

AMBIÊNCIA URBANA E ARBORIZAÇÃO PÚBLICA

Juan José Mascaró (1); Suelen Debona Giacomini (2); Simone Cuadros (3)

(1) Professor Adjunto FAPEAL UPF, pesquisador FAPERGS e-mail arqmascaro@terra.com.br

(2) Bolsista PIBIC UPF e-mail su_giacomini@yahoo.com.br

(2) Bolsista FAPERGS e-mail simone_quadros@yahoo.com.br

Universidade de Passo Fundo, Faculdade de Engenharia e Arquitetura, Curso de
Arquitetura e Urbanismo, Campus I, Bairro São José, Passo Fundo, RS, Brasil.

CEP 99001-970 - Tel. (54) 3316 8100 - Fax. (54) 3316 8211

RESUMO

Os ambientes urbanos são significativamente mais quentes que os rurais, um fenômeno conhecido como “ilha de calor”. As temperaturas urbanas têm aumentado em média entre 1,1°C e 2,2°C nos últimos 40 anos. Dos métodos disponíveis e eficientes para diminuir a demanda urbana por refrigeração, o uso de árvores e superfícies de alto albedo é o mais recomendado. Estudos realizados informam valores de sombreamento e desempenho ambiental das espécies arbóreas usadas em Porto Alegre /RS, verificando a importância de sua presença para uma boa ambiência urbana na região. Através de medições ambientais de ruas arborizadas e secas (sem arborização), obteve-se valores da ordem de grandeza da eficiência da vegetação urbana como sombreamento adequado da insolação de verão, permitindo a passagem da radiação solar no inverno quando escolhida corretamente a espécie arbórea usada.

ABSTRAC

The dark surfaces and reduced vegetation collectively warm the summer air over urban areas, leading to the creation of the summer urban heat island. Studies on reducing city cooling loads show that it is possible provide significant environmental and economic benefits for the community. Of the methods for reducing cooling loads, use of trees and “high-albedo surfaces” are often mentioned this fact sheet focuses primarily on the use of trees as a method of cooling urban areas. We studies two different type of street and have found that a temperature difference between streets with trees and without them is about 4°C, higher in the second case, being the air relative humidity 40% - 50% lower; desert characteristics of the urban precincts in the care of a subtropical humid city as Porto Alegre is. Planting trees and creating a new, healthy urban forest is a positive way demonstrating concern for environment we live in, at home in our cities as well across our globe. The program will require a massive, worldwide effort involving the people and leaders of many nations. Planting trees is an attractive both for saving money through energy efficiency for improving the quality of life in urban areas.

1. INTRODUÇÃO

O desempenho ambiental do recinto urbano é o resultado do comportamento da arquitetura que o delimita e da presença da vegetação, entre outros fatores. Um bom projeto de arquitetura urbana subtropical úmida leva em consideração a possibilidade de conseguir a dispersão térmica, suficiente e necessária, aproveitando a presença de vegetação e suas características de sombreamento e amenização da temperatura no verão e de transmitância termoluminosa no inverno. Isto porque no inverno, quando é mais necessária a radiação solar, mais débil é seu efeito sobre o plano horizontal, o Sol está mais baixo; no verão o Sol está mais alto sendo mais prejudiciais seus efeitos. Este é um dos fatores mais limitantes das possibilidades do recinto urbano subtropical úmido se constituir num espaço de ambiência agradável sem a presença de vegetação, única forma de sombreá-lo na estação quente e permitir sua insolação no inverno (fig.1).

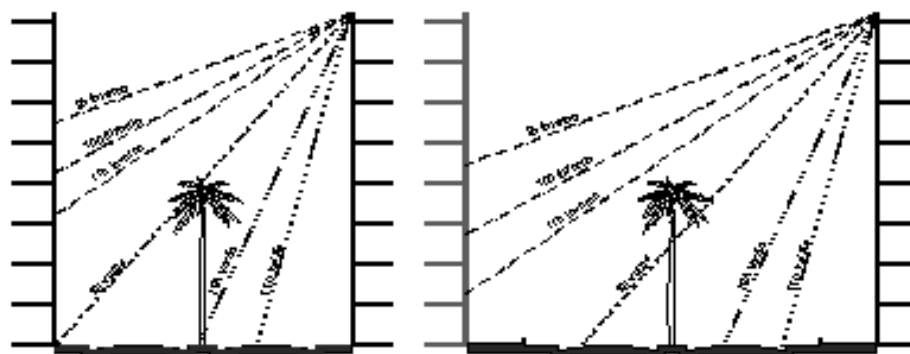


Figura 1. Insolação do recinto urbano em rua sem canteiro e com canteiro central.

Tabela I – Percentagem de fachada ensolarada no inverno.

RUA SEM RECUO DE JARDIM		RUA COM RECUO DE JARDIM	
9:00	33%	9:00	45%
10:00	48%	10:00	66%
11:00	51%	11:00	84%

A insolação de verão, principalmente do recinto urbano, somente poder ser amenizada pelo uso de vegetação urbana de folhas caducas, de porte médio plantada, por exemplo, no canteiro central quando não existe recuo de jardim, fig. 2a, além de uma combinação árvores de pequeno porte e também caducas na calçada Oeste, que recebe o Sol intenso da tarde de verão, fig. 2b. O passeio Leste fica disponível para a instalação das redes aéreas da infra-estrutura urbana.

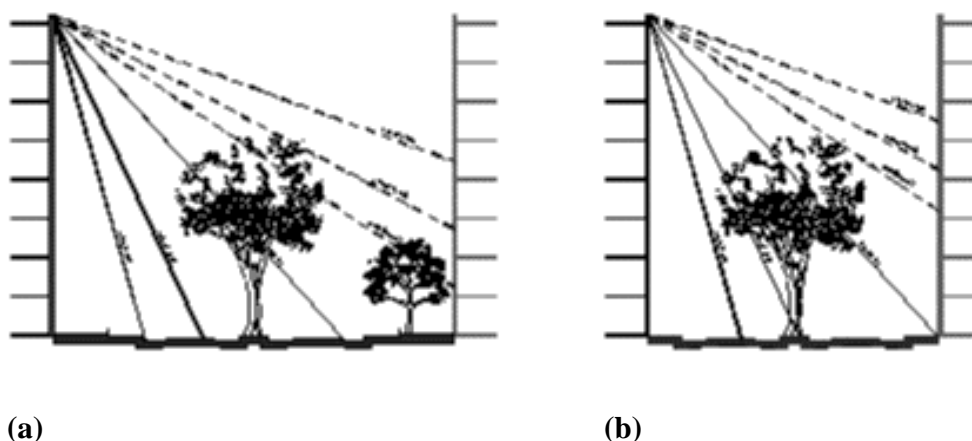


Figura 2 – Sombreamento do recinto urbano pela vegetação no verão.

2. INSOLAÇÃO URBANA E SUAS CONSEQÜÊNCIAS

Os ambientes urbanos são significativamente mais quentes que os rurais, um fenômeno conhecido como “ilha de calor”. A diferença de temperatura entre as áreas rurais e urbanas varia entre valores pequenos, 1,1° C a 4,4° C em St Louis Missouri a 5,6° C na cidade de New York e até 10°C na cidade de México (DOE, 1999). Em dias quentes de verão a diferença entre a temperatura do ar no centro de Porto Alegre, RS, e sua periferia rural chega a 4°C e até 7 °C na cidade de Novo Hamburgo, RS (MASCARÓ et al, 2002). Além disso, os verões mostram sinais de um ciclo infortunado. O aquecimento das cidades no verão favorece níveis altos de poluição e essa poluição contribui para acentuar o efeito da ilha de calor. As maiores temperaturas, mais rápido se produzem as reações químicas que levam a altas concentrações de ozônio e, a noite, a poluição sobre a cidade inibe a perda térmica. A vegetação também contribui para a redução da poluição do ar. É só na presença de quantidades significativas de poluição produzida pelo homem que algumas das muitas substâncias que as árvores e as plantas produzem tornam-se participantes da formação de ozônio no ar.

Outro fator exacerbante da situação é que o desenvolvimento de edificações e indústrias em áreas urbanas continua crescendo sem replantar a vegetação que sua construção destruiu. Em Porto Alegre a cobertura vegetal vem diminuindo sensivelmente à medida que o solo urbano se adensa e não se procede à substituição das que foram cortadas ou simplesmente morreram. A redução da cobertura vegetal da cidade apresenta forte correlação com as distâncias ao centro, resultado da relação com a intensidade de urbanização, inversamente relacionada à distância ao centro urbano. A zona de edifícios altos (alta intensidade de urbanização) e as áreas industriais e comerciais apresentam valores abaixo de 20% de cobertura vegetal, dos quais as áreas verdes públicas foram as que mais contribuíram. A maior parte da cidade apresentava, na década passada, valores abaixo de 45%. Nas áreas centrais, as mais utilizadas pela população, a cobertura vegetal esteve abaixo de 15% na década passada; situação encontrada em desertos. A semelhança fica mais nítida em dias de verão, quando a umidade do ar cai a níveis reais de deserto: 35°C de temperatura e 18% de umidade relativa do ar numa tarde de verão, em Porto Alegre, RS. (MASCARÓ, 2003).

2.1 Significado das sombras subtropicais

As sombras não são somente eficientes ambientalmente, mas são ricas e complexas e justificam sua consideração porque estão presentes quase que permanentemente nos espaços da cidade subtropical. São as que a fazem habitáveis na estação quente.

As sombras urbanas de maior finura e qualidade são as que projetam as árvores: são sombras frescas, pela circulação do ar entre os múltiplos estratos de folhas e pela evapotranspiração insuspeitadamente alta das mesmas. São sombras coloridas, algo diferente em cada espécie. São sombras vibrantes pelo movimento, são sombras deliciosamente perfumadas em diferentes épocas para diferentes espécies. Essas virtudes se apresentam em grau superlativo nas árvores de folha caduca, que são as que as cidades subtropicais e temperadas úmidas precisam.

Dentro dessa família é tão mágica a sombra quase transparente de um jacarandá no inverno do Rio Grande do Sul como a vibração quase impenetrável de um Sibipiruna, mas a do plátano pode resultar mais aconchegante porque na luz que se cria na sua sombra intervém a refletância do tronco, com sua cortiça tão particular de crostas de ocres e verde claro, dominantes na condição de inverno, imperceptíveis no verão. As palmeiras, tão usadas nos últimos anos em Porto Alegre, belíssimos exemplares plantados isoladamente, não oferecem senão uma sombra esquelética, sem explicação ambiental para seu uso na região.



Figura 3 - Sombra quase transparente de um jacarandá.



Figura 4 - Sombra quase impenetrável de uma sibipiruna.

Entre as sombras naturais e as artificiais se encontram as de maior sofisticação cultural, as projetadas pelo homem para dar apoio e estrutura geométrica a elementos vegetais: as parreiras e os pergolados, autêntica e bela arquitetura mínima que nos protege do sol e cria uma sombra mágica, luminosa.



Figura 5 - Sombra de um pergolado.

3. DESEMPENHO AMBIENTAL DA VEGETAÇÃO

Estudos realizados (MASCARÓ, et al, op.cit.) informam valores de desempenho ambiental das espécies arbóreas usadas em Porto Alegre, verificando a importância de sua presença no recinto urbano. A vegetação interfere no desempenho termoluminoso do recinto urbano e de seus edifícios orientados para o norte, leste e oeste. Árvores de folhas caducas, no inverno, apresentam obstruções à passagem da insolação e da luz natural que variam entre 5% e 65%, segundo a espécie arbórea, sendo consideradas adequadas para latitude 30° S as que bloqueiam a radiação solar até em 20%. É importante considerar este efeito na estimativa de consumo de energia da edificação. O valor de transmitância luminosa da vegetação, no inverno, deve ser pelo menos de 40% para se ter valor de iluminância adequados para realizar tarefas visuais de exigência média (cerca de 300 lux). No verão, a transmitância luminosa da maioria das espécies varia entre 5% e 10%, reduzindo significativamente a disponibilidade de luz natural e sol nas janelas sombreadas por elas.

A poupança energética pelo uso da arborização pode ser significativa. Segundo o DOE (1999) nos EUA o efeito anual das árvores corretamente usadas representa uma economia média de cerca de 20% a 25% dos custos energéticos residenciais, comparados com os mesmos custos para uma casa numa área desprotegida, sem vegetação.

3.1 Duas ruas, duas ambiências

Como já afirmamos antes, a presença de arborização urbana define sua ambiência, amenizando o forte calor do verão e permitindo a insolação do recinto urbano no inverno. O estudo realizado *in loco* em ruas secas, sem vegetação e ruas arborizadas permite fazer uma primeira aproximação aos aspectos quantitativos do tema. Na pesquisa os aparelhos de medição utilizados foram: 2 luxímetros, 2 termohigrômetros, 2 anemômetros, 1 bússola e 1 máquina fotográfica. Os procedimentos foram os fixados pela norma CIE e pelo Grupo ABC (1989) para a mediação do desempenho ambiental da vegetação. (MASCARÓ, 2006).

3.1.1 Ruas sem árvores

Foi estudada uma rua da área central da cidade, espaço de uso misto, caracterizada pelo trânsito intenso de pessoas e veículos automotores. Nesse trecho configura-se como recinto deteriorado, no qual estão presentes casas térreas e edificações de dois pavimentos, fig. 5. Como toda rua orientada para Leste-Oeste na região subtropical, somente sua fachada Norte e parte da calçada e rua recebem insolação no inverno, criando um efeito ambientalmente assimétrico, com espaços diferenciados.



Figura 5 – Rua sem arborização, Porto Alegre, RS.

A ausência de vegetação acentua a situação de deserto urbano, sendo a maior percentagem de respostas obtidas na aplicação de questionário sobre a percepção do recinto pelos usuários de intenso calor no verão (deve-se apressar o passo para chegar a um lugar mais aconchegante, não é sítio para ficar, mas percorrer por necessidade,...) e de frio no inverno (65% das respostas recebidas correspondem a essas sensações, 10% não responderam e 5% não sabem). Os valores registrados nas medições realizadas *in loco* estão informados nas Tabelas II e III, na qual se podem verificar as condições de ambiência da rua, caracterizada pela dominância de superfícies construídas, ausência de vegetação e presença de poluição ambiental e visual. O recinto aquece mais do que o esperado no verão, apresentando características de deserto, neste caso artificial. No inverno, a intensa insolação direta nos dias claros faz menores as diferenças de temperaturas registradas pelo Serviço Meteorológico e *in situ*, mas o vento se mantém com velocidade maior devido à proximidade de uma avenida larga, à morfologia da rua e à orientação do recinto urbano.

Tabela II– Iluminância (lux) medida numa rua sem vegetação, Porto Alegre, RS.

Estação e hora de medição	Disponível (*)	Medida dentro do recinto (**)	Redução
Verão 10h	78.000	62.000	20,50%
Inverno 10h	25.000	10.000	60%

(*) iluminância sobre o plano horizontal livre de obstrução, céu claro (PATTINI E CÓRICA, 2006).

(**) iluminância, sobre o plano horizontal, medida no piso do recinto em Sol.

Tabela III – Temperatura e umidade relativa do ar de um recinto urbano seco, sem vegetação

		Informações 8° D.M.	Valores registrados	Variação
verão	Temp. máxima	33°C (15h)	37°C (15h)	+ 5°C
	temperatura	32°C (16,30h)	35°C (16,30h)	+ 3°C
	Umidade Relat. Ar mín	66 % (15h)	21% (16,30h)	- 45%
	Vento	Leste 2,5 Km/h	Leste 8 Km/h	+ 5,5 Km/h
inverno	Temperatura máxima	18°C (13h)	18,5°C (13h)	+ 0,5°C
	Temperatura		17,0°C (14,30h)	
	Umidade Rel. ar	76%	52%	- 34%
	Vento	Sudeste 0,5 Km/h	2,5 Km/h	+ 2 Km/h

Obs.: Abóbada celeste clara

3.1.2 Rua arborizada

Localizada na mesma área da cidade que o anterior, apresenta uma vegetação antiga de grande porte que forma quase um túnel sobre a rua, delimitada por edificações antigas de dois pavimentos apenas, com a presença de dois edifícios de quatro andares, sendo seu perfil irregular, fig. 6. O domínio da vegetação, neste caso, determina a ambiência urbana, não tendo influência significativa das edificações. A topografia é plana e o uso é predominantemente residencial.



Figura 6 – Vista da rua com vegetação, Porto Alegre. RS.

A espécie dominante é o jacarandá, mas também se encontram tílias e salgueiros. Seu grande fator de céu visível, $Y = 95\%$, está reduzido pela vegetação a $Y = 35\%$, o que significa uma diminuição de 60% que oferece sombra peneirada (sombreamento da vegetação), o que permite que a radiação solar seja amenizada e não suprimida e o ar aquecido possa sair do recinto através da folhagem das árvores. As superfícies construídas estão protegidas da intensa insolação do verão, mas a disponibilidade de luz natural está reduzida, em média, em cerca de 70% (transmitância luminosa do jacarandá no verão), sendo necessário o uso da iluminação artificial durante o dia para a realização de tarefas visuais de exigência média; já no inverno, essa disponibilidade de luz natural aumenta para cerca de 95% porque a

transmitância luminosa da espécie é de 4,7% nessa estação. A temperatura do ar registrada foi 3,8°C menor que a informada pelo Serviço Meteorológico, medida à sombra das árvores, no verão e de 1,5°C inferior no inverno. A umidade relativa do ar foi maior em 6,5% no inverno e 7% no verão. 60% das pessoas entrevistadas responderam estarem satisfeitas com a presença da vegetação. As tabelas IV e V informa os valores registrados nas medições realizadas “in loco”.

Tabela IV – Temperatura e umidade relativa do ar de um recinto urbano úmido, com vegetação.

		Informações 8° D.M.	Valores registrados	Variação
verão	Temp. máxima	35,8°C (15,30h)*		
	temperatura	33°C (11,30h)*	29,2°C	-3,8°C
	Umid. Relat. Ar mín	66%	59,0%	-7%
	Vento	calmaria	leste	
inverno	Temperatura máxima	22,5°C		
	Temperatura	19,5°C (12h)*	18°C	-1,5°C
	Umid. Rel. ar	61%	67,5%	+6,5%
	Vento	leste 2 Km/h	leste 3,6 Km/h	+ 1,6 Km/h

* Horário de verão.

Obs.: No verão abóbada celeste clara; no inverno abóbada celeste com nuvens esparsas.

Tabela V– Iluminância natural num recinto urbano úmido, com vegetação.

Iluminância disponível	Valores registrados	Redução pela vegetação	Tipo de agrupamento	Tipo de árvore
78.000 lux (*) verão 10h	7.800 lux (**)	10%	Árvore isolada	caducifólia
20.000 lux (*) inverno 10h	10.000 lux (**)	50%		
78.000 lux (*) verão 10h	11.700 lux (**)	15 %	Grupamento heterogêneo	misto
25.000 lux (*) inverno	15.000 lux (*)	60%		

(*) iluminância sobre o plano horizontal livre de obstrução (PATTINI E CÓRICA, 2006).

(**) Iluminância horizontal medida à sombra da vegetação.

Obs.: No verão abóbada celeste clara; no inverno abóbada celeste com nuvens esparsas.

Assim, a vegetação urbana: interfere no desempenho termo-luminoso do recinto urbano e de seus edifícios orientados para o norte, leste e oeste. Árvores de folha caduca, no inverno, apresentam obstruções da insolação e da luz natural que variam entre 5% e 65% segundo as espécies arbóreas, sendo consideradas adequadas para a latitude 30°S as que bloqueiam a radiação solar até 20%; é importante considerar este efeito na estimativa do consumo de energia dos edifícios. O valor de transmitância termo-luminosa da

vegetação no inverno deve ser pelo menos, 40% para se ter valores de iluminância adequados para realizar tarefas visuais de exigência média (cerca dos 300 lux), assim como da insolação para se obter o aquecimento solar possível nessa época do ano. No verão a transmitância luminosa na maioria das espécies varia entre 5% e 10% de redução. Temperatura e umidade relativa do ar: folhagens densas ocasionam diferenças superiores a 5°C entre a temperatura ao sol e a temperatura sob a árvore, o que é desfavorável em condição de inverno. As diferenças de temperatura e umidade relativa do ar entre áreas sombreadas e ensolaradas são amenizadas com ventos superiores a 1,5m/s, sendo mais pronunciadas acima dos 5m/s. Em recintos urbanos onde árvore com transmitância luminosa superior a 80% e localizadas em espaços onde o percentual de céu aberto ficou inferior a 30%, a umidade relativa do ar atingiu níveis satisfatórios para o verão, em torno e 55%.

A obtenção deste equilíbrio, quando prevista na legislação urbana, implica em termos de energia uma poupança considerável se comparada com o custo dos sistemas de condicionamento artificial do ar – custos estes econômicos e ambientais tanto em relação às crescentes tarifas da energia elétrica num Estado que tem grandes restrições para o fornecimento de energia elétrica como à poluição ambiental produzida até hoje por esses aparelhos – e dos corretivos a introduzir, dentre eles, a vegetação urbana como filtro natural e conveniente da radiação solar incidente na cidade subtropical úmida.

4. CONCLUSÕES

Assim, a principal função da arborização no meio ambiente urbano, principalmente nos climas tropical e subtropical úmidos, é de sombreamento. Quando a rua tem árvores de grande porte que se iguala à altura dos edifícios, o sombreamento da vegetação é mais significativo, reduzindo a importância dos efeitos da geometria e da orientação do recinto urbano, diminuindo a assimetria das sombras decorrentes da orientação do eixo da rua. Devido ao baixo valor do albedo, a energia que gasta nos processos fisiológicos e a quantidade de vapor de água que produz, a vegetação constitui o material ideal para ser utilizado como sombreamento de verão da cidade.

Valores de transmitância luminosa das copas das árvores dentre 60% a 80% ou mais são considerados satisfatórios para o período frio. Permitem a iluminação natural suficiente para a realização de tarefas visuais de exigência média e calefação solar nos dias de céu claro. No verão, valores próximos dos 20% de transmitância luminosa são considerados como limite superior, sendo recomendáveis valores menores quando a sombra da copa da árvore não se projeta sobre as fachadas dos edifícios.

O programa de plantio de árvores representa uma rara oportunidade para satisfazer simultaneamente ao cidadão e ao ambiente urbano através da diminuição dos custos de refrigeração, principalmente nas regiões úmidas. Entretanto, não há planos precisos e completos que estejam sendo aplicados entre nós.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

MASCARÓ, Juan José et al. (2003). “Análise da evolução da edificação residencial e seus impactos ambientais em Porto Alegre. Comparação com a de Passo Fundo, RS”. Porto Alegre: FAER UPF, FAPERGS. Relatório de pesquisa.

MASCARÓ, et al. (2002) “PREAMBE, Preservação do meio ambiente pelo uso racional de energia”. PROPARG

UFRGS MCT FINEP. Porto Alegre. Relatório de pesquisa.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE. (2000). “*Plano Diretor de Arborização de vias públicas de Porto Alegre*”. Secretaria Municipal de Meio Ambiente da Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, RS.

U.S. DEPARTMENT OF ENERGY (1999) “Urban forestry”. United State Department of Energy. Washington.

Simulações: RELUX A G Software. Programa europeu para cálculo de iluminação natural e artificial.