

# Um método para medir a sombra

*Pesquisa avalia cinco espécies de árvores plantadas na área urbana e indica quais as mais adequadas para dar conforto aos habitantes*

ANA MARIA FIORI

**U**m estudo com cinco espécies que arborizam áreas urbanas de Campinas (SP) – a sibipiruna, o ipê-roxo, a magnólia, a chuva-de-ouro e o jatobá – comprovou que todas reduzem bastante os efeitos da radiação solar e oferecem conforto térmico. E, como Campinas tem clima semelhante ao de outras regiões do Sudeste brasileiro, essas árvores devem servir para muitas outras cidades. Onde o clima for diferente, contudo, será preciso fazer um estudo com espécies nativas ou adaptadas, o que agora ficou simples: o estudo de Campinas estabeleceu uma metodologia que está à disposição dos interessados.

Financiado pela FAPESP, o projeto *Conforto Térmico em Cidades: Efeito da Arborização no Controle da Radiação Solar* foi desenvolvido entre 1997 e 1999 pela física Lucila Chebel Labaki, chefe do Departamento de Arquitetura e Construção da Faculdade de Engenharia Civil da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), em parceria com a bióloga Rozely Ferreira dos Santos, professora do Departamento de Saneamento e Ambiente

da mesma faculdade e especialista em planejamento ambiental.

O trabalho enfocou também o conforto térmico dado por certas áreas verdes da região central de Campinas e mostrou que a atenuação da radiação solar chega a 99,06% num bosque antigo e denso e a 88,24% numa praça criada recentemente.

Confirmando-se que a vegetação reduz drasticamente o desconforto das chamadas ilhas de calor dos grandes centros, criadas pela associação de fatores como as grandes massas de edificações – que favorecem a redução dos ventos e a concentração de poluentes –, a impermeabilização do solo pela pavimentação e a presença de materiais de construção que absorvem muito calor.

Como sugestão, o estudo aponta algumas espécies arbóreas mais adequadas para dar conforto aos habitantes nas áreas de passagem, como ruas e avenidas, ou de lazer, como praças e parques.

**O que influi** - Lucila explica que o conforto térmico depende de quatro fatores ambientais e dois pessoais. Os ambientais são: temperatura, temperatura radiante média, umidade relativa do ar e velocidade do ar.

Temperatura radiante média é o valor médio entre a radiação térmica que incide sobre as superfícies do local – objetos e seres vivos –, e as aquece, e a radiação que elas emitem de volta para o ambiente. Esse valor dá uma indicação dos efeitos da radiação térmica sobre a pessoa, pois há diferenças significativas de temperatura entre as superfícies circun-

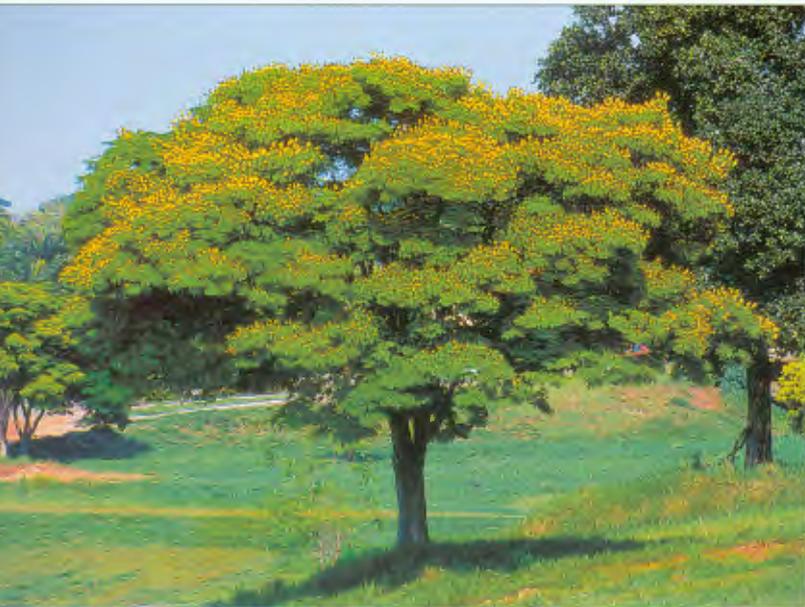
Bosque dos Jequitibás,  
em Campinas, o destaque  
do estudo: atenuação  
quase total da radiação

dantes – no caso de áreas externas, são as próprias árvores, a grama, o pavimento e as construções em torno. Um exemplo da importância desse parâmetro é o de uma multidão reunida em praça pública num dia de sol: embora a temperatura ambiente seja a mesma nas laterais e no interior da praça, quem está no centro da multidão sente mais calor – porque, além da radiação solar e da radiação refletida pela área cimentada do local, recebe o calor emitido pelos corpos ao redor.

Os fatores pessoais que influem no conforto térmico são a roupa que a pessoa usa e a atividade física que desempenha. Se, num dia de sol forte, compararmos um indivíduo com roupa preta e outro com roupa branca, o de branco terá maior sensação de conforto térmico: o branco reflete a luz e, portanto, praticamente não absorve radiação – ao contrário do preto. Quanto à atividade, basta pensar em fazer um trabalho braçal ou praticar esportes sob um sol escaldante para lembrar que numa posição de repouso a sensação de calor será menor.

Os seis fatores devem ser levados em conta num projeto de arborização. Para os lugares de clima quente e os destinados a práticas esportivas, por exemplo, recomendam-se árvores que absorvam a radiação solar com muita eficiência. Já ao lado de bancos de jardim destinados ao descanso e à leitura, pode-se pensar numa vegetação que filtre um pouco menos os raios solares, já que o corpo estará em repouso.

Entre os objetivos do projeto estava a análise e o conhecimento da



Nos pontos extremos, duas nativas: a campeã sibiruna (*acima*) e o ipê-roxo

capacidade de várias espécies na atenuação da radiação solar, com vistas a projetos de arborização. “Mas o objetivo principal”, salienta Lucila, “foi a construção de uma metodologia com a qual, a qualquer momento e em qualquer clima, estudos semelhantes poderão ser realizados.”

Em resumo, a metodologia consiste em colocar equipamentos de medição sob a copa de cada árvore estudada



FOTOS DELEINI MARTINS

– que deve estar plantada em local isolado, sem edificações ou vegetação de grande porte ao lado. Equipamentos similares são colocados perto, sob o sol. Depois, os dados são comparados

e a atenuação da radiação solar é obtida em porcentagem.

“Um detalhe importante da pesquisa é que os instrumentos foram colocados a 1,30 metro do solo, o

## As ferramentas de trabalho

Num dos suportes do equipamento usado na pesquisa das árvores controladoras da radiação solar ficavam dois termômetros, um de bulbo seco e outro de bulbo úmido – conjunto chamado de psicrômetro a ventilação natural –, que permitem calcular a umidade relativa do ar. O mesmo suporte tinha um termômetro de globo, que consiste numa esfera oca, pintada de preto fosco, aproximando-se do corpo negro ideal – que absorve a radiação emitida pelo ambiente ao redor e fornece a chamada temperatura de globo.

Geralmente de hora em hora, a engenheira Carolina Bartholo-

mei, encarregada das medições, anotava as medidas obtidas pelos equipamentos e media a velocidade do ar com um anemômetro portátil. Tendo os valores de temperatura de globo, velocidade do ar e temperatura ambiente, calculava a temperatura radiante por meio de uma fórmula.

Noutro suporte, para medir a intensidade da radiação solar, Carolina instalava o solarímetro linear, equipamento que agrônomos e botânicos usam desde a década de 70 para acompanhar o crescimento de plantas. O solarímetro ficava acoplado a um registrador automático de dados, o *logger*, programado para captar

os dados a cada 10 minutos e descarregá-los diretamente no computador.

Houve adaptações práticas, impostas pelos caprichos da natureza e pelas condições urbanas. O vento, por exemplo, insistia em derrubar ou deslocar de posição os suportes dos equipamentos. Então, o técnico do laboratório de conforto ambiental Obdias Pereira da Silva Júnior, também engajado no projeto, construiu tripés mais resistentes e contribuiu com sugestões que garantiriam a captação de dados confiáveis. Outro problema, o perigo de furto, impediu que os solarímetros com *loggers* fossem instalados permanentemente: os suportes eram montados de manhã e recolhidos ao fim da tarde.

que corresponde à altura média do peito de uma pessoa”, salienta Lucila. Isso porque de nada adiantaria medir a atenuação da radiação no nível do chão ou muito mais alto que a estatura média das pessoas.

Esses procedimentos foram seguidos pela engenheira civil Carolina Lotufo Bueno Bartholomei – que, em meados de 1998, terminou o mestrado na área do projeto, na Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp. Para cada espécie estudada ela recolhia os dados dos equipamentos registrados durante cinco dias, das 7 às 17 horas.

A sibipiruna (*Caesalpinia peltophoroides*), árvore nativa da Mata Atlântica e do mesmo gênero do pau-brasil, destacou-se na pesquisa: com belas flores amarelas, cerca de 6 metros de diâmetro de copa e densidade média, foi campeã como reguladora da radiação solar, ao registrar 88,5% de atenuação. Houve uma surpresa inicial com o resultado, já que as folhas da sibipiruna são miúdas como as da aveia, com cerca de 0,9 centímetro de comprimento por 0,5 centímetro de largura. Admitiu-se então que, num mesmo espaço, várias folhas pequenas como as dessa espécie acabem oferecendo uma área maior de exposição

ao sol – e, conseqüentemente, de absorção da radiação – do que uma só folha grande.

Em segundo lugar, quase empacotados e bem perto da sibipiruna, ficaram a chuva-de-ouro, com 87,3% de atenuação da radiação solar, e o jatobá, com 87,2%. De origem asiática, a chuva-de-ouro ou acácia dourada (*Cassia fistula*) tem cerca de 7 metros de diâmetro de copa, densidade mé-

metros de diâmetro, belas flores lilases e folhas com 17 centímetros de comprimento por 9 de largura.

Outros resultados referem-se ao conforto ambiental das áreas de lazer. Nas três áreas verdes estudadas no centro de Campinas, também foram feitas medições sob a copa de árvores agrupadas e sob o sol direto.

**No centro de Campinas** - Como se esperava, o destaque foi o tradicional Bosque dos Jequitibás, mais denso e antigo, com 99,06% de atenuação da radiação solar. Em segundo lugar, o Parque dos Guarantãs, com vegetação média, nem muito densa nem muito rala, que



A física Lucila (acima) e as orientandas Larissa e Carolina com o técnico Obadias: medições contínuas



FOTOS EDUARDO CESAR

dia, vistosas flores amarelas perfumadas e folhas de mais ou menos 11,5 centímetros de comprimento por 4,5 de largura.

A majestosa copa do jatobá (*Hymenaea courbaril*), nativo do Brasil, também tem densidade média, mas atinge 23 metros de diâmetro. As flores são brancas e as folhas têm 5 centímetros de comprimento por 2 de largura.

Em terceiro ficou a magnólia (*Michelia champaca*), com 82,4% de atenuação da radiação solar: também de origem asiática, tem copa densa com 8 metros de diâmetro e folhas de 23 centímetros de comprimento por 7 de largura.

Por fim, com 75,6%, ficou o brasileiro ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa*), de copa rala com cerca de 10

atenuou 88,91% da radiação. Por fim, uma surpresa: o Bosque dos Artistas, praça nova e ainda pouco densa, atingiu a marca de 88,24% de atenuação.

O trabalho com praças e bosques resultou em tese de mestrado da arquiteta Larissa Fonseca de Castro, também da Faculdade de Engenharia Civil da Unicamp. Terminado o projeto, ela e Carolina deram seqüência aos estudos e desenvolvem teses de doutorado com o mesmo tema. Agora, soma-se ao grupo a arquiteta Érika Lois, aluna de mestrado em Engenharia Civil da Unicamp, que usa os equipamentos já adquiridos para pesquisar o conforto térmico relacionado à arborização ao longo de cursos de água.

## O PROJETO

Conforto Térmico em Cidades:  
Efeito da Arborização no  
Controle da Radiação Solar

### MODALIDADE

Auxílio a projeto de pesquisa

### COORDENADORA

LUCILA CHEBEL LABAKI - Faculdade  
de Engenharia Civil da Unicamp

### INVESTIMENTO

US\$ 11.145,80