

**A vegetação urbana com estratégia de amenização climática e conforto
térmico em cidades brasileiras de clima quente**

*Urban vegetation as a strategy for climate mitigation and thermal comfort in hot
climate Brazilian cities*

*La vegetación urbana como estrategia de mitigación climática y confort térmico en
ciudades brasileñas calurosas*

Karoline Lima do Nascimento

Mestranda, UFPE, Brasil.
karoline.lima@ufpe.br

Joelmir Marques da Silva

Professor Doutor, UFPE, Brasil.
joelmir.marques@ufpe.br

RESUMO

A vegetação urbana oferece benefícios que vão além dos ambientais e ecológicos, como por exemplo, físicos, psicológicos, sociais, econômicos. Por isso, sua distribuição em climas quentes, como o tropical litorâneo, pode contribuir para o conforto térmico a partir do sombreamento – um dos requisitos do conforto – e na captação e direcionamento da ventilação. Dessa forma, este artigo tem como objetivo discutir acerca da relação entre a amenização climática dos meios urbanos a partir da utilização da vegetação como recurso para o conforto térmico. O estudo apontou diversos benefícios da arborização na redução dos impactos resultantes da intensa urbanização, principalmente através da moderação climática e da conservação de energia. Ressalta-se a importância da vegetação urbana, distribuída equitativamente pelas vias e espaços públicos, com vistas ao conforto térmico, de forma a constituir um sistema de arborização eficiente, e da gestão pública, a qual tem papel de destaque nessas ações, criando e garantindo o cumprimento das legislações urbanísticas que promovam a sustentabilidade urbana.

PALAVRAS-CHAVE: Vegetação. Cidades. Conforto.

SUMMARY

Urban vegetation offers benefits that go beyond the environmental and ecological, such as physical, psychological, social, economic. Therefore, its distribution in hot climates, such as the tropical coastal, can contribute to thermal comfort from the shading - one of the requirements of comfort - and the capture and direction of ventilation. Thus, this article aims to discuss the relationship between the climate mitigation of urban environments from the use of vegetation as a resource for thermal comfort. The study pointed out several benefits of afforestation in reducing the impacts resulting from intense urbanization, mainly through climate moderation and energy conservation. The importance of urban vegetation, evenly distributed on the streets and public spaces, is emphasized, with a view to thermal comfort, in order to constitute an efficient system of afforestation, and of public management, which has a prominent role in these actions, creating and ensuring compliance with urban laws that promote urban sustainability.

KEYWORDS: Vegetation. Cities. Comfort.

RESUMEN

La vegetación urbana ofrece beneficios que van más allá de los ambientales y ecológicos, como los físicos, psicológicos, sociales y económicos. Por lo tanto, su distribución en climas cálidos, como el tropical costero, puede contribuir al confort térmico a partir del sombreado - uno de los requisitos de confort - y en la captación y dirección de la ventilación. Así, este artículo pretende discutir la relación entre la mitigación climática de ambientes urbanos a partir del uso de la vegetación como recurso para el confort térmico. El estudio señala varios beneficios de la forestación en la reducción de los impactos resultantes de la urbanización intensa, principalmente a través de la moderación climática y la conservación de energía. Destaca la importancia de la vegetación urbana, distribuida equitativamente a lo largo de las vías y espacios públicos, con vistas al confort térmico, para constituir un sistema de forestación eficiente, y de la gestión pública, que tiene un papel destacado en estas acciones, creando y garantizando el cumplimiento de la legislación urbana que promueve la sostenibilidad urbana.

PALABRAS CLAVE: Vegetación. Ciudades. Confort.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano nos últimos anos tem gerado cidades cada vez mais caóticas e ineficientes, principalmente em países em desenvolvimento, onde vigoram modelos obsoletos sem atenção às questões ambientais (SPINELLI; ALVES; KONRA, 2013). As cidades são o *locus* de moradia de mais de 50% da população mundial e o solo e vegetação dos centros urbanos são modificados para construção das infraestruturas, o que aumenta as temperaturas superficiais (SITOIE *et al*, 2017). Assim, pensar em ambientes urbanos adequados é imprescindível. A vida humana seria praticamente impossível sem os recursos naturais prestados pela Terra: luz solar, água, oxigênio, plantas, que alimentam também os animais. “Os seres humanos evoluíram ao ar livre imersos em habitats naturais com vegetação e expostos à luz do sol, ao ar puro e à água” (FARR, 2013, p. 35).

O desenvolvimento das sociedades e das cidades afastou o homem dessas características e, apesar dos vários benefícios proporcionados pelo desenvolvimento urbano, o urbanismo convencional foi eliminando quase todos os sistemas naturais com os quais teve contato. A cidade industrial, dependente do automóvel, sem incentivo ao transporte público e com altas densidades distribuídas em zonas, afastaram as pessoas não apenas da experimentação da cidade e dos espaços públicos, mas de qualquer contato com os sistemas naturais. Diferente da antiga vida com contato direto com a natureza e muitas atividades ao ar livre, nas cidades industriais, a natureza se resumia aos gramados, parques públicos e ruas arborizadas.

Essa falta de contato está desde as relações de consumo, onde muitos não fazem ideia dos danos sérios que seu estilo de vida causa à natureza, e vai além dos danos ao meio ambiente. A presença da natureza nas áreas urbanas vem como uma forma de amenizar esses impactos negativos, colaborando com a despoluição do meio ambiente, manutenção da biodiversidade, melhoria da qualidade do ar, entre outros, e ao ser humano, sua presença vai proporcionar melhor qualidade de vida (PINTO, LIMA, 2019). E, ao invés de tentar reestabelecer essa relação por meio do contato com a vegetação urbana, a preocupação com a qualidade de espaços verdes na cidade para prática de atividades física, permanência da população, espaços de convívio, está sendo negligenciada pelos gestores urbanos, desconsiderando os vários benefícios sociais, psicológicos, ambientais destes espaços. É da essência humana desejar o contato com o verde (SOUSA, 2016).

Além disso, a vegetação deve ser considerada como ferramenta para o planejamento, devido às diversas funções que assume em espaços urbanos, principalmente em climas onde ela é fundamental para auxiliar nas questões de conforto térmico atuando como um componente regulador da temperatura urbana, uma vez que utiliza a radiação solar nos seus processos biológicos (fotossíntese e transpiração), absorvendo-a com mais facilidade (GOMES, AMORIM, 2003). Mascaró e Mascaró (2010) citam que a vegetação pode contribuir para a ambiência urbana por atuarem nos microclimas das cidades através da amenização da radiação solar na estação quente, modificando a temperatura e umidade relativa do ar, devido ao sombreamento, que contribui com a redução da carga térmica recebida pelos edifícios, veículos e pedestres. A vegetação serve ainda como barreira aos ventos, modificando sua direção e velocidade, e com filtro acústico e da poluição do ar (AZEREDO, 2017).

Estevam e Oliveira (2019) apontam que a alteração das coberturas do solo e a

instalação de equipamentos urbanos a partir da extinção das áreas verdes nas grandes metrópoles e cidades médias brasileiras alteram drasticamente o albedo sobre as superfícies, que gera como consequência o surgimento das chamadas ilhas de calor, um resultado também da urbanização mal planejada, a partir do uso indevido do solo que altera os processos naturais de evaporação e reflexão da energia solar – o albedo –, o que vai gerar um acúmulo de calor próximo da superfície do solo. Esse fator, quando associado às atividades antropogênicas vão resultar em um grande desconforto térmico para a população.

Os ambientes que são afetados diretamente por essa problemática vão repercutir na vida cotidiana das pessoas que ali residem, pela elevação exacerbada das temperaturas do ar nas superfícies. Isso ocorre devido à grande concentração do concreto e asfalto, materiais de cor escura com pouca capacidade de reflexão e grande facilidade de absorção, que é decorrente da utilização desordenada do solo. Dessa forma, as ilhas de calor ocorrem devido à expansão em massa das edificações, sem preocupação com os materiais utilizados nas edificações e vias públicas (SANTOS; PACHECO, 2013), e que poderiam absorver boa parte da radiação caso a urbanização descontrolada não tivesse removido toda a vegetação, que é a cobertura natural do solo e substituído por outros materiais de alta absorção radiativa, com o espelhos, blocos e vegetação artificial (ESTEVAM; OLIVEIRA, 2019).

Assim, o estudo cuidadoso da utilização adequada das espécies vegetais combinado com o entendimento das condições físicas e ambientais de um local torna possível a utilização da arborização urbana de forma benéfica ao conforto térmico, indo além da sua função estética, mas promovendo o bem estar aos seres humanos a partir do dinamismo que a utilização da vegetação proporciona à paisagem construída.

Dessa forma, o presente artigo teve como objetivo discutir a importância da vegetação urbana na amenização climática dos ambientes urbanos como estratégia bioclimática em cidades de clima quente como recurso para obtenção de ambientes urbanos que promovam o conforto térmico para seus habitantes.

2 METODOLOGIA

Para atender aos objetivos desse trabalho, foi realizada uma revisão integrativa a partir da inquietação acerca da quantidade de trabalhos publicados que envolvem amenização climática pela vegetação em regiões de clima quente. A revisão integrativa “é um método que proporciona a síntese de conhecimento e a incorporação da aplicabilidade de resultados de estudos significativos na prática” (SOUZA, SILVA, CARVALHO, 2010).

Optou-se por utilizar a bibliografia disponível apenas nos meios digitais, sendo definidos como fontes de busca o Google Scholar e o Research Gate. Foram consultados artigos, dissertações e teses a partir de termos chaves como “arborização urbana”, “conforto ambiental”, “áreas verdes urbanas”, “amenização climática” e “cidades de clima quente”.

Os textos foram selecionados a partir dos critérios como a relevância das produções, com a opção por autores já consagrados nas temáticas e também por publicações cuja abordagem chamou atenção por ter em seu escopo metodológico pesquisa de campo ou estudo comparativo. Além disso, priorizaram-se publicações mais recentes sobre as temáticas, do período de 2005 a 2020.

Foram encontradas 3.720 pesquisas dentro das palavras chaves estabelecidas. Dessas, foram selecionados dez trabalhos, para análise de dados e dissertação acerca dos

resultados. Os trabalhos foram escolhidos pela afinidade com a temática proposta e pela quantidade de acessos, o que indica significativa relevância do estudo. Buscou-se investigar a evolução dos conceitos abordados, o crescimento das publicações sobre a temática ao longo dos anos e como os conceitos foram trabalhados pelos diferentes autores. As pesquisas também foram escolhidas buscando criar uma escala temporal, a fim de verificar quais problemáticas eram abordadas a partir do avanço da urbanização ao longo dos anos e sua relação com a cobertura vegetal urbana. Isso também permite verificar em que linha de pesquisa (planejamento, inventário, estudos comparativos e afins) as produções têm se tornado mais recorrentes.

Sob esses aspectos, ressalta-se a importância de realizar esse tipo de síntese, que pretende contribuir com projetistas no estudo para elaboração de planos de arborização urbana visando inserir (e onde inserir) a massa arbórea, qual espécie, o que observar e qual efeito dela sob os aspectos visuais, estéticos, segurança, privacidade e atenuação da radiação solar incidente sob a forma de sombreamento.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

As condições estabelecidas pela interação do usuário com o ambiente ao seu redor estão relacionadas à sensação de bem estar dos usuários de uma edificação. Já nos ambientes externos, o bem estar está ligado a diversos aspectos, principalmente à sensação fisiológica do indivíduo em um ambiente complexo. O conforto ambiental, sendo a sensação de bem estar relacionada a fatores ambientais, está diretamente relacionado à qualidade de vida das pessoas e essa preocupação tem se manifestado cada vez mais forte, aliada também, ao crescimento da consciência ambiental (BARTHOLOMEI, 2003). Dentro desse contexto, o conforto térmico urbano é definido pelo nível de conforto/desconforto térmico nos espaços urbanos gerado pela forma como acontece o uso e a ocupação do solo urbano relacionada à disposição do relevo (GOMES, AMORIM, 2003).

Influenciado pela crescente demanda das atividades humanas, o conforto térmico urbano vem sendo ameaçado pelas alterações climáticas decorrentes de características térmicas criando nas cidades verdadeiras estufas, efeito decorrente do surgimento das ilhas de calor (SITOIE *et al*, 2017). A crescente presença de ilhas de calor urbano e o aumento da temperatura nos espaços construídos chamam atenção para a necessidade de criação de estratégias que minimizem os danos causados pela urbanização desenfreada e sem planejamento. “A urbanização e suas edificações interferem na dinâmica ambiental e a biodiversidade” (ESTEVAM; OLIVEIRA, 2019, p.77). Aumentar o conforto térmico de modo mais sustentável e entender como o clima interage com o meio é extremamente importante para o planejamento urbano, pois adequar o ambiente construído ao clima local permite ao homem viver em conforto e reduzir o consumo de recursos naturais (ZORZI; GRIGOLETTI, 2016).

A falta de áreas verdes, a falta de planejamento adequado, bem como a urbanização descontrolada e alto adensamento causam uma série de alterações nos microclimas das cidades que comprometem a qualidade de vida e o conforto da população. A crescente urbanização provoca alterações como o aumento das temperaturas, redução da umidade do ar e da absorção da água pelo solo, além da mudança dos ventos. Quando se acrescenta o uso intenso de veículos a esse contexto temos um aumento da temperatura nos grandes centros urbanos de 4 a 11°C a mais que nos subúrbios (LÖTSCH, 1981 apud MINKE, 2005). É natural

pensar que a arborização urbana já é incluída no planejamento urbano pela sua essencialidade, principalmente para as cidades de clima quente, que deveriam tirar partido dos benefícios da vegetação no meio urbano, incluindo-a no processo da gestão (PINTO, LIMA, 2019).

E mais, com relação à contribuição da vegetação no microclima urbano, ela promove um melhor equilíbrio entre a vegetação, o clima e o solo. Reduz a radiação solar nas estações de calor; altera a velocidade e direção dos ventos; diminui a poluição sonora a partir do amortecimento dos ruídos; contribui para a redução da poluição do ar através da fotossíntese; altera a temperatura e umidade do ar dos ambientes em função do sombreamento, por meio da redução da carga térmica recebida, conservando assim, a fertilidade e permeabilidade do solo, e influenciando também no balanço hídrico e, conseqüentemente, nas precipitações (MASCARÓ; MASCARÓ, 2010), contribuindo dessa forma, para a qualidade de vida da população urbana.

Azeredo (2017) e Falcón (2007) destacam também os benefícios psicológicos que são considerados relevantes para a população, uma vez que os espaços verdes dignificam o entorno e favorecem as relações de vizinhança, bem como, uma árvore, na configuração da paisagem, pode ser colocada como elemento norteador para a concepção do espaço. Os autores ainda lembram que, o verde, quando distribuído pela cidade, pode ser utilizado no auxílio da educação ambiental, e contribui para a noção da passagem do tempo, através da mudança da natureza, ao longo das estações do ano, e quanto maior for à densidade da arborização, seja ela viária, seja ela distribuída nos parques, praças e recintos urbanos, maior é a influência na sensação de relaxamento pelas pessoas, o que reflete na sensação de bem-estar do usuário.

É importante destacar também a relação da arborização urbana com a drenagem das águas pluviais. Quando a vegetação localizada em áreas permeáveis, principalmente a de porte arbóreo, pode contribuir para infiltração e absorção das águas pluviais, e, conseqüentemente, para o abastecimento dos lençóis freáticos. Entretanto, é preciso observar criteriosamente o tipo, dimensão e localização da área vegetada e a área superficial permeável, bem como a porosidade do solo, de forma a garantir que exista a estabilidade da vegetação, sem risco de tombamentos e que exista uma zona livre permeável de acordo com a necessidade do vegetal isolado ou do agrupamento. A porosidade também deve favorecer o processo de percolação da água (AZEREDO, 2017).

Em 2005, Barbosa estudou nove unidades amostrais urbanas em Maceió, no estado de Alagoas. O autor (op. Cit.) constatou que as áreas verdes condicionam a criação de ambientes termicamente favoráveis à saúde, habitabilidade e uso dos espaços urbanos. A análise foi realizada em um período de inverno, numa abordagem em escala microclimática e em três dias típicos experimentais, que foram identificados por meio da abordagem dinâmica do comportamento climático, utilizando termômetros digitais e registrando os valores de temperatura e umidade do ar. Durante o dia foram observadas diferenças de até 3,3°C na temperatura do ar, porém à noite as diferenças não foram tão significativas. Além disso, arborização também contribuiu para uma maior constância na umidade do ar.

Visando desenvolver uma metodologia para integrar elementos paisagísticos com o objetivo de melhorar o desempenho térmico de edificações térreas a partir da análise de três espécies arbóreas quanto à melhoria do microclima proporcionada à sombra das mesmas na cidade de Londrina, no Paraná, Joseane Pivetta (2010), em sua dissertação de mestrado,

realizou medições dos parâmetros ambientais, como temperatura e umidade relativa do ar, e os resultados foram combinados com simulações realizadas a partir do programa Analysis Bio, com as quais foi possível melhor entender e comparar resultados de situações com e sem espécies arbóreas próximas da edificação.

Os resultados apontaram que a espécie arbórea falsa-murta (*Murraya paniculata*) apresentou nos três horários, uma média mais baixa que as demais espécies, a aroeira salsa (*Schinus molle*) e a pata de vaca (*Bauhinia variegata*), com a medição na sombra tanto na temperatura de globo (Tg) quanto na temperatura de bulbo seco (Tbs). A autora (op. Cit.) acredita que este resultado se deve pela alta densidade de massa foliar. Comparando todos os resultados da atenuação da radiação das árvores estudadas, a espécie falsa-murta, apresentou os melhores resultados. Além disso, a partir das simulações, observou-se que, em geral, as temperaturas do ar no interior da edificação com sombreamento das espécies são menores que na situação sem este elemento, concluindo então que o sombreamento com vegetação pode trazer uma contribuição climática significativa para o interior de ambientes construídos, o que teoricamente afeta a necessidade por equipamento de ar condicionado.

Em relação ao alcance e magnitude da influência climática, Amorim (2011) dissertou acerca de um remanescente de Mata Atlântica sobre o entorno urbanizado, a Mata do Buraquinho, em João Pessoa, Paraíba a-partir do monitoramento da temperatura e umidade do ar nos períodos de inverno e verão, em três transectos dispostos a sotavento na mata, totalizando treze pontos de coleta, estando um deles localizado em seu interior, sendo a coleta realizada em dois períodos, chuvoso e seco. A cidade é caracterizada por clima quente e úmido, baixa amplitude térmica anual, com temperatura média em torno de 25°C e umidade relativa do ar média de 80%, caracterizando-se por temperaturas médias anuais elevadas. A área de mata ocupa cerca de 500 hectares, sendo uma das áreas mais representativas da Mata Atlântica paraibana. A delimitação do entorno urbano de modo à contemplar situações a sotavento da mata, compondo os bairros Torre, Jaguaribe e Rangel, predominantemente residenciais e estendeu-se por até aproximadamente 0,5 km em direção ao interior da malha urbana.

Nas áreas mais afastadas foram identificadas temperaturas mais elevadas que as obtidas no interior e nas bordas da mata, e que os pontos localizados a 450 metros apresentaram maiores valores de amplitude do conjunto, indicando maior desequilíbrio climático. Constatou-se que de fato, a mata exerce influência na amenização da temperatura urbana, porém não se observou uma tendência linear de aquecimento da temperatura do ar ao longo transecto, que demonstraria a relação da amenização da temperatura com o distancia da Mata, o que levou o autor a concluir que outros elementos urbanos – geometria do local, características térmicas dos materiais de revestimento das superfícies, entre outros – possuem forte influência no contexto climático local, podendo anular ou intensificar o efeito mitigador da área verde, e que a maior atuação da contribuição climática de uma área verde está sobre o seu entorno imediato. Por isso, do ponto de vista climático, a maior distribuição de pequenas áreas verdes sobre o espaço urbano, quando comparada com uma grande área concentrada, produz um efeito mitigador de maior eficiência, por aumentar a área de transição entre vegetação-entorno imediato.

Crispim *et al* (2014) analisaram a situação da arborização urbana, visando quantificar as espécies vegetais arbóreas existentes no centro da cidade de Pombal – PB, localizada na Mesorregião do Sertão e Microrregião Homogênea de Pombal com clima semiárido quente e

seco e precipitação média de 750 mm ano. Foram inventariadas todas as árvores existentes nas ruas do centro da cidade, com registro fotográfico de algumas e revisão bibliográfica das plantas encontradas, relacionadas ao nome popular, nome científico e a origem.

Das 1.441 árvores encontradas, cinco espécies predominaram, nim-indiano (*Azadirachta indica*), ficus-benjamina (*Ficus benjamina*), acácia-mimosa (*Acacia podalyraefolia*), ipê amarelo (*Tabebuia chrysotricha*) e uva do Pará (*Hovenia dulcis thunb*), e as demais compõe os 3,8% restante, que demonstrou uma baixa incidência de espécies vegetais nativas na arborização da área de estudo. A pesquisa também constata que essa diversidade é caracterizada pelo plantio indiscriminado de espécies exóticas, sem levar em consideração sua quantidade e frequência na área delimitada urbana da cidade. No decorrer do estudo também foi verificado, um problema muito comum na cidade, as árvores plantadas dentro de jarros, comprometendo o desenvolvimento adequado do indivíduo, além de causar o envelhecimento do sistema radicular deixando a árvore suscetível ao tombamento quando submetida à ação de fortes ventos.

Moraes e Machado (2014) também realizaram um inventário da composição arbórea urbana do Município de Timon-MA, identificando e analisando as espécies vegetais. A área de estudo escolhida foi a zona urbana do município, composta por 46 bairros, distribuídos em duas zonas (Sul e Norte). Nesta pesquisa foram utilizados 20% do total dos bairros, ou seja, os dez principais e a vegetação arbórea amostrada foi representada por 2.319 indivíduos. As espécies identificadas ficaram distribuídas em 36 famílias, 72 gêneros e 86 espécies. Das 86 espécies identificadas na arborização de ruas e praças em relação à vegetação nativa, foram identificadas 51 espécies (43,9%), enquanto que na de origem exótica amostrou-se 35 espécies (56,1%). A pesquisa também mostrou uma grande diferença quanto à ocorrência de árvores entre bairros, sendo o bairro Centro o que obteve a maior quantidade de indivíduos amostrados. A pesquisa possibilitou constatar que o município de Timon não possui um planejamento técnico da arborização adequado, sendo que a grande quantidade de espécies nativas diagnosticadas na arborização da cidade é devida, a priori, à iniciativa própria da população para seu plantio de forma aleatória, se fazendo necessário um planejamento na arborização do município de forma mais cuidadosa e atenta e as características locais.

A relação do sombreamento da arborização urbana com a amenização climática, a partir da análise feita do sombreamento arbóreo das principais vias e praças da cidade de Itacoatiara, situada na mesorregião do Centro Amazonense, a Leste de Manaus, capital do Amazonas foi o foco de estudo de Siteio *et al* (2017). Partindo dos dados do IBGE (2016) é possível aventar que a cidade é quente durante todo o ano, sendo que as temperaturas máximas variam entre 29 e 36°C, mas a temperatura máxima durante um dia pode atingir 40°C. No caso das praças, a arborização está disposta de forma dispersa projetando sombras para fora do alcance dos bancos/cadeiras de lazer social durante a hora mais quente do dia, o que inviabiliza ou diminui a utilização dessas áreas pela população.

A cidade enfrenta ainda problemas de tráfego devido à utilização da sombra das árvores para estacionamento na avenida principal, principalmente nos horários de maior incidência térmica, desobedecendo as leis de trânsito e tornando o tráfego complexo, sem ordem e perigoso. É importante destacar desse estudo que a geometria da cidade, ou seja, o traçado das ruas juntamente com posição das edificações, não favorece a formação de sombras que possam amenizar as altas temperaturas da cidade, e que a arborização implantada não ajudou a minimizar essas questões, e em algumas áreas, tornou perigosa a

caminhada dos pedestres, que preferem andar na via, onde circulam os veículos por ser onde a sombra está projetada.

Azeredo (2017) partindo da hipótese que a ausência de um sistema de vegetação arbórea contribui com a vulnerabilidade ambiental, conseqüentemente, com a promoção do desconforto térmico, em recintos urbanos buscou caracterizar o desconforto termoambiental em recortes da cidade de Recife, em Pernambuco, considerando o nível do usuário pedestre, a fim de comprovar a necessidade da inserção de arborização urbana. Através de visitas técnicas, observações, registros fotográficos, medições microclimáticas, aplicação de questionários e de formulários realizados em quatro cidades, com diferentes climas, a autora comprovou que a vegetação é imprescindível para o conforto termoambiental, independentemente do clima. Os 1000 formulários aplicados ajudaram a traçar um perfil sobre a sensação de conforto e sua relação com a vegetação, em Recife, junto a usuários pedestres e constatou que a maioria se sente confortável em diferentes temperaturas, considerando-se diversos condicionantes, sobretudo a aclimatação. Por fim, a elaboração de mapas de vegetação, em quatro bairros de Recife, confirmou a ausência de um sistema arbóreo capaz de suprir as necessidades de conforto térmico.

Os estudos de Estevam e Oliveira (2019) no bairro de Cajazeiras, na cidade de Salvador, Bahia, comprovaram que as áreas mais arborizadas e preservadas, e menos afetadas pelo crescimento da cidade, apresentam temperaturas menores que àquelas dos locais altamente urbanizados e submetidos ao crescimento urbano, pois as matas possuem um alto índice de albedo, gerando uma sensação térmica mais amena. Utilizando um termômetro infravermelho, foram realizadas duas visitas técnicas para medições no mês de fevereiro de 2019 nos horários de 12h00min e 13h30min, respectivamente, nas unidades de uso dos solos com recobrimento vegetal natural, áreas recobertas por gramíneas, solos desnudos e edificações de concreto e/ou asfaltamentos.

O mapa Geotérmico produzido a partir do resultado da análise desses dados reforça a importância das áreas arborizadas na influência das temperaturas ambientes com diferenças de temperatura entre essas áreas e as temperaturas registradas para o solo exposto de até 8°C. Os autores (op. Cit.) concluem que um fator determinante no combate ao stress térmico positivo é uma melhor organização do processo de urbanização, incluindo iniciativas que diminuíssem a absorção de calor pelas superfícies e estimulassem a infiltração de água no solo. Todos esses fatores seriam de grande importância na busca por um ambiente urbano mais saudável e confortável.

Os estudos de Pinto e Lima (2019) partiram da observação de campo e da entrevista com moradores da cidade de Quixadá, no estado do Ceará, de clima tropical quente semiárido e o período chuvoso compreende de fevereiro a abril e médias mensais de temperatura que variam pouco, sendo as temperaturas médias de 26 a 28°C, mínima e máxima, respectivamente. Os resultados iniciais foram bem comuns à realidade de muitas cidades brasileiras: a área residencial bem arborizada e a área do centro comercial e ruas de maior fluxo com arborização considerada insuficiente pelos autores. Além disso, os problemas se repetem nos conflitos entre árvores e infraestrutura urbana, como danificação da pavimentação e fiação elétrica, que é decorrente da escolha de espécies não adequadas combinadas ao plantio inapropriado, como no leito das ruas.

É importante destacar que embora a população apresente elevada consciência ambiental e entendimento dos benefícios da vegetação urbana – fato ratificado a partir dos

questionários aplicados – muitos possuem receio de ter espécies arbóreas nas suas residências devido aos problemas acima citados, com medo de prejuízos futuros. A entrevista com a gestão pública municipal também constatou a inexistência de um plano de arborização ou de manejo e que as iniciativas foram escassas ou inexistentes, e que quando ocorram, foram ações pontuais, descontinuadas e esporádicas, sem os cuidados básicos, como com a escolha das espécies. Tal fato também é corroborado pela pesquisa ter identificado que das dez espécies encontradas, apenas uma é nativa. Também merece destaque o apontamento para um mapeamento, de preferência de forma georreferenciada, para que possa planejar ainda melhor a substituição gradual das espécies conflitantes.

Barboza, Alencar e Alencar (2020) buscaram avaliar as oscilações das variáveis climatológicas em dois bairros de condições microclimáticas distintas da cidade de Juazeiro do Norte, localizada na Região Metropolitana do Cariri, sul do estado do Ceará. O clima da região é tropical quente semiárido e tropical quente semiárido brando, a pluviosidade média anual de é 925,1mm (900-1000 mm), e temperatura variando entre 24 e 26°C. O estudo destacou que o processo acentuado e acelerado de urbanização da região alterou o microclima local, uma vez que foram constatadas significativas diferenças de temperatura (6.12 °C), umidade relativa do ar (7.42 %) e velocidade dos ventos. A mudança dos materiais de cobertura do solo pode ser o principal responsável, além de ser constatado que os pontos com a presença de vegetação e um reservatório de água superficial apresentaram valores menores em temperatura, maiores em umidade e menor em velocidade dos ventos, e os pontos sem arborização, apresentaram valores altos de temperatura, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade dos ventos, nos meses mais quentes do ano, confirmando mais uma vez como a arborização é fundamental para amenizar os efeitos negativos da urbanização e melhoria das variáveis climáticas.

Apesar de a análise ser restrita a dois bairros, os autores (op. Cit.) sugerem que sejam implementados programas de incentivo a arborização nas áreas urbanas da cidade de Juazeiro do Norte como um todo, além da manutenção dos parques existentes. A pesquisa também merece destaque para a preocupação com as cidades médias que passam por processos de urbanização semelhantes a das cidades de grande porte e metrópoles, mas que demonstram não ter aprendido com os diversos impactos negativos desse processo e seguem reproduzindo os mesmo problemas – a cidade de Juazeiro do Norte vem crescendo de forma desordenada e sem planejamento, tendo como reflexo, a retirada da vegetação nativa e o aumento da pavimentação asfáltica, alterações no relevo pelas edificações, a partir do processo de conurbação nas últimas décadas com as cidades de Barbalha e Crato.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O crescimento desordenado das cidades tem comprometido a qualidade de vida dos seus habitantes, com o distanciamento do homem da natureza e a ausência desta em meio à paisagem edificada. E o fato de mais da metade da população mundial viver em cidades exige constantemente serviços públicos essenciais para ambientes confortáveis (SITOE *et al*, 2017). Ainda é um grande desafio à busca por melhores condições que propiciem qualidade de vida aos cidadãos. Visando estabelecer o equilíbrio do ecossistema urbano, a temática do desenvolvimento sustentável tem sido alvo de várias discussões de novo a reduzir os impactos da expansão urbana a níveis aceitáveis, uma vez inevitáveis (BARBOSA, 2005). Observou-se expressivo aumento de trabalhos com esta temática nos últimos anos com enfoque no papel

da vegetação como estratégia bioclimática, o que demonstra a importância do tema em tela.

De forma geral, os recentes estudos apontaram que a vegetação nos centros urbanos é de extrema importância, por ser responsável por inúmeros benefícios ambientais e sociais, e que vão auxiliar não apenas na qualidade de vida das cidades, mas também na saúde física e mental da população. Uma vez que, “as árvores e as áreas verdes podem contribuir com a qualidade das cidades em vários aspectos como com relação à qualidade do ar e a absorção da água das chuvas, por exemplo” (ZORZI; GRIGOLETTI, 2016, p. 81). Do ponto de vista teórico, são encontradas algumas divergências conceituais por conta da multidisciplinaridade que está presente na discussão da temática.

Observa-se que pesquisas nessa temática avançam cada vez mais, partindo para análises mais específicas com relação a uma região climática ou estudos comparativos de áreas com microclimas distintos dentro de uma mesma cidade. É importante destacar também as pesquisas que além da coleta de dados térmicos, também incluem a visão dos usuários, moradores, transeuntes, poder público local, entre outros, a partir da aplicação de formulários, questionários ou entrevistas, pois muitas vezes os resultados encontrados são bem divergentes do retratado por essas pessoas, e permitem conhecer ou quantificar o nível de consciência ambiental daquela população.

Embora a revisão tenha apontado a existência de um grande número de estudos na temática – o que demonstra a importância da arborização urbana na qualidade de vida e saúde das populações que residem nos grandes centros urbanos – ainda se faz necessário o desenvolvimento de políticas públicas que tenham um maior aproveitamento das áreas sem vegetação e a criação de outros projetos que intensifiquem o aumento da vegetação no passeio público, a partir do estudo cuidadoso e criterioso das espécies mais adequadas, o afastamento mínimo necessário, planos de manutenção, entre outros, pois o planejamento prévio antes da implantação permite que as plantas possam crescer sem prejudicar as vias, o passeio público, as edificações do entorno, a fiação elétrica, os encanamentos, etc., pois as árvores representam mais um elemento da estrutura urbana, precisando ser conciliado com todos os demais.

Além disso, é consenso entre os autores que se priorize a escolha por espécies nativas e de porte médio. Outros autores, como Santamour (2002) e Mascaró (2008), recomendam que cada espécie não ultrapasse 15% do total de indivíduos da população arbórea, considerando riscos de pragas e de doenças e favorecer um desequilíbrio ecológico, podendo comprometer a longevidade das espécies; Grey e Deneke (1978) que fique entre 10% e 15% do total. Santamour (2002) ressalta também que não se utilize mais do que 30% de espécies de uma mesma família botânica na mesma área pública urbana, recomendado também por Dantas e Souza (2004), sempre seguindo a estética e observando-se o lado paisagístico.

Por exemplo, das dez pesquisas selecionadas, duas desenvolveram o inventário da vegetação das áreas verdes urbanas e análises da relação entre a mesma e o local, e ambas faziam parte das pesquisas dos últimos dez anos. Esse tipo de pesquisa é extremamente relevante, pois apontam que muitas espécies são plantadas sem o devido cuidado com o local onde estão inseridas. Foram encontrados resultados onde, por exemplo, quase metade das espécies empregadas era exótica, o que os autores consideraram que há inúmeros equívocos com relação à população arbórea presente no local, evidenciando que o plantio das espécies foi realizado de modo aleatório e sem critérios técnicos.

Santos et al. (2015) também confirmam a necessidade de manejo e de planejamento para que as futuras espécies implantadas sejam as adequadas para o local e de preferência espécies nativas brasileiras. Tal fato também se destaca junto à quantidade de pesquisas que constata a existência da arborização de espécies arbóreas adequadas ao contexto ou nativas, mas que sua implantação não as torna eficiente, ao contrário, elas passam a contribuir, algumas vezes, para outros problemas.

Uma maior interação entre as diversas esferas presentes no ambiente urbano é a condição básica para se alcançar uma melhor qualidade ambiente e, conseqüentemente, uma melhor qualidade de vida para as pessoas. Assim, ações de educação ambiental podem ser uma forte aliada na mudança de paradigmas das pessoas com relação à vegetação e a informação e pensamento crítico, que favorecem um olhar mais amplo para o mundo e para a realidade a sua volta, estimulando uma atitude construtiva (MARTELLI, 2016). Ampliar o debate para além da academia é uma forma de garantir que todos os envolvidos tenham consciência da sua parcela de importância para que qualquer iniciativa tenha sucesso não apenas na implantação, mas principalmente na continuidade.

Portanto, cabe ao poder público à responsabilidade por políticas de preservação, recuperação e ampliação dos exemplares arbóreos, a partir dos planos de arborização que devem fazer parte do planejamento urbano, e essas normativas devem sempre ser atualizadas. Atentando também para a escolha de espécies adequadas, evitando enormes prejuízos para a sociedade. É importante destacar que a manutenção e conservação desses sistemas não cabem apenas aos órgãos ambientais, mas também a população, a partir da criação de uma consciência ecológica onde cada habitante entende o quanto é beneficiado pela arborização urbana, bem como, entende o valor da preservação de espécies nativas regionais para a preservação da cultura e história onde estão inseridas (AZEREDO, 2017).

Por fim, a arquitetura interfere direta e fortemente no meio urbano. A adoção de soluções projetuais que negam o aproveitamento dos recursos do meio onde se insere o projeto só reforçam os diversos problemas existentes nos grandes centros urbanos. O bioclimatismo gera conforto, saúde, eficiência energética, sustentabilidade. A arquitetura e o urbanismo nasceram bioclimáticos e é importante que essa relação seja retomada.

5 REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

AMORIM, R. P. de L. **Análise da magnitude da influência climática de um remanescente de Mata Atlântica sobre o seu entorno urbanizado em clima quente-úmido**. 122f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental). Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 2011. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/tede/5456>>. Acesso em 15 dez. 2020.

AZEREDO, J. F. F. A. **Verde que te quero confortável**: A contribuição da arborização urbana para o conforto termoambiental, ao nível do usuário pedestre. 445f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano). Centro de Artes e Comunicação, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2017. Disponível em: <<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/30475>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

BARBOSA, R. V. R. **Áreas verdes e qualidade térmica em ambientes urbanos**: estudos em microclimas de Maceió (AL). 117f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia Ambiental). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos. 2005. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18139/tde-03062006-142516/pt-br.php>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

BARBOZA, E. N.; ALENCAR, G. S. da S.; ALENCAR, F. H. H. de. A arborização melhora o conforto térmico em áreas urbanas: O caso de Juazeiro do Norte, Ceará. **Research, Society and Development**, [S. l.], n. 6, p. 1-23, 2020.

Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/340912660_A_arborizacao_melhora_o_conforto_termico_em_areas_urbanas_O_caso_de_Juazeiro_do_Norte_Ceara>. Acesso em: 15 dez. 2020.

BARTHOLOMEI, C. L. B. **Influência da vegetação no conforto térmico urbano e no ambiente construído**. f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 2003. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/20.500.12733/1597211>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

CRISPIM, D. L.; SILVA, M. A. da; CHAVES, A. D. C. G.; ALMEIDA, R. R. P. de; FREITAS, A. J. F. de. Diagnóstico da arborização urbana do centro da cidade de Pombal-PB. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, [S. l.], n. 2, p. 191–196, 2014. Disponível em: <<http://periodicos2.uesb.br/index.php/geo>>. Acesso em: 12 jul. 2023.

DANTAS, I. C.; SOUZA, C. M. C. Arborização urbana na cidade de Campina Grande - PB: Inventário e suas espécies. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, UFS, São Cristóvão e Aracaju, n.2, 2004. Disponível em: <<http://eduep.uepb.edu.br/rbct/sumarios/pdf/arborizaurbana.pdf> >. Acesso em: 05 abril 2021.

ESTEVAM, A. L. D.; OLIVEIRA, J. dos S. Ilhas de calor no bairro Cajazeiras: estudo de caso na cidade de Salvador, Bahia – Brasil. **Revista Geopauta**, [S. l.], n.2, p.75-91, 2019. Disponível em: <<https://periodicos2.uesb.br/index.php/geo/article/view/5697/4454> >. Acesso em: 15 dez. 2020.

FALCÓN, A. **Espacios verdes para una ciudad sostenible**: Planificación, proyecto, mantenimiento y gestión. Barcelona: Gustavo Gili, 2007.

FARR, D. **Urbanismo sustentável**: desenho urbano com a natureza. Tradução de Alexandre Salvaterra. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GOMES, M. A. S.; AMORIM, M. C. de C. T. Arborização e conforto térmico no espaço urbano: estudo de caso nas praças públicas de Presidente Prudente (SP). **Revista Caminhos de Geografia**, IFU, Uberlândia, n.10, p. 94-106, 2003. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/15319>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

GREY, G. W., DENEKE, F. J. **Urban forestry**. New York: John Wiley & Sons, 1986.

IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Itacoatiara. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/am/itacoatiara/panorama>>. Acesso em: 06 fev. 2017.

MARTELLI, A. Arborização urbana versus qualidade de vida no ambiente construído. **Revista Científica Faculdades do Saber**, Mogi Guaçu, n.2, p. 133-142, 2016. Disponível em: <<https://rfs.emnuvens.com.br/rfs/article/view/17>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

MASCARÓ, J. J. Significado ambiental-energético da arborização urbana. **RUA: Revista de Urbanismo e Arquitetura**, [S. l.], n.1, p.32-37, 2008. Disponível em: <<https://periodicos.ufba.br/index.php/rua/article/view/3151>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

MASCARÓ, L.; MASCARÓ, J. J. **Vegetação urbana**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 3ª Edição, 2010.

MINKE, G. **Techos Verdes**. Espanha: EcoHabitar, 2005.

MORAES, L.A.; MACHADO, R.R.B. A arborização urbana do município de Timon/MA: inventário, diversidade e diagnóstico quali-quantitativo. **Revista da Sociedade Brasileira de Arborização**, Piracicaba, n.4, p.80-98, 2014. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/revsbau/article/view/63298/pdf>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

PINTO, F. P. de A.; LIMA, G. A. Análise da Arborização Urbana na área Central do Município de Quixadá. In: XV Encontro de Iniciação Científica da UNI7, 1., 2019, fortaleza. **Anais** [...]. Fortaleza: UNI7, 2019.

PIVETTA, J. **Influência de Elementos Paisagísticos no Desempenho Térmico de Edificação Térrea**. 69f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010. Disponível em: <<http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?code=vtls000155599>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

SANTAMOUR, F. S. **Trees for urban planting: diversity unifomuty, and common sense**. Washington: National Arboretum, Agriculture Research Service, 2002.

SANTOS, C. Z. A. dos; FERREIRA, R. A.; SANTOS, L. R.; SANTOS, L. I.; GOMES, S. H.; GRAÇA, D. A. S. da. Análise qualitativa da arborização urbana de 25 vias públicas da cidade de Aracaju-SE. **Revista Ciência Florestal**, [S. l.], n.3, p.751-763, 2015. Disponível em: <<https://periodicos.ufsm.br/cienciaflorestal/article/view/19678>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

SANTOS, R. P. dos; PACHECO, C. S. G. R. Crescimento desordenado, segregação social nas cidades médias brasileiras: o caso da cidade de Juazeiro Bahia/Brasil. **IF Sertão**, [S. l.], p.1-19, 2013. Disponível em: <<http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal14/Geografiasocioeconomica/Geografiaurbana/066.pdf>>. Acesso em: 7 maio 2019.

SITIOIE, C. L.; FRAXE, T. de J. P.; MARQUES, A. de A. Arborização para conforto térmico das vias e praças da cidade de Itacoatiara – AM. **Revista Terceira Margem Amazônia**, n. 9, p. 66-80, 2017. Disponível em: <<https://revistaterceiramargem.com/index.php/terceiramargem/article/view/171>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

SOUSA, S. F. F. de. **Jardins terapêuticos em unidades de saúde**: aplicação de uma metodologia de projeto centrado no utilizador para populações com necessidades especiais – caso de estudo do Centro de Reabilitação e Integração Ouriense. 107f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura Paisagística). Instituto Superior de Agronomia, Universidade de Lisboa, Lisboa, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10400.5/13093>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

SOUZA, M. T. de; SILVA, M. D. da; CARVALHO, R. de. Integrative review: what is it? How to do it? **Einstein**, São Paulo, n. 1, p. 102–106, 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1679-45082010RW1134>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

SPINELLI, R.; ALVES, A; KONRAD, O. Cidade e edificações: a busca por um novo modelo. **Destaques Acadêmicos**, UNIVATES, Lajeado, n. 4, p.173-186, 2013. Disponível em: <<http://www.univates.br/revistas/index.php/destaques/article/view/337>>. Acesso em: 15 dez. 2020.

ZORZI, L. M.; GRIGOLETTI, G. C. Contribuições da arborização para o conforto ambiental e a eficiência energética urbana. **Revista de Arquitetura IMED**, n.2, p. 75-84, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.18256/2318-1109/arqimed.v5n2p75-84>>. Acesso em: 15 dez. 2020.