XV ENCAC Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído
XI ELACAC Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído
JOÃO PESSOA | 18 a 21 de setembro de 2019

OPORTUNIDADES E DESAFIOS DA URBANIZAÇÃO PARA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NA MEGACIDADE DE SÃO PAULO, BRASIL

Denise Helena Silva Duarte (1); Gabriela Marques Di Giulio (2); Humberto Ribeiro da Rocha (3)

(1) Professora Titular, dhduarte@me.com, Departamento de Tecnologia da Arquitetura, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, (11) 3091-8625
(2) Professora Doutora, ggiulio@usp.br, Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, (11) 3061-7896
(3) Professor Titular, humberto.rocha@iag.usp.br, Departamento de Ciências Atmosféricas, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, São Paulo, SP, (11) 3091-4713

RESUMO

As cidades têm um papel relevante a cumprir no enfrentamento das mudanças do clima na microescala, tanto na condução de estratégias de mitigação, com diminuição da emissão de gases de efeito estufa, como nas intervenções de adaptação, com processos de ajustes para antecipar impactos associados ao clima. Embora em muitas áreas urbanas, como é o caso da megacidade de São Paulo, Brasil, os desafios sociais e ambientais da urbanização permaneçam não solucionados, podendo ser exacerbados pela mudança climática, entende-se que a urbanização pode ser uma oportunidade para mitigação e adaptação alinhadas aos objetivos do desenvolvimento sustentável. Neste trabalho, propõe-se discutir alguns dos principais problemas e possíveis oportunidades relacionadas à urbanização da cidade de São Paulo, como um meio de adaptação aos extremos climáticos e, em especial, àqueles relacionados ao aquecimento urbano e seus desdobramentos no conforto térmico na escala urbana e dos edifícios e nos usos da energia, abordando também o papel das políticas públicas correlatas. A partir de uma revisão de experiências de pesquisa na cidade de São Paulo com enfoque nas relações entre planejamento urbano, desenho urbano, projeto de edifícios e adaptação climática visando ao conforto térmico, este trabalho discute como a infraestrutura verde e os benefícios do adensamento urbano podem ser explorados, compatibilizando densidade urbana com amenidades microclimáticas.
Palavras-chave: urbanização, adaptação climática, conforto térmico, São Paulo.

ABSTRACT

Cities fulfill a relevant role facing climate change in the microscale regarding mitigation strategies, with a decrease in greenhouse gases emissions, as well as in adaptation interventions, adjusting process to anticipate associated climate related impacts. Although in many urban areas, such as the megacity of Sao Paulo, Brazil, the social an environmental challenges remain unsolved, bound to be exacerbated by climate change, one can realize that urbanization can be an opportunity for mitigation and adaptation aligned to the sustainable development goals. In this paper, the authors aim to discuss some of the main problems and the possible opportunities related to the urbanization of the city of Sao Paulo, adapting to the climate extremes, in particular those related to urban warming and its impacts in thermal comfort and energy use, also approaching the role of public policies. Starting from a review of research experiences in the city of São Paulo focused on the relations among urban planning, urban and building design and climate adaptation for thermal comfort, this paper discusses how the green infrastructure and the benefits of urban density can be explored, aligning urban density with microclimate amenities.
Keywords: urbanization, climate adaptation, thermal comfort, Sao Paulo.

1. INTRODUÇÃO

Em 2018 (UN, 2018), 55% da população urbana já vivia em cidades, número que deve aumentar para 68% em 2050. As projeções mostram que a urbanização, combinada com o crescimento da população mundial, pode adicionar outros 2,5 bilhões de pessoas em áreas urbanas até 2050, com cerca de 90% desse aumento na Ásia e na África. Em 2016 havia 31 megacidades (UN, 2016), e para 2030 a projeção é de 43 megacidades, com mais de 10 milhões de habitantes, a maioria delas em países em desenvolvimento. As grandes cidades, caracterizadas por alta densidade populacional, desigualdade social, carências de modernização de infraestrutura e logística urbana, são marcadas nas últimas décadas também pelo fenômeno da ilha de calor urbana, onde a temperatura média é superior às das regiões suburbanas e áreas rurais, o que vem a acentuar extremos climáticos como as ondas de calor. É também nas áreas urbanas onde o conforto térmico é penalizado, devido à redução do resfriamento pelas áreas verdes e ao efeito de emissão de infravermelho das áreas pavimentadas, entre outros efeitos. A megacidade de São Paulo, com mais de 12 milhões de habitantes, inserida numa Região Metropolitana com mais de 21 milhões de residentes, teve um aquecimento de 3º C na temperatura média nos últimos 80 anos (SILVA DIAS et al., 2013), e a isso adiciona-se a perspectiva de aumento da temperatura entre 2º a 4º C até o final do século 21 segundo projeções reportadas no IPCC (SILLMAN et al. 2013a, b).

A urbanização crescente faz das cidades um foco importante de ação para clima e saúde. O número de pessoas vulneráveis expostas às ondas de calor aumentou em 125 milhões entre 2000 e 2016, especialmente devido às doenças cardiovasculares. Contudo, o excesso de calor continua sendo não reportado ou subreportado, '*as a silent killer*' (IAUC, 2018). Muitas vezes as pessoas morrem antes de chegar aos serviços de atendimento à saúde, quando a doença não é suficientemente severa para requerer atenção hospitalar e não é sequer contabilizada como decorrente do calor excessivo por tempo prolongado (GHHIN, 2018). O relatório especial da WHO para a COP24, Health and climate change (WHO, 2018), documenta projetos em saúde e adaptação à mudança climática, desde 2008; apesar de vários planos implementados na Austrália, Estados Unidos, Canadá e Índia, nenhum foi registrado na América do Sul.

Em São Paulo, embora a questão climática esteja na agenda local desde 2003, quando a cidade passou a integrar a campanha *Cities for Climate Protection*, iniciativa liderada pelo *ICLEI - Local Governments for Sustainability*, e haja uma política municipal específica de mudança do clima, instituída em 2009, incluindo entre seus eixos de estratégias a questão da saúde (DI GIULIO et al., 2017; BACK, 2012), a cidade tem avançado pouco na adaptação às mudanças do clima. Marcada pelo adensamento de edificações e ocupação do solo com grande limitação de infraestrutura verde, o que desfavorece o bem-estar e a qualidade de vida dos residentes, a maior cidade brasileira enfrenta episódios de alagamentos e efeitos da ilha de calor, ambos associados à redução das áreas verdes, e que trazem impactos econômicos e na saúde. As projeções climáticas para este século para a cidade devem agravar ainda mais este cenário, já que indicam alterações na distribuição, intensidade e frequência geográfica dos riscos relacionados às condições meteorológicas, ameaçando exceder as capacidades da megacidade de absorver perdas e recuperar-se dos impactos (AMBRIZZI et al., 2012).

2. OBJETIVO

Propõe-se neste trabalho discutir alguns dos principais problemas e as possíveis oportunidades de solução para revisar e planejar a urbanização da cidade de São Paulo, como um meio de adaptação aos extremos climáticos e em especial aqueles relacionados ao aquecimento do ar e seus desdobramentos no conforto térmico, uso de energia e contextualização na condução de políticas públicas.

3. URBANIZAÇÃO COMO PROMOTORA DE PROBLEMAS AMBIENTAIS

Em 2019 o relatório GEO6 (UN Environment, 2019) concluiu que até o momento o mundo não está no caminho para atingir os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável em 2030 ou mesmo 2050. Aos dois geradores de problemas ambientais considerados no relatório GEO5 (população e desenvolvimento econômico), o GEO6 acrescentou mais três – urbanização (previamente incluída em população), novas forças tecnológicas e mudanças climáticas. Embora todos estes geradores tenham levado a uma expansão sem precedentes de prosperidade para muitos, também deixaram muitos para trás.

Enquanto a urbanização acontece em um nível sem precedentes globalmente, o relatório sustenta que ela pode significar uma oportunidade para aumentar o bem-estar dos cidadãos por meio de melhorias na governança, planejamento do uso do solo e infraestrutura verde. Sérios desafios sociais e ambientais da urbanização permanecem não solucionados em muitas áreas urbanas, particularmente nas regiões tropicais,

que podem ser exacerbados pela mudança climática e rápido crescimento urbano em regiões e cidades que ainda não têm capacidade para enfrentar essas pressões.

Cidades de diferentes tamanhos enfrentam diferentes desafios. Ainda que as megacidades possam ser potências econômicas, elas não representam a maioria da população urbana, e não são os centros com as maiores taxas de crescimento. As pequenas e médias cidades têm importante papel como pontos intermediários entre as populações rurais e os grandes centros urbanos (UN Environment, 2019), como possíveis polos de atração, diminuindo a pressão demográfica sobre as grandes cidades.

A urbanização carrega consigo poluição, congestionamentos, aquecimento urbano, problemas de saúde, crime, assentamentos informais e resíduos de produção e consumo de toda ordem. A dispersão urbana não planejada e não regulada parece ser a opção mais barata no curto prazo, mas com enormes custos para a sociedade a médio e longo prazo, já que as cidades serão menos atraentes, mais poluídas, congestionadas e ineficientes no uso dos recursos. Cerca de 1/3 da população urbana mundial vivem em favelas, sem serviços básicos ou proteção social (UN Habitat, 2017). As consequências do negligenciamento da infraestrutura verde e azul, que modulam o clima urbano, são evidentes: inundações severas e recorrentes, aquecimento excessivo das superfícies urbanas, baixa qualidade do ar e aumento do aquecimento urbano diurno e noturno, etc. (EMMANUEL, 2005).

No caso de São Paulo, problemas relacionados à infraestrutura verde, ao déficit habitacional e à ocupação de áreas de preservação permanente são desafios persistentes e relacionados direta e indiretamente ao processo de urbanização, caracterizado pelo rápido adensamento populacional e desordenada expansão da área urbana, que destinou às populações mais vulneráveis socioeconomicamente áreas distantes dos núcleos centrais e sem infraestrutura urbana. São Paulo apresenta, assim, uma profunda desconexão entre a cidade legal, na qual as posturas urbanas são respeitadas, e a ilegal, aquela das periferias desequipadas e zonas de pobreza (ROLNIK, 1997; MARICATO, 2003). Por exemplo, a população nas favelas cresceu quatro vezes acima da média municipal entre 2000 e 2010 (PASTERNAK; D'OTTAVIANO, 2016) e aproximadamente 15% dos moradores de São Paulo vivem atualmente em assentamentos precários (CEM/FUNDAP, 2013), muitos em áreas de preservação, fundos de vales e de mananciais, o que dificulta a implementação de mecanismos efetivos de proteção ambiental.

O intenso adensamento populacional somado aos atrasos na implantação de serviços básicos, como abastecimento de água potável e coleta e tratamento de esgoto, de infraestrutura urbana (como calçamentos e arborização) e de políticas públicas voltadas para diminuição da desigualdade social, minimização da especulação imobiliária e controle do uso e ocupação do solo, propiciou o estabelecimento de parcela significativa da população em áreas vulneráveis aos riscos ambientais (MARICATO, 2003; CARLOS, 2009; MARICATO, 2011). Os impactos das mudanças climáticas exacerbam ainda mais esses riscos uma vez que medidas específicas de adaptação não são ainda satisfatoriamente contempladas na agenda política do município (DI GIULIO et al., 2018).

4. ASPECTOS INTERDISCIPLINARES NO CONTEXTO DA ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA

4.1. Alterações climáticas em escala local e regional

Na perspectiva de longo prazo as projeções de mudança do clima no decorrer do século 21 mostram significativos impactos na América do Sul como um todo indicando um irreversível aquecimento do ar entre 2º e 4º C na temperatura média, o que viria provavelmente acentuar os eventos extremos de ondas de calor, que por sua vez já se manifestam na variabilidade natural do clima, adicionado ao próprio calor antrópico gerado na ilha de calor pelo efeito da urbanização (SILLMANN et al., 2013a,b), A associação da ilha de calor urbana com o aquecimento global aumenta a temperatura superficial das cidades, que é responsável por sérias consequências no balanço energético, ambiental e social urbano (SANTAMOURIS, 2014), assim como na saúde e no conforto humano. A ilha de calor urbana nas estações mais quentes aumenta o desconforto, o estresse térmico, a mortalidade, o custo do condicionamento de ar e a demanda por energia (STEWART, OKE, 2012).

Há estudos na escala regional para a cidade de São Paulo, com projeções indicando aumento no número de dias e noites quentes e redução no número de dias e noites frios (NOBRE et al., 2010). A cidade há muito é penalizada por alagamentos e pelo fenômeno de aquecimento urbano. O aquecimento da cidade decorre tanto do fenômeno da formação da ilha de calor urbana (SILVA et al., 2017) devido à expansão histórica das áreas urbanizadas, como por formas de variabilidade climática naturais e do aquecimento global de grande escala (SILVA DIAS et al., 2013). Em São Paulo os dados climáticos medidos revelam um padrão claro de aquecimento desde o início das medições em 1933, de cerca de 3ºC na média anual (IAG, 2017), devido às várias causas prováveis, mas dentre elas a urbanização. Silva Dias et al. (2013) reportaram um

aumento de precipitações intensas nas últimas décadas, que é um fenômeno natural e responsável pelos episódios de alagamento. No outro extremo a cidade passou por graves crises de escassez hídrica nas secas de 2001 e 2014 (CAVALCANTI e KOUSKY, 2001; COELHO et al., 2015).

A vegetação tem, dentre outras, a propriedade de resfriar o ar e contribuir para o conforto térmico humano, por processos biofísicos de resfriamento como o sombreamento e a evapotranspiração. Apesar desta lógica simples e de pouca oposição, ainda há grande desinformação sobre a natureza e a ordem de grandeza desses efeitos nas cidades brasileiras. Mesmo globalmente, a literatura com medidas observacionais feitas com rigor científico para ilustrar este efeito é relativamente recente. Sem a pretensão de alongar a discussão, são elencados alguns trabalhos em regiões temperadas, no verão, que provêm informações razoáveis para se iniciar um embasamento para as regiões tropicais. Armson et al. (2012) mediram os efeitos de sombreamento por árvores sobre coberturas de grama e concreto/asfalto em Manchester, UK, no verão, tendo reportado que o sombreamento das árvores promoveu, com ou sem grama na superfície, uma enorme redução da temperatura do solo entre 19◦C a 24◦C. Para a temperatura de globo os autores reportaram um efeito de resfriamento muito significativo, entre 5◦C a 7◦C.

Com outra perspectiva, Coutts et al. (2016) mediram o efeito climático da presença de árvores de urbanização no verão em Melbourne, Austrália, com uma rede estações meteorológicas automáticas, em condições de presença/ausência de árvores, e em cânion urbano baixo e alto, respectivamente, tendo reportado um resfriamento do ar pela arborização de até 1.5°C nas máximas diárias do cânion baixo, enquanto no cânion alto os efeitos não se distinguiram do próprio efeito das edificações. E ainda, que a arborização reduziu o estresse térmico significativamente de muito forte (UTCI>38 °C) para forte (UTCI> 32 °C). Numa terceira perspectiva, Renaud et al. (2010) avaliaram o efeito de resfriamento no sub-dossel comparado com áreas abertas, para diferentes tipos arbóreos (15 tipos diferentes, entre coníferas, decíduas, mistas, etc.) utilizando 10 anos de medições rigorosas. Os autores reportaram um efeito significativo de resfriamento na maioria dos tipos, variando entre 1 °C até 5 °C, e aumento do umedecimento do ar entre 5 a 10% na umidade relativa.

Na escala metropolitana de São Paulo ocorrem impactos da supressão da vegetação no aumento da temperatura de superfície, com variabilidades de efeitos diurnos e noturnos (FERREIRA, DUARTE, 2019; FERREIRA, 2019), e na escala local, abaixo do dossel, as condições microclimáticas são fortemente influenciadas pela temperatura de superfície e pela temperatura radiante média, que caem dramaticamente sob a copa das árvores, onde os índices de conforto em temperatura equivalente percebida chegam a diminuir 10ºC a 13ºC (DUARTE et al., 2015), dependendo das variáveis da vegetação local (SHINZATO et al., 2019). Além da escala urbana, o aquecimento global e local pode potencialmente influenciar o desempenho térmico de edifícios.

Existe uma notável lacuna de conhecimento, em especial para as áreas urbanas tropicais, de como este efeito de resfriamento manifesta-se nas muitas combinações possíveis da paisagem urbana. Dentre as variáveis combinatórias de influência na quantificação do efeito, citamos: o padrão da vegetação (espécies, senescência, agrupamento de indivíduos, etc.) e da cobertura do solo (grama, terra, asfalto, concreto, etc.), as condições de contorno das edificações urbanas (características de absorção radiativa e de emissividade dos materiais, configurações do cânion urbano, etc.), a distinção dos efeitos conforme a variabilidade atmosférica (episódios frios, ondas de calor, direção e intensidade da velocidade do vento, etc.).

4.2. Adensamento urbano e planejamento energético

Levando-se em conta o clima atual e as projeções climáticas futuras, para a escala urbana o aumento da infraestrutura verde e azul é considerado uma estratégia poderosa para a regulação do clima e economia de energia. O crescimento urbano tipicamente diminui o espaço para áreas verdes e o ambiente urbano cria obstáculos ao plantio de árvores, o que também inclui a compactação do solo, falta de espaço para as raízes, e limitações de custo ao manejo adequado das árvores. A situação deteriora-se nas cidades densamente construídas, onde a terra é escassa e há pouco espaço destinado à incorporação do verde em parques, nas vias, etc. As pressões sobre o uso do solo e os altos valores da terra limitam o potencial para infraestrutura verde em larga escala (ONG et al., 2012), e essas restrições exigem políticas públicas e novos instrumentos urbanísticos para serem superadas, tais como em Singapura, com a adoção do *Green Plot Ratio* pela legislação local (ONG, 2002).

Em áreas urbanas, o uso do solo e as emissões de calor dos sistemas mecânicos são os controles que efetivamente podem ser manejados pela sociedade para adaptar-se às tendências de aquecimento global devido ao efeito estufa, segundo Stone (2012). Se novas cidades forem construídas nas próximas duas ou três décadas da mesma maneira, toda a esperança de se atingir os objetivos climáticos e de uso racional de recursos serão perdidos; "*the future is not 'God-given', but is system and path-dependent*" (UN

Environment, 2019). Alguns estudos mostram que as cidades estão crescendo mais em tamanho do que em população, com a expansão territorial maior do que o crescimento populacional em um fator 2 (ANGEL et al., 2011). Mesmo em cidades que estão perdendo população, a dispersão ainda ocorre (WOLF et al., 2016).

Outro fator que afeta os impactos da urbanização é a forma urbana, que não é facilmente modificada, e determina uso do solo, transporte e demanda de energia no longo prazo. As cidades estão iniciando uma mudança de paradigma com relação à mobilidade, que deve trazer benefícios à segurança e ao conforto do pedestre, compatível com o adensamento urbano, com usos mistos e viagens intermodais, uma vez que a mobilidade, em um futuro próximo, será afetada por novas tecnologias, principalmente o compartilhamento de carros, bicicletas e patinetes e veículos autoguiados, já testados em várias cidades no mundo. O conjunto dessas transformações irá afetar o desenho urbano atual e os projetos futuros, sendo necessário definir como será esta nova realidade, chamada de *the next urban revolution*. A propriedade e o uso dos automóveis serão fortemente afetados. Nesse sentido, as nossas cidades devem ter uma redução na infraestrutura viária, tais como faixas de rolamento para carros, estacionamento na rua e fora da rua, incluindo garagens em edifícios, em direção a uma mobilidade mais inclusiva, com a oportunidade do redesenho urbano, que pode representar um ganho enorme em áreas para o espaço público, priorizando amenidades para os usuários da mobilidade ativa, incluindo espaços para adaptação climática, chamados *cooling places* nos espaços públicos e privados, dentro e fora dos edifícios.

Os edifícios são responsáveis pelo consumo de 30% a 40% do total da energia mundial (UNEP, 2007). O setor está ganhando expressão no consumo de energia tanto no Brasil quanto no mundo de modo que pode responder por parcela significativa das emissões de carbono. Os progressos na direção de edifícios e construções sustentáveis estão avançando, mas as melhorias ainda não estão acompanhando o crescimento do setor de edificações e a crescente demanda energética (UN/IEA, 2017). Por outro lado, o setor de edifícios é o que agrega maior potencial para reduções nas emissões segundo o IPCC (IPCC, 2007; 2014) desde que sejam feitas alterações na concepção dos projetos e no modo de operação ao longo da sua vida útil com adoção de estratégias passivas de condicionamento e de controle de ganhos de calor pela envoltória, com redução no uso de ar-condicionado, entre outras ações no âmbito da eficiência energética. Questões dessa ordem transcendem o problema das emissões por abranger também a segurança energética, porque é necessário garantir condições de funcionamento e ocupação dos edifícios mesmo em caso de racionamento ou de falta de energia como o apagão que ocorreu no Brasil em 2001. Os gastos energéticos das edificações ocorrem em todas as fases do seu ciclo de vida. Na fase de operação, porém, ocorre a maior parte do consumo (UNEP, 2007; VIANNA et al., 2009), principalmente para as funções de resfriamento e aquecimento dos ambientes.

Contudo, como a infraestrutura verde não é a única solução, os benefícios do adensamento, do sombreamento mútuo dos edifícios e a massa térmica urbana podem ser explorados, compatibilizando densidade urbana com amenidades climáticas. A morfologia urbana tem um papel importante nesse processo e pode ser parte da estratégia de regulação da temperatura urbana (GUSSON et al., 2018; ALVES, 2019). Aumentar o adensamento apenas não é suficiente. Adensamento não faz sentido sem amenidades de toda ordem, inclusive microclimáticas, de uso misto e de transporte. Uma vez entendida a necessidade e a premência do adensamento urbano, a discussão muda de devemos adensar para como devemos adensar. A questão que se coloca agora é: como compatibilizar adensamento e qualidade ambiental. Adensar onde? Sob quais condições? Quanto? Com qual arranjo? Com qual padrão de ocupação das quadras?

Existem muitas evidências de que, mesmo em países de clima mais frio, com as mudanças climáticas previstas, há tendência de que o aumento da demanda energética para resfriamento seja maior do que a redução da demanda para aquecimento (SANTAMOURIS et al., 2018; GUPTA, GREGG, 2012). Nas ocorrências de onda de calor, essa demanda tende a ser ainda maior, a exemplo dos episódios nos meses de janeiro e fevereiro de 2014, em São Paulo, quando foi registrado aumento no consumo de energia de 4,9% em janeiro e 8,6% em fevereiro em comparação com os mesmos meses de 2013, sendo grande parte desse incremento devido ao aumento do consumo de ar-condicionado no período e o maior crescimento ocorreu na parcela doméstica (BRASIL, 2014a; 2014b). Uma vez instalados, os equipamentos serão utilizados sempre que houver aumento na temperatura (WU, PETT, 2006), o que significa que dificilmente os padrões de consumo voltarão a ser o que eram anteriormente. A Empresa de Pesquisa Energética – EPE (BRASIL, 2016) estima que a demanda por eletricidade devido ao uso de condicionadores de ar pelas famílias pode crescer 5,4% ao ano até 2.035.

O uso de equipamentos de ar-condicionado é dependente do consumo energético, o que acarreta em maior suscetibilidade às flutuações do custo da energia e às questões de segurança energética, além de retroalimentar o aquecimento urbano por direcionar a carga térmica dos ambientes internos para o meio externo, o que contribui ainda mais para o aquecimento urbano. Estratégias projetuais que minimizem essa

dependência energética e potencializem a operação em modo passivo são, portanto, positivas (GUPTA, GREGG, 2012).

De acordo com dados da EPE, o consumo de energia em edifícios é responsável por aproximadamente 14% do consumo total de energia e 47% do consumo de eletricidade gerada no Brasil (BRASIL, 2016). No cenário global, os edifícios são responsáveis por 32% da demanda global de energia, o que vem motivando as cidades a adotarem códigos de construção e leis de uso do solo mais rigorosas, assim como políticas de consumo de energia mais eficientes. No Brasil, a demanda por resfriamento é muito maior do que por aquecimento, e o consumo de energia para o condicionamento de ar é responsável por aproximadamente 20% do consumo total em edifícios residenciais e 47% em edifícios comerciais.

O consumo de energia elétrica para condicionamento de ar nas residências brasileiras mais que triplicou nos últimos 12 anos. Após períodos de baixo crescimento econômico no Brasil, que caracterizaram as décadas de 1980 e parte da década de 1990, a estabilidade econômica e a elevação da renda média das famílias criaram condições para suprir parte de uma demanda reprimida por conforto ambiental, expresso pelo aumento do consumo de eletricidade devido ao uso de aparelhos de ar-condicionado no país. Estima-se que o consumo de energia elétrica devido aos condicionadores de ar no setor residencial tenha mais que triplicado nos últimos 12 anos, atingindo 18,7 TWh em 2017. A posse de equipamentos nas residências aumentou 9,0% ao ano entre 2005 e 2017, influenciado, principalmente, pelo crescimento das vendas de equipamentos novos entre 2010 e 2015 (BRASIL, 2016).

No caso de São Paulo, considerando-se o modelo adaptativo de conforto da norma ASHRAE 55 (2017), verificou-se que edifícios residenciais com sistemas tradicionais, construídos por volta dos anos 1970, tendem a responder de maneira razoável às mudanças climáticas em curso e projetadas para o futuro, operando em modo passivo, mantendo a maior parte das horas do ano ainda em condição de conforto; mesmo assim, sob condições mais quentes do que aquelas consideradas dentro da zona de conforto, o aumento gradual em graus-hora em desconforto é inevitável, da ordem de 270% nas residências avaliadas, principalmente no período do verão e nos episódios de onda de calor (ALVES et al., 2016). Esse sobreaquecimento pode significar desde sensação de desconforto até o estresse térmico afetando a saúde humana e, nos casos mais extremos, chegar a ser a causa de mortes, como nos episódios de onda de calor na Europa em 2003 (MATZARAKIS et al., 2009) e 2018 (com o mês de agosto mais quente já registrado) (WMO, 2019a), e no episódio que atingiu a Baixada Santista, na Macrometrópole Paulista em 2010 (LIMA, 2010), assim como Índia e Paquistão em junho de 2015 (NASA Earth Observatory, 2015). Por fim, no mês de janeiro de 2019, ainda que seja muito recente para análises de maior magnitude, é notória a onda de calor que atingiu a Austrália, sendo o mês mais quente da história no país (WMO, 2019b).

4.3. Controles de mercado e políticas públicas

Uma leitura da produção recente de unidades habitacionais em edifícios verticais na cidade de São Paulo (marcada pelo que se chamou de *boom* imobiliário devido à grande produção que se observa no período de 2005 a 2014) revela um padrão recorrente de distribuição de ambientes, além de tendência a reduzidas dimensões internas, com limitadas possibilidades de operação de aberturas, assim como a ausência de elementos de sombreamento (ALVES, 2019).

Por ser regida por questões mercadológicas, a produção praticada pelo mercado imobiliário é marcada pelo distanciamento entre prática profissional e pesquisa em arquitetura e valoriza sobremaneira os aspectos visuais sobre os demais, como funcionalidade e desempenho. A arquitetura, nesse caso, é tratada como mercadoria e dirigida pela busca por baixo custo e alto lucro, para que sua realização seja viabilizada, o que resulta, muitas vezes, em redução da qualidade da construção (VARGAS, 2014). A atividade imobiliária é antes de tudo um investimento financeiro e não uma oportunidade de produção de arquitetura, de urbanismo ou, num sentido mais amplo, de construção da cidade. Discute-se em especial a qualidade da produção imobiliária do segmento econômico, principalmente devido às exigências de qualidade mínima serem excessivamente brandas (LIMA, 2015).

Em função dos atuais padrões construtivos de unidades residenciais em edifícios praticados pelo mercado, alcançar o conforto ambiental em modo de operação naturalmente ventilado será um desafio de maiores dimensões nos cenários de aquecimento global e urbano futuros. A diminuição de massa térmica aliada ao aumento das superfícies envidraçadas não sombreadas e reduzidas possibilidades de ventilação nos ambientes são os principais fatores que contribuem para o aquecimento em edificações. A presença da varanda, por sua vez, é positiva quando ela assume diversas possibilidades de configuração, atuando e sendo ocupada como um ambiente de transição de fato e não como um dos cômodos internos à residência; deste modo ela pode ser vetor das melhores práticas de operação na busca do conforto térmico (ALVES, 2019).

A cidade de São Paulo tem, em vigor, o Plano Diretor Estratégico (2014), a Lei de Parcelamento, Uso e Ocupação do Solo (2016) e o Código de Obras e Edificações (2017). Especificamente sobre o Plano Diretor Estratégico, sua análise evidencia diversas proposições conectadas à ideia de uma cidade mais adaptada às mudanças climáticas (DI GIULIO et al., 2018), como incentivo a pagamento de serviços ambientais para áreas protegidas, à implantação de parques transformados em ZEPAM (Zonas Especiais de Proteção Ambiental), às edificações que contribuam para a redução das emissões de gases de efeito estufa, à ampliação de sistema de áreas protegidas, áreas verdes e espaços livres e proteção aos remanescentes da Mata Atlântica (BONDUKI, 2014). Embora esses textos recentes tenham significativo potencial, é preciso destacar que a integração dos seus conteúdos às questões contemporâneas urbanas, como eficiência energética, resultando em edifícios com qualidade ambiental e conforto aos seus usuários, deixa a desejar. Na prática, observam-se contradições entre os seus conteúdos e as ações em curso. Efetiva implementação das políticas públicas propostas, fiscalização dos projetos em andamento e garantia de recursos para evitar problemas de descontinuidades são algumas das barreiras identificadas.

Particularmente no caso de São Paulo, D'Almeida (2016), ao fazer uma análise dos problemas recorrentes dos mecanismos de gestão pública, argumenta que há desarticulação de políticas setoriais, como as relacionadas à preservação e qualidade ambiental e habitação, por exemplo, para a qualificação integrada do espaço urbano. Ao mesmo tempo, o autor reconhece a dificuldade de definição de competências entre agentes e hierarquias em termos de prioridades, investimentos e ações estratégicas, dentro das próprias secretarias municipais, entre elas e entre os níveis estadual e municipal. A existência de uma legislação urbanística ainda muito descolada das dinâmicas urbanas e da produção do espaço urbano é outro agravante.

Na contramão de uma tendência mundial, as leis da cidade de São Paulo, especialmente o Código de Edificações, foram perdendo, ao longo do século XX e das sucessivas atualizações, quase todos os seus requisitos de desempenho das construções, influenciando negativamente a qualidade ambiental dos edifícios (TSUDA, DUARTE, 2018). Indo além, D'Almeida (2016) ressalta as dificuldades de inovação e gestão de controle público dos mecanismos de autofinanciamento de projetos urbanos de longo prazo, assim como a própria incapacidade de financiamento público para os investimentos necessários para atender as demandas básicas – entraves importantes para mudar o cenário de São Paulo em curto e médio prazo. Há, portanto, a necessidade de se discutir e rever, com urgência, a legislação da cidade de São Paulo, alinhando-a à demanda global por instrumentos regulatórios que busquem a eficiência energética, o desempenho adequado do espaço edificado e a resiliência urbana para um futuro de desafios colocados pela mudança no clima (TSUDA, 2019; TSUDA, DUARTE, 2018).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Como apontado pelo GEO6 (UN Environment, 2019), em um mundo onde os limites ambientais estão visivelmente próximos e com a migração para as áreas urbanas ainda acontecendo em larga escala, o crescimento da população urbana pode representar uma oportunidade de aumentar o bem-estar da população, diminuindo a sua pegada ecológica. Isso só será possível por meio de mudanças no estilo de vida, melhorias na governança, programas de educação e sensibilização, disponibilização de infraestrutura e serviços adequados, além de novas soluções tecnológicas. Ainda segundo o GEO6, a urbanização é um gerador para os desafios ambientais, particularmente da mudança do clima, e os desafios serão amplificados se não forem gerenciados adequadamente; por outro lado, a urbanização sem precedentes pode significar uma oportunidade para mitigação e adaptação alinhadas aos objetivos do desenvolvimento sustentável, em uma janela de tempo que se fecha nas próximas décadas.

Para concluir, referenciando o título do pronunciamento final do IPCC Cities (2018a), "*the science we need for the cities we want: working together to implement the global research agenda on cities and climate change"*, tema este posteriormente apresentado em detalhes por IPCC Cities (2018b), os processos decisórios devem ser embasados em evidências científicas. No ambiente construído, o desenvolvimento científico e as políticas públicas, incluindo os planos de adaptação relacionados ao planejamento, ao desenho urbano e ao projeto dos edifícios precisam se alinhar nessa direção (DUARTE, 2019). Na realidade brasileira e em especial para a cidade de São Paulo, que é sob um certo ângulo o reflexo do Brasil pela sua grande estratificação de desenvolvimento econômico e social, um desafio importante é o de quantificar a relevância e o impacto de várias frentes de trabalho no enfrentamento às mudanças climáticas, dentre as quais a infraestrutura verde, a ponderação entre o adensamento necessário e a expansão urbana, a mobilidade, as questões de eficiência energética, com o objetivo de se alcançar um ecossistema urbano mais equilibrado diante dos desafios do clima atual e futuro.

Tendo em mente a interdependência entre as edificações e o ambiente urbano, as relações entre o espaço interior e o exterior, a concepção do ambiente construído climaticamente responsável passa

necessariamente pelo entendimento dos fenômenos envolvidos na questão climática urbana em seus diferentes aspectos. Reconhecendo lacunas de informação rigorosa e específica para a cidade de São Paulo, com diagnósticos mais amplos e futuros, recomenda-se que sejam estimuladas linhas de ações científicas para a as grandes cidades brasileiras e, em especial, para São Paulo, dentre as quais, principalmente:

1. o levantamento de medidas observacionais microclimáticas, com instrumentação moderna e de alta acurácia, em escala local de edificações (interior e exterior no nível do pedestre) nas condições das diversas classes de moradia da população de São Paulo, e dos efeitos da infraestrutura verde no balanço de energia e no conforto térmico em todas formas viáveis e meritórias de utilização na frente de infraestrutura verde como adaptadora às mudanças climáticas;
2. a utilização de modelagem computacional do meio biofísico em toda a sua abrangência, desde modelos de desempenho energético em edificações, até os modelos atmosféricos e de balanço de energia para simulação de microclimas locais regionais, necessárias à avaliação e quantificação dos impactos de extremos climáticos no conforto térmico;
3. a conexão de outros modelos ambientais (luminosos, acústicos, hidrológicos, de qualidade do ar) e setoriais (de mobilidade, geográficos, ergonômicos, laborais, energéticos multimodais) de forma a prover uma integração de fatores que forneça subsídios à discussão de políticas públicas na reordenação da urbanização e aprimoramento da legislação urbana para o crescente bem estar do ser humano;
4. a reavaliação das áreas verdes como locais efetivos de uso da população, por meio de melhorias da limpeza e segurança, estímulo ao lazer e terapias de saúde, agregando a função de *cooling-places* em oposição aos ambientes fechados condicionados artificialmente;
5. a reavaliação criteriosa da urbanização e da infraestrutura verde de forma geral, integrada aos mecanismos de parceria público-privada, quantificada em seus custos de consolidação, manutenção e benefícios dos serviços ecossistêmicos de regulação térmica, de modo a conjugar ações de preservação ambiental e combate à vulnerabilidade socioambiental;
6. o fomento a iniciativas de adaptação/mitigação *bottom-up* envolvendo diferentes setores, como grupos privados, movimentos sociais, coletivos urbanos, incluindo análises sobre o potencial de respostas sinérgicas que poderiam moldar caminhos alternativos para o avanço da resiliência climática na cidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, C. **A produção recente de edifícios residenciais em São Paulo: desempenho e conforto térmico no contexto urbano e climático em transição**. 2019. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

ALVES, C., DUARTE; D.; GONÇALVES, F. Residential Buildings' Thermal Performance and Comfort for the Elderly under Climate Changes Context in the city of São Paulo, Brazil. **Energy and Buildings**, v.114, p. 62-71, 2016.

AMBRIZZI, T. *et al*. **Sumário Executivo do Volume 1 – Base Científica das Mudanças Climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 para o 1º Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. Rio de Janeiro: PBMC, 2012.

ANGEL, S. *et al*. **Making Room for a Planet of Cities**. Policy Focus Report. Cambridge, MA, USA: Lincoln Institute of Land Policy, 2011.

ARMSON, D. et al. The effect of tree shade and grass on surface and globe temperatures in an urban area. **Urban Forestry & Urban Greening,** v. 11, p. 245–255, 2012.

ASHRAE - AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE 55-2017**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2017.

BACK, A. G. **Política paulistana de mudança climática: agenda-setting e desenvolvimento político-institucional**. 2012. Disponível em: http://www.anppas.org.br/encontro6/anais/ARQUIVOS/GT11-794-493-20120621193331.pdf. Acesso em: 14 jul. 2019.

BONDUKI, N. 2014. Plano Diretor de São Paulo não inviabiliza mercado imobiliário, mas regula a sua atuação. Disponível em: http://noticias.uol.com.br/opiniao/coluna/2014/06/16/plano-diretor-de-sao-paulo-nao-inviabiliza-mercado-imobiliario-mas-regula-a-sua-atuacao.htm. Acesso em: 17 jun. 2014.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia - MME. **Demanda de Energia 2050**. Nota Técnica DEA 13/15. Série Estudos da Demanda De Energia Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética – EPE, 2016.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Resenha mensal do mercado de energia elétrica**. v. 77. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), fevereiro, 2014a.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia (MME). **Resenha mensal do mercado de energia elétrica**, v. 78. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética (EPE), março, 2014b.

CARLOS, A. F. A. A metrópole de São Paulo no contexto da urbanização contemporânea. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.23, n. 66, p.303-314, 2009.

CAVALCANTI, I. F. A.; KOUSKY, V. E. Drought in Brazil During Summer and Fall of 2001 and Associated Circulation Features. **Climanálise**, n. 1, p. 1-10, 2001. Disponível em: http://climanalise.cptec.inpe.br/~rclimanl/revista/pdf/criseing.pdf. Acesso em: 14 jul. 2019.

CEM - CENTRO DE ESTUDOS DA METRÓPOLE/FUNDAP – FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO ADMINISTRATIVO. **Diagnóstico dos assentamentos precários nos municípios da Macrometrópole Paulista**. Base de dados. 2013. Disponível

em: http://www.fflch.usp.br/centrodametropole/upload/aaa/654-Relatorio%20II_Assentamentos_Fundap_final_logo.pdf. Acesso em: 14 jul. 2019.
COELHO, C. A. S.; CARDOSO, D. H. F.; FIRPO, M. A. F. Precipitation diagnostics of an exceptionally dry event in São Paulo, Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v.125, n.3-4, p. 769–784, 2016.
COUTTS, A. M. et al. Temperature and human thermal comfort effects of street trees across three contrasting street canyon environments. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 124, p. 55–68, 2016.
D'ALMEIDA, C.H. 2016. Desafios, hipóteses e inovação na gestão da política urbana. *In*: BALBIM, R.; KRAUSE, C. (eds). **Eixos de estruturação da transformação urbana: inovação e avaliação em São Paulo**. Rio de Janeiro: Ipea, 2016.
DI GIULIO, G. M.; MARTINS, A. M. B. B.; VASCONCELLOS, M. P.; RIBEIRO, W. C.; LEMOS, M. C. Mainstreaming climate adaptation in the megacity of São Paulo, Brazil. **Cities**, v. 72, p. 237-244, 2018.
DI GIULIO, G. M.; MARTINS, A. M. B. B.; VASCONCELLOS, M. P.; RIBEIRO, W. C. Mudanças climáticas, riscos e adaptação na megacidade de São Paulo, Brasil. **Sustentabilidade em debate**, v. 8, p. 75-87, 2017.
DUARTE, D. Envisioning a climate adaptation plan for the city of São Paulo: a starting-point framework. In: Comfort at the Extremes: Energy, Economy and Climate - CATE 2019. Dubai, 2019. **Proceedings…** Comfort at the Extremes: Energy, Economy and Climate, Dubai, 2019.
DUARTE, D; SHINZATO, P; GUSSON, C.; ALVES, C. A.. The impact of vegetation on urban microclimate to counterbalance built density in a subtropical changing climate. **Urban Climate**, v. 14, p. 224-239, 2015.
EMMANUEL, R. **An Urban Approach to Climate-Sensitive Design. Strategies for the Tropics**. New York: Spon Press, 2005.
FERREIRA, L. S., DUARTE, D. Exploring the relationship between urban form, land surface temperature and vegetation indices in a subtropical megacity. **Urban Climate**, v. 27, p. 105-123, 2019.
FERREIRA, L. **Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana: um retrato da região metropolitana de São Paulo**. 2019. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.
GHHIN, 2018. **Global Heat Health Information Network**. Disponível em: https://ghhin.org/. Acesso em: 08 maio 2019.
GUPTA, R; GREGG, M. Using UK climate change projections to adapt existing English homes for a warming climate. **Building and Environment**, n. 55, p.20-42, 2012.
GUSSON, C.S.; DUARTE, D. Microclimatic Behavior of Two Densely Built Areas in Sao Paulo, Brazil. In: International Conference on Urban Climate - ICUC10, 2018, New York. **Proceedings…** 10th International Conference on Urban Climate. New York: CCNY, 2018.
IAG/USP. **Boletim climatológico anual da estação meteorológica do IAG/USP**. 2017. Disponível em: http://www.estacao.iag.usp.br/Boletins/2017.pdf. Acesso em: 14 jul.2019.
IAUC. In India, Summer Heat May Soon Be Literally Unbearable. **Urban Climate News**. Quarterly Newsletter of the IAUC, n. 69, p.5-6, Sept. 2018,
IPCC Cities. **Cities & Climate Change Science Conference 2018**. Edmonton, 2018a. Disponível em: https://citiesipcc.org/. Acesso em: 13 jul. 2019.
IPCC Cities. **Global Research and Action Agenda on Cities and Climate Change Science**. Extended version, Edmonton, 2018b. Disponível em: https://citiesipcc.org/. Acesso em: 13 jul. 2019.
IPCC. **Climate change 2007: synthesis report.** Contribution of working groups I, II and III to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Geneva: IPCC, 2007.
IPCC. **Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. IPCC Working Group II Contribution to AR5. 2014.
LIMA, L. G. B de. **Efeitos da expansão do crédito imobiliário sobre a produção habitacional privada em São Paulo – 2005 a 2011.** 2015. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2015.
LIMA, R. Calor aumenta o número de mortes na Baixada. **O Estado de São Paulo**, São Paulo, 11 fev. 2010.
MARICATO, E. Metrópole, legislação e desigualdade. **Estudos Avançados**, São Paulo, v.17, n.48, p.151-167, 2003.
MARICATO, E. **O impasse da política urbana no Brasil**. PetrópolisJ: Vozes, 2011.
MATZARAKIS, A. et al. Thermal bioclimate in Strasbourg - the 2003 heat wave. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 98, p.209–220, 2009.
NASA Earth Observatory. **India Faces Deadly Heat Wave**. Junho, 2015. Disponível em: http://earthobservatory.nasa.gov/IOTD/view.php?id=85986. Acesso em: 03 fev. 2016.
NOBRE, C. A. *et al*. **Vulnerabilidade das Megacidades Brasileiras às Mudanças climáticas: Região metropolitana de São Paulo**. Sumário executivo. 2010.
ONG, B. L. *et al*. Green Plot Ratio - Past, Present and Future. In: Tropics 2050. iNTA 2012 - 4th International Network for Tropical Architecture. **Proceedings...**, 2012.
ONG, B. L. Green Plot Ratio: An Ecological Measure for Architecture and Urban Planning. **Landscape and Urban Planning**, v.63, p.197-211, 2002.
PASTERNAK, S.; D'OTTAVIANO, C. Favelas no Brasil e em São Paulo: avanços nas análises a partir da leitura territorial do Censo de 2010. **Cadernos Metrópole** (PUCSP), São Paulo, v. 18, p. 75-99, 2016.
PMSP. Prefeitura Municipal de São Paulo. **Legislação urbanística**. Disponível em: http://www.prefeitura.sp.gov.br. Acesso em 18 mar. 2019.
RENAUD, V. *et al*. Comparison between open-site and below-canopy climatic conditions in Switzerland for different types of forests over 10 years (1998-2007). **Theoretical and Applied Climatology**, v.105, n.1-2, p. 119–127, 2010.
ROLNIK, R. **A cidade e a lei: legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo**. São Paulo: Studio Nobel/FAPESP, 1997.
SANTAMOURIS, M. *et al*. On the energy impact of urban heat island in Sydney: Climate and energy potential of mitigation technologies. **Energy and Buildings**, v. 166, p.154–164, 2018.
SANTAMOURIS, M. On the energy impact of urban heat island and global warming on buildings. **Energy and Buildings**, v. 82, p. 100-113, 2014.
SHINZATO, P.; SIMON, H.; DUARTE, D.; BRUSE, M.. Calibration process and parametrization of tropical plants using ENVI-met V4 - Sao Paulo case study. **Architectural Science Review,** Sydney, v. 62, n. 2, p.112–125, 2019.

SILLMANN J., *et al*. Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 2. Future climate projections. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 118, p. 2473–2493, 2013b.
SILLMANN J., *et al*. Climate extremes indices in the CMIP5 multimodel ensemble: Part 1. Model evaluation in the present climate, **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, vol. 118, p. 1716–1733, 2013a.
SIlVA DIAS M. A. *et al*. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. **Climatic Change**, v. 116, n.3-4, p. 705–722. 2013.
SILVA, F. B.; LONGO, K. M.; DE ANDRADE, F. M. Spatial and Temporal Variability Patterns of the Urban Heat Island in São Paulo. **Environments**, v. 4, n. 2, p. 27, 2017.
STEWART, I, OKE, T. Local climate zones for urban temperature studies. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 93, p. 1879-1900, 2012.
STONE, B. **The city and the coming climate**. Climate Changes in the Places we live. New York: Cambridge, 2012.
TSUDA, F. P. **Conforto, adequação climática e o papel dos códigos de edificações: os desafios de São Paulo frente ao estado da arte no Brasil e no mundo**. 2019. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2019.
TSUDA, F. P.; DUARTE, D.. The Conflicts between the Simplification of Building Regulations and the Challenge of Building Cities for a Changing Climate: The case of Sao Paulo city. In: PLEA 2018 - Passive and Low Energy Architecture, 2018, Hong Kong. **Proceedings…** Smart and healthy within the two-degree limit. Hong Kong: PLEA - Passive and Low Energy Architecture, 2018. v. 3. p. 1159-1160.
UN DESA. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **The World's Cities in 2016** – Data Booklet (ST/ESA/ SER.A/392). United Nations, 2016.
UN DESA. Department of Economic and Social Affairs, Population Division. **2018 Revision of World Urbanization Prospects**. United Nations, 2018. Disponível em: https://www.un.org/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html. Acesso em: 14 jul. 2019.
UN Environment and International Energy Agency. **Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector**. Global Status Report, 2017.
UN Environment. **Global Environment Outlook – GEO-6: Healthy Planet, Healthy People**. Nairobi: UN Environment, 2019.
UN Habitat. **New Urban Agenda**. Quito: United Nations Habitat, 2017.
UNEP. **Buildings and Climate Change: Status, Challenges and Opportunities**. United Nations Environment Programme, 2007.
VARGAS, H. C.. O arquiteto e seus clientes. In: VARGAS, H. C.; ARAUJO, C. P. **Arquitetura e Mercado Imobiliário**. Barueri: Manole, 2014.
VIANNA, S. B.; VEIGA, J. E; ABRANCHES, S. A Sustentabilidade do Brasil. In: GIAMBIAGI, BARROS (orgs) **Brasil Pós-Crise: Agenda para a próxima década**. Rio de Janeiro: Campus, 2009. p. 305-324.
WHO. **Health and climate change**. WHO COP24 special report. WHO, 2018.
WMO. **2019 starts with extreme, high-impact weather.** WMO, 2019b. Disponível em: https://public.wmo.int/en/media/news/2019-starts-extreme-high-impact-weather. Acesso em: 18 mar. 2019.
WMO. **WMO Statement on the State of the Global Climate in 2018**. WMO, 2019a.
WOLF, M. *et al*. The impact of urban regrowth on the built environment. **Urban Studies**, v. 54, n.12, p.2683–2700, 2016.
WU, A, PETT, J. **Cold comfort for Kyoto? Carbon implications from increasing residential cooling demand**. A scoping report. ACE: London: 2006.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos apoios: 2016/02825-5 Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e CNPq 307042/2018 e 409774/2018-9 para Denise Helena Silva Duarte; 2017/50423-6, 2013/17665-5 e 2014/50313-8 Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) e CNPq 446032/2015-8 para Gabriela Di Giulio; 2015/50682-6 Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) para Humberto Ribeiro da Rocha.