilhas de calor relativas aos padrões de ocupação da terra, por exemplo, em áreas construídas destinadas a condomínios residenciais fechados de alto padrão construtivo em terrenos grandes com gramado que aumentam a permeabilidade do solo, além de arborização nas vias. As diferenças térmicas nestas áreas foram análogas ao entorno rural com vegetação baixa e pastagens, entre 1-3°C, assim como em áreas de lazer e fundos de vale no espaço intraurbano com cobertura vegetal arbórea densa e vegetação baixa (Parque do Povo, por exemplo).

Entretanto, os bairros populares situados predominantemente no setor norte (assim como no extremo nordeste) e extremo sudoeste da malha urbana se destacam com diferenças térmicas entre 7°C a 9°C. Estes setores geográficos da cidade incluem os bairros Conjunto Habitacional Augusto de Paula, Jardim Humberto Salvador a norte, assim como bairros populares como o Conjunto Habitacional Mário Amato, Conjunto Habitacional Ana Jacinta e Jardim Prudentino no setor sul/sudoeste da malha urbana. Estes bairros apresentam morfologia com terrenos pequenos e padrão de habitações populares com alta densidade construtiva e vegetação esparsa a ausente. No setor oeste destaca-se um núcleo de ilha de calor nos bairros residenciais populares COHAB e CECAP densamente construídos, em terrenos pequenos, além de cobertura vegetal arbórea esparsa a ausente com diferenças térmicas entre 8°C e 9°C (Mapa 10).

É notório evidenciar as especificidades da morfologia dos padrões de ocupação do sítio urbano na configuração do perfil das ilhas de calor noturnas em Presidente Prudente que corresponde ao modelo proposto por Oke (1974) relativo ao registro das maiores temperaturas no centro e áreas de maior densidade construtiva.

Mapa 10. Modelagem da ilha de calor em Presidente Prudente a partir das bandas 4, 5, 6 e medições em campo para o dia 30 de junho de 2014.



Elaboração: AMORIM, M. C. da C. T. (2017). **Edição:** RAMPAZZO, Camila R. (2018).



Porém, ao considerar que no ambiente da periferia do entorno também são verificados núcleos de ilhas de calor, pois se repete o padrão densamente construído com baixa densidade de vegetação arbórea e impermeabilização do solo.

Então, em Presidente Prudente o modelo de diminuição da temperatura em direção aos ambientes do entorno menos urbanizados e por interferência do rural próximo apesar de ocorrer, não pode ser generalizado justamente pela diversidade de padrões contrutivos que se destacam pelo aquecimento diferencial.

Isso ocorre, por exemplo, ao considerar os conjuntos habitacionais localizados a sudoeste da malha urbana e condomínios fechados na zona sul, pois embora o sítio urbano se assemelhe e as adjacências de ambos seja o ambiente rural, as diferenças térmicas foram maiores naqueles primeiros. É evidente que o padrão de ocupação altamente impermeabilizado, densamente construído, dimensões exíguas dos terrenos, notadamente em bairros populares, e arborização esparsa a ausente influenciam no aumento da temperatura, com intensidade próxima à temperatura do centro. De modo inverso quando comparados aos condomínios residenciais fechados de alto padrão com terrenos maiores, com áreas de lazer, presença de cobertura vegetal arbórea densa e rasteira propiciam condições favoráveis para o conforto térmico e diminuem a intensidade da ilha de calor.

As áreas com presença de vegetação baixa e densa demonstraram relativa homogeneização, mas apresentaram as menores temperaturas no intervalo entre 0°C e 2°C, até 3°C de diferença térmica. Isso reforça a importância de considerar as distintas classes de ocupação da terra tanto na configuração quanto na distribuição das ilhas de calor. Além disso, evidencia que as áreas construídas densamente edificadas exercem maior influência no aumento da temperatura e do gradiente das diferenças térmicas entre o ambiente urbano e rural e no espaço intraurbano das cidades, ainda que sejam áreas próximas ao ambiente rural. Deste modo, é fundamental considerar as diferentes formas de apropriação espacial na representação das ilhas de calor.

No ambiente rural o relevo teve uma influência determinante na diminuição das temperaturas, principalmente nos fundos de vale com presença de cobertura vegetal arbórea (Mapa 10). As diferenças térmicas nestes locais variaram entre 0°C a 3°C, portanto, os menores gradientes térmicos explicados também pelas variações espaciais relacionadas, por exemplo, à baixa impermeabilização do solo e densidade construtiva.



8. DA DIMENSÃO RELATIVA DO RISCO CLIMÁTICO ÀS SINGULARIDADES DA VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL: MAPEAMENTO DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL (SoVI®)

Visando fornecer uma leitura apropriada das particularidades geoespaciais e a ampla possibilidade de aplicações metodológicas de análise, as métricas de indicadores de risco e vulnerabilidade são ferramentas de extrema relevância para examinar e discutir as causas e a gênese do risco e vulnerabilidade.

Nesta perspectiva, Cutter *et al.* (2003, p.50) ressaltam a clara necessidade de que estes conjuntos de indicadores sejam robustos - quanto a seleção de variáveis que integram -, e que sejam passíveis de reprodução aplicáveis à realidades distintas nos diversos lugares.

Diante disso, orientar as análises utilizando indicadores - avaliados por censos demográficos -, e seus respectivos modelos de representações espaciais via mapeamento cartográfico a partir do conjunto reduzido de variáveis combinadas em fatores, parece uma forma apropriada de apreender a complexidade e multidimensionalidade da vulnerabilidade social. Na tentativa de traduzir na realidade esses padrões socioespaciais de distribuição dos riscos e particularidades de exposição aos perigos climáticos de temperaturas extremas, os índices e mapas possibilitam a identificação dos espaços em que há relação entre os riscos de exposição (susceptibilidade) e as condições sociais (capacidade de suporte), ou seja, a vulnerabilidade socioespacial.

A sistematização do mapa de vulnerabilidade socioespacial aplicados às cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente é uma importante ferramenta de fomento ao debate acerca de uma série de fatores que consubstanciam a natureza multidimensional da vulnerabilidade social.

A princípio, a partir das combinações de variáveis nas componentes principais é possível apreender a relevância dos fatores associados à produção da vulnerabilidade. No entanto, não permitem indicar dois importantes pressupostos: a forma como esta exposição ocorre e se distribui espacialmente e, as singularidades que determinam a condição de vulnerabilização dos grupos sociais. Para atender a estes pressupostos Cutter (2003, 2011, p.61); Marandola Jr. e Hogan (2009b, p.166) remetem a dimensão espacial da vulnerabilidade considerando como entrada de investigação a abordagem geográfica do lugar para entendimento dos riscos e perigos que atingem os indivíduos.



Para isso, é preciso identificar o contexto espacial onde o perigo é produzido e a relatividade de exposição àquelas ameaças climáticas, tendo em vista a natureza desigual, seletiva e as diferenciações socioespaciais de cada contexto de produção do espaço. Principalmente, porque segundo Cutter (2011, p.61), a totalidade dos desastres é local, então os impactos e respostas decorrentes também se particularizam na escala local, uma vez que estar vulnerável a um perigo sempre implica considerar, “quem e a quê?”, “onde e em que condições?” e “o quanto?” se está vulnerável, portanto é uma noção relativa e é marcada por condições diferenciadas e desiguais que a articulam.

O universo de variáveis selecionadas a partir do banco de dados do censo 2010 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE foi organizado pelas categorias da vulnerabilidade incluindo dados de população, características dos domicílios e de entorno.

A sistematização do *SoVI*[®] proposto por Cutter *et al.* (2003) implica na avaliação da vulnerabilidade social a partir da estrutura de fatores que representam a variância explicativa da matriz do conjunto de variáveis em nível percentual.

Na Análise de Componentes Principais (ACP) as cargas fatoriais representam uma medida relativa da importância de cada variável original nas componentes principais e, os respectivos sinais positivos ou negativos podem indicar relação direta ou inversamente proporcional na matriz de variância. Neste caso, foram utilizados os *scores* das componentes principais que explicam percentual acumulado de variabilidade total no conjunto $\geq 75\%$.

A composição do índice em São Carlos se deu pela aplicação da ACP que reduziu o conjunto de 97 variáveis para treze fatores, que representam 75,4% de variância explicativa. Em Marília, as 86 variáveis foram reduzidas em doze fatores, sendo admitida a variância explicativa de 75,7%. E em Presidente Prudente, foram obtidos nove fatores com variância explicativa de 76% a partir da redução das 78 variáveis.

No modelo do *SoVI*[®] em primeira instância admiti-se a interpretação de que os fatores sejam componentes da vulnerabilidade socioespacial a extremos climáticos, desta forma em termos avaliativos considera-se como componentes da vulnerabilidade social nas cidades. A fim de identificar as componentes da vulnerabilidade em cada cidade, após a categorização dos fatores conforme Tabela 3, optou-se pela descrição das três primeiras componentes principais do índice em cada uma.



Tabela 3: Fatores e componentes da vulnerabilidade e percentual explicativo baseados no SoVI®

Cidade	Fator	Componentes	Variabilidade	% Acumulada
São Carlos/SP	1	Desigualdade (etária, social, gênero e racial), estrutura familiar	19,1	19,1
	2	Locatários (Moradores em domicílio cedidos)	12,0	31,1
	3	Saneamento (Infraestrutura)	10,3	41,4
	4	Qualidade do ambiente construído	6,3	47,8
	5	Condições socioeconômicas (moradia)	5,6	53,3
	6		4,3	57,7
	7	Riqueza material	3,5	61,2
	8	Condições socioeconômicas (moradia)	3,0	64,1
	9	Qualidade do ambiente construído (locatários)	2,8	67,0
	10	Ocupação (Situação de moradia)	2,5	69,5
	11	Qualidade do ambiente construído (esgoto)	2,1	71,6
	12	Condições socioeconômicas (de moradia)	2,1	73,3
	13	Saneamento (esgoto)	1,7	75,4
Marília/SP	1	Desigualdade (racial, social, etária e gênero)	22,6	22,6
	2	Qualidade do ambiente construído	11,6	34,2
	3	Locatários	8,0	42,2
	4	Ocupação (Infraestrutura)	7,4	49,7
	5	Condições socioeconômicas (moradia)	5,7	55,5
	6		4,1	59,6
	7	Qualidade do ambiente construído (propriedade)	3,5	63,1
	8		3,3	66,5
	9	Saneamento	2,5	69,0
	10		2,4	71,5
	11	Riqueza material	2,2	73,7
	12		2,0	75,7
Presidente Prudente/SP	1	Desigualdade (social, etária, gênero e racial)	21,4	21,4
	2	Saneamento	18,2	39,6
	3	Qualidade do ambiente construído (Infraestrutura)	13,8	53,5
	4	Rendimento (alto)	6,0	59,5
	5	Condições socioeconômicas (de moradia)	5,7	65,2
	6	Riqueza material	3,2	68,4
	7	Rendimento (alto)	2,8	71,3
	8	Alfabetização (escolaridade)	2,4	73,8
	9	Saneamento	2,1	76,0

Organização: RAMPAZZO, Camila R. (2018).



Os valores de SoVI® para São Carlos foram estruturados a partir de fatores com diferentes níveis percentuais de variância explicativa da vulnerabilidade social em relação ao conjunto total de variáveis utilizadas. A primeira componente apresenta 19,1% da variabilidade no conjunto de dados e a variável dominante são pessoas de 0 a 14 anos, combinada a scores de variáveis relacionadas à estrutura familiar, idade, alfabetização, gênero e raça, com cargas fatorais expressivas entre 0,5 e 0,8. As variáveis relacionadas a domicílios particulares com rendimento mensal domiciliar de 1/8 a 1 salário mínimo e iluminação pública, com 7 a 9 moradores concluem a variabilidade da matriz para São Carlos.

Todavia, a diversidade de variáveis na primeira componente tende a definir um caráter desigual da vulnerabilidade real em São Carlos, uma vez que são identificadas no âmbito de cortes de estrutura familiar, gênero, etária, raça/cor e riqueza material. Isso implica considerar que, em São Carlos, a primeira componente da vulnerabilidade socioespacial é relativa à desigualdade que qualificada distingue uma sequência de estrutura etária, social, de gênero e raça. As maiores cargas fatoriais envolvem variáveis de rendimento, estrutura familiar, gênero e raça/cor, admitindo que as crianças de 0 a 14 anos e os jovens do sexo masculino e feminino de raça parda e preta, residentes em domicílios com até 6 moradores, e renda média mensal de 1/8 a 1 salário mínimo em domicílios próprios, constituem o grupo populacional que apresentam maior vulnerabilidade. Isso implica que, no mundo tropical frente as não raras variações de temperatura (relativas às ondas de frio ou calor), são esses grupos sociais que apresentam maior criticidade e menor disponibilidade de equipamentos e baixa capacidade de suporte - ou possibilidade, segundo Sant'Anna Neto (2008, p.61) – de defesa frente a seus impactos.

A espacialização dos scores da primeira componente em São Carlos, relativa à desigualdade (Carta 4), configura setorialmente quatro zonas⁶⁹ de distribuição da vulnerabilização. Uma delas nos setores centrais da cidade com predomínio dos menores valores; uma região a norte e adjacências centrais com valores médios; outra situada nas bordas dos setores a leste, nordeste, noroeste e sul no reverso da cuesta com valor médio

⁶⁹ Foi adotada a divisão de unidades administrativas de bairros oficiais apresentadas no **Mapa de Ruas e bairros** disponibilizado pela Prefeitura Municipal de São Carlos, disponível em: <<http://geo.saocarlos.sp.gov.br/habitacao/files/plots/maps/0001-1.pdf>>. (Anexo A). Acesso: 12 de abril 2015. E também, devido à necessidade de orientar a localização geográfica dos bairros foram adotados os sentidos norte, sul, leste, oeste, noroeste, nordeste, sudeste, sudoeste, centro, centro-norte, extremo norte, extremo sul, que se referem a **setores geográficos** da cidade indicando particularidades ambientais e/ou urbanas.



alto do SoVI®; e uma região com os maiores valores, concentrados no sul e extremo sul/sudoeste em loteamentos populares, conjuntos habitacionais e o bairro Jardim Gonzaga.

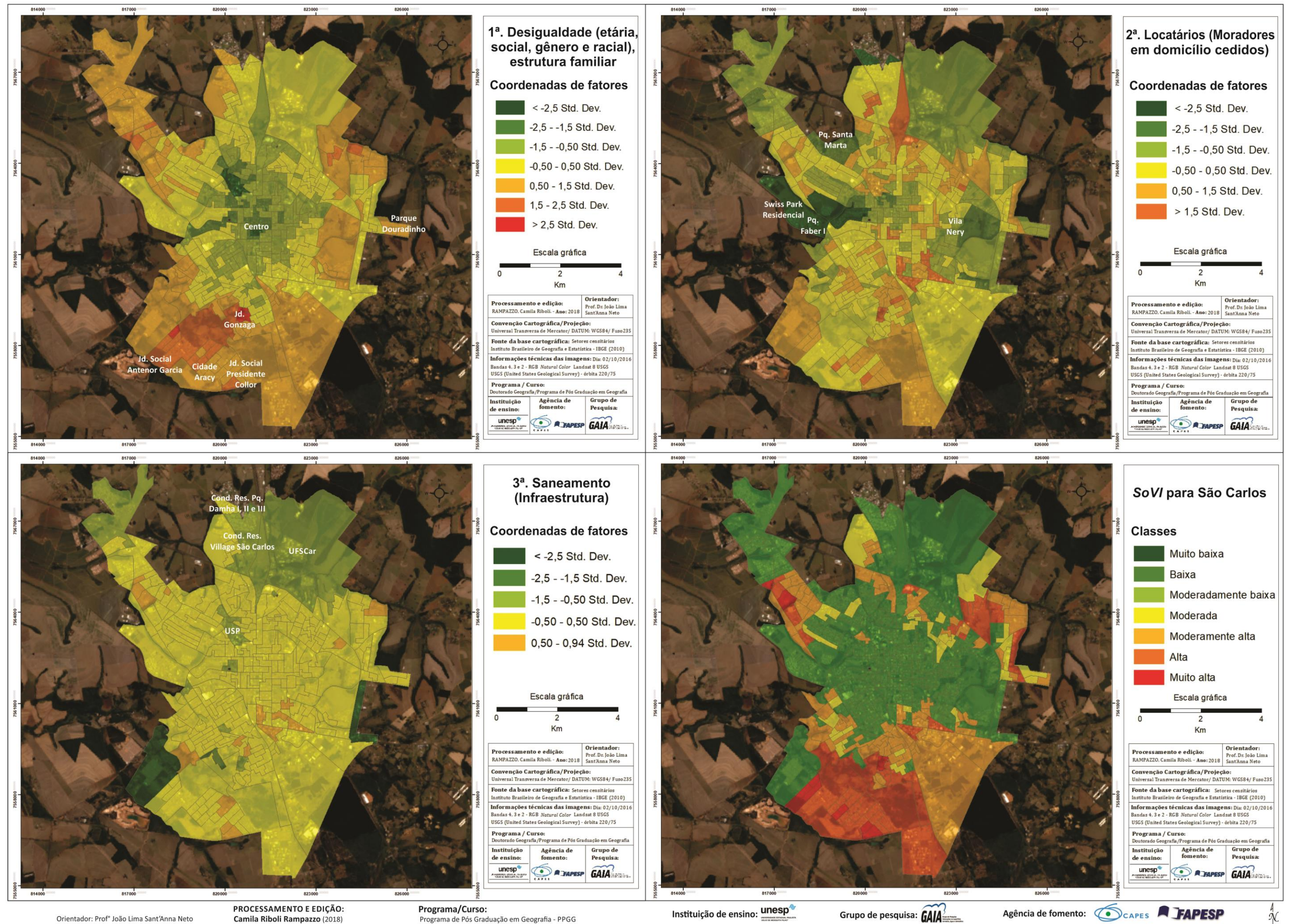
A segunda componente principal em São Carlos explica 12% da variância na matriz que estrutura o SoVI®. A variável dominante é relativa a domicílios particulares permanentes cedidos de outra forma, combinada às demais variáveis relativas a domicílios cedidos e pavimentação, meio fio/guia, calçada, iluminação pública e arborização. A presença de moradores de domicílios particulares permanentes alugados identificados com rendimento mensal médio de 1/8 a 1 salários mínimos completam os *scores* de variância.

Devido à frequência, elevadas cargas fatoriais e domínio na componente da condição de ocupação o segundo fator foi denominado locatários e demonstra a razão de desigualdade pela natureza da moradia em domicílios cedidos, principalmente pela coesão ao corte de moradores em domicílios alugados e baixo rendimento mensal domiciliar de 1/8 a 1 salário mínimo. Este fator sugere a interpretação de que a principal condição de vulnerabilização se deve a natureza de ocupação de domicílios cedidos com corte de desigualdade social/renda, incluindo a qualidade do ambiente construído.

Quando especializados os *scores* da segunda componente em São Carlos (Carta 4) relativa à condição de ocupação, denominados locatários, distribuem-se de forma diversa devido ao caráter abrangente da componente e formam dois padrões sendo um deles com predomínio dos menores valores nos setores a oeste, leste, bem delimitados a norte e noroeste; e um segundo padrão que conjuga os valores médios aos mais elevados em toda zona sul no reverso da cuesta ao extremo sul dos setores. Outra região com valores médios aos mais elevados do SoVI® nos setores da zona norte abaixo da Rodovia Washington Luis.

A terceira componente em São Carlos explica 10,3% da variabilidade na matriz SoVI®. A variável dominante apresenta alta carga fatorial (0,92) relativa aos domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial. A combinação desta variável aos domicílios particulares permanentes com moradias adequadas ou cedidas com lixo coletado e abastecimento de água da rede geral sugere que a interpretação coerente seja saneamento. Isso, pois a componente inclui a presença de infraestrutura pública de destinação adequada de esgoto, abastecimento de água e coleta de lixo em moradias adequadas ou cedidas.

Carta 4 – Espacialização da primeira, segunda e terceira componente principal e Índice de vulnerabilidade SoVI® para a cidade de São Carlos/SP: variáveis do censo 2010 (IBGE).



Orientador: Prof. João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
Camilla Riboli Rampazzo (2018)

Programa/Curso:
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: unesp

Grupo de pesquisa: GAIA

Agência de fomento: CAPES, FAPESP



Por esse aspecto, esta componente apresenta difícil interpretação da vulnerabilização associada, pois envolve elementos aplicáveis a maior parte das unidades espaciais, portanto, é mais claro considerar sua abrangência das condições socioeconômicas em termos de moradia associadas à infraestrutura existente de saneamento. Deste modo, as populações na presença e/ou ausência destes serviços estariam vulneráveis em São Carlos.

Nesse sentido, a distribuição espacial dos *scores* da terceira componente (Carta 4) sugere o zoneamento em uma região significativamente concentrada com valores médios integrando grande parte dos setores censitários no centro e demais zonas intraurbanas, identificados na cor amarela, exceto as dependências da cidade universitária USP-São Carlos; um padrão pontual de distribuição no espaço intraurbano da cidade com valor médio alto (cor alaranjada); e outra classe pontual com os menores valores nas bordas dos setores na zona norte, noroeste, leste e sudoeste (cor verde claro e escuro).

Com base na representação espacial do índice no *SoVI*® em São Carlos (Carta 4) é possível identificar a distribuição das classes dos índices de vulnerabilidade social. O mapa de vulnerabilidade social é composto por seis classes que variam de “muito baixa”, “baixa”, “moderada baixa”, “moderada alta”, “alta” a “muito alta”, cujas respectivas áreas de ocorrência estão representadas no *SoVI*®.

Em relação à localização espacial das classes de vulnerabilidade social, nota-se que há uma regionalização das classes do índice, por exemplo, da classe “muito baixa” vulnerabilidade social, na porção central da cidade (incluindo o Centro, os bairros Jardim Luftalla, USP, Cidade Universitária), se estende para oeste (compreende os bairros Planalto Paraíso, Jardim Paraíso, Parque Santa Mônica, Jardim Alvorada, Parque Faber I, II e III) e no setor leste integra os bairros Vila Santo Antônio, Vila Nery, Vila Elisabeth, Jardim Brasil e Jardim Cardinali. Também há ocorrência desta classe no setor norte - a sul da Rodovia Washington Luiz -, nos bairros Parque Santa Elisa, Parque Santa Paula, Jardim Santa Paula, Jardim Paulistano, Jardim Hikari, Jardim Nova Santa Paula, Parque Arnold Schmidt, Cidade Jardim, Parque Estância Suiça e, a norte da Rodovia nos bairros Parque Belvedere, Parque do Espreado, Jardim Guanabara, Condomínio Village São Carlos III, Condomínio Parque Residencial Damha I e II e dependências da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar. Os bairros situados a noroeste a partir dos condomínios residenciais Terra Nova Rodobens São



Carlos I, Quebec e Montreal até o bairro Jardim Embaré e Jardim Vista Alegre são contemplados pela classe “muito baixa” vulnerabilidade social.

Os índices da classe “moderada alta”, “alta” e “muito alta” situam-se de forma recorrente nos setores a sul no reverso da cuesta e extremo sul da malha urbana, também comparece na borda sul da Rodovia Washington Luiz (setor norte) e na direção nordeste se estendendo para os bairros Jardim Tangará, Parque Douradinho e Jardim São Rafael a leste. Porém, ocorre que majoritariamente os bairros nas proximidades do reverso da cuesta até o extremo sul da malha urbana há predominância de índices de “alta” a “muito alta” vulnerabilidade. Com destaque para os bairros Jardim Gonzaga, Jardim Social Antenor Garcia, Loteamento de Interesse Social Cidade Aracy e Jardim Social Presidente Collor que apresentam vulnerabilidade social “muito alta”, sendo aos demais setores atribuídos índices de “alta” vulnerabilidade, incluindo os bairros Jardim Medeiros e Mirante da Bela Vista situados predominantemente entre o Córrego da Água Quente e Córregos da Água Fria.

A classe “moderada alta”, por sua vez, compreende grande parte dos setores a sul no reverso da cuesta incluindo, por exemplo, os bairros Vila Sônia, Jardim Pacaembú, Jardim Cruzeiro do sul e Jardim Santa Tereza e, a sudeste nas proximidades da Avenida Getúlio Vargas até a ferrovia incluindo ainda os bairros Vila Sônia, Jardim Pacaembú e Jardim Cruzeiro do sul. No sentido nordeste (a norte da Rodovia Washington Luiz) e noroeste (inclui os bairros Parque Sisi, Conjunto Habitacional Santa Angelina, Santa Maria II, Lourival Marcondes (São Carlos IV) e Arnon de Melo (São Carlos V) com “alta” e “muito alta” vulnerabilidade e, os bairros N. R. Ivo Morganti (São Carlos I), Dário Rodrigues (São Carlos II), Parque Santa Felícia, São Carlos III e São Carlos VIII são contemplados na classe “moderada alta”) dos setores há uma regionalização de índices elevados de vulnerabilidade entre as classes “moderada alta”, “alta” e “muito alta” constituída por conjuntos de setores cujas adjacências são mediadas pelos valores médios do índice com vulnerabilidade moderada.

A classe “moderada” é constituída por uma distribuição espacial esparsa entre as classes de menor e maior vulnerabilidade social.

Em Marília a primeira componente principal apresenta 22,6% da variabilidade explicativa na matriz de variáveis. Com carga fatorial de 0,89 a variável dominante relativa à raça parda é combinada aos *scores* no âmbito dos cortes racial (preta), social (rendimento médio mensal), etária e gênero (crianças de 0 a 14 anos e população jovem de ambos os



sexos e raça parda). A estrutura familiar, com destaque para homens responsáveis e mais de um morador e domicílios com mais de 10 moradores completam as variáveis da matriz.

Devido à complexidade de elementos que estruturam a componente, é possível inferir o caráter diverso da realidade em Marília, que de modo desigual, requer uma interpretação conjunta das variáveis para qualificar a gênese da desigualdade na matriz da primeira componente principal. Nesta componente, a desigualdade é estruturada em razão das desigualdades raciais, somadas ao rendimento e faixa etária da população.

Sendo assim, na primeira componente em Marília há um enfoque em aspectos relativos à desigualdade (qualificada em racial, social, etária e gênero), portanto, seriam mais vulneráveis as crianças e jovens de ambos os sexos de raça parda ou preta, residentes em domicílios com homens responsáveis e mais de 10 moradores. Em Marília são esses os grupos sociais que sugerem apresentar maior criticidade, menor possibilidade de defesa e baixa capacidade de suporte diante dos riscos climáticos.

A distribuição espacial⁷⁰ dos scores da primeira componente em Marília, também categorizada como desigualdade (Carta 5), configura setorialmente quatro classes de regiões da vulnerabilização. Uma região com os menores valores especializados da componente identificados em tons de: verde escuro, predominantemente nos setores da zona central e na zona oeste (nos bairros a sul da Rodovia Transbrasiliana, Jardim Acapulco, Campus Universitário, Jardim Araxá e Jardim São Gabriel); e verde claro na zona centro sul, centro leste, centro oeste, zona centro norte nos arredores da Avenida República e Rodovia Transbrasiliana, na zona norte nos bairros Jardim Aquáriu e Jardim Marajá e na zona leste nos arredores da Avenida das Esmeraldas. Uma região com valores médios (cor amarela) observados nas adjacências da região de menores valores e no restante dos setores da zona leste. Uma região com valores médio alto do *SoVI*[®] distribuídos de forma concentrada nas bordas das escarpas na zona sul da cidade, zona norte e centro norte e na zona oeste (Conj. Hab. Vila dos Comerciantes, Jardim Califórnia, Núcleo Hab. Chico Mendes, Jardim Eldorado) na cor alaranjado; uma região com as classes de maiores valores, situados na borda das escarpas na zona sul e pontualmente na zona centro norte e oeste.

⁷⁰ A referência ao **zoneamento** e aos **bairros** da cidade de Marília se dá com base no **Mapa de Abairramento de Marília** disponibilizado pela Prefeitura de Marília. Disponível em: <http://www.marilia.sp.gov.br/prefeitura/wp-content/uploads/2014/02/ANEXO3-MARILIA_ABAIRRAMENTO.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016. (Anexo B).

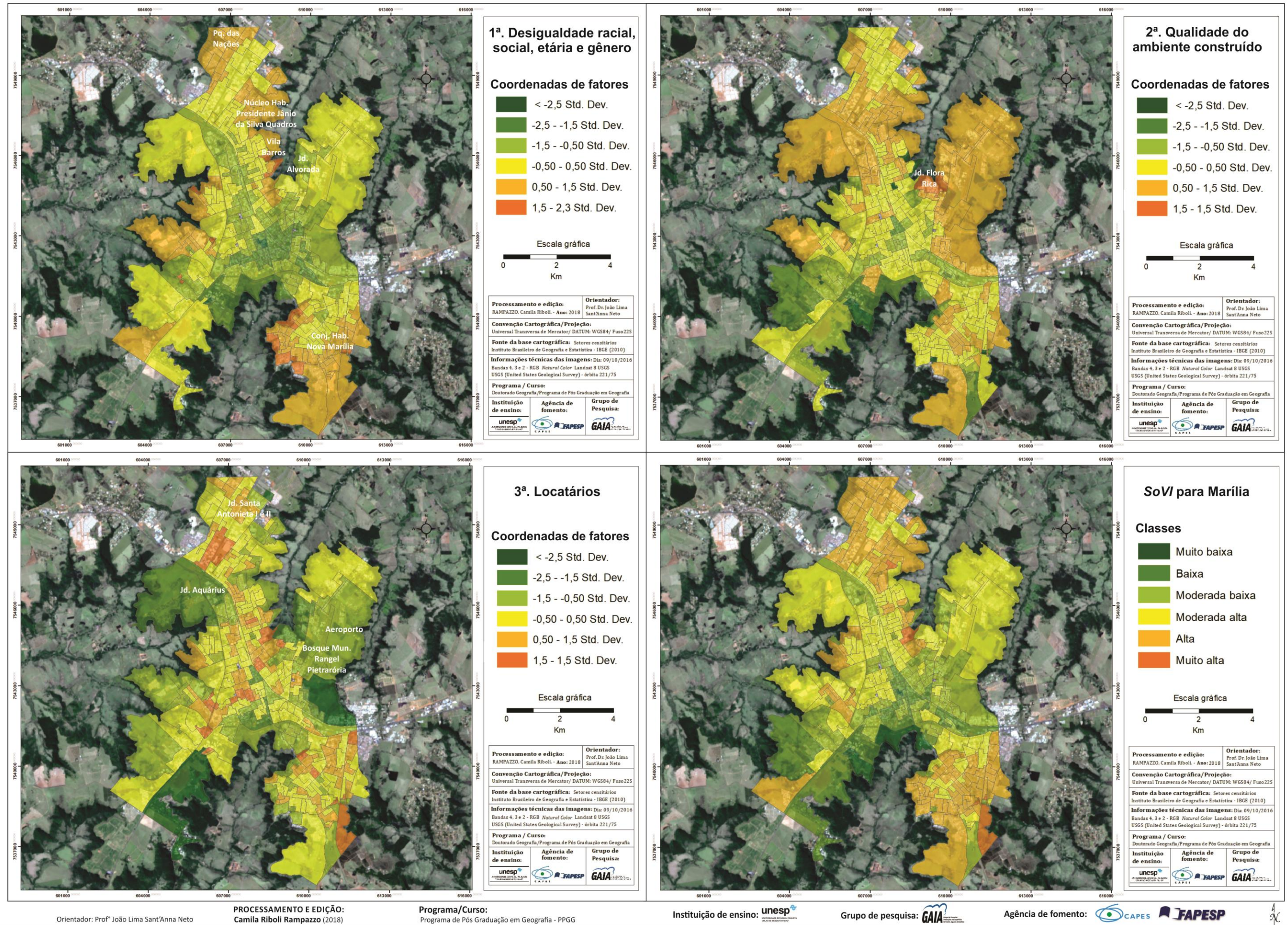


A variabilidade explicativa da segunda componente na matriz do SoVI® em Marília é 11,6% e a variável dominante com 0,89 de carga fatorial são domicílios cedidos com pavimentação associada aos *scores* de domicílios cedidos com meio fio/guia, iluminação pública, calçada, arborização e identificação de logradouros. As condições socioeconômicas de moradia, os domicílios com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar e população residente em domicílios particulares permanentes completa a matriz da componente.

Tendo em vista a combinação entre as variáveis abrangidas na segunda componente principal há maior relevância nos aspectos da qualidade do ambiente construído. Contudo, definir a componente da vulnerabilidade a partir da qualidade do ambiente construído implica uma difícil categorização uma vez que ela remete de imediato a um elemento que a qualifica, portanto, não é singular. Assim, por essa complexidade esta categoria é entendida com maior propriedade pela frequência e dominância na componente e/ou relacionada à natureza das demais variáveis de forma coesa.

Neste caso, a qualidade do ambiente construído é estruturada em função de moradores residentes em domicílios cedidos ou alugados e das condições socioeconômicas de moradias semi-adequadas e da forma de destinação do esgoto sanitário. Por isso, considera-se que as populações vulneráveis em Marília são as que residem em domicílios cedidos ou alugados em função da infraestrutura existente de pavimentação, iluminação pública, calçada, meio fio/guia, arborização e identificação em moradias semi-adequadas com banheiro ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar.

A distribuição espacial dos *scores* permite identificar setorialmente três classes de regiões (Carta 5). Essas regiões contemplam uma classe com os menores valores (tons de verde escuro e claro) situados majoritariamente na zona oeste e na zona central; uma região com classes de valores médios situados na zona central - zona centro-oeste, zona centro-leste, centro-norte e zona centro-sul -, na zona oeste (nos bairros Jardim Eldorado, Jardim das Pérolas, Jardim Virgínia e Núcleo Hab. Jardim Bela Vista), na zona sul e nos bairros Jardim Santa Antonieta e Parque das Primaveras na zona norte. O valor médio alto (cor alaranjado) apresenta forte concentração nos setores da zona norte, na zona leste e nos setores intraurbanos da zona sul; e outra classe com o maior valor observado de forma pontual na zona leste nas proximidades do bairro Jardim flora Rica nas bordas da escarpa.



Orientador: Prof.º João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
Camilla Riboli Rampazzo (2018)

Programa/Curso:
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: unesp

Grupo de pesquisa: GAIA

Agência de fomento: CAPES FAPESP



A terceira componente em Marília explica 8,0% da variabilidade na matriz de variáveis que compõe o SoVI®. A variável dominante se refere aos domicílios alugados com bueiro/boca de lobo, combinada às demais relativas a domicílios alugados e meio fio/guia, esgoto a céu aberto, iluminação pública, calçada e pavimentação.

A totalidade de elementos que integra a componente é relativa à qualidade do ambiente construído, todavia conjuga cortes específicos para os domicílios alugados. Devido a este aspecto, sugere maior potencial explicativo que a componente seja estruturada em razão dos locatários devido à predominância e domínio na componente, a coesão entre as variáveis, além das elevadas cargas fatoriais, superiores a 0,67 até 0,80.

Assim, considera-se que a vulnerabilidade em Marília contempla aspectos de riqueza material ou sua ausência em função da natureza da habitação em domicílios alugados, portanto, não próprios, quitados ou em aquisição, associada à disponibilidade de infraestrutura no ambiente construído como bueiro/boca de lobo, meio fio/guia, iluminação pública, calçada e pavimentação, com destaque para esgoto a céu aberto (saneamento). O conjunto das populações que se apresentam mais vulneráveis na componente envolve moradores em domicílios alugados com esgoto destinado a céu aberto,

Espacializando os *scores* da terceira componente em Marília (Carta 5), com exceção da zona leste e oeste que apresentam valores predominantemente menores e alguns setores com valores médios, a zona norte, zona central (incluindo a zona centro oeste, zona centro sul, centro leste e centro norte) e a zona sul apresentam distribuição dispersa entre os valores médios, médio alto e os maiores valores (nas cores em amarelo, alaranjado e alaranjado escuro, respectivamente).

A partir do produto do SoVI® em Marília, é possível verificar os valores dos índices pelas classes de vulnerabilidade social (Carta 5). O mapa de vulnerabilidade social contempla seis classes que variam de “muito baixa”, “baixa”, “moderada baixa”, “moderada alta”, “alta” a “muito alta” cujas respectivas áreas de ocorrência configuram alguns padrões, por exemplo, a vulnerabilidade “alta” a “muito alta” se concentra nos extremos da malha urbana na zona norte e zona sul, além de setores esparsos nas bordas das escarpas na zona centro norte e zona oeste. Os bairros Núcleo Habitacional Presidente Jânio da Silva Quadros (zona norte) e Jardim Marambaia (zona centro norte) se destacam por apresentar a classe “muito alta”. Na zona sul destaca-se que a totalidade dos setores censitários situados nas bordas



das escarpas do Planalto Residual de Marília apresenta classe de vulnerabilidade “alta”. Esta classe compõe uma mancha contínua e compreendem ainda os bairros Núcleo Habitacional Nova Marília, Núcleo Habitacional Maria Angélica Matos, Conjunto Habitacional Paulo Lucio Nogueira, Núcleo Habitacional Helena Bernardes, Conjunto Habitacional João Batista Toffoli, Vila Real, Parque dos Ipês, Jardim Monte Castelo, Jardim Nacional, Hípica Paulista, Luis Homero Zaninotto, Jardim Santa Paula, Jardim Marajó e Jardim Esplanada com “alta” vulnerabilidade social. Na zona oeste também há ocorrências de índices elevados de vulnerabilidade na classe “alta” nos bairros Jardim Eldorado, Jardim Virgínia, Jardim Pérola, Conjunto Habitacional Vila dos Comerciários II e Núcleo Habitacional Chico Mendes.

As classes “muito baixa”, “baixa” e “moderada baixa” vulnerabilidade social constituem uma mancha contínua distribuída principalmente na zona oeste e zona central (incluindo setores na zona centro oeste, zona centro sul, zona centro leste e adjacências no setor leste). Os bairros representantes destas classes de menores índices de vulnerabilidade social são o bairro Centro na zona central (predomínio das classes “baixa” e “muito baixa”); o bairro Thomaz Mascaro e Bassan na zona centro norte; na zona centro oeste no bairro Alto Cafezal, Santa Olívia, Senador Salgado Filho, Boa Vista, Jardim São Geraldo, Jardim Dirceu, Barbosa, Mirante e Montolar; o bairro Marília, bairro Banzato, Jardim Cristo Rei na zona centro leste. Na zona leste o bairro Jardim Tropical, Parque das Esmeraldas, Jardim Tangara, Jardim Alvorada, São João, Cascata, Altaneira, Jardim Estoril, Jardim Europa, Jardim Colibri e Parque Residencial Santa Gertrudes também representam as classes de vulnerabilidade social “muito baixa”, “baixa” e “moderada baixa”. Na zona norte comparece pontualmente a classe “moderada baixa” nos bairros Jardim Riviera, Jardim Marajá, Jardim Aquáriu e Jardim São Francisco. Em setores esparsos na malha urbana com menores valores correspondem a áreas de praças e porções significativas com resquícios de vegetação densa.

Porções significativas da zona leste, zona centro norte e zona norte subsequente são contempladas pelo índice de vulnerabilidade da classe “moderada alta”. Na zona leste o bairro Jardim Progresso, Jardim Flora Rica, Residencial Vale Verde, Jardim Itamarati, Jardim Jequitiba, Jardim Aeroporto, Jardim Luciana, Parque Cecap Aeroporto, Centro (Amadeu Amaral), Parque Residencial Novo Horizonte, Jardim São Domingos, Sítios de Recreio Santa Gertrudes e Jardim Altos da Cidade representam a classe “moderada alta”. No bairro Palmital e Vila Nova na zona centro norte, e na zona norte no bairro Núcleo Habitacional



Castelo Branco, Jardim Lavinia, Prof. José Augusto da Silva Ribeiro, Distrito Industrial e Jardim Sasazaki também é observado o índice de vulnerabilidade na classe “moderada alta”. Na zona oeste os valores moderados de vulnerabilidade correspondem aos demais setores no entorno daqueles com menores índices de vulnerabilidade (classes “muito baixa”, “baixa” e “moderada baixa”), incluindo, por exemplo, os bairros Conjunto Habitacional Vila dos Comerciários I, Jardim California, Cavalieri, Thomaz Mascaro, São Miguel Paulista, Jardim Ohara, Lorenzetti, Núcleo Habitacional CECAP, Polon, Ana Carla, Vila Operária Alimentação I e Jardim Maria Martha.

Diferente de São Carlos e Marília, em Presidente Prudente a categorização dos fatores é fortemente marcada, sugerindo interpretações e análises técnicas precisas. Isso se deve a estruturação do conjunto de variáveis dos fatores na matriz de variância.

Em Presidente Prudente a vulnerabilidade se estrutura a partir da primeira componente com variância explicativa de 21,3% na matriz de variáveis, sendo a variável dominante os domicílios particulares com rendimento mensal domiciliar de 3 a 5 salários mínimos, combinada a scores relativos à idade, alfabetização, gênero e raça. A estrutura familiar e homens responsáveis pelo domicílio concluem a matriz de variância.

Contudo, é a coesão entre as variáveis na componente que parecem definir a realidade desigual em Presidente Prudente, sendo mais robusta a interpretação em razão das desigualdades de condições sociais no rendimento médio mensal, do corte etário, de gênero e racial. Assim ela envolve pessoas de 0 a 14 anos, jovens de ambos os sexos, de raça parda e preta, residentes em domicílios particulares permanentes com homens responsáveis e mais de um até dez moradores formam o conjunto mais vulnerável da população.

Desse modo, a distribuição espacial dos scores pode ser entendida em quatro classes de regiões⁷¹ consideravelmente delimitadas (Carta 6). Uma região com os menores valores identificados em tom de verde escuro e claro concentrados no setor central (norte do setor sul e oeste do setor leste); uma região com os valores médios distribuída nas adjacências da região de menores valores, cor amarela. A classe com valores médio alto se concentra fortemente no espaço intraurbano da cidade direcionado aos setores norte (bairros Parque

⁷¹ A definição adotada de zoneamento referente às orientações para a área urbana de Presidente Prudente/SP é definida **Mapa de Zoneamento de uso e ocupação do solo de Presidente Prudente** disponibilizado pela Prefeitura Municipal em: <www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=39667>, e também na **Planta do Sistema Viário** (2007) disponível em: <www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=39665>. Acesso em: 20 jan. 2016. (Anexo C).



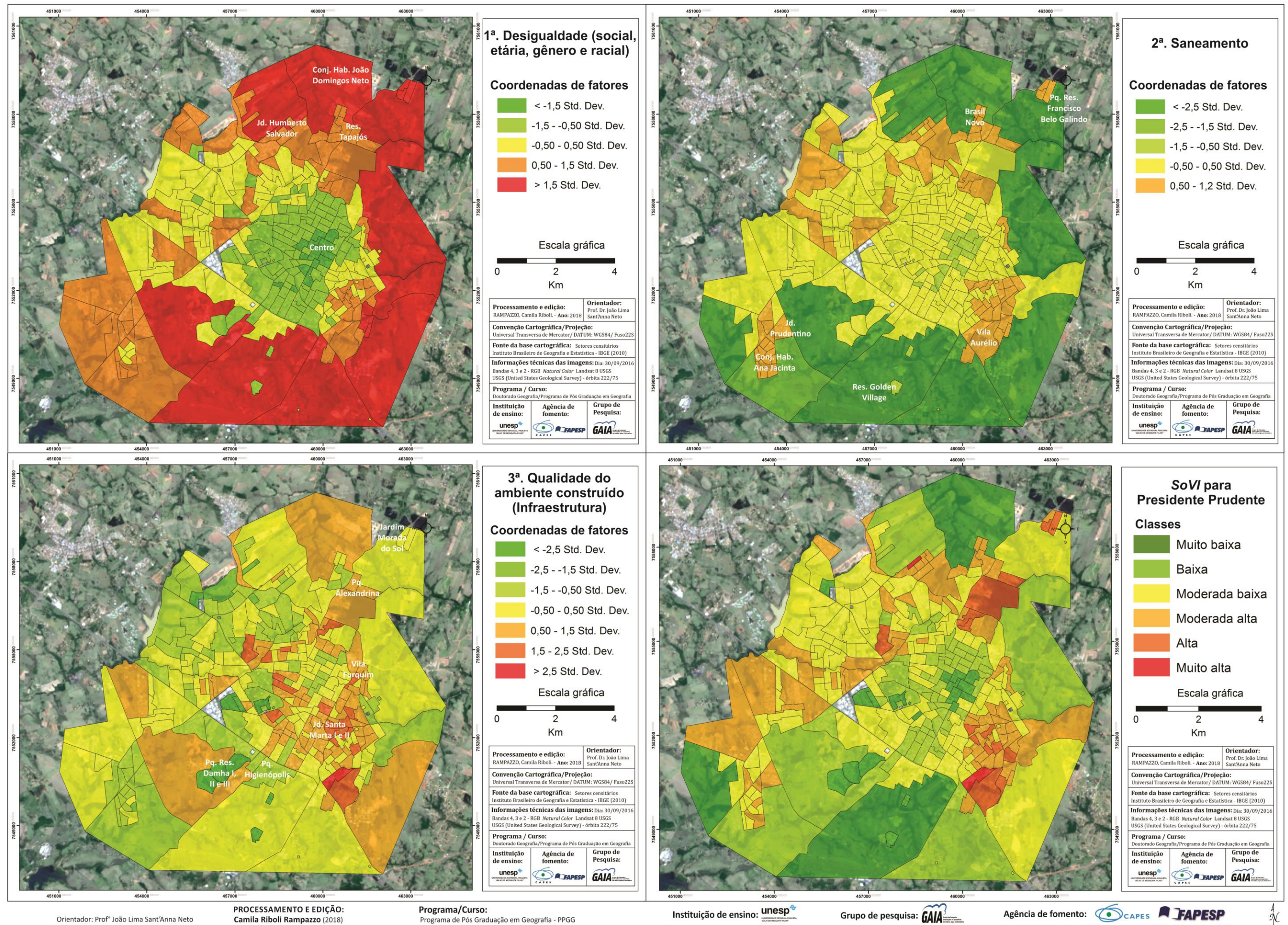
Primavera, Parque Alexandrina, Conjunto Habitacional Augusto de Paula, Jardim Humberto Salvador, Conjunto Brasil Novo, Conjunto Habitacional João Domingos Netto, Vila Operária, Vale das Parreiras), leste (bairros Jardim Itatiaia, Jardim Novo Planalto, Jardim Cambuci, Vila Aurélio), sul/sudoeste (no Residencial Anita Tiezzi, Conjunto Habitacional Mário Amato, Conjunto Habitacional Ana Jacinta, Jardim Prudentino), e a oeste nos bairros Jardim Monte Alto e Jardim Sabará na cor alaranjada, e; uma região com os maiores valores concentrada nas bordas dos setores a norte, leste e sul (alaranjado escuro). E, uma classe com os maiores valores identificada na cor alaranjada escuro/vermelho, nas bordas dos setores a sul, leste e norte (incluindo os bairros Conjunto Habitacional Augusto de Paula, Jardim Humberto Salvador, Jardim Morada do Sol e Parque Residencial Francisco Belo Galindo).

A segunda componente explica 18,2% da variabilidade na matriz de variáveis que compõe o *SoVI*[®] em Presidente Prudente. A variável dominante se refere aos domicílios particulares permanentes com banheiros de uso exclusivo dos moradores ou sanitário e esgotamento sanitário via fossa rudimentar, e conjuga *scores* de variáveis relativas a domicílios particulares permanentes com abastecimento de água da chuva armazenada em cisterna e lixo enterrado. Os *scores* das demais variáveis também contemplam os domicílios com moradia semi – adequada e/ou cedidos e meio fio/guia, pavimentação, iluminação pública, arborização, calçada e a riqueza material completam a variância do conjunto de dados para Presidente Prudente.

Dada a interrelação entre as variáveis na componente, conforme seus *scores* parecem sugerir que a categoria melhor aplicável é o saneamento, aspecto que inclusive é reforçado uma vez que o fator integra elementos da qualidade do ambiente construído e as condições socioeconômicas relativas à moradia com cargas fatoriais significativas, superiores a 0,51. Assim, ela envolve saneamento, abastecimento e destinação de lixo e populações residentes em domicílios cedidos ou particulares com moradia semi-adequada, com banheiro ou sanitário e esgotamento via fossa rudimentar, abastecimento de água em cisterna e lixo enterrado, compõem os grupos sociais que apresentam maior criticidade e menor capacidade de suporte em casos de exposição à des(conforto) térmico.

Ao especializar a segunda componente da vulnerabilidade em Presidente Prudente identificam-se pelo menos três zonas de distribuição dos *scores* (Carta 6).

Carta 6 – Espacialização da primeira, segunda e terceira componente principal e Índice de vulnerabilidade SoVI® para a cidade de Presidente Prudente/SP: variáveis do censo 2010 (IBGE).



Orientador: Prof. João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
Camila Riboli Rampazzo (2018)

Programa/Curso:
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: unesp

Grupo de pesquisa: GAIA

Agência de fomento: CAPES, FAPESP



Uma região concentrada nas bordas dos setores a sul, leste e norte com predomínio dos menores valores; outra região também com menores valores no espaço intraurbano de modo agrupado no centro da cidade e bairro do Bosque; uma região com valores médios (cor amarela) na maior parte do espaço intraurbano. E uma região com valor médio alto (cor alaranjado) e distribuição semelhante a da primeira componente, concentrado a leste (por exemplo, no bairro Jardim Itatiaia, Jardim Novo Planalto, Jardim Cambuci, Vila Aurélio, entre outros), norte (bairros Conjunto Habitacional Augusto de Paula, Jardim Humberto Salvador, Conjunto Habitacional Brasil Novo, Conjunto Habitacional João Domingos Netto, Vila Operária, Vale das Parreiras), no setor sul/sudoeste no Conjunto Habitacional Ana Jacinta e Jardim Prudentino e a oeste nos bairros Jardim Monte Alto, Jardim Sabará e Jardim Jequitibá.

Em Presidente Prudente, a terceira componente explica 13,8% da variância na matriz estrutural de variáveis no SoVI®. A maior carga fatorial da variável dominante é relativa a domicílios alugados e iluminação pública e integra scores de variáveis de domicílios alugados ou próprios e meio fio/guia, bueiro/boca de lobo, pavimentação, calçada e esgoto a céu aberto. A riqueza material relativa a domicílios particulares permanentes quitados ou cedidos de outra forma completam as variáveis da matriz no SoVI®.

Devido ao amplo aspecto e número de variáveis nessa componente, é passível inferir pela combinação entre elas, que apesar de comparecer a referência a locatários e proprietários, a frequência e domínio especificamente relacionado à qualidade do ambiente construído parece ser a interpretação mais pertinente. Assim como na segunda componente da vulnerabilidade em Marília, a qualidade do ambiente construído em Presidente Prudente é qualificada em função do tipo de ocupação/locatários dos domicílios. Nesse caso, a infraestrutura que qualifica o ambiente construído conjuga domicílios alugados ou próprios ressaltando em ambos a coesão com as características da infraestrutura habitacional de iluminação pública, meio fio/guia, bueiro/boca de lobo, pavimentação, calçada e esgoto a céu aberto, respectivamente.

Considera-se, assim, que no tocante a terceira componente as populações que se apresentam mais vulneráveis em Presidente Prudente é composta pelas populações que residem em domicílios próprios e alugados sujeitos à natureza e qualidade da infraestrutura



presente no ambiente, tal como esgoto a céu aberto, calçada, pavimentação, bueiros/boca de lobo fundamental em casos de chuvas intensas e inundações no espaço urbano.

A distribuição espacial dos scores da terceira componente relativa à qualidade do ambiente construído devido à frequência de variáveis associadas à infraestrutura indica o zoneamento em quatro classes de regiões identificadas (Carta 6). Uma classe com os valores significativamente inferiores (verde escuro), distribuída dispersamente na malha urbana, porém de forma pontual associada predominantemente aos setores censitários com presença de condomínios fechados e residenciais de alto padrão tais como o Parque Residencial Damha, Parque Higienópolis, os Residenciais *Golden Village* e Quinta das Flores no setor sul, no setor centro sul os bairros Jardim Morumbi, Jardim João Paulo II e, no setor norte o Residencial Portinari e Residencial São Paulo. Uma classe com os menores valores em tons de verde claro, distribuídos em grande parte no setor oeste (bairro Jardim Maracanã, Jardim Novo Bongiovani, Parque Residencial Caranda, Residencial *Green Ville*), também no setor sul nos bairros Ana Jacinta, Jardim Satélite, Parque Higienópolis e no espaço intraurbano da cidade de forma dispersa.

O zoneamento de valores médios (cor amarela) distribui-se no espaço intraurbano entre as demais classes de regiões e nas bordas da cidade em grandes setores. Uma região variando de médio alto aos maiores valores (tom alaranjado a vermelho) distribui-se predominantemente nas proximidades do centro e no setor leste (majoritariamente os maiores valores em vermelho, incluindo, por exemplo, os bairros Vila Brasil, Vila Líder, Jardim Santa Marta I e II, Jardim São Pedro, Vila Iti e, valor médio alto nos bairros Vila Marcondes, Vila Centenário, Vila Laide, Vila Luso). No setor norte comparece valor médio alto, por exemplo, nos bairros Parque Alexandrina, Parque Primavera, Jardim Aviação, Conjunto Habitacional Augusto de Paula e Conjunto Habitacional João Domingos Netto.

O mapa de vulnerabilidade socioespacial em Presidente Prudente apresenta as singularidades de distribuição das classes dos índices *SoVI*[®] (Carta 6). As classes identificadas variam de “muito baixa”, “baixa”, “moderada baixa”, “moderada alta”, “alta” a “muito alta”. Diferente de São Carlos e Marília há uma correspondência no modo de distribuição dos scores de cada componente principal e a distribuição espacial dos índices de vulnerabilidade em Presidente Prudente, pelo padrão e recorrência das regionalizações, principalmente relativos aos maiores valores dos scores e os índices de vulnerabilidade mais altos. Assim, é



possível inferir o papel marcante de influência das categorias da vulnerabilidade na organização espacial da cidade, ou seja, a lógica de produção do espaço da cidade é extremamente marcada no viés espacial, no viés da desigualdade e na diferenciação socioespacial de apropriação dos espaços.

O índice da classe “muito baixa” de vulnerabilidade coincide, por exemplo, com a distribuição dos *scores* da terceira componente, de forma dispersa na malha urbana, mas correspondente de modo pontual aos residenciais e condomínios fechados de alto padrão, a exemplo, o Parque Residencial Damha, Parque Higienópolis, os Residenciais *Golden Village* e Quinta das Flores no setor sul, no setor centro sul os bairros Jardim Morumbi, Jardim João Paulo II e, no setor norte o Residencial Portinari. Além destes, o bairro do Bosque e Centro é contemplada pela classe “muito baixa” vulnerabilidade social. A classe de vulnerabilidade “baixa” ocorre regionalizada com padrão fortemente concentrado no setor central da malha urbana nos arredores da classe “muito baixa”, além do setor sul e pontualmente no setor norte e leste.

Do mesmo modo, referente às classes de vulnerabilidade de índices “moderada alta”, “alta” e “muito alta” identifica-se os mesmos padrões de distribuição espacial, com destaque para bairros no setor norte, tal como Parque Alexandrina, Parque Primavera, Vila Operária, Jardim Guanabara, Conjunto Habitacional Augusto de Paula, Jardim Morada do Sol e Parque Residencial Francisco Belo Galindo com índice de “alta” e “muito alta” vulnerabilidade. E, os bairros Parque Watal Ishibashi, Residencial Monte Rey, Jardim Regina, Jardim Humberto Salvador, Conjunto Habitacional Brasil Novo, Conjunto Habitacional João Domingos Netto, Parque Imperial, Jardim Cobral no setor norte também apresentam classe “moderada alta”.

O bairro Jardim Sabará, Parque Bandeirantes, Jardim Monte Alto, CECAP, Jardim Jequitibas, Parque Shiraiwa, Jardim Tropical e Cidade Universitária no setor oeste apresentam índice na classe “moderada alta”. Assim como no Jardim Santa Fé, Conjunto Habitacional Mário Amato, Conjunto Habitacional Ana Jacinta e Jardim Prudentino no setor sul/sudoeste é verificado índice de vulnerabilidade “moderada alta” no *SoVI*®.

No setor leste o bairro Vila Brasil, Vila Iti, Vila Líder, Jardim Marisa, Jardim São Domingos, Jardim Cambuci, Vila Aurélio apresentam índice de vulnerabilidade “alta” e, o bairro Vila Furquim, Parque Furquim, Vila Centenário, Vila Luso, Jardim Santa Marta I e II, Jardim Nova Planaltina, Jardim Santa Mônica, Jardim São Bento, Jardim Sumaré, Parque



Alvorada, Parque Nova Alvorada, Residencial Itapuã, Jardim Paraíso, Jardim Planalto (“muito alta” vulnerabilidade), Vila Nova Prudente e Conjunto Habitacional José Rotta contemplam a classe “moderada alta” vulnerabilidade.

Os demais setores censitários em Presidente Prudente apresentam índice de vulnerabilidade na classe “moderada baixa” e situam-se entre as classes de menor e maior vulnerabilidade, com maior ocorrência de forma contínua no sentido oeste e nos setores ao redor do Centro no espaço intraurbano da cidade.

Embora o fundamento do índice *SoVI*[®] como face visível de representação espacial da vulnerabilidade social seja necessário para compreendê-la, baseado no domínio quantitativo dos bancos de dados oficiais (institucionais, de censos demográficos, defesa civil), e tão somente ofereça subsídios coerentes de análise geográfica, não são suficientes para defini-la. É preciso um estudo aprofundado que revele o conteúdo das contradições ocultas da realidade num movimento dialético (LEFEBVRE, 1991). Somente assim, é possível fundamentar o clima urbano como produto da dinâmica de produção do espaço urbano na cidade e, na mesma medida como produtor de mais um risco em áreas de alta vulnerabilidade socioespacial.

É neste movimento que a interpretação do clima urbano na perspectiva da Geografia do Clima, vincula-se de um lado à lógica da forma, e de outro à dos conteúdos, pelo entendimento da cidade enquanto heterogeneidade das formas materiais produzidas e dos condicionantes de sua estrutura que ao distinguir os espaços de diferenciação, desigualdade, segregação, das injustiças e vulnerabilização social são convertidos em riscos climáticos.

Propor a análise da climatologia urbana nesta perspectiva significa admitir um aporte de fundamentos que rebate diretamente, primeiro no risco climático e na construção histórica da vulnerabilidade social e segundo, quando o diferente se torna perigoso, que via de fato não é rasa e mostra sua face mais pujante na segmentação da sociedade e dos perigos e, na seletividade dos impactos climáticos.

Na lógica diferenciada de produção dos espaços na cidade, é onde as condições sociais são negadas, que os conflitos e desigualdades são exacerbados. Portanto, com muita frequência, de acordo com as condições socioeconômicas e de qualidade do ambiente construído resultam em exposição diferenciada das populações aos riscos climáticos.



Isso se dá mascarado por uma estrutura social que muitas vezes justifica numa visão ideológica naturalista a injustiça histórica de direito à moradia, proteção ambiental, de ocupação das áreas de risco, de exposição aos efeitos climáticos extremos. É preciso admitir a natureza interdependente, complexa e combinada desses processos e voltar à multiplicidade do espaço (SUERTEGARAY, 2003) a fim de vislumbrar soluções para não aumentar cada vez mais o espectro da desigualdade nas cidades com construções frágeis, arquitetura cada vez mais homogênea e condições sociais inadequadas que violentam a diversidade e direito de escolha. Como produtos, as cidades tornam-se mais segregadas, desiguais e segmentos sociais de menor renda situados em setores geográficos mais vulneráveis, estão certos da distância entre os espaços na cidade.

8.1 QUALIFICAR A VULNERABILIDADE SOCIOESPACIAL E IDENTIFICAR SEUS RISCOS

A combinação das dimensões de exposição aos perigos e da vulnerabilidade socioespacial a partir do *SoVI*[®] e das ilhas de calor nas cidades de São Carlos, Marília e Presidente Prudente propiciou contextualizar a configuração do clima urbano no diferentes espaços produzidos historicamente na dinâmica de urbanização. Ao mesmo tempo, é preciso refinar aspectos importantes quanto às questões sociais, ambientais, econômicas e de urbanização nas cidades supracitadas.

Assim, carece detalhar, analiticamente, aspectos da realidade sobre como os índices de vulnerabilidade resultam das dinâmicas históricas de urbanização, e como o desconforto térmico e as ilhas de calor se apresentam de forma seletiva e promovem impactos climáticos urbanos desiguais. Neste sentido, buscando aproximar a discussão teórica e prática, além de outros fatores complexos, é uma das possibilidades de qualificar a vulnerabilização da população e os impactos do clima urbano, sendo diferentes de acordo com as particularidades históricas de produção dos espaços e dos elementos que compõem a morfologia urbana em cada localidade.

Estas complexidades dos espaços urbanos se consolidaram na própria tendência recente de urbanização brasileira pautada na diferenciação do espaço e da sociedade que consolidam uma estrutura socioespacial singular nas cidades, ao articular importantes papéis na rede urbana regional, ao mesmo tempo em que aprofundam diferenças. Isso ocorreu notadamente em cidades médias, tais quais em São Carlos, Marília e Presidente



Prudente na medida em que o conjunto de ações dos agentes econômicos, principalmente imobiliários determinou a dinâmica de produção do espaço urbano com base na valorização diferenciada da terra, nos usos e na distribuição das atividades, etc (MELAZZO, 2012, p.241).

Esta relação é fundamentada na própria lógica de urbanização das cidades que tendeu a ampliar as desigualdades, reforçar as dinâmicas de segregação e ao aumento da vulnerabilidade socioespacial. Estas diferenças podem ser explicadas inicialmente pelo comparecimento, nas três cidades médias, de fatores que substanciam as componentes da vulnerabilidade social referentes à faixa etária, gênero, raça/cor, somados ao rendimento, que em suma designam os níveis de desigualdade nos diferentes setores geográficos urbanos. Ainda comparecem como condicionantes da vulnerabilidade da população nas cidades, além da desigualdade social, sua vinculação a fatores históricos de condições socioeconômicas, a estrutura familiar e a qualidade do ambiente construído. Portanto, seriam estas as quatro principais vertentes combinadas que explicam as bases excludentes engendradas pela produção desigual dos espaços urbanos e conseqüentemente dos desastres naturais.

Assim, de acordo com a combinação destes fatores e o modo como se distribuem espacialmente permite distinguir os setores geográficos com maior índice de vulnerabilidade e o que de fato a compõe. Isso é evidentemente claro ao constatar que a configuração espacial do aumento da vulnerabilização é relativa a locais que apresentam características, quais sejam, fortemente segregados, com alta densidade populacional por domicílio, baixas condições de moradia, ausência de saneamento ambiental, somadas a domicílios sem rendimento ou com baixo rendimento médio mensal.

Essa caracterização é muito evidente em São Carlos, Marília e Presidente Prudente, ao verificar que as localidades com alta vulnerabilidade social nestas cidades configuram-se como áreas de risco. Como as cidades representam processos dinâmicos e combinados tais componentes apresentam arranjos espaciais distintos de acordo com os aspectos que reforçam a permanência da desigualdade em um e outro lugar. Este argumento pode ser evidenciado no conjunto de componentes da vulnerabilidade social a partir da desigualdade social, estrutura familiar, condições socioeconômicas e a qualidade do ambiente construído.

Através do mapeamento detalhado por setor censitário destas características nos setores com maior vulnerabilidade é possível qualificar os impactos climáticos e seus



agravantes e fornecer uma explicação o mais totalizante possível dos riscos e vulnerabilidades das populações.

Aplicando este mapeamento para as cidades de São Carlos, Marília e Presidente Prudente, respectivamente nos mapas das Cartas 7, 8 e 9 para cada local de estudo, oferecem uma percepção da relação socioespacial bem definida entre as componentes da vulnerabilidade para identificar seus riscos.

Entretanto, por mais que a discussão identifique os aspectos gerais e seja direcionada as particulares das cidades, é preciso manter o exercício de reconstituí-la como uma unidade a partir daquilo que lhes é particular. Além disso, é preciso não perder de vista que as desigualdades são entendidas como complexas relações e processos e, tão pouco como fatos redutíveis aos mapeamentos.

Redefinindo-as no contexto da vulnerabilidade socioespacial existente, essas diferenças acontecem preliminarmente nos fatores que designam a desigualdade como uma componente central de vulnerabilização da população. Nas três cidades a maior variabilidade refere-se à desigualdade social como primeiro fator explicativo e agregam aspectos étnico-raciais, de faixa etária, de gênero e principalmente social, pela existência de muitos domicílios por setor censitário com renda nula.

Um agravante identificado nos índices de vulnerabilidade das cidades é a recorrência de setores geográficos com maiores índices de vulnerabilidade associadas a componente de locatários, portanto, um ônus excessivo com aluguel. Os domicílios alugados indicam a relevância da riqueza material quando se trata dos níveis de vulnerabilidade da população que não possui domicílio próprio e são submetidas à insegurança na posse da moradia própria. Nestes locais, a situação é ainda mais complexa quando coincidem com domicílios sem rendimento mensal. Isso não significa a inexistência de necessidades de melhorias habitacionais e sociais em domicílios próprios, de modo que a infraestrutura existente pode ser precária. Destaca-se ainda o modo de ocupação da moradia como aspecto relevante da habitação e neste caso os domicílios cedidos, alugados ou em outra condição de ocupação atenua ou esclarece grande parte das permanências dos impactos frente à vulnerabilização.

Outra variável explicativa dos fatores de vulnerabilização é a estrutura familiar que evidencia a densidade populacional como elemento crucial na combinação das componentes do SoVI®. Tal aspecto rebate na questão da coabitação familiar de 1 (uma), 2 (duas) ou mais



famílias por domicílios inadequados/precários em setores censitários com densidade populacional acima de 10 (dez) moradores.

Os níveis, a distribuição e a configuração espacial da vulnerabilidade social são reflexos dos conflitos ambientais e sociais que se materializam na forma urbana como precariedades habitacionais de moradia, em casos de ausência de instalações sanitárias, em domicílios improvisados, ocupações em áreas de risco, acúmulo de lixo em logradouros e ausência de infraestrutura básica (como pavimentação, abastecimento de água, energia e saneamento). Além de precariedades no ambiente construído que incluem ausência de arborização, calçada, boca de lobo/bueiro, meio fio/guia, rampa e iluminação pública.

E mesmo os locais que apresentam menores índices ou valores moderados, não estão isentos de exposição aos perigos naturais e vulnerabilidade, ao invés disso, a vulnerabilização é tão somente qualificada com outra estrutura de fatores e características que explicam a diferenciação socioespacial e concentração histórica da pobreza e injustiças.

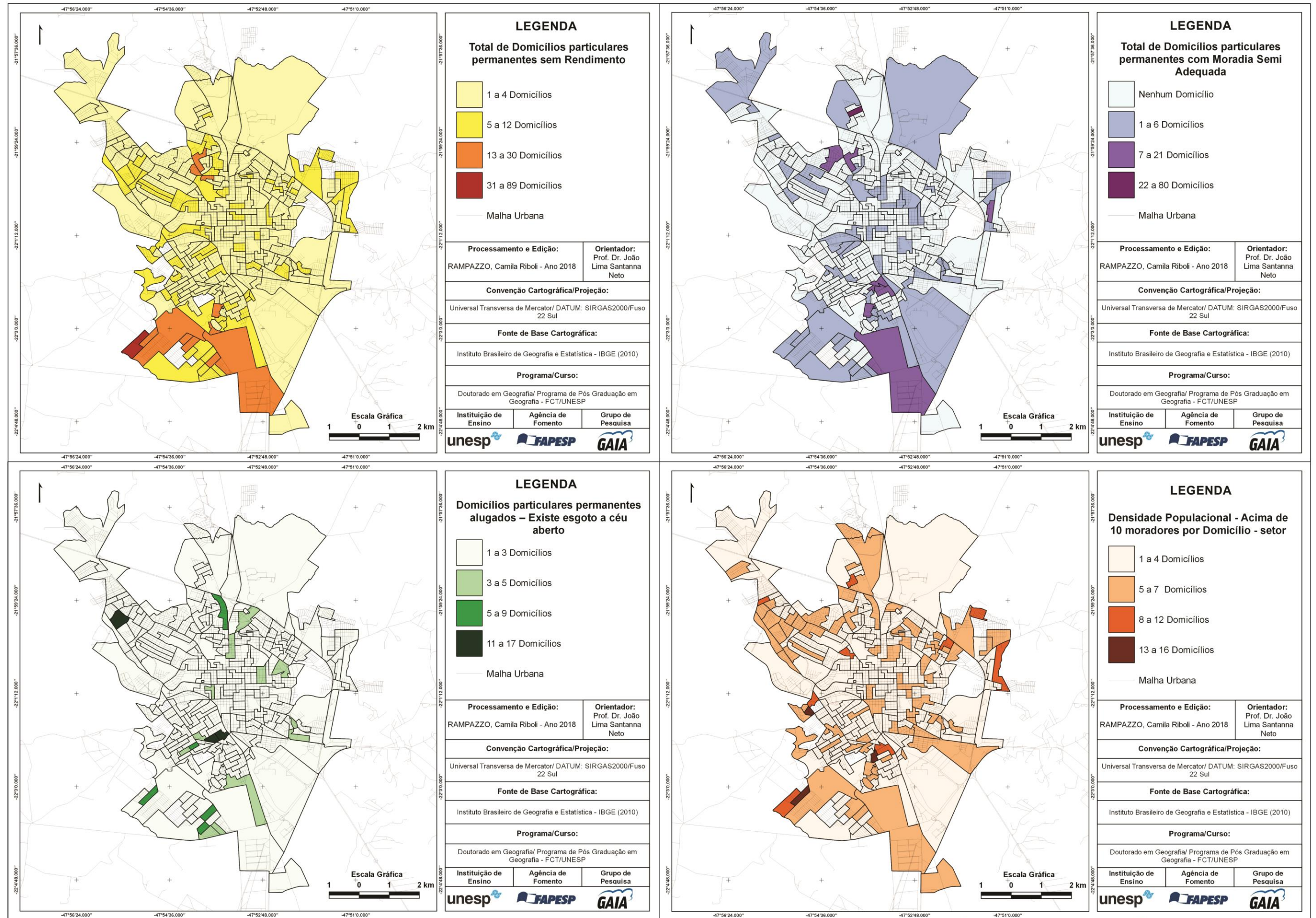
Cada uma das cidades mencionadas refletem condições históricas de urbanização e produção dos espaços, possuem sítios urbanos distintos, bem como contextos socioeconômicos desiguais. É pertinente salientar que as cidades apresentam muitas características comuns quando comparadas tais quais citadas anteriormente; no entanto, é possível identificar dessemelhanças internas em cada uma das localidades.

Na perspectiva de identificar particularidades de tais áreas no contexto da vulnerabilidade socioespacial existente, há uma clara delimitação, por exemplo, na localização dos maiores totais de domicílios particulares permanentes sem rendimento. Isso é significativo em São Carlos, por exemplo, onde há concentração de precariedades sociais e ambientais, principalmente nos setores geográficos periféricos, com destaque para o setor sudoeste, o extremo sul e noroeste da cidade. Na região sul e sudoeste da malha urbana destaca-se uma concentração de setores com vulnerabilidade “alta” e “muito alta” e coincidem com a existência de precariedades habitacionais e número elevado de domicílios com moradia semi-adequada e renda nula, ou seja, a situação de vulnerabilização está diretamente ligada à renda (Carta 7). É verificada também a ausência de infraestrutura básica de saneamento com esgoto a céu aberto e alta densidade populacional, tal como nos bairros Jardim Gonzaga e Vila Monte Carlo.



Em São Carlos, destaca-se ainda 4 (quatro) bairros no extremo sul/sudoeste sendo eles o Loteamento de Interesse Social Cidade Aracy, Conjunto Habitacional Planalto Verde, Jardim Social Presidente Collor e Jardim Social Antenor Garcia. O bairro Cidade Aracy configurou-se historicamente como a região de maior concentração de pobreza na área urbana e precariedades habitacionais do município de São Carlos (PLHISSC, 2010). A desigualdade de renda e o significativo número de domicílios sem rendimento estreitam esta situação de vulnerabilidade refletida na forma urbana através da qualidade extremamente baixa dos indicadores habitacionais, nas inadequações de moradia e no adensamento construtivo excessivo.

Carta 7 – Variáveis explicativas das componentes principais do Índice de vulnerabilidade SoVI® para a cidade de São Carlos/SP: variáveis do censo 2010 (IBGE).



LEGENDA
Total de Domicílios particulares permanentes sem Rendimento

- 1 a 4 Domicílios
- 5 a 12 Domicílios
- 13 a 30 Domicílios
- 31 a 89 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição: RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Orientador: Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso: Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino: unesp	Agência de Fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

LEGENDA
Total de Domicílios particulares permanentes com Moradia Semi Adequada

- Nenhum Domicílio
- 1 a 6 Domicílios
- 7 a 21 Domicílios
- 22 a 80 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição: RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Orientador: Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso: Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino: unesp	Agência de Fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

LEGENDA
Domicílios particulares permanentes alugados – Existe esgoto a céu aberto

- 1 a 3 Domicílios
- 3 a 5 Domicílios
- 5 a 9 Domicílios
- 11 a 17 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição: RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Orientador: Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso: Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino: unesp	Agência de Fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

LEGENDA
Densidade Populacional - Acima de 10 moradores por Domicílio - setor

- 1 a 4 Domicílios
- 5 a 7 Domicílios
- 8 a 12 Domicílios
- 13 a 16 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição: RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Orientador: Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso: Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino: unesp	Agência de Fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

Orientador: Prof. João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
Camila Riboli Rampazzo (2018)

Programa/Curso:
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: unesp

Grupo de pesquisa: GAIA

Agência de fomento: CAPES FAPESP



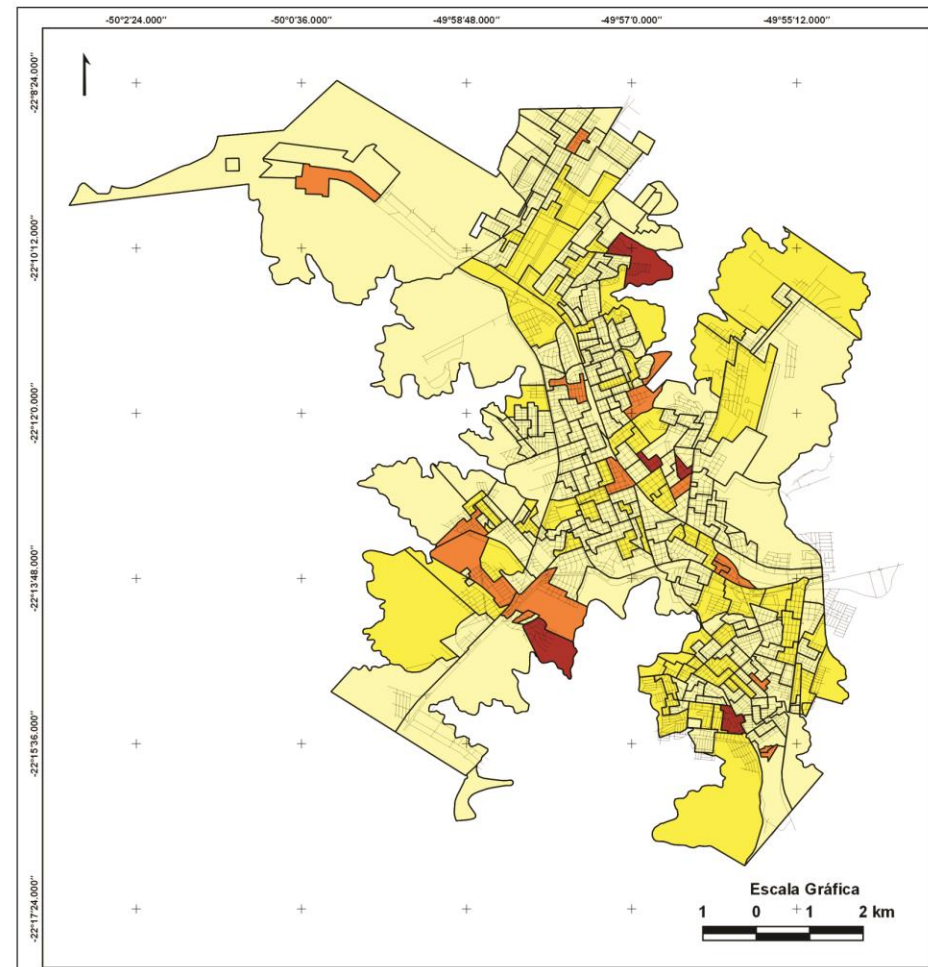
De modo semelhante, no bairro Antenor Garcia e Presidente Collor a vulnerabilização é marcada pela precariedade habitacional, baixa qualidade do ambiente construído incluindo a existência de esgoto a céu aberto e ausência de infraestrutura básica espacializados na Carta 4, além do agravante ambiental por ocupação em área de preservação permanente (APP). Tais aspectos corroboram com a identificação das desigualdades não apenas sociais como também ambientais.

A região norte de São Carlos apresentou elevado índice de vulnerabilidade e apresentou precariedades sociais e de habitação justamente em bairros populares nos arredores da Rodovia Washington Luís, a exemplo Santa Maria I, Santa Maria II, Conjunto Habitacional Dom Constantino Amstalden, loteamento social São Carlos VIII. Os problemas sociais de ausência de rendimento, o tipo de ocupação da moradia em domicílios cedidos e a qualidade do ambiente caracterizam os bairros residenciais populares em São Carlos.

São Carlos, Marília e Presidente Prudente apresentam distinções no que se refere aos componentes socioeconômicos e físico-naturais. Para além da produção do espaço urbano alicerçada na propriedade privada e nos interesses distintos de agentes econômicos nos espaços das cidades, no caso de Marília é preciso destacar a influência do quadro natural do relevo do Planalto Residual na orientação imposta de expansão e ocupação dos espaços.

O sítio urbano onde a cidade se assenta é delimitado pelas cuestas basálticas ou “itambés” com bordas escarpadas e o conjunto de vegetação natural. Essa conformação espacial determina, por exemplo, a predominância de formações socioespaciais de aglomerados subnormais com precariedades justamente em áreas de risco nos limites das escarpas com maior declividade. Nelas se encontram localidades com grave degradação ambiental, necessidade de habitação e baixa qualidade do ambiente construído. Essa caracterização é evidente em Marília e corresponde às informações apresentadas na Carta 8 onde há correspondência entre as condições sociais e infraestrutura do entorno com o processo de formação de aglomerados subnormais (PLHISM, 2010, p.119).

Dentre os problemas destaca-se o saneamento incluindo rede de água, esgoto e energia elétrica, e o ambiente construído apresenta deficiência de iluminação pública, no escoamento de águas pluviais, meio fio/ guias e sarjetas, calçadas, pavimentação. Nestes locais a susceptibilidade é agravada pela densidade populacional, elevado número de moradores por domicílio, coabitação e moradia semi-adequada (Carta 8).

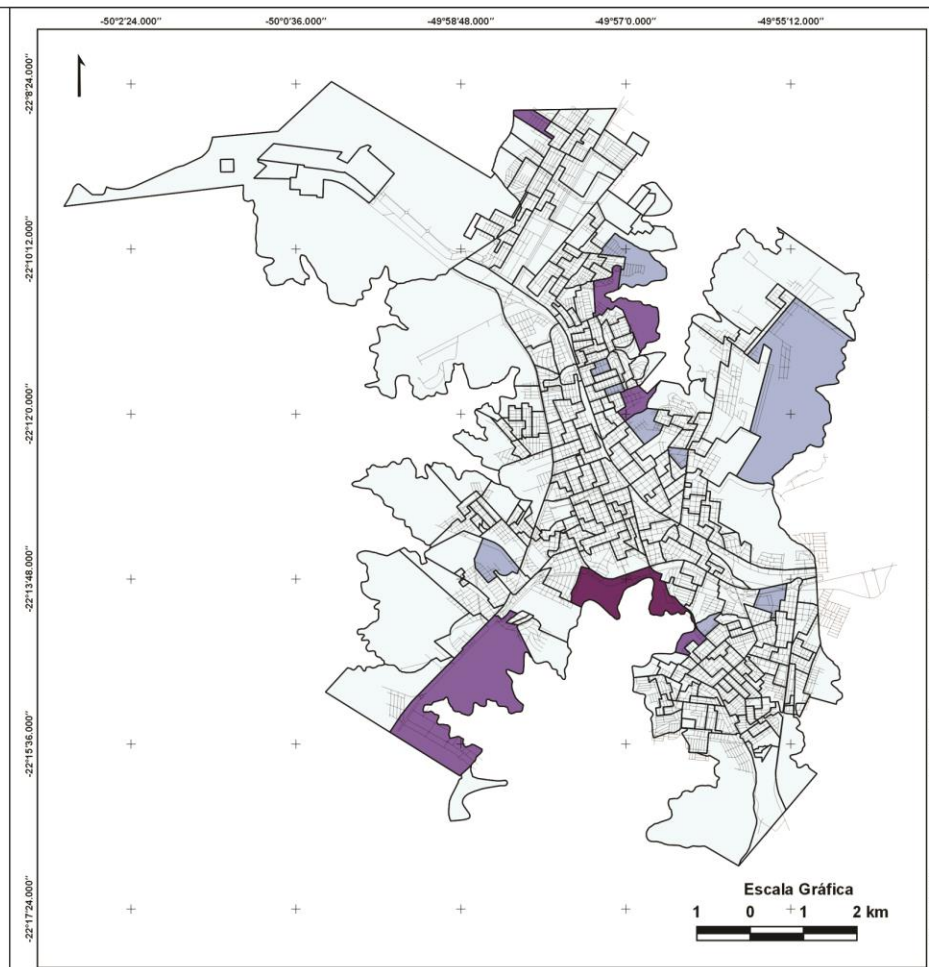


LEGENDA
Total de Domicílios particulares permanentes sem rendimento

- 1 a 5 Domicílios
- 5 a 14 Domicílios
- 15 a 30 Domicílios
- 30 a 58 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição: RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Orientador: Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso: Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino: unesp	Agência de Fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

Escala Gráfica
1 0 1 2 km

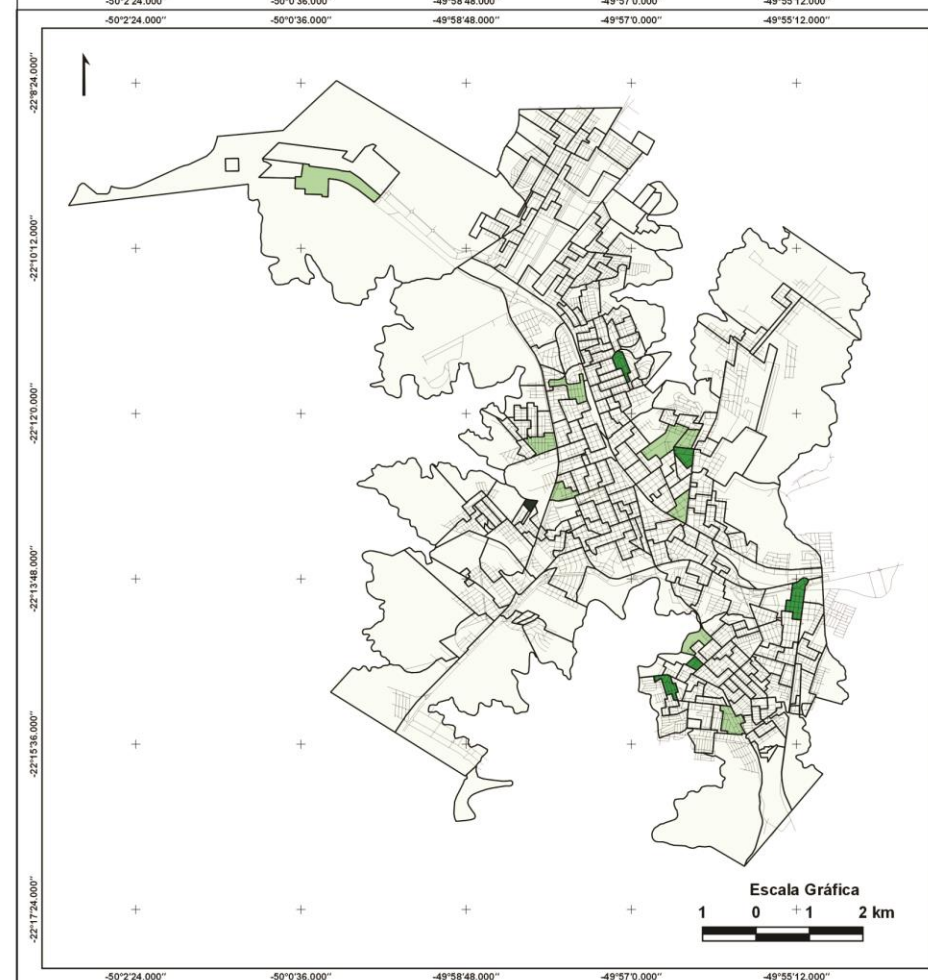


LEGENDA
Total de Domicílios particulares permanentes com Moradia Semi Adequada

- 1 a 6 Domicílios
- 7 a 25 Domicílios
- 25 a 47 Domicílios
- 217 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição: RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Orientador: Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso: Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino: unesp	Agência de Fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

Escala Gráfica
1 0 1 2 km

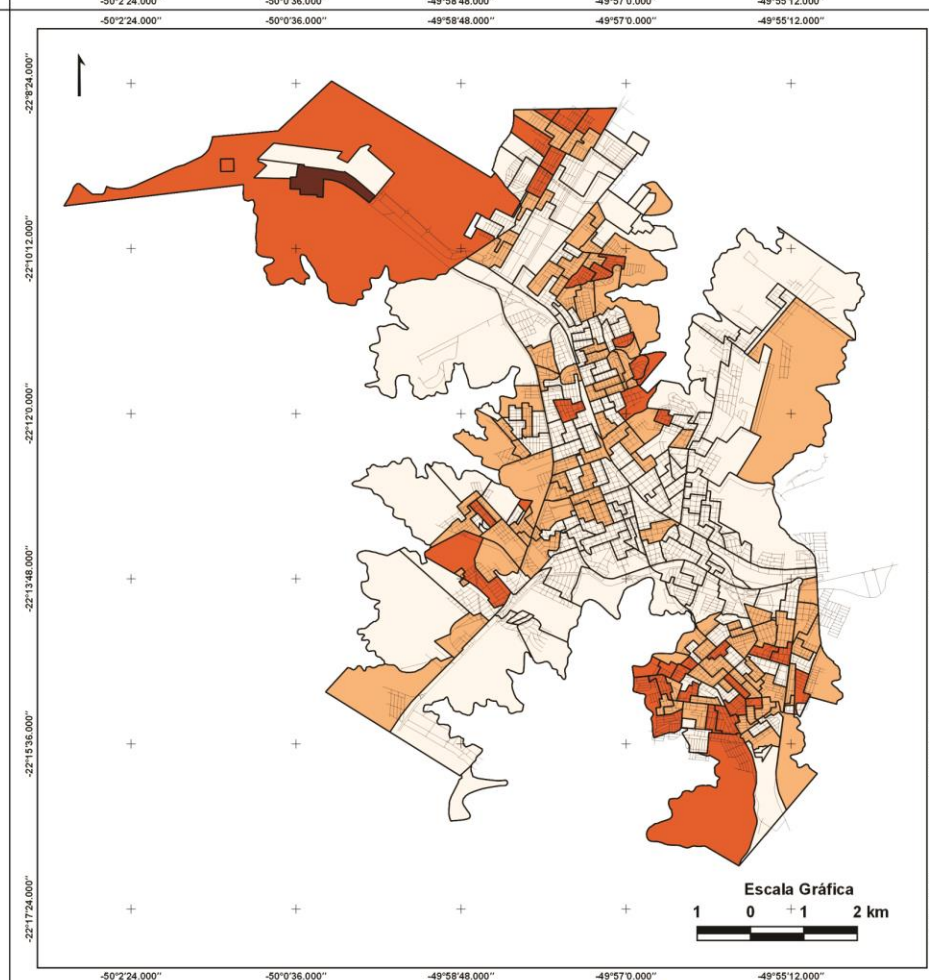


LEGENDA
Total de Domicílios particulares permanentes alugados - Existe esgoto a céu aberto

- Nenhum Domicílio
- 2 Domicílios
- 3 a 6 Domicílios
- 6 a 9 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição: RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Orientador: Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso: Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino: unesp	Agência de Fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

Escala Gráfica
1 0 1 2 km



LEGENDA
Densidade Populacional - Acima de 10 moradores por Domicílio- setor

- 1 a 3 Domicílios
- 3 a 8 Domicílios
- 8 a 20 Domicílios
- 20 a 55 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição: RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Orientador: Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso: Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino: unesp	Agência de Fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

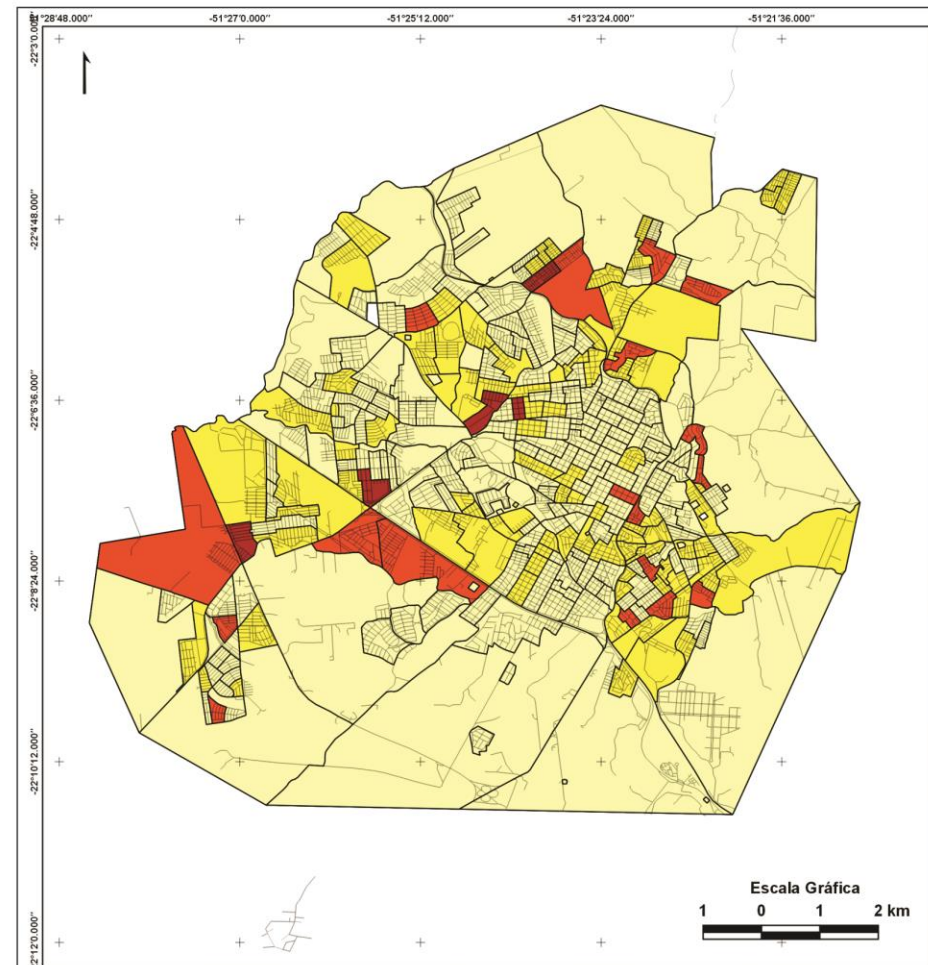
Escala Gráfica
1 0 1 2 km



Embora em Marília (Carta 8), as áreas com maior equalização entre os níveis de vulnerabilidade relativos à desigualdade de renda, condições de moradias e diferenciação na qualidade do ambiente construído e infraestrutura existente, sejam acentuadas nas áreas periféricas nas bordas das escarpas, ela também comparece nos setores norte e sul. Em Marília na zona sul do município inclui a existência de cortiços degradados e bairros com precariedades habitacionais, tais quais em bairros periféricos, distantes do centro com população que apresenta rendimento baixo ou nulo, por exemplo, no Núcleo Habitacional Paulo Lúcio Nogueira, Nova Marília e bairro Jardim Planalto, Hípica Paulista. Na zona centro-leste destaca-se o bairro Betel e Palmital na zona centro-norte (PLHISM, 2010). Assim, identifica-se correspondência entre os riscos de exposição e a vulnerabilidade em Marília.

Assim como em São Carlos, em Presidente Prudente (Carta 9) a desigualdade de renda é um quesito claramente demarcado espacialmente. É possível chamar a atenção para os setores da zona leste, zona sudoeste e zona norte da cidade, acentuadamente nas áreas mais periféricas de conjuntos habitacionais e bairros residenciais populares. Há uma predominância de ocorrência nestes mesmos setores de aspectos socioeconômicos relativos a domicílios particulares permanentes com condições de moradia semi-adequada, além da qualidade do ambiente construído demonstrar a existência de esgoto a céu aberto e corresponder à densidade populacional acima de 10 (dez) moradores por domicílio.

A desigualdade social a partir do rendimento baixo ou nulo é um quesito relevante no setor norte da cidade, tal qual no bairro Residencial Monte Rey, Jardim Humberto Salvador, Brasil Novo, Parque Alexandrina, Jardim Morada do Sol e Vila Operária, chegando a até 56 (cinquenta e seis) domicílios sem rendimento por setor censitário. Estes setores correspondem à ocorrência de precariedades habitacionais em moradias semi-adequadas incluindo o bairro Parque Castelo Branco, Parque Primavera e Parque Jabaquara, além de alta densidade populacional com até 16 (dezesesseis) domicílios acima de 10 (dez) moradores. No bairro Residencial Cremonezi, Residencial Bela Vista I, Residencial Tapajós e na Vila Operária, a qualidade e infraestrutura do ambiente são agravadas com existência de esgoto a céu aberto. E, a sudeste e leste do município os setores são permeados por problemas de habitação, renda e qualidade do ambiente construído (por exemplo, no bairro Jardim Itapura I e II, Vila Luso Vila Centenário e Jardim Itatiaia, Residencial Itapuã, Jardim Sumaré, Conjunto Habitacional José de Souza Reis, Vila Aurélio e Jardim Planalto).

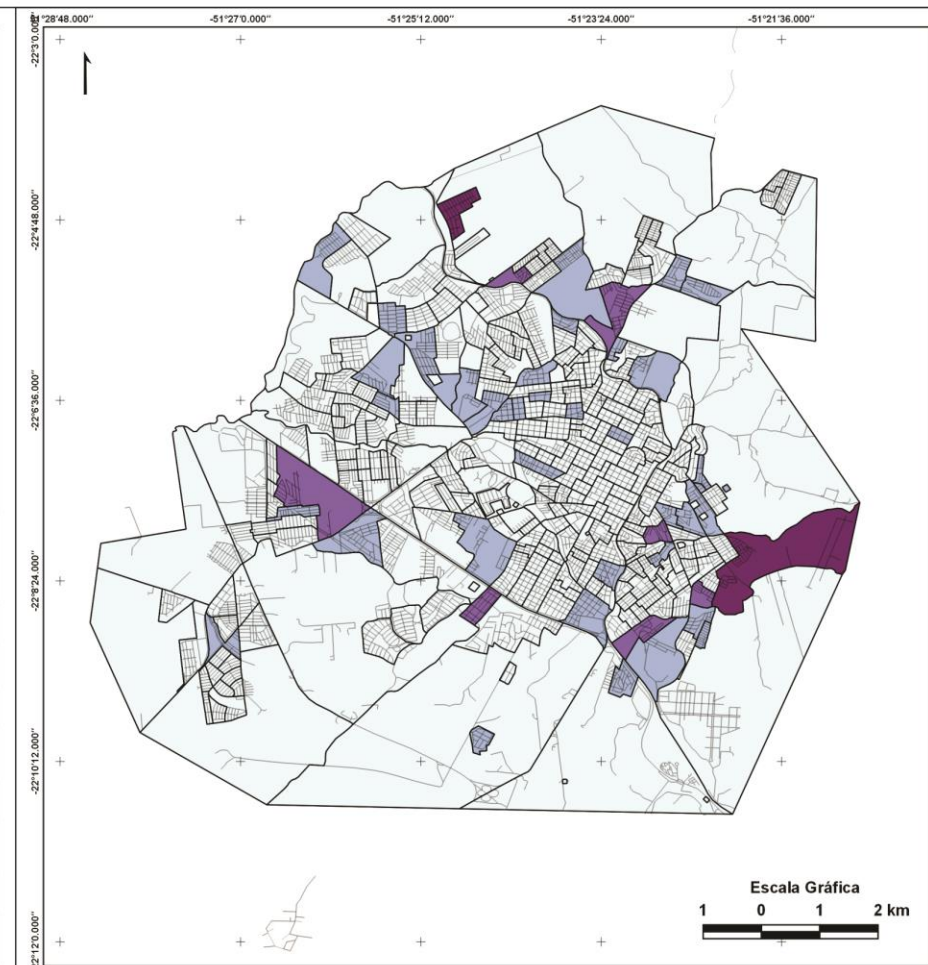


LEGENDA
Total de Domicílios particulares permanentes sem rendimento

- 1 a 4 Domicílios
- 4 a 11 Domicílios
- 12 a 29 Domicílios
- 30 a 56 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição:		Orientador:
RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção:		
Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica:		
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso:		
Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino	Agência de Fomento	Grupo de Pesquisa
unesp	FAPESP	GAIA

Escala Gráfica
 1 0 1 2 km

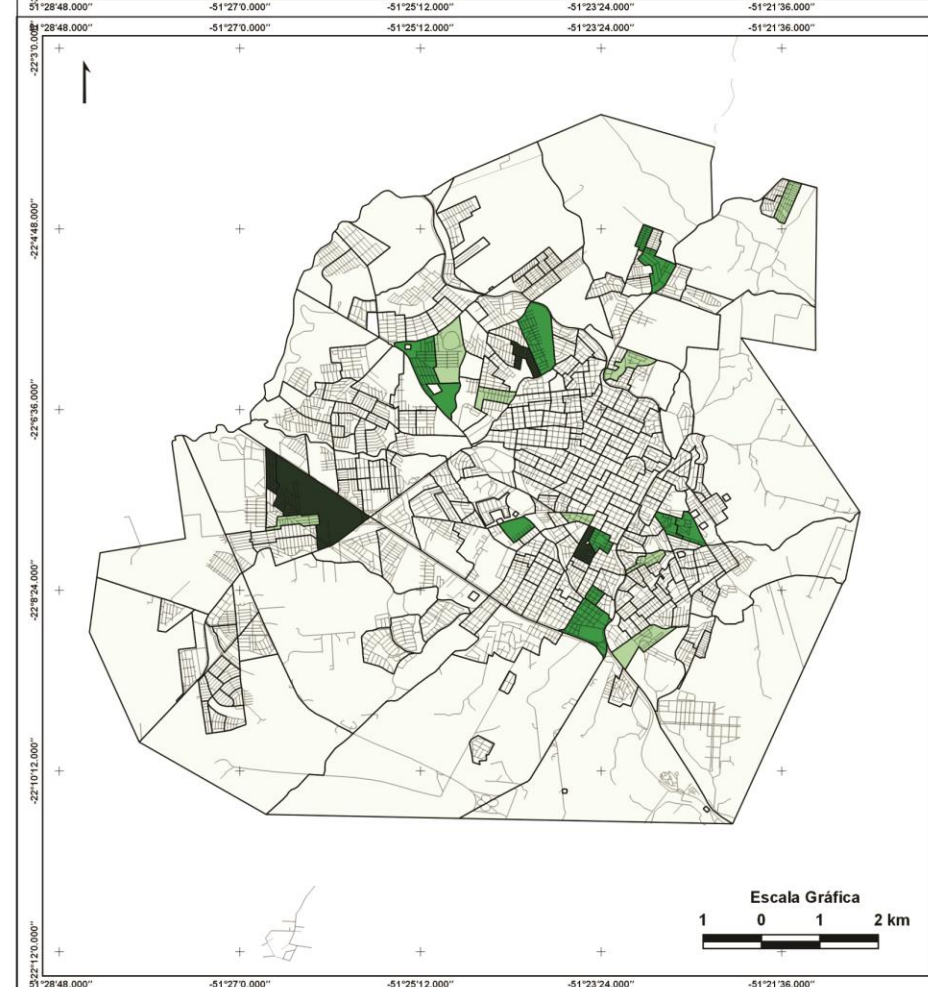


LEGENDA
Total de Domicílios particulares permanentes com Moradia Semi Adequada

- Nenhum Domicílio
- 1 a 3 Domicílios
- 4 a 10 Domicílios
- 12 a 22 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição:		Orientador:
RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção:		
Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica:		
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso:		
Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino	Agência de Fomento	Grupo de Pesquisa
unesp	FAPESP	GAIA

Escala Gráfica
 1 0 1 2 km

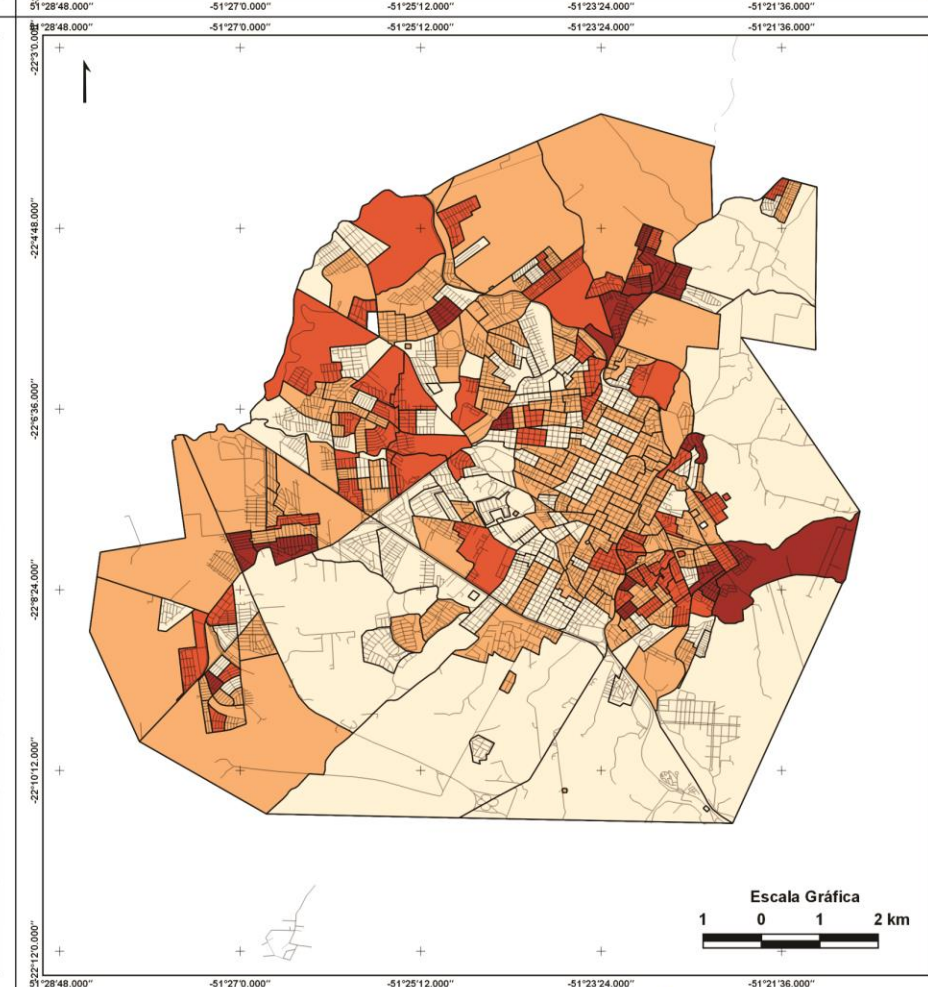


LEGENDA
Domicílios particulares permanentes alugados - Existe esgoto a céu aberto

- Nenhum Domicílio
- 1 a 3 Domicílios
- 4 a 6 Domicílios
- 6 a 8 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição:		Orientador:
RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção:		
Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica:		
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso:		
Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino	Agência de Fomento	Grupo de Pesquisa
unesp	FAPESP	GAIA

Escala Gráfica
 1 0 1 2 km



LEGENDA
Densidade Populacional - Acima de 10 moradores por Domicílio - setor

- 0 a 1 Domicílio
- 2 a 4 Domicílios
- 5 a 8 Domicílios
- 9 a 16 Domicílios
- Malha Urbana

Processamento e Edição:		Orientador:
RAMPAZZO, Camila Riboli - Ano 2018		Prof. Dr. João Lima Santanna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção:		
Universal Transversa de Mercator/ DATUM: SIRGAS2000/Fuso 22 Sul		
Fonte de Base Cartográfica:		
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Programa/Curso:		
Doutorado em Geografia/ Programa de Pós Graduação em Geografia - FCT/UNESP		
Instituição de Ensino	Agência de Fomento	Grupo de Pesquisa
unesp	FAPESP	GAIA

Escala Gráfica
 1 0 1 2 km



A desigualdade de renda em Presidente Prudente (Carta 9) delimita uma caracterização específica da desigualdade e vulnerabilização no espaço urbano, pois as localidades com ausência deste condicionante coincidem com maior riqueza material em empreendimentos destinados a segmentos da população de maior poder aquisitivo, por exemplo, em condomínios residenciais fechados de alto padrão com presença de infraestrutura de habitação, alto rendimento médio mensal e menor densidade populacional, notadamente no centro-sul e sul da cidade.

Para além de evidenciar os problemas sociais e de qualidade do ambiente construído nas três cidades, o índice permite elencar uma série de problemas espalhados em uns e/ou outros setores urbanos, muitos deles estruturados como situações severas de desigualdade, das quais a vulnerabilidade é um componente extremamente significativo.

A discussão conjunta destes pontos é a questão central no entendimento das cidades como materialização objetiva das lógicas de produção dos espaços e dos riscos climáticos que se tornam agravantes deste cenário. Assim, os níveis de vulnerabilização, além de configurar-se como a base de entendimento dos impactos significa a identificação de padrões distintos de ordenamento e configurações espaciais da morfologia no espaço urbano – condições de moradia, qualidade do ambiente construído, padrão construtivo e precariedades habitacionais, destinados a segmentos sociais díspares.

Portanto, essas vertentes de análise da vulnerabilidade são fortemente materializadas na diversidade dos padrões urbanos de construção uma vez que a dinâmica desigual de produção dos espaços diferencia substancialmente a morfologia urbana nos setores geográficos da cidade. É no aspecto da forma, nos arranjos, trama e tipologia de ocupação que as cidades e os climas urbanos se entrelaçam, pois representam processos peculiares de produção dos espaços, intervenções urbanas e vulnerabilização social.

Assim, é essencial retomar àquela base de análise da climatologia urbana conforme sugere Nascimento Júnior (2018) pela validação remota do *SoVI*[®] para identificar na realidade a correspondência do índice *SoVI*[®] com a respectiva estrutura urbana dos setores geográficos e adentrar as diferenciações socioespaciais no espaço intraurbano das cidades (MONTEIRO, 1991, p.58). Ao aproximar a lente de análise para recortes das classes do *SoVI*[®] é possível detectar a correspondência visivelmente clara da morfologia urbana com as



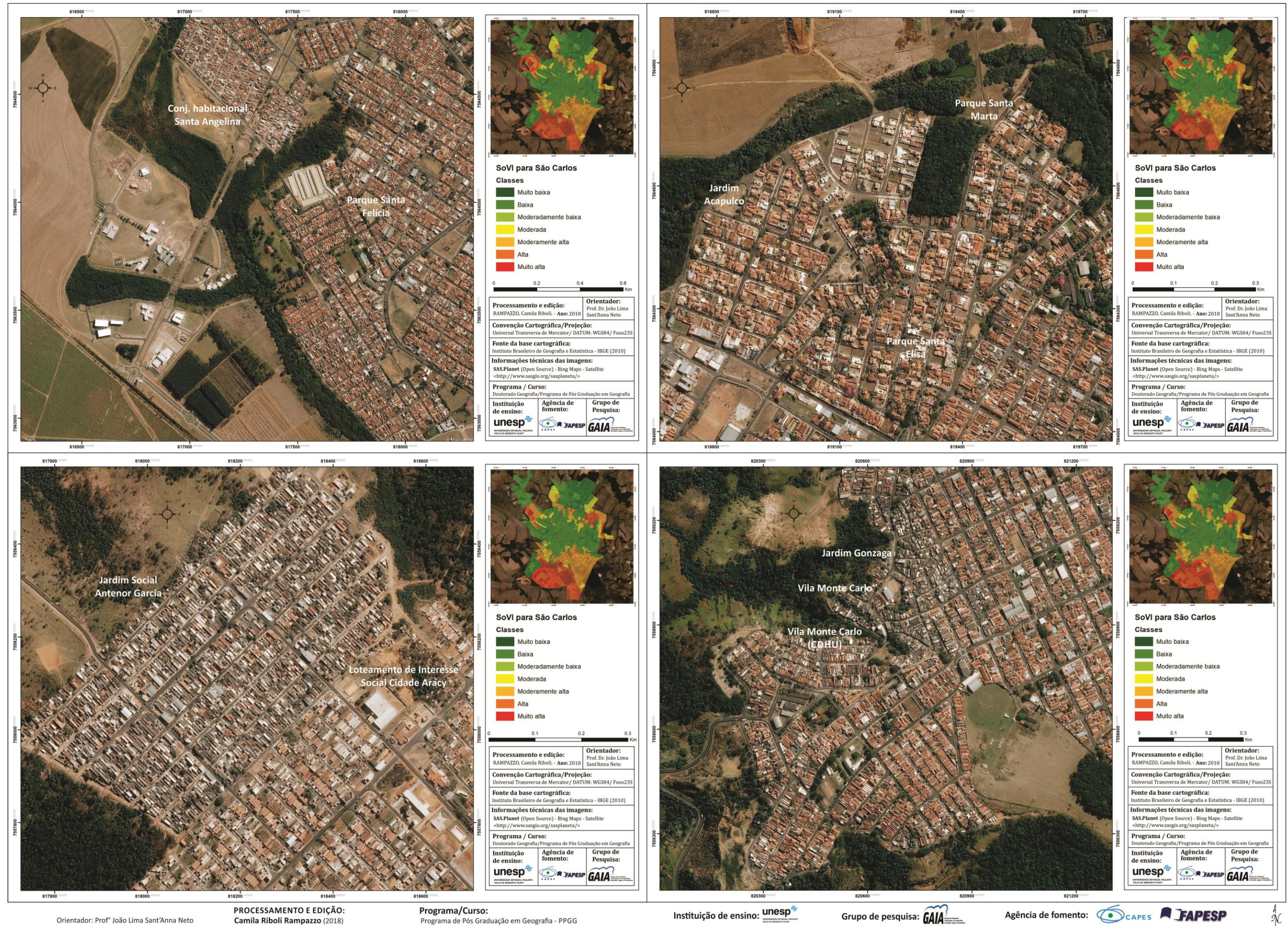
particularizações do clima urbano, o que também qualifica as particularidades dos fatores de vulnerabilização em termos sociais, ambientais e de urbanização nas três cidades.

As classes do índice *SoVI*[®] demonstram as diferentes formas como o espaço foi produzido e organizado no processo histórico de urbanização em cada cidade, portanto, referem-se a estrutura urbana, condições socioespaciais e padrões construtivos diferentes.

Em São Carlos, os bairros Jardim Gonzaga e Vila Monte Carlo a sul no reverso da cuesta e os bairros Cidade Aracy, Jardim Social Presidente Collor e Jardim Social Antenor Garcia abaixo do reverso da cuesta no extremo sul da malha urbana foram classificados no índice *SoVI*[®] com “alta” e “muito alta” vulnerabilidade. Estes bairros apesar do traçado urbano descontínuo marcado por condições ambientais naturais apresentam continuidade no padrão de ocupação densamente edificado, em terrenos menores, cobertura predominante de fibrocimento, arborização urbana esparsa/ausente, com visíveis precariedades habitacionais, construtivas e de infraestrutura urbana (Carta 10).

De modo inverso, a diferenciação do padrão construtivo e da estrutura urbana é mais evidente no setor norte de São Carlos com maior concentração de empreendimentos destinados a segmentos sociais de maior rendimento. Na zona norte da cidade o bairro Parque Santa Marta, Parque Santa Elisa e Jardim Acapulco apresentam padrão visivelmente mais elevado de construção, com presença de piscina em terrenos maiores, ruas densamente arborizadas, com área de lazer e área verde com vegetação natural (Parque Santa Marta), proximidade a Área de Preservação Permanente do Córrego Cambuí (Carta 10) e o menor índice de vulnerabilidade “muito baixa”. Cabe salientar que estes bairros acima mencionados não apresentam ilha de calor ou diferenças térmicas elevadas. Além disso, o extremo norte da área urbana concentra uma série de empreendimentos imobiliários de condomínios fechados horizontais (Condomínio Samambaia, Condomínio Bosque de São Carlos, Residencial Damha I e II, Village Damha I e II).

Ainda no setor norte, especificamente no setor noroeste do município, os bairros Parque Santa Felícia e Conjunto Habitacional Santa Angelina constituem-se historicamente numa região periférica da cidade com loteamentos e conjuntos habitacionais com número significativo de domicílios que apresentam problemas sociais e ambientais (PLHISSC, 2010).



Orientador: Prof. João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
Camila Riboli Rampazzo (2018)

Programa/Curso:
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: unesp

Grupo de pesquisa: GAIA

Agência de fomento: CAPES FAPESP

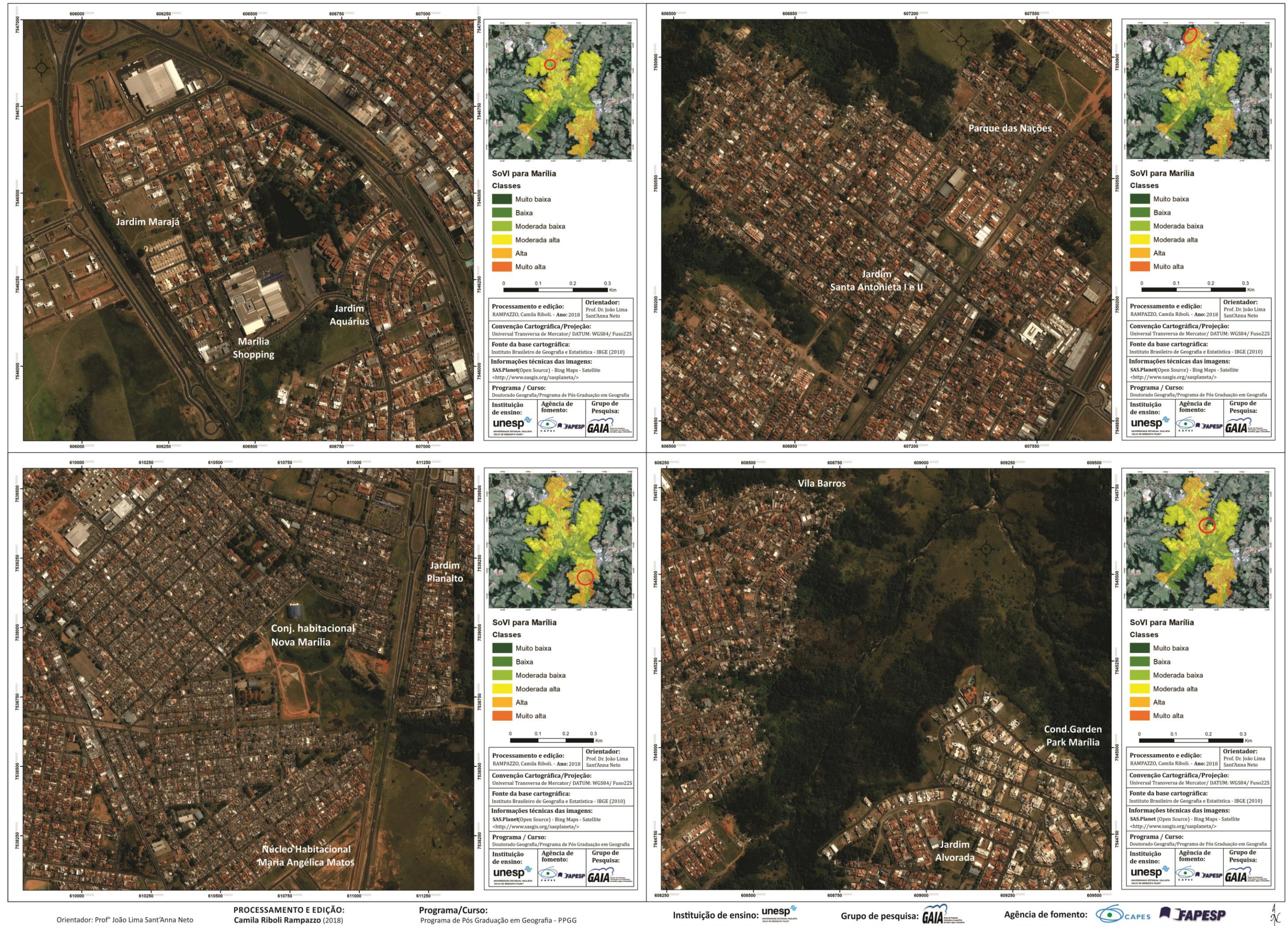


Estas questões envolvem ausência de rendimento, carência de serviços de infraestrutura básica de habitação e no ambiente (saneamento e esgoto a céu aberto), além de ocupações esparsas em Áreas de Preservação Permanente (APP). O padrão é densamento construtivo em terrenos pequenos, cobertura predominante de telha fibrocimento, arborização ausente nas ruas e “alto” e “muito alto” índice de vulnerabilidade no *SoVI*[®].

No caso de Marília há uma diversidade de componentes socioeconômicos e físico-naturais associados às diferenciações socioespaciais de padrões construtivos (Carta 11). Neste caso, são marcantes os traços da desigualdade no recorte da zona centro norte e zona leste da cidade, onde em um mesmo contexto geográfico os impactos da desigualdade social são marcados nitidamente na paisagem em espaços urbanos completamente distintos.

Os bairros Jardim Europa, Jardim Alvorada e a favela Vila Barros compreendem este recorte. A estrutura urbana deste recorte nos bairros acima mencionados traz exemplos de tipologias de ocupação de aglomerados subnormais (favelas, segundo o PLHISM (2010)) na zona centro norte e condomínios fechados horizontais de bairros residenciais com maior padrão construtivo em lotes maiores, com presença de piscinas e menor densidade construtiva (tal como o *Garden Park* Marília), característicos da zona leste da cidade de Marília. A maior diferença de padrão construtivo neste recorte da Carta 11 é a concentração de precariedades habitacionais, percentual de declividade acentuado, assentamentos com materiais construtivos inadequados, ausência de saneamento e infraestrutura básica de meio fio/guias, calçadas, pavimentação, rede de esgoto e coleta de lixo, além de baixo rendimento médio mensal e vulnerabilidade “alta” a “muito alta”. Em contrapartida os bairros residenciais de padrão mais elevado possuem qualidade no ambiente construído do entorno, saneamento, edificações em terrenos maiores com materiais construtivos adequados, área de lazer e baixo índice de vulnerabilidade social no *SoVI*[®].

A estrutura urbana, neste caso, dispõe a pobreza e a desigualdade de frente para a condição socioeconômica de riqueza material e o inverso é válido, separadas pelo fator físico-natural da escarpa e descontínuas por um abismo de desigualdades socioespaciais. É notório o dualismo na lógica de apropriação do espaço geográfico nas cidades, uma vez que de um lado é evidente o interesse na incorporação e venda da paisagem no preço da terra, ao passo que do outro lado, aquela parece ser a única opção possível de moradia, ainda que possa significar conflitos ambientais e exposição a riscos.



Orientador: Prof. João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
 Camila Riboli Rampazzo (2018)

Programa/Curso:
 Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: unesp

Grupo de pesquisa: GAIA

Agência de fomento: CAPES, FAPESP



Verifica-se na zona sul de Marília uma mudança significativa no padrão construtivo das edificações que contrastam dos bairros adjacentes, principalmente no tipo de cobertura das casas predominante de fibrocimento em terrenos menores e condições de habitação características de conjuntos habitacionais populares, tal como o Conjunto habitacional Nova Marília e Núcleo habitacional Maria Angélica Matos. Neles, o padrão construtivo é densamente edificado, arborização esparsa ou ausente com presença de precariedades na moradia e no ambiente em alguns domicílios (Carta 11).

Na zona norte do município de Marília é bem delimitado o bairro Jardim Aquáriu e Jardim Marajá e apresentam uma diferenciação que não se limita ao bairro, mas também dos empreendimentos urbanos e vias de acesso, por exemplo, a proximidade do “Marília Shopping” e localização entre a Avenida Miguel Jubran e Avenida Sanches Cibantos. Neles, o elevado padrão construtivo em terrenos grandes é somado a uma área de lazer aberta com arborização densa integrada a um lago, além de índice “muito baixo” de vulnerabilidade. As densas áreas verdes e arborização desempenham papel vital para mitigar os efeitos das ilhas de calor urbanas (*urban heat island – UHI*) (BUYADI, MOHD, MISNI, 2013, p.547).

Os bairros Parque das Nações, Jardim Santa Antonieta I e II na zona norte apresentam particularidades na estrutura urbana associada ao padrão ortogonal retangular das quadras com terrenos menores e densidade construtiva elevada, além de cobertura das edificações mista (telha cerâmica e fibrocimento) (Mapa 18). A densidade populacional é elevada, constituem núcleo de ilha de calor e apresentam “alta” vulnerabilidade (Carta 5).

Em Presidente Prudente é possível destacar o setor norte do município, por exemplo, que apresenta uma concentração de bairros residenciais populares incluindo loteamentos e conjuntos habitacionais, ambos destinados a segmentos sociais de menor renda (Carta 12). Destaca-se o bairro Residencial Cremonezi, Residencial Bela Vista I, Residencial Tapajós, o Conjunto habitacional Brasil Novo e Conjunto habitacional João Doningos Netto.

Nestes, o padrão construtivo é significativamente adensado, em terrenos menores, predomínio de cobertura de telha fibrocimento, baixa densidade de arborização urbana ou ausente, além de precariedades habitacionais em moradias semi-adequadas e/ou na qualidade do ambiente construído. Os bairros citados apresentam alta densidade populacional, vulnerabilidade “alta” a “muito alta”, e cabe ressaltar que os bairros configuraram um núcleo de ilha de calor (Mapa 19).

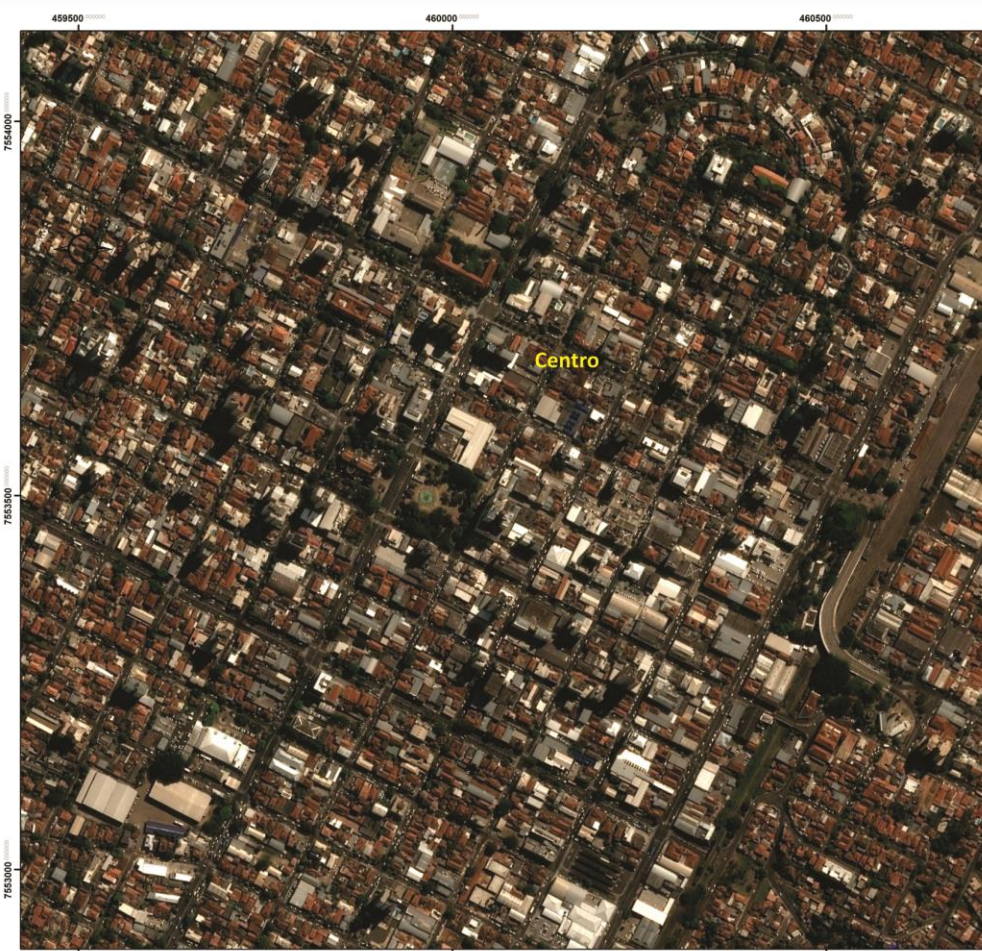


SoVI para Presidente Prudente

- Classes
- Muito baixa
 - Baixa
 - Moderada baixa
 - Moderada alta
 - Alta
 - Muito alta



Processamento e edição: RAMPAZZO, Camila Riboli. - Ano: 2015		Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: WGS84/ Fuso22S		
Fonte da base cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Informações técnicas das imagens: SAS.Planet (Open Source) - Bing Maps - Satellite <http://www.sasgis.org/sasplaneta/>		
Programa / Curso: Doutorado Geografia/Programa de Pós Graduação em Geografia		
Instituição de ensino: unesp	Agência de fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA



SoVI para Presidente Prudente

- Classes
- Muito baixa
 - Baixa
 - Moderada baixa
 - Moderada alta
 - Alta
 - Muito alta



Processamento e edição: RAMPAZZO, Camila Riboli. - Ano: 2015		Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: WGS84/ Fuso22S		
Fonte da base cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Informações técnicas das imagens: SAS.Planet (Open Source) - Bing Maps - Satellite <http://www.sasgis.org/sasplaneta/>		
Programa / Curso: Doutorado Geografia/Programa de Pós Graduação em Geografia		
Instituição de ensino: unesp	Agência de fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA

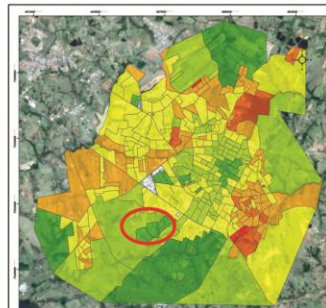


SoVI para Presidente Prudente

- Classes
- Muito baixa
 - Baixa
 - Moderada baixa
 - Moderada alta
 - Alta
 - Muito alta



Processamento e edição: RAMPAZZO, Camila Riboli. - Ano: 2015		Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: WGS84/ Fuso22S		
Fonte da base cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Informações técnicas das imagens: SAS.Planet (Open Source) - Bing Maps - Satellite <http://www.sasgis.org/sasplaneta/>		
Programa / Curso: Doutorado Geografia/Programa de Pós Graduação em Geografia		
Instituição de ensino: unesp	Agência de fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA



SoVI para Presidente Prudente

- Classes
- Muito baixa
 - Baixa
 - Moderada baixa
 - Moderada alta
 - Alta
 - Muito alta



Processamento e edição: RAMPAZZO, Camila Riboli. - Ano: 2015		Orientador: Prof. Dr. João Lima Sant'Anna Neto
Convenção Cartográfica/Projeção: Universal Transversa de Mercator/ DATUM: WGS84/ Fuso22S		
Fonte da base cartográfica: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2010)		
Informações técnicas das imagens: SAS.Planet (Open Source) - Bing Maps - Satellite <http://www.sasgis.org/sasplaneta/>		
Programa / Curso: Doutorado Geografia/Programa de Pós Graduação em Geografia		
Instituição de ensino: unesp	Agência de fomento: FAPESP	Grupo de Pesquisa: GAIA



Com padrão construtivo distinto e, portanto, relativo a outras condições socioespaciais, o recorte da zona sul de Presidente Prudente traz o exemplo de um processo de produção do espaço urbano diferenciado na dinâmica de urbanização. Isso se dá na medida em que é justamente no setor sul, no sentido inverso ao anterior, que se estabeleceram uma série de empreendimentos imobiliários residenciais tais quais condomínios fechados e bairros residenciais com padrão construtivo elevado.

Neste caso, o bairro Parque Higienópolis e os espaços residenciais fechados horizontais Parque Residencial Damha, Damha II e Damha III, Residencial Beatriz Damha e Residencial Porto Madero demarcam uma descontinuidade nos padrões de habitação e do ambiente construído no entorno (menor densidade construtiva, área de lazer, alto padrão de construção, presença de piscina, terrenos maiores, menores índices de vulnerabilidade, “baixa” a “muito baixa” e arborização densa no bairro Parque Higienópolis), além de diferenças térmicas menores, entre 4°C e 6°C. Esta tipologia de ocupação não se limita a estes empreendimentos, sendo que se repete na cidade em todos os espaços urbanos destinados a condomínios residenciais fechados, e na sua totalidade apresentam os menores índices de vulnerabilidade em Presidente Prudente (Carta 12).

O centro da cidade de Presidente Prudente, apesar de apresentar índice de vulnerabilidade “baixa” e “muito baixa” que sugere melhores condições socioeconômicas e de habitação, apresenta padrão construtivo densamente edificado destinado a uso de comércio e serviços. Isso fica evidenciado pela significativa impermeabilização do solo, verticalização, cobertura das edificações mista com predomínio de telhas metálicas, fluxo intenso de pessoas, veículos e arborização esparsa, que do ponto de vista do clima urbano contribuem para a configuração do principal núcleo de ilha de calor na área urbana.

Em se tratando de típicos bairros residenciais característicos do processo de urbanização e produção do espaço urbano da cidade de Prudente Prudente é válido considerar o padrão construtivo dos bairros Conjunto habitacional Ana Jacinta, Conjunto Habitacional Mário Amato, Jardim Prudentino, Jardim Novo Prudentino e Residencial Monte Carlo no extremo sudoeste do município. Os bairros acima mencionados no recorte da Carta 9 refletem condições de habitação em grande parte homogênea (com setores censitários pontuais de maior precariedade habitacional e de renda), padrão de construção em terrenos pequenos, cobertura de telha cerâmica, arborização esparsa e alta densidade construtiva.



Entretanto, neste caso, são os condicionantes espaciais da distância em relação ao restante do traçado urbano que delimitam as diferenciações socioespaciais, que incluem a distância do centro principal e o acesso aos espaços da cidade. Convém ressaltar que apesar da presença de áreas periurbanas e rurais no entorno com pastagens e vegetação arbustiva, o padrão construtivo nos lotes favorece o aumento das diferenças térmicas intraurbanas.

De modo geral, mesmo considerando as particularidades de organização espacial das três cidades paulistas, é possível generalizar a problematização da intencionalidade na diferenciação dos espaços intraurbanos como imanente ao processo de produção do espaço urbano, cujo resultado é a estratificação dos níveis de vulnerabilidade, das desigualdades socioespaciais e a exposição diferenciada aos riscos climáticos e climas urbanos.

Por tal pressuposto é fundamental admitir que a condição de vulnerabilidade nas cidades tenha como limiar de ruptura processos e condições que são historicamente determinadas e desigualmente distribuídas. E com isso, portanto, avançar em dois aspectos centrais, sendo o primeiro deles não presumir que o risco se restrinja a sua dimensão natural e segundo que a exposição ao risco seja atribuída às escolhas e imprevidência dos indivíduos. As três cidades são formas-conteúdo produto da lógica diferencial de produção dos espaços urbanos, que resultou historicamente em formações socioespaciais com níveis distintos de vulnerabilização. Portanto, as cidades, os setores geográficos intraurbanos possuem níveis distintos de criticidade, capacidade de suporte e condições de recompor-se dos riscos climáticos e dos perigos dos impactos do clima urbano.

Considerando que as cidades, por sua vez, são a expressão material mais impactante do processo de urbanização desigual e contraditório sobre o espaço, e que o atual modelo de urbanização global é insustentável (CARLOS, 2014; UN-HABITAT, 2016), é evidente que as cidades passem a responder, de modo mais evidente, por problemas sociais, ambientais, riscos climáticos e por condições de (des)conforto ou climas urbanos no ambiente tropical.

Por apresentar uma configuração específica em cada localidade, identificar estas particularidades pelo mecanismo de representação mapeada no território é uma forma de identificar estas componentes e presumir os níveis de vulnerabilidade, para não fomentar sua invisibilidade. Pelo contrário, ressaltar estes elementos é identificar os riscos, subsidiar e respaldar as políticas públicas com vistas a minimizar as diferenças entre os grupos sociais.



De modo geral, as particularidades na produção dos espaços urbanos das cidades funcionam como indicadores dos diferentes níveis de vulnerabilidade frente às situações de risco em áreas ambientalmente susceptíveis, pela inadequação de domicílios, à desigualdade de renda, precariedades construtivas e do ambiente construído no entorno.

Os problemas inerentes à urbanização capitalista são minimizados ou legitimados, agravados e determinados, cada vez mais, pela lógica desigual e diferenciada de produção dos espaços que ratificam a desigualdade socioespacial no espaço urbano (MARISCO, 2003; RODRIGUES, 2008, p.14). E dentre eles destacam-se àqueles relativos à segregação, diferenciação socioespacial, condições socioeconômicas, qualidade do ambiente construído e, cada vez mais, a construção social de climas urbanos (SANT'ANNA NETO, 2001).



9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A opção por utilizar o conjunto de variáveis do banco de dados socioeconômicos e demográficos do IBGE e realizar a caracterização climática e urbana do universo de análise permitiu atender ao primeiro objetivo específico, no âmbito teórico e metodológico da tese.

A análise dos episódios de variação da temperatura da superfície e Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e a aplicação da técnica geoestatísticas de modelagem da ilha de calor urbana atmosférica para as três cidades permitiu identificar a configuração dos climas urbanos a partir das ilhas de calor de superfície e atmosféricas, atendendo ao segundo objetivo específico da tese.

Em relação ao terceiro objetivo específico, as análises conjuntas das modelagens das ilhas de calor urbanas em relação aos componentes da vulnerabilização nos índices (*SoVI*[®]) elaborados e sua representação espacial em fatores foram a base que fundamentou a hipótese da tese e dimensionar o clima urbano no Sistema Clima Urbano (S.C.U.) como risco à dinâmica diferencial de produção do espaço urbano a partir dos níveis de vulnerabilidade e seletividade dos impactos climáticos ou perigo natural.

Por fim, para identificar e qualificar a natureza dos impactos de acordo com a relatividade de exposição àquelas ameaças climáticas, os locais de ocorrência e as populações vulneráveis; optou-se por qualificar a vulnerabilidade socioespacial. Isso foi desenvolvido na tese em duas etapas, a primeira foi refinar aspectos importantes quanto às questões sociais, ambientais, econômicas e urbanas das cidades, e a segunda foi a validação remota do *SoVI*[®]. A primeira foi desenvolvida através do mapeamento detalhado por setor censitário dos principais condicionantes da vulnerabilidade da população, quais foram: desigualdade social (total de domicílios particulares permanentes sem rendimento médio mensal); condições socioeconômicas (total de domicílios particulares permanentes com moradia semi-adequada); a estrutura familiar (domicílios particulares permanentes com mais de dez (10) moradores) e, a qualidade do ambiente construído (domicílios particulares permanentes alugados com existência de esgoto a céu aberto). A validação remota do *SoVI*[®] proposta por Nascimento Júnior (2018), desenvolvida na segunda etapa, permitiu identificar visualmente aspectos do sítio urbano e da morfologia do padrão construtivo e ao mesmo tempo qualificar a diferenciação socioespacial e os níveis de vulnerabilidade nos espaços intraurbanos das cidades.



Em termos metodológicos a aplicação da técnica de modelagem geoestatísticas para representação espacial das ilhas de calor urbanas foi apropriada e para estimar a temperatura do ar em pontos não mensurados em campo teve como parâmetros as classes de ocupação da terra com maiores coeficiente de correlação (R^2), a altitude, o NDVI, a temperatura de superfície dos alvos. Assim como mencionado na literatura mostrou-se uma metodologia robusta de espacialização das ilhas de calor urbanas, sobretudo por descrever a relação estatística entre variáveis geográficas independentes e a temperatura do ar.

O *Social Vulnerability Index (SoVI®)* (CUTTER *et al.*, 2003), incorporado na tese, longe de significar a metodologia ideal para a representação das vulnerabilidades socioespaciais e multidimensionalidades envolvidas na exposição aos riscos e vulnerabilização da sociedade, requer adequações, ampliação das variáveis incorporadas e, pressupõe refinamentos estatísticos. Ainda assim, considera-se que nesta tese foi uma metodologia robusta o suficiente para subsidiar e, principalmente, fundamentar a identificação da influência e condicionantes da produção do espaço nos impactos dos climas urbanos nas cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente. Além disso, considerando as análises estatísticas e a representação espacial permitiu aprofundar a identificação dos condicionantes geoambientais e socioeconômicos, somados às condições atmosféricas atuantes, que impactam com forte seletividade os espaços urbanos, os climas urbanos.

Conclui-se, igualmente, que os resultados finais discutidos nesta pesquisa demonstram a importância e necessidade de refinar as análises da exposição aos riscos climáticos urbanos nos espaços com mais altos índices de vulnerabilidade socioespacial.

A geografia estuda e interpreta a realidade e a sociedade deste modo, como desenvolvido na tese, utilizando-se da espacialidade dos fenômenos para explicar as interrelações estabelecidas entre sociedade e natureza. Tanto no processo social tendo a cidade como uma alteração do clima local pela urbanização como no clima como um fator natural, para explicar o clima urbano, ou risco, a partir da seletividade dos impactos – perigo natural – na lógica desigual de produção dos espaços, numa análise totalizante.

Tal como a evolução da própria ciência e de seus métodos, a análise dos problemas ambientais requerem categorias de análise e conceitos multidimensionais híbridos para dar conta da complexidade da relação sociedade e natureza (SUERTEGARAY, 2001; MINAYO, 2002; MARCONI e LAKATOS, 2003). Considerando-se a complexidade e importância da



temática abordada neste trabalho e dos objetivos de pesquisa estabelecidos, houve a necessidade de integrar a perspectiva analítica sistêmica e dialética.

Deste modo, os múltiplos aspectos envolvidos na relação entre clima urbano – vulnerabilidade – risco partiram do pressuposto teórico do Sistema Clima Urbano (S.C.U.), da produção do espaço urbano e, do risco climático e vulnerabilidade socioespacial entendidos no âmbito da Geografia do Clima.

Assim, nesta pesquisa a perspectiva de abordagem partiu do clima urbano como um problema eminentemente geográfico. Por isso, os impactos das ilhas de calor urbanas, não foram entendidos somente como um elemento da natureza, mas, incorporados na cidade como expressão da forma e conteúdo do fenômeno urbano, e que, assim como a cidade foram, do mesmo modo, entendidos como uma produção social.

Portanto, apesar de inerente às cidades, ainda que elas apresentem tipologia climática, sítio urbano, produção dos espaços e impactos semelhantes, os climas urbanos são diferentes. A partir dessa premissa, o estudo priorizou uma investigação sistematizada, totalizante e dialética de interpretação de como o clima urbano se constitui numa atmosfera particular em lugares com níveis de vulnerabilização socioespacial e riscos distintos, tendo como recorte territorial de investigação as cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente. Teve como principal objetivo identificar qual a relação entre as áreas de ocorrência do clima urbano a partir das ilhas de calor urbanas (ICU) à dimensão histórica da produção dos espaços urbanos para compreensão das interrelações da exposição aos riscos climáticos aos níveis de vulnerabilidade socioespacial.

A hipótese principal da tese foi a de que os diferentes níveis de criticidade e exposição aos riscos identificados são aplicáveis aos diferentes graus de tecnificação empregados nos diferentes territórios, ou seja, que há uma correspondência entre os níveis de vulnerabilidade e os espaços desigualmente construídos na configuração dos impactos climáticos urbanos. Dito de outro modo, que o clima urbano passa a ser relativo e seletivo (SANT'ANNA NETO, 2001, 2012a).

Do ponto de vista amplo, pode-se admitir que as três cidades sejam espaços urbanos que se estabeleceram sobre a lógica desigual de produção dos espaços urbanos que as efetivaram como espaços de desigualdades e vulnerabilidades socioespaciais. Por isso, ainda que se trate de cidades que mantêm uma unidade do ponto de vista climático regional, da



localização e sítio urbano, e como cidades médias, elas se distinguem pelas particularidades do processo de urbanização que constituíram sistemas técnicos incorporados com intencionalidades diferenciadas, e de modo distinto em cada espaço urbano da cidade na dinâmica histórica de produção do espaço urbano.

Por consequência, as três cidades apresentam climas urbanos específicos e exposição diferenciada aos riscos climáticos a partir dos vários níveis de vulnerabilidade socioespacial e seus componentes em cada localidade no urbano, aliados aos condicionantes geoambientais e sistemas atmosféricos atuantes. As particularidades do clima urbano nas cidades paulistas de São Carlos, Marília e Presidente Prudente se dão também mediadas pela lógica de produção do espaço urbano a que cada cidade foi submetida via diferenciação socioespacial na dinâmica de urbanização da segunda metade do século XX, cujo resultado foi a materialização na morfologia urbana da segregação e desigualdades socioespaciais, a concentração de riquezas, além de precariedades habitacionais, na qualidade do ambiente construído e condições socioeconômicas. Os climas urbanos também se particularizam de acordo com as feições climáticas em cada formação natural das unidades geomorfológicas (MONTEIRO, 1973).

No contexto atual de acirramento das transformações ambientais, as mudanças mais agressivas no ambiente urbano, associadas à urbanização e ao crescimento das cidades, tendem necessariamente a alterar o clima local para um clima urbano, como acontece nas três cidades. Como consequência, os impactos do clima urbano passam a se configurar como riscos e a maior ou menor suscetibilidade ao perigo, ou seja, o nível de vulnerabilização pode ser entendido justamente em relação às distintas formas de produção dos espaços.

Nesse aspecto, São Carlos, Marília e Presidente Prudente são similares no que tange a produção social do clima urbano (SANT'ANNA NETO, 2001) e apresentam riscos climáticos e níveis de vulnerabilização. Contudo, de acordo com cada contexto histórico de urbanização, condicionantes geoambientais, estrutura da desigualdade e fatores da vulnerabilidade socioespacial, se desenvolvem de maneira distinta. Em São Carlos e Marília, por exemplo, há maior similaridade no aspecto dos locais e fatores que determinam a condição de vulnerabilização relativa aos perigos naturais, do que em Presidente Prudente. Da mesma forma, Presidente Prudente também apresenta componentes da vulnerabilidade fortemente coesos que configuram riscos climáticos urbanos e níveis de vulnerabilização.



Desse modo, apesar da desigualdade ser o principal fator de vulnerabilização nas três cidades, a partir do contexto histórico de urbanização e a estrutura da vulnerabilidade, em Presidente Prudente, a desigualdade pôde ser qualificada em função do aspecto social (incluindo corte etário, de gênero e raciais) como primeiro fator, conjugada ao saneamento e a infraestrutura na qualidade do ambiente construído. Ou seja, em Presidente Prudente esses fatores promovem maior vulnerabilização em relação ao rendimento médio mensal (três salários mínimos) em domicílios com até dez moradores de raça parda e preta. Já em São Carlos e Marília o que se verifica é que esses fatores promovem maior vulnerabilização relativas à desigualdade racial e social (ausência de renda ou baixo rendimento médio mensal), na precarização habitacional em moradias semi-adequadas e a condição de ocupação dos domicílios (locatários em domicílios cedidos e/ou alugados).

Essa diferenciação pode ser verificada nas singularidades que determinam a vulnerabilização a partir dos fatores e dos riscos climáticos urbanos (ilhas de calor urbanas). Isso é evidentemente claro quando se trata das componentes que substanciam a vulnerabilidade social no que se refere aos fatores de faixa etária, gênero, raça/cor, riqueza material, estrutura familiar, qualidade do ambiente construído, somadas ao rendimento médio mensal, que comparecem como determinantes nas três cidades.

Em primeira instância ainda que cada cidade apresente um contexto espacial onde o perigo é produzido, forma de exposição e distribuição espacial distinta, os setores que conjugam os índices mais elevados de vulnerabilização estão situados em localidades com morfologia urbana altamente desigual, segregação socioespacial e, ambientalmente frágeis. São os grupos sociais residentes nesses locais que apresentam maior criticidade e menor disponibilidade de equipamentos e baixa capacidade de suporte - ou possibilidade, segundo Sant'Anna Neto (2008, p.61) – de defesa frente a seus impactos, dos climas urbanos.

Essa característica é evidente em Marília e São Carlos onde a configuração espacial da vulnerabilidade coincide com as áreas de aglomerados subnormais/favelas (PLHISM, 2010) e áreas de risco nas bordas das escarpas, e aos conjuntos habitacionais e bairros com habitações populares, além do agravante ambiental em áreas de (APP) (PLHISSC, 2010), respectivamente. Em Presidente Prudente, a estrutura urbana, o padrão construtivo das habitações, a infraestrutura de saneamento e a qualidade do ambiente construído comparecem como determinantes da natureza desigual dos níveis de vulnerabilidade nesta.



Em São Carlos, o processo ocorreu vinculado aos impactos do clima urbano com ilhas de calor urbanas de 7°C de intensidade cujas características do sítio urbano, notadamente os fundos de vale e cursos d'água e, principalmente, relativas à condição historicamente produzida na apropriação dos espaços urbanos em bairros populares e loteamentos de interesse social, influenciaram fortemente na formação dos núcleos das ilhas de calor.

O resultado do papel marcante dos agentes sociais na produção dos espaços da cidade foi não somente o processo de acirramento da segregação e desigualdades socioespaciais, mas a determinação das formas de ocupação da terra. Assim, enquanto o setor norte e noroeste da cidade receberam empreendimentos residenciais destinados aos segmentos sociais de maior renda; os setores sul no reverso da cuesta e extremo sul da malha urbana foram praticamente destinados à população pobre. As áreas com ocorrência de ilhas de calor coincidem grande parte aos altos níveis de vulnerabilidade em São Carlos relativos às desigualdades sociais com rendimento mensal de 1/8 a 1 salário mínimo ou ausência de rendimento, corte de raça da população jovem, e de riqueza material com predomínio de domicílios alugados com precariedade de infraestrutura e saneamento.

Marília possui componente socioeconômico e físico-natural particular na configuração dos impactos do clima urbano e elementos que qualificam os diferentes níveis de vulnerabilidade nos espaços urbanos da cidade. Além da lógica diferencial de produção do espaço urbano, o quadro natural do relevo do Planalto Residual de Marília conformou historicamente a orientação imposta de expansão urbana nos limites das cuestas basálticas ou "itambés" e a forma de ocupação dos espaços urbanos. Isso implicou no predomínio de ocupação em áreas de risco na forma de aglomerados subnormais com precariedade habitacional e baixa qualidade do ambiente construído (esgoto, iluminação pública, meio fio/guia, calçadas) nas bordas escarpadas, além de problemas de saneamento incluindo rede de água, esgoto e energia elétrica.

Assim como em São Carlos, em Marília as ilhas de calor apresentaram mais de um núcleo, com ocorrência principalmente nos setores da zona norte e zona centro norte e, na zona sul da cidade e intensidade de até 7°C nos espaços intraurbanos em relação ao entorno rural com os índices mais elevados de vulnerabilidade. O perfil dos núcleos de ilhas de calor coincidiu com tipologia de ocupação de conjuntos habitacionais e bairros populares, densamente construídos, com arborização esparsa na zona norte e centro norte e,



ocupações irregulares com precariedades habitacionais na zona centro norte com proximidade física a bairros de alto padrão construtivo na zona leste com condição de riqueza material, contudo descontínuos por inúmeras desigualdades socioespaciais. Essa dualidade na apropriação territorial em Marília é identificada também na configuração de conflitos ambientais, nos impactos climáticos, níveis de vulnerabilidade e exposição distinta a riscos. As adjacências da malha urbana no domínio das vertentes das escarpas recobertas por cobertura vegetal densa e os fundos de vale foram os locais com menor intensidade de diferenças térmicas, e funcionaram como ilhas de frescor reforçando a importância da vegetação na diminuição da temperatura do ar e no conforto térmico.

Em Presidente Prudente, onde a composição dos fatores de vulnerabilização teve forte coesão, o clima urbano apresentou impactos na forma de um núcleo consolidado de ilha de calor e mais se aproximou do perfil proposto por Oke (1974), no centro comercial da cidade (intensidade de 7°C a 9°C), densamente edificado e pouco arborizado e se estendeu ao norte e sul em áreas com alta densidade construtiva e baixa cobertura vegetal. Além do centro, bairros residenciais populares nos setores norte, oeste e sudoeste apresentaram núcleos de ilha de calor de menor intensidade (6°C a 7°C). O relevo teve papel importante na distribuição das temperaturas, principalmente nos fundos de vale com densa cobertura vegetal arbórea, que apresentaram as menores temperaturas.

A morfologia urbana constituída na dinâmica histórica de produção do espaço em Presidente Prudente foi primordial na identificação dos níveis de criticidade e exposição aos riscos climáticos. Como resultado a desigualdade social, o corte etário, de gênero, racial e estrutura familiar constituem o primeiro fator de vulnerabilização, conjugados a componente de saneamento, moradias semi-adequadas e qualidade do ambiente construído (infraestrutura de meio fio/guia, pavimentação, iluminação pública, arborização, calçada) completam os fatores principais de exposição aos riscos em Presidente Prudente. Similar às cidades de São Carlos e Marília, porém com outros elementos determinantes Presidente Prudente apresenta uma distribuição espacial marcante dos impactos do clima urbano que passa necessariamente pelos níveis mais elevados de vulnerabilidade predominantes nos setores norte, oeste, sul/sudoeste e leste da cidade.

As três cidades apresentam essas características, especificamente qualificadas e em níveis diferentes. Isso se explica num primeiro ponto pelo aspecto da própria dinâmica de



produção do espaço urbano em cada localidade, uma vez que os espaços urbanos são incorporados às cidades com diferentes intencionalidades e com um conjunto de sistemas técnicos distintos. Segundo, porque os níveis de vulnerabilidade serão relativos a cada organização do ponto anterior nos setores geográficos da cidade. Somados às características do sítio urbano, geoambientais e atmosféricas atuantes existirão nesses espaços urbanos condições distintas de capacidade de suporte do ambiente e criticidade das comunidades em criar mecanismos para lidar com esses impactos mediante aos níveis de exposição aos riscos (SANT'ANNA NETO, 2001, 2012a; SOUZA E ZANELLA, 2009).

Portanto, há uma correspondência entre os níveis de vulnerabilidade e os espaços desigualmente construídos na configuração dos impactos climáticos urbanos nas três cidades. Dito de outro modo, as singularidades na construção social dos climas urbanos são evidenciadas dentre as áreas que estejam mais suscetíveis aos perigos naturais (capacidade de suporte) e como as populações mais vulneráveis aos impactos climáticos se distribuem espacialmente (criticidade) nas cidades. Isso significa admitir que, em muitos casos, ambas as dimensões, àquela da vulnerabilidade socioespacial ou propriamente a exposição aos perigos, são determinantes no risco climático, são situações que se entrelaçam. Por isso, é certo que os processos e relações que constroem a desigualdade são fortemente determinantes nas análises dos riscos e vulnerabilidades. E como a cidade é o principal local destas transformações de modo marcante, dimensão espacial urbana é condição, é meio e é produto da lógica de produção do espaço e reprodução da sociedade (CARLOS, 2007, p. 50).

O clima urbano nestas cidades paulistas, portanto, que se constitui sobre a lógica diferencial, desigual e combinada de urbanização e de produção dos espaços torna-se mais particularizado e exprimem impactos – perigo natural - cada vez mais seletivos na dinâmica socioespacial. E é neste contexto, em que os perigos naturais se tornam relativos que eles passam a ser entendidos como risco na presente tese, e a dimensão dos impactos do clima urbano e os fatores dos diferentes níveis de vulnerabilização serão mediados pelo modo de apropriação da natureza historicamente engendrado.

A base para a construção social do clima urbano se dá a partir desses dois processos que em suma efetivam a relatividade de exposição às ameaças climáticas, tornam os impactos seletivos, localizados e passam a expressar riscos distintos, por isso admite-se que os climas urbanos como riscos sejam uma construção social.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D. S. **Formação histórica de uma cidade pioneira paulista: Presidente Prudente**. Presidente Prudente: Faculdade de Filosofia Ciências e Letras, 1972.

ABUTALEB, Khaled.; NGIE, Adeline.; DARWISH, Ahmed.; AHMED, Mahmoud.; ARAFAT, Sayed; AHMED, F. Assessment of Urban Heat Island Using Remotely Sensed Imagery over Greater Cairo, **Egypt. *Advances in Remote Sensing***, 4, (2015), p.35-47. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/ars.2015.41004>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

ACSELRAD, Henri. JUSTIÇA AMBIENTAL: Narrativas de resistência ao risco social ampliado. In: **Encontros e Caminhos: Formação de Educadoras(es) Ambientais e Coletivos Educadores**. FERRARO Jr., Luiz Antonio (org.) – Brasília: MMA, Diretoria de Educação Ambiental, 2005., p.217-228. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/educamb/_arquivos/encontros.pdf>. Acesso em: 13 agos. 2015.

ACSELRAD, Henri. Vulnerabilidade ambiental, processos e relações. In : **Comunicação ao II Encontro Nacional de Produtores e Usuários de Informações Sociais, Econômicas e Territoriais**. Rio de Janeiro: FIBGE, 2006. Disponível em: <<http://www.justicaambiental.org.br/projetos/clientes/noar/noar/UserFiles/17/File/VulnerabilidadeAmbProcRelAcselrad.pdf>>. Acesso em 19 jun. 2015.

ACSELRAD, Henri. O conhecimento do ambiente e o ambiente do conhecimento - anotações sobre a conjuntura do debate sobre vulnerabilidade. **REVISTA EM PAUTA**, (Uerj) Revista da Faculdade de Serviço Social. Rio de Janeiro, – n.32, v.11, 2013., p.113-130. Disponível em: <www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistaempauta/article/download/10158/8142>. Acesso em: 08 mar. 2015.

ACSELRAD, Henri. Vulnerabilidade social, conflitos ambientais e regulação urbana. **O Social em Questão** - Ano XVIII – n. 33 – 2015., p.57-68. Disponível em: <http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_33_1_Acserald.pdf>. Acesso em: 08 mar. 2015.

ALCOFORADO, Maria J. **O clima da região de Lisboa**. Contrastes e ritmos térmicos. Lisboa, Memórias do C.E.G, vol.15, Lisboa, 1992., 347p.

AYOADE, J. O. **Introdução à climatologia para os trópicos**. Trad. SANTOS, Maria Juraci Zani dos., 6ª. ed. - Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003.

ALEIXO, Natacha C. R. **Pelas lentes da Climatologia e da Saúde Pública: doenças hídricas e respiratórias na cidade de Ribeirão Preto/SP**. Presidente Prudente, 2012, 353p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, 2012.



ALMEIDA, Lutiane Q. Por uma ciência dos riscos e vulnerabilidades na Geografia. **Mercator**, Fortaleza, v. 10, n. 23, 2001., p. 83-99.

ALMEIDA, Lutiane Q. Porque as cidades são vulneráveis?. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral-CE, v. 13, nº 1, 2011., pp. 70-82.

AMORIM, M. C. de C. T. **O clima urbano de Presidente Prudente/SP**. (Tese de Doutorado em Geografia Física). FFLCH - Universidade de São Paulo. São Paulo, 2000. 374 p.

AMORIM, M. C. de C. T. Intensidade e forma da ilha de calor urbana em Presidente Prudente/SP: Episódios de Inverno. **Geosul**, UFSC - Florianópolis, v. 20, n. 39, p. 65-82, 2005.

AMORIM, M. C. de C. T. Climatologia e Gestão do espaço urbano. **Mercator**, número especial, dez. 2010., p.71-90.

AMORIM, M. C. de C. T. Os climas urbanos em cidades localizadas na raia divisória São Paulo - Paraná - Mato Grosso do Sul. In: **A Raia Divisória São Paulo - Paraná - Mato Grosso do Sul (cenas e cenários)**. Ed.Outras Expressões, 1.ed. São Paulo, 2011. 133-165p.

AMORIM, M. C. de C. T.; DUBREUIL, Vincent.; QUENOL, Hervé.; SANT'ANA NETO, João Lima. Características das ilhas de calor em cidades de porte médio: exemplos de Presidente Prudente (Brasil) e Rennes (França). **Revista Confins** (Paris) [Online]. v. 7, p.1-16, 2009. Disponível em: <<http://confins.revues.org/index6070.html>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

AMORIM, M. C. de C. T.; MONTEIRO, Ana. As temperaturas intraurbanas: exemplos do Brasil e de Portugal. **Revista Confins** (Paris) [Online], v. 13, p.1-18, 2011. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/7284>>. Acesso em: 12 ago. 2016.

AMORIM, M. C. de C. T.; DUBREUIL, Vincent.; CARDOSO, Renata. Modelagem espacial da ilha de calor urbana em Presidente Prudente (SP), Brasil. **Revista Brasileira de Climatologia**, Associação Brasileira de Climatologia – ABCLima, 16, 2015,. p.29-45. <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs2/index.php/revistaabclima/article/view/40585/25983>>. Acesso em: 28 mai. 2016.

AMORIM, M. C. de C. T.; DUBREUIL, Vincent. Intensity of Urban Heat Islands in Tropical and Temperate Climates. **Climate** 2017, 5, 91.

ANUNCIACÃO, Vicentina Socorro da. **O Clima Urbano de Campo Grande-MS**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 3143p. (Dissertação de Mestrado em Geografia), 2001.

ARAÚJO, Ronaldo R. **Clima e vulnerabilidade socioespacial: uma avaliação dos fatores de risco na população urbana do município de São Luís (MA)**. Presidente Prudente, 289p. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Estadual Paulista, 2014.



ARMOND, Núbia Beray. **Entre eventos e episódios: as excepcionalidades das chuvas e os alagamentos no espaço urbano do Rio de Janeiro**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, (Dissertação de Mestrado em Geografia)., 2014.

ASSIS, Eleonora Sad de. **A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória**. Maceió: ENCAC-. ELACAC, 2005., p.92-101. Disponível em: <http://www.infohab.org.br/encac/files/2005/ENCAC05_0092_101.pdf>. Acesso em: 12 out. 2016.

BARBIRATO, G. M.; SOUZA, L. C. L. de.; TORRES, S. C. **Clima e cidade: a abordagem climática como subsídio para estudos urbanos**. Maceió: EDUFAL, 2007., 164p.

BARRIOS, N. A. Z.; SANT'ANNA NETO, J. L. A circulação atmosférica no extremo oeste paulista. **Boletim climatológico**. Presidente Prudente, v.1, n.1, p.8-9, março 1996.

BARRY, Roger G.; CHORLEY, Richard J. **Atmosfera, Tempo e Clima**. Ed. Bookman. 9ªed. 2013.

BARSI, J.A.; LEE, K.; KVARAN, G.; MARKHAM, B.L.; PEDELTY, J.A. The Spectral Response of the Landsat-8 Operational Land Imager. **Remote Sens**. 2014, 6, 10232-10251.

BECCARI, Benjamin. **A Comparative Analysis of Disaster Risk, Vulnerability and Resilience Composite Indicators**. PLOS Currents Disasters. 2016. Mar 14. Edition 1. doi: 10.1371/currents.dis.453df025e34b682e9737f95070f9b970. Disponível em: <<http://currents.plos.org/disasters/article/correction-a-comparative-analysis-of-disaster-risk-vulnerability-and-resilience-composite-indicators/>>. Acesso em: 13 de agosto de 2016.

BECK, Ulrich.; GIDDENS, Anthony.; LASCH, Scott. **Modernização reflexiva: Política, tradição e estética na ordem social moderna**. São Paulo: UNESP, 1995.

BECK, Ulrich. **La sociedad del riesgo mundial: en busca de la seguridad perdida**. Traducción de Rosa S. Carbó. - Barcelona: Paidós, 2008., 332p.

BENZIE, Magnus.; HARVEY, Alex.; BURNINGHAM, Kate.; HODGSON, Nikki.; SIDDIQI, Ayesha. **Vulnerability to heatwaves and drought: adaptation to climate change**. York, UK: The Joseph Rowntree Foundation. 2011 Feb. Disponível em: <<http://www.jrf.org.uk/sites/files/jrf/climate-change-adaptation-full.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2016.

BIRKMANN, Joern. Risk and Vulnerability Indicators at Different Scales:. Applicability, Usefulness and Policy Implications. **Environmental Hazards** 7 (1), 2007., p.20–31. Disponível em: <<https://groups.nceas.ucsb.edu/sustainability-science/2010%20weekly-sessions/session-3-09.27.2010/supplemental-readings-from-princeton-group/misc-ideas-papers/Birkman%202007%20vuln%20indics%20at%20scales.pdf>>. Acesso em: 15 set. 2013.



BOIN, M. N. **Chuvas e erosões no oeste paulista: uma análise climatológica aplicada**. 2000. 264f. Rio Claro. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, 2000.

BOLETIM CLIMATOLÓGICO. Presidente Prudente: Faculdade de Ciências e Tecnologia - UNESP, ano 03, nº 04, 1999.

BRAGA, Benedito.; HESPANHOL, Ivanildo.; CONEJO, João G. L.; MIERZWA, José C.; BARROS, Mario T. L. de.; SPENCER, Milton.; PORTO, Monica.; NUCCI, Nelson.; JULIANO, Neusa.; EIGER, Sérgio. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2.ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005., p.2-6 e p.47-49.

BRANCO, Maria L. C. Algumas considerações sobre a identificação de cidades médias. In: **Cidades médias: espaços em transição**. Org. Sposito, Maria Encarnação Beltrão. 1ed. - São Paulo: Expressão Popular, 2007. p. 89-111.

BRANDÃO, Ana M. de P. M. O clima urbano da cidade do Rio de Janeiro. In: MONTEIRO. C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. 1.ed., São Paulo: Contexto, 2009, p.121-153.

BRÚSSOLO, Rafael G. **O clima urbano de Assis/SP: estudo comparativo da temperatura e umidade relativa entre a cidade e o campo**. (Monografia de bacharelado em Geografia). Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" FCT/UNESP, 2009.

BURTON, I.; KATES, R. W. & WHITE, G. F. **The environment as hazard**. New York: Oxford University, 1978. 240p.

BUYADI, Siti Nor Afzan.; MOHD, Wan Mohd Naim Wan.; MISNI, Alamah. Green Spaces Growth Impact on the Urban Microclimate. Asia Pacific International Conference on Environment-Behaviour Studies. **Procedia - Social and Behavioral Sciences** 105, 2013, p.547-557.

CAMARGO, C. E. S. **Qualidade Ambiental Urbana em Presidente Prudente/SP**. Presidente Prudente. Dissertação de Mestrado. UNESP Presidente Prudente, 2007.152p.

CAPEL SÁEZ, Horacio. El análisis morfológico y los elementos del plano de la ciudad. In: **La morfología de las ciudades**. I. Sociedad, cultura y paisaje urbano. Barcelona, 2002., p.67-94.

CAPEL SÁEZ, Horacio. **La morfología de las ciudades**. - Barcelona: Ed. del Serbal, 2002., 2 v.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. "A metrópole polifônica – poliorâmica". In: SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão (org.). **Urbanização e cidades: perspectivas geográficas**. Presidente Prudente: GASPERR/UNESP, 2001, p. 59-72.



CARLOS, Ana Fani Alessandri. **O Espaço Urbano: novos escritos sobre a Cidade.** São Paulo: Contexto, 2004, 154p.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. Diferenciação socioespacial. **Revista CIDADES**, v. 4, n. 6, 2007., p.45-60. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/revistacidades/article/view/569/600>>. Acesso em: 15 de setembro de 2013.

CARLOS, Ana Fani Alessandri. Da “organização” à “produção” do espaço no movimento do pensamento geográfico. In: **A produção do espaço urbano.** Agentes e procesos, escalas e desafios. CARLOS, Ana Fani Alessandri.; SOUZA, Marcelo Lopes de.; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. (orgs.). 1.ed., 5 impressão. – São Paulo: Contexto, 2017.p.53-73.

CERRI, L. E. S. **Riscos geológicos associados a escorregamentos:** uma proposta para prevenção de acidentes. 1993. 197 f. Tese (Doutorado em Geociências), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Univ. Estadual Paulista, Rio Claro, 1993.

CERRI, L. E. S; AMARA L, C. P. Riscos geológicos. In: OLIVEIRA, A. M. S; BRITO, S. N. A. (Org.). **Geologia de engenharia.** São Paulo: ABGE, 1998. p.301-310.

CHARDON, A. **Un enfoque geográfico de la vulnerabilidad en zonas urbanas expuestas a amenazas naturales.** El ejemplo andino de Manizales. Colombia: Editorial Centro de Publicaciones, Universidad Nacional de Colombia, Sede Manizales., 2002.

COELHO, André Luiz N. Distribuição das Classes de Temperatura de Superfície a Partir da Faixa do Infravermelho Termal do Sensor TM/Landsat-5 no Município de Vitória (ES). **Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR**, INPE. Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 2013, p.826-833.

CONSTANTINO, Norma R. T. **Rios Urbanos no Oeste Paulista.** Anais do III Seminário Nacional sobre o Tratamento de Áreas de Preservação Permanente em Meio Urbano e Restrições Ambientais ao Parcelamento do Solo. APPURBANA. Belém – UFPA., 2014, p.1-17.

CORRÊA, Roberto Lobato. Posição Geográfica de cidades. **Revista Cidades.** v.1, n.2, 2004, p.317-323.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O espaço urbano.** Série Princípios. Ed. Ática. 4ªed. 6ª impressão., 2005., 94p.

CORRÊA, Roberto Lobato. Diferenciação sócio-espacial, escala e práticas espaciais. **Revista CIDADES**, v. 4, n. 6, 2007., p.62-72. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/revistacidades/article/view/570/601>>. Acesso em: 20 de setembro de 2013.



CUI, Yu Yan.; DE FOY, Benjamin. Seasonal Variations of the Urban Heat Island at the Surface and the Near-Surface and Reductions due to Urban Vegetation in Mexico City. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**. American Meteorological Society, vol.51; 2012., p.855-868.

CUNHA, Lúcio. Vulnerabilidade: a face menos visível do estudo dos riscos naturais. In: LOURENÇO, L; MATEUS, M. **Riscos naturais, antrópicos e mistos**. Homenagem ao Professor Fernando Rebelo. Coimbra, 2013, p. 153-165.

CUNHA SOUZA, Mariana C. **Diagnóstico da qualidade ambiental nas áreas verdes públicas em Presidente Prudente (SP)**. Presidente Prudente. FCT/UNESP, 2016. (Dissertação de Mestrado).

CUTTER, Susan L.; BRYAN J. Boruff.; W. Lynn Shirley. Social Vulnerability to Environmental Hazards. **Social Science Quarterly**., 84 (2), 2003., p.242–261. doi:10.1111/1540-6237.8402002.

CUTTER, Susan L. A ciência da vulnerabilidade: modelos, métodos e indicadores. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, v. 93, n. 1, jun., 2011., p.59-70. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/rccs/165>>. Acesso em: 16 out. 2013.

CUTTER, Susan L.; FINCH, C. **Temporal and spatial changes in social vulnerability to natural hazards**. Department of Geography, University of South Carolina., 2008.

DAL POZZO, Clayton F. Dal. **Territórios de autosegregação e de segregação imposta: fragmentação socioespacial em Marília e São Carlos**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT - UNESP, Presidente Prudente, 2011. 316p.

DANNI-OLIVEIRA, Inês M. **A cidade de Curitiba e a poluição do ar: implicações de seus atributos urbanos e geoecológicos na dispersão de poluentes em período de inverno**. In: MONTEIRO. C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. 1.ed., São Paulo: Contexto, 2009., p.92-121.

DI GIULIO, G. M. **Divulgação científica e comunicação de risco: um olhar sobre Adrianópolis, Vale do Ribeira**. Dissertação de Mestrado em Política Científica e Tecnológica - Universidade Estadual de Campinas., 2006., 191p.

DORIGON, Larissa Piffer. Clima urbano em Paranavaí/PR: análise do espaço intraurbano. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 125p. (Dissertação de Mestrado em Geografia)., 2015.

DUBREUIL. Vincent.; MONTGOBERT, Marion.; PLANCHON, Olivier. Une méthode d'interpolation des températures de l'air en Bretagne: combinaison des paramètres géographiques et des mesures infrarouge NOAA - AVHRR. In: **Hommes et Terres du Nord**, 2002/1. Les échelles fines en climatologie, sous la direction de Gérard Beltrando. p.26-39.



Disponível em: <http://www.persee.fr/doc/htn_0018-439x_2002_num_1_1_2795>. Acesso em: 17 fev. 2018.

DUBREUIL, Vincent. Clima e teledetecção: uma abordagem geográfica. **Revista Brasileira de Climatologia**, Vol. 1, n. 1, 2005., p. 76-99.

DUBREUIL, Vincent; LAMY, C.; LECERF, R.; PLANCHON, Olivier. Monitoramento de secas na Bretanha: Reconstituição histórica e abordagem por teledetecção. **Mercator**. V. 9; Número especial (1), 2010., p. 107-119.

DUBREUIL, Vincent.; QUÉNOL, Hervé.; FOISSARD, Xavier.; PLANCHON, Olivier. Climatologie urbaine et îlot de chaleur urbain à Rennes. In: P. CLERGEAU (Org.) **Ville et biodiversité: les enseignements d'une recherche pluridisciplinaire**. Presses Universitaires de Rennes, 2010, p.105-122. Disponível em: <<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00653080>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

DUMKE, E. M. S. **Clima urbano/conforto térmico e condições de vida na cidade – uma perspectiva a partir do aglomerado urbano da região metropolitana de Curitiba (AU_RMC)**. 2007. Tese (Doutorado em Meio Ambiente e Desenvolvimento) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

ELIASSON, I.; JONSSON, P.; HOLMER, Bj. Diurnal and intra-urban particle concentrations in relation to windspeed and stability during the dry season in three African cities. **Environ Monit Assess.** 2009, 154: 309-324. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/5244713_Diurnal_and_intra-urban_particle_concentrations_in_relation_to_windspeed_and_stability_during_the_dry_season_in_three_African_cities>. Acesso em: 21 de março de 2015.

FANTE, Karime Pechutti.; SANT'ANNA NETO, J. L. Variabilidade da temperatura do ar em cidades interioranas do Estado de São Paulo (1961 a 2009). **Revista Geonorte**, Ed. Especial 2, v.3, n.9, p.675-687, 2012. ISSN 2237-1419. Disponível em: <<http://www.periodicos.ufam.edu.br/revista-geonorte/article/view/2530>>. Acesso em: 20 set. 2013.

FANTE, Karime Pechutti. **Variabilidade da temperatura em áreas urbanas não metropolitanas do estado de São Paulo – Brasil no período de 1961 a 2011**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 2014. (Dissertação de Mestrado em Geografia).

FERNANDES, N. F.; AMARAL, C. P. Movimentos de massa: uma abordagem geológico-geomorfológica. In: GUERRA, A. J. T; CUNHA, S.B. (Org.). **Geomorfologia e meio ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000. p.123-194.

FERNÁNDEZ, F. J.; ALVAREZ-VÁZQUEZ, L. J.; GARCÍA-CHAN, N.; MARTÍNEZ, A.; VÁZQUEZ-MÉNDEZ, M. E. Optimal location of green zones in metropolitan areas to control the urban heat island. **Journal of Computational and Applied Mathematics**, 289, 2015., p.412–425.



FERNÁNDEZ GARCÍA, F.; RASILLA ÁLVAREZ, D. Olas de calor e influencia urbana en Madrid y su área metropolitana. Heat waves in urban and suburban Madrid. **Estudios Geográficos**, LXIX, 265, julio-diciembre 2008, p. 495-518. ISSN: 0014-1496

FERREIRA, F. L.; PRADO, R. T. A. Medição do albedo e análise de sua influência na temperatura superficial dos materiais utilizados em coberturas de edifícios no Brasil. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, 2003.

FERREIRA, M.J., OLIVEIRA, A.P., SOARES, J., BÁRBARO E.W., CODATO, G., MARCIOTTO, E.R.; SILVA, M. Evolução diurna do balanço de radiação na superfície da cidade de São Paulo, Brasil. **Anais do 8º Congresso Iberoamericano de ingenieria mecanica**. Cusco, 2007.

FIALHO, Edson S. O clima e a gestão do território: O papel da defesa civil no processo de reconstrução das áreas atingidas por eventos atmosféricos extremos. **Revista Entre-Lugar**. Dourados, v. 3, n. 6, 2012a., p.85-108. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/271373168_O_CLIMA_E_A_GESTAO_DO_TERRITÓRIO_O_pApEL_DA_DEFESA_CIVIL_NO_pROCESSO_DE_RECONSTRUCAO_DAS_AREAS_ATINGIDAS_pOR_EVENTOS_ATMOSFERICOS_EXTREMOS>. Acesso em: 22/06/2016.

FIALHO, Edson S. Ilha de calor: reflexões acerca de um conceito. **ACTA Geográfica**, Boa Vista, Ed. Esp. Climatologia Geográfica, 2012b., p.61-76. Disponível em: <<https://revista.ufr.br/actageo/article/viewFile/1094/867>>. Acesso em: 22/06/2016.

FOISSARD, Xavier; QUÉNOL, Hervé; DUBREUIL, Vincent. Analyse et spatialisation de l'îlot de chaleur urbain dans l'agglomération rennaise. In: *26e colloque de l'Association Internationale de Climatologie - l'AIC*, 2013, Cotonou, Bénin. 2013., p.242-247. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <<https://hal.archives-ouvertes.fr/halshs-00861539/>> Acesso em: 10 jan. 2018.

FOISSARD, Xavier. **L'îlot de chaleur urbain et le changement climatique: application à l'agglomération rennaise**. (Tese de Doutorado). École doctorale Sciences humaines et sociales (Rennes), Littoral- Environnement- Télédétection- Géomatique / LETG - Costel (laboratoire). Université Rennes 2 Haute-Bretagne, Rennes, França. 2015. Disponível em: <<http://www.theses.fr/2015REN20027>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

FUNARI, Frederico Luiz. **O índice de sensação térmica humana em função dos tipos de tempo na Região Metropolitana de São Paulo**. São Paulo: USP – Universidade de São Paulo. (Tese de doutorado em Geografia Física)., 2006.

FUSHIMI, Melina. **Vulnerabilidade ambiental aos processos erosivos lineares nas áreas rurais do município de Presidente Prudente-SP**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" FCT/UNESP, 2012. (Dissertação de Mestrado em Geografia).



FUSHIMI, Melina.; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. Geomorfologia do município de Presidente Prudente-SP, BRASIL. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, 2011- Costa Rica II Semestre, 2011 p. 1-16.

FUSHIMI, Melina.; NUNES, João Osvaldo Rodrigues. **Mapa Geomorfológico do município de Presidente Prudente-SP**: elaboração e representação dos principais compartimentos de relevo. Anais do **XVI encontro Nacional de Geógrafos**. Porto Alegre – RS, 2010. p.1-14.; ISBN: 978-85-99907-02-3.

FREITAS, Maria Isabel Castreghini.; CUNHA, Lúcio. Cartografia da vulnerabilidade socioambiental: convergências e divergências a partir de algumas experiências em Portugal e no Brasil. urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana (Brazilian Journal of Urban Management)**, v. 5, n. 1, p. 15-31, jan./jun. 2013. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/urbe/v5n1/a03v5n1.pdf>>. Acesso em: 13 de março de 2016.

GAN, Guojun.; MA, Chaoqun.; WU, Jianhong. **Data Clustering: Theory, Algorithms, and Applications**. ASA-SIAM Series on Statistics and Applied Probability, SIAM, Philadelphia, ASA, Alexandria, VA, 2007. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/...algorithm.../Data+Clustering+Theory%2C+Algorithms%2>>. Acesso em: 15 de jan. 2016.

GARTLAND, Lisa. **Ilhas de Calor**. Como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. 1ªed, Oficina de textos, 2011.

GENCER, Ebru A. (CUDRR+R and UPAG). **How To Make Cities More Resilient. A Handbook For Local Government Leaders**. A contribution to the Global Campaign 2010-2020. Making Cities Resilient – “My City is Getting Ready!” Geneva, 2017., 122p. UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). Geneva version: United Nations Office for Disaster Risk Reduction., 2017. Disponível em: <[http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/documents/guidelines/Handbook%20for%20local%20government%20leaders%20\[2017%20Edition\].pdf](http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/documents/guidelines/Handbook%20for%20local%20government%20leaders%20[2017%20Edition].pdf)>. Acesso em: 22/08/2017.

GIDDENS, Anthony. **As conseqüências da modernidade**. Tradução Raul Fiker. - São Paulo: EDUNESP, 1991., 177p.

GIL, Antonio Carlos. Como classificar as pesquisas?. In: **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002., p.41-56.

GIVONI, B. **Climate Considerations in Building and Urban Design**. New York – USA: Vannostrand Reinhold, 1998. 463p.

GOMES, Washington Paulo.; AMORIM, M. C. de C. T.; DUBREUIL, Vincent. Modelagem da Ilha de Calor Urbana Aplicada ao Ambiente Litorâneo - Ubatuba/Brasil. **Revista do Departamento de Geografia - RDG**, v. 34, 2017., p.82-94.



GONÇALVES, N. M. S. **Impactos Pluviais e Desorganização do espaço Urbano em Salvador – BA**. São Paulo: Tese de Doutorado em Geografia Física, Universidade de São Paulo, 1992.

GONÇALVES, Neyde M. S. **Impactos pluviais e desorganização do espaço urbano em Salvador**. In: MONTEIRO, C. A. F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. 1.ed., São Paulo: Contexto, 2009, p.69-91.

GONDIM, G.M.M. Do conceito de risco ao da precaução: entre determinismos e incertezas. In: FONSECA, F. A.; CORBO, A. D. (Org.). **O território e o processo saúde-doença**. Fiocruz: Rio de Janeiro, 2007. p.87-119.

GOUVEIA, N; HAJAT S.; ARMSTRONG, B. Socioeconomic differentials in the temperature-mortality relationship in São Paulo, Brazil. **International Journal Epidemiol.**, 32.p.390-397, 2003.

HAIR, Joseph F.; ANDERSON, Rolph E.; TATHAM, Ronald L.; BLACK, William C. **Análise multivariada de dados**. Porto Alegre: Bookman, 2009. Tradução da 5ª edição americana por Adonai Schlup Sant'Anna e Anselmo Chaves Neto. 688p.

HARVEY, David. **Espaços de esperança**. São Paulo: Loyola, 2004a.

HARVEY, David. **A produção capitalista do espaço**. São Paulo: Annablume, 2004b.

HARVEY, David. **O novo imperialismo**. São Paulo: Loyola, 2004c.

HEISLER, Gordon M.; BRAZEL, Anthony J. The Urban Physical Environment: Temperature and Urban Heat Islands. In: **Urban Ecosystem Ecology**. AITKENHEAD-PETERSON, Jacqueline.; VOLDER, Astrid (Editors). American Society of Agronomy., 2010., p.29-56.

HEWITT, K. **Interpretations of calamity from the viewpoint of human ecology**. Boston: Allen & Unwin., 1983.

HONDA, S. C. A. L. **Habitação de baixa renda como produto do capital: o programa de arrendamento residencial (PAR) em Presidente Prudente**. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2011. 204 f.

HONJO, T.; NARITA, K.I.; SUGAWARA, H.; MIKAMI, T.;KIMURA, K. AND KUWATA, N. Observation of cool island effects in urban park (Shinjuku Gyoen). **XV International Conference on Urban Climates**, Warsaw, Sept., Poland, 2003., p.1- 5.

HOWARD, L. **The climate of London deduced from meteorological observations made in the metropolis and at various places around It**. 2ª ed. V.3, London: J. & A. Arch, Cornhill; Longman & Co., 1833.



HUMMELL, Beatriz Maria de Loyola.; CUTTER, Susan.; EMRICH, Christopher T. Social Vulnerability to Natural Hazards in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**. Jun2016.vol.7, p.111–122. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s13753-016-0090-9>>. Acesso em: 15 de agosto de 2016. DOI 10.1007/s13753-016-0090-9.

IKEFUTI, Priscilla V.; AMORIM, M. C. de C. T. Análise do conforto térmico em diferentes padrões de construção em Presidente Prudente/SP. In: XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada, 2009, Viçosa. **Anais XIII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, v. 1. 2009., p.1-23.

INOSTROZA, Luis.; PALME, Massimo.; de la BARRERA, Francisco. **A Heat Vulnerability Index: Spatial Patterns of Exposure, Sensitivity and Adaptive Capacity for Santiago de Chile**. PLoS ONE 11(9), 2016. e0162464. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162464>>. Acesso em: 12 de outubro de 2016.

ISMAIL-ZADEH, A.; FUCUGAUCHI, J.U.; KIJKO, A.; TAKEUCHI, K.; ZALIAPIN, I. **Extreme natural hazards, disaster risks and societal implications**. Cambridge: Cambridge University Press., 2014.

ISMAIL-ZADEH, A.; CUTTER, S. L. **Disaster risks research and assessment to promote risk reduction and management**. Paris: ICSU-ISSC AD-HOC Group on Disaster Risk Assessment., 2015. Disponível em: <http://www.icsu.org/science-for-policy/disaster-risk/documents/DRRsynthesisPaper_2015.pdf>. Acesso em: 15 de agosto de 2016.

JENSEN, J. R. **Sensoriamento Remoto do ambiente: uma perspectiva em recursos terrestres**. 2 ed. São José dos Campos: Parenteses, 2009.

JOSHI, Ram.; RAVAL, Hardik.; PATHAK, Maharshi.; PRAJAPATI, Sumit.; PATEL, Ajay.; SINGH, Vijay. Urban Heat Island Characterization and Isotherm Mapping Using Geo-Informatics Technology in Ahmedabad City, Gujarat State, India. **International Journal of Geosciences**, 6, 2015, p.274-285. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/ijg.2015.63021>>. Acesso em: 11 out 2017.

KNIGHT, Peter T. **Desenvolvimento sócio-econômico brasileiro: questões para a década de 80**. Revista de Administração de Empresas. Rio de Janeiro, 22 (3): jul./set., 1982., p.5-22.

KUMAR, Shravan; PRASAD, Thakur.; SASHIDHARAN, N. V.; NAIR, Sushma K. Heat island intensities over Brihan Mumbai on a cold winter and hot summer night. *Mausam* 2001, 52: p.703–708.

LANDSBERG, M. E. **The urban climate**. New York: Academia Press, 1981. 276p.

LEFEBVRE, Henri. **Lógica formal / lógica dialética**. Rio de Janeiro: Civilização Brasileira, 1991.



LEFEBVRE, Henri. **A produção do espaço**. Trad. Doralice Barros Pereira e Sérgio Martins (do original: *La production de l'espace*. 4e éd. Paris: Éditions Anthropos, 2000). Primeira versão: início - fev., 2006.

LIEBER, R. R. & ROMANO-LIEBER, N. S. O conceito de risco: Janus reinventado. In: MINAYO, M. C. & MIRANDA, A. C. (Orgs.) **Saúde e ambiente: estreitando nós**. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2002., p.69-111.

LIMA, Altieris P.; AMORIM, Margarete C. C. T. O clima urbano em Rosana/SP: comparações entre a cidade e o campo. **Caderno Prudentino de Geografia**. AGB Presidente Prudente, n°33, v.2, p.66-84. Ago/dez, 2011.

LIMA, Gabriela Narcizo de. **Características do clima urbano de Nova Andradina - MS**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" FCT/UNESP, (Dissertação de Mestrado em Geografia)., 2011., 174p.

LIMA, Marcia Azevedo de. **Padrões espaciais de localização dos empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida: impactos na qualidade da habitação social e satisfação dos moradores**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Faculdade de Arquitetura. Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional. (Tese de Doutorado)., 2016., 384p. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/151375>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

LIMA, Marcia Azevedo de.; LAY, Maria Cristina Dias. Padrões espaciais de localização do Programa Minha Casa Minha Vida na Região Metropolitana de Porto Alegre. **XVII ENANPUR. Desenvolvimento, crise e resistência: quais os caminhos do planejamento urbano e regional?** São Paulo, 2017., p.1-20.

LIMA, Renata P. **O processo de (des) controle da expansão urbana de São Carlos**. Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18142/tde-07042008-111630/>>. Acesso em: 05 de setembro de 2012. São Carlos, 2007.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de Calor nas Metrôpoles: O Exemplo de São Paulo**. São Paulo: Hucitec, 1985. 244p.

LOPES, António. O sobreaquecimento das cidades: causas e medidas para a mitigação da ilha de calor de Lisboa. **Revista Territorium**, Revista da Associação Portuguesa de riscos, Prevenção e Segurança, vol.(n.º15). Lousã, 2009, p.39-52. Disponível em: <https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T15_artg/T15art05.pdf>. Acesso em: 04 mai. 2016.

LOURENÇO, R. W.; LANDIM, P. M. B. **Análise de regressão múltipla espacial**. UNESP/Rio Claro. IGCE, DGA, Lab. Geomatématica. **Texto Didático 13**, 34p., 2004. Disponível em: <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/LANDIM/Texto13.pdf>>. Acesso em: 11 de agosto de 2016.



LOURENÇO, Luciano. Riscos naturais, antrópicos e mistos. **Revista Territorium**. Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. Imprensa da Universidade de Coimbra. Impactum Coimbra University Press. nº 14, 2007, p.107-111. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Territorium/numeros_publicados>. Acesso em: 23/08/2017.

LOURENÇO, Luciano.; NUNES, Adélia.; BENTO-GONÇALVES, António.; VIEIRA, António.; AMARO, António. Fernando Rebelo, pioneiro e grande impulsionador do estudo dos riscos em Portugal. **Revista Territorium**. Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança. Imprensa da Universidade de Coimbra. nº 20, 2013, p.7-18. Disponível em: <https://www.uc.pt/fluc/nicif/riscos/Documentacao/Territorium/T20_artigos/T20_Artigo01.pdf>. Acesso em: 23/08/2017.

MARCONI, Marina de A. ; LAKATOS, Eva M. **Fundamentos de metodologia científica**. - 5. ed. - São Paulo : Atlas, 2003., p.75-112 e 174-185.

MARAIS, Hein.; ZODROW, Irina.; UNISDR. **UNISDR's - 2012 Annual Report**. UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). UNISDR/GE/2013/4 – ICLUX – V1. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/33363_unisdrannualreport2012.pdf>. Acesso em: 18/08/2017.

MARANDOLA JR., E. Tangenciando a vulnerabilidade. In: HOGAN, D. J.; MARANDOLA JUNIOR, E (orgs.). **População e mudança climática: dimensões humanas das mudanças ambientais globais**. Campinas: NEPO/Unicamp; Brasília: UNFPA, 2009a, p. 29-52.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Riscos e perigos: o estudo geográfico dos natural hazards. In: **I Encontro Transdisciplinar sobre Espaço e População**. Campinas. Anais. Campinas: NEPO, ABEP (Associação Brasileira de Estudos Populacionais), 2003. 13p. Disponível em: <<http://www.abep.org.br>> Acesso em: 26 de agosto de 2017.

MARANDOLA JR., E; HOGAN, D. J. Natural hazards: o estudo geográfico dos riscos e perigos. **Ambiente & Sociedade**. Campinas, ANPPAS – Vol. VII nº. 2 jul./dez. 2004., p.95-109.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. As dimensões da vulnerabilidade. **São Paulo em Perspectiva**, v.20, n.1, 2006a., p.33-43.

MARANDOLA JR., E.; HOGAN, D. J. Vulnerabilidade do lugar vs. vulnerabilidade sociodemográfica: implicações metodológicas de uma velha questão. **Revista Brasileira de Estudos Populacionais**, Rio de Janeiro, v. 26, n. 2, jul. 2009b., p.161-181.

MELAZZO. Everaldo S. Marília: especialização industrial e diversificação do consumo. Trajetórias de uma cidade média. In: **Agentes econômicos e reestruturação urbana e regional**. Chillán e Marília. Org. Sposito, M. E. B. Elias, Denise; SOARES, Beatriz R. 2012, p.161-279.



MENESES, Paulo Roberto.; DE ALMEIDA, Tati. (orgs).; SANTA ROSA, Antonio N. de C.; SANO, Edson Eyji.; SOUZA, Edilson B. de.; BAPTISTA, Gustavo M. de M.; BRITES, Ricardo S. **Introdução ao processamento de imagens de sensoriamento remoto sensoriamento remoto**. Brasília, 2012. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/56b578c4-0fd5-4b9f-b82a-e9693e4f69d8>>. Acesso em: 08 mar. 2015.

MENDES, José. M.; TAVARES, Alexandre. O.; CUNHA, Lúcio.; FREIRIA, Susana. A vulnerabilidade social aos perigos naturais e tecnológicos em Portugal. **Revista Crítica de Ciências Sociais**, 93 Risco, vulnerabilidade social e cidadania. p. 95-128., junho 2011.

MENDONÇA, F. Aspectos da interação clima – ambiente – saúde humana: da relação sociedade-natureza à (in)sustentabilidade ambiental. **R. RA'E GA – O espaço geográfico em análise**. Editora UFPR. Curitiba, n. 4, 2000., p.85-99. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/raega/article/view/3341/2677>>. Acesso em: 28 de abril de 2016.

MENDONÇA, F. Geografia socioambiental. In: **Terra Livre – Paradigmas da Geografia I**. São Paulo, n.16 – p.139-158. 1º semestre, 2001. Disponível em: <<http://www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/viewFile/352/334>>. Acesso em: 28 de abril de 2016.

MENDONÇA, F. Riscos, vulnerabilidade e abordagem socioambiental urbana: uma reflexão a partir da RMC e de Curitiba. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Editora UFPR. Curitiba, n.10, p.139-148, jul./dez. 2004a. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/made/article/viewFile/3102/2483>>. Acesso em: 08 de janeiro de 2015.

MENDONÇA, F. A. S.A.U – Sistema Ambiental Urbano: uma abordagem dos problemas socioambientais da cidade. In: MENDONÇA, F. A. **Impactos socioambientais urbanos**. Curitiba: UFPR, 2004b. p.185-207.

MENDONÇA, F. GEOGRAFIA, GEOGRAFÍA FÍSICA E MEIO AMBIENTE: uma reflexão à partir da problemática socioambiental urbana. **Revista da ANPEGE**., v. 5, 2009., p.123-134. Disponível em: <<http://www.anpege.org.br/revista/ojs-2.4.6/index.php/anpege08/article/view/35/0>>. Acesso em: 15 abr. 2015.

MENDONÇA, F. Riscos e vulnerabilidades socioambientais urbanos: a contingência climática. **Revista Mercator**. Revista de Geografia da UFC., Vol. 9, número especial (1) dez.2010., p.153-163. Disponível em: <<http://www.mercator.ufc.br/index.php/mercator/article/view/538/303>>. Acesso em: 08 jan. 2015.

MILLS, Gerald. Urban climatology: History, status and prospects. **Urban Climate** 10, 2014., p.479-489. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.uclim.2014.06.004>>. Acesso em: 10 abr. 2016.



MINAYO, Maria Cecília de Souza. (Org.); DESLANDES, Suely Ferreira.; NETO, Otávio Cruz.; GOMES, Romeu. **Pesquisa Social**. Teoria, Método e Criatividade. – Petrópolis, RJ: Vozes, 2002. p.9-27.

MINAKI, Cíntia. **Clima urbano em cidade de pequeno porte: o caso de Guararapes/SP**. (Monografia de bacharelado em Geografia). Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 2006.

MING, Tsay Chu; TSE, William.; LIU, Horng. Estimativa de albedo, temperatura e NDVI do Estado de São Paulo através de dados AVHRR do satélite NOAA. **Anais do Congresso Brasileiro De Meteorologia**. São Paulo: IAG/USP, 1998. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/267429904_ESTIMATIVA_DE_ALBEDO_TEMPERATURA_E_NDVI_DO_ESTADO_DE_SAO_PAULO_ATRAVES_DE_DADOS_AVHRR_DO_SATELITE_NOAA>. Acesso em: 26 fev. 2018.

MIRZAEI, Parham A. Recent challenges in modeling of urban heat island. **Sustainable Cities and Society**. 19, 2015., p.200–206. Disponível em: <<https://core.ac.uk/download/pdf/82182222.pdf>>. Acesso em: 26 dez. 2017.

MOHAN, Manju.; KIKEGAWA, Yukihiro.; GURJAR, B. R.; BHATI, Shweta.; KANDYA, Anurag.; OGAWA, Koichi. Urban Heat Island Assessment for a Tropical Urban Airshed in India. **Atmospheric and Climate Sciences**, 2012, 2, p.127-138. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.4236/acs.2012.22014>>. Acesso em: 26 jan. 2018.

MONTEIRO, C. A. de F. **Análise rítmica em climatologia**. (Climatologia, 1). São Paulo: USP/IGEOG, 1971.

MONTEIRO, C. A. de F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de atlas**. São Paulo. Instituto de Geografia, Laboratório de Climatologia. Universidade de São Paulo, USP, 1973.

MONTEIRO, C. A. de F. **Teoria e clima urbano**. Série “Teses e Monografias nº 25”. São Paulo: IGEOG/USP, 1976. 181p.

MONTEIRO, C. A. de F. Some aspects of the urban climate of tropical South America: the Brazilian contribution. In: **Technical Conference on Urban Climatology and its Applications with Special Regard to Tropical Areas**, 1984, Ciudad de Mexico, Mexico. Proceedings... Geneva: WMO n.652, 1986., p.166-197.

MONTEIRO, C. A. de F. A cidade como processo derivador ambiental e a geração de um clima urbano - Estratégias na abordagem geográfica. **GEOSUL**, n.9 - Ano V – 1º semestre de 1990.

MONTEIRO. C. A. de F. Adentrar a Cidade para Tomar-lhe a Temperatura. **Revista do Departamento de Geociências - GEOSUL**. v. 1, n.9, ano V, p.57-74. Florianópolis: Editora da UFSC, (jan/jun, 1991). ISSN-0103-3964.



MONTEIRO. C. A. de F.; MENDONÇA, F. (Org.). **Clima Urbano**. 1.ed., São Paulo: Contexto, 2009.

MOREIRA, M. A. **Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 3.ed., Editora UFV., 2005., 320p.

MOURA, Marcelo de O; ZANELLA, Maria. E; SALES, M. C. L. Conforto Térmico em Fortaleza-CE. **Revista da ANPEGE**. , v.6, 2010., p.177-189.

MOURÃO, Paulo F. C. **A Industrialização do Oeste-Paulista: o caso de Marília**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia FCT/UNESP (Dissertação de Mestrado), 1994.

NICHOL, J. E. High-resolution surface temperature patterns related to urban morphology in a tropical city: A satellite-based study. **Journal of Applied Meteorology**., 35 (1), 1996., p.135-146.

NIMER, Edmond. Climatologia da Região Sudeste do Brasil. Introdução à Climatologia Dinâmica. Subsídios à Geografia Regional do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia**. Rio de Janeiro, ano 34, nº 1, p.3-191, jan./mar., 1972.

NIMER, Edmond. Climatologia do Brasil. Série Recursos Naturais e Meio Ambiente. - Rio de Janeiro, nº4, 1979, 422p.

NUCCI, João Carlos. **Qualidade Ambiental e adensamento urbano: um estudo de ecologia e planejamento da paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP)**. 2ª.ed. – Curitiba: O Autor, 2008., 150p.

NUNES, João Osvaldo Rodrigues. **Uma contribuição metodológica ao estudo da dinâmica da paisagem aplicada a escolha de áreas para construção de aterro sanitário em Presidente Prudente-SP**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 2012. Tese (Doutorado em Geografia). 209p.

NUNES, João Osvaldo Rodrigues.; FUSHIMI, Melina. **Mapa Geomorfológico do município de Presidente Prudente - SP: elaboração e representação dos principais compartimentos de relevo**. In: Anais do XVI Encontro Nacional dos Geógrafos, Porto Alegre, 2010.

NUNES, João Osvaldo Rodrigues.; FREIRE, R. PERES, I. U. Mapa geomorfológico do perímetro urbano do município de Presidente Prudente. In: **VI Simpósio Nacional de Geomorfologia/Regional Conference on Geomorphology**. Geomorfologia Tropical e Subtropical: processos, métodos e técnicas. Goiânia, 2006. Anais...CDROM.

NUNES, Marcelo. **Produção do espaço urbano e exclusão social em Marília - SP**. Dissertação de Mestrado em Geografia. FCT - UNESP, Presidente Prudente, 2007. 173p.



NUNES, Marcelo. **Mapeamento da Exclusão/Inclusão Social e Políticas Públicas para Cidades Médias: um Diagnóstico de Marília – SP.** FCT/UNESP: Presidente Prudente, 2005. (Monografia de Bacharelado)

ORHAN, O.; EKERCIN, S.; DADASER-CELIK, F. Use of Landsat Land Surface Temperature and Vegetation Indices for Monitoring Drought in the Salt Lake Basin Area, Turkey. **The Scientific World Journal**, 2014., p.1-11.

OKE, T. R. **Boundary layer climates.** London: Methuen & Co, 1978.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, v.108, n. 455, p.1-24, jan. 1984.

OKE, T. R. **Boundary Layer Climates.** 2ª.Ed. London: Routledge, 1987.

OKE, T. R. The heat island of the urban boundary layer: characteristics, causes and effects. In: **Wind Climate in Cities.** CERMAK, J. E.; et. al. (eds.) Springer, Netherlands. Kluwer Academic Publishers, 1995, p.81-107. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/281364715_The_Heat_Island_of_the_Urban_Boundary_Layer_Characteristics_Causes_and_Effects>. Acesso em: 12 dez. 2016.

OKE, T. R. Initial guidance to obtain representative meteorological observations at urban sites. **World Meteorological Organization.** Instrument and Observing Methods Report n. 81., 2006.

ORTIZ, Gislene F. **O clima urbano de Cândido Mota/SP: análise do perfil térmico e higrométrico em episódios de verão.** Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 162p. (Dissertação de Mestrado em Geografia)., 2012.

ORTIZ, Gislene F. **O clima urbano das cidades do interior do estado de São Paulo: uma análise do campo térmico de Assis, Cândido Mota, Maracá e Tarumã.** Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 354p. (Tese de Doutorado em Geografia)., 2015.

PAGE, J. K. Climate considerations and energy conservation. In: **Interactions of Energy and Climate.** BACH, W.; PANKRATH, J.; WILLIAMS, J. (Eds.) D. Reidel Publishing Company, 1980, p. 73-88.

PARKER, D. Urban Heat Island Effects on Estimates of observed climate change. **Interdisciplinary Review**, v. 1, n. 1, p. 123-133., 2010. Disponível em: <<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/wcc.21/full>>. Acesso em: 02 jun. 2016.



PAL, Swades.; ZIAUL, Sk. Detection of land use and land cover change and land surface temperature in English Bazar urban centre. **The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences**. 20 (2017)., p.125–145. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110982316301119?via%3Dihub>>. Acesso em: 03 jan. 2018.

PEDRO MIYAZAKI, Leda Correia. **Dinâmicas de apropriação e ocupação em diferentes formas de relevo**: Análise dos Impactos e da Vulnerabilidade nas cidades de Presidente Prudente/SP e Marília/SP. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 265p. (Tese de Doutorado em Geografia)., 2014.

PEREIRA, O. J. Classificação de Imagens no ArcGis 10.1. In: **Material didático do curso**: Introdução ao ArcGis 10.1 (Geobuilder®), junho, 2013. Disponível em: <<https://geotecnologias.wordpress.com/2013/06/20/classificacao-de-imagens-no-arcgis-10-1/>>. Acesso em: 09 de agosto de 2016.

PINHEIRO, Gabriela Marques. **Características dos elementos do clima entre a cidade e o campo em Euclides da Cunha Paulista /SP**. (Monografia de bacharelado em Geografia). [recurso eletrônico] Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 2009.

PITTON, S. E. C. **As cidades como indicadores de alterações térmicas**. Tese (Doutorado em Geografia Física) – FFLCH-USP. São Paulo, 1997.

PONZONI, Flávio. Jorge.; SHIMABUKURO, Yosio Edemir. **Sensoriamento remoto no estudo da vegetação**. São José dos Campos, SP. INPE-Editora Parêntese, 2007., 127p.

PORTO-GONÇALVES, Carlos Walter. **Os (des)caminhos do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 1989. 148 p.

PRADO, André Luis. Impacto, Risco ou Vulnerabilidade: uma discussão sobre instrumentos de análise urbano-ambiental. **Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**, v.20, n.27, 2º sem. 2013., p.60-77. Disponível em: <<http://periodicos.pucminas.br/index.php/Arquiteturaeurbanismo/article/view/P.2316-1752.2013v20n27p60>>. Acesso em: 29 de out. 2016.

RAO, P. K. Remote sensing of urban heat islands from an environmental satellite. **Bulletin of the American Meteorological Society**, vol. 53, 1972., p.647-648.

RAMPAZZO, Camila R. **O clima urbano em Alfredo Marcondes/SP**: uma análise dos indicadores geoambientais. (Monografia de bacharelado em Geografia). Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 2012. 219p. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/120711>>. Acesso em: 29 set. 2014.



RAMPAZZO, Camila R. **Clima e produção do espaço urbano: contribuição ao estudo da Geografia do Clima no contexto das cidades de São Carlos e Marília**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 2.V., 304p. (Dissertação de Mestrado em Geografia)., 2015. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/126529>>. Acesso em: 25 nov. 2016.

RASUL, Azad.; BALZTER, Heiko.; SMITH, Claire.; REMEDIOS, John.; ADAMU, Bashir.; SOBRINO, José A.; SRIVANIT, Manat.; WENG, Qihao. A Review on Remote Sensing of Urban Heat and Cool Islands. **Land**, 2017, 6, 38; doi:10.3390/land6020038.

REBELO, Fernando. Do ordenamento do território à gestão dos riscos naturais. A importância da geografia física salientada através de casos de estudo seleccionados em Portugal. **Territorium**, [S.l.], n. 1, p. 7-15, set. 1994. ISSN 1647-7723. Disponível em: <<http://impactum-journals.uc.pt/territorium/article/view/3618>>. Acesso em: 15 nov. 2016.

REBELO, Fernando. **Riscos Naturais e acção antrópica: estudos e reflexões**. Imprensa da Universidade de Coimbra, 2ª ed. Coimbra., 2001. 289p. ISBN 978-989-26-0467-1

REBELO, Fernando. **Geografia física e riscos naturais**. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra, 2010. 215p. ISBN 978-989-26-0188-5

REBELO, Fernando. 25 anos de dinamização dos estudos de riscos na escola geográfica de Coimbra. **Revista Inforgeo**. Número especial dos 25 anos da Associação Portuguesa de Geógrafos. Lisboa, Associação Portuguesa de Geógrafos., 2013., p.31-38.

REGO, Renato Leão., MENEGUETTI, Karin Schwabe. A respeito de morfologia urbana. Tópicos básicos para estudos da forma da cidade. **Acta Scientiarum**. Technology Maringá, v. 33 n. 2, p. 123-127, 2011.

RENCHER, Alvin C. *Methods of multivariate analysis*. 2nd edition. John Wiley and Sons, New York., 2002.

RODRIGUES, Arlete Moysés. Desigualdades socioespaciais – a luta pelo direito à cidade. **Revista CIDADES**, v. 4, n. 6, 2007., p.73-88. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/revistacidades/article/view/571/602>>. Acesso em: 20 de setembro de 2013.

RODRIGUES, Paulo Lopes. **Conforto térmico em cidades de porte médio no oeste paulista: os casos de Presidente Prudente e Marília**. (Monografia de bacharelado em Geografia). Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 2015. 113p. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/handle/11449/139233>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

ROMERO, H.; MOLINA, M.; SARRICOLEA, Pablo. E. Justicia ambiental y la relación espacial entre la concentración de contaminantes atmosféricos y la condición socioeconómica de los



habitantes de la ciudad de Santiago. Libro de resúmenes: **V Congreso interamericano de calidad del aire AIDIS**, Santiago, julio 2007.

ROMERO, Hugo; VÁSQUEZ, A. La comodificación de los espacios urbanizables y la degradación ambiental en Chile. **Scripta Nova**, Revista Electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. 9(194), Universidad de Barcelona., agosto 2005.

ROMERO, Hugo; VÁSQUEZ, A. La *Comodificación* de los Territorios Urbanizables y la Degradación Ambiental en Santiago de Chile. **Retos y Perspectivas Urbanas**. CAPEL, Horacio y Hidalgo, Rodrigo (Ed.). Departamento de Geografía de la Universidad de Barcelona e Instituto de Geografía de la Pontificia Universidad Católica de Chile., p.263-278., 2006.

ROMERO, Hugo. Comodificación, exclusión y falta de justicia ambiental. In: **Globalización y territorio en América Latina**. Ovidio Delgado Mahecha y Hellen Cristancho Garrido (Edit). Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Geografía. Biblioteca Abierta, Colección General, Serie Geografía., 2009, p.243-291. Acesso em: 30 de novembro de 2017. Disponível em: <[http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118085/Comodificacion%2C exclusion y falta de justicia ambiental.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/118085/Comodificacion%2C%20exclusion%20y%20falta%20de%20justicia%20ambiental.pdf?sequence=1&isAllowed=y)>.

ROMERO, Hugo; SALGADO, M.; SMITH, P. Cambios climáticos y climas urbanos: relaciones entre zonas termales y condiciones socioeconómicas de la población de Santiago de Chile. **Revista INVI**, Vol. 25, n°. 70, 2010, p.151-179. Disponível em: <<http://www.revistainvi.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/508/540>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2018.

ROMERO, Hugo; OPAZO, Dustyn. Ecología política de los espacios urbanos metropolitanos: geografía de la injusticia ambiental. **Revista Geográfica de América Central**. Número Especial EGAL, Costa Rica. II Semestre 2011, p.1-16. ISSN-2115-2563. Disponível em: <<http://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2470/2366>>. Acesso em: 10 de janeiro de 2018.

ROSS, Jurandir; MOROZ, Isabel C. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo**. Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FFLCH/USP-IPTFAPESP., 1997.

SACHS, Ignacy. Desenvolvimento sustentável – desafio do século XXI. **Ambiente & Sociedade** – Vol. VII n°. 2 jul./dez, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/asoc/v7n2/24699.pdf>>. Acesso em: 22/11/2017.

SAMPAIO, A. H. L. **Correlações entre o uso do solo e ilha de calor no ambiente urbano: o caso de Salvador/BA**. (Dissertação de Mestrado). São Paulo: Programa de Pós Graduação em Geografia-FFLCH/USP, 1981.

SANT'ANNA NETO, J. L. Clima e Organização do Espaço. **Boletim de Geografia**. Maringá, v. 16, 1998, p.119-131. Disponível em:



<<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/BolGeogr/article/view/12158>>. Acesso em: 13 de junho de 2014.

SANT'ANNA NETO, J. L. **História da Climatologia no Brasil**. Presidente Prudente. FCT/UNESP, 2001a. Tese (Livre Docência).

SANT'ANNA NETO, J. L. Por uma Geografia do Clima: antecedentes históricos, paradigmas contemporâneos e uma nova razão para um novo conhecimento. In: **Terra Livre**, São Paulo, n.20– p.49-62. 2º semestre, 2001b. Disponível em: <www.agb.org.br/publicacoes/index.php/terralivre/article/view/339>. Acesso em: 16 de abril de 2015.

SANT'ANNA NETO, J. L. A análise geográfica do clima: produção de conhecimento e considerações sobre o ensino. **Geografia** (Londrina) - Volume 11 - Número 2, Jul/Dez. 2002, p.321-328. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/geografia/article/view/6734>>. Acesso em: 23 de outubro de 2015.

SANT'ANNA NETO, J. L. Da climatologia geográfica à geografia do clima: gênese, paradigmas e aplicações clima como fenômeno geográfico. **Revista da ANPEGE**, v. 4, 1-18 p. 2008. Disponível em: <<http://www.anpege.org.br/revista/ojs-2.4.6/index.php/anpege08/article/download/11/pdf4B>>. Acesso em: 08 de agosto de 2016.

SANT'ANNA NETO, J. L.; TOMMASELLI, J. T. G. **O tempo e o clima de Presidente Prudente**. Presidente Prudente: FCT/UNESP, 2009.

SANT'ANNA NETO, J. L. O clima como risco, as cidades como sistemas vulneráveis, a saúde como promoção da vida. **Cadernos de Geografia**. Coimbra, FLUC, nº30/31, p.215-227., 2011/2012a. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/depgeo/Cadernos_Geografia/Numeros_publicados/CadGeo30_31/Eixo2_6>. Acesso em: 08 de agosto de 2016.

SANT'ANNA NETO, J. L.; RAMPAZZO, Camila R. Geoindicadores urbanos para o estudo dos processos termodinâmicos do clima das cidades de pequeno e médio porte. In: **Clima e gestão do território**. SANT'ANNA NETO, J. L.; AMORIM, M. C. de C. T.; SILVA, Charlei A. da (Orgs). Jundiaí, Paco Editorial: 2016. p.7-32.

SANTOS, Caio A. M. **O relevo e o sistema de afastamento e tratamento de esgoto da cidade de Marília-SP**. Dissertação (mestrado em Geografia) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia. Presidente Prudente, 2009, 192p.

SANTOS, Milton. **A Urbanização Brasileira**. 3. ed., São Paulo: Hucitec. 1996.

SANTOS, Milton. O espaço e a noção de totalidade. In: **A natureza do espaço: Técnica e tempo**. Razão e emoção. São Paulo: Hucitec, 1996. p.72-82



SANTOS, Milton. Do Meio Natural ao Meio Técnico-Científico-Informacional. In: **A natureza do espaço: Técnica e tempo. Razão e emoção.** São Paulo: Hucitec, 1996. p.233-259.

SANTOS, Milton. **Técnica, espaço, tempo.** Globalização e Meio Técnico-Científico Informacional. São Paulo: Editora Hucitec, 3.ed, 1997.

SANTOS, Milton. A produção das Formas-Conteúdo. 2ª parte. In: **A natureza do espaço. Técnica e Tempo, Razão e Emoção.** São Paulo: Editora USP/Edusp, 2002. p.113-128.

SAYDELLES, Alexandre Pistoia. **Estudo do campo térmico e das ilhas de calor urbano em Santa Maria - RS.** Dissertação de mestrado. Santa Maria/RS, 2005.

SILVA, Ardemirio de Barros. **Sistemas de informações Geo-referenciadas: Conceitos e fundamentos.** Campinas: Editora da Unicamp, 2003., 232p.

SILVA, José Borzacchiello da. Diferenciação socioespacial. **Revista CIDADES**, v. 4, n. 6, 2007., p.89-100. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/revistacidades/article/view/572/603>>. Acesso em: 15 de setembro de 2013.

SILVEIRA, Renata Dias. **Risco climático, vulnerabilidade socioespacial e eventos climáticos extremos relacionados ao calor e ao frio no estado do Rio Grande do Sul-Brasil.** Tese de doutorado em Geografia. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" FCT/UNESP. 379p. 2014.

SILVA, Edelci N. da.; RIBEIRO, Helena. Alterações da temperatura em ambientes externos de favela e desconforto térmico. **Revista Saúde Pública.** 40(4):XX-XX, 2006.

SMALL, John.; WITHERICK, Michael. **Dicionário de Geografia.** Publicações Dom Quixote. 1.ed., 1992.

SMITH, K. **Environmental hazards: assessing risk & reducing disaster.** London; New York: Routledge, 1992. 324p.

SOJA, Edward. **Geografias pós-modernas: a reafirmação do espaço na teoria social crítica.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1993.

SOUZA, Silvio Braz de.; FERREIRA, Laerte Guimarães. Análise da temperatura de superfície em ambientes urbanos: um estudo por meio de sensoriamento remoto no município de Goiânia, Goiás (2002 – 2011). **Revista Confins** [En ligne], n. 15, 2012. Disponível em: <<http://journals.openedition.org/confins/7631>>. Acesso em: 17 jul. 2016.



SOUZA, Edinilsa Ramos de. Quando viver é o grande risco-aventura. In: SPINK, Mary Jane P. **Trópicos do discurso sobre risco: risco-aventura como metáfora na modernidade tardia.** Cad. Saúde Pública. Rio de Janeiro, v.17 n.6, nov-dez, 2001., p.1291-1292.

SOUZA, Lucas B. e.; ZANELLA, Maria E. **Percepção de riscos ambientais: Teoria e Aplicações.** Fortaleza: – Edições UFC;, 2009. 240p.

SOUZA, Marcelo Lopes de. Da “diferenciação de áreas” à “diferenciação socioespacial”: a “visão (apenas) de sobrevôo” como uma tradição epistemológica e metodológica limitante. **Revista CIDADES**, v. 4, n. 6, 2007., p.101-114. Disponível em: <<http://revista.fct.unesp.br/index.php/revistacidades/article/view/573/604>>. Acesso em: 19 de setembro de 2013.

SOUZA, Marcelo Lopes. **Os conceitos fundamentais da pesquisa Sócio-espacial.** 1.ed. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013., 320p.

SPINK, Mary Jane P. Trópicos do discurso sobre risco: risco-aventura como metáfora na modernidade tardia. **Cad. Saúde Pública.** Rio de Janeiro, v.17 n.6, nov-dez, 2001., p.1277-1311.

SPOSITO, Eliseu Savério. **Geografia e filosofia.** Contribuição para o ensino do pensamento geográfico. São Paulo: Editora UNESP, 2004. p.23-82.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **O chão em Presidente Prudente: A lógica da expansão territorial urbana.** 1983, 230p. Dissertação – Departamento de Geografia Humana e Regional, IPEAPPUNESP, Rio Claro.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **O chão em pedaços: urbanização, economia e cidades no Estado de São Paulo. Presidente Prudente,** 2004. 508 p. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Ciências e Tecnologia, UNESP.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Capitalismo e urbanização.** Núcleos urbanos na história. Revolução Industrial e urbanização. A cidade moderna: para onde?. Pensando a Geografia., 1ª.ed. – São Paulo: Contexto, 2012., 80p. (Repensando a Geografia).

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão.; GÓES, Eda Maria. **Espaços fechados e cidades: insegurança urbana e fragmentação socioespacial.** 1.ed. – São Paulo: Editora Unesp, 2013., 359p.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. A produção do espaço urbano: escalas, diferenças e desigualdades socioespaciais. In: **A produção do espaço urbano.** Agentes e procesos, escalas e desafios. CARLOS, Ana Fani Alessandri.; SOUZA, Marcelo Lopes de.; SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. (orgs.). 1.ed., 5 impressão. – São Paulo: Contexto, 2017.p.123-145.

STEINKE, Ercília Torres. **Climatologia fácil.** São Paulo: Oficina de Textos, 2012, 144p.



SUERTEGARAY, D. M. A. Espaço Geográfico Uno e Múltiplo. **Scripta Nova. Revista Eletrônica de Geografia y Ciencias Sociales**. Universidad de Barcelona., n°93, 2001., 11p. Disponível em: <<http://www.ub.edu/geocrit/sn-93.htm>>. Acesso em: 16 de junho de 2016.

SUERTEGARAY, Dirce M. A.; NUNES, João Osvaldo R. A natureza da Geografia Física na Geografia. São Paulo. **Revista Terra Livre**. n°17., 2º semestre, 2001., p.11-24. Disponível em: <<https://web.ua.es/va/giecryal/documentos/documentos839/docs/a-natureza-da-g-f-na-geografia.pdf>>. Acesso em: 15 jun. 2016.

SUTTON, Philip W. **Nature, Environmental and Society**. Basingstoke, Hampshire: Palgrave MacMillan, 2004. xi, 216p. (SOCIOLOGY FOR A CHANGING WORLD). ISBN 9780333995686

SWYNGEDOUW, Erik. A cidade como um híbrido: natureza, sociedade e urbanização “cyborg”. In: ACSELRAD, Henri. **A duração das cidades**. Rio de Janeiro: D, P. & A, 2001, p.83-104.

TAHA, Haider. Urban climates and heat islands: albedo, evapotranspiration, and anthropogenic heat. **Energy and Buildings**, 25, 1997., p.99-103. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778896009991>>. Acesso em: 28 jul. 2016.

TARIFA, José R. Análise comparativa da temperatura e umidade na área urbana e rural de São José dos Campos (SP) – Brasil. **Geografia**. Rio Claro, v.2, n°4, p.59-80, 1977.

TAVARES, A. C. A abordagem climática local: o exemplo de Campinas-SP. **Boletim de Geografia Teórica**. Rio Claro, v.7, n.14, p.61-86, 1977.

TEIXEIRA, Danielle C. F.; AMORIM, M. C. C. T. Ilhas de calor: representações espaciais de cidades de pequeno porte por meio de modelagem. **Geosp – Espaço e Tempo (Online)**, v. 21, n. 1, p.239-256, mês. 2017. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.r/geosp/article/view/113406>>. Acesso em: 22 dez. 2017.

TERESHCHENKO, Iryna E.; FILONOV, Anatoliy E. Air temperature fluctuations in Guadalajara, Mexico, from 1926 to 1994 in relation to urban growth. **International Journal of Climatology**., 2001, 21: p.483–494. DOI: 10.1002:joc.602.

TOLENTINO, M. **Estudo crítico sobre o clima da região da São Carlos**. São Carlos: EdUFscar. (Concurso de Monografias Municipais)., 2007., 78p.

TRIVIÑOS, Augusto Nivaldo Silva. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. – São Paulo: Atlas, 1987., p.116-174.

TUBELIS, A.; NASCIMENTO, F. J. L. do. **Meteorologia Descritiva**. Nobel, São Paulo., 1980. 374p.



UGEDA JÚNIOR, José C. **Clima urbano e planejamento na cidade de Jales-SP**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, 373p. (Tese de Doutorado em Geografia)., 2011.

VARELLA, Carlos Alberto A. **Análise de Componentes Principais. Análise Multivariada Aplicada as Ciências Agrárias**. Seropédica – RJ, 11/12/2008. Disponível em: <<http://www.ufrj.br/institutos/it/deng/varella/Downloads/multivariada%20aplicada%20as%20ciencias%20agrarias/Aulas/analise%20de%20componentes%20principais.pdf>>. Acesso em: 09 de maio de 2015.

VARNES, D. J. **Landslide hazard zonation: a review of principles and practice**. Paris: Unesco, 1985.

VEIGA, José Eli da. **Desenvolvimento sustentável: o desafio do século XXI.**, 3ª.ed. Rio de Janeiro: RJ: Garamond Universitária, 2008. 226 p.

VEYRET, Yvette. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007.

VEYRET, Yvette.; RICHEMOND, N Meschinet de. O risco, os riscos. In: VEYRET, Y. (Org.) **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo: Contexto, 2007., p. 23-79.

VIANA, Simone S. M. **Caracterização do clima urbano em Teodoro Sampaio/SP**. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” FCT/UNESP, (Dissertação de Mestrado em Geografia)., 2006.

VIANA, Simone S. M.; AMORIM, M. C. de C. T. O conforto térmico nas escolas estaduais de Presidente Prudente/SP. **Revista Formação**, n.20, volume 2 – 2013., p.100-139. <<https://www.revista.fct.unesp.br/index.php/formacao/article/download/2147/2402>>. Acesso em: 26 jun. 2016.

VIANELO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991., 449p.

VILLAÇA, Flávio. São Paulo: segregação urbana e desigualdade. **Estudos Avançados** 25 (71), 2011., p.37-58.

VILLAÇA, Flávio. **Reflexões sobre as cidades brasileiras**. São Paulo: Studio Nobel, 2012., 295p.

VILLANUEVA-SOLIS, Jorge. Urban Heat Island Mitigation and Urban Planning: The Case of the Mexicali, B. C. Mexico. **American Journal of Climate Change**, 6, 2017, p.22-39. Disponível em: <<https://doi.org/10.4236/ajcc.2017.61002>>. Acesso em: 26 jun. 2016.



VOOGT, James A. **Urban Heat Islands: Hotter Cities.**, 2004. Disponível em: <<http://www.actionbioscience.org/environment/voogt.html>> Acesso em: 16 mar. 2017.

VOOGT, James A.; OKE, T. R. Thermal remote sensing of urban climates. **Remote Sensing of Environment**, Elsevier Inc., n°. 86, 2003, p.370-384. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0034425703000798>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

WARK, D. Q.; YAMAMOTO, G.; LIENESCH, J. Methods of estimating infrared flux and surface temperature from meteorological satellites. **Journal of the Atmospheric Sciences**. 1962, 19, p.369–384.

WENG, Qihao.; Lu, D.; Schubring, J. Estimation of land surface temperature—Vegetation abundance relationship for urban heat island studies. **Remote Sens. Environ.** 2004, 89, p.467–483.

WENG, Qihao. Thermal infrared remote sensing for urban climate and environmental studies: Methods, applications, and trends. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, 64: p.335–344, 2009. Disponível em: <<http://isu.indstate.edu/qweng/ISPRS-Weng-09.pdf>>. Acesso em: 10 jan. 2018.

WHITACKER, A.; MIYAZAKI, V. O estudo das formas da cidade no âmbito da Geografia Urbana. Apontamentos metodológicos. **Revista de Geografia e Ordenamento do Território**. n.2 (Dezembro). Centro de estudos e Ordenamento do Território. Lisboa/Porto: 2012., p.307-327.

WHITEHAND, J. W. R. British urban morphology: the Conzenian tradition. **Urban Morphology**. School of Geography and Environmental Sciences, University of Birmingham, UK, 2001, 5 (2): 103-109. Disponível em: <http://www.urbanform.org/online_public/>. Acesso em: 14 mai. 2016.

WISNER, B. Who? What? Where? When? in an emergency: notes on possible indicators of vulnerability and resilience: by phase of the disaster management cycle and social actor. In: PLATE, E. (Ed.), **Environment and Human Security: Contributions to a Workshop in Bonn, Germany, 2002.**, p. 12/7–12/14.

WISNER, B., BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. **At risk: Natural hazards, people's vulnerability, and disasters**, 2nd. London and New York: Routledge., 2004.

ZANDONADI, Júlio C. **Novas Centralidades e novos Habitats: caminhos para a fragmentação urbana em Marília (SP)**. Dissertação de Mestrado em Geografia. Presidente Prudente. Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho FCT/UNESP., 2008. 253p.



ZANELLA, Maria Elisa.; CLAUDINO - SALES, V. Considerações sobre o clima urbano frente às emendas propostas à lei do uso e ocupação do solo na cidade de Fortaleza - CE. In: **Anais do V Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**, 2002. CD ROM.

ZANELLA, Maria Elisa. **Inundações urbanas em Curitiba/PR**: impactos, riscos e vulnerabilidade socioambiental no bairro Cajuru. Curitiba, 2006. 256p. Tese de doutorado – Universidade Federal do Paraná, UFPR.

ZANGALLI Jr., Paulo C., SANT’ANNA NETO, J. L. Os riscos climáticos e a mercantilização da natureza na era do aquecimento global: o papel da mídia. **Multidimensão e territórios de risco**. Guimarães, Imprensa da Universidade de Coimbra; RISCOS – Associação Portuguesa de Riscos, Prevenção e Segurança, 2014, p.575-578. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Paulo_Cesar_Zangalli_Junior/>. Acesso em: 10 de outubro de 2016.

ZAVATTINI, João Afonso. **Estudos do clima no Brasil**. - Campinas: Alínea, 2004. 398p.

ZHOU, Bin.; RYBSKI, Diego.; KROPP, Jürgen P. The role of city size and urban form in the surface urban heat island. **Nature Research Journal. Scientific Reports 7, Article number: 4791**. DOI: 10.1038/s41598-017-04242-2. ISSN 2045-2322 (online), 2017. p.1-9. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/s41598-017-04242-2>>. Acesso em: 07 de julho de 2017.

DEMAIS REFERÊNCIAS

1ª ETAPA DO RELATÓRIO DE REVISÃO DO PLANO DIRETOR DO MUNICÍPIO DE SÃO CARLOS, aprovado em 2005 pela Lei Municipal nº 13.691, 2010, 139p.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. IBGE Cidades@, 2010. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 06 de janeiro de 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de influência das cidades – REGIC**, 2008. Acesso em: 10 de janeiro de 2015. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/PZEE/_arquivos/regic_28.pdf>.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Regiões de influência das cidades – REGIC**, 2008. Acesso em: 23 de março de 2016. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/geociencias/geografia/regic.shtm>>.

IPCC. Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. **Sumário para os formuladores de políticas**. Aprovado formalmente na 10ª sessão do Grupo de Trabalho I do IPCC, Paris, fevereiro de 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch>>. Acesso em: 20 de junho de 2013.



IPEA - Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. In: ANDRADE, T. A.; SERRA, R. V. (org.) **Cidades médias brasileiras**. Rio de Janeiro: IPEA, 2001. p.1-34.

LANDSAT PROJECT SCIENCE OFFICE (2002), Landsat 7 Science Data User's Handbook. Goddard Space Flight Center, NASA, Washington, DC. Disponível em: <http://ltpwww.gsfc.nasa.gov/IAS/handbook/handbook_toc.html>. Acesso em: 22 fev. 2015.

MAPA DE ABAIRRAMENTO DE MARÍLIA. Prefeitura de Marília. Disponível em: <http://www.marilia.sp.gov.br/prefeitura/wp-content/uploads/2014/02/ANEXO3-MARILIA_ABAIRRAMENTO.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

MAPA DE ZONEAMENTO DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO. Prefeitura Municipal de Presidente Prudente. Secretaria Municipal de Planejamento, desenvolvimento urbano e habitação. Disponível em: <www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=39667>. Acesso: 20 jan. 2016.

MARÍLIA. SMPU/PMM. **Plano Diretor do município de Marília** aprovado em 2006.

MARÍLIA. PMM e SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO URBANO. **PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE MARÍLIA**. PLHISM. Diagnóstico. Relatório Final, 2010. Disponível em: <<http://www.marilia.sp.gov.br/prefeitura/downloads/plhis/diagnostico.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2014.

PLANTA DO SISTEMA VIÁRIO. Prefeitura Municipal de Presidente Prudente. Secretaria Municipal de Planejamento, desenvolvimento urbano e habitação. Escala 1:17.500,. 2007. Disponível em: <www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=39665>. Acesso em: 20 jan. 2016.

RELATÓRIO DA UN-HABITAT "**Urbanization and development: emerging futures. World Cities report**" (2016, p.41) pelo Programa das Nações Unidas Sítio eletrônico: <<http://wcr.unhabitat.org/>>. Informações no arquivo de acesso disponível em: <<http://wcr.unhabitat.org/wp-content/uploads/sites/16/2016/05/WCR-%20Full-Report-2016.pdf>>. Acesso em: 25 de setembro de 2016.

SÃO CARLOS. SMH DU/PMSC. **Plano Diretor do município de São Carlos** aprovado em 2005.

SÃO CARLOS. PMSC. **PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE SÃO CARLOS**. PLHISSC. Etapa 2: Diagnóstico. Relatório Final, 2010. Disponível em: <http://www.saocarlos.sp.gov.br/images/stories/pdf/2015/PROHAB/PLHISSC_parte2_final.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2014.



UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). UNISDR's - 2012 Annual Report. MARAIS, Hein. UNISDR/GE/2013/4 – ICLUX – V1. Disponível em: <http://www.unisdr.org/files/33363_unisdrannualreport2012.pdf>. Acesso em: 18/08/2017.

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). Disponível em: <www.unisdr.org>. Acesso em: 21/08/2017.

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). **Global assessment report on disaster risk reduction (GAR15). Making development sustainable: The future of disaster risk management.** Geneva: United Nations Office for Disaster Risk Reduction., 2015. Acesso em: 07/03/2016.

UNISDR - United Nations International Strategy for Disaster Reduction – UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). **Disaster risk reduction – highest priority for WMO.** *World Meteorological Organization (WMO - Weather - Climate - Water)* Disponível em: <<http://www.unisdr.org/partners/united-nations/wmo>>. Acesso em: 21/08/2017.

UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction). **How To Make Cities More Resilient. A Handbook For Local Government Leaders.** A contribution to the Global Campaign 2010-2020. Making Cities Resilient – “My City is Getting Ready!” Geneva, 2017., 122p. GENCER, Ebru A. (CUDRR+R and UPAG). Disponível em: <[http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/documents/guidelines/Handbook%20for%20local%20government%20leaders%20\[2017%20Edition\].pdf](http://www.unisdr.org/campaign/resilientcities/assets/documents/guidelines/Handbook%20for%20local%20government%20leaders%20[2017%20Edition].pdf)>. Acesso: 22/08/2017.



APÊNDICES



APÊNDICE I

CARACTERIZAÇÃO URBANA E ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO SÍTIO URBANO DE SÃO CARLOS/SP: hipsometria, declividade e orientação das vertentes.

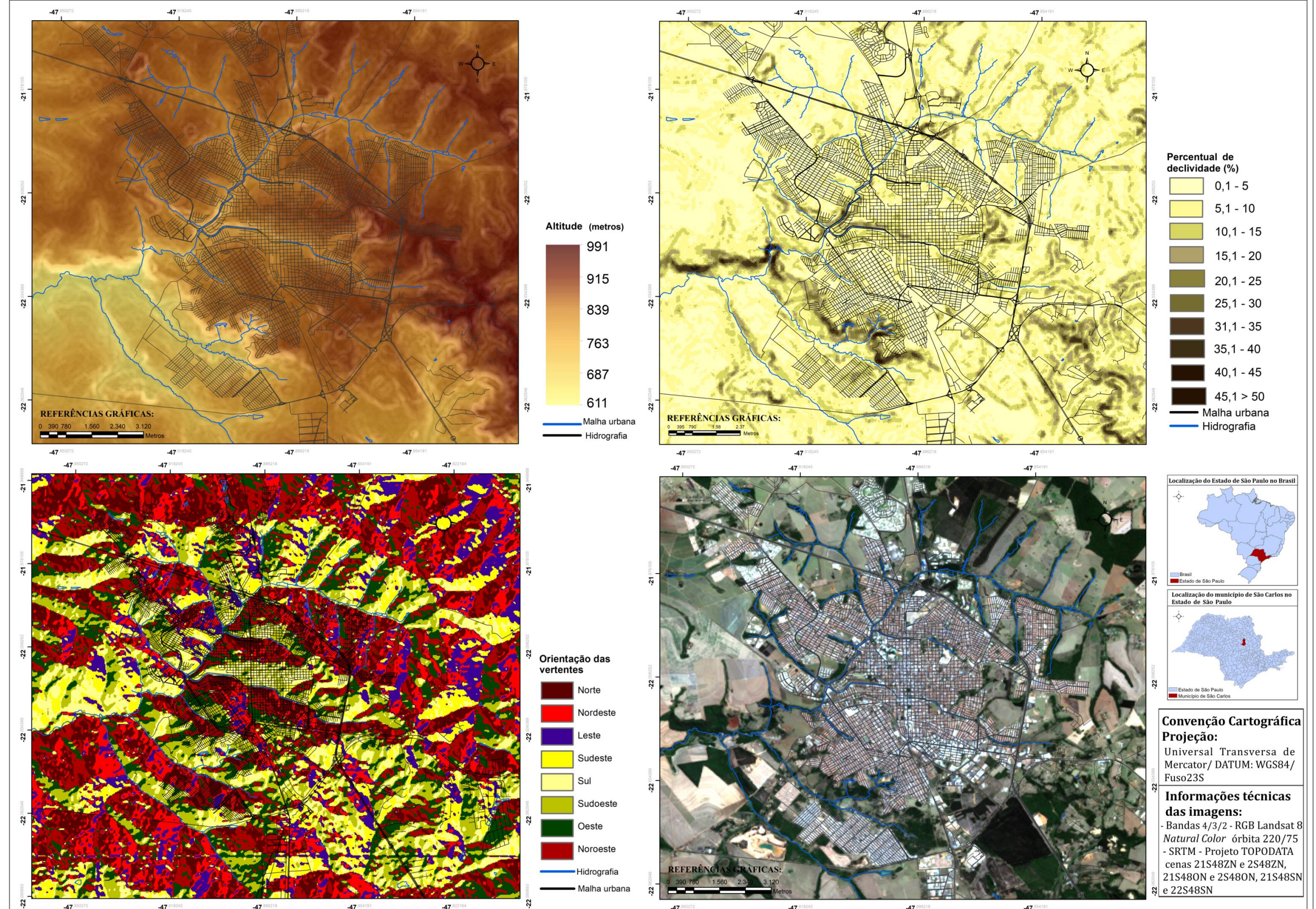
Em análise específica das características do relevo de São Carlos a partir da Carta 13 que apresenta a variação altimétrica, os percentuais de declividade e as orientações das vertentes da cidade nota-se que a média de altitude é de 860m, sendo a máxima de aproximadamente 920m e a mínima 720m de altitude. Os setores com sítio urbano mais elevado localizam-se no sentido leste na malha urbana variando de 900 a 920 metros.

A localização da maior extensão do núcleo urbano sobre o Planalto Residual de São Carlos no reverso da cuesta é delimitada pela cuesta basáltica (altitude entre 800 e 900m) associada ao Vale do Monjolinho. O Córrego do Monjolinho é o principal que assume importância significativa na constituição do relevo urbano e periurbano de São Carlos uma vez que perpassa a malha urbana da cidade desde os limites nordeste a norte da Rodovia Washington Luiz, na altura dos bairros Residencial Itamarati, Parque do Espreado e da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) seguindo em sentido oblíquo ao traçado urbano no sentido norte-oeste.

Neste percurso integra o tributário Córrego do Tijuco Preto (em partes com canalização fechada no sentido leste da malha urbana) e o Córrego do Gregório dois afluentes importantes na configuração da paisagem da cidade associados ao Vale do Monjolinho que segue seu curso no sentido sudoeste do traçado urbano denominado Córrego do Monjolinho. Em toda a extensão subjacente do sítio urbano da cidade existe um grande número de nascentes de córregos que, quando no espaço intraurbano encontram-se drenados ou canalizados.

Os setores da cidade com altitudes mais baixas correspondem na malha intraurbana no reverso da cuesta aos cursos d'água como, por exemplo, em toda extensão do Córrego do Monjolinho, Córrego do Gregório e Córrego do Tijuco Preto, referentes aos fundos de vale, com variação altitudinal em torno de 800 a 820 metros. Também delimita a variação altitudinal na malha urbana, porém no sentido sul subjacente ao reverso da cuesta, o Córrego da Água Quente que demarca as bordas da cuesta basáltica do Planalto Residual de São Carlos no extremo sul do traçado urbano e neste caso a altitude média é de 700 a 720 m.

RELEVO: hipsimetria, declividade e orientação das vertentes do sítio urbano e periurbano da cidade de São Carlos/SP



Orientador: Profª João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
Camila Riboli Rampazzo (2014, 2018)

Programa/Curso:
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: **unesp**

Grupo de pesquisa: **GAIA**

Agência de fomento: **CAPES** **FAPESP**



A hidrografia da cidade também é relevante porque corresponde aos locais com maior declividade na área urbana associada aos fundos de vale com percentuais entre 10% e 20%, principalmente, sendo mais acentuada na confluência do Córrego do Gregório e Córrego do Monjolinho (onde a altitude é menor entre 779 e 805 m). Já no extremo sul onde coincide com as bordas da cuesta a declividade é acentuada com percentuais superiores a 20%, predominantemente de 30% a 40%, com extremos de 45% nas proximidades da Avenida Integração de acesso dos bairros no extremo sul a maior extensão da malha urbana sobre o planalto residual. As demais áreas da malha urbana da cidade possui declividade em torno de 5% a 10% notadamente nos setores norte, nordeste, noroeste e setor sul no reverso da cuesta.

Ainda no extremo sul da malha urbana os bairros Cidade Aracy I, Cidade Aracy II (declividade pouco mais acentuada entre 15% e 20%), Antenor Garcia e Presidente Collor ocorre significativa diminuição altitudinal variando de 740 a 800 metros e declividade de 5%.

A conformação do sítio urbano da cidade referente à declividade e altitude define a orientação das vertentes em relação à incidência diária de insolação e direção dos ventos. No tocante as características identificadas da morfologia do sítio urbano de São Carlos verifica-se que há um predomínio de vertentes voltadas para os sentidos Sul/Sudoeste e Norte/Nordeste, sendo que estão dispostas justamente nas duas vertentes dos fundos de vale dos córregos urbanos. Deste modo, as vertentes orientadas para Sul/Sudoeste situam-se contrárias às vertentes situadas a Norte/Nordeste estando os cursos d'água entre as mesmas. Também há um padrão de orientações de vertentes voltadas para leste e oeste identificados nas cores roxa e verde, respectivamente, porém encontram-se dispersas na malha urbana.



Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em São Carlos

O mapa temático 11 de definição detalhada dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em São Carlos foi elaborado por Rampazzo (2015) utilizando imagens do Google Earth (2014) com resolução espacial em nível do lote. As classificações foram definidas em função da ocorrência das classes estabelecidas e a atribuição de uma cor para cada um dos padrões urbanos para representação visual.

Ao final da classificação, foram definidas vinte classes (Quadro 8), sendo elas:

Quadro 8: Classes definidas em função das variáveis densidade de ocupação, tipo de cobertura e arborização da área urbana de São Carlos		
Classes definidas dos padrões urbanos	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização ausente	Densamente edificado/Telha Mista/ Arborização esparsa
	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização densa	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica/Arborização ausente
	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica/Arborização densa
	Densamente edificado/ Telha Fibrocimento/Arborização ausente	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica/Arborização esparsa
	Densamente edificado/Telha/ Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/ Telha Fibrocimento/Arborização esparsa
	Densamente edificado/Telha Metálica/ Arborização ausente	Baixa densidade de edificação/ Telha Metálica/ Arborização ausente
	Densamente edificado/Telha Metálica/ Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/ Telha Metálica/ Arborização densa
	Densamente edificado/Verticalizado/ Telha Cerâmica/Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/Telha Metálica/ Arborização esparsa
	Densamente edificado/Verticalizado/ Telha Mista/Arborização esparsa	Arborização densa
	Densamente edificado/Telha Mista/Arborização ausente	Arbustos

Elaboração: A autora (2015, p.120).



Quanto aos padrões identificados no mapa 11, destaca-se, por exemplo, os grandes setores geográficos em alaranjado com alta densidade construtiva, cobertura de cerâmica e arborização esparsa que se apresentam: grande parte no setor leste (bairros⁷² Vila Santo Antonio, Vila Nery, áreas tradicionais próximas ao centro antigo de São Carlos), nordeste (Jardim São João Batista, Jardim dos Coqueiros, Residencial Itamarati, Jardim Munique) e sudoeste da malha urbana no reverso da cuesta (Vila Bella Vista, Vila Boa Vista 1 e Vila Boa Vista 2). No setor norte anterior a Rodovia Washington Luiz destacam-se os bairros Cidade Jardim, Jardim Paulistano, Jardim Nova Santa Paula com este padrão urbano.

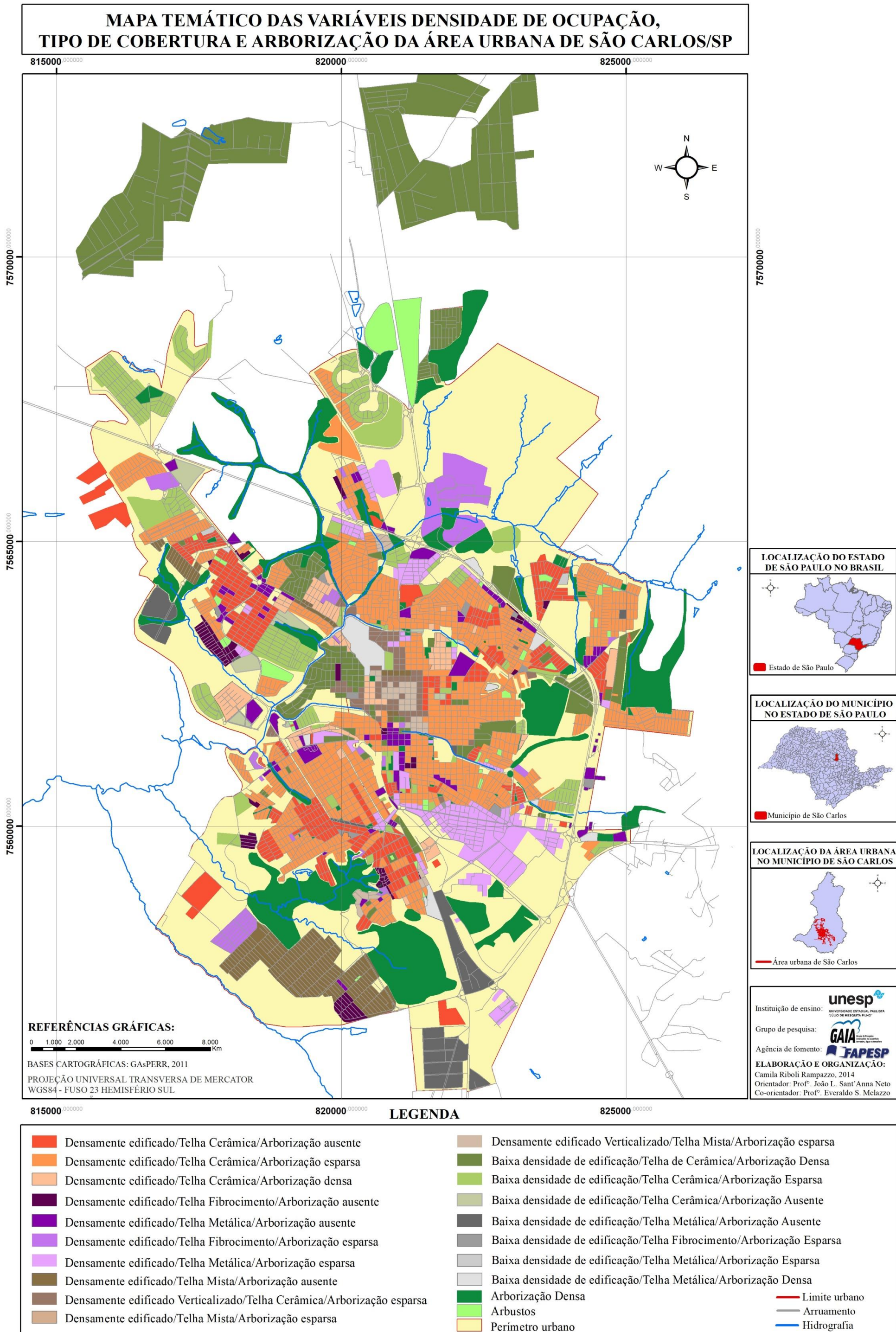
O centro de São Carlos apresentou padrão densamente construído com verticalização, telha cerâmica ou na classe de cobertura mista e arborização esparsa justamente pela presença de atividades de comércio, serviços e ocupação residencial.

As classes com arborização densa, telha cerâmica e, baixa ou densamente edificadas situaram-se predominantemente no setor oeste nas proximidades da Universidade de São Paulo – USP Campus de São Carlos e no setor norte abaixo da Rodovia nos bairros Parque Santa Marta e Parque Santa Elisa. Baixa densidade construtiva, cobertura das edificações de cerâmica e arborização esparsa é recorrente nas imediações do padrão anterior, tal como nos bairros Jardim Alvorada, Jardim Planalto e Paraíso.

Os padrões de baixa densidade construtiva associados à telha cerâmica e arborização densa ou esparsa foram expressivos também no extremo norte da malha urbana em bairros com ocupação recente, sobretudo a partir dos anos 2000 onde predominam condomínios residenciais fechados tais como o Cond. Res. Village São Carlos I, Cond. Res. Village São Carlos II, Cond. Parque Res. Damha I, Cond. Parque Res. Damha II e Cond. Parque Res. Damha III. Os bairros Jardim Embaré e Jardim Vista Alegre a norte da Rodovia Washington Luiz também apresentaram padrão de baixa densidade construtiva com telha cerâmica e arborização esparsa. No extremo sul da malha urbana abaixo do reverso da cuesta apresentou padrão de cobertura mista das edificações (predominantemente de fibrocimento), e de cobertura de fibrocimento, além de arborização ausente.

⁷² Foi adotada a divisão de unidades administrativas de bairros oficiais apresentadas no **Mapa de Ruas e bairros** disponibilizado pela Prefeitura Municipal de São Carlos, disponível em: <<http://geo.saocarlos.sp.gov.br/habitacao/files/plots/maps/0001-1.pdf>>. (Anexo A). Acesso: 12 de abr 2015. Devido à necessidade de orientar a localização geográfica dos bairros foram adotados os sentidos norte, sul, leste, oeste, noroeste, nordeste, sudeste, sudoeste, centro, centro-norte, extremo norte, extremo sul, que se referem a **setores geográficos** da cidade indicando particularidades ambientais e/ou urbanas.

Mapa 11. Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em São Carlos/SP.



Elaboração: RAMPAZZO (2015)



Este setor geográfico da cidade de São Carlos é composto por bairros implantados por volta de 1982, segundo o PLANO LOCAL DE HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL DE SÃO CARLOS - PLHISSC (2010, p.49) e integra os bairros Cidade Aracy I, Cidade Aracy II, Antenor Garcia e Presidente Collor.

As áreas enquadradas na classe densamente construída com cobertura de cerâmica e arborização ausente se apresentaram dispersas na malha urbana, porém predominaram no sentido sul/sudoeste entre os bairros Vila Boa Vista, Vila Sonia e Jardim Cruzeiro do Sul e, na orientação noroeste no Parque Santa Felícia, São Carlos I, São Carlos II e São Carlos III.

Áreas com cobertura metálica, e padrão densamente construído e arborização esparsa encontram-se distribuídos predominantemente no sentido sudeste no reverso da cuesta nos bairros Jardim São Paulo, Parque São José e Vila Santa Isabel. E o padrão densamente construído com cobertura metálica e arborização ausente se distribuem pontualmente na malha urbana com predominância, por exemplo, nas proximidades do centro antigo em direção a Vila Monteiro e Vila Lutfalla. Este padrão é recorrente nas imediações das áreas densamente construídas e/ou nas proximidades do centro.



APÊNDICE II

CARACTERIZAÇÃO URBANA E ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO SÍTIO URBANO DE MARÍLIA/SP: hipsometria, declividade e orientação das vertentes.

Segundo Ross e Moroz (1997)⁷³ o complexo paisagístico da compartimentação do relevo do sítio urbano da cidade de Marília localiza-se na Morfoestrutura da Bacia Sedimentar do Paraná (1º Táxon) e na Morfoescultura, assim como a cidade de São Carlos, situa-se no Planalto Ocidental Paulista (2º Táxon), precisamente no Planalto Residual de Marília. A cidade está situada no substrato rochoso da Formação Marília - pertencente ao Grupo Bauru do Cretácio Superior -, que oferece sustentação à morfologia do Planalto Residual de Marília.

Segundo Ross e Moroz (1997) o platô é delimitado por uma escarpa festonada e abrupta que foi esculpida em arenitos carbonáticos pertencentes à Formação Marília. O Planalto Residual de Marília apresenta uma paisagem de planaltos com altitudes médias entre 500 e 600 metros de relevo talhado nas camadas sedimentares. As formas de relevo predominantes são colinas com topos aplainados, convexos e tabulares que constituem o típico relevo tabuliforme que se constituem a partir dos depósitos de tálus no sopé das escarpas no Planalto de Marília (SANTOS, 2009, p.48).

Segundo Santos (2009, p.47) a maior distinção entre a unidade geomorfológica do Planalto de Marília e o Planalto Ocidental Paulista na fisionomia da paisagem se dá primeiramente em relação à disposição das camadas horizontalmente em direção ao centro da bacia que constituem o relevo tabuliforme e, segundo em termos climáticos devido à alternância de climas secos e úmidos associados a longos períodos erosivos sob a resistência litológica do arenito na formação Marília que concede ao Planalto de Marília característica de constante evolução (SANTOS, 2006, p.53-55).

Em análise específica das características do relevo de Marília a partir da Carta 14 é possível identificar a variação altimétrica, os percentuais de declividade, as orientações das vertentes e a composição natural que diferencia os espaços urbanos e rurais. A identificação dos bairros, o arruamento, a delimitação das zonas e direção dos prolongamentos referentes à cidade de Marília, citados nas descrições dos itens a seguir, podem ser verificados no Mapa

⁷³ ROSS, Jurandir; MOROZ, Isabel C. Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FFLCH/USP-IPT FAPESP. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.**, 1997. Escala 1:500.000.



de zoneamento da cidade de Marília⁷⁴ do Plano Local de Habitação de Interesse Social de Marília – PLHISM (2010, p.217) (em Anexo B) (PLHISM, 2010, p.217).

As características altimétricas de Marília possui ligação direta com a forma e eixos de expansão da malha urbana da cidade visto que a unidade geomorfológica do Planalto Residual de Marília com escarpas abruptas delimita os sentidos e limites do traçado viário até as bordas das escarpas. A distribuição altitudinal é singular uma vez que possui padrão geral de elevação no sentido sul para o centro e, diminuição gradativa suave até os demais eixos de expansão até as bordas escarpadas e rampas de colúvio.

Nota-se que a média de altitude é de 650m, sendo a máxima de aproximadamente 680m e a mínima 600m de altitude. Os setores com sítio urbano em altitudes mais elevadas localizam-se em toda a extensão dos sentidos na zona sul (saída para Ourinhos pela Rodovia Transbrasiliana - 153), na zona central e zona oeste (saída para Assis) com variação altimétrica de 660 e 680 m. Já os sentidos de expansão da malha urbana para a zona leste e zona norte apresentam variação de altitude entre 610 e 650m sendo as menores altitudes predominantes nas bordas das escarpas e no extremo norte da área urbana.

Grande parte do traçado urbano na zona leste (bairro Aeroporto e Altaneiras) e zona norte (destacam-se os bairros JK, Jânio Quadros, Figueirinhas, Bandeirantes e bairro Santa Antonieta) apresentam altitude entre 610 e 630 metros.

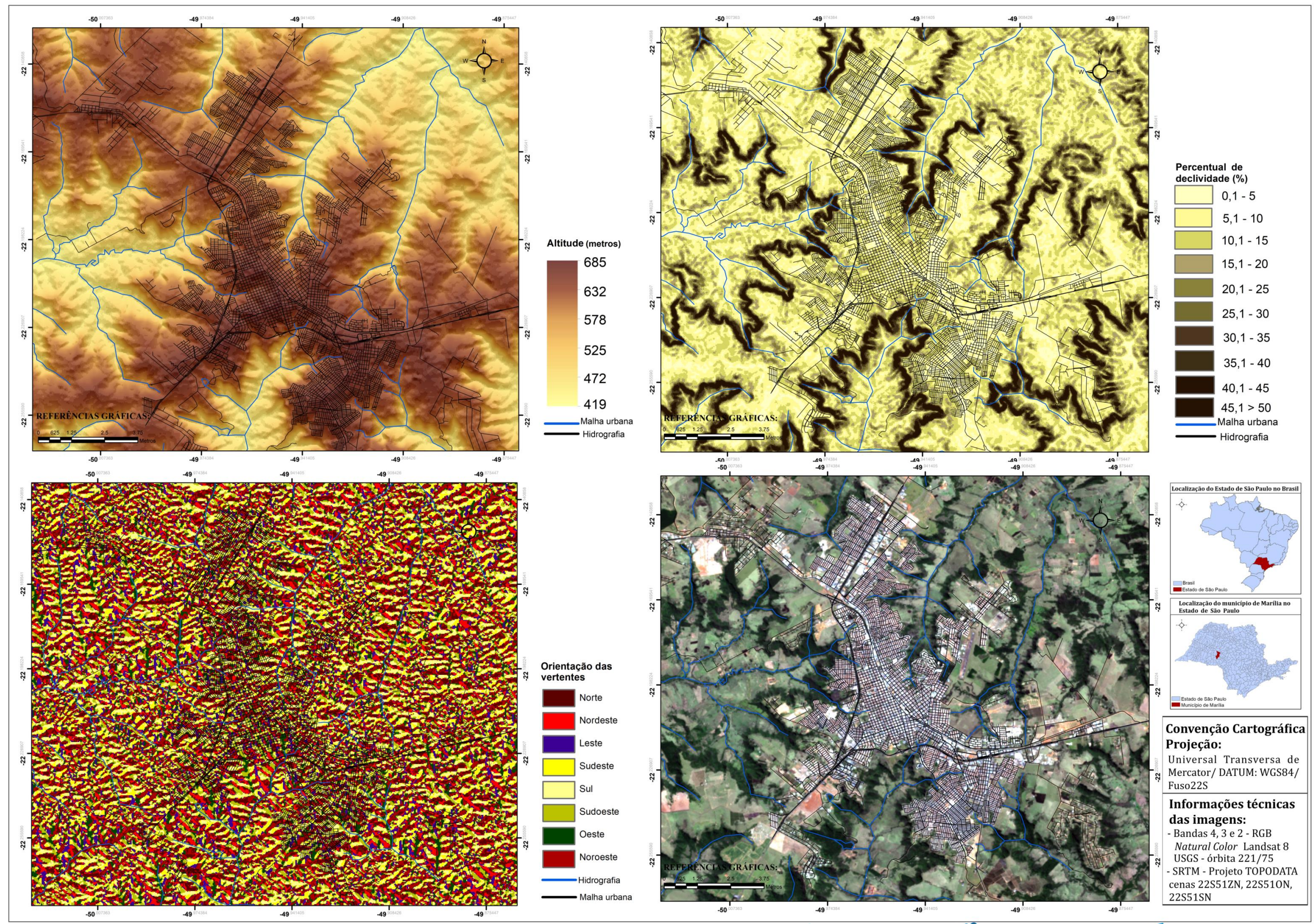
A malha urbana de Marília não possui Córregos e afluentes que influenciem diretamente nas características da morfologia e paisagem, pois o relevo tabuliforme e as escarpas abruptas e festonadas esculturam os principais vales de drenagens nos tálus, assim as nascentes dos cursos d'água situam-se predominantemente nas encostas das escarpas.

Em relação à declividade no Planalto de Marília, em termos regionais, nota-se segundo Sallum e Suguio (2009, p.91) que as maiores declividades se configuram na zona norte devido à constituição da bacia do Rio do Peixe. Já na zona sul apresenta menor declividade associada à unidade hidrográfica da bacia do Rio Paranapanema.

⁷⁴ Foi adotada a divisão de **zonas oficiais** apresentadas no Mapa de Zoneamento das Cidades do Plano Local de Habitação de Interesse social de Marília – PLHISM (2010) (Relatório Final de diagnóstico) que subdivide a cidade em 5 grandes zonas, sendo elas: Zona norte, Zona oeste, Zona leste, Zona central (esta zona se subdivide em zona centro norte, centro leste, centro oeste e centro sul) e Zona sul disponível em: <<http://www.marilia.sp.gov.br/prefeitura/downloads/plhis/diagnostico.pdf>>. Além de referenciar as zonas serão referenciados os **bairros** da cidade utilizando o **Mapa de Abairramento de Marília** disponibilizado pela Prefeitura de Marília. Disponível em: <http://www.marilia.sp.gov.br/prefeitura/wp-content/uploads/2014/02/ANEXO3-MARILIA_ABAIRRAMENTO.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016.

RELEVO: hipsimetria, declividade e orientação das vertentes do sítio urbano e periurbano da cidade de Marília/SP

A
N



Orientador: Prof^o João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
Camila Riboli Rampazzo (2014, 2018)

Programa/Curso:
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: unesp

Grupo de pesquisa: GAIA

Agência de fomento: CAPES FAPESP



Diferente dos padrões verificados em São Carlos, como não há influência direta da hidrografia, mas sim da compartimentação geomorfológica na variação altitudinal da malha urbana de Marília, a declividade também apresenta características distintas. Neste caso, destaca-se que como grande parte da malha urbana possui cotas altimétricas entre 620 e 660 metros, a declividade varia em torno de 5 – 10% com aumento percentual gradual de 10 – 15% até as rampas escarpadas. Verificam-se superfícies de aplainamento em partes da zona sul e leste na malha urbana associadas à diminuição da declividade.

Segundo Nunes (2012) os maiores percentuais de declividades ocorrem justamente nos limites do Planalto de Marília, associados aos morrotes alongados e espigões, colinas médias e escarpas festonadas (NUNES, 2011)⁷⁵. Declividades superiores a 30% limitam-se as bordas das escarpas e aos vales das drenagens que formam rampas junto à escarpa que são recobertas por taludes cujo sentido de formação é de baixo para cima conforme a deposição de materiais – configuram as rampas de colúvio.

A declividade e o relevo, portanto, na cidade de Marília são fatores que delimitam o traçado da malha urbana o que impacta diretamente nas formas de apropriação da terra na dinâmica de produção social do espaço urbano. Inclusive, com a apropriação do quadro natural pelo mercado imobiliário, ocorre a valorização de setores geográficos e a segregação social materializada por empreendimentos residenciais destinados a segmentos de maior ou menor poder aquisitivo.

Na carta 14 consta também o mapa de orientação das vertentes da área urbana e periurbana de Marília, porém a princípio não é possível estabelecer padrões de inclinação das vertentes em relação ao ângulo aparente de incidência predominante de radiação solar. No caso das particularidades das características geomorfológicas do sítio urbano da cidade de Marília é suposto que isso acontece devido a não ocorrência de variação significativa nas cotas altimétricas e no percentual de declividade na malha urbana adensada. Ficando estes gradientes diretamente vinculados às bordas íngremes escarpadas que delimitam a geometria urbana da cidade de Marília. Além disso, por se tratar de um imageamento e captação passiva da resposta da superfície pelo sensor remoto via satélite, podem ocorrer avarias associadas à influência direta das escarpas com declividade inclusive superior a 90%.

⁷⁵ Informações sistematizadas das notas de aulas ministradas pelo Prof. Dr. João Osvaldo Rodrigues Nunes, em trabalho de campo nas cidades de Marília e Echaporã, referente à disciplina "Geomorfologia" junto ao Curso de Graduação em Geografia/bacharelado da FCT-UNESP. Presidente Prudente, 2011.



Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em Marília

O mapa temático 18 de definição detalhada dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em Marília também foi elaborado por Rampazzo (2015).

Ao final da classificação, o mapa foi definido em dezoito classes (Quadro 9) em que:

Quadro 9: Classes definidas em função das variáveis densidade de ocupação, tipo de cobertura e arborização da área urbana de Marília		
Classes definidas dos padrões urbanos	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização ausente	Densamente edificado/Telha Mista/ Arborização ausente
	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização densa	Densamente edificado/Telha Mista/ Arborização esparsa
	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica/Arborização ausente
	Densamente edificado/ Telha Fibrocimento/Arborização ausente	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica/Arborização densa
	Densamente edificado/ Telha Fibrocimento/Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica /Arborização esparsa
	Densamente edificado/Telha Metálica/ Arborização ausente	Baixa densidade de edificação/ Telha Metálica/ Arborização ausente
	Densamente edificado/Telha Metálica/ Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/Telha Metálica/ Arborização esparsa
	Densamente edificado/Verticalizado/ Telha Cerâmica/Arborização esparsa	Arborização densa
	Densamente edificado/ Verticalizado/ Telha Cerâmica/Arborização ausente	Arbustos

Elaboração: A autora (2015, p.138).

Os padrões urbanos identificados no mapa 12 representados por cores na cidade de Marília referem-se, por exemplo, aos setores geográficos representados em alaranjado com alta densidade construtiva, cobertura das edificações em cerâmica e arborização esparsa predominantemente distribuídos no centro à esquerda da Avenida Castro Alves e principalmente ao entorno da Av. Santo Antonio e; à direita das Avenidas República e



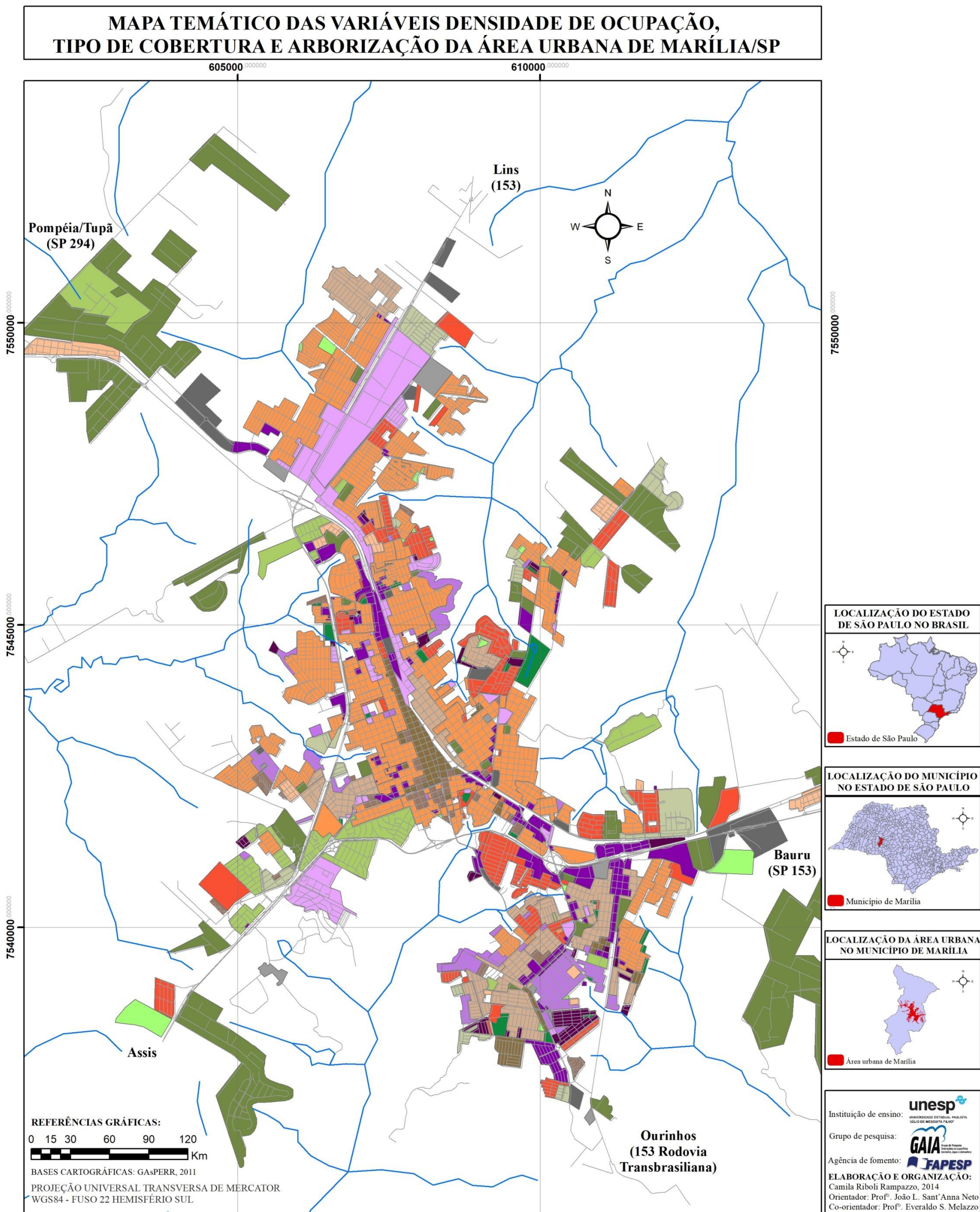
Vicente Ferreira. Este padrão se apresenta grande parte na zona centro oeste, zona centro leste, zona centro norte, na zona oeste na altura do bairro Bandeirantes e, na zona norte (nos bairros Santa Antonieta, JK, Jânio Quadros, Figueirinhas) (PLHISM, 2010, p.217).

Associado a distribuição espacial do padrão anterior, de forma conjunta, observa-se no entorno das faixas centrais destas Avenidas, com destaque para a Av. Sampaio Vidal, Av. São Luís, Av. Castro Alves à esquerda e Av. Pedro de Toledo, que há um predomínio de coberturas mistas (majoritariamente associadas à telha mista – alternando fibrocimento, cerâmica e metálica) e metálicas vinculadas a usos do solo destinados a comércio e serviços.

A zona central de Marília foi enquadrada na classe densamente edificada, telha mista e arborização ausente. Este setor geográfico apresenta uso do solo destinado principalmente a atividades de comércio e serviços (escolas de ensino básico e superior, públicas e privadas; Centros de ensino tal como SENAI, escolas de línguas; e demais serviços). É evidente nesta zona central a ausência de vegetação. As classes com verticalização também estão distribuídas na zona central (zona centro sul e centro oeste), associadas à alta densidade de edificação, cobertura cerâmica e arborização ausente ou esparsa são verificados no decorrer das Avenidas Rio Branco no cruzamento com a Av. Sampaio Vidal e, entre as Avenidas Sampaio Vidal e Av. Santo Antonio na altura da zona central. Já o padrão densamente edificado com telha mista arborização esparsa situaram-se predominantemente na zona sul e nos arredores da zona central em direção aos sentidos da zona leste e zona oeste, pontualmente (PLHISM, 2010, p.217).

Ainda em relação às características de padrão urbano na zona sul da malha urbana de Marília sentido saída para Ourinhos (153 Rodovia Transbrasiliana) e, as características da zona leste sentido Bauru (SP 153), observam-se a constituição do uso do solo bastante variada, com predomínio de alta densidade construtiva e telha mista ou fibrocimento (notadamente na zona sul nos bairros Núcleo Habitacional Nova Marília, Jardim Nacional, Parque das Azaléias, Jardim Esplanada), além de interstícios com cobertura metálica associada a usos comerciais e de serviços assim como instituições públicas e privadas (tal como o DAEE). Ao entorno da Rodovia Transbrasiliana e Rodovia Comandante João Ribeiro de Barros na zona leste altura dos bairros Jardim das Indústrias e Parque das Esmeraldas compreende um setor densamente edificado, com presença significativa de coberturas metálicas e arborização ausente.

Mapa 12. Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em Marília/SP.



LEGENDA

	Densamente edificado/Telha Cerâmica/Arborização ausente		Densamente edificado Verticalizado/Telha Cerâmica/Arborização ausente
	Densamente edificado/Telha Cerâmica/Arborização esparsa		Baixa densidade de edificação/Telha de Cerâmica/Arborização Densa
	Densamente edificado/Telha Cerâmica/Arborização densa		Baixa densidade de edificação/Telha Cerâmica/Arborização Esparsa
	Densamente edificado/Telha Fibrocimento/Arborização ausente		Baixa densidade de edificação/Telha Cerâmica/Arborização Ausente
	Densamente edificado/Telha Metálica/Arborização ausente		Baixa densidade de edificação/Telha Metálica/Arborização Ausente
	Densamente edificado/Telha Fibrocimento/Arborização esparsa		Baixa densidade de edificação/Telha Metálica/Arborização Esparsa
	Densamente edificado/Telha Metálica/Arborização esparsa		Arborização Densa
	Densamente edificado/Telha Mista/Arborização ausente		Arbustos
	Densamente edificado Verticalizado/Telha Cerâmica/Arborização esparsa		
	Densamente edificado/Telha Mista/Arborização esparsa		
			Arruamento
			Hidrografia

Elaboração: RAMPAZZO (2015)



No prolongamento da malha urbana sentido Assis na zona oeste (PLHISM, 2010, p.217) destaca-se grandes setores com baixa densidade de edificação, telha cerâmica, mista e metálica. Neste setor geográfico verifica-se o padrão de ocupação da terra de condomínios residenciais fechados do tipo chácaras com arborização densa. Estes empreendimentos fazem o uso direto do contexto natural das escarpas que agregam valor a paisagem.

Na zona norte do traçado urbano no sentido Lins (153 Rodovia Transbrasiliana) há um predomínio de adensamento construtivo com cobertura das edificações de telha cerâmica nos bairros residenciais a norte da Av. Antonieta Altenfelder e a sul da Rua Benedito Alves Delfino. Entre estes bairros (Santa Antonieta, Altos do Palmital com uso predominante residencial), há extensa área do Distrito Industrial destinada à atividade do ramo produtivo de portas e janelas de aço e de alumínio vinculada a planta fabril da empresa Sasazaki com padrão urbano densamente edificado com cobertura metálica e arborização esparsa. Ainda na zona norte, porém em direção à saída Pompéia/Tupã (SP 294) o padrão urbano recorrente é de uso residencial com condomínios fechados tipo chácaras com baixa densidade de construção, cobertura de telha cerâmica e arborização densa.

No sentido leste/nordeste há um predomínio de bairros residenciais de baixa e alta renda, sendo que os bairros residenciais populares são densamente construídos com telha cerâmica e arborização esparsa a ausente e os setores de alta renda referem-se a um conjunto de condomínios residenciais fechado, com elevado padrão construtivo e arborização densa. Ainda neste eixo a paisagem é valorizada no âmbito da moradia pela presença do Bosque municipal Rangel Peitraróia, seguindo a Av. Brigadeiro Eduardo Gomes (PLHISM, 2010, p.217).



APÊNDICE III

CARACTERIZAÇÃO URBANA E ANÁLISE GEOAMBIENTAL DO SÍTIO URBANO DE PRESIDENTE PRUDENTE/SP: hipsometria, declividade e orientação das vertentes.

O surgimento do núcleo urbano da cidade de Presidente Prudente, não fugiu a regra da maior parte das cidades do oeste paulista, associadas à chegada da Estrada de Ferro Sorocabana (Alta Sorocabana) e a inserção da atividade cafeeira na região. De acordo com Amorim (1993), as características do relevo (Carta 15) foram determinantes no processo de ocupação do solo e direcionou a localização do núcleo urbano inicial da cidade quando da sua integração ao processo produtivo e econômico do Estado.

Segundo Nunes, Freire, Perez (2006, p.8), o núcleo urbano da cidade de Presidente Prudente se constituiu nas áreas de topo suavizado do espigão divisor de águas entre as bacias hidrográficas dos Rios do Peixe e Rio Santo Anastácio (Carta 15), no setor leste em relação aos limites da malha urbana atual.

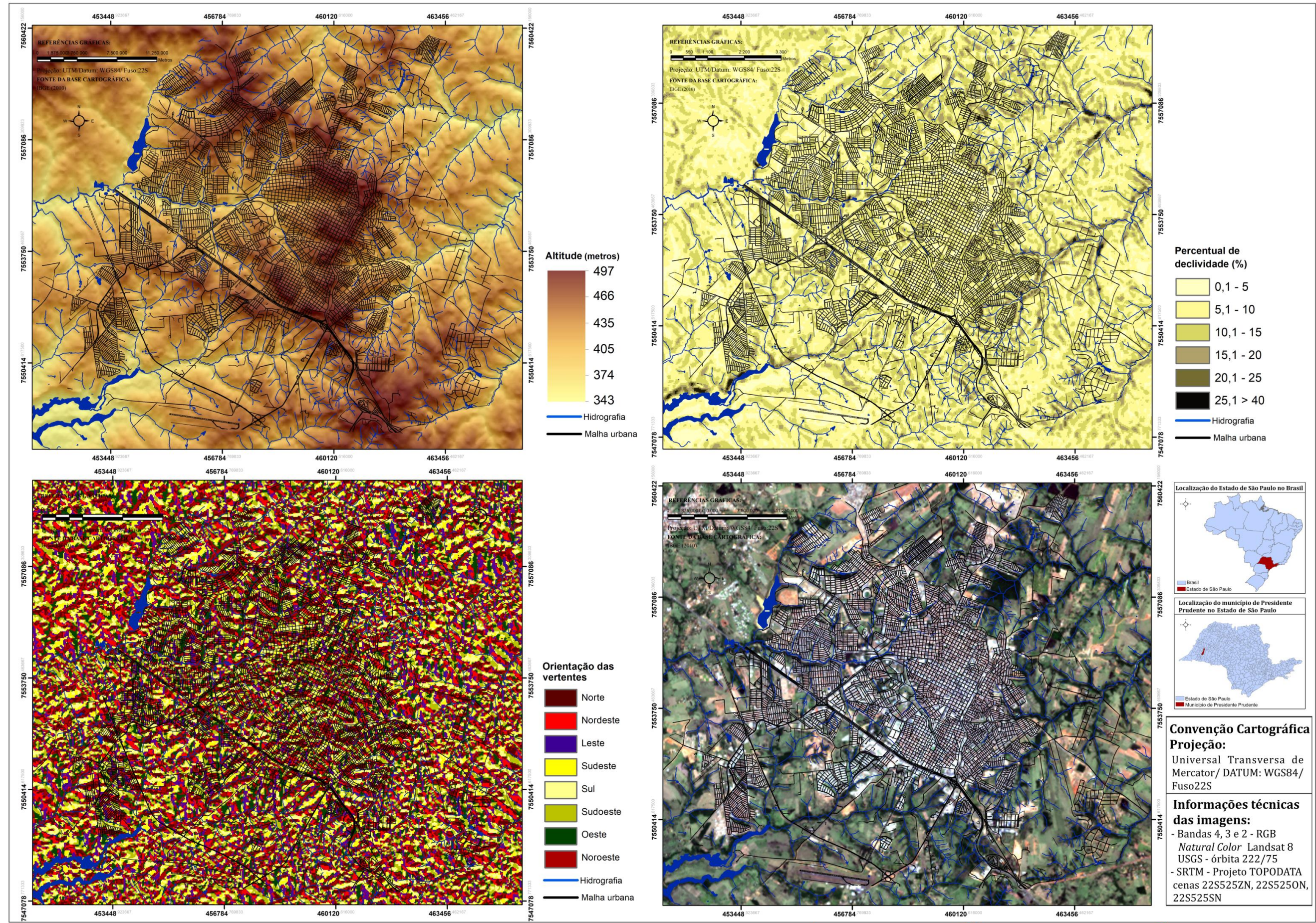
Em relação às características geomorfológicas da localização do município de Presidente Prudente, segundo o Mapa Geomorfológico do Estado de São Paulo na escala 1:500.000 elaborado por Ross e Moroz (1997)⁷⁶, localiza-se na Bacia Sedimentar do Paraná (característica morfoestrutural) e na morfoescultura do Planalto Ocidental Paulista, mais precisamente situado no Planalto Centro Ocidental. Em termos gerais predominam as formas de relevo com colinas médias e baixas, com altitudes entre 300 a 600 m, e percentuais de declividades médias entre 10% a 20% (FUSHIMI, 2012, p.6).

Porém há uma diferenciação de relevo segundo Nunes, Freire, Perez (2006, p.6) que se subdivide entre o setor leste e o setor oeste, na medida em que, no setor leste e nordeste do município predominam as colinas pequenas de topos e vertentes convexos curtos e ondulados, fundos de vale em V e declividades médias entre 5% a 20%. Já no setor oeste, segundo Fushimi e Nunes (2011, p.11) predominam as colinas amplas de topo suavemente ondulados com percentuais de declividade entre 0 a 10% (Carta 15) com interflúvios sem orientação predominante, e por serem planos a suavemente ondulados, de acordo com Nunes, Freire, Perez (2006, p.8) têm sido historicamente o principal setor e compartimento de relevo a ser ocupado na dinâmica de expansão urbana da cidade.

⁷⁶ ROSS, Jurandir; MOROZ, Isabel C. Universidade de São Paulo - Instituto de Pesquisas Tecnológicas – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FFLCH/USP-IPT FAPESP. **Mapa geomorfológico do Estado de São Paulo.**, 1997. Escala 1:500.000.

RELEVO: hipsimetria, declividade e orientação das vertentes do sítio urbano e periurbano da cidade de Presidente Prudente/SP

A
N



Orientador: Prof^o João Lima Sant'Anna Neto

PROCESSAMENTO E EDIÇÃO:
Camila Riboli Rampazzo (2018)

Programa/Curso:
Programa de Pós Graduação em Geografia - PPGG

Instituição de ensino: **unesp**

Grupo de pesquisa: **GAIA**

Agência de fomento: **CAPES** **FAPESP**



Em relação às compartimentações do relevo, nos topos das colinas convexizadas com altitude entre 400 a 480 metros as declividades médias foram de 0,1 a 10% enquanto que, nas áreas de vertentes côncavas, convexas e retilíneas os percentuais de declividade aproximaram-se de 6 a 20%. E as planícies aluviais e alvéolos, com altimetria entre 280 a 340 metros, apresentaram declividades médias entre 0 a 5% (FUSHIMI e NUNES, 2010, p.7).

Com relação às formas de relevo descritas no Mapa Geomorfológico na escala 1:25.000 elaborado por Nunes e Fushimi (2010) os autores optaram pela compartimentação do relevo em topos, domínio de vertentes e fundos de vale. O primeiro deles são os topos suavemente ondulados das colinas convexizadas com altitude entre 400 a 480 (FUSHIMI e NUNES, 2011, p.11), formações que oferecem resistência aos agentes intempéricos devido a sustentação estrutural dos arenitos cimentados por carbonato de cálcio da Formação Adamantina (NUNES et al., 2006, p.6). Os Latossolos Vermelhos e Argissolos Vermelho Amarelo ocorrem dos topos para médias a altas vertentes (FUSHIMI e NUNES, 2010, p.5).

No domínio das vertentes as morfologias variam de convexas, côncavas e retilíneas, nas altitudes de 340 a 400 metros (Carta 15), com ocorrência de Argissolos Vermelho Amarelo e Neossolos Regolíticos, com frequentes afloramentos dos arenitos da Formação Adamantina. Por fim, as planícies aluviais e alvéolos, nas altitudes que variam de 290 a 340 metros, caracterizam-se pelo predomínio de Formações Aluviais Quaternárias, Planossolos Hidromórficos e Gleissolo (FUSHIMI e NUNES, 2011, p.6). Em relação à orientação das vertentes (Carta 15) nota-se que apesar de não haver especificidades, há um predomínio de orientação a norte/nordeste (cor vermelho escuro e claro, respectivamente) e, sul/sudoeste (cores amarelo claro e amarelo esverdeado, respectivamente). No setor leste há áreas consideráveis com vertentes direcionadas a oeste e leste (verde e roxo, respectivamente).

O processo de expansão urbana na cidade se deu em direção às áreas de fundos de vale e nascentes no eixo leste a oeste. A malha viária da cidade é recortada por cursos d'água (Carta 15), que em vários trechos foram alteradas as características naturais descaracterizando-os, principalmente via canalização parcial ou total, aberta e/ou fechada. Os córregos do Veado (canalização em maior parte subterrânea, canalização concluída em 2007), Córrego Saltinho (cruza a área urbana, canalizado desde 2009) e Córrego Colônia Mineira (afluente do Córrego do Veado, está totalmente inserido na área urbana e foi canalizado em 1995) são alguns exemplos (CONSTANTINO, 2014, p.12).



Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em Presidente Prudente

Também foi elaborado o mapa temático 19 de definição detalhada dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em Presidente Prudente.

Ao final da classificação, o mapa foi definido em vinte classes (Quadro 10), são elas:

Quadro 10: Classes definidas em função das variáveis: densidade de ocupação, tipo de cobertura e arborização da área urbana de Presidente Prudente		
Classes definidas dos padrões urbanos	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização ausente	Densamente edificado/Telha Mista/ Arborização esparsa
	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização densa	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica/Arborização ausente
	Densamente edificado/ Telha Cerâmica/Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica/Arborização densa
	Densamente edificado/ Telha Fibrocimento/Arborização ausente	Baixa densidade de edificação/ Telha Cerâmica/Arborização esparsa
	Densamente edificado/Telha/ Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/ Telha Fibrocimento/Arborização esparsa
	Densamente edificado/Telha Metálica/ Arborização ausente	Baixa densidade de edificação/ Telha Metálica/ Arborização ausente
	Densamente edificado/Telha Metálica/ Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/ Telha Metálica/ Arborização densa
	Densamente edificado/Verticalizado/ Telha Cerâmica/Arborização esparsa	Baixa densidade de edificação/Telha Metálica/ Arborização esparsa
	Densamente edificado/Verticalizado/ Telha Mista/Arborização esparsa	Fragmentos de vegetação arbórea densa
	Densamente edificado/Telha Mista/Arborização ausente	Arbustos

Elaboração: A autora (2018).

Foi adotada a divisão de bairros oficiais, denominação de cursos d'água e sistema viário apresentadas no Mapa de Zoneamento de uso e ocupação do solo de Presidente



Prudente⁷⁷ disponibilizado pela Prefeitura Municipal, além deste arquivo, foi utilizada a Planta do Sistema Viário (2007).

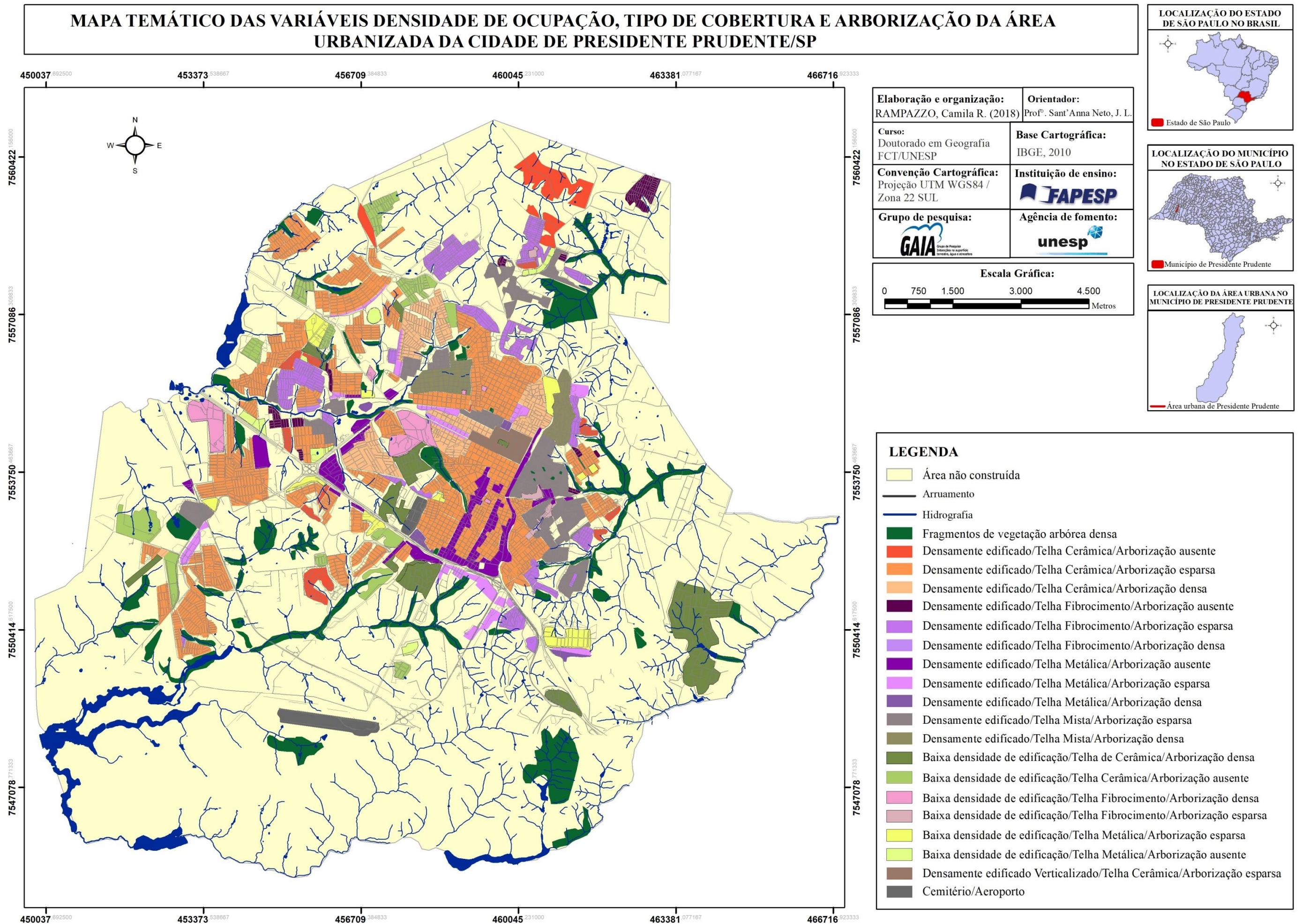
Os padrões baixa densidade de construção associado à ausente, esparsa ou densa presença de vegetação arbórea com coberturas das edificações de telha cerâmica, fibrocimento ou metálica, aparecem de maneira dispersa nos limites do perímetro urbano, principalmente em bairros com ocupação recente na história da cidade, sobretudo a partir da década de 1980. Esta classe temática é representada no mapa 13 pelos polígonos em tons de verde, rosados e amarelo esverdeado. Este padrão é recorrente nas imediações das áreas densamente construídas e/ou nas proximidades do entorno periurbano.

Em contrapartida, as áreas densamente construídas compreendem a maior parte da extensão territorial da malha urbana e constitui as grandes manchas adensadas. Nestes casos nota-se de maneira ampla que há um predomínio do padrão adensado de construção com cobertura das edificações em cerâmica e arborização esparsa nas ruas ou fundos dos lotes (padrão representado pela cor alaranjado médio). Além deste, verifica-se no Centro antigo/Setor Leste na Vila Marcondes que há predominância do padrão densamente construído com telha mista (cerâmica e/ou fibrocimento, concomitantemente) e arborização esparsa. Neste caso, o padrão está associado ao processo histórico de urbanização desde o período de colonização realizada no setor leste pelo Coronel José Soares Marcondes (Vila Marcondes), que segundo Sposito (1983); Honda (2011), não teve, por exemplo, finalidade empresarial, resultando na venda de lotes com preços mais acessíveis Este padrão é representado pela cor em tom de verde acinzentado. A verticalização é predominante nos arredores do centro da cidade com alta densidade construtiva e arborização esparsa (cor marrom no mapa 13).

O tipo de cobertura de fibrocimento associado à alta densidade de construção é verificado em tom de violeta nos bairros: CECAP e bairro Ana Jacinta no Setor Oeste da malha urbana, no bairro Humberto Salvador e Morada do Sol (Setor Norte). A arborização neste padrão é esparsa a ausente. Convém mencionar que é principalmente nestes locais onde foram registradas as temperaturas dos alvos mais elevadas tanto no período de outono quanto na primavera a partir da imagem termal.

⁷⁷ **Mapa de Zoneamento de uso e ocupação do solo de Presidente Prudente** disponibilizado pela Prefeitura Municipal em: <www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=39667>, e também a **Planta do Sistema Viário** (2007) disponível em: <www.presidenteprudente.sp.gov.br/site/Documento.do?cod=39665>. Acesso em: 20 jan. 2016. (Anexo C).

Mapa 13. Caracterização dos padrões urbanos de densidade construtiva, tipo de cobertura das edificações e vegetação arbórea em Presidente Prudente/SP.



Elaboração: RAMPAZZO (2018)



A cidade de Presidente Prudente possui característica específica em relação à distribuição das atividades de comércio e serviços na área urbana que, em geral se distribui de forma concentrada ao longo de avenidas de acesso. Deste modo, a Avenida Cel. José Soares Marcondes, Avenida Brasil, Rua Antônio Rodrigues, Avenida Joaquim Constantino, Avenida Manoel Goulart e Avenida Pres. Washington Luiz, são eixos densamente construídos com telha metálica, arborização esparsa e predominantemente ausente.

Em Presidente Prudente, em relação à presença de vegetação arbórea (Mapa 13), observa-se que está presente principalmente no setor sul da cidade, com destaque para as áreas verdes de fundos de vale na paisagem do entorno, tipicamente vegetados e, as áreas verdes públicas que compõem o Parque do Povo inserido na área urbana. No setor norte destaca-se a mata do Furquim com vegetação arbórea densa e sua extensão ao longo do curso d'água. Por outro lado, a ausência de vegetação arbórea predomina nos setores do extremo norte (cor laranja escuro), oeste (cor verde claro), sobretudo, associado à alta densidade construtiva nos bairros com baixo padrão construtivo de telha cerâmica, destinados aos segmentos sociais de menor renda. A presença de vegetação arbórea densa está associada, como verificado no mapa 13, a amenização da temperatura dos alvos considerando seu papel em propiciar condições ambientais favoráveis ao conforto térmico.

Em Presidente Prudente, ainda referente a presença de vegetação arbórea, esta encontra-se mais concentrada no setor nordeste e leste, com destaque para as áreas verdes dos fundos de vale e cursos d'água, que compõem a paisagem periurbana da cidade, caracteristicamente vegetados. O entorno rural apresenta vegetação predominantemente rasteira e compreende atividades agrícolas e pastagens.

Por outro lado, a ausência ou esparsa presença de vegetação arbórea predominam nos setores norte, oeste e, sobretudo sul, nos bairros destinados aos segmentos sociais de menor poder aquisitivo com baixo padrão construtivo das edificações.

A partir do mapa 13 de padrões de ocupação da terra é possível diferenciar as superfícies construídas e não construídas, com presença de vegetação arbórea ou rasteira da área urbana e periurbana da cidade de Presidente Prudente/SP. Em relação às superfícies construídas é possível diferenciar os setores geográficos com maior adensamento da malha viária e, conseqüentemente, com menor presença de espaços amplos de lazer, ou praças públicas com equipamentos disponíveis para uso. Deste modo, observa-se que a maior parte



do traçado viário localiza-se no setor a leste da ferrovia e a oeste até os limites do Córrego do Boscoli e Córrego Colônia Mineira.

Já nos setores a norte, noroeste e oeste possuem superfícies construídas menos adensadas com manchas urbanas de menor extensão territorial, portanto, com áreas de vegetação rasteira, notadamente nos interstícios, bem como vegetação densa nos fundos de vale. Em contrapartida, são nestes mesmos setores geográficos com menores manchas urbanas, que estão situados os bairros com maior adensamento de construções, com menor padrão construtivo em lotes pequenos.

A ocorrência dos padrões com arborização densa associados, primeiro a alta densidade construtiva com telha mista e segundo a baixa densidade construtiva com telha cerâmica se dá nos setores a norte e a sul da cidade associados, por exemplo, a condomínios abertos ou fechados como no Parque Higienópolis, Vila Furquim e Jardim João Paulo II.



APÊNDICE IV

ANÁLISE DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA: determinação do modelo para geração da modelagem das ilhas de calor em São Carlos/SP.

No episódio do dia 06 de abril de 2014 a regressão entre a temperatura e a classe “áreas construídas” na janela 3x3 *pixels* passou de 0,62 para 0,76 na janela 33x33 *pixels*; na classe “vegetação densa” passou de -0,49 na janela 3x3 para -0,64 na janela 33x33 *pixels*; o coeficiente passou de -0,52 para -0,72 na janela 33x33 *pixels* na classe “vegetação baixa”. Deste modo, as melhores correlações estatísticas entre as classes de ocupação da terra e a temperatura foram identificadas na dimensão espacial de 33x33 *pixels* (990 x 990 metros).

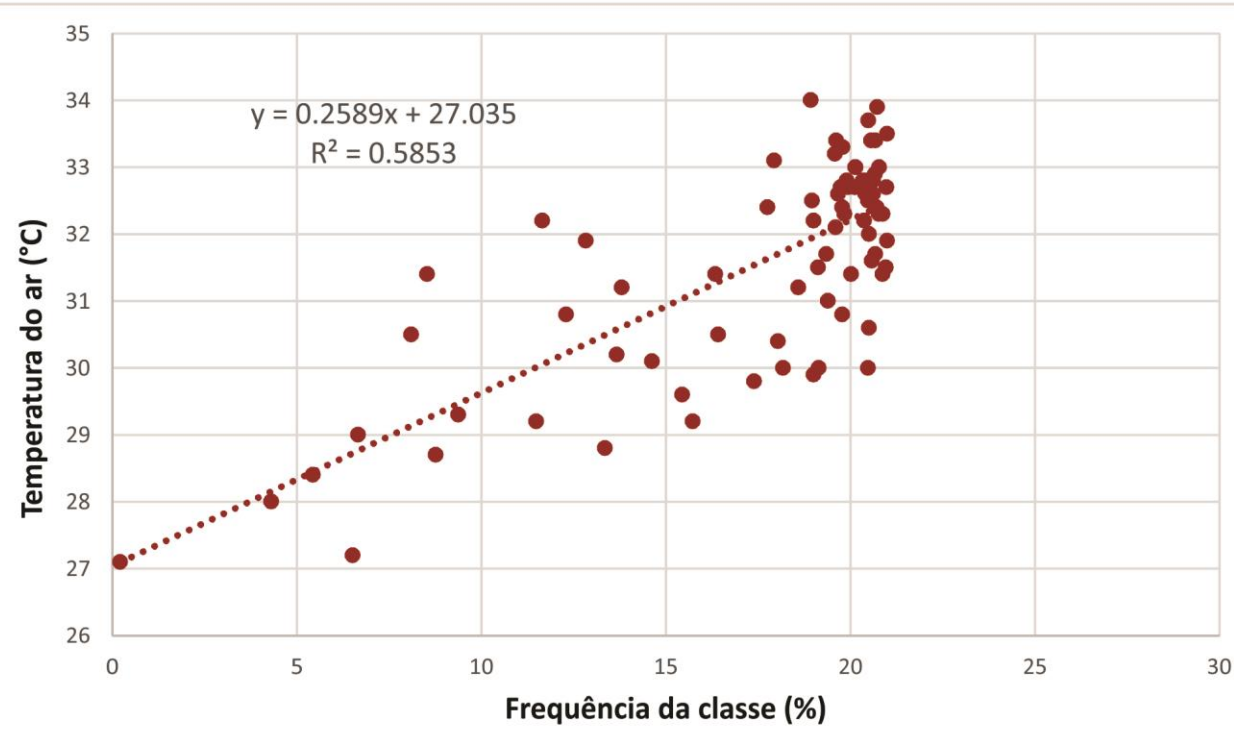
O procedimento seguinte foi o cálculo dos coeficientes de correlação (R^2) entre a frequência de ocorrência de cada classe de ocupação da terra e a temperatura do ar. Os resultados são apresentados nos diagramas de dispersão da Carta 16 com as linhas de tendência de distribuição da nuvem de dados e os respectivos coeficientes de correlação.

O grau de associação linear entre a temperatura do ar (eixo y) e a classe de ocupação da terra de “áreas construídas” (eixo x) foi representado no diagrama de dispersão A da Carta 16 e indica uma associação positiva entre as variáveis com coeficiente de correlação (R^2) de 0,58. A inclinação ascendente da linha de tendência ajustada aos pontos sugere que as variações da temperatura do ar e das áreas construídas são análogas, ou seja, quanto maior a frequência das áreas construídas maior a tendência à elevação das temperaturas.

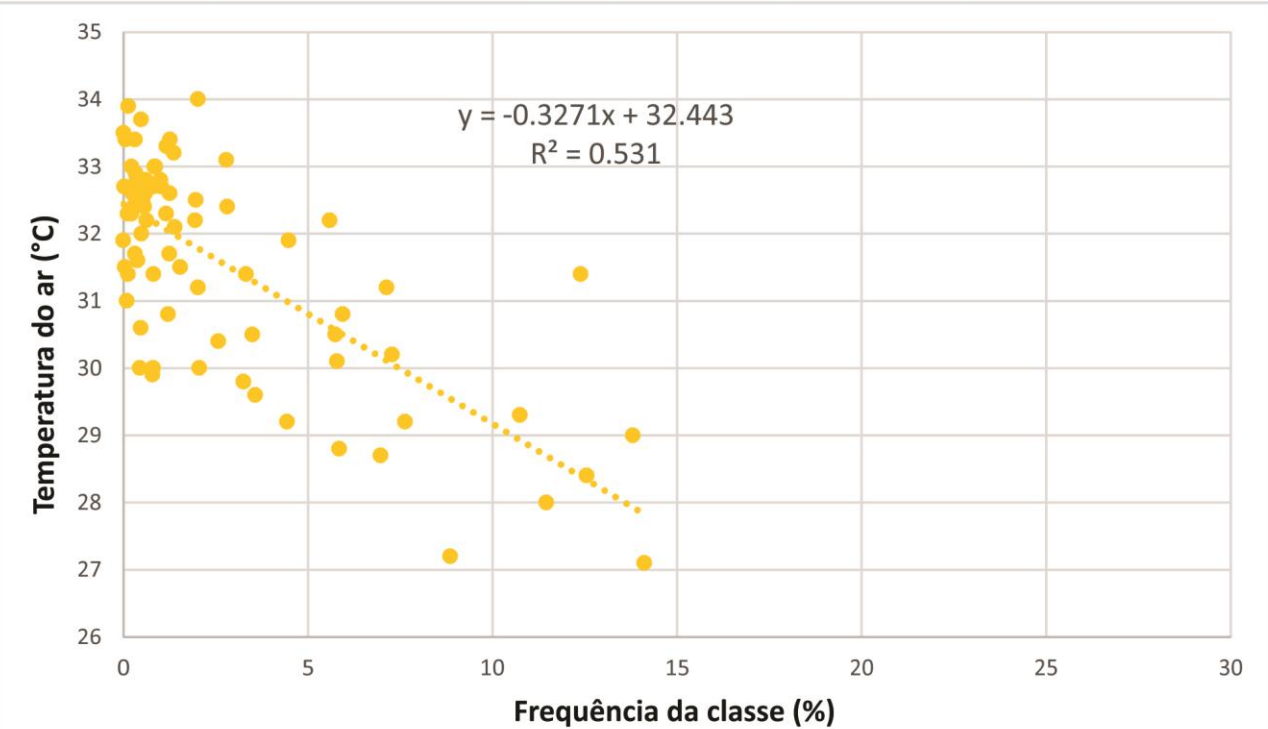
O coeficiente de correlação (R^2) da classe “vegetação baixa” em relação à temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) foi de 0,53, representado no diagrama de dispersão B da Carta 16. A associação entre as variáveis é considerável e a equação linear indica tendência negativa, então apesar de correspondentes as variáveis se dispõem em direções opostas.

A linha de tendência descendente sugere que quanto maior a presença de vegetação baixa, menor a temperatura do ar o que corresponde às características sazonais e do entorno em São Carlos neste período, uma vez que o ambiente rural possui ocupação da terra predominante de vegetação baixa ou rasteira com gramados, plantações e arbustos. Por consequência, a presença de vegetação densa influencia de forma pontual na diminuição da temperatura, ao passo que a predominância de vegetação baixa influencia de forma marcante para amenização térmica. Este aspecto também é reforçado pela presença expressiva de solos expostos e o baixo índice de vegetação no mapa de NDVI (Mapa 3).

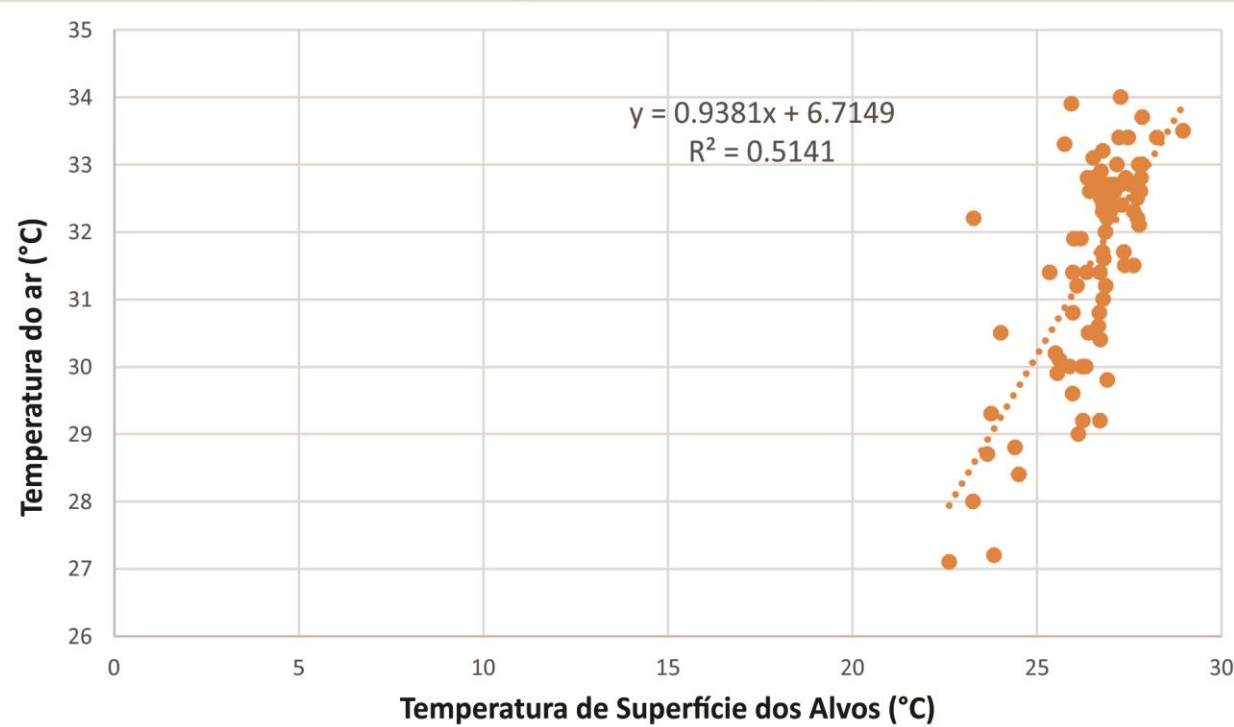
A) Frequência da classe "Áreas construídas" por pixel na janela 33x33



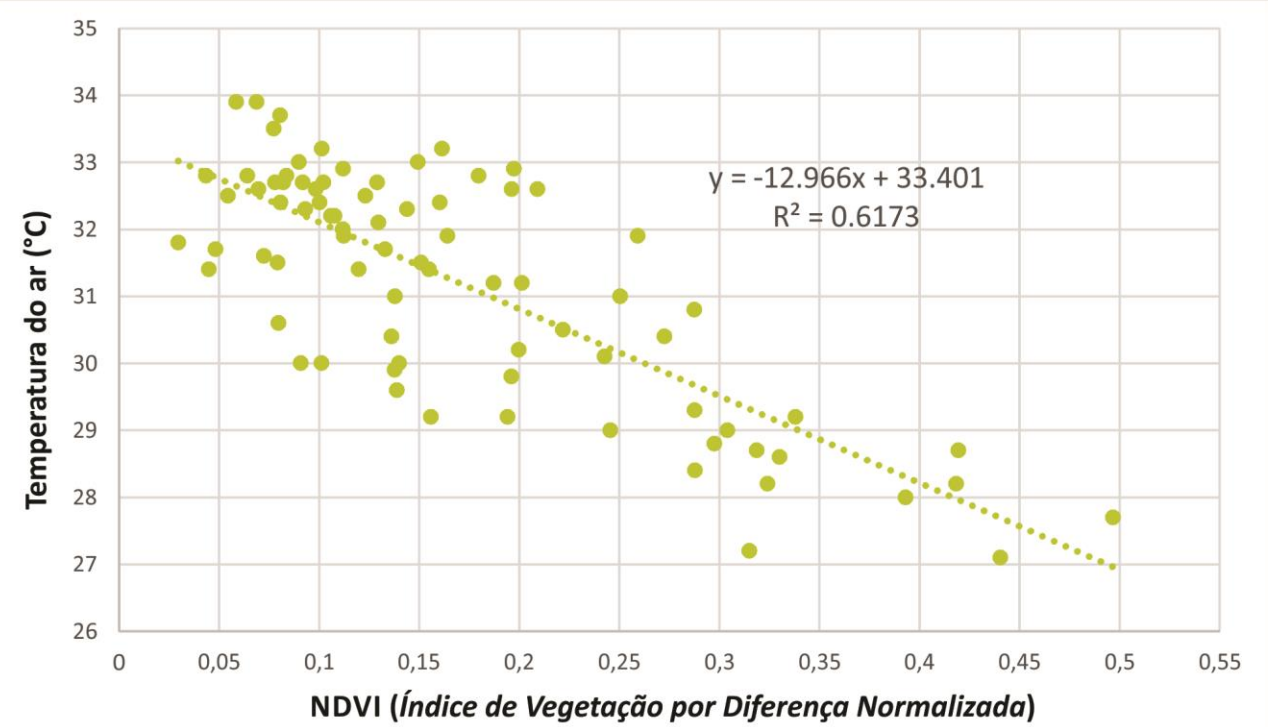
B) Frequência da classe "Vegetação baixa" por pixel na janela 33x33



C) Correlação entre "Temperatura do ar" e "Temperatura de Superfície dos Alvos" (°C)



D) Correlação entre "Temperatura do ar" e "Índice de Vegetação por Diferença Normalizada" - NDVI





Ainda na Carta 16 foi representado o diagrama de dispersão C com a correlação entre a temperatura do ar (°C) e a Temperatura de Superfície dos Alvos (°C), cujo padrão de distribuição da nuvem de dados possui tendência semelhante àquele de áreas construídas. Isso ocorre, pois o coeficiente de correlação (R^2) também apresenta um grau de associação linear positivo entre as variáveis, de 0,51, com linha de tendência ascendente. A inclinação da linha de tendência sugere que a temperatura do ar e da superfície apresenta a mesma distribuição, ou seja, a tendência é que quanto maior a temperatura do ar, maior o aumento da temperatura de superfície dos alvos urbanos.

É necessário salientar que se trata de tipos de medições distintas (transectos móveis e imagem de satélite termal) obtidas em dias e períodos diferentes, entretanto ainda assim, a correlação é satisfatória e denota que o aumento da temperatura do ar e dos alvos segue uma linha de tendência positiva, portanto, ambas aumentam na mesma direção.

No diagrama de dispersão D da Carta 16 é apresentada a correlação linear entre a temperatura do ar (°C) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI e neste caso, o coeficiente de correlação (R^2) foi 0,61. O coeficiente indica uma associação significativa entre as variáveis e a equação linear do NDVI é análoga a verificada na classe de vegetação baixa relativa ao padrão negativo. A linha de tendência descendente pressupõe que quanto maior o índice de vegetação por *pixel* maior a tendência à diminuição da temperatura do ar, portanto, elas se distribuem em direções opostas.

Após identificar os maiores coeficientes de correlação, foi desenvolvido o procedimento estatístico de regressão linear múltipla (ferramenta MULTIREG do Idrisi Selva 11.0) a fim de determinar o modelo mais adequado para descrever relações entre as variáveis explicativas (independentes) da variação da temperatura (variável dependente) do ar. Foi considerado satisfatório o resultado obtido na equação baseada nas variáveis explicativas de: “Áreas construídas”, “Vegetação baixa”, Temperatura de superfície e NDVI.

O valor aproximado de R aparente na regressão múltipla foi de 0,783 (R ajustado de 0,773) e o valor aproximado de R^2 aparente foi 0,613 (R^2 ajustado de 0,598).

A equação de regressão do modelo para geração da modelagem das ilhas de calor em São Carlos é:

$$Ta = 17.9014 + 0.1932 * C1 - 0.0122 * C3 + 0.3796 * TS - 0.5267 * NDVI$$

Em que:



Ta = temperatura do ar estimada no modelo

C1: porcentagem da classe 1 (Áreas construídas) de ocupação da terra na janela 33x33 *pixels* em torno de cada ponto de registro em campo via transecto móvel

C3: porcentagem da classe 3 (Vegetação baixa) de ocupação da terra na janela 33x33 *pixels* em torno de cada ponto de registro em campo via transecto móvel

TS: Temperatura de Superfície dos alvos

NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

As regressões estatísticas e os coeficientes individuais foram descritos no quadro 11.

Quadro 11 - Resultados da regressão múltipla e coeficientes de regressão individuais dos indicadores de maior correlação, para o dia 06 de abril de 2014, São Carlos (SP).

Regression Statistics :			
Apparent R = 0.782858	Apparent R square = 0.612866		
Adjusted R = 0.773036	Adjusted R square = 0.597585		
F (4,	75) = 29.682873		
ANOVA Regression Table			
Source	apparent degrees of freedom	sum of squares	mean square
Regression	4	122.80	30.70
Residual	75	77.57	1.03
Total	79	200.37	
Individual Regression Coefficients			
	Coefficient	t_test (75)	
Intercept	17.901411	4.357625	
C1	0.193159	1.604079	
C3	-0.012206	-0.092857	
TS	0.379649	2.151971	
NDVI	-0.526708	-0.201922	

Fonte: Arquivo (.avl) dos resultados da regressão múltipla gerado pelo *Idrisi Selva 11.0*.



APÊNDICE V

ANÁLISE DOS COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA: determinação do modelo para geração da modelagem das ilhas de calor em Marília/SP.

As melhores correlações estatísticas entre as classes de “áreas construídas”, “vegetação densa” e “vegetação baixa” foram em 33x33 *pixels* (990 x 990 metros). Referente à classe “áreas construídas” na janela 33x33 *pixels* o coeficiente de regressão (R) no episódio do dia 21 de junho de 2014 foi de 0,88; na classe “vegetação densa” o coeficiente foi de 0,72 e na classe “vegetação baixa” foi de 0,68.

A dimensão espacial de trabalho mais adequada foi de 33x33 *pixels* para o cálculo dos coeficientes de correlação (R^2) e, nos diagramas de dispersão apresentados na Carta 17 é possível identificar as linhas de tendência a partir da distribuição dos dados e os coeficientes de correlação correspondentes entre as variáveis representadas.

No diagrama A da Carta 17 foi representado o grau de associação linear entre a temperatura do ar (eixo y) e a classe de ocupação da terra de “áreas construídas” (eixo x) cujo coeficiente de correlação (R^2) foi de 0,78 demonstrando uma associação positiva entre as variáveis a partir da linha de tendência ascendente, ou seja, as variáveis tendem a andar juntas e na mesma direção. O que significa, a partir da linha de tendência que quanto maior a frequência da classe de áreas construídas maior a tendência à elevação das temperaturas.

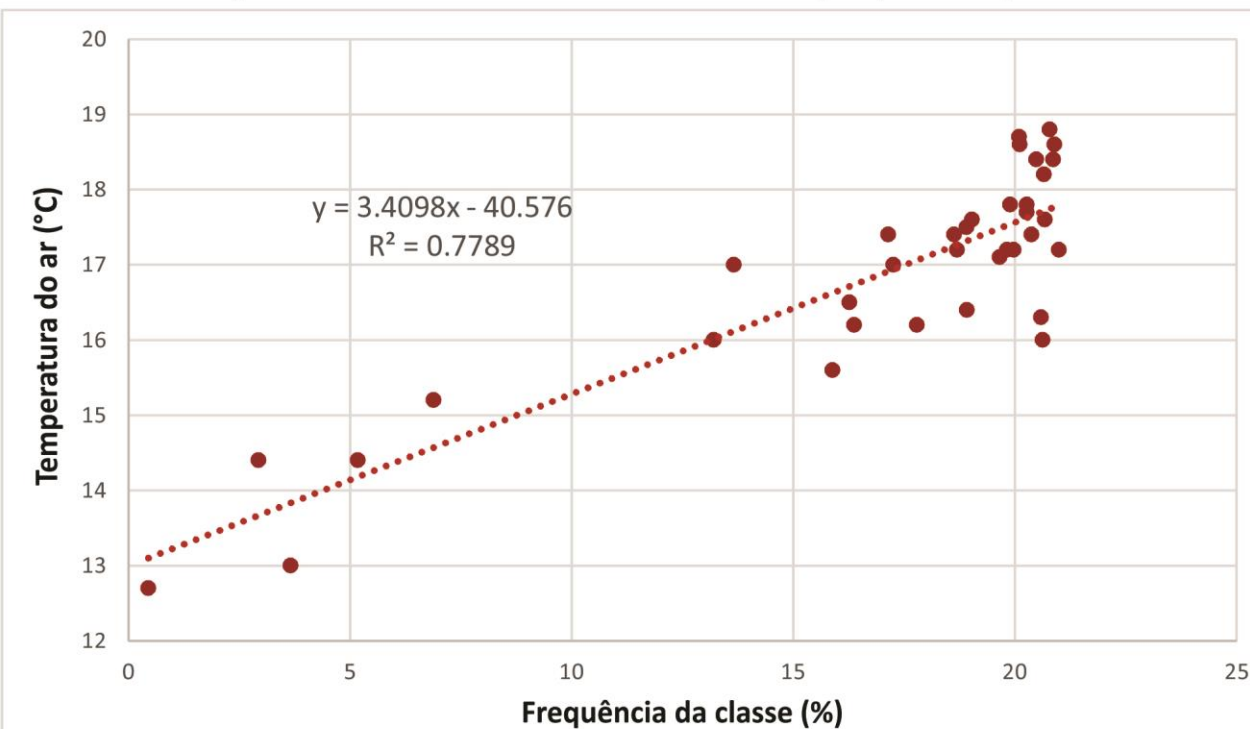
No caso representado no diagrama de dispersão B na Carta 17, da classe “vegetação densa” em relação à temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) foi obtido o coeficiente de correlação (R^2) entre as variáveis de 0,52, a equação linear apresenta padrão descendente observada a partir da linha de tendência que indica, de modo geral que quanto maior a frequência de ocorrência da classe vegetação densa por *pixel*, maior a tendência à diminuição da temperatura.

No caso do diagrama de dispersão C na Carta 17 é representada a correlação entre a temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$) e a Temperatura de Superfície dos Alvos ($^{\circ}\text{C}$) e neste caso ocorre padrão de distribuição das variáveis com tendência semelhante àquele de áreas construídas.

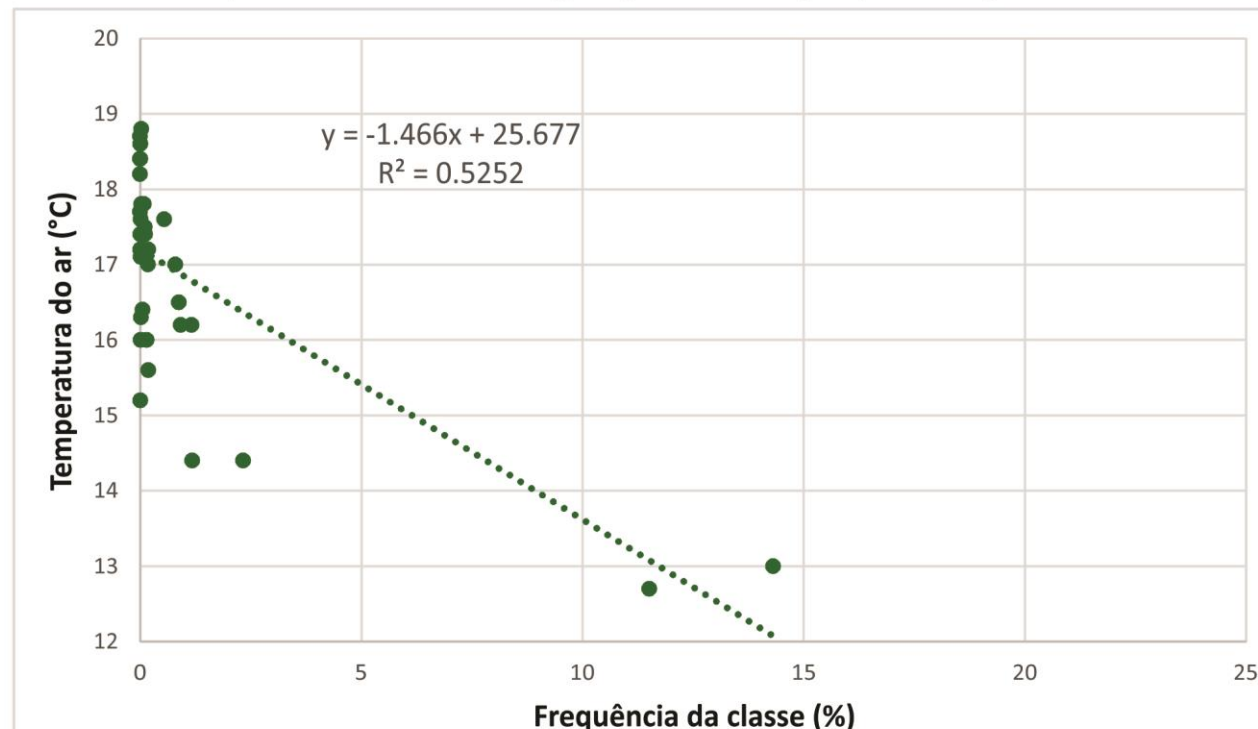
Neste caso, o coeficiente de correlação (R^2) foi de 0,55 e apresenta uma associação positiva entre as variáveis com linha de tendência ascendente indicando que a variável temperatura do ar e a temperatura de superfície seguem a mesma distribuição, ou seja, quanto maior a temperatura do ar, maior a tendência de aumento da temperatura de superfície dos alvos.

Carta 17. Diagramas de dispersão da frequência das categorias de ocupação da terra (Áreas construídas e Vegetação densa), da Temperatura de Superfície dos Alvos e NDVI em relação a temperatura do ar em Marília/SP.

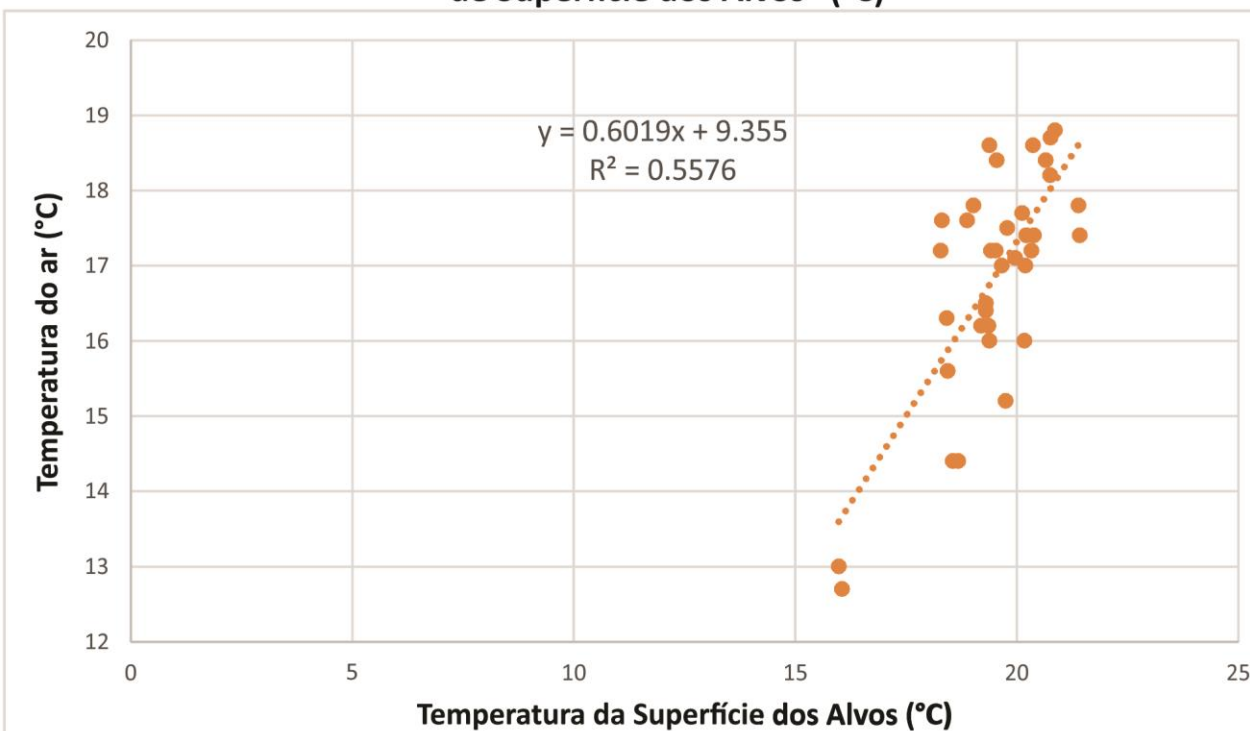
A) Frequência da classe “Áreas construídas” por *pixel* na janela 33x33



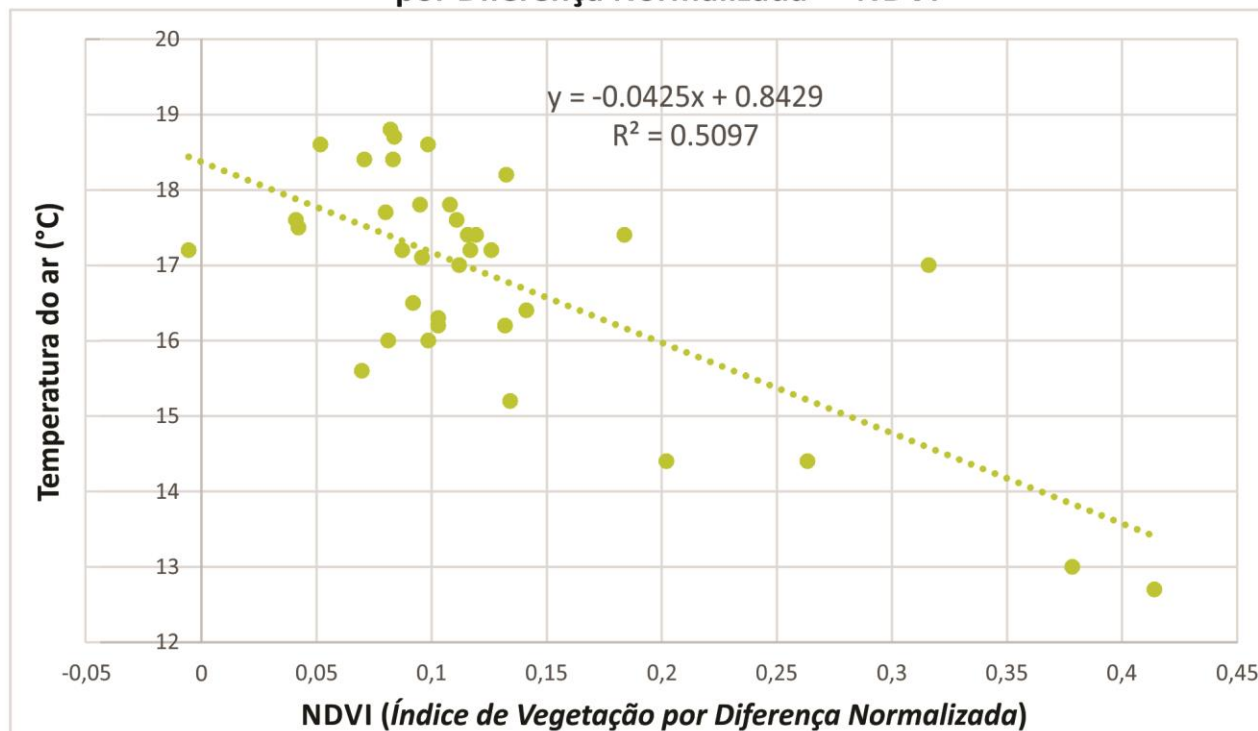
B) Frequência da classe “Vegetação densa” por *pixel* na janela 33x33



C) Correlação entre “Temperatura do ar” e “Temperatura de Superfície dos Alvos” (°C)



D) Correlação entre “Temperatura do ar” e “Índice de Vegetação por Diferença Normalizada” - NDVI





No diagrama de dispersão D na Carta 17 é apresentada a correlação entre a temperatura do ar (°C) e o Índice de Vegetação por Diferença Normalizada – NDVI. Neste caso, o coeficiente de correlação (R^2) foi 0,51 e assim como identificado na classe de vegetação densa, a equação linear apresenta padrão negativo configurando a linha de tendência descendente. Este coeficiente indica que a associação entre as duas variáveis é considerável, porém elas se distribuem em direções opostas, então quanto maior o índice de vegetação por *pixel* maior a tendência à diminuição da temperatura.

Também foi calculado o coeficiente de correlação para a classe “vegetação rasteira” e a temperatura do ar (°C) e foi obtido o valor de 0,48, porém optou-se por não inserir esta classe no cálculo da regressão múltipla para gerar a equação final da modelagem da ilha de calor, pois quando inserida não houve alteração significativa no padrão de distribuição das temperaturas e houve a diminuição do valor de R e R^2 do ajuste do modelo dos dados.

No caso de Marília, portanto, a partir das linhas de tendência decrescentes na classe de “vegetação densa” e do “Índice de Vegetação por Diferença Normalizada - NDVI” é possível evidenciar a importância da vegetação como um condicionante na redução da temperatura no ambiente intraurbano e periurbano melhorando as condições de conforto térmico da população. Estes padrões se distinguem principalmente quando comparados a tendência positiva de aumento da temperatura do ar sob influência das áreas construídas (altamente impermeabilizadas, densamente construídas com materiais construtivos inadequados e arborização esparsa a ausente) e, o conseqüente o aumento da temperatura de superfície dos alvos urbanos.

Com base nos coeficientes de correlação (R^2) obtidos com as classes de ocupação da terra (áreas construídas e vegetação densa), com a Temperatura de Superfície dos Alvos e com o NDVI estas foram as variáveis geográficas mais representativas e, por esse motivo, selecionadas para a composição do modelo.

Após o procedimento, com base na síntese dos dados foi considerado satisfatório o resultado obtido no modelo da equação baseada nas variáveis explicativas de: “Áreas construídas”, “Vegetação densa”, Temperatura de superfície e NDVI cuja regressão múltipla apresentou valor aproximado de R aparente de 0,925 (R ajustado de 0,917) e valor aproximado de R^2 aparente de 0,855 (R^2 ajustado de 0,842).

A equação de regressão fornecida pelo modelo para geração da modelagem das ilhas de calor para a cidade de Marília está descrita a seguir:



$$Ta = 5.0800 + 0.1761 * C1 + 0.0249 * C2 + 0.4529 * TS - 0.4411 * NDVI$$

Em que:

Ta = temperatura do ar estimada no modelo

C1: porcentagem da classe 1 (Áreas construídas) de ocupação da terra na janela 33x33 pixels em torno de cada ponto de registro em campo via transecto móvel

C2: porcentagem da classe 2 (Vegetação densa) de ocupação da terra na janela 33x33 pixels em torno de cada ponto de registro em campo via transecto móvel

TS: Temperatura de Superfície dos alvos

NDVI: Índice de Vegetação por Diferença Normalizada

As regressões estatísticas e os coeficientes de regressão individuais são apresentados no quadro 12 com os resultados da regressão múltipla.

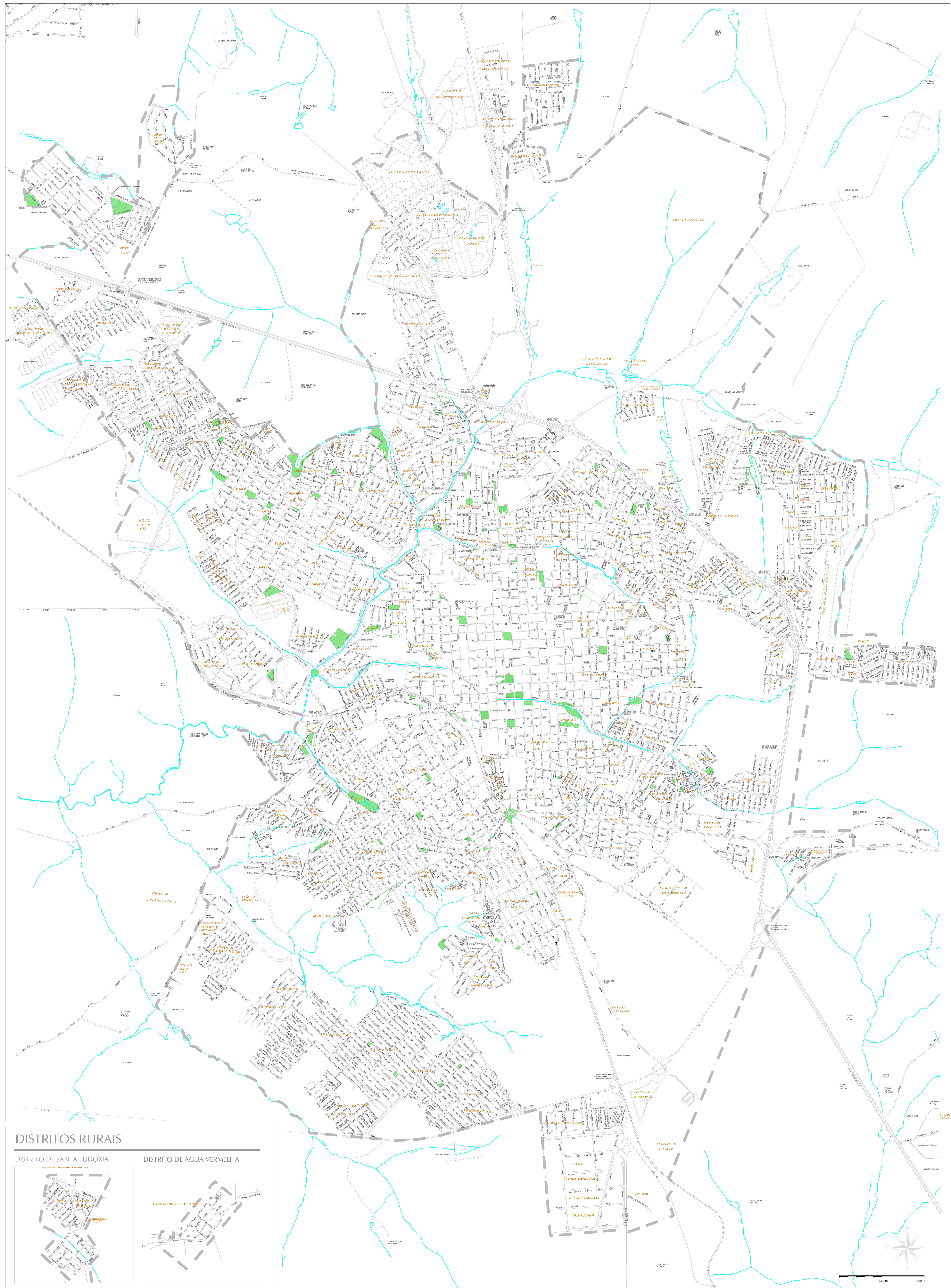
Quadro 12 - Resultados da regressão múltipla e coeficientes de regressão individuais dos indicadores de maior correlação, para o dia 21 de junho de 2014, Marília (SP).

Regression Statistics :			
Apparent R = 0.924778	Apparent R square = 0.855215		
Adjusted R = 0.917410	Adjusted R square = 0.841641		
F (4,	31) = 45.777672		
ANOVA Regression Table			
Source	apparent degrees of freedom	sum of squares	mean square
Regression	4	65.69	16.42
Residual	31	11.12	0.36
Total	35	76.81	
Individual Regression Coefficients			
	Coefficient	t_test (31)	
Intercept	5.079961	2.011148	
C1	0.176099	5.842057	
C2	0.024950	0.356683	
TS	0.452867	3.422839	
NDVI	-0.441075	-0.197971	

Fonte: Arquivo (.avl) dos resultados da regressão múltipla gerado pelo *Idrisi Selva 11.0*.



ANEXOS



DISTRITOS RURAIS

DISTRITO DE SANTA EUDÓXIA

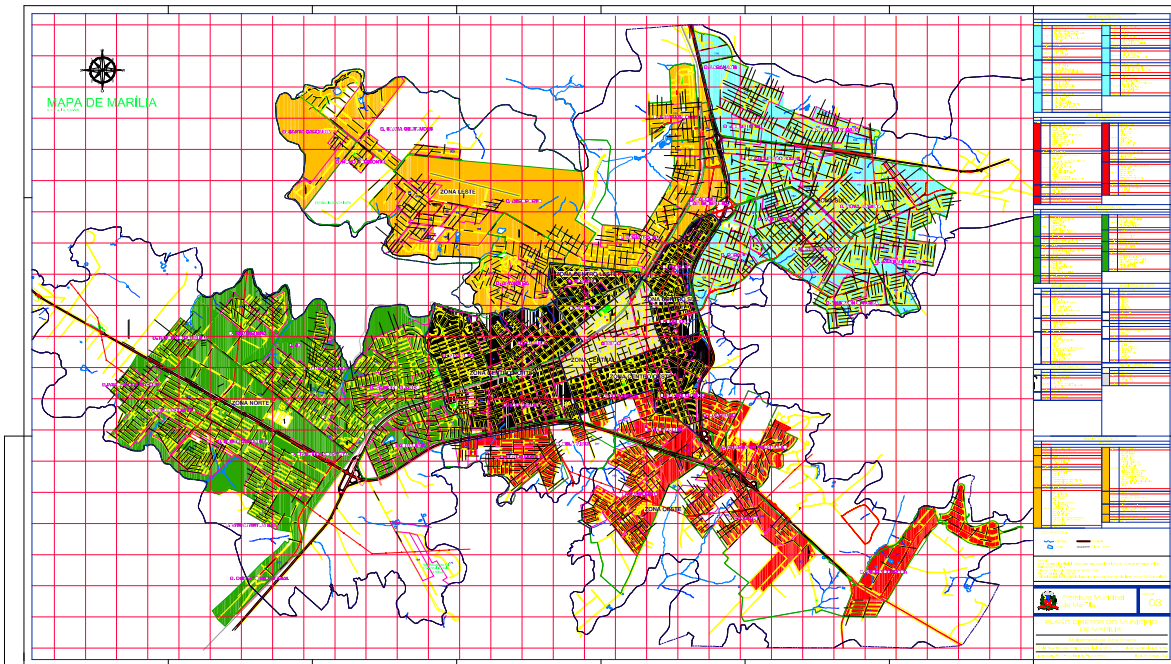
DISTRITO DE ÁGUA VERMELHA

LEGENDA

- Praças
- Limite da Área Urbana
- Ferrovia
- Rodovia
- Córrego

FONTES:
SAE
SMBDU

SÃO CARLOS - ÁREA URBANA



PLDTAR ESCALA 1:6000

PENA	COR	EXP.
1	7	.13
2	7	.18
3	3	.18
4	4	.25
5	5	.25
6	7	.18
7	7	.18
8	7	.18
92	6	1.00
162	162	.50
184	184	1.00
210	7	.65
220	5	.80
240	240	.13

RESTO COR DD OBJETO EXP.-.254

PREFEITURA MUNICIPAL DE PRESIDENTE PRUDENTE
SECRETARIA MUNICIPAL DE PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO URBANO E HABITAÇÃO
PLANTA SISTEMA VIÁRIO 2007 **ESCALA 1:17.500**



CARACTERÍSTICAS DAS VIAS DAS ÁREAS URBANIZÁVEIS

TIPOLOGIA CATEGORIA DA VIA	Nº DE PISTAS DE ROLAMENTO	LARGURA (em metros)			
		CANTIERO CENTRAL	PISTAS DE ROLAMENTO	PASSEIOS	TOTAL
PERIMETRAL	6	5	18	5	28
ESTRUTURAL	6	2	18	5	25
COLETORA	6	-	18	5	23
MARGINAL	1	-	9	6	15
LOCAL	1	-	9	5	14

LEGENDA

- Perimetral 28,00 m
- Marginal 15,00 m
- Estrutural 25,00 m
- Coletora 23,00 m

PREFEITO MUNICIPAL CARLOS ROBERTO BIANCARDI	SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, DESENV. URBANO E HABITAÇÃO ENG. CRISTINA MARTINS DOMINGOS DE OLIVEIRA	GEOPROCESSAMENTO Fernando Pereira Castro Marcos Antonio Barbosa da Silva Mônica Kurat
--	--	--

1/1