

Efeitos da geometria e das superfícies nos microclimas urbanos

AUT0225 – Conforto Ambiental em Espaços Urbanos Abertos

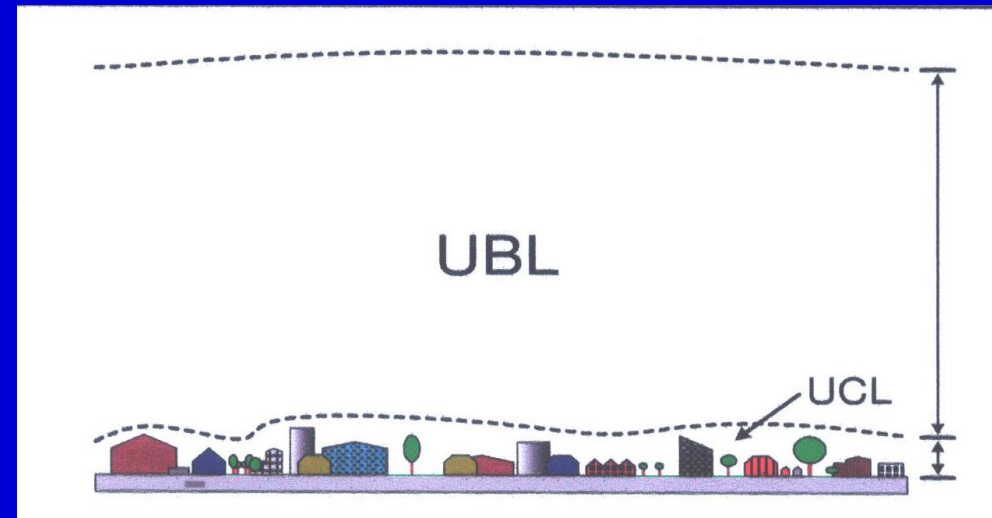
Prof. Dra. Denise Duarte

Sumário

1. Distinção entre UBL e UCL
2. Balanço energético natural e construído
3. Efeitos do *canyon*
4. Efeitos das superfícies

1. Distinção entre UBL e UCL

- UBL – Urban Boundary Layer (urban air dome)
- UCL – Urban Canopy Layer
- diferentes escalas
- diferentes processos
- abordagens teóricas específicas
- acoplamento entre elas



1. Distinção entre UBL e UCL (Oke)

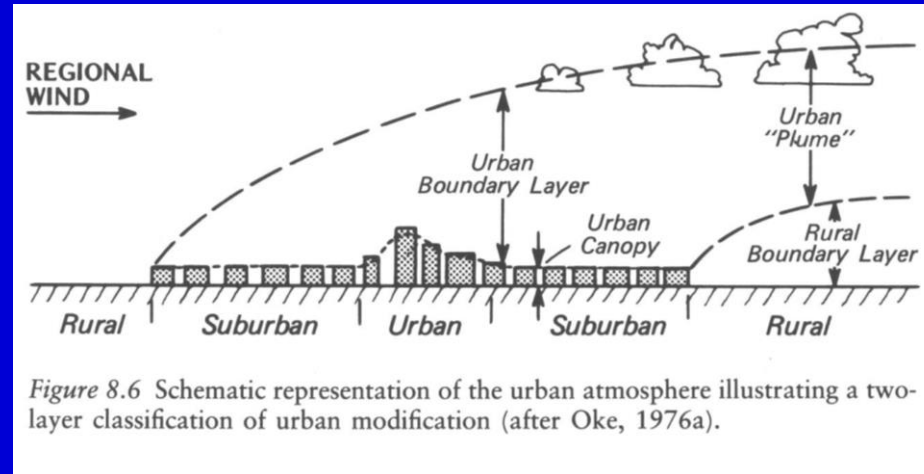
UBL – Urban Boundary Layer (urban air dome)

- Camada de ar acima das coberturas
 - sob influência da área urbana
 - diferentes microclimas urbanos
 - propriedades mais homogêneas do que a UCL

UCL – Urban Canopy Layer

- Camada de ar até o nível das coberturas
 - limite superior em função:
 - das alturas dos edifícios
 - da velocidade do vento
- Condições climáticas dependem:
 - do entorno imediato,
 - da sua geometria,
 - dos materiais.

1. UCL - Urban Canopy Layer



- Balanço de energia do canyon
- Distribuição de temperaturas do ar e das superfícies
- Circulação do ar no canyon
- Consumo de energia dos edifícios
- Dispersão de poluentes
- Conforto em espaços abertos

2. Balanço de Energia ambiente natural e construído

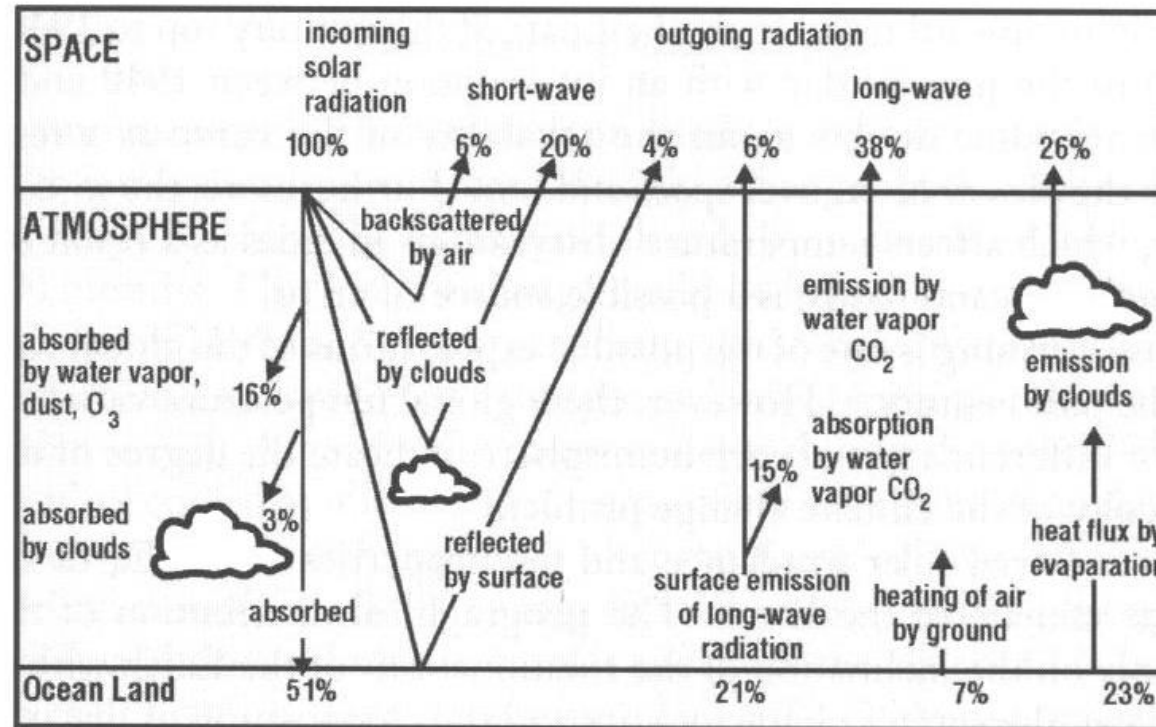


Figure 2.3. The energy balance of the Earth

2. Balanço de Energia ambiente construído

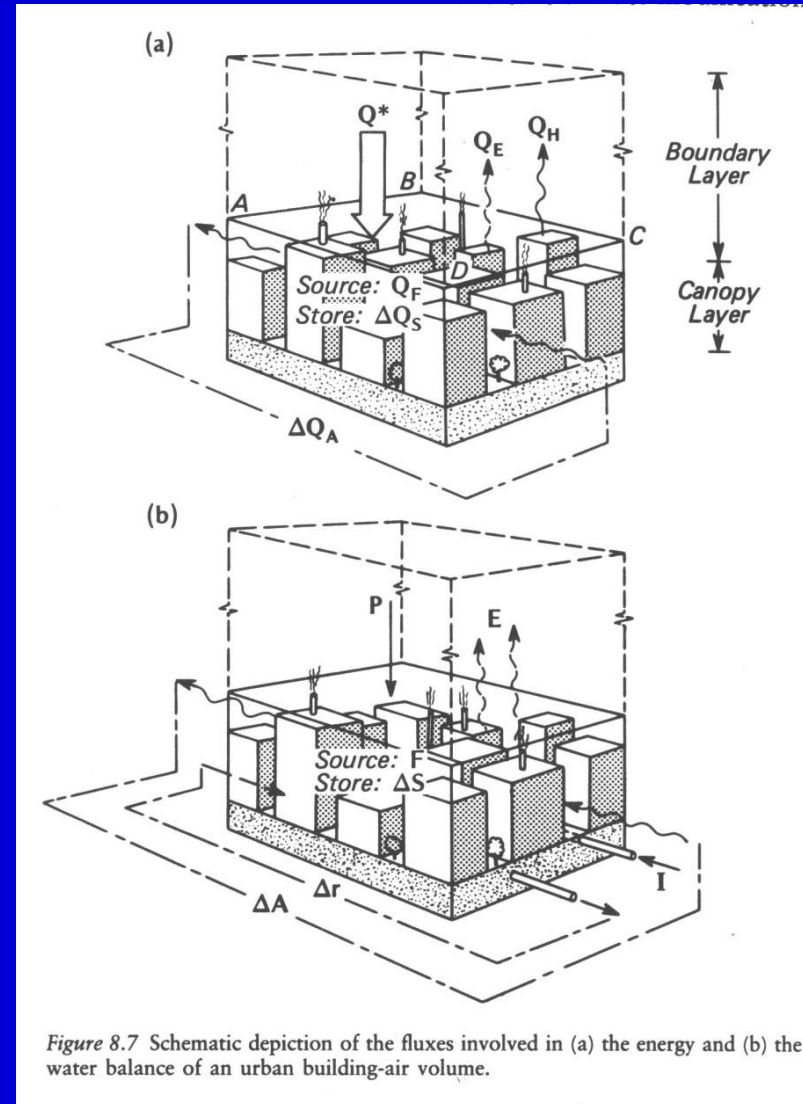


Figure 8.7 Schematic depiction of the fluxes involved in (a) the energy and (b) the water balance of an urban building-air volume.

2. Balanço de Energia

$$Q_r + Q_T = Q_E + Q_L + Q_S + Q_A \quad \text{em W/m}^2$$

Q_r – radiação líquida (rad. solar + rad. onda longa)

Q_T – calor antropogênico

Q_E – fluxo de calor sensível perdido por convecção

Q_L – fluxo de calor latente perdido por evapotranspiração

Q_S – energia estocada

significativa em áreas urbanas / ~ metade da radiação diária

depende da geometria e das superfícies urbanas

perda noturna / principal componente para a ilha de calor urbana

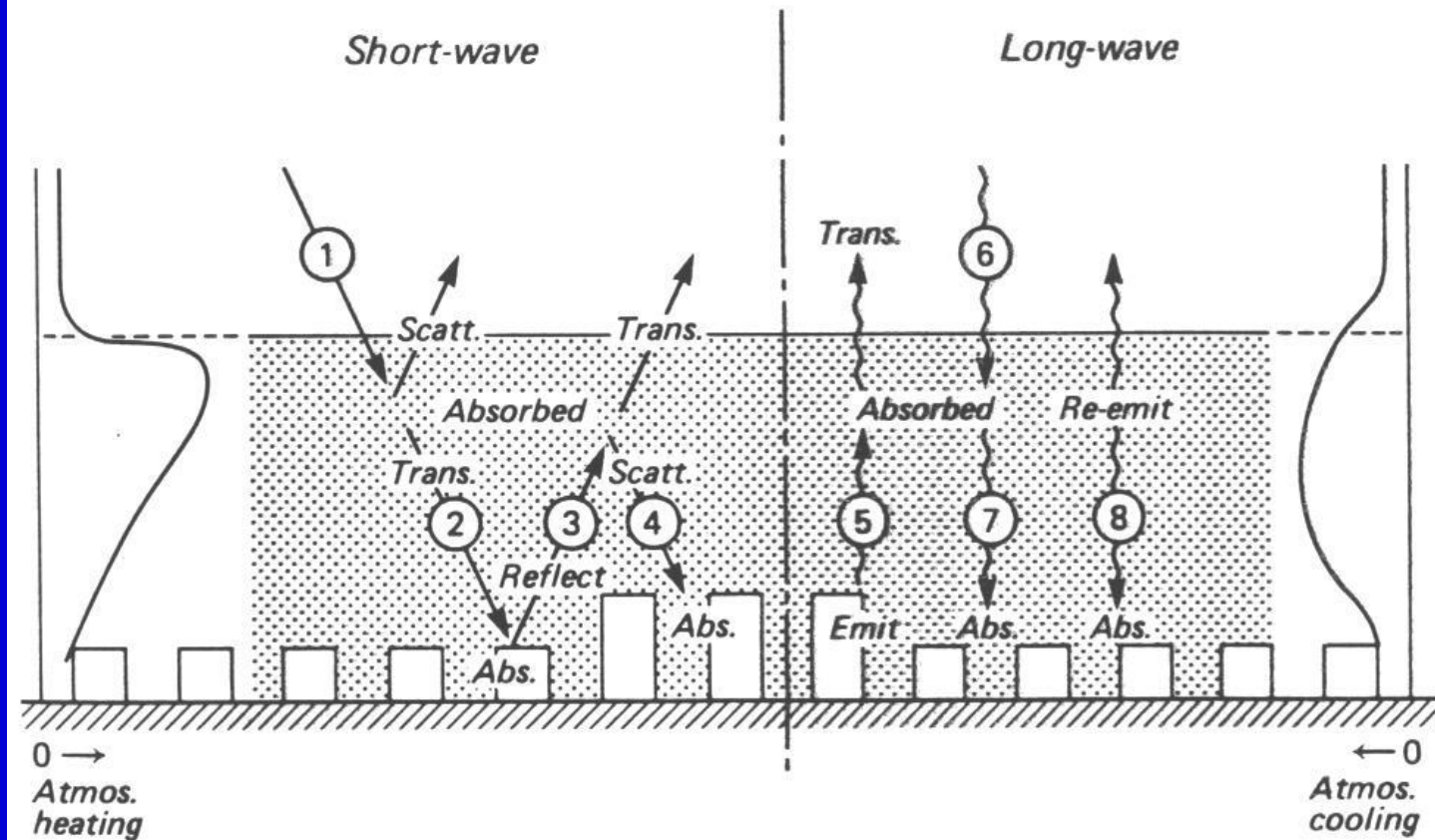
difícil medir diretamente, pela natureza complexa e tridimensional da superfície urbana

Q_A – energia líquida por advecção na forma de calor sensível ou latente
parcela desprezível, a não ser nas bordas urbano/rural

2. Balanço de Energia

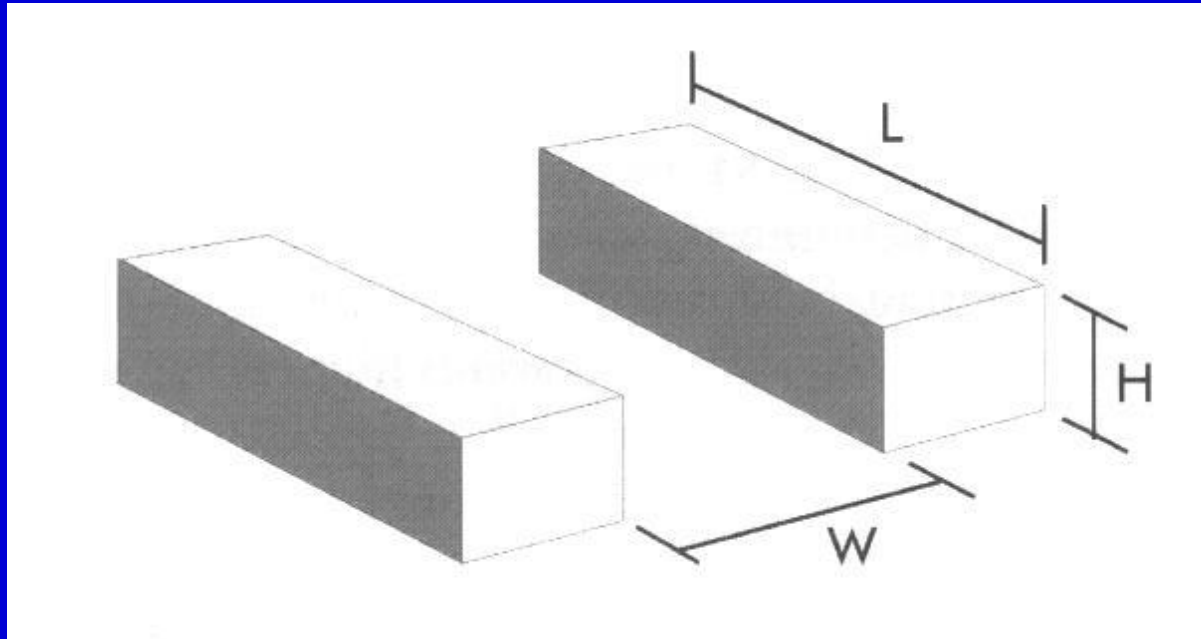
trocas radiantes

Figure 9. Schematic depiction of radiative exchanges in a polluted urban boundary layer including generalized profiles of short-wave radiative heating (left) and long-wave cooling (right) due to the aerosol layer (shaded). Numbered fluxes referred to in the text (modified after Atwater 1971).



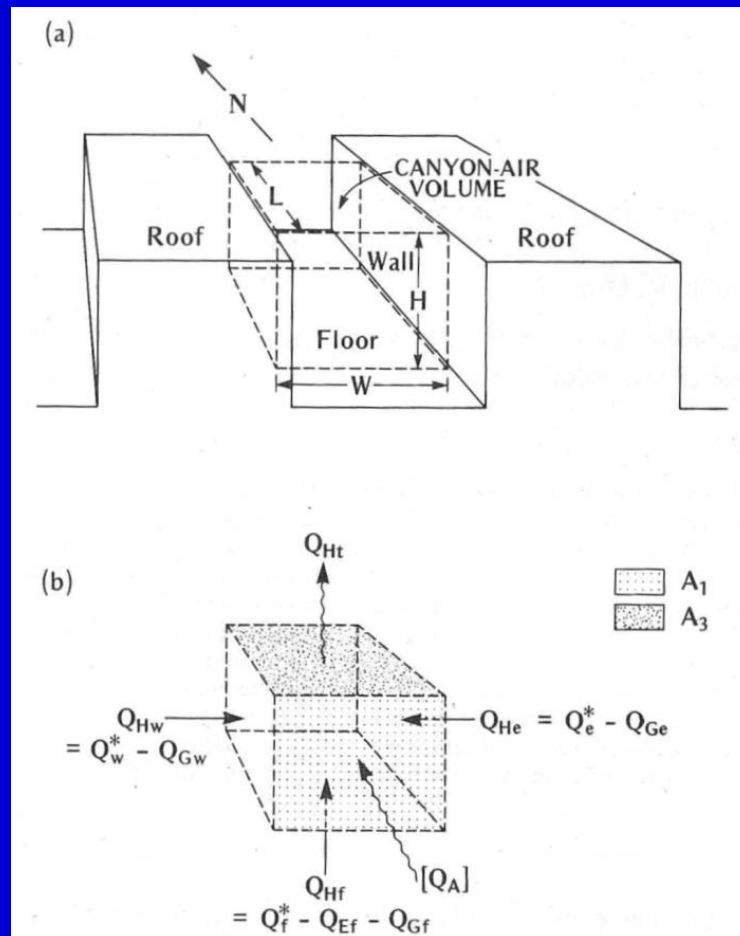
3. Definição de canyon

Canyon: estrutura que se repete na UCL



3. O efeito do canyon

Afeta diretamente o balanço de radiação



3. O efeito do canyon



Ganhos solares e emissão de ondas longas



Perdas: *fator de visão de céu (sky view factor - svf);*

Correlação entre **svf** e **tar** sob condições estáveis

3. O efeito do canyon

temperaturas superficiais, temperatura do ar

- Temperaturas superficiais no canyon
 - determinadas pelo balanço térmico;
- Superfícies **absorvem radiação** de onda curta
 - em função de sua exposição à radiação solar e do seu albedo
- Superfícies **emitem radiação** de onda longa
 - em função da sua emissividade e da temperatura
 - papel do fator de visão de céu;
- Temperatura do ar no canyon:
 - influenciada pela temperatura das superfícies (convecção)

ATLAS – Advanced Thermal and Land Applications Sensor / NASA



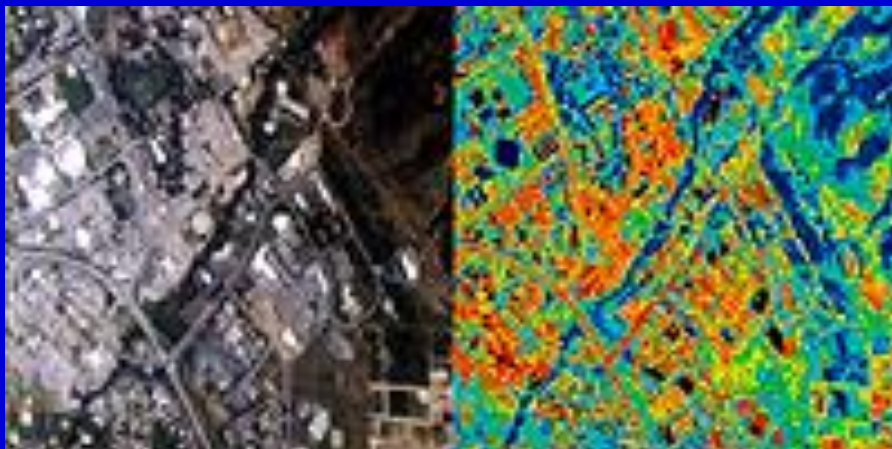
Image courtesy of S. Stetson of Global Environmental Management, Inc.



Baton Rouge



Sacramento



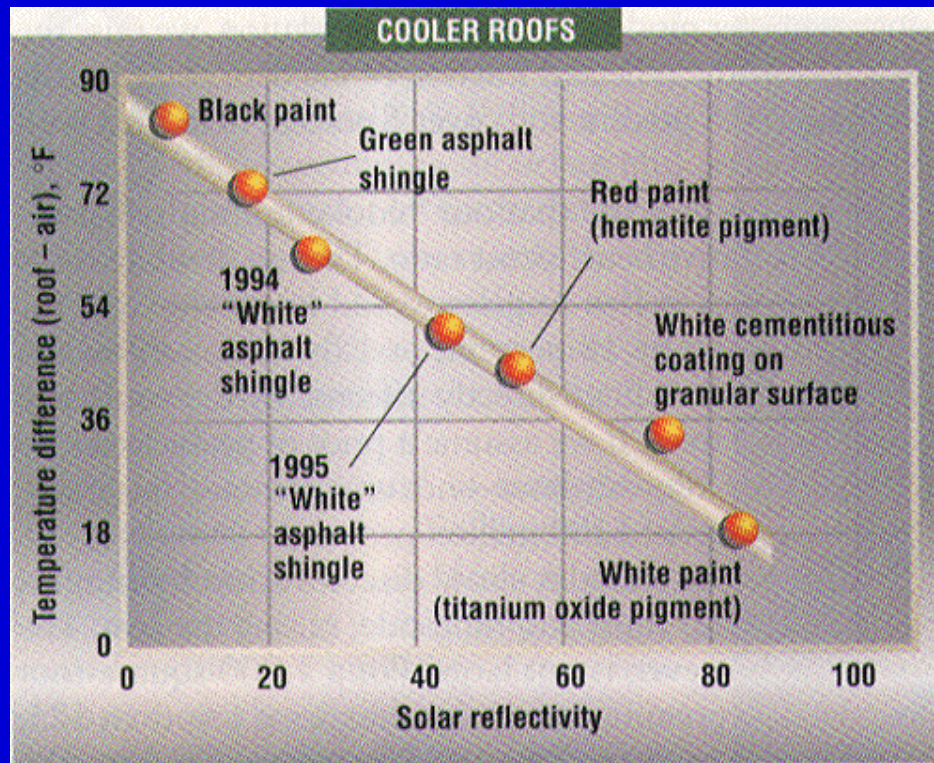
Salt Lake City

Pesquisas LBL

Sacramento-CA

- sobrevôo a 5Km
- resolução de 10m
- cada pixel equivale a 100m²
- áreas de interesse são geralmente menores do que isso



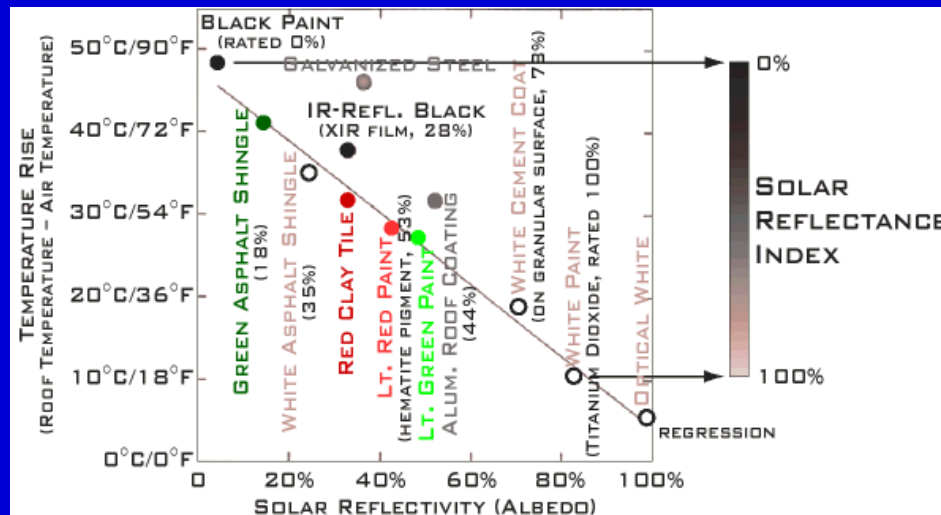


'Cool Roofs'

Traditional roofing materials have an SRI of between 5% (brown shingles) and 20% (green shingles).

White shingles with SRI's around 35% were popular in the 1960s, but they lost favor because they get dirty easily.

The current trend is to make white shingles more reflective.



Reflective Pavements are Cooler

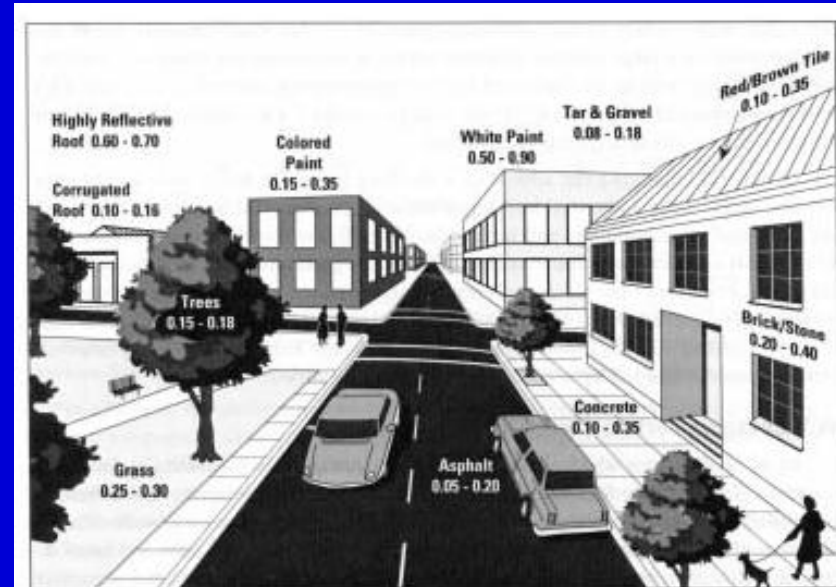
♦ Fresh asphalt
Albedo: 0.05
Temperature: 123°F

♦ Aged asphalt
Albedo: 0.15
Temperature: 115°F

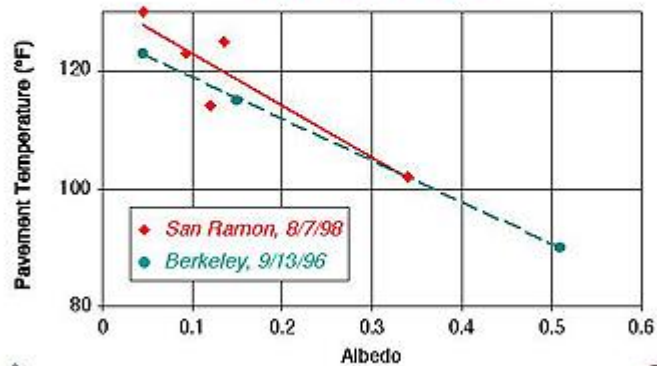
♦ Prototype
asphalt coating
Albedo: 0.51
Temperature: 88°F



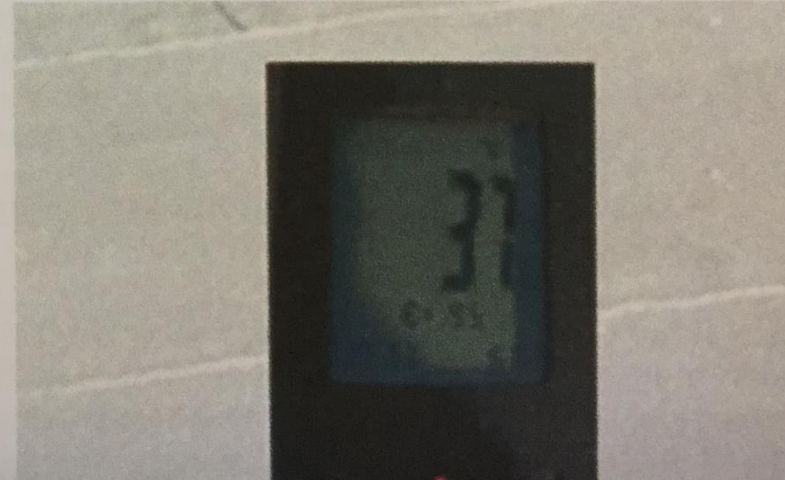
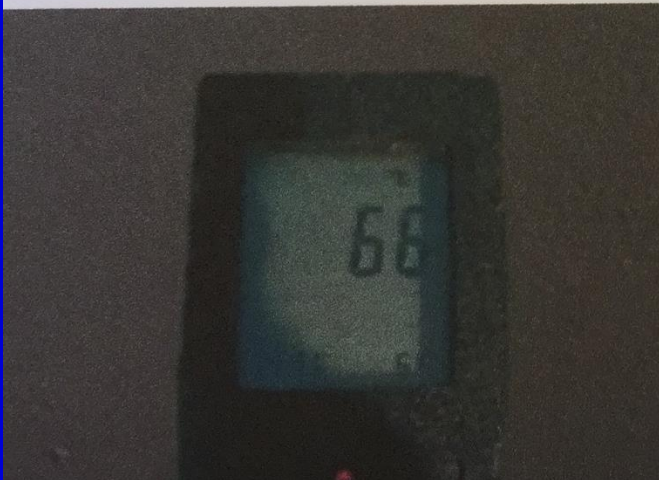
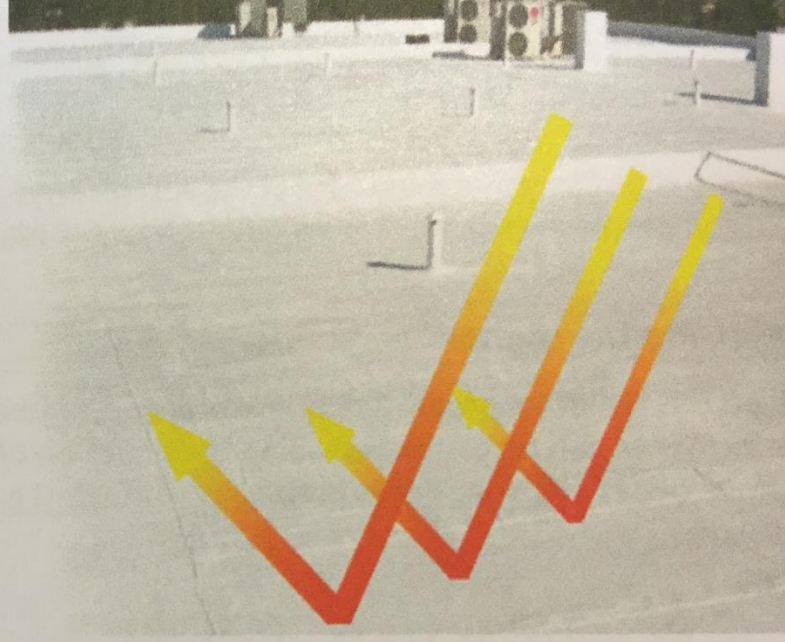
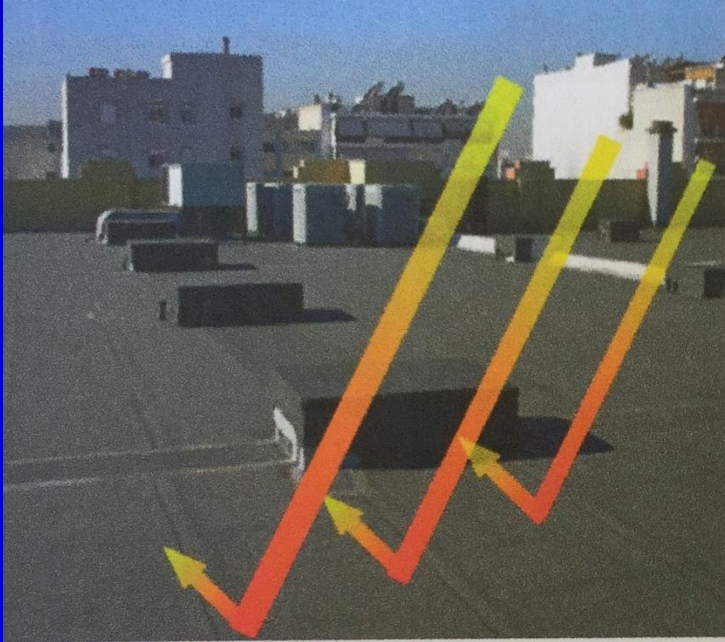
'Cool Pavements'



Pavement Temperatures vs. Albedos



'Cool Pavements'



Albedo de áreas urbanizadas

- Áreas urbanizadas são, em geral, caracterizadas por um albedo efetivo reduzido como resultado de dois mecanismos:
 - Edifícios e demais superfícies urbanas escuras absorvem mais radiação solar
 - Múltiplas reflexões dentro dos *canyons* reduzem significativamente o albedo efetivo
 - à medida em que a irregularidade aumenta, o albedo efetivo diminui
 - Cidades europeias e americanas – albedos 0.15-0.30 (Santamouris, 2001, p.173)
 - Cidades do norte da África – 0.45-0.60 (Santamouris, 2001, p.173)

Leituras termográficas

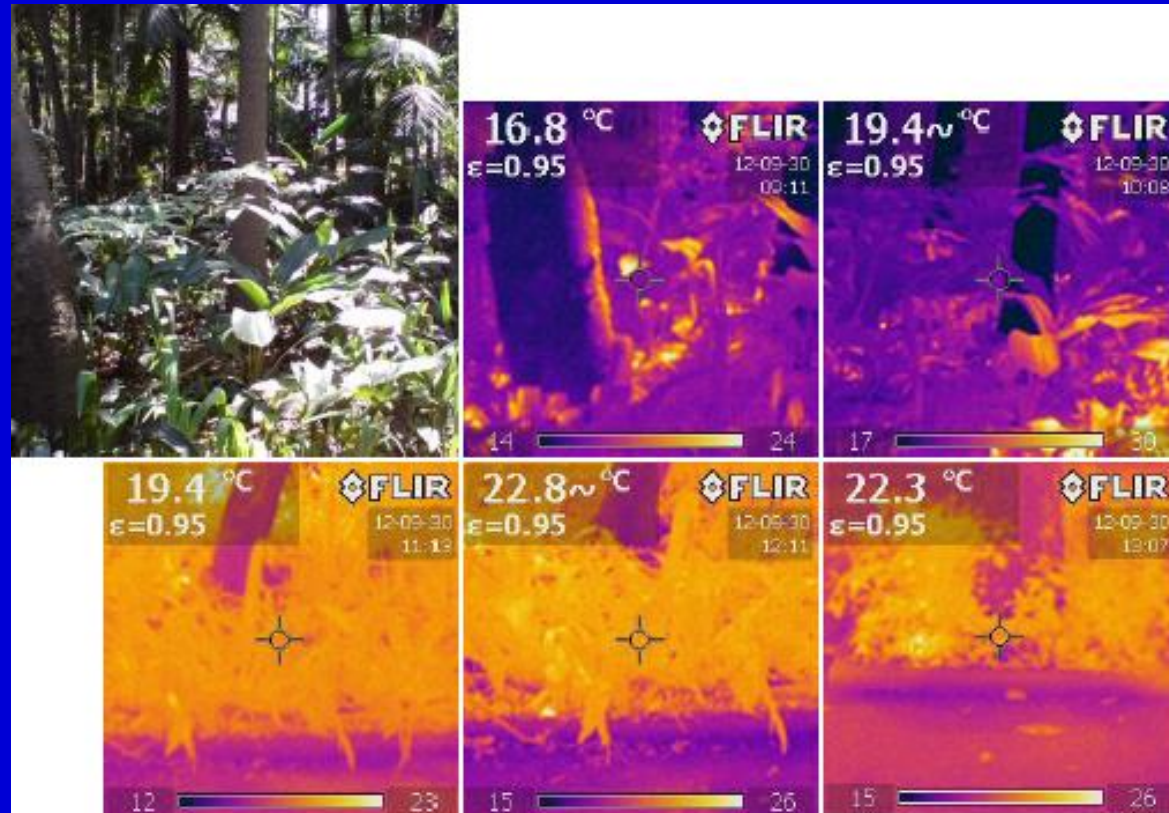


Figura 28 - Imagens térmicas geradas a partir de folhagens expostas diretamente ao sol. (Fotos: B. Ferronato)

Leituras termográficas

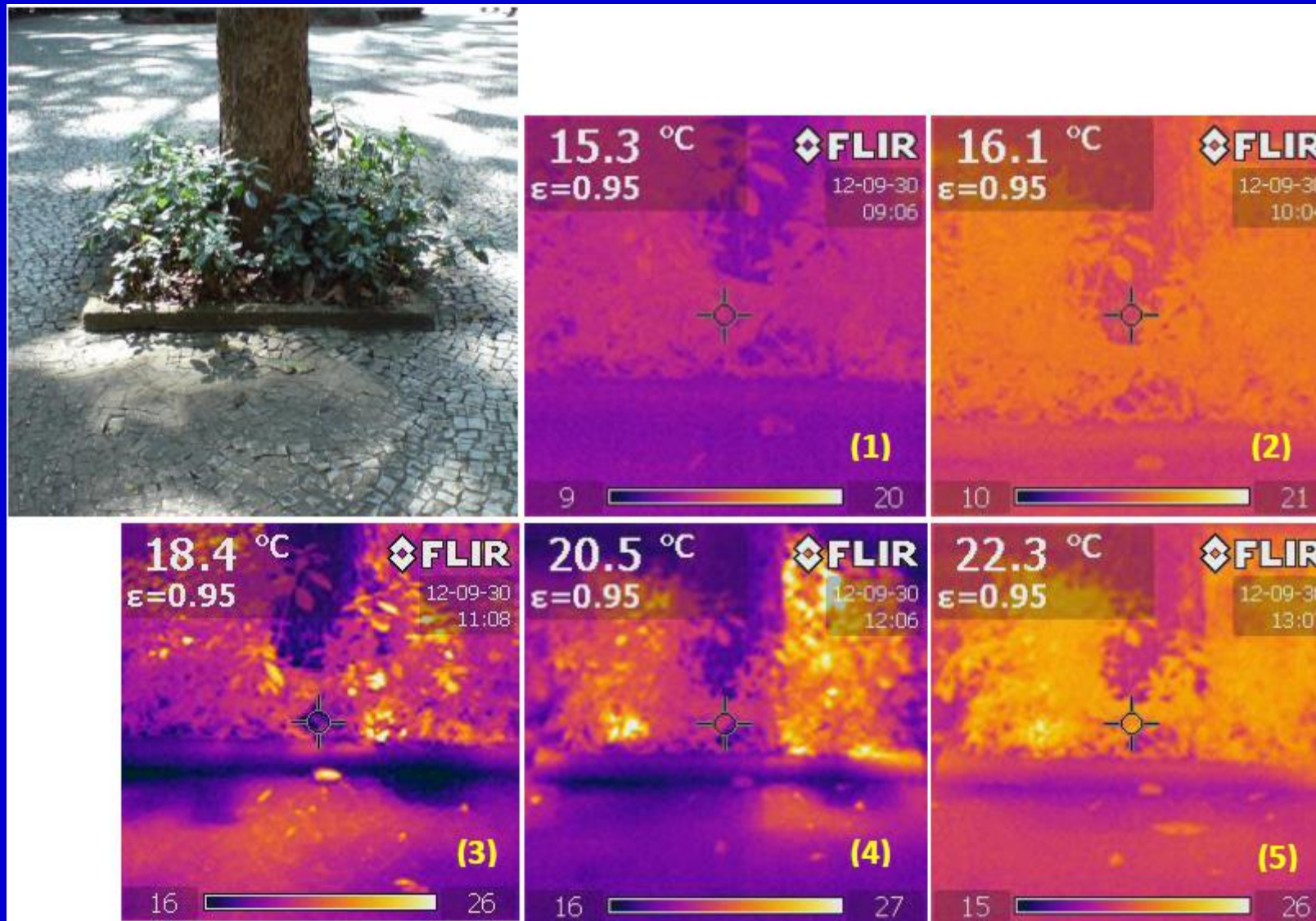


Figura 199 - Imagens térmicas geradas a partir de folhagens à sombra. (Foto: B. Ferronato)

Leituras termográficas



Figura 246 - Imagens térmicas geradas a partir de um ponto de ônibus na Av. Paulista, exposto diretamente ao sol. (Foto: B. Ferronato)

Leituras termográficas



Leituras termográficas

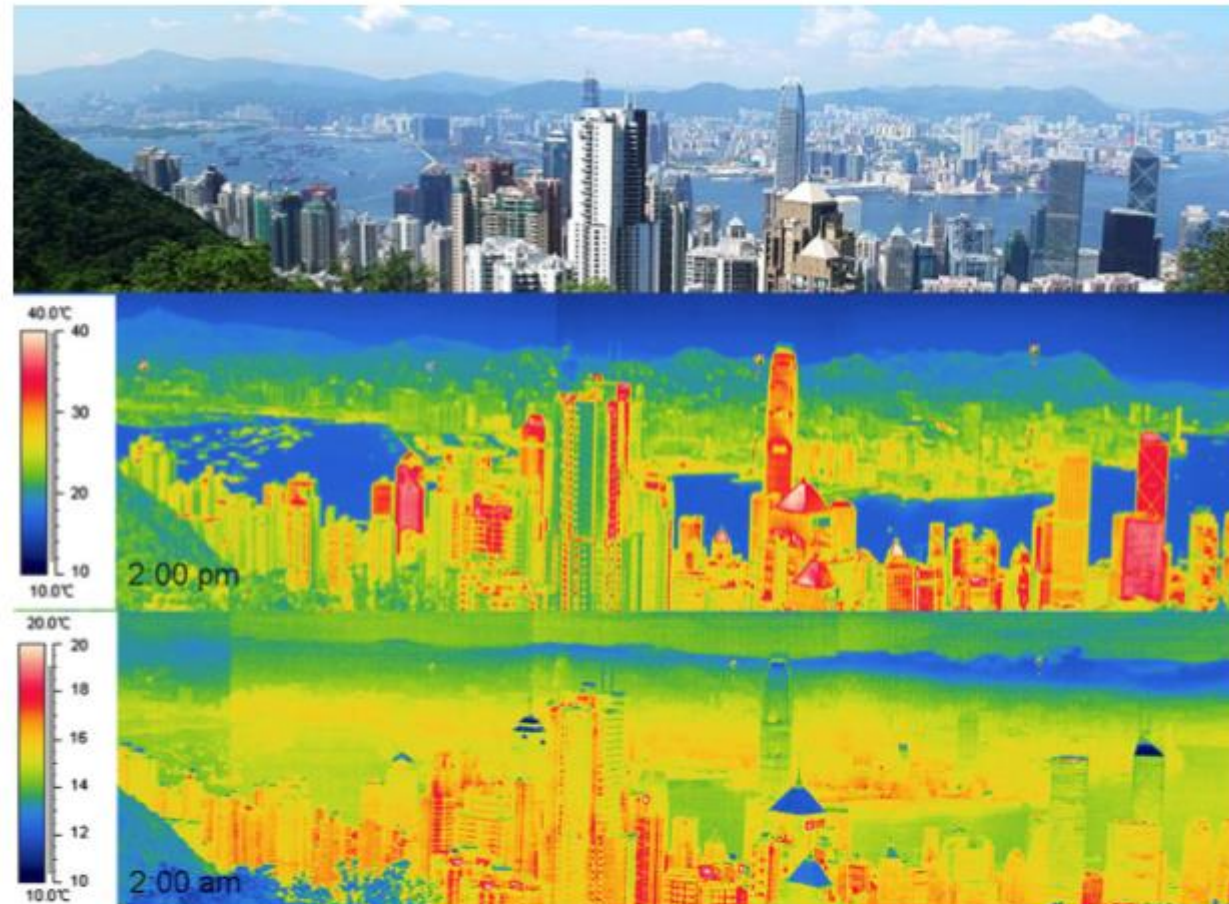
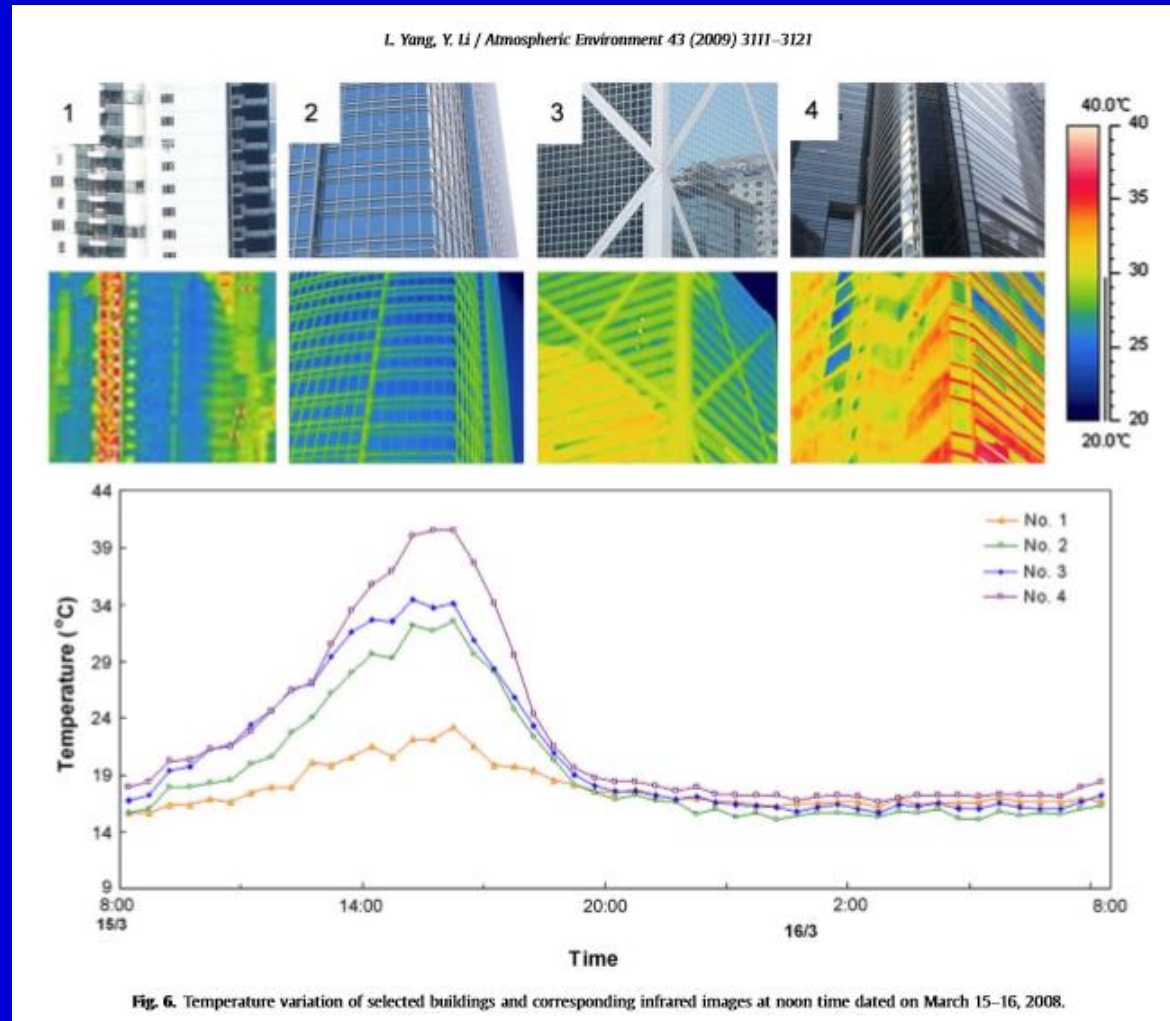
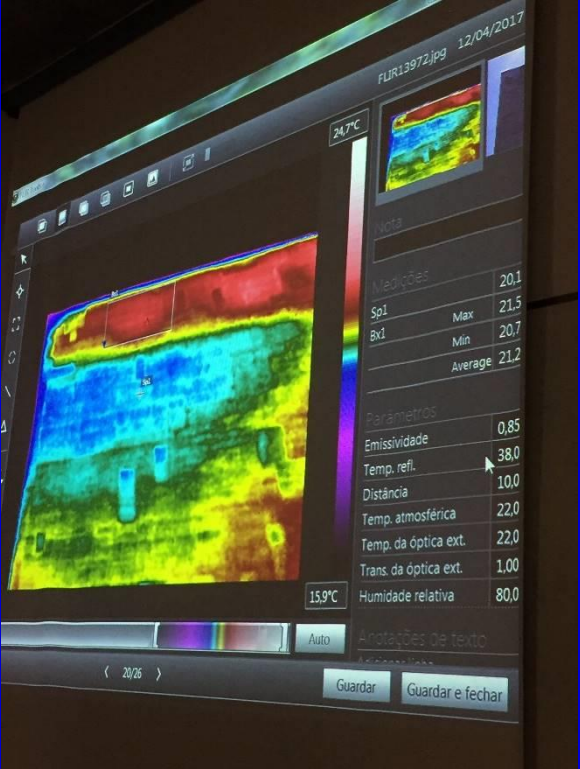


Fig. 2. The photo of the buildings and corresponding infrared images at 2 pm and 2 am on March 15–16, 2008. Note that the four repeated color pixels followed by a sequence of red dots in the 2 pm image (and also the corresponding dots in the 2 am image) were due to the camera defect without affecting the measurement at other points.

Leituras termográficas



Leituras termográficas

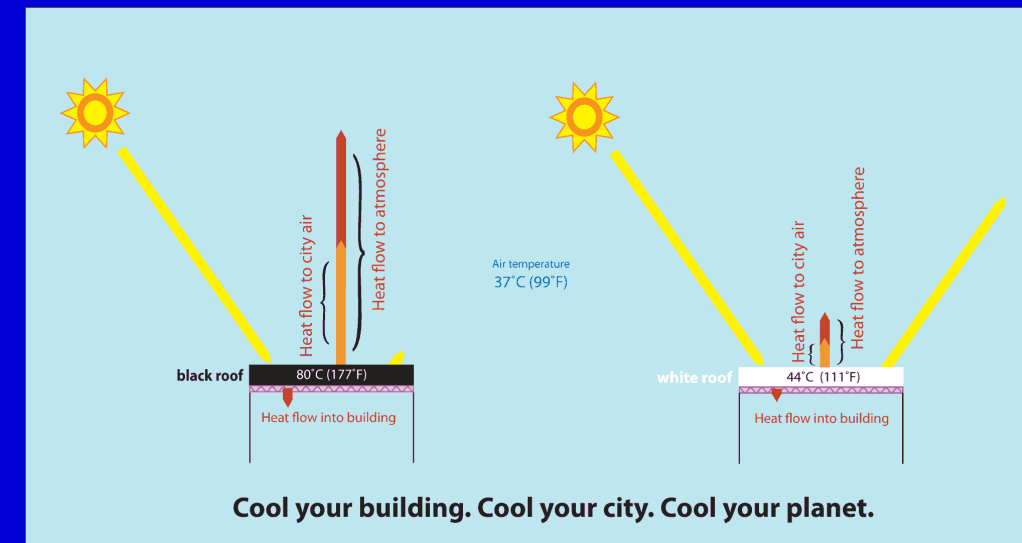
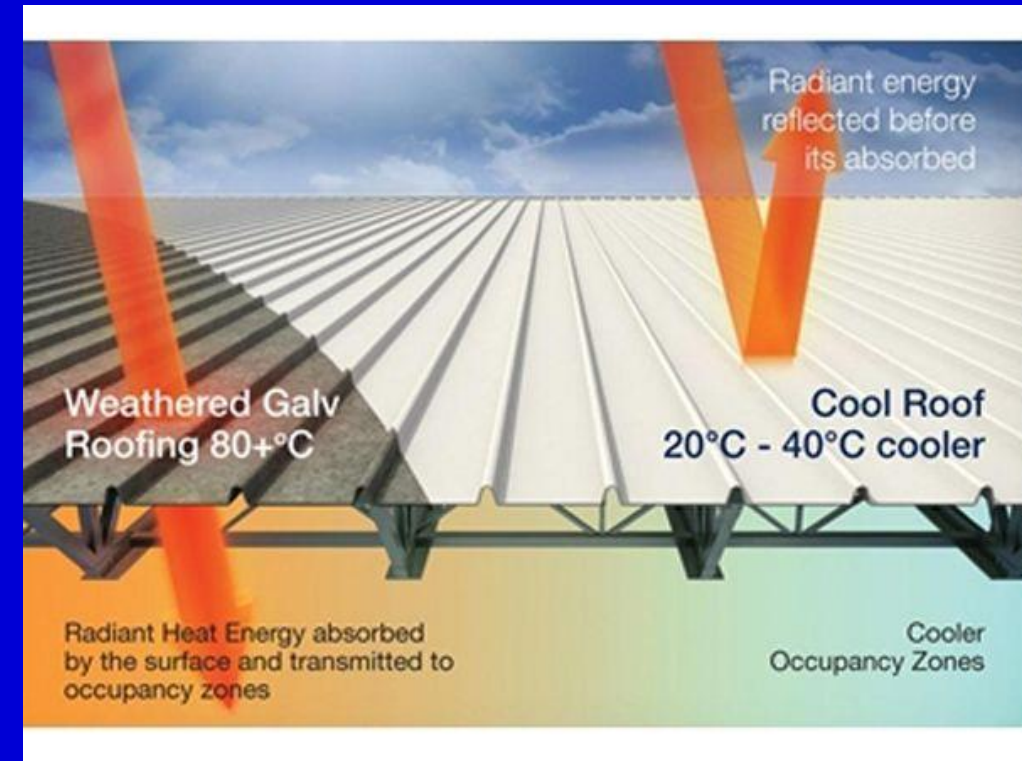


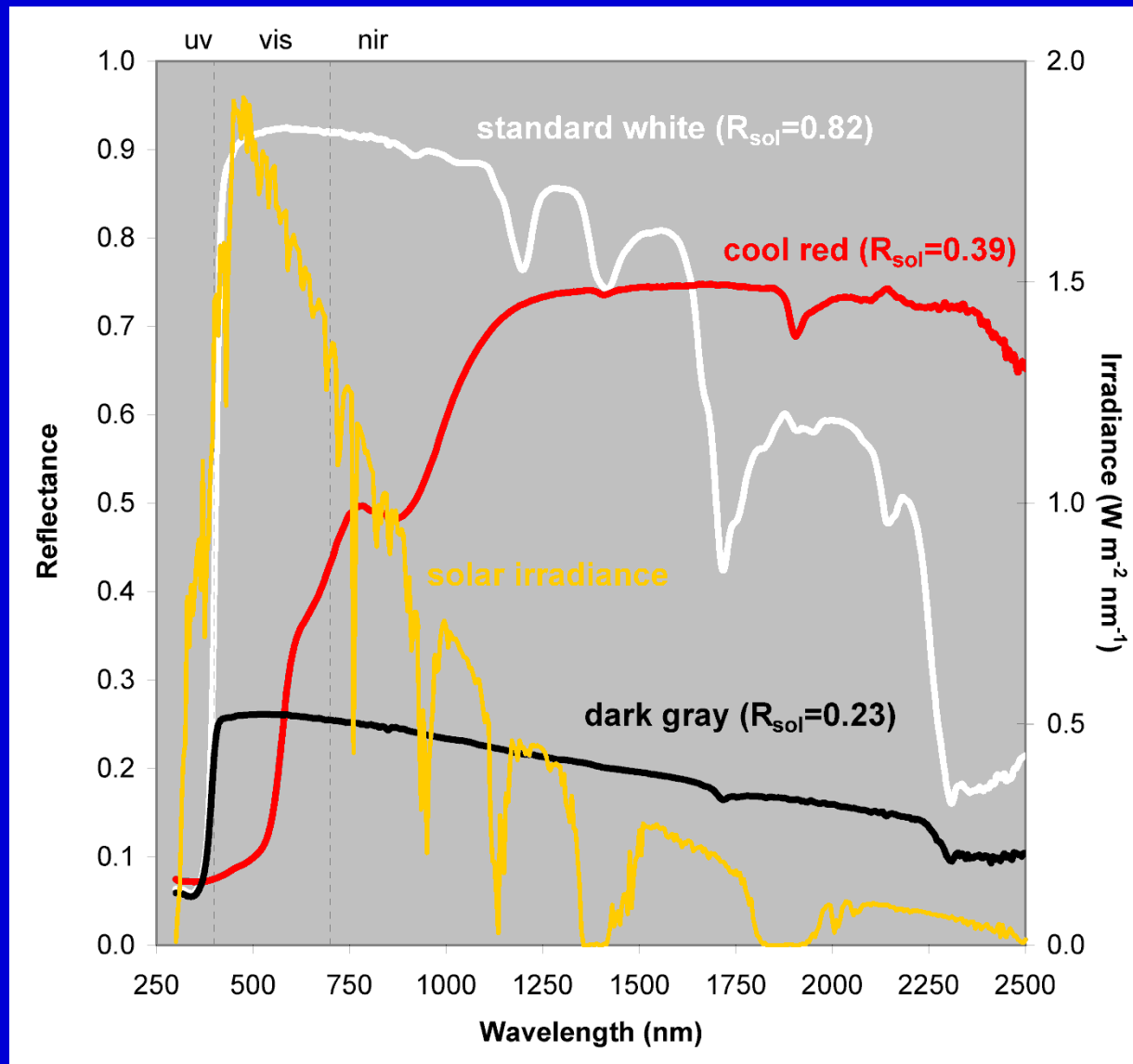
Materiais frios (*cool materials*)

- Alta refletância solar (solar reflectance SR)
- Alta emitância no infravermelho (ϵ)

Refletância solar determina a capacidade da superfície ou material de refletir a radiação solar. O termo se refere à refletância total da superfície, considerando a refletância hemisférica de radiação, integrada em todo o espectro, incluindo reflexão especular e difusa. Medida de 0 a 1, ou 0 a 100%.

Emitância no infravermelho determina a capacidade da superfície de emitir o calor absorvido. Especifica quão bem uma superfície irradia energia a partir de si mesma, quando comparada **com** um corpo negro à mesma temperatura. É medida numa escala de 0 a 1 (ou 0 a 100%).





white roof



cool red roof



gray roof

Materiais frios (*cool materials*)

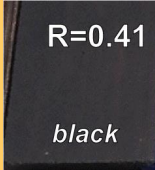
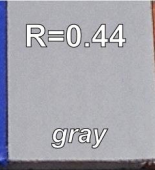
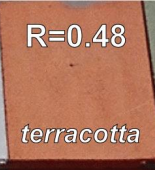
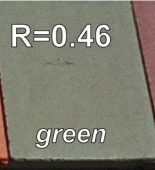
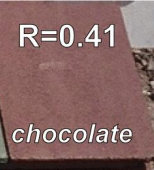
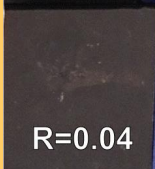
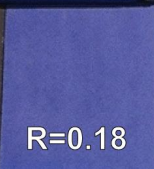
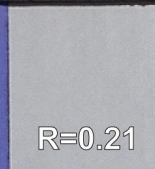
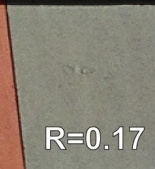
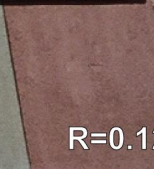
Para fachadas de edifícios e demais superfícies urbanas

- Brancos ou de cor clara
- Materiais coloridos frios (*colored cool materials*)
- Materiais inovadores com propriedades combinadas

	Concord Cream 872T4 67.3 (60.4)		Slate Gray 870D3 39 (19.6)
	Rawhide 872T6 57 (47)		Bright Red 872R5 38.5 (38.5)
	Sierra Tan 870T7 53.6 (37.6)		Brick Red 872R6 36.6 (24.7)
	Pearl Gray 872D4 48.7 (31.5)		Medium Bronze 872T10 34.6 (12)
	Marine Green 870G2 41 (31.9)		Slate Blue 872B6 34.4 (21.3)
	Patina Green 872G5 41 (29.2)		Slate Bronze 870T5 30.6 (9.6)

cool metal
 $R \geq 0.30$

Courtesy
BASF Industrial
Coatings

cool concrete tile $R \geq 0.40$						
	R=0.41 <i>black</i>	R=0.44 <i>blue</i>	R=0.44 <i>gray</i>	R=0.48 <i>terracotta</i>	R=0.46 <i>green</i>	R=0.41 <i>chocolate</i>
standard concrete tile (same color)						
	R=0.04	R=0.18	R=0.21	R=0.33	R=0.17	R=0.12
solar reflectance gain =	+0.37	+0.26	+0.23	+0.15	+0.29	+0.29

Courtesy
American
Rooftile
Coatings

Pavimentos frios (*cool pavements*)

