



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

VIIELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Búzios - RJ - 2011

A AMENDOEIRA COMO ALIADA NO CONFORTO HIGROTÉRMICO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – UMA DEFESA PELA REINTRODUÇÃO ORGANIZADA DA ESPÉCIE NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO

VASCONCELLOS, Virgínia M. N. de (1); e BARROSO-KRAUSE, Cláudia (2)

- (1) Arquiteta e Urbanista, Professor Doutor da Escola de Belas Artes, UFRJ, Pesquisador CNPq, Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Arquitetura – PROARQ-FAU-UFRJ. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU-UFRJ, sala 433- Rio de Janeiro. Tel. 2598 1661 e 2598 1662
- (2) Arquiteta, Professor Doutor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, UFRJ, Pesquisador do Programa de Pós Graduação em Arquitetura – PROARQ-FAU-UFRJ. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo – FAU-UFRJ, sala 433- Rio de Janeiro. Tel. 2598 1661 e 2598 1662

RESUMO

Este artigo tem o objetivo de mostrar os benefícios que a *Terminalia catappa* (amendoeira) proporciona ao conforto ambiental, visando à sua reintegração à paisagem carioca, respeitadas as especificidades de cada projeto/lugar e da própria espécie. Tem também o propósito de despertar a atenção de profissionais e estudantes que têm na arborização urbana, seu principal foco, sobre a necessidade de uma reflexão mais ampla quanto à especificação das árvores que a compõem. Sua motivação inicial foi a proibição do seu plantio, na Cidade do Rio de Janeiro, por Decreto Municipal, sob a alegação de entupimento das galerias pluviais e por onerar os custos com a limpeza urbana em relação a outras espécies. O trabalho destaca o papel dessa espécie no conforto do ambiente construído, em centros urbanos praianos, em meio tropical úmido. Foi embasado nos resultados iniciais da Pesquisa *A vegetação no controle bioclimático de espaços externos*, realizada na U.F.R.J., com o apoio do CNPq, que estuda o comportamento das espécies arbóreas de diferentes densidades de copa, na redução da radiação solar e da temperatura do ar, em cidades de clima tropical quente e úmido, visando à especificação de árvores para a melhoria das condições de conforto, da qualidade e da sustentabilidade ambiental.

Palavras-chave: vegetação, conforto ambiental, arborização urbana.

ABSTRACT

This article aims to show the benefits that Terminalia catappa (almond) provides the environmental comfort, aiming to reintegrate to the landscape of Rio, while respecting the specificities of each project / location and the species itself. Is also meant to arouse the attention of professionals and students who are in urban forestry, its main focus on the need for a broader reflection on the specification of the trees that form. His initial motivation was the prohibition of its planting in the City of Rio de Janeiro, on Municipal Law, on the grounds of clogging of storm sewers and by making the cost of urban sanitation in relation to other species. The paper highlights the role of these species in the comfort of the built environment in urban centers, in a humid tropical environment. It was based on initial results Search The vegetation in bioclimatic control of external spaces, held at UFRJ, with the support of CNPq, which studies the behavior of tree species of different densities of canopy, reducing solar radiation and air temperature, cities in hot and humid tropical climate, aiming at specifying trees for the improvement of comfort, quality and environmental sustainability.

Keywords: vegetation, environmental comfort, urban areas.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país de clima eminentemente tropical, que possui uma vegetação exuberante. A recuperação de parte deste esplendor verde, que vem diminuindo a cada dia, pode ser a saída para muitos problemas que se avolumam com o crescimento das cidades, modificando o clima, reduzindo a qualidade ambiental e aumentando o consumo energético.

Segundo Lucia Mascaró, Agnelo Castro e outros apud. VELASCO (2010), o ambiente urbano é o local de maior concentração de energia, consumida ou desperdiçada. Esta maior concentração de energia deve-se também à divisão da cidade em áreas com vocações distintas que incita o deslocamento de seus habitantes, o que por sua vez, requer áreas de trânsito ágeis, com seus próprios requisitos construtivos, gerando um ambiente apelidado pela autora como “artificial” e afastado do natural... Uma das linhas de ação para reversão desta situação seria o uso da vegetação.

O planejamento dos espaços construídos, edificados ou livres de edificação, nem sempre se orienta por observação do entorno climático, procedimentos e técnicas que possibilitem alcançar os objetivos de sustentabilidade pretendidos. A busca de terreno livre edificável associada à necessidade de ampliação dos serviços de infraestrutura pública e à redução da manutenção, terminou por inserir, no subsolo urbano, de subestações de energia e respiradouros de metrô a instalações de telefonia, tvs a cabo etc., que passaram a coexistir com a infraestrutura “tradicional”, sobrecarregando-o e gerando retração da qualidade do solo ofertado. Por sua vez, na superfície as características originais do bioma são modificadas.

Para que a vegetação, sobretudo a de porte arbóreo, cumpra seu papel termorregulador, é necessário que os profissionais envolvidos no projeto urbano conheçam as características do subsolo, em geral modificado pela passagem da infraestrutura, além das características climáticas, ambientais, legais, socioeconômicas etc. que envolvem a área de atuação. Mais que distinguir as principais características nativas de cada espécie, conhecer sua capacidade de adaptabilidade a este novo “bioma” é essencial para uma especificação apropriada e sua sobrevivência.

Uma cidade densamente construída, como o Rio de Janeiro, tem seu imenso potencial climático prejudicado, ficando mais quente, a cada dia. E isso, é imagem do mau urbanismo. Todos os dias surgem novas construções, novos muros, ruas e calçadas mais largas e mais impermeáveis. Uma forte ilustração da realidade a que se chega, tem, no Bairro de Copacabana, um excelente modelo. O Projeto Rio-Cidade¹, por exemplo, entre outras medidas, retirou pisos semi-impermeáveis, trocando-os por cimento e concreto e fazendo que a temperatura de algumas avenidas outrora aprazíveis de Botafogo e Copacabana subisse de forma significativa. Nas ruas centrais do Rio, por exemplo, dado à infraestrutura enterrada, não há espaço para que as nativas do bioma da Mata Atlântica se recomponham em sua pujança. Ao mesmo tempo, há uma imperiosa necessidade de sombras com permeabilidade ao vento marinho, que rodeia a cidade, nas superfícies horizontais como ruas e calçadas e, também, de revestimento vegetal em superfícies impermeáveis verticais, como os muros.

Na realidade, os conceitos do bioclimatismo aplicados ao projeto urbano em meio tropical úmido vêm sendo tratados e divulgados de forma sistemática mais recentemente. De modo geral, profissionais envolvidos no processo de planejamento arquitetônico, paisagístico ou urbanístico, não dispõem de informações necessárias para agir ou ainda não sabem onde e como aplicá-las adequadamente. Na maioria das vezes, utilizam regras empíricas, desenvolvidas para outros contextos climáticos, que não se moldam às condições específicas dos projetos para a região observada, resultando em projetos que não atingem seus propósitos, seja pela implantação, seja pela escolha dos materiais de revestimento. O fato é que, a vegetação passa a ser um recurso para minimizar o que não foi contemplado.

Mas como a árvore se comporta no meio ambiente urbano e como ela pode auxiliar no controle microclimático dos espaços construídos? Como a vegetação pode ser um elemento indutor da qualidade ambiental? Que características devem ser consideradas na especificação e localização das árvores para que se possam estabelecer parâmetros de projeto que visem a sua sustentabilidade?

A qualidade ambiental e, por extensão a qualidade de vida vêm preocupando cientistas e pesquisadores, o que evidencia a importância de se estudar os efeitos gerados pelas ações antrópicas na estruturação da paisagem. A distribuição aleatória de árvores nos espaços externos tem sido uma característica do paisagismo urbano. A adequação da espécie ao projeto consiste em promover o uso das diferentes áreas, em situações climáticas distintas, garantindo o seu conforto térmico e luminoso.

¹ O Projeto Rio Cidade, elaborado no Governo Cesar Maia, teve como objetivo principal a revitalização de alguns corredores comerciais importantes para a Cidade do Rio de Janeiro, melhorando a infraestrutura urbana e visando a valorizar o pedestre, trazendo-o, novamente às ruas.

A vegetação, em todos os seus estratos, contribui de forma significativa para o conforto ambiental. Tanto a distribuição de maciços arbóreos ou arbustivos no controle do vento e da insolação (sombreamento) quanto a especificação de gramados e forrações, isoladas ou em conjunto, modificam o microclima e auxiliam no controle do conforto térmico humano, seja favorecendo a retenção da umidade natural e a permeabilidade do solo, seja atuando na redução da temperatura das superfícies ou absorvendo a radiação solar etc.

a cobertura vegetal fechada funciona como um sistema de assimilação, no qual as camadas de folhas estão sobrepostas e se sombreiam mutuamente. A cada profundidade da cobertura vegetal, a radiação que penetra é interceptada e utilizada gradualmente, estando quase totalmente absorvida próximo à superfície do solo. (LARCHER, 2002)

A árvore desempenha uma série de funções no dia a dia da cidade e de seus habitantes, com papel de destaque no controle bioclimático dos espaços livres. Sua importância vem sendo destacada em muitos trabalhos em função dos benefícios para a cidade e seus habitantes. A arborização urbana definida como

o conjunto da vegetação arbórea natural ou cultivada que uma cidade apresenta, tem influência decisiva nas condições do meio urbano, promovendo benefícios como:

- *estabilidade microclimática;*
- *melhoria das condições do solo;*
- *redução da poluição atmosférica;*
- *redução das despesas com condicionamento térmico;*
- *melhoria das condições de conforto térmico e lumínico;*
- *promoção na diversidade de espécies;*
- *qualidade ambiental e paisagística dos imóveis valorizando-os monetariamente;*
- *aproximação com o meio natural contribuindo para o equilíbrio psico-social do homem.*

Além disso, as árvores urbanas constituem valores culturais da memória histórica das cidades. (SANCHOTENE et alli, 2000)

Seu papel sobre o microclima é objeto de muitas pesquisas, no entanto já é possível comprovar seus efeitos benéficos na diminuição da temperatura e da umidade do ar, nos efeitos da radiação solar e no redirecionamento dos ventos. Ao citar Felderer (1980), Furtado (1994) lembra que o efeito mais óbvio que uma árvore causa ao microclima é o sombreamento, mas a utilização de árvores gera resultados bastante significativos no controle do vento, da umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente. Mostra, ainda, que as árvores auxiliam no controle da radiação solar por obstrução, reflexão, por irradiação do calor e por filtração. No controle do vento, a árvore pode ser usada para canalizar os ventos desejáveis ou para obstruir a passagem dos ventos indesejáveis, aumentando ou reduzindo o seu fluxo natural e, até mesmo provocando alterações na sua direção. No controle da umidade, a árvore modifica os níveis de conforto ao absorverem as águas da chuva e devolvê-las à atmosfera, sendo percebida como

uma estação intermediária para a umidade quando esta se transfere da atmosfera para o solo e do solo para a atmosfera. Por outro lado, as árvores reduzem a evaporação, conservando-a e retendo-a ali. Através da adição de sua matéria orgânica, as plantas mantêm a porosidade do solo, ajudando-o, assim, na retenção de água. (FURTADO, 1994: 40).

Ao controlar a radiação solar, o vento e a umidade, a árvore altera as temperaturas próximas do solo. Por conta da dispersão ou da absorção da radiação solar e pelo processo de evapotranspiração, a utilização de um gramado ou de uma árvore, mesmo que não tenha atingido sua idade adulta, pode reduzir a temperatura do ar, junto ao solo. (FURTADO, 1994: 40). (Figura 1)

O sol é importante para a higienização dos espaços e para a saúde do Homem e a sombra excessiva torna os locais escuros, insalubres e inseguros. Uma área densamente arborizada e benéfica no verão pode trazer sérios riscos à saúde das pessoas e à higienização do ambiente, por reduzir a penetração dos raios solares, no inverno.



Figura 1 – Associação sombreamento de via pública associado à permeabilidade ao vento para edificações contíguas, em Copacabana, Rio de Janeiro Foto: Cláudia Barroso-Krause.

Da mesma forma, a radiação solar direta prolongada causa desconforto térmico e problemas de pele, diminuindo o tempo de permanência nos espaços. Assim, o grau de permeabilidade à radiação solar (densidade foliar) deve ser um dos principais fatores considerados na especificação das espécies visando ao conforto térmico e visual dos espaços. É importante considerar que a radiação solar atinge o interior da cobertura vegetal de formas variadas, seja pelas bordas e espaços abertos que se formam seja pela radiação difusa derivada da reflexão das folhas e da superfície do solo.

Para Larcher (2000), “a atenuação da radiação na cobertura vegetal depende principalmente da densidade da folhagem, do arranjo das folhas no interior da vegetação e do ângulo existente entre a folha e a radiação incidente”. (LARCHER, 2000: 44). Larcher (2000) demonstra, ainda que a radiação solar atravessa várias camadas de folhas justapostas e sua intensidade decresce exponencialmente de acordo com o grau de cobertura vegetal, segundo a Lei de Lambert-Beer, para a extinção da luz. (LARCHER, 2000:44). Com base nesta mesma Lei, modificada por Monsi e Saeki (1953), Larcher (2000) evidencia que,

em uma camada foliar razoavelmente homogênea, a atenuação da radiação pode ser calculada por meio da equação:

$$I_z = I_o \cdot e^{-k \cdot IAF}, \text{ onde:}$$

I_z = intensidade da radiação a uma determinada altura dentro da cobertura vegetal;

I_o = intensidade da radiação no topo da cobertura vegetal;

K = coeficiente de atenuação para uma dada cobertura vegetal;

IAF = soma total da superfície foliar acima de I_z por unidade de área de solo IAF acumulado). (op. cit.: 45)

Ainda de acordo com Larcher (2000), “o coeficiente de atenuação revela o grau de diminuição da luz dentro da cobertura vegetal por absorção e espalhamento... controlando o espaçamento entre as plantas. É possível obter uma melhor e mais uniforme absorção da radiação”². Assim, ao se controlar o espaçamento entre as espécies é possível alcançar uma melhor uniformização da absorção da radiação solar e, conseqüentemente, da adequação dos espaços ao uso a eles destinado, conhecido o coeficiente de atenuação da espécie.

De acordo com Vasconcellos (2006), também é importante destacar a importância da vegetação urbana na formação dos espaços exteriores e, por extensão, para o conforto da edificação e ressaltar que, compreender a estrutura morfológica do espaço é fundamental para garantir a harmonia entre suas características físicas, ambientais, climáticas e culturais etc. Também é necessário sublinhar a importância de se trabalhar o espaço externo considerando as inter-relações entre o clima local e o sítio (entendidos como a

² Larcher (2000: 46) exemplifica que, “em florestas com copas fechadas e folhagem densa, a radiação é tão fortemente absorvida na parte superior da copa que chega somente uma pequena parte à altura do tronco e ao solo... Florestas compostas por espécies arbóreas com copas pouco densas... apresentam, por outro lado, uma atenuação da radiação semelhante à comunidade de gramíneas. Na agricultura e horticultura, a distância entre as plantas e a densidade de cobertura vegetal determina a atenuação da radiação”. (LARCHER, 2000: 46)

interação entre as variáveis climáticas, os elementos naturais, os elementos construídos e o próprio Homem) e traçar diretrizes que possam contribuir para o projeto dos espaços exteriores (VASCONCELLOS, 2006, 231).

A rapidez com que as cidades crescem aliada ao processo de globalização induzem muitas vezes ao abandono de estudos integrados que permitam avaliar a relação custo-benefício considerando o bem-estar físico e psíquico do Homem e assim, minimizar os problemas ambientais que acometem a maioria das cidades, sobretudo os relacionados ao clima urbano e ao conforto térmico da população. (VASCONCELLOS, 2006, 231)

Com base nestes pressupostos, Vasconcellos (2006) sugeriu o sombreamento de, no mínimo, 50%³ em praças, inclusive e fundamentalmente das áreas de passagem e recomendou o plantio de espécies de copas de densidades variadas, para que permitam o sombreamento ralo, moderado ou forte, em todos os setores de utilização dos espaços públicos.

A especificação da arborização em vias urbanas deve cuidar para que haja sombras diferenciadas a espaços regulares, para minimizar os efeitos negativos da radiação solar e reduzir a temperatura do ar para o conforto dos pedestres. Ao se considerar que uma rua arborizada é mais fresca que outra sem árvores, pode-se afirmar que tanto moradores como motoristas terão benefícios imediatos, sem contar com o aumento da drenagem urbana e a redução da radiação solar refletida por carros e elementos construídos. Deste modo, a proposta enseja uma distribuição equilibrada das árvores, em toda a extensão das vias urbanas, respeitadas as dimensões do passeio, presença de marquises e fiação elétrica, dutos subterrâneos etc.

A *Terminalia catappa* (Figura 2), também conhecida no Rio de Janeiro como amendoeira é uma árvore decídua, cuja origem é desconhecida, porém, a maioria das publicações destaca que é uma árvore proveniente da Ásia, provavelmente da Malásia (LORENZI, 2003).



Figura 2 – *Terminalia catappa* – amendoeira – Fotos 1 e 2: Virgínia Vasconcellos; Foto 3: Vinícius Almeida (Bolsista PIBIC – UFRJ).

Suas grandes folhas são ovaladas e coriáceas. Sua coloração vai do verde intenso, quando suas folhas rebrotam no fim da primavera, ao vermelho acobreado, no início do outono, quando começam a cair, fechando seu ciclo anual; suas raízes são resistentes e superficiais, sobretudo quando em solo inóspitos (Figura 3).



Figura 3 – Folha e raízes da amendoeira. Fotos: Vinícius Almeida (Bolsista PIBIC – UFRJ)

Multiplica-se por sementes, a partir de frutos maduros e pode atingir de 12 a 35 m de altura, com uma copa densa e muito larga, distribuída em espaços regulares pelo tronco, formando camadas de ramos horizontais. As inflorescências, espigas axilares alongadas, com flores pequenas de cor clara não apresentam importância ornamental. Seus frutos contêm uma semente dura, com uma amêndoa comestível e ficam avermelhados quando estão maduros, ambos comestíveis.

³ Esta média (50%) foi estabelecida em função da análise das praças estudadas, no Município do Rio de Janeiro.

A espécie é de beleza indiscutível e foi disseminada por todo o mundo, apresentando excelente adaptabilidade às regiões de clima tropical e subtropical, pois precisa de calor para se desenvolver. É uma espécie bastante adaptada à salinidade, desenvolvendo-se muito bem à beira mar, pois tolera o vento, a estiagem e a salinidade do solo e do ar. Aclimatou-se muito bem ao Rio de Janeiro, mas teve seu plantio proibido, pela Resolução Municipal nº 04/SEMA, de 17/03/1994, sob a alegação de entupimento das galerias pluviais e por onerar os custos com a limpeza urbana em relação a outras espécies.

2. OBJETIVOS

O objetivo principal deste trabalho é mostrar os benefícios que a *Terminalia catappa* (amendoeira) pode proporcionar ao conforto ambiental, visando à sua reintegração à paisagem da Cidade do Rio de Janeiro, respeitando as especificidades de cada projeto/lugar e da própria espécie. Tem também o propósito de despertar a atenção de profissionais e estudantes que têm na arborização urbana, seu principal foco, sobre a necessidade de uma reflexão mais ampla quanto à especificação das árvores que a compõem.

3. MÉTODO

O método que embasou este trabalho⁴ foi estruturado em quatro fases consecutivas e interdependentes: revisão bibliográfica (embasamento teórico), inventário (levantamentos de dados, conferência de dados e obtenção de novas informações), análise (conjugação de resultados) e diagnóstico (propostas).

A primeira etapa foi realizada a partir da seleção, leitura e fichamento do material bibliográfico referente às espécies arbóreas - suas características físicas e biológicas, os estudos referentes à ecofisiologia vegetal (Larcher, 2004), ao clima local (Brandão, 1996) e ao conforto ambiental.

Na fase de inventário foram realizados os levantamentos: físico-morfológico da área de estudo, dos materiais de revestimento, dos elementos da forma urbana e das edificações observadas, onde foram conhecidos o entorno construído e traçados os mapas de sombra, com o auxílio do Programa *Sketch Up*.

No estudo, a determinação das densidades de copa foi elaborada, paralelamente ao inventário, com base na metodologia proposta por Vasconcellos (2008-2010), que utiliza a técnica da figura e fundo, como instrumento.

Para os levantamentos físico-morfológico e botânico utilizaram-se o método da observação direta não participativa com medições (dimensionamento do espaço), anotações em planta de situação, registros digitais e eventuais coletas; os experimentos de campo foram realizados em pontos pré-determinados ao sol e à sombra das copas e fundamentaram-se nos trabalhos de (Bueno e Labaki, 1998), Vasconcellos (2006) e Abreu e Labaki, (2008).

As medições ocorreram ao longo de 2010, nos meses de janeiro, março, maio, julho e novembro⁵. Com base nos dados obtidos foi realizado o cálculo das medidas de tendência central (média), tanto para os resultados mensais, quanto anual.

O diagnóstico, que corresponde à quarta e última etapa do processo, apresenta as conclusões e considerações finais do estudo.

3.1. Instrumentos de medição

Os instrumentos utilizados na pesquisa de campo foram dois termo higrômetros (registrador eletrônico de dois canais - temperatura e umidade relativa do ar), ITHHT 2210 (Instrutemp); dois luxímetros (LM 801. Digital Lux Meter), dois piranômetros com sensor e um medidor com sensor que mede a radiação solar entre 300-1100 nanômetros (Spectrum Technologies, inc.), duas câmeras digitais e dois apoios para os aparelhos. Foram usadas, ainda cartas solares para a Cidade do Rio de Janeiro.

⁴ O estudo da *Terminalia catappa* integra a Pesquisa *A vegetação no controle bioclimático de espaços externos*, que teve o apoio financeiro do CNPQ (2008-2010) e está registrada na Base SIGMA-UFRJ. Ela tem o objetivo de identificar o comportamento de espécies arbóreas com diferentes densidades de copa na redução da radiação solar direta e da temperatura do ar, em praças, em cidades de clima tropical quente e úmido, estabelecendo parâmetros bioclimáticos para a especificação de espécies arbóreas em praças, parques e vias urbanas em cidades de clima tropical quente e úmido. Durante seus estudos, identificou entre outras espécies, os percentuais de densidade de copa da amendoeira, consolidando os percentuais de redução da radiação solar direta e da temperatura do ar, sob sua copa, comparando os resultados aos obtidos ao sol, em cinco medições ao longo do ano.

⁵ A proposta inicial era obter dados a cada dois meses, porém, a dificuldade de compatibilizar os horários dos bolsistas aos fatores climáticos, didáticos e administrativos, obrigou-nos à alteração da periodização.

4. ANÁLISE DE RESULTADOS

O trabalho apontou que uma *Terminalia catappa*, cuja poda não descaracterizou sua forma original, apresenta uma copa densa, isto é, um total de “fechamento” ao nível do solo de até 90%, (Figura 4, fotos 1 e 2).

Isto ocorre, devido, sobretudo, à sobreposição de camadas de folhas (arranjo das folhas), que por sua vez, aumenta a possibilidade de alteração de ângulos de incidência da radiação solar nas folhas, conforme destaca LARCHER (2000:44).

A este fato somam-se, a densidade própria de suas folhas grandes e coriáceas e o caso de a amendoeira apresentar uma copa larga, ampliando o raio de abrangência da sombra no espaço e proporcionando uma cobertura superior a 90% do solo no nível do pedestre.

Por apresentar várias camadas de copas sobrepostas, permite, ainda, a passagem do vento, facilitando sua permeabilidade. (Figura 4, foto 3).

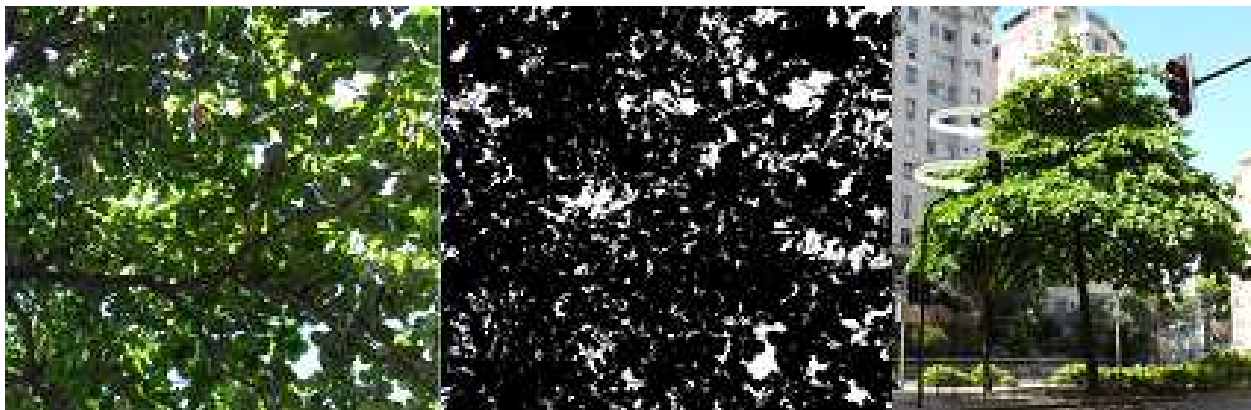


Figura 4– Copa da amendoeira – Fotos 1 e 2 – densidade de copa. (Figura e fundo). Foto 3- permeabilidade à passagem do ar; Fotos: Virgínia Vasconcellos.

Comparando os valores apresentados pela *Terminalia catappa* aos de outras espécies estudadas na Pesquisa, observa-se que esta espécie apresenta excelentes índices de redução da radiação solar direta e da temperatura do ar.

Sua sazonalidade garante um belíssimo visual em todas as épocas do ano, sobretudo no outono, período em que suas folhas mudam do verde intenso ao acobreado. A amendoeira é considerada uma espécie de grande porte, que apresenta copa larga e densa (maior de até 90% de sombreamento do solo), raízes superficiais e frutos pequenos. Sua copa, distribuída em camadas, é formada por um conjunto de galhos e folhas em planos horizontais afastados, que permitem a passagem do ar, garantindo a ventilação da edificação e proporcionando sombra abundante, que reduz significativamente, os efeitos nocivos causados pela radiação solar direta e pelas altas temperaturas.

Em geral, os maiores protestos em relação ao seu plantio apontam a destruição dos passeios, o entupimento de bueiros e a queda dos frutos sobre automóveis.

Apesar de suas folhas, frutos e raízes gerarem transtornos à limpeza urbana e à conservação dos passeios, a relação custo - benefício com sua implantação é um elemento favorável à sua reintrodução na arborização urbana, mesmo suscitando cuidados na sua implantação.

A espécie tem por estrutura física, características que permitem a circulação do ar (copa formada em camadas) e a redução da radiação solar e da temperatura do ar, sem prejudicar a luminância, pelo fornecimento de sombra extensa e bastante fechada. Ao pesar os benefícios que esta espécie proporciona ao conforto e à sustentabilidade ambiental e os gastos oriundos da aplicação de técnicas corretivas, como rebaixamento de raízes, aplicação de corretivos no solo e trituração das folhas coletadas no solo, o saldo será favorável ao seu plantio.

As medições que ocorreram em meses alternados (de janeiro a julho) visavam a observar seu comportamento em várias estações e características climáticas distintas. Apesar das variações sazonais e climáticas, a espécie manteve um alto percentual de redução da radiação solar direta, sendo o menor índice registrado em maio (79%, num dia de céu bastante nublado). Nos outros meses, esse índice manteve-se acima dos 88%.

O mesmo aconteceu em relação à temperatura do ar, que alcançou um valor percentual de redução de até 5% (maio) e uma redução de 1,4° C (março). Numa média anual de redução da temperatura de 1,1°C, valor bastante significativo para uma cidade como o Rio de Janeiro.

Os valores referentes à umidade relativa e à luminância também se mostraram satisfatórios, sendo o maior percentual de redução da umidade (4,2%) registrado em maio e o maior índice percentual de redução da luminância (97,4%), registrado em novembro, sob céu totalmente claro, mas sem perder a qualidade do ambiente. Cabe ressaltar que, a espécie aferida, encontra-se próxima a outras espécies, criando condições favoráveis à redução da luminância. E que, mesmo nos meses de outono e inverno, no período das medições, mantinha sua copa com muitas folhas. O quadro 1 e a Figura 5 mostram a variação dos percentuais de redução da radiação solar direta, da temperatura do ar, da umidade relativa do ar e da luminância.

QUADRO 1 – Valores médios (mensais) e média anual das variáveis analisadas.

Comportamento da <i>Terminalia catappa</i> - Amendoeira médias mensais e anual															
MÊS	* CÉU	RADIAÇÃO SOLAR W/m ²			TEMPERATURA DO AR °C				UMIDADE DO AR %			LUMINÂNCIA (lux)			
		SOB A COPA	AO SOL	% DE REDUÇÃO	SOB A COPA	AO SOL	≠ °	% DE REDUÇÃO	SOB A COPA	AO SOL	% DE REDUÇÃO	SOB A COPA	AO SOL	% DE REDUÇÃO	
JANEIRO	3	85	724	88,1	29,9	31	1,0	3,3	79,5	78,5	1,3	x	x	x	
MARÇO	5	65	965	93,2	27,9	29,2	1,4	4,6	71,9	70,9	1,4	142	959	85,1	
MAIO	1	37	176	79	25	26,2	1,2	5,0	74,1	71,3	4,2	220	1728	87,2	
JULHO	4	71	546	89,4	30,4	31,6	1,0	3,2	54,7	53,1	2,9	252	4010	92,6	
NOVEMBRO	5	79	962	91,8	29,4	30,6	1,2	4,0	61,2	59,6	2,5	193	7572	97,4	
MÉDIA ANUAL		67	675	88,3	28,52	29,72	1,1	4,0	68,3	66,7	2,4	202	3567	90,6	

* CONDIÇÃO DO CÉU DURANTE A MEDIÇÃO

(1) Totalmente nublado - 0 a 5% do céu sem nuvens (2) Nublado - 6 a 30% do céu sem nuvens - (3) Médio nublado - 31 a 70% sem nuvens - (4) Limpo - 71% a 90% do céu sem nuvens e (5) Totalmente limpo - + 90% do céu sem nuvens

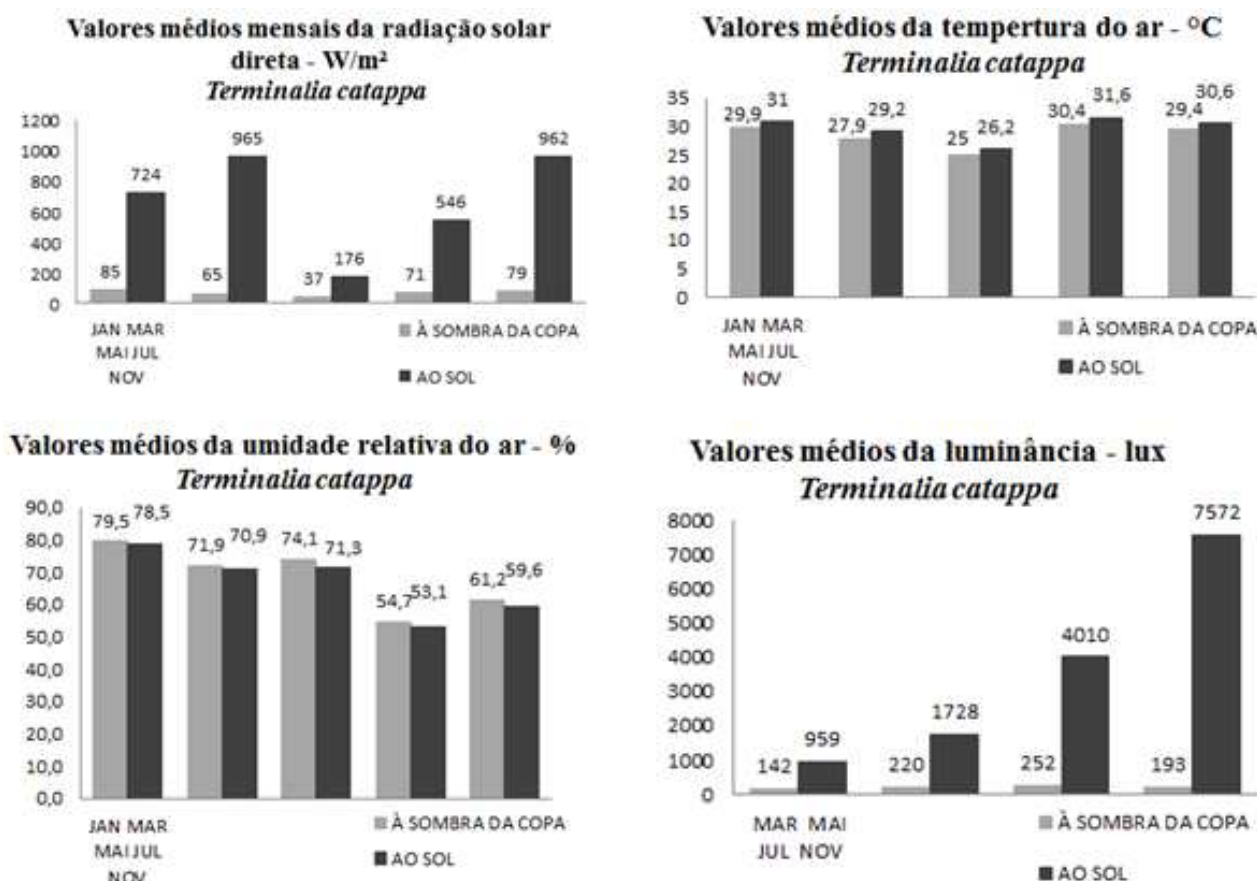


Figura 5 – Visualização dos valores médios mensais das variáveis analisadas

7. CONCLUSÕES

É importante lembrar que os resultados parciais das medições devem ser analisados em sua forma geral, por isso os valores apresentados são fruto de médias aritméticas de seis registros efetuados na parte da manhã, em cada dia de medição e que cada dia apresenta condição de céu distinta e variável.

Os números iniciais confirmam os dados que motivaram este estudo: a *Terminalia catappa* é uma árvore, bem aclimatada e adaptada às situações impostas pelo e ao meio urbano, que garante sombra abundante e favorece a permeabilidade aos ventos.

Embora tenha gerado no passado alguns transtornos ao espaço público, que levaram à proibição do seu plantio na Cidade, defende-se a revisão dos principais elementos que prejudicam o dia a dia da população, revendo a relação custo-benefício de sua implantação visando ao conforto ambiental.

Os principais transtornos – queda de amêndoas, entupimento de bueiros e destruição de passeios -, podem ser atenuados. Se a queda das amêndoas é inevitável, que a amendoeira, possa receber uma adubação foliar que não favoreça sua excessiva frutificação, com já é feito em outras circunstâncias com outras espécies ou não seja plantada em áreas de grande fluxo de pedestres e passeios estreitos ou de estacionamento de veículos.

Quanto ao entupimento de bueiros, acredita-se que seja muito mais fácil recolher folhas grandes, que as miúdas, que por sua vez, se misturam a outros detritos, formando bolos de sujeira e, estes sim, obstruindo com mais rapidez e eficácia os bueiros urbanos. Se o volume de folhas a retirar das ruas é maior, devido à estrutura de suas folhas, que sejam trituradas e reutilizadas. Se, por fim, suas raízes superficiais danificam a pavimentação, que sejam usadas técnicas de rebaixamento de raízes e golias mais amplas.

A busca da sustentabilidade significa entre outras ações, a reflexão dos paradigmas que guiam nossa atividade projetual. Os Fundamentos Científicos parecem permanecer válidos, porém sua segunda geração, a Ciência Aplicada, por vezes merece ser revista, quer por novas tecnologias que rompem as antigas fronteiras, quer pelas novas limitações impostas em um mundo em crescente desestruturação urbana e ambiental. Pois precisamos de novos instrumentos de projeto. Como exemplo tema deste artigo, destacamos o Teorema da Diminuição da Temperatura das Cidades através da busca de instrumentos diversos aos recorrentes, a várias escalas e com vários exemplos possíveis. Existem exemplos no nível do projeto da edificação: venezianas, bacias no topo das janelas de vidro, brises bem calculados verticais e horizontais... O objetivo talvez seja descobrir novas maneiras de reduzir a temperatura solar das superfícies horizontais e verticais do entorno construído por onde o vento passa antes de vir na direção das aberturas das edificações.

Outro meio de requalificação ambiental das cidades situadas nos trópicos é o incentivo à sua permeabilidade aos ventos, associada ao sombreamento de suas vias, em geral impermeáveis, onde estas não possam, pela sua função maior de acessibilidade, ter sua permeabilidade reduzida. Este conjunto de ações garantiria a redução da temperatura superficial, o que reduz desde a temperatura do ar de acesso às edificações até à própria ilha de calor porventura existente, ação também claramente benéfica.

Neste contexto, a arborização urbana deve colocada como instrumento positivo na busca de um equilíbrio ambiental urbano brasileiro, sobretudo do ponto de vista térmico. Entretanto a descrição acadêmica de suas características nativas precisa ser confrontada com a realidade dos chamados “biomas urbanos” das grandes cidades, modificados tanto pela impermeabilidade superficial de suas ruas e calçadas, quanto pela retirada do subsolo fértil para a introdução de elementos de saneamento e outras utilidades, o que modifica e muito as características iniciais de adaptabilidade e sobrevivência. E que pode gerar um novo INDEX botânico.

O Decreto Municipal que levou à suspensão de seu plantio não relata tais características como justificativa da proibição. Os danos causados pela amendoeira podem ser trabalhados se sua reintrodução for feita com cautela e sua especificação observar os critérios determinantes para a arborização urbana.

O que se defende neste trabalho é a revisão da relação custo-benefício entre os gastos com limpeza urbana e as benesses provenientes da melhoria do conforto térmico ambiental, verificando soluções e estabelecendo padrões que viabilizem a sua reintrodução gradual na Cidade, de acordo com as características do local e do uso propostos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, Loyde e LABAKI, Lucila. *Avaliação do Raio de Influência da Vegetação no Microclima Proporcionado por Diferentes Espécies Arbóreas* in: IX ENCAC. Ouro Preto, 2007.
- BUENO, C. L. e LABAKI, Lucila. *Estudo da Atenuação da Radiação Solar Incidente em Diferentes Espécies Arbóreas*. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia Civil. UNICAMP, Campinas, 1998.
- COSTA, Angelina Dias Leão. *Análise bioclimática e investigação do conforto térmico em ambientes externos: Uma experiência no bairro de Petrópolis em Natal/RN*. 2003. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior. *Orientador*: Virgínia Maria Dantas de Araújo.
- LARCHER, Walter. *Ecofisiologia vegetal*. RiMa Editora, São Carlos, São Paulo, 2002
- LORENZI, H., SOUZA, H., TORRES, M.A. e BACHER, L. B. *Árvores exóticas no Brasil – madeiras, ornamentais e aromáticas*. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003
- ROMERO, Marta A. Bustos. *Arquitetura bioclimática do espaço público*. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2001.

SANCHOTENE, Maria do Carmo C. (org.) *Anais do 1º Encontro Nacional sobre Arborização Urbana*, Porto Alegre, 1985.

VASCONCELLOS, V. M. N. de *O entorno construído e o microclima de praças em cidades de clima tropical quente e úmido. Uma contribuição metodológica para o projeto bioclimático*. Tese de Doutorado. PROARQ-FAU-UFRJ, 2006.

_____. Resultados parciais da pesquisa *A vegetação no controle bioclimático de espaços externos*, 2008-2010.

_____. Resultados parciais da pesquisa *Temas sobre Planejamento Paisagístico: Banco de dados sobre a Arborização Urbana na Cidade do Rio de Janeiro*, 2009.

VELASCO, G.DN. - *Potencial da arborização viária na redução do consumo de energia elétrica: definição de três áreas na cidade de São Paulo - SP, aplicação de questionários, levantamento de fatores ambientais e estimativa de Graus-Hora de calor, Piracicaba, USP, 2007 (disponível em <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-03032008-165228/> consultada em 19/04/2010).*

AGRADECIMENTOS:

Agradecemos ao CNPq pelo apoio à Pesquisa A vegetação no controle bioclimático de espaços externos – 2008-2010

Agradecemos aos alunos de Graduação em Arquitetura–FAU-FRJ e Composição Paisagística – EBA-UFRJ: Ana Carolina Bento Gil – Bolsista PIBIC-UFRJ – 2010-2011; Ana Carolina Costa Rodrigues Ermida - Bolsista PIBIAC-UFRJ – 2010-2011; Gisele Chagas dos Santos – Voluntária – UFRJ – 2010-2011; Ianic Bigatte Lourenço – Bolsista PIBIAC-UFRJ – 2009-2010 - Colaboradora 2011; Juliana Abatti Antunes - Bolsista PIBIAC-UFRJ – 2009-2010 – Colaboradora 2011; Juliana Ramos de Barros - Bolsista PIBIAC-UFRJ – 2010-2011; Karyne Carneiro Guimarães de Lima - Bolsista PIBIAC-UFRJ – 2010 – 2011; Tulio Luiz da Motta Vargas - Voluntário – UFRJ – 2010-2011; Vanessa Tavares de Souza - Voluntária – UFRJ – 2011; Vinícius dos Santos Almeida - Bolsista PIBIC-UFRJ – 2009-2010 – Voluntário 2010-2011.