

# reabilita

Reabilitação Ambiental Sustentável  
Arquitetônica e Urbanística

REGISTRO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO À DISTÂNCIA  
TERCEIRA EDIÇÃO - 2021 - REVISADA E AMPLIADA

**Vol. 1 conceituação**

Org.  
Marta Adriana Bustos Romero  
Caio Frederico e Silva  
Ederson Oliveira Teixeira





# reabilita

Reabilitação Ambiental Sustentável  
Arquitetônica e Urbanística

REGISTRO DE CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO À DISTÂNCIA  
TERCEIRA EDIÇÃO - 2021 - REVISADA E AMPLIADA

## Vol. 1 Conceituação

Org.  
Marta Adriana Bustos Romero  
Caio Frederico e Silva  
Ederson Oliveira Teixeira



UnB



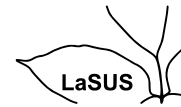
faunb



LaSUS



**Reitora** Márcia Abrahão Moura  
**Vice-Reitor** Henrique Huelva  
**Decana de Pesquisa e Inovação** Maria Emília Machado Telles Walter  
**Decanato de Pós Graduação** Lucio Remuzat Rennó Junior



**Diretor da FAU** Marcos Thadeu Queiroz Magalhães  
**Vice Diretoria da FAU** Cláudia da Conceição Garcia  
**Coordenador de Pós-Graduação** Caio Frederico e Silva  
**Coordenadora do LaSUS** Marta Adriana Bustos Romero

**Coordenação de Produção Editorial,  
Preparação, Revisão e Diagramação** Valmor Cerqueira Pazos  
Isabella Capanema

**Conselho Editorial** Humberto Salazar Amorin Varum  
João da Costa Pantoja  
Abner Luis Calixter  
Leonardo da Silveira Pirillo Inojosa  
Daniel Richard Sant'ana

**Organizadores** Marta Adriana Bustos Romero  
Caio Frederico e Silva  
Ederson Oliveira Teixeira

Textos, imagens, figuras e ilustrações são de responsabilidade dos autores.

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Reabilitação : reabilitação ambiental  
sustentável arquitetônica e urbanística [livro  
eletrônico] : registro de curso de especialização  
à distância / organização Marta Adriana Bustos  
Romero. -- 3. ed. -- Brasília, DF : LaSUS FAU :  
Editora da Universidade de Brasília, 2021. --  
(Conceituação ; 1)  
PDF.

Bibliografia.  
ISBN 978-65-992384-8-2

1. Arquitetura 2. Sustentabilidade ambiental  
3. Urbanismo I. Romero, Marta Adriana Bustos.  
II. Série.

21-90044

CDD-720

**Índices para catálogo sistemático:**

1. Arquitetura 720

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

3ª Edição

FAU - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo / LaSUS – Laboratório de Sustentabilidade Aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo.  
Caixa Postal 04431, CEP 70842-970 – Brasília-DF. Telefones: 55 61 99362-3397. Email: lasus@unb.br / www.lasus.unb.br

# Sumário geral

<b>EAD-Aprender a aprender na educação à distância</b>	<b>11</b>
<b>Apresentação</b>	<b>14</b>
Capítulo 1 – Mapeando o campo	15
Capítulo 2 – Crenças, vida e o processo ensino-aprendizagem: Relações complexas	29
Capítulo 3 – Linhas mestras de projeto de aprendizagem: Sua carta de navegação	41
<b>Palavras finais</b>	<b>49</b>
<b>Referências</b>	<b>53</b>
<b>PRINSUS - Princípios de sustentabilidade para reabilitação de assentamentos urbanos</b>	<b>55</b>
<b>Apresentação</b>	<b>58</b>
Capítulo 4 – A Gestão Ambiental Urbana	62
Capítulo 5 – Desenvolvimento urbano mais sustentável	83
Capítulo 6 – Áreas de Preservação Permanente	116
<b>Palavras finais</b>	<b>130</b>
<b>Referências</b>	<b>131</b>
<b>ESTBIO - Estratégias bioclimáticas de reabilitação ambiental adaptadas ao projeto</b>	<b>135</b>
<b>Apresentação</b>	<b>138</b>
Capítulo 7 – Lugar, uma questão de significados	140
Capítulo 8 – Uma proposta interativa para qualificar o espaço	154
Capítulo 9 – A concepção bioclimática	162
<b>Palavras finais</b>	<b>194</b>
<b>Referências</b>	<b>195</b>
<b>REVEG – Revegetação</b>	<b>199</b>
<b>Apresentação</b>	<b>202</b>
Capítulo 10 – Conceitos diversos e uso da revegetação	203
Capítulo 11 – As plantas	247
<b>Palavras finais</b>	<b>254</b>
<b>Referências</b>	<b>255</b>





**reabilita**

# **ESTBIO**

**Estratégias bioclimáticas  
de reabilitação ambiental  
adaptadas ao projeto**

Marta Adriana Bustos Romero

# Sumário ESTBIO

## **Apresentação 138**

## **Capítulo 7 – Lugar, uma questão de significados 140**

7.1 Introdução 140

7.2 O sentido de Lugar nos espaços urbanos 141

7.3 Significado do Lugar em alguns relevantes assentamentos humanos 146

7.4 A perspectiva histórica: cidade sustentável, cidade democrática 150

7.5 A sustentabilidade do urbano como elemento imprescindível à construção de um lugar 151

7.5.1 Os recursos 152

7.5.2 A paisagem e o lugar 152

7.5.3 O âmbito do público 153

7.5.4 As relações sociais comunitárias 153

## **Capítulo 8 – Uma proposta interativa para qualificar o espaço 154**

8.1 Macroescala das grandes estruturas urbanas ou da cidade 156

8.2 A escala intermediária do setor 158

8.3 A escala específica do lugar 159

8.4 A escala específica do edifício 160



<b>Capítulo 9 – A concepção bioclimática</b>	<b>162</b>
9.1 Introdução	162
9.2 O ambiente e o clima das cidades	163
<b>9.3 Estratégias bioclimáticas para a criação de um habitat mais sustentável</b>	<b>167</b>
9.4 As ferramentas	170
9.4.1 A Zona de conforto	171
9.4.2 Se os dados estão fora da Zona de Conforto	172
<b>9.5 Sobre os primeiros exemplos das estratégias bioclimáticas</b>	<b>174</b>
9.5.1 Exposição Universal de Sevilha – Expo92	174
9.5.2 O pavilhão britânico	179
9.5.3 Acondicionamento dos espaços abertos da Expo92 de Sevilha	180
9.5.4 Outras Exposições Universais	184
<b>9.6 Concepção dos edifícios bioclimáticos</b>	<b>186</b>
9.7 Síntese das estratégias bioclimáticas	189
<b>Palavras finais</b>	<b>194</b>
<b>Referências</b>	<b>195</b>

# Apresentação

Caro(a) cursista,

Entramos agora no bioclimatismo, cujos conceitos vamos aproveitar para fazer uma arquitetura adequada ao lugar. Uma arquitetura tanto do espaço público aberto quanto do edifício, para a realização da qual iremos nos aproximar em etapas sucessivas.

Lembramos que, no processo de construção de cidades sustentáveis, a questão central a ser trabalhada é o resgate de melhores condições de vida, perdidas ou prejudicadas pelo processo do crescimento desordenado das cidades atuais.

Uma simples olhada ao redor nos revela que nossas cidades foram deixadas muitas vezes de lado em benefício do fazer de qualquer jeito, sem a preocupação do olhar atento e cuidadoso para fazer, o melhor possível, o ambiente que abriga as atividades humanas.

Chamamos a atenção para deter o olhar, mirar ao redor, começar a nos importar e descobrir as potencialidades do ambiente. A questão ambiental não deve ser defensiva!

Como exemplo, o ruído... não devemos lutar contra o ruído, mas, sim, potencializar o som, não acha?

O Bioclimatismo leva em conta os elementos do meio onde o espaço construído está inserido, procura o seu acondicionamento natural, utilizando para isso a avaliação integrada dos elementos térmicos, da luz, do som e da cor. Daí afirmarmos que o desenho resultante da aplicação destes princípios inevitavelmente deverá demonstrar domínio histórico, cultural, ambiental e tecnológico.

Para este caminhar, o curso será desenvolvido em três unidades.

A primeira inicia, desde uma perspectiva histórica, o entendimento da questão de sentido de lugar nos espaços urbanos, visando construir um conceito que assegure, a partir da sustentabilidade, a construção de um lugar.

A segunda unidade apresenta método para qualificar o espaço, a partir de escalas de aproximação do urbano, como em uma espécie de zoom sobre o objeto. Assim apresentamos as escalas: das grandes estruturas

urbanas ou da cidade, intermediária do setor, específica do lugar e a do edifício.

Finalmente, a terceira unidade é a concepção bioclimática. Nela, falamos do ambiente e do clima das cidades, e apresentamos, sempre utilizando exemplos para melhor compreensão e visualização, as estratégias bioclimáticas e suas ferramentas, para a criação de um habitat mais sustentável.

Sejam bem-vindos(as), e bom trabalho!

Marta Adriana Bustos Romero

# Capítulo 7

## Lugar, uma questão de significados

### 7.1 Introdução

No processo de construção de cidades sustentáveis, a questão central a ser trabalhada é o resgate de melhores condições de vida, perdidas ou prejudicadas pelo processo do crescimento desordenado das cidades.

Dentre as inúmeras soluções oferecidas para o conjunto de questões envolvidas nesse processo de degradação da cidade, destacamos as propostas pioneiras de:

- Guimarães (1997), que elaborou uma série de modelos de dinâmicas socioambientais (ecológica, ambiental, demográfica, cultural, social, política e institucional);
- Sachs (1993), que elaborou as dimensões do ecodesenvolvimento (social, econômica, ecológica, espacial e cultural);
- Girardet (1997), que elaborou o modelo do “metabolismo circular”, conforme o qual a sustentabilidade está diretamente relacionada à capacidade de provisão de cada cidade.

#### As conferências Habitat

Outra contribuição importante pertence ao âmbito da gestão direta das cidades.

As conferências Habitat I (1976), Habitat II (1996) e Habitat III (2016), realizadas pela ONU, com 20 anos de diferença, argumentaram que, posto que a cidade é a forma que os seres humanos escolheram para viver em sociedade e prover suas necessidades, ela não pode ser considerada uma desgraça a ser evitada a qualquer preço.

Sendo assim, o futuro depende de como evoluirão as soluções urbanísticas, e qualquer ideia de sustentabilidade deverá provar a sua operacionalidade em um mundo urbanizado, no cenário das cidades.

Para aproximar nossa atuação deste ideário, e caracterizar uma abordagem que leve em conta o meio onde está inserido o espaço objeto de intervenção, é necessário recuperar a **influência do lugar** nas decisões de desenho, principalmente nos seus aspectos climáticos, culturais, tecnológicos e históricos.

Em outras palavras, recuperar o que o *genius loci* (espírito do lugar) representava para outras gerações e culturas, pois a obra de arquitetura é inseparável de seu entorno, não apenas na sua dimensão física, mas também conceitualmente: a arquitetura somente pode ser concebida a partir de sua localização num sítio concreto.

## 7.2 O sentido de Lugar nos espaços urbanos

A estrutura do lugar deve ser analisada por meio do **espaço** e do **caráter**.

O **espaço** é a forma concreta e material dos elementos definidores do lugar. Deve ser entendido como a organização tridimensional dos elementos, o que proporciona, a partir da localização, a orientação do indivíduo.

O **caráter** é a atmosfera do lugar, um fenômeno totalmente qualitativo que não se pode reduzir à soma de seus elementos constitutivos. O caráter é determinado por fatores como proporções, materiais, cores e estratégias de composição. Também pela forma como os edifícios se encontram com o céu, a terra e outros edifícios, quer dizer, com a configuração do lugar.

Como vê, qualquer estrutura física está intimamente relacionada a um caráter, que por sua vez é determinado pelo material e pela forma do lugar.

### Que tal fazermos uma atividade pessoal?

Olhe ao seu redor e observe o **lugar** em que você se encontra. Este lugar que é carregado de percepções individuais, de sensações próprias vindas de um repertório único...

Como é o seu espaço? Como é o seu caráter?

Anote, faça um croqui, tire fotos, enfim, faça como sempre fizeram os arquitetos viajantes: REGISTRE.

A partir desse registro, procure inicialmente descrever o espaço. Sim-

plificando, o espaço pode ser descrito por meio de palavras objetivas e da visualização imediata e impessoal do seu conjunto.

E o caráter, como descrevê-lo? Que elementos naturais e edificados e suas relações podem ser elencados como responsáveis pelo caráter do lugar em que você se encontra?

Identificar o caráter de uma região torna-se imprescindível para alcançar a sustentabilidade do espaço construído, pois, além da conservação da natureza, temos também que adotar práticas locais, tradicionais e endógenas, ou melhor, recuperar o espírito do lugar, o *genius loci*.

Para Norberg-Schulz (1980), compete à arquitetura denotar a visualização do *genius loci* e criar significados para o espaço, ajudando assim o homem a existir e desenvolver sua relação com o ambiente.

Espírito do lugar seria, portanto, o conceito usado para indicar o caráter significativo do lugar que o torna um **habitat seguro e amigável psicologicamente**. Segundo Norberg – Schulz (1980:23): “Quando o ambiente é significativo, o homem sente-se em casa”. O espírito do lugar envolveria, portanto, visualizar o espaço perspectivo, que, segundo Rapoport (1978), é a maneira pela qual os indivíduos experimentam o mundo, o mecanismo essencial que relaciona a pessoa a seu meio ambiente.

Esse autor salienta que as categorias espaciais representam um espaço com organização do significado e de comunicação não verbal, sendo que o desenho urbano reflete o sistema de valores das pessoas participantes. O uso do espaço urbano é uma variável desse sistema, ou seja, dos modos a partir dos quais a moradia e outros elementos dos assentamentos urbanos são utilizados para diferentes atividades. Nas palavras do autor:

“El espacio se experimenta como una extensión tridimensional del mundo que nos rodea: intervalos, relaciones y distancias entre personas, entre personas y cosas, y entre cosas, y el espacio está en el corazón del medio ambiente construido. La organización espacial es, de hecho, un aspecto más fundamental que la forma, los materiales etc.” (RAPOPORT, 1978:24)

Sim, eu sei, está em espanhol, mas super compreensível, não acha?

O lugar significa mais que a localização, como Norberg-Schulz (1980:6) aponta:

Obviamente nós significamos alguma coisa mais do que um local

abstrato. Nós significamos uma totalidade feita de coisas concretas, tendo substância material, forma, textura e cor. Juntas essas coisas determinam um 'caráter ambiental' que é a essência do lugar.

Bem, parece que mostrei aqui várias possibilidades de entendimento, mas ainda trago mais algumas, para vocês construírem seus próprios conceitos.

Gregotti (1975, p. 76) afirma que a arquitetura corresponde ao lugar simbólico, no qual, de alguma forma, sempre está implícita a memória coletiva, nos valores de um grupo determinado, inclusive na economia local. Segundo o autor, a configuração que o homem opera no ambiente implica "lugares" carregados de caracteres com significados globais.

(...) o conjunto dos signos (e também a ideia a respeito destes) manejados pelo homem, na superfície das coisas, num determinado território, não cessará de estruturar-se como linguagem significativa da coletividade e de apresentar-se como forma da memória coletiva do grupo social e de sua capacidade de imaginação; mais ainda, sobre este centro singular, personalíssimo, se fundamenta a particularidade do lugar.

Vittorio Gregotti (1975, p. 74) cita Gyorgy Kepes, professor do MIT, sobre a morfologia urbana como sistemas de significado, para a qual a cidade:

(...) não é um tecido contínuo, mas caracteriza-se, no plano dos significados, por uma estrutura particular. A cidade propõe o problema de individualizar os caracteres do lugar simbólico da cidade (por simulações, mutações e acentuações).

Ainda segundo Vittorio Gregotti (1975, p. 65), existem dois modos de se adquirir consciência da qualidade figurativa de uma paisagem.

O primeiro pode ser resumido pela ideia do símbolo:

(...) sempre que um grupo social elege um espaço como lugar simbólico, reconhece nele um valor diferente da natureza, ainda que a ela consagrado, que faz que o lugar se converta em objeto, que se defina como figura circunstante.

O segundo modo é indireto, baseado na fragmentação da paisagem por meio de diversas instrumentações, como a pintura, a fotografia, o cinema. Portanto, a paisagem é a coincidência da noção de natureza com a de paisagem característica.

Por mais que dois lugares possuam similaridades do ponto de vista da geografia física, a atividade humana sobre aquele suporte geográfico o caracterizará como uma paisagem singular.

Mas ainda temos que concordar com certos autores, entre os quais Sennett, quando afirma que, em geral, a ocupação do espaço nasce de um ato de poder ou de sua omissão, e o poder mostra-se agressivo com o entorno, neutralizando o espaço. Segundo Sennett (1991), para construir (fazendo a relação com a ocupação do território pelos pioneiros americanos), atuava-se como se estivesse no vazio, num claro desejo de ver o exterior como algo carente de valor, algo neutro. Um claro impulso de dispersão aparecia cada vez que o urbanismo procurava encontrar unidade entre cidade e paisagem. Com a dispersão para o vazio da periferia, a população acaba sendo uma força debilitada pela ação do desenho urbano. Segundo Sennett (1991), a quadrícula imposta arbitrariamente sobre a terra escassamente estabelece uma relação interativa e substantiva com ela.

Numa clara reação a esta situação, a partir de meados dos anos 60, diversos profissionais reforçaram a necessidade de um lugar público bem definido e destacado, para, assim, devolver a cidade à coletividade, fato que Otília Arantes (1993, p. 98) percebe como sendo “o antídoto mais indicado para a patologia da cidade funcional”. Na busca do lugar público, vários estudiosos perceberam a necessidade de devolver o sentido ou espírito de lugar, o *genius loci*, às cidades modernas.

Antônio A. Arantes (2000, p. 181) avalia a importância do lugar no mundo global contemporâneo:

**As pessoas precisam desesperadamente de um pouco de paz e silêncio – e que um sentido forte do lugar, da localidade, pode ser um tipo de refúgio do tumulto. Então, a busca pelo ‘verdadeiro’ significado dos lugares, a exumação de heranças, e assim por diante, interpretam-se como sendo, em parte, uma resposta ao desejo de fixação e de segurança da identidade em meio a todo esse movimento e mudança. Um ‘sentido do lugar’, de enraizamento, pode fornecer – nessa forma e sob essa interpretação estabilidade e uma fonte de identidade não problemática.**

O urbanismo modernista, quando de escassa qualidade, baseia-se na racionalidade dos traçados urbanos por meio da trama quadricular que



não tem os elementos da natureza como limite. Como consequência disso, as características do **lugar** são destruídas pelo aplainamento da topografia, ocupação das margens dos rios e destruição das vegetações locais, num estilo tabula rasa, o que leva os espaços urbanos a uma impessoalidade, um total esvaziamento do espaço público, ou melhor, a uma **neutralização** desses espaços. Consequentemente, a ausência de um valor simbólico como referência para as edificações acaba por neutralizar os espaços circundantes, diminuindo a sensação de vizinhança. Destroem-se assim os importantes laços que ajudam as pessoas a se reconhecer e que permitem que se importem com o espaço que ocupam.

A convicção de que a população pode expandir infinitamente os espaços do assentamento humano é a primeira forma, falando em termos geográficos, de neutralizar o valor de qualquer espaço determinado. Perde-se o domínio visual da paisagem, estabelecendo-se, então, as negações visuais, que aceitam que a negação sensorial seja normal na vida cotidiana. A negação sensorial implica não se importar, não destacar as qualidades do lugar. Na Atenas de hoje, contrariamente à da antiguidade, a expansão excessiva fez com que se perdessem os marcos visuais (montes) que desde sempre informaram ao homem sua dimensão e situação. Esse não compromisso permite que nossos espaços (cidades, bairros, praças) sejam projetados de qualquer jeito (quando projetados!) ou vandalizados. O que, tal qual a quadrícula imposta arbitrariamente sobre a terra, raras vezes estabelece uma relação interativa e substantiva com ela. Da mesma forma, todas as características naturais que, em princípio, poderiam ser niveladas e esvaziadas, o são, de fato, estabelecendo com isso, em determinadas circunstâncias, uma tirania da geometria regular.

Vamos reforçar então que os espaços se distinguem por suas diferentes qualidades, tais como limites, centralização, continuidade, direção, proximidade, luz, clima, textura, vegetação, densidade, topografia, escala, proporção, materiais, cores, disposição dos edifícios, sentido de orientação, fatores psicológicos. Situações diferentes pedem lugares com caráter diferente, não acha?

Em geral os espaços urbanos que admiramos por sua beleza e harmonia estão em regiões que têm um alto grau de adaptabilidade ao sítio que o abriga, por exemplo, as ruas acompanham a declividade do terreno, os largos surgem nas interseções ou nas mudanças de rumo dos caminhos. Assim verificamos nos tecidos antigos, facilmente reconhecidos a partir das praças e cidades, em geral lugares com sentido estético e social que, além da dimensão artística, tinham uma forma de circunscrever um espaço próprio à vida pública. Eram espaços capazes de conjugar interioridade e exterioridade, garantiam riqueza de detalhes, se deliciavam com a imagem que deles era possível fazer.

### 7.3 Significado do Lugar em alguns relevantes assentamentos humanos

Para as civilizações antigas, ter um bom relacionamento com o lugar era uma questão de sobrevivência. Por esse motivo, vamos observar o significado do lugar em alguns relevantes assentamentos humanos antigos: o egípcio, o grego, o romano e nosso antecedente pré-colombiano. Vamos, em seguida, comentar sobre o significado de lugar em Brasília.

#### Egito

No antigo Egito, a finalidade aparente da forma que adquiriram os assentamentos era tornar visível a estrutura espacial que dava ao homem egípcio seu sentido de identidade existencial e de segurança, contrastando com a paisagem de vastas e monótonas extensões. Num clima seco e estável, aliado a periódicas inundações, o curso do rio manifesta uma ordem natural e eterna: o Nilo corre de norte a sul, estabelecendo uma direção espacial primária; o Sol ao nascer pelo leste e se pôr pelo oeste marca a outra direção. Unidos, o Sol e o rio estabeleciam uma estrutura espacial simples, representada pelo hieróglifo que corresponde à palavra “mundo”. Os elementos naturais eram concebidos como caracteres gerais e não como lugares específicos. A axialidade egípcia é sempre finita, não simboliza uma tomada de posse do entorno, e sim, representa uma condição eterna.

#### Grécia

A paisagem grega se caracteriza por uma grande variedade de sítios naturais. Lugares bem definidos, onde a luz intensa do Sol e o ar limpo conferem às formas uma presença marcante, que não aceita facilmente o domínio do homem, e que outorga o caráter individual (manifestações arquétipos) dos sítios. A localização dos assentamentos estava regida pela percepção dos significados do ambiente natural, tal como se manifestava por meio de suas formas particulares. Então os assentamentos obrigatoriamente estavam determinados pelo caráter do lugar, pelo tópos. Cada lugar era uma entidade única. Dessa forma, os gregos, ademais de querer definir lugares individuais, reconheciam que funções diferentes requerem espaços diferentes e apresentavam uma destacada gama de exemplos.

#### Roma

Se o mundo grego era formado por uma multidão de lugares individuais, o mundo romano era centrado na sua capital. Os romanos dominaram a natureza, técnica e espacialmente. A rede de caminhos que construíram representava a característica básica do espaço existencial romano. Aqui, os “nós” (as amarrações) eram importantes. Quando se consagrava um sítio, o augur sentado no centro com sua vara, o lituus,

determinava dois eixos principais. Essa divisão representava os pontos cardeais e se ajustava à forma da paisagem circundante. O espaço assim definido era denominado *templum*, dando origem à ordem cósmica, e a cidade era concebida como um microcosmo, tal como demonstra a estreita afinidade entre as palavras *orbis* (mundo) e *urbs* (cidade).

O mundo encontrado na América pelos colonizadores europeus tinha os traços fortes dos elementos fundamentais cósmicos, como o Sol e a Lua. Tanto que, muitas vezes, outorgavam seu nome aos monumentos. Assim foi em Cuzco, Chanchán, Teotihuacan e outras cidades pré-colombianas.

### **Cuzco**

O ordenamento urbano de Cuzco (“o umbigo do mundo”) era baseado em dois eixos principais não perpendiculares e dispostos de forma a marcar o início dos quatro caminhos que comunicavam a capital às quatro regiões que compunham o império. Possuía forte integração com a natureza e, ainda, segundo a análise de Aedo (2001), uma origem simbólica: “os incas deram a sua cidade a forma de um puma, animal pelo qual sentiam uma grande estima”, sendo construída sob sua proteção. Como a maioria das cidades incas, Cuzco estava localizada em região de topografia tortuosa. Machu Picchu, outra cidade inca, surpreende pelo uso inteligente dos recursos naturais da região e pela modificação intencional da paisagem, transformando áreas áridas em terras férteis muito produtivas. Aliás, a capacidade de intervir de forma inteligente no meio ambiente, assim como o respeito às culturas diferentes, ajudou os incas a fortalecer seu império.

### **Chanchán**

Chanchán representa o auge do desenvolvimento urbano das civilizações andinas centrais. A cidade herda da tradição regional os recintos cercados, muitas vezes labirínticos, que, em geral, possuem forma retangular e estão orientados no sentido norte-sul. A presença do deserto se impõe de maneira avassaladora. Apesar da altíssima tecnologia, ainda atual, utilizada para a produção de aquedutos, os habitantes da cidade identificavam-se com o seu sítio, por meio da forte presença da terra. Chanchán significa fogo-fogo, em referência à relação entre o deserto e o Sol.

### **Teotihuacán**

No norte, Teotihuacán surgiu como centro cerimonial. O seu desenho ordenado e preciso, e a disposição dos monumentos arquitetônicos no sítio, formando uma perspectiva axial, fizeram desta cidade um elemento único. O traçado da cidade estava estruturado segundo dois eixos principais no sentido norte-sul e leste-oeste. O eixo norte-sul marcava o acesso ao centro cerimonial. Nele foi aberta a chamada Avenida dos

Mortos, com uma rotação de 15° 30' em relação ao norte astronômico e margeada pelas Pirâmides do Sol e da Lua, evidenciando um sítio circunscrito por um relevo protetor, assim como Brasília, como veremos mais adiante. O perfil de cada montanha, que emoldurava o sítio identificava uma entidade com personalidade própria. O eixo leste-oeste marca o percurso do Sol no dia 6 de junho, quando passa pelo zênite do lugar.

## Tenochtitlán

Em Tenochtitlán, as obras de engenharia visavam evitar inundações, canalizar água doce de lagos próximos para o abastecimento da cidade e interligar a ilha com o resto do continente, a partir de três estradas: uma localizada ao sul, outra ao norte e a terceira a oeste. O centro cerimonial levou em consideração o percurso aparente do sol e outros marcos visuais da paisagem. O traçado no restante da cidade era um reticulado homogêneo que se adaptava às condições naturais do sítio físico e realçava o colorido das flores existentes, em contraste com a aridez da paisagem.

## O mundo Maia

O mundo Maia é conhecido por representar o auge do refinamento artístico e cultural, científico e tecnológico das civilizações pré-colombianas, mesmo tendo atingido uma pequena extensão e um pequeno número de habitantes. Organizado em cidades-estado independentes, na Península de Yucatán, os maias ficaram conhecidos como os gregos do Novo Mundo. O espaço da cidade foi determinado para atender ao sagrado e ao profano, obedecendo à sua cosmovisão (visão das coisas, crenças e modo de vida).

Apesar de sua unidade, a civilização maia desconhece a uniformidade. Cada cidade é marcada pela originalidade de seus componentes. Tikal está distante de leitos de rios e lagos de água doce, mas a cidade era bem servida por um eficiente sistema de captação e distribuição de água, inclusive com sistemas de irrigação destinados à agricultura local. Na praça principal, foram erguidos quatro templos piramidais. Traçando uma linha partindo do centro da pirâmide IV até o centro da pirâmide I, tem-se o Azimute do pôr-do-sol no dia 13 de agosto. Traçando outra linha ligando a mesma pirâmide I até a pirâmide de número III, obtemos o Equinócio e, interligando as pirâmides III e IV, obtemos a posição do nascer do Sol no primeiro dia de Inverno no hemisfério norte. Por fim, a pirâmide número V está perpendicular às pirâmides I e IV. Como podemos apreciar, a cosmovisão estava presente na construção do lugar.

Esses princípios vistos acima contrastam com a neutralização compulsiva do entorno que é realizada nos principais assentamentos humanos contemporâneos. Uma exceção podemos verificar em Brasília.

## Brasília

O sítio que recebeu Brasília protege o homem, ao mesmo tempo em que lhe revela sua ordem cósmica. O que dá ao “homem de Brasília” a sensação de segurança no lugar e no domínio visual sobre a paisagem (céu e terra) é a facilidade que a paisagem oferece ao se fazer compreender por meio de relações espaciais claras entre os seus elementos, ou seja, sua legibilidade. Em Brasília, a “muralha” das chapadas constitui ao mesmo tempo um horizonte e um cercamento. Esta dupla função constitui o elemento definidor da relação entre o céu e a terra.

Lucio Costa fez uma acertada leitura do sítio, acomodando seu projeto à sua forma. Estabeleceu um vínculo com o espaço ao escolher para a localização da capital o triângulo contido entre os braços do lago. O Lago Paranoá estabelece uma fronteira para a área urbana. Se, por um lado, sua superfície reflexiva tem um efeito desmaterializador que se contrapõe à estável estrutura topográfica, por outro, a perenidade de suas águas e seu contorno imutável são signos de estabilidade e permanência que se contrapõem, respectivamente, à sazonalidade das chuvas e à constante transformação da paisagem em processo ininterrupto de urbanização. Pode-se dizer ainda do lago Paranoá que suas águas oferecem reflexos mágicos da aurora, do crepúsculo e da Lua cheia, multiplicando o impacto visual desses fenômenos tão caros ao habitante de Brasília (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Lago Paranoá – Brasília – DF. Autor: Leonardo de Oliveira, 2012.



Figura 2 - Lago Paranoá, vista da ponte JK. Autor: Leonardo de Oliveira, 2012.



Mais deste assunto poderá ser encontrado no livro que escrevi: *Arquitetura do lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília* (páginas 15 a 37).

#### **7.4 A perspectiva histórica: cidade sustentável, cidade democrática**

A cidade é, sobretudo, contato, regulação, intercâmbio e comunicação. Lembrando Sennet (1991), a convicção de que a população pode expandir infinitamente os espaços do assentamento humano é a primeira forma, geograficamente falando, de neutralizar o valor de qualquer espaço. Segundo Virilio (1997), a primeira lei do urbanismo é a persistência do sítio; a segunda diz respeito à extensão da cidade; leis que podem ser observadas nos assentamentos humanos mais relevantes.

Como você já viu no módulo Princípios de Sustentabilidade para Reabilitação Ambiental de Assentamentos Urbanos, a cidade sustentável deseja-se compacta para minimizar os custos de implantação e enriquecer as cenas criadas pelas construções, respeitando o entorno. Ao mesmo tempo, cria-se o espaço público seguro que permite a integração e a coesão social, assegurando a persistência do sítio e a conservação do lugar e, com eles, a preservação da memória e da cultura.

O sentido do sítio/lugar está implícito como um ato de consciência social

e estética. A persistência do sítio/lugar sempre pode ser recuperada se pensarmos que suas características se construíram num locus particular, com uma especial interação das relações pessoais, que criam a memória coletiva correspondente. A análise daquilo que é próprio do lugar constitui um modo de investigar a relação entre a forma de expressão do ambiente e a forma de seu conteúdo. O ideário urbanístico-arquitetônico moderno (Carta de Atenas, IV CIAM – 1933), com seus paradigmas de vegetação, higiene e insolação, foi importante para o desenvolvimento urbanístico nas cidades no século XX; não obstante, sua aplicação causou também diversas distorções, ao conceber a cidade:

- privilegiando suas vias de ligação para o automóvel e suas velocidades;
- aumentando as distâncias entre os lugares;
- tornando-a bastante inapropriada para o pedestre;
- desconsiderando as soluções culturais características das regiões e dos povos, muitas vezes extremamente adaptadas ao clima e às condições locais.

### **A Carta de Atenas**

A Carta de Atenas apresenta pontos (95 no total) que não devem ser ignorados. Por exemplo, há pontos que orientam quanto à topografia, aproveitamento do clima, insolação favorável e adequadas superfícies verdes, incorporação de elementos existentes: rios, bosques, colinas, montanhas, vales, lagos, mares etc. Já outros pontos dizem respeito à redução das distâncias entre os lugares de habitação e os lugares de trabalho; à subordinação do interesse privado ao interesse coletivo etc.

Caso você não conheça, vale fazer pesquisa para ter uma leitura na íntegra do documento.

### **7.5 A sustentabilidade do urbano como elemento imprescindível à construção de um lugar**

Os fatores para os quais é preciso desenvolver estratégias locais, definidas caso a caso, que darão o grau de sustentabilidade do urbano seriam:

- os recursos;
- a paisagem e o lugar;

- o âmbito do público;
- as relações sociais comunitárias.

### 7.5.1 Os recursos

Referem-se a aspectos de reciclagem dos resíduos sólidos e líquidos em sistemas integrados, eliminando-se tecnicamente o desperdício e aproveitando-se o material e o calor gerado. Nesse âmbito, são procurados fontes alternativas e o uso mais racional das fontes renováveis e não renováveis de energia, assim como soluções para a qualidade ambiental, a qualidade do ar e o clima em geral. A qualidade de projeto mostra-se fundamental, sem importar a dimensão do objeto a ser projetado. É fundamental o conhecimento dos fatores ambientais em todas as escalas, reconhecendo que o meio natural é afetado pelo processo de urbanização, e que os elementos ambientais também afetam a morfologia da urbanização, alterações que podem ser identificadas no aparecimento de microclimas urbanos, nas modificações da propagação do som e da luz e no processo de materialização da forma.

Vale a pena dar uma olhada no projeto do Edifício do Hemocentro Coordenador - HemoRGS realizado em 2015 pelo nosso grupo de pesquisa, que tem como premissa básica a Paisagem de Importância Vital. Você poderá encontrar no site do LaSUS, acessando [lasus.unb.br](http://lasus.unb.br), e no Diretório dos Grupos de Pesquisa do Brasil, acessando [dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5574](http://dgp.cnpq.br/dgp/espelhogrupo/5574).

### 7.5.2 A paisagem e o lugar

A paisagem e as formas naturais do terreno constituem as bases do projeto urbano sustentável, pois sua conservação permite a existência do senso do lugar, sensibilizando o usuário para o contexto e tornando mais complexa e contínua a escala percebida, mantendo-se, assim, o máximo da diversidade e aproveitando-se as condições específicas de cada lugar. A percepção da paisagem revela-se, portanto, num modo de se eleger, evidenciar e tomar consciência das qualidades de determinado lugar; a visibilidade torna-se essencial, em especial das infraestruturas (tradicionalmente sob o solo). Elas devem vir à tona, permitindo que no dia a dia a população se inteire dos ciclos básicos da vida, conheça-os e os cuide, em uma compreensão ampliada da sustentabilidade urbana.



Ver projeto do Hemocentro Coordenador HemoAM de 2014 realizado em Manaus pelo nosso grupo de pesquisa, tomando como base a Identidade para criar os elementos de fachada - módulos sombreadores. Acesse [lasus.unb.br](http://lasus.unb.br).

### 7.5.3 O âmbito do público

Fruto do fomento da vida cívica da cidade, tem como cenário o espaço aberto, seguro e acolhedor, com gradação dos espaços públicos com qualidade conectados até chegar aos privados, numa hierarquia estruturada de passeios, trilhas e parques para proporcionar um extenso domínio público.

Ver o projeto Parque Tecnológico no campus da UnB e projetos urbanísticos dos campi Ceilândia e Gama, realizados pelo nosso grupo de pesquisa no LaSUS. Acesse [lasus.unb.br](http://lasus.unb.br).

### 7.5.4 As relações sociais comunitárias

Equilibradas, criam o sentido de pertença e expectativas de desenvolvimento comunitário. Estratégias que visem ao fortalecimento das relações comunitárias, a partir da interação social e do aprendizado e educação continuados, têm por objetivo a criação de uma cidade sustentável, com participação comunitária e ênfase na integração, variedade e organização espacial. A história de vida das comunidades que realizam obras em conjunto é rica e dificilmente será destruída. Nas palavras de Sennett (2018, p. 206) “o conhecimento local gera tradição”.

Ver projeto das Casas, em regime de mutirão, realizado no Varjão por professores da FAU/UNB e do Galpão Sonho de pano realizado também no Varjão pelo nosso grupo de pesquisa no LaSUS. Acesse [lasus.unb.br](http://lasus.unb.br).

## Capítulo 8

# Uma proposta interativa para qualificar o espaço

O desenho da cidade e o conforto ambiental requerem a representação do meio ambiente urbano como um objeto único, cuja identidade resulte do conjunto de suas características, dentre elas o território, natural ou construído, exigindo o entendimento do meio físico e uma nova **cultura ambiental**. Essa nova forma de percepção do lugar demanda, portanto, uma escolha e uma tomada de consciência das qualidades que estão presentes num determinado lugar, como já vimos no início do curso. A **caracterização do lugar** relaciona-se à vivência do homem, às suas interações com o outro, às transformações e adaptações das regras pré-estabelecidas pela própria natureza.

Assim sendo, a **cultura ambiental** é uma síntese das condições do meio natural e da paisagem construída, dos conjuntos urbanos e espaços de uso público, edificações, do mobiliário etc. Somente quando se incorporam os elementos próprios do lugar, especialmente ambientais, que são os que outorgam caráter e definem a cidade, é possível realizar um planejamento local específico, mais adequado, à grande diversidade regional. A consideração desses elementos nos permite atender melhor às exigências de qualidade de vida dos cidadãos.

Com esse objetivo, pensamos em instrumentar mais adequadamente nosso fazer, a partir do estabelecimento de **escalas de análise do espaço urbano**. Sua aplicação e avaliação decorrem do pressuposto de que é possível estabelecer uma correspondência entre os parâmetros físicos presentes no espaço urbano/área/sítio/lugar e os parâmetros perceptivos. O estabelecimento de escalas facilita também o trabalho com o meio construído, ao instrumentar as respostas para cada especificidade do meio. Nesse sentido, **projetar** pode ser entendido como a recuperação de uma nova ordem ambiental que leve em consideração as condições do ambiente, de modo a evitar a perda da evidência do entorno e colaborar para a percepção da cidade integrada nos processos naturais que sustentam a vida.

A análise por meio das escalas visa atingir uma caracterização sensorial e ambiental que ofereça possibilidade de ações concretas no espaço, que apoie decididamente as ações dos projetistas e que conduza à recuperação das agressões antrópicas. Essas escalas podem ser utilizadas na geração de recomendações específicas para a sustenta-

bilidade da cidade, assim contribuindo para incrementar o rendimento funcional, a eficiência energética e a qualidade estética do projeto urbano, o que, certamente, contribuirá para a qualidade e sustentabilidade da vida urbana.

Oke (1984) analisou uma série de dados climáticos produzidos por medições e, como resultado de seu estudo, assinala três escalas de interesse nas áreas urbanas:

(a) Microescala – escala típica do microclima urbano, determinada pelo tamanho de seus elementos individuais: edifícios, árvores, vias, ruas, praças, jardins, parques etc., numa extensão de algumas centenas de metros;

(b) Escala local – esta escala inclui os efeitos climáticos produzidos pela forma da paisagem, tais como a topografia, excluindo os efeitos da microescala (superfícies de cobertura, tamanho e espaçamento dos edifícios, atividades), numa extensão de menos de dez quilômetros;

(c) Mesoescala – influencia o clima de toda a cidade, tipicamente com uma extensão de dez quilômetros.

Levando em consideração as escalas climáticas elaboradas por Oke (1984 e 2004), Oke et al. (2017) e Monteiro (1976), propomos um conjunto de escalas orientadas para o planejamento e a intervenção em **quatro dimensões**:

- a da cidade;
- a do bairro/área/setor;
- a do lugar;
- a do edifício (ROMERO, 1999 a e 2003).

Essas escalas incorporam um conjunto de atributos relevantes na interação dos elementos urbanos/arquitetônicos com os elementos ambientais e os habitantes do lugar. Elas têm por **objetivo orientar o tipo e a esfera de ação a ser planejada**, contribuindo, assim, para a transformação de premissas genéricas de desenvolvimento sustentável em premissas específicas, que, além de melhorar o desempenho do espaço, possibilitem a compreensão e valorização necessárias para qualificar adequadamente o espaço.

No espaço das cidades e ambientes construídos, em geral, os elementos mais importantes para análise são:

- a estrutura urbana – dimensões dos edifícios e dos espaços

entre eles, o tamanho das vias e ruas;

- a cobertura urbana – construído, pavimentado, vegetado, água, solo descoberto;
- o tecido urbano – materiais construídos e naturais;
- o metabolismo urbano – calor, água, poluição devidos às atividades humanas.

Um tratamento adequado do sítio deve incluir as dimensões desses itens descritos.

As premissas sobre estruturação do ambiente e persistência da paisagem constroem e qualificam o ambiente ao convertê-lo num fato único sobrecarregado de significações. As medidas e o formato da paisagem urbana conferem as dimensões das escalas climáticas urbanas.

### **8.1 Macroescala das grandes estruturas urbanas ou da cidade**

Essa escala permite analisar a grande dimensão das estruturas urbanas, entendidas como o espaço da organização, dos recursos e da produção, bem como sistema de informação e de comunicação (ARGAN, 1992).

Os atributos que se destacam nessa escala são:

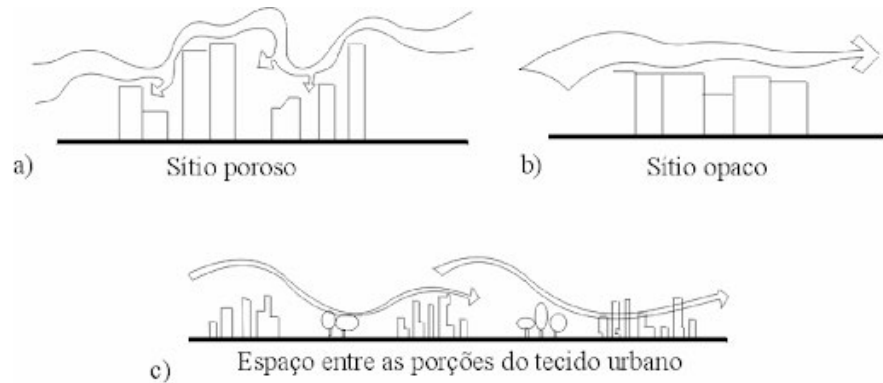
- a qualidade perceptiva da grande forma física e organizacional;
- a variedade ambiental;
- o macrossistema de transporte;
- a permanência e a continuidade do construído.

A análise desse conjunto de atributos determina:

- o nível de desempenho ambiental da forma urbana, em especial da massa construída e do sítio físico;
- a permeabilidade do solo;
- o relevo e declividade do sítio;
- o nível de insolação;

- o sombreamento mútuo;
- a ventilação, dada principalmente pela orientação, disposição, espaçamento, profundidade, forma e densidade da edificação (Figura 3).

Figura 3 – A ventilação urbana. Fonte: Da autora.



Na escala em questão, a componente dinâmica do clima é dada fundamentalmente pela atuação das massas de ar, que exercem importante influência sobre as áreas por onde se deslocam (Figura 4).

Figura 4 – Ventilação no Plano Piloto de Brasília – DF. Fonte: Da autora.



Para a grande escala da estrutura urbana (ROMERO, 1999), **as recomendações** pertinentes são aquelas que abordam aspectos relativos ao conjunto de atributos que decorrem da natureza da trama urbana, formada pelos cheios e vazios, ou seja, pela massa edificada e pelos espaços que a permeiam, pela diversidade de alturas, pelo grau de fragmentação e o diferencial de alturas (que, em linhas gerais, determinam uma maior ou menor penetração dos ventos na estrutura urbana em função da porosidade, da rugosidade e da compacidade antes descritas). As recomendações podem incidir, também, em aspectos relativos à convexidade ou concavidade da forma do sítio do assentamento, uma vez que esta última se mostra mais eficiente, nas localidades de climas

quentes e secos, ao preservar por mais tempo a umidade e ao ajudar a proteger o tecido urbano dos ventos que ressecam a atmosfera.

## 8.2 A escala intermediária do setor

Essa segunda escala, que corresponde à escala do bairro/área/setor, foi por nós determinada com base nos critérios de organização produtiva do espaço em análise.

Os **atributos** importantes para determinar o tipo de interação que se estabelece com o usuário seriam:

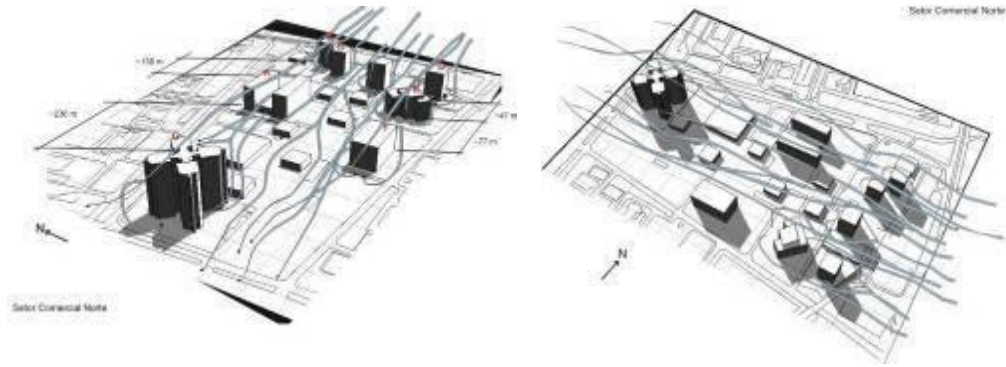
- as relações morfológicas e sua respectiva resposta ambiental;
- a acessibilidade funcional e ambiental, quer dizer, a orientação que apresenta a estrutura urbana às energias naturais;
- a homogeneidade, quer dizer, a similaridade de atributos espaciais que apresenta;
- o conhecimento pessoal;
- a funcionalidade.

Nessa escala, são objeto de **análise**:

- a orientação das ruas em relação às energias naturais;
- a posição dos volumes edificados;
- a capacidade térmica dos materiais constituintes;
- sua permeabilidade à manifestação da atmosfera, decorrente da maior e menor compacidade, rugosidade e porosidade da estrutura urbana.

Para a escala intermediária da área, as **recomendações** devem visar à complementaridade, ao aproveitamento, à veiculação e às trocas das produções. São também relevantes recomendações a respeito da regularidade das alturas e da adjacência dos lotes, em especial a geminação e os afastamentos frontais e laterais que favorecem ou dificultam uma maior penetração dos ventos na estrutura urbana e, assim, aumentam ou diminuem a energia gasta em retirar o calor das edificações (Figura 5).

Figura 5 - Setor Comercial Norte – SCN Brasília – DF. Fonte: Da autora.



### **8.3 A escala específica do lugar**

Definimos essa escala como o espaço coletivo e de valor, que não deve ser confundido com o espaço físico de implantação das construções. Postulamos os seguintes atributos do espaço pertinentes para a análise nessa microescala:

- identidade;
- otimização das relações pessoais;
- especificidade das funções;
- caracterização estética;
- apelo às emoções;
- segurança.

A **análise** realizada nessa escala determina aspectos da disposição ambiental desse conjunto, tais como:

- o controle dos efeitos ambientais pela ação dos usuários do espaço;
- a posição dos elementos que auxiliam a ambientação;
- o grau de concentração ou expansão que permite o conforto do ambiente;
- a existência de barreiras ou elementos que facilitem os fluxos das pessoas, não dos veículos;
- a compartimentalização ou unificação do espaço a partir da ação dos efeitos ambientais.

Para a escala do lugar, cujos atributos mais importantes decorrem da

natureza das ações cotidianas em função de mudanças sazonais, o conjunto de **recomendações** para a sustentabilidade do lugar deverá incluir aqueles aspectos pertinentes ao cotidiano que notadamente tenham uma alta carga motivadora e afetiva, tanto para a manutenção como para a formação da identidade do lugar (ROMERO, 2001).

Como exemplos desse tipo de recomendações, podem ser citados o replantio de árvores danificadas e a construção de lugares de sombra para facilitar a estadia e o usufruto dos espaços abertos públicos. Também deve ser dada especial atenção aos materiais superficiais que funcionam como elementos ordenadores do espaço e como estímulos dimensionais, tais como:

- a vegetação – por seu tamanho, densidade, qualidade e capacidade de modelar e de filtrar;
- a água – por suas qualidades compositivas, resfriadoras e acústicas;
- a estética da luz;
- os atributos da cor;
- os espaços do som;
- os aromas.

Em suma, deveriam receber especial atenção recomendações que visem à **humanização da paisagem**: a sensibilidade do lugar, a proporção dos impactos do construído no meio natural, a fragilidade de suporte dos impactos.

Eu gosto tanto desta escala. Você percebeu que ela pode ser um pouco subjetiva? Vou pedir para você tirar uma foto de uma “escala do lugar” que tenha um significado importante para você. Poste no fórum e apresente o *genius loci* dela, que tal?

#### 8.4 A escala específica do edifício

Essa escala corresponde à dimensão específica da unidade do abrigo e do espaço social e individual: o edifício. Nela, os **atributos** que precisam ser esquematizados para compreender e atuar nesse espaço são os seguintes:

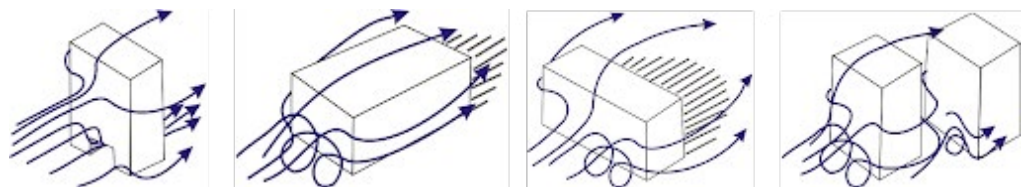


- proteção;
- otimização microclimática;
- controle, quer dizer os graus de privacidade;
- afeto, no sentido de abrigar o grupo social familiar.

O edifício é concebido como um sistema que mantém complexas relações energéticas com o meio que o rodeia. O equilíbrio que se produz entre os ganhos e perdas de energia pelo edifício, com relação à capacidade acumuladora, é o que determina, em cada momento, seu estado de energia interior.

Para a escala do edifício, cujos atributos mais importantes decorrem da sua qualidade de abrigo em função de necessidades individuais, um conjunto de recomendações para a sustentabilidade do edifício deveria incluir aspectos pertinentes ao saber arquitetônico, por um lado, e à cotidianidade, por outro. Caracteristicamente, tais **recomendações** devem ter uma alta carga técnica regulada por princípios da eficiência energética, para diminuir o consumo de energia e utilizar tecnologias brandas. Devem também incorporar uma dimensão afetiva para criar condições de integração com o entorno.

Figura 6 – A ventilação urbana e sua relação com a forma e orientação das edificações.  
Fonte: da Autora.



Como exemplos desse tipo de recomendações podem ser citadas as preocupações com o conforto, a utilização de paramentos protetores da pele (superfície do edifício em contato com o exterior), a climatização natural, a utilização de elementos que apelem ao prazer dos sentidos. A redução efetiva dos níveis de consumo de energia atuais envolveria a utilização da iluminação natural e de sistemas mais eficientes e a realização de estudos sobre a forma e orientação das edificações. Seria também importante a variabilidade das características da pele, especialmente na transformação de elementos opacos em transparentes, e vice-versa, e de elementos isolantes em não isolantes; e na eliminação do conceito de barreira (Figura 6).

# Capítulo 9

## A concepção bioclimática

### 9.1 Introdução

Vimos a grandes rasgos as questões que levam à sustentabilidade urbana. Que tal tratarmos agora com mais detalhe o espaço em outras escalas?

Para isso, trazemos a **concepção bioclimática**, que pode ser definida como aquela que abriga princípios de desenho que utilizam a **adequação ao lugar e à cultura do lugar** como parâmetro fundamental.

Essa concepção leva em conta os elementos do meio onde o espaço construído está inserido, procura o seu acondicionamento natural, utilizando para isso a avaliação integrada dos elementos térmicos, da luz, do som e da cor. Daí afirmarmos que o desenho urbano resultante da aplicação desses princípios inevitavelmente deverá demonstrar domínio histórico, cultural, ambiental e tecnológico.

Queremos introduzir a concepção sensorial, próxima de uma arquitetura objeto de prazer dos sentidos, em que a água, a luz, a cor, o som e os aromas são elementos que ordenam o espaço como estímulos dimensionais. Assim, também pensamos na possibilidade de modelar o espaço, incorporando os materiais do espaço, os espaços do som, a estética da luz e os atributos da cor.

Essas características constroem a processualidade do Bioclimatismo e demandam metodologia de aplicação muito flexível. Consideramos que o Bioclimatismo representa de alguma forma, uma superação e, como uma etapa atual do movimento climático-energético, a conceituamos, então, como uma forma lógica de desenho que reconhece a persistência do existente, culturalmente adequada ao lugar e aos materiais locais e que utiliza a própria concepção arquitetural como mediadora entre o homem e o meio.

Métodos e procedimentos para obter soluções bioclimáticas devem reger-se pela integração dos aspectos climáticos, históricos e culturais em suas diversas etapas, assim como tais etapas devem retroalimentar-se continuamente. Substitui-se, assim, o modelo tradicional analítico, atomizado e temporalmente estático, por atividades com revisão periódica e adaptação às características da realidade.

## 9.2 O ambiente e o clima das cidades

Mas como poderemos trabalhar com segurança nessa concepção?

Quais são as habilidades necessárias para isso?

Temos que conhecer como é o **desempenho dos elementos da cidade e sua relação como os elementos do clima**, em especial aquela categoria que se desenvolve desta relação: **o clima urbano**.

O ambiente das cidades, ao contrário do natural, ganha em fragilidade à medida que se torna mais complexo. A intervenção urbana causa alterações no clima de uma região, pois os materiais que constituem a superfície urbana possuem capacidade térmica mais alta e são melhores condutores do que os materiais encontrados em superfícies não construídas.

A ocupação do solo numa cidade é fundamentalmente caracterizada por uma elevada densidade edificada e área de pavimentação asfaltada. Esses elementos, por si sós, podem dar origem a uma elevação na temperatura de alguns graus centígrados. Esse efeito, associado à poluição, à redução dos espaços verdes e ao calor antropogênico (calor gerado pelas atividades humanas) libertado pela indústria, veículos, equipamento e atividades humanas, contribui para o estabelecimento de um campo mais elevado de temperaturas, designado por **ilha de calor urbana**.

Você já percebeu isso? Já se sentiu afetado por tal fenômeno nos espaços em que você vive ou trabalha?

Aposto que sim. Há um conjunto de parâmetros que influenciam diretamente o seu conforto térmico.

Primeiramente, vêm os **fatores pessoais**. Sua atividade metabólica e suas roupas, por exemplo, que são fatores que dependem de você, têm influência no seu conforto térmico.

Depois, vêm os **fatores ambientais**. Temperatura e velocidade do ar, temperatura média radiante, umidade relativa dependem da qualidade da envolvente (pele, paredes, vedações ou como queiram denominá-las) dos edifícios.

É importante realçar que, à noção de conforto térmico, está associada uma boa dose de fatores psicológicos e fisiológicos.

Você é uma pessoa calorenta ou friorenta?

Essa característica, bem como outras, que variam de pessoa para

pessoa, podem conduzir a diferentes sensações de conforto térmico, dadas as mesmas condições térmicas do ambiente.

Ainda, é importante adicionar que todo esse processo é dinâmico. Efetivamente, não só o clima varia instantaneamente, como o conforto humano não é uma realidade estática, uma vez que o ser humano tem capacidade para se adaptar às variações das condições térmicas que o envolvem.

Ainda bem! Caso contrário estaríamos em constante estresse...

Claro que o clima também influi no construído. As variáveis climáticas que mais influenciam o construído, em termos de transferência de calor são: a temperatura do ar exterior, a radiação solar e a ventilação.

É por isso que, quando vamos estudar a forma do edificado e das obstruções à incidência de radiação solar, observamos os efeitos de protetores e sombreamentos do próprio edifício e dos edifícios vizinhos, da vegetação e da forma urbana do espaço circundante (praças, ruas, avenidas etc.).

Você deve estar se perguntando: “eu compreendo como brises ou beirais, árvores e prédios vizinhos podem contribuir para o conforto térmico, mas... qual o papel da forma urbana do espaço circundante nisso”?

Um grande papel!

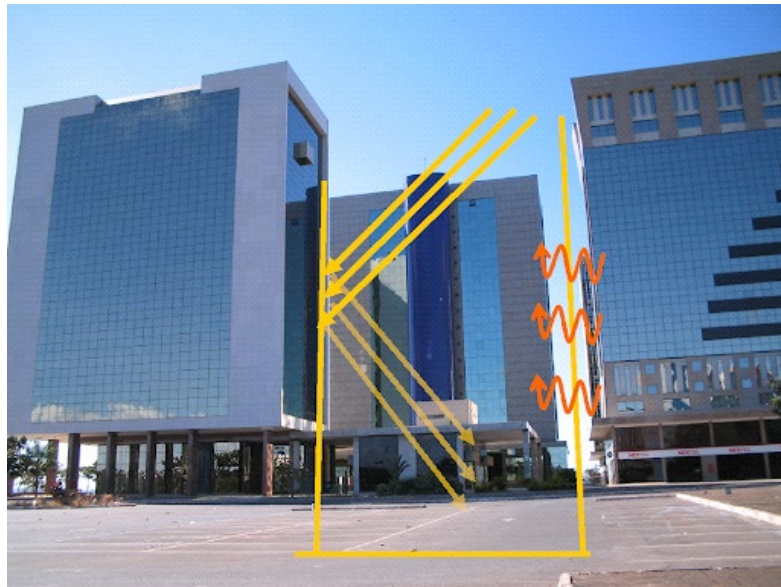
Observe sua cidade. Tente olhar para ela não como um aglomerado de casas, edifícios, praças, ruas, mas como uma composição geométrica de poliedros cheios (edificações) e vazios (áreas livres públicas ou privadas). As dimensões variadas do construído (alturas, larguras, comprimentos) e as relações de afastamento e proximidade entre eles têm relação direta com o conforto térmico.

Pela análise do conjunto de geometrias urbanas, passa a busca das formas urbanas mais favoráveis, quer dizer, visando à otimização desde o ponto de vista ambiental e da sustentabilidade da malha urbana.

O urbano apresenta variados desempenhos térmicos, com base em dois indicadores físicos:

- a **absortância**, indicativa da capacidade natural de um edifício inserido numa malha urbana para “aquecer”, por meio da sua exposição solar;
- a **emitância** efetiva do edificado, indicativa da capacidade natural de um edifício inserido numa malha urbana para “resfriar” por meio das perdas por trocas de radiação de onda longa (Figura 7).

Figura 7 - Setor Bancário Norte, Brasília – DF. Observe como se processam inúmeras reflexões devido à superfície especular das fachadas, e como o calor é reirradiado.  
Fonte: Da autora.



### **Absortância**

Durante o dia, a radiação solar atinge a superfície terrestre sendo parte absorvida e parte refletida, em proporções variáveis de acordo com as propriedades dos materiais onde incide. Isso faz com que as superfícies que constituem as ruas e as demais superfícies da cidade experimentem diferenças espaciais e temporais de temperatura, devido aos diversos níveis de exposição solar.

A elevada capacidade térmica da maioria dos materiais de construção promove o armazenamento de calor que, posteriormente, é emitido por radiação de elevado comprimento de onda para o céu, solo e elementos circundantes.

A radiação absorvida por uma superfície seca transforma-se em **calor sensível**, com um consequente aumento da temperatura, enquanto as superfícies úmidas e as folhas das plantas a convertem em **calor latente**.

Calor sensível é aquele que aumenta a temperatura dos próprios materiais. Parte desse calor é dissipado por convecção para o ar circundante, originando um acréscimo da temperatura do ar.

Calor latente é aquele que fica retido e é dificilmente reenviado à abóbada celeste (superfícies úmidas e as folhas das plantas).

Os materiais de construção são, também, tal como a vegetação, elementos com uma elevada absorção e baixa refletividade e, como tal, uma grande parte da radiação solar que neles incide é absorvida. Os fenômenos evapotranspirativos são, no entanto, consideravelmente reduzidos, devido à impermeabilidade e ao baixo teor de umidade dos materiais.

Claro que as trocas dependem da forma da estrutura urbana. A poluição pode também contribuir para a retenção de calor, ao minimizar as trocas radiativas entre os edifícios e a abóbada celeste. O calor absorvido pelas estruturas urbanas irregulares e de elevada densidade fica, em sua totalidade, retido, sendo dificilmente reenviado, pelo que provoca um aumento da temperatura urbana, haja vista se converter em calor sensível.

### **Refletância**

Como já sabe, parte da radiação solar é refletida pelos edifícios. Em uma densa estrutura urbana, ela sofre ainda fenômenos múltiplos de reflexão, sendo apenas uma pequena parte refletida para o céu. É como se se tratasse de uma série de espelhos que vão refletindo uns sobre os outros em um movimento infinito.

**Vou propor mais uma atividade pessoal para você. Leia os capítulos 5, 6 e 7 (páginas 57 até 100) do livro *Arquitetura Bioclimática dos Espaços Públicos* que escrevi. Após a leitura, pense na possibilidade de realizar uma avaliação integrada dos elementos térmicos, da luz, do som e da cor daquele mesmo lugar que caracterizou e registrou na atividade anterior.**

Voltando ao fenômeno de Ilha de Calor Urbana – ICU – destacamos que estamos caracterizando uma condição microclimática em que a temperatura do ar está mais elevada, a umidade relativa do ar está mais baixa e que existe a alteração na velocidade dos ventos, regime de chuvas, entre outros aspectos. Assim, o fenômeno das ICUs decorre do adensamento urbano, caracterizado por geometrias que barram os ventos e aumentam a taxa de absorção do calor; do aumento do albedo (dada a constante impermeabilização do solo); além da ação antrópica de remoção de vegetação e conseqüente redução da evapotranspiração, que trazem também uma diminuição significativa da umidade relativa do ar, comprometendo, às vezes, severamente a saúde da população.

Uma vez que o processo de urbanização é permanente e intenso, o entendimento do impacto da configuração urbana no clima urbano, nos níveis de conforto, na demanda energética de edificações e nas mu-

danças climáticas globais adquire uma grande importância. As iniciativas de mitigação dos efeitos nocivos à saúde humana decorrentes de mudanças climáticas globais se apresentam de forma discreta e não acompanham a urgência da crise ambiental.

Para acompanhar uma série de dados sobre ilha de calor em Brasília recomendo a leitura de nosso e-book *Mudanças Climáticas e Ilhas de Calor*, de 2019, que pode ser encontrado no seguinte link: [repositorio.unb.br/handle/10482/34661](http://repositorio.unb.br/handle/10482/34661)

### **9.3 Estratégias bioclimáticas para a criação de um habitat mais sustentável**

Na concepção dos edifícios, a adoção de certas estratégias pode influenciar significativamente seu desempenho térmico e, conseqüentemente, o conforto térmico de seus ocupantes. Damos ênfase ao térmico, uma vez que é o que mais afeta as atividades da população. Como o consumo energético depende das condições de conforto que os ocupantes querem atingir, se o edifício estiver pouco adaptado ao clima, obviamente será necessário maior consumo de energia para atingir as condições de conforto térmico pretendido.

Tente fazer mais um exercício. Observe os edifícios de sua cidade. Imagine-se dentro deles nos períodos mais quentes do ano.

Qual a sensação térmica que imagina experimentar?

Com certeza, se o edifício estiver composto de fachadas de vidro (sua envoltória) e inserido numa região tropical, a sensação será igual à que se experimenta no verão, às três da tarde ou ao meio dia, ao se entrar no carro que ficou estacionado sob o Sol durante as horas precedentes.

Tente fazer o mesmo exercício ao imaginar-se durante os períodos mais frios do ano...

Com certeza, a adoção de soluções que conduzam à prevenção e à atenuação de ganhos de calor e de estratégias que deem origem a processos de dissipação de calor traduzir-se-á assim numa redução das necessidades de resfriamento e na melhoria das condições de conforto térmico. Afinal, é isso o que o buscamos ao trabalhar com a arquitetura adequada ao lugar a partir de uma acertada leitura das características do sítio, não é?

São necessárias diversas estratégias bioclimáticas quando se trata da

criação de um habitat mais sustentável. Entre elas, destacamos:

- estratégias de acondicionamento do lugar;
- estratégias bioclimáticas para promover a ventilação natural;
- estratégias para restringir ganhos solares;
- estratégias de iluminação natural;
- estratégias de eficiência energética.

Elas estão relacionadas a seguir, seguidas das ações ou dos princípios de desenho que lhes dizem respeito.

### **Estratégias de acondicionamento do lugar**

- minimização de cortes e aterros;
- disposição das atividades segundo a orientação (zonas úmidas nas orientações de maior carga térmica);
- captação e reúso das águas de chuva (armazenamento e filtro);
- presença ativa da vegetação (para resfriamento e sombreamento) e de espécies vegetais apropriadas;
- rega controlada;
- solo permeável e drenagem natural, por gravidade.

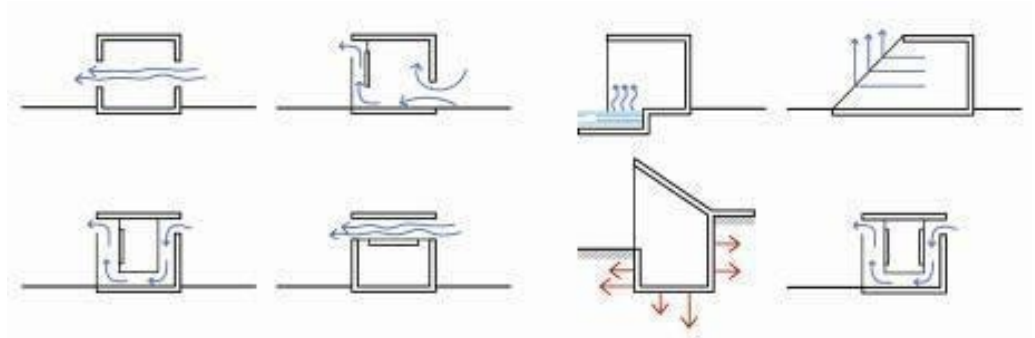
### **Estratégias bioclimáticas para promover a ventilação natural**

- concepção alongada;
- vedações opacas modulares, leves, permeáveis;
- porosidade da massa construída;
- vedações transparentes modulares com WWR – window wall ratio – calculado, protegidas da radiação. O WWR é o percentual recomendado de área envidraçada e área opaca de fachada que considera a proporção ótima de vidros para garantir iluminação natural e minimizar ganhos e perdas solares, levando em consideração as dimensões do ambiente (largura, profundidade e pé direito);
- aberturas que permitem ventilação cruzada;



- aberturas inferiores (para a entrada de ar frio) e superiores (para a saída do ar quente);
- camada de ar ventilada nas fachadas;
- resfriamento noturno, com vãos controláveis (Figura 8).

Figura 8 - Estratégias para promover a ventilação e vãos controláveis  
Fonte: Da autora.



### **Estratégias para restringir ganhos solares**

- dispositivos de proteção solar externos;
- coberturas duplas;
- colchão de ar;
- forro ventilado;
- passeios cobertos ou semicobertos;
- pele dupla;
- cores claras ou refletantes;
- coberturas vegetais.

### **Estratégias de iluminação natural**

- vedações transparentes modulares com WWR calculado, protegidas da radiação;
- prateleiras de luz;
- forros claros e vidros seletivos.

### **Estratégias de eficiência energética**

- equipamentos de baixo consumo elétrico e de água;

- controle individual dos equipamentos e sistemas de iluminação;
- incorporação da vegetação no isolamento do edifício;
- partido arquitetônico alongado (pouco profundo).

## 9.4 As ferramentas

Nessa procura por ferramentas que facilitem a interpretação das necessidades do sítio, Givoni (um dos mais conceituados pesquisadores dessa área de conhecimento) elaborou a Carta Bioclimática, na qual se anotam os dados de temperatura (Bulbo seco – TBS – e Bulbo úmido – TBU), umidade relativa, pressão atmosférica de um determinado lugar ou cidade e se verifica se estes estão dentro do espaço estabelecido como Zona de Conforto.

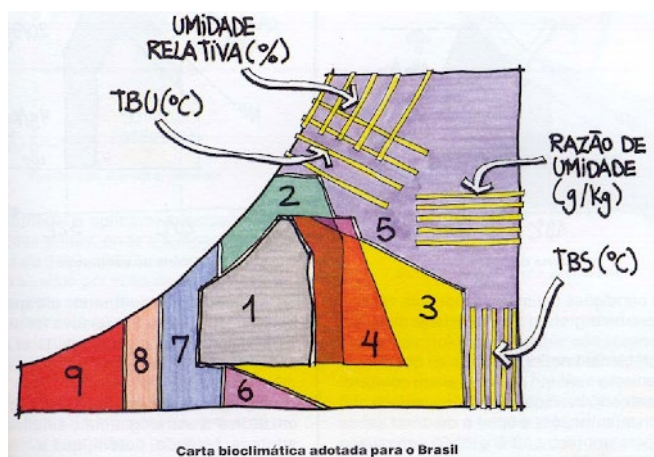
### Zoneamento Bioclimático Brasileiro

No Brasil já existe norma para orientar os procedimentos neste sentido.

É a norma da ABNT sobre Zoneamento bioclimático brasileiro, que traz diretrizes construtivas e detalhamento de estratégias de condicionamento térmico passivo, com base em parâmetros e condições de contorno fixados.

Ela traz a divisão do território brasileiro em oito zonas relativamente homogêneas quanto ao clima e, para cada uma delas, apresenta um conjunto de recomendações tecno-construtivas que otimizam o desempenho térmico das edificações, por meio de sua melhor adequação climática. Adaptou uma Carta Bioclimática a partir da sugerida por Givoni (1992), detalhada na figura 9.

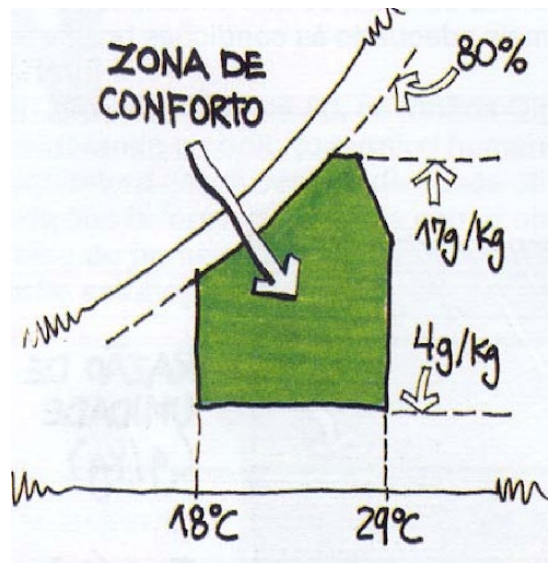
Figura 9 - Carta Bioclimática de Givoni.  
Fonte: Lamberts et al. (1997).



Verifique em qual zona se encontra sua cidade, ou a mais próxima dela e então verifique as estratégias de condicionamento térmico passivo correspondentes. A sua residência, ou o seu local de trabalho, adotam essas estratégias?

### 9.4.1 A Zona de conforto

Figura 10 – Zona de Conforto da Carta Bioclimática de Givoni. Fonte: Lamberts et al. (1997).



Nas condições delimitadas por essa zona de conforto haverá uma grande probabilidade de que as pessoas se sintam em conforto térmico no ambiente interior, mesmo em diversos limites de:

- Umidade relativa (entre 20% e 80%);
- Temperatura (entre 18 °C e 29 °C).

#### Estratégias:

- quando o ambiente interior estiver com temperatura próxima a 18 °C, evitar o impacto do vento;
- quando a temperatura estiver próxima a 29 °C, controlar a incidência de radiação solar sobre as pessoas;
- vestir roupas leves e submetidas a pequena quantidade de ventilação.

### 9.4.2 Se os dados estão fora da Zona de Conforto

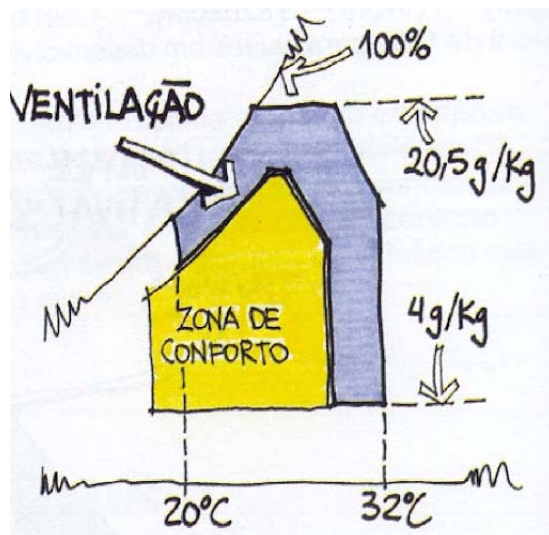
Se os dados estiverem fora da zona de conforto, devem ser adotadas Estratégias Bioclimáticas para resfriamento (entre as mais comuns para as áreas tropicais), em função das necessidades de obter o conforto térmico nas edificações para voltar a ficar dentro desses parâmetros.

Seriam elas: **ventilação, resfriamento evaporativo e massa térmica.**

As Estratégias Bioclimáticas explicitadas a seguir foram retiradas de Lamberts (1997), págs. 106 a 108 e de Givoni (1994), págs. 37 a 131.

### Ventilação

Figura 11 – Carta Bioclimática de Givoni - Ventilação.  
Fonte: Lamberts et al. (1997).



Se as temperaturas do interior ultrapassarem os 29 °C ou a umidade relativa for superior a 80%, a ventilação pode melhorar a sensação térmica.

Nas regiões tropicais, a ventilação natural é um processo pelo qual é possível resfriar os edifícios tirando partido da diferença de temperaturas existente entre o interior e o exterior, em determinados períodos. O movimento de ar efetivo através dos edifícios, gerado por pressão de vento, depende de duas condições básicas: em primeiro lugar, deve existir zona de alta pressão e zona de baixa pressão em torno do edifício e, em segundo, devem existir aberturas de entrada na zona de alta pressão e aberturas de saída na zona de baixa pressão. Para atender a esses requisitos, mostram-se fundamentais a forma urbana e o desempenho da estrutura da cidade.

### Estratégias:

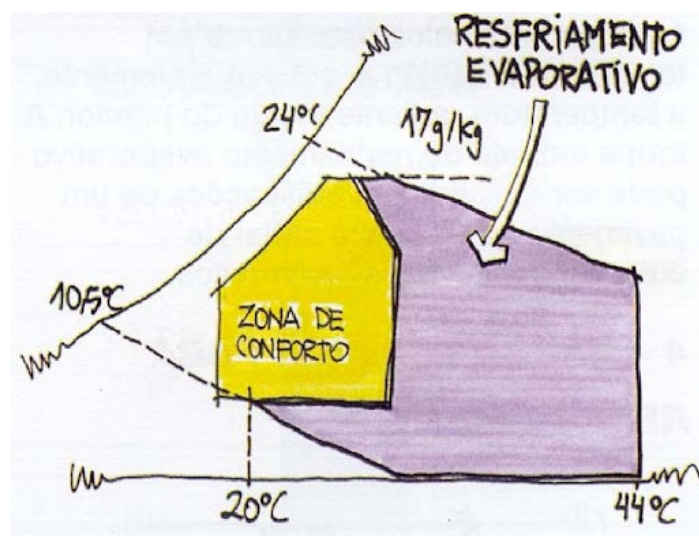
- no clima quente úmido: ventilação cruzada (fazendo com que a temperatura interior acompanhe a exterior). Supondo que a ve-

locidade máxima permitida para o ar interior é da ordem de 2 m/s, a ventilação é aplicável até o limite de temperatura exterior de 32 °C, pois, a partir daí, os ganhos térmicos por convecção tornam essa estratégia indesejável;

- nos espaços exteriores amplos: evitar barreiras edificadas para fornecer a boa distribuição do movimento do ar. Em regiões onde a temperatura diurna é maior que 29 °C e a umidade relativa é inferior a 60%, o resfriamento convectivo noturno é mais adequado.

## Resfriamento evaporativo

Figura 12 – Carta Bioclimática de Givoni – Resfriamento Evaporativo.  
Fonte: Lamberts et al. (1997).



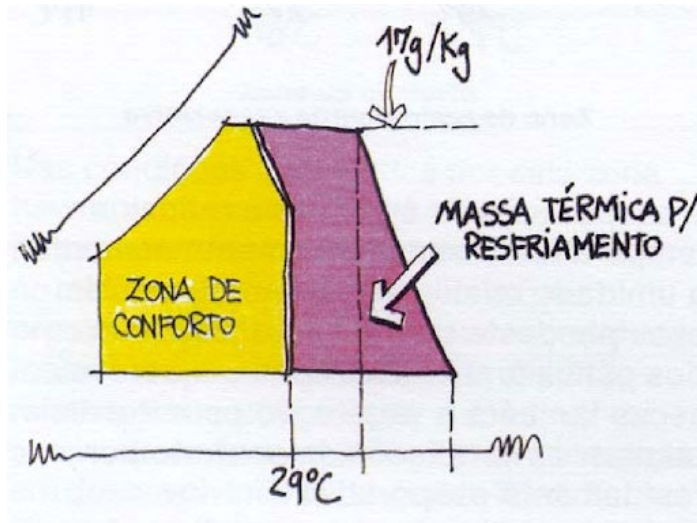
A evaporação da água pode reduzir a temperatura e aumentar a umidade relativa. Esse sistema requer uma boa ventilação e é aconselhável quando a temperatura de bulbo úmido (TBU) máxima não excede os 24 °C e a temperatura de bulbo seco (TBS) máxima não ultrapassa os 44 °C.

### Estratégias:

- de maneira direta, por meio do uso de vegetação (evapotranspiração do vegetal); de microaspersores ou fontes de água (evaporação da água);
- de maneira indireta, por meio de tanques de água sombreados no telhado (a temperatura da água inicialmente é igual à do ambiente interior). Com a evaporação, a água ganha calor e rouba da superfície, o que diminui a temperatura do teto e, conseqüentemente, a temperatura radiante média do interior.

## Massa térmica para resfriamento

Figura 13 – Carta Bioclimática de Givoni – Massa térmica para resfriamento.  
Fonte: Lamberts et al. (1997).



O uso da inércia térmica de uma edificação pode diminuir a amplitude da temperatura interior em relação à exterior.

Comportamento da temperatura: o calor armazenado na estrutura térmica da edificação durante o dia é devolvido ao ambiente somente à noite, quando as temperaturas externas diminuem. A estrutura térmica resfriada durante a noite mantém-se fria durante a maior parte do dia, reduzindo as temperaturas interiores nesses períodos.

### Estratégias:

- o edifício não deve incorporar grandes superfícies envidraçadas orientadas ao Sol (o contrário é verdadeiro se se quer utilizar a massa térmica para aquecimento);
- aberturas reduzidas nas orientações menos favoráveis;
- sombreamento proporcionado pelos edifícios (o contrário é verdadeiro, e devem existir proporções apropriadas de espaços exteriores para conseguir Sol no inverno).

## 9.5 Sobre os primeiros exemplos das estratégias bioclimáticas

### 9.5.1 Exposição Universal de Sevilha – Expo92

A primeira vez em que se aplicou, em larga escala, o condicionamento natural dos espaços abertos foi em 1992, na Exposição Universal de Sevilha – EXPO92.

Figura 14 - EXPO92. Praça Europa, com dispositivos de resfriamento evaporativo.  
Fonte: Da autora.



Figura 15 - EXPO92. Nuvem de água produzida através de 1340 micronizadores instalados numa esfera 22m. de diâmetro. Evapora 10m<sup>3</sup>/hora de água. Fonte: Da autora.



Figura 16 - EXPO92. Cascata de água.Fonte: Da autora.



Figura 17 - EXPO92. Lâminas de água com surtidores.





Figura 18 - EXPO92. Sombra proporcionada pelas pérgulas vegetais de cultivo hidropônico.  
Fonte: Da autora.



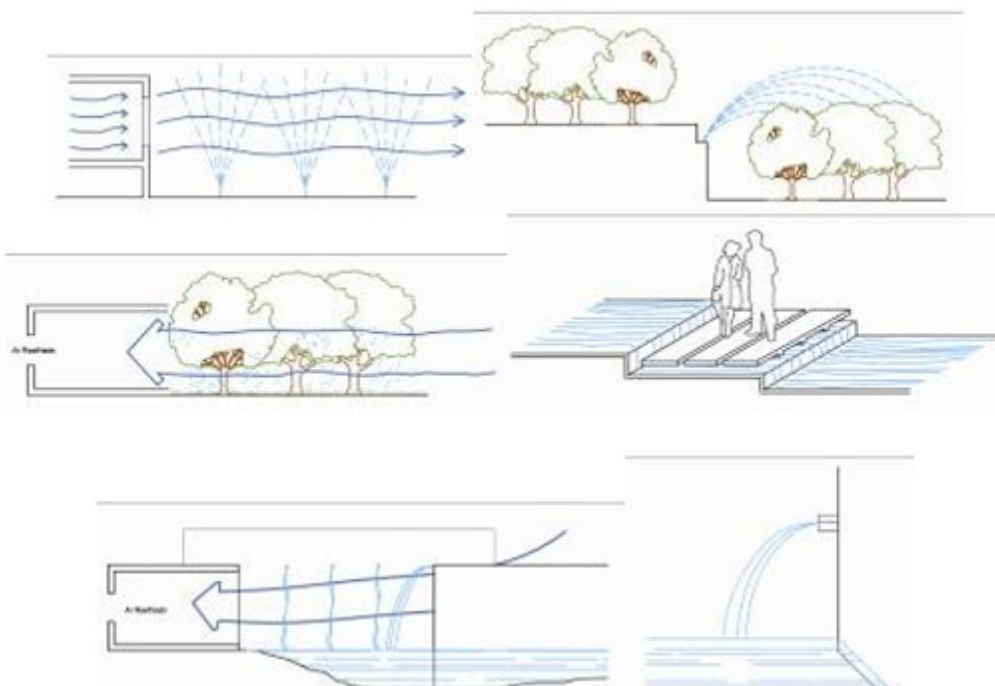
Figura 19 - Quiosque com cobertura de pérgulas vegetais de cultivo hidropônico.  
Fonte: Da autora.



O lugar escolhido foi uma ilha desabitada às margens do rio que banha a cidade. O lugar é um exemplo de clima de extremos, quente e seco no verão e muito frio no inverno.

A arquitetura e a urbanização que se desenvolveu correspondem a uma reinterpretação dos conhecimentos existentes na arquitetura tradicional vernácula do sul da Espanha, fortemente influenciada pela arquitetura islâmica, que durante sete séculos dominou a península ibérica. As soluções adotadas para o **condicionamento dos espaços abertos** utilizam os mesmos recursos (sombra, água, vegetação) das **soluções tradicionais**.

Figura 20 - Exemplos de ar resfriado pela passagem da ventilação por um corpo de água ou num elemento confinado. Fonte: Da autora.



A cidade geralmente suaviza os rigores do clima com inúmeras técnicas (pérgulas, fontes, tanques, toldos, vegetação e velas). Destacamos o **pátio**, elemento central do habitat islâmico, que exerceu uma forte influência, seja pelas conotações de privacidade e de lócus do desenvolvimento da vida familiar ampliada, seja pela introdução dos elementos sensoriais ao ambiente, na forma de aromas (especialmente de flor de laranjeira), de sons (especialmente da água), de cores, volumes e brilhos que atenuavam o forte Sol mediterrâneo e transformavam a luz nos diversos reflexos que a arquitetura em movimento devolvia.

Para a exposição, estabeleceu que, para os pavilhões dos países participantes, a única condição a que deveriam atender seria a de não introduzir calor no ambiente. Assim, todos os projetistas tiveram de desenvolver sistemas passivos de condicionamento (sem ar-condicionado artificial).

## Estratégias adotadas

A principal estratégia adotada foi a obstrução da radiação direta, obtida das mais variadas formas, a determinação de sombras projetadas, pérgulas vegetais e coberturas duplas, camadas de elementos refletantes sobre as coberturas, cortinas de água etc.

A segunda estratégia utilizada foi a **introdução da umidade** no espaço, fortemente castigado pelo calor e *secura saarianos*. Assim, foram criados resfriamentos do ar através de dutos enterrados, pavimentos resfriados, tanques e lâminas de água com ou sem pulverizadores a jato, resfriamento evaporativo da água em movimento, resfriamento evaporativo através de evaporação de gotas *in situ* por micronizadores e aspersores.

Foram estabelecidas **velocidades do ar** e movimentos de ar interzonais no plano de ocupação superiores aos toleráveis em outros espaços, ficando assim assegurada a efetividade da transpiração (evaporação rápida) e favorecidas as trocas convectivas (natural e forçada) ao aumentar o coeficiente de transferência pele/ar.

### 9.5.2 O pavilhão britânico

Da arquitetura dos pavilhões, destacamos o Pavilhão Britânico, projetado por Nicholas Grimshaw, que apresenta a máxima adequação ao lugar, ao desenvolver fachadas diferenciadas para cada uma das solicitações externas. Assim, para a fachada principal, foi utilizado um fechamento de vidro de 18 m de altura pelo qual desliza um véu d'água que introduz resfriamento evaporativo ao ambiente. A água é bombeada num fluxo contínuo acionado por coletores solares (localizados na cobertura e que, ao mesmo tempo, fornecem sombra). Todo o envelope foi concebido como um moderador passivo do clima. O sistema de sombreamento da cobertura consta de superfícies curvas como brises perpendiculares à orientação norte-sul. Ao mesmo tempo, suportam as placas de células fotovoltaicas que fornecem energia.

Cada fachada utiliza diferentes dispositivos de resfriamento segundo a orientação. O edifício funciona como um grande envelope que tem como objetivo criar condições mais favoráveis de conforto higrotérmico.

Oeste: materiais com alta capacidade térmica. Parede construída com tanques de água para armazenar o calor ganho.

Leste: água em movimento/parede de água. Resfriamento evaporativo, parede vertical de vidro com lâmina de água.

Figura 21 - EXPO92. Pavilhão Britânico. Fonte: Da autora.



### 9.5.3 Acondicionamento dos espaços abertos da Expo92 de Sevilla

#### Técnicas Bioclimáticas

Figura 22 - EXPO92. Fonte: Da autora.



- A obstrução da radiação direta é o início das estratégias de acondicionamento. Controle da radiação solar com coberturas (direta+difusa) e com confinamento (refletida): Rotonda bioclimática.
- Nos espaços abertos, é desejável o estabelecimento de velocidades do ar no plano de ocupação superiores às toleráveis em

outros espaços, assim fica assegurada a efetividade da transpiração (evaporação rápida) e fica favorecido o intercâmbio convectivo ao aumentar o coeficiente de transferência pele/ar.

Figura 23 - EXPO92. Fonte: Da autora.

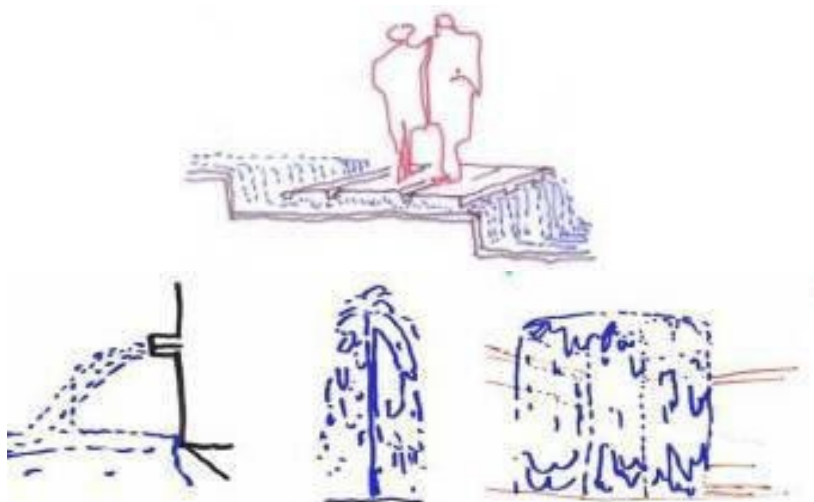


- Determinação de sombras projetadas pela cobertura: (pérgulas com jardineiras). Pavimentos resfriados.
- Esfriamento do ar através de dutos enterrados. Tanques e lâminas d'água com e sem pulverizadores de jato.
- Esfriamento evaporativo com unidades de tratamento de ar convencionais.
- Esfriamento evaporativo por meio de evaporação de gotas in situ por convecção natural (micronizadores em árvores ou sob pérgulas).
- Esfriamento evaporativo por meio de evaporação de gotas in situ por convecção forçada: (torres frias, barreiras úmidas).

### **Técnicas de condicionamento adotadas**

- Coberturas duplas e simples com regadora controlada (terminal ferroviário e palanque).
- Lâmina de água.
- Tanques e cascatas. Cascata de 400 m de comprimento e 6 m de altura. 12 torres frias de 30 m de altura situadas na avenida 11. Possuem na parte superior um elemento captador de brisas e proporcionam uma alta potência frigorífica.

Figura 24 - EXPO92. Fonte: Da autora



## Palanque

Figura 25 - EXPO92. Fonte: Da autora



- Cobertura de PVC branco (13% de transmissividade) com rego controlado.
- Barreiras úmidas em todo seu perímetro – formados por uma combinação de cortinas d'água e micronizadores.
- Cinco unidades de tratamento de ar, em cada uma delas consta seção de esfriamento sensível e seção de esfriamento evaporativo.
- Nuvem de água produzida por meio de 1340 micronizadores instalados numa esfera 22 m de diâmetro. Evapora 10 m<sup>3</sup>/h de água.

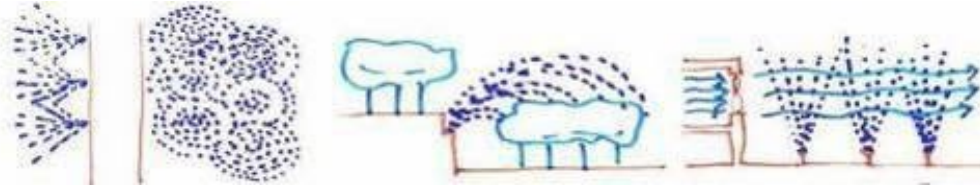
### **Sombras projetadas**

Figura 26 - EXPO92. Fonte: Da autora



- Pérgulas vegetais de cultivo hidropônico – Criar microclima agradável e opção estética pela leveza.
- Intensa cobertura vegetal e espetacular cor e floração.
- As plantas crescem num substrato composto de materiais inertes (turfas e argilas expandidas). Grande capacidade de aeração e retenção d'água. Sistema de rega para gotejo autocompensado – e sistema para miniaspersão. Crescimento tutorial – Espécies: Jasmim – Bouganvilia – Hedra = Módulo de 12 m x 16 m, ou 6 m x 6 m, situados a diversas alturas entre 4 m e 12 m definido pelo módulo utilizado nos espaços públicos (6 m).

Figura 27 – Estratégias com o uso de água. Fonte: Da autora.



### 9.5.4 Outras Exposições Universais

Logo após a grande obra de Sevilha, as Exposições Universais que se seguiram, Lisboa 98, Hannover 2000 e Shanghai 2010, não deixaram de adotar e, ainda, aumentar o grau de adoção das estratégias de condicionamento bioclimáticas dos espaços. Em Hannover, até o lema da exposição trazia a lembrança do principal objetivo, “Humanidade, Natureza e Tecnologia”. Os destaques aqui ficaram por conta dos edifícios e suas soluções extremamente criativas, com destaque para os pavilhões de Colômbia e Venezuela.

Em Shanghai 2010, o destaque foi para os pavilhões com a temática

Figura 28 - Pavilhões da Venezuela (à esquerda) e da Hungria (à direita) Exposição Universal Hanôver 2000. Fonte: Da autora.

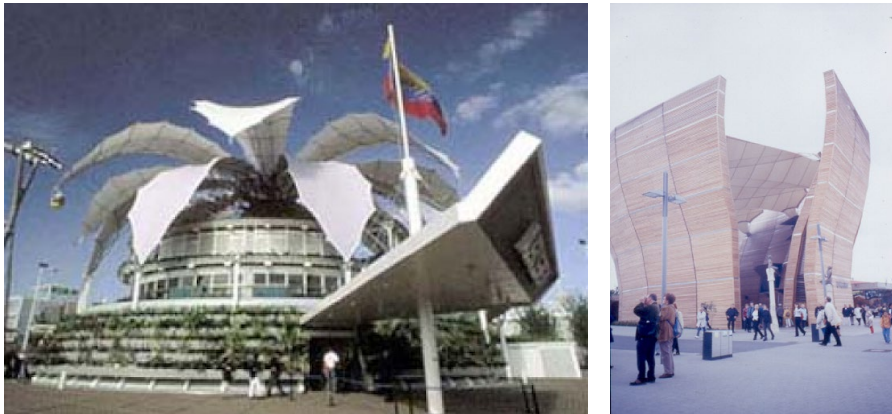


Figura 29 - Pavilhões da Espanha e Holanda - Exposição Universal Shanghai 2010. Fonte: Da autora.

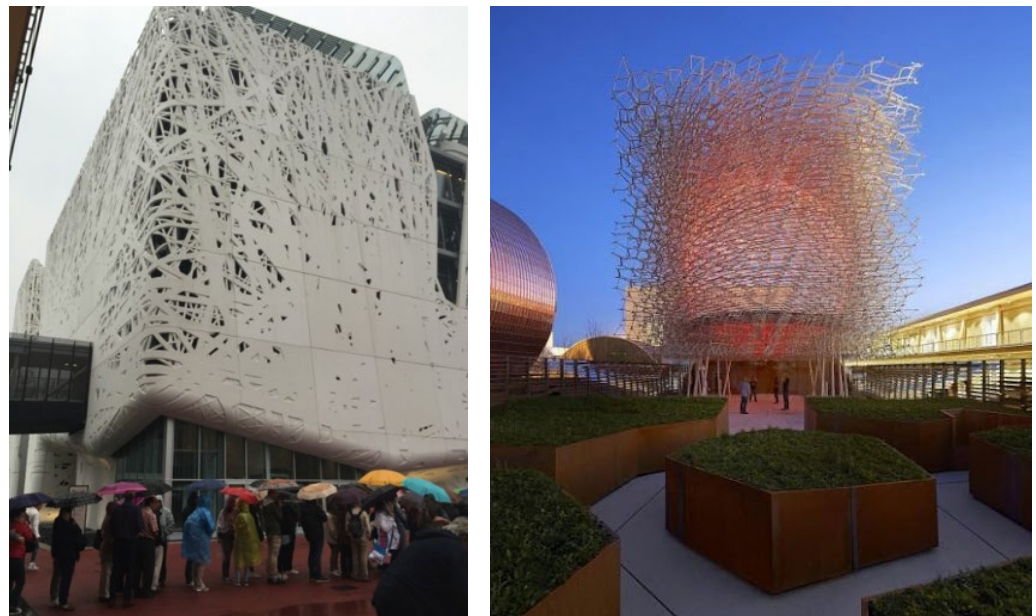




Figura 30 - Pavilhão 2049 mostra a relação entre os seres humanos , a natureza e as cidades.  
Fonte: Da autora.



Figura 31 - Pavilhões de Portugal e da Inglaterra da exposição Universal de Milão - 2015.  
Fonte: Da autora.



urbana: Urbanian, City Being, Urban Planet e Footprint & Future.

Observe os pátios da vida pública, da semipública e da privada. Exercite sua percepção sensorial e descubra quais as características que, nesses ambientes, davam o grau de privacidade desejada.

Verifique em qual zona se encontra sua cidade, ou a mais próxima dela e então verifique as estratégias de condicionamento térmico passivo correspondentes. A sua residência, ou o seu local de trabalho, adotam essas estratégias?

Figura 32 - Escada com água descendo os degraus ruidosamente, resfriando e emitindo sons agradáveis ao ambiente. Alhambra – Granada – Espanha. Fonte: Da autora.



## 9.6 Concepção dos edifícios bioclimáticos

Um dos objetivos finais da concepção de edifícios bioclimáticos é a obtenção natural das condições de conforto dos seus usuários, que variam em função do clima, do edifício em termos construtivos e também do tipo de utilização.

O projeto de um edifício bioclimático deverá começar por uma criteriosa escolha da implantação e da orientação do edifício, de forma a projetar com o clima e as condições do lugar.

O conhecimento da temperatura exterior ao longo do ano, a sua amplitude térmica, é de extrema importância em razão do papel que desempenha no estabelecimento de fluxos energéticos: perdas e ganhos térmicos e do potencial em termos de ventilação natural. Algumas estratégias já exemplificadas se mostram necessárias para obter o edifício mais adequado ao lugar.

### Estratégias de resfriamento

- promover ventilação natural;
- restringir ganhos solares;
- promover o resfriamento evaporativo;
- promover o resfriamento por radiação quando existirem elevadas amplitudes térmicas.

### Sistemas passivos de resfriamento

Os sistemas de resfriamento passivo baseiam-se em estratégias que visam utilizar as fontes frias existentes de forma a diminuir a temperatura no interior dos edifícios. Dessa forma, os sistemas de resfriamento passivo podem eliminar ou diminuir consideravelmente a necessidade de um sistema de climatização artificial/convencional.

A prevenção ou proteção de ganhos solares poderá ser considerada em todos os tipos de edifícios por meio de opções arquitetônicas. Em primeiro lugar, há que ter em atenção o tipo de vidro utilizado e o respectivo controle solar. A melhor solução é seguramente a utilização de sombreamento exterior, pois tal impede a entrada de radiação solar no interior do edifício.

A utilização de isolamento na envolvente dos edifícios, especialmente se ele for colocado no exterior da envolvente, conduz a situações que diminuem as solicitações térmicas por meio da envolvente opaca, diminuindo assim a carga térmica de resfriamento do edifício. Especial atenção deve ser dada às coberturas dos edifícios, pois são as superfícies que mais radiação solar recebem durante o verão. A cor dos edifícios deve ser levada em consideração, sendo que cores claras se traduzem em menores valores de captação da radiação solar, pelo que favorecem naturalmente o desempenho térmico dos edifícios no verão.

A atenuação dos ganhos de calor através da envolvente do edifício depende também da massa térmica do edifício, ou seja, da capacidade que um edifício tem de armazenar calor na sua estrutura.

### **Ventilação Natural**

A ventilação natural é um processo pelo qual é possível resfriar os edifícios tirando partido da diferença de temperaturas existente entre o interior e o exterior em determinados períodos. Assim, é possível e desejável implementar também a ventilação noturna como uma estratégia muito eficaz de evacuação dos ganhos no interior dos edifícios, principalmente dos edifícios de habitação. Também é possível utilizar a ventilação natural durante o dia em períodos nos quais a temperatura exterior é inferior à temperatura do edifício, por exemplo, durante a manhã.

A ventilação natural é um processo promovido pelas diferenças de pressão de um lado e outro das janelas, portas, chaminés e frestas, quer por origem na diferença de temperaturas interior-exterior, quer por ação direta do vento sobre as edificações. Observe as figuras a seguir, extraídas do texto *Conceitos Bioclimáticos para os edifícios em Portugal*, realizado em 2004 pelo INETI sob a coordenação de Helder Gonçalves e João Mariz Graça.

Figura 33 - Ventilação cruzada. Fonte: Da autora.

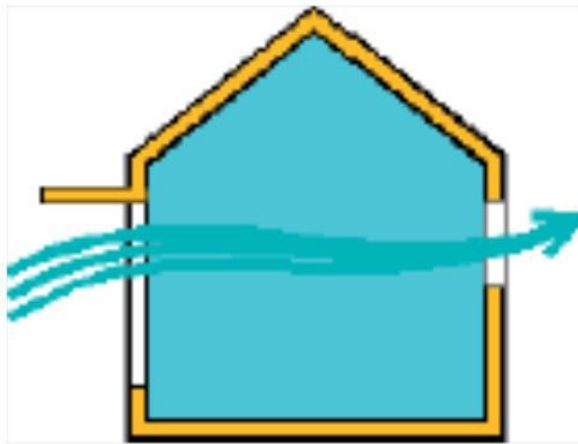


Figura 34 - Dutos enterrados para resfriamento e forro ventilado. Fonte: Da autora.

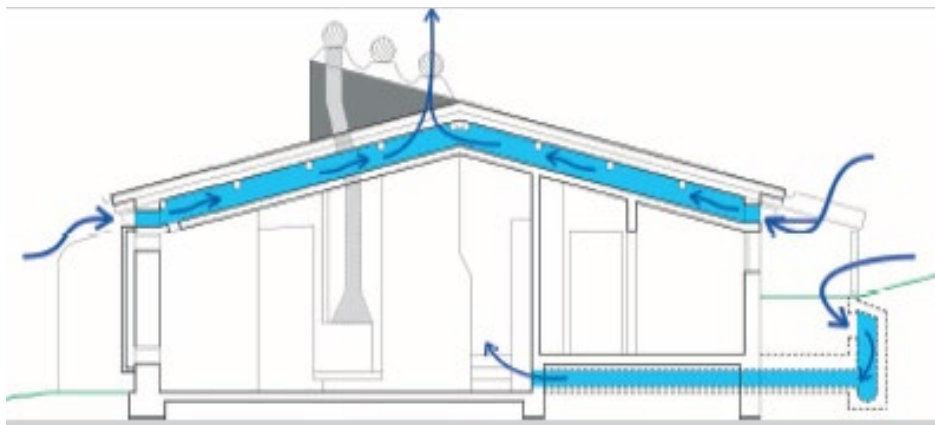
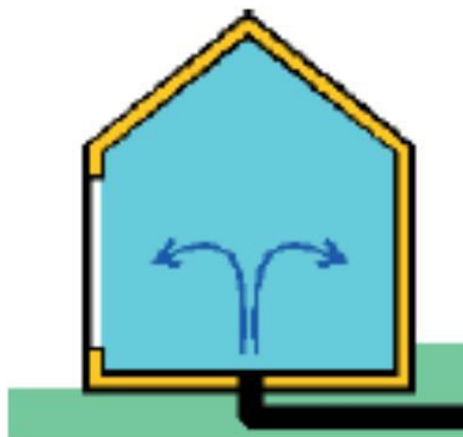


Figura 35 - Resfriamento por duto enterrado ou por condução. Fonte: Da autora.



## Resfriamento

O solo, que no verão, apresenta temperaturas inferiores à temperatura exterior, constitui uma importante fonte fria e poderá intervir como uma fonte de dissipação de calor, a qual pode ocorrer por processos diretos ou indiretos.

No caso do resfriamento por contato direto com o solo, este constitui a extensão da própria envolvente do edifício (paredes, pavimento e eventualmente cobertura). As técnicas de resfriamento mais utilizadas são as evaporativas e as radiativas.

A emissão de radiação por parte dos elementos do envolvente exterior de um edifício poderá ser utilizada no seu esfriamento. As perdas por

Figura 36 - Resfriamento evaporativo e Resfriamento radiativo (por radiação). Fonte: Da autora.

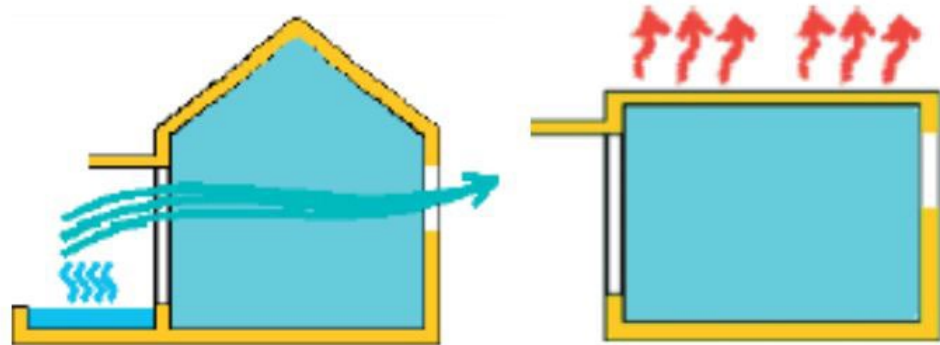
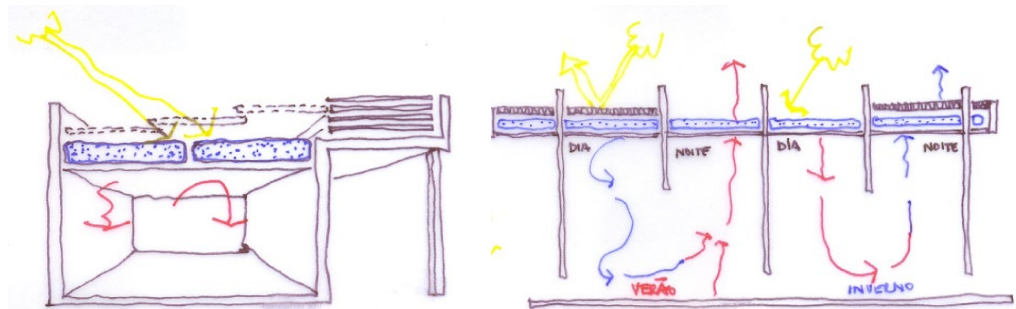


Figura 37 - Aquecimento e resfriamento pela cobertura. Fonte: Da autora.



radiação ocorrem durante os períodos diurnos e noturnos, tratando-se, pois, de um processo contínuo. É, no entanto, durante o período noturno que os seus efeitos se fazem mais sentir, dada a ausência de radiação solar direta. As coberturas horizontais são os componentes privilegiados relativamente ao resfriamento radiativo.

## 9.7 Síntese das estratégias bioclimáticas

Como pôde ter apreciado, existem estratégias básicas que podem ser desdobradas em inúmeras formas, depende do projetista e do elemento ambiental que se queira controlar. Para ampliar a aplicabilidade, apresentamos, a seguir, uma síntese que visa apreender rapidamente, em uma espécie de checklist ambiental, a essência do partido adotado e sua adequabilidade ambiental, que, esperamos, os acompanhe sempre

nos projetos.

### **Estratégias de acondicionamento do lugar**

- minimizar cortes e aterros
- disposição das atividades segundo a orientação (zonas úmidas nas orientações de maior carga térmica)
- captação e reuso das águas de chuva (armazenamento e filtro)
- presença ativa da vegetação (resfriamento e sombreamento) (fig. 38)
- espécies vegetais apropriadas e de rega controlada
- solo permeável – capacidade aquífera do solo
- drenagem natural, por gravidade

### **Estratégias de resfriamento**

1 – Promover ventilação natural, inércia leve

- vedações opacas modulares, leves, permeáveis
- porosidade da massa construída
- vedações transparentes modulares com WWR calculado, protegidas da radiação
- aberturas que permitam ventilação cruzada, concepção alongada
- aberturas inferiores (entrada ar frio) (fig. 39)
- aberturas superiores (saída ar quente) (fig. 40)
- camada de ar ventilada nas fachadas
- resfriamento noturno (vãos controláveis)

2 – Restringir ganhos solares

- protetores solares, dispositivos de proteção solar externos
- cobertura dupla (fig. 41)

- colchão de ar
- forro ventilado
- passeios cobertos ou semicobertos
- pele dupla
- cores claras ou refletantes
- cobertura vegetal (fig. 42)

### 3 – Promover o resfriamento evaporativo

- vapor de água micronizado
- condução de brisas resfriadas para o interior da edificação
- sistemas de evapotranspiração
- vegetação arbórea e arbustiva nas proximidades da edificação

### 4 – Promover o resfriamento por radiação quando existirem elevadas amplitudes térmicas

#### **Estratégias de iluminação natural**

- vedações transparentes modulares com WWR calculado, protegidas da radiação
- prateleiras de luz
- forros claros
- vidros seletivos

#### **Estratégias de eficiência energética**

- equipamentos de baixo consumo elétrico e de água
- controle individual dos equipamentos e sistemas de iluminação
- incorporar a vegetação no isolamento do edifício
- concepção alongada (pouco profunda)

Figura 38 - Presença ativa da vegetação (resfriamento e sombreamento)  
Exposição Universal Shanghai 2010. Urban Best Practices Area – UBPA. Fonte: Da autora.



Figura 39 - Aberturas inferiores (entrada ar frio). Council House 2, Melbourne – Australia.  
Fonte: Da autora.

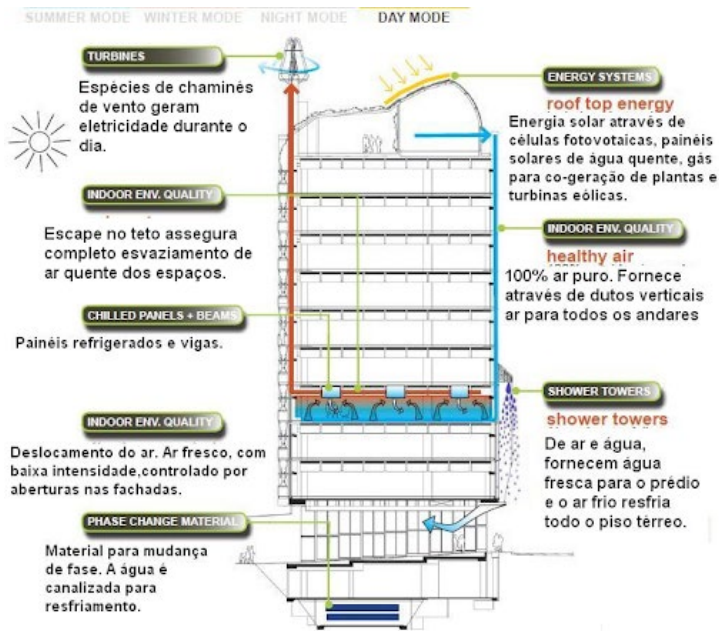


Figura 40 - Aberturas superiores (saída ar quente). Council House 2, Melbourne - Austrália  
Fonte: Da autora.

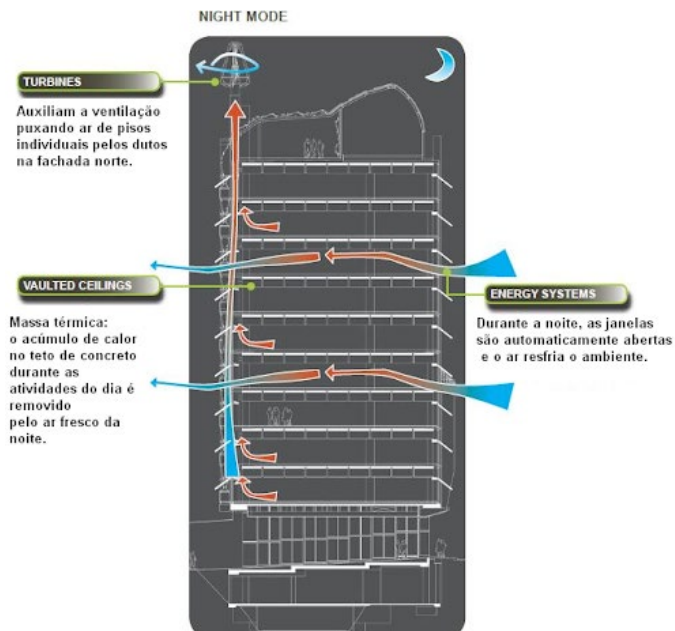




Figura 41 - Cobertura Dupla. Centro de Recuperação de áreas degradadas  
Campus Darcy Ribeiro UNB- Projeto LaSUS. Fonte: Da autora.

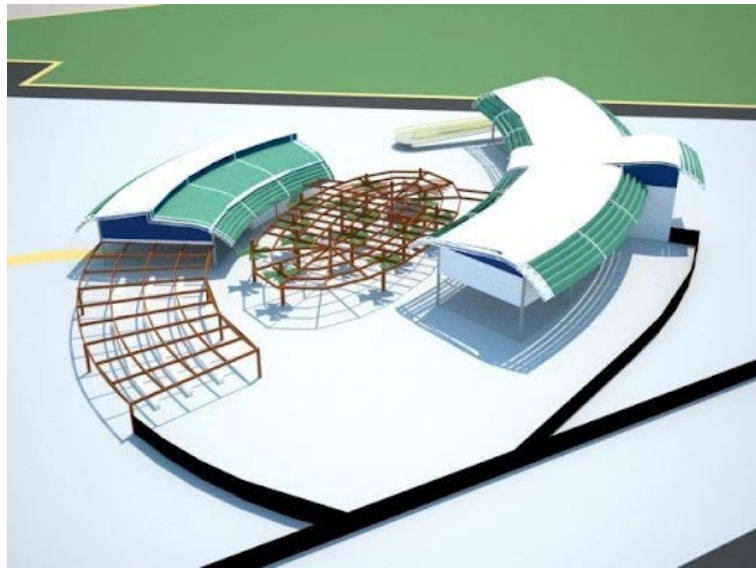
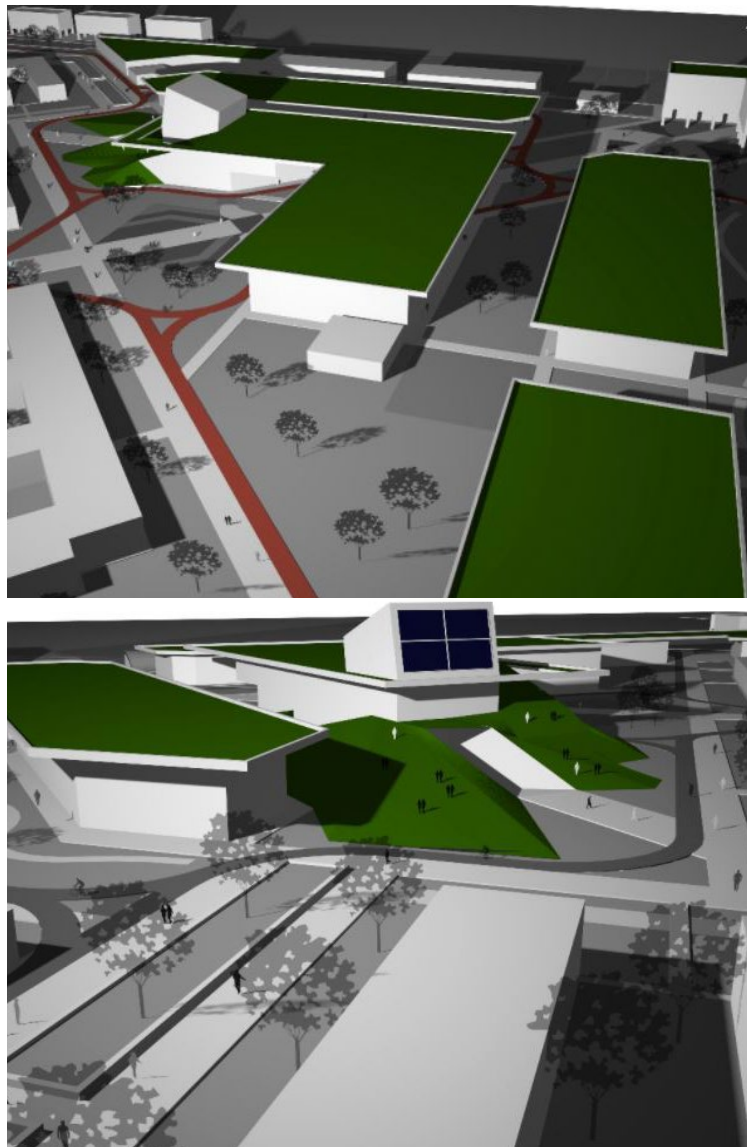


Figura 42 - Cobertura Vegetal – Campus Gama UnB – Projeto Lasus. Fonte: da autora.



# Palavras finais

Apresentamos os conceitos fundamentais da concepção bioclimática, na perspectiva de obter elementos para realizar uma arquitetura adequada às necessidades específicas de cada lugar e que eliminem a degradação das áreas urbanas.

Esperamos que se utilize deles como instrumentos projetuais. Cabe a você a aproximação que lhe seja mais conveniente, na certeza de que, se for bem aplicada, estaremos contribuindo para um ambiente com mais qualidade e, em definitivo, mais democrático e passível de ser apropriado por toda a população.

As análises do sítio e as construções de lugares envolvidos nos processos de reconstrução das imagens urbanas encontram, nesta particular área de conhecimento, um aliado, uma vez que, invariavelmente, centram no homem seu foco de ação.

Visando à reconstituição da malha e tecidos urbanos nas propostas de revitalização e recuperação da cidade, vamos utilizar esses conhecimentos para superar a escassa diversidade, a falta de tratamento, a falta de definição dos espaços, a falta de identidade, a pobreza do vocabulário formal etc., em especial naqueles espaços que se demonstram incapazes de gerar um projeto suscetível de evolução, adaptação e modificação.

Assim, superaremos definitivamente a simplificação do vocabulário formal, a homogeneização do espaço, a semelhança de tratamento das fachadas e a limitada expressão urbanística dos espaços públicos.

Sucesso!

Prof.<sup>a</sup> Marta Adriana Bustos Romero.

# Referências

ABRAMI, G. **Progettazione Ambientale**, Cooperativa Livraria Universitaria do Politécnico – CLUP Editora, Milão, 1990.

AEDO, W. C. **Vivienda urbana popular de adobe en el Cusco**, Perú. Perú, UNESCO, 2001.

ARANTES, A. A. **O espaço da diferença**. Ed. Papirus, Campinas. 2000.

ARANTES, O. **A ideologia do lugar público na arquitetura contemporânea** in O lugar da arquitetura. Edusp, São Paulo. 1993.

ARGAN, G. **História da Arte como História das Cidades**, Martins Fontes, São Paulo, 1992.

GIRARDET, H.: “**Sustainable Cities**”, in Revista Architectural Design Profile No 25, Academy Group Ltda., London, 1997.

GIVONI, B. **Comfort Climate Analysis and Building Design Guidelines**, Energy and Building, 18 (1), 11-23, 1992.

GIVONI, B. **Passive and Low Energy Cooling of Buildings**, Van Nostrand Reinhold, USA, 1994.

GREGOTTI, V. **Território da arquitetura**. São Paulo, Editora Perspectiva S. A., 1975.

HOUGH, M. **Natureza y Ciudad**. Planificación Urbana y Procesos Ecológicos, Editora Gustavo Gili, Barcelona, 1998.

LAMBERTS R., Dutra L., Pereira F. **Eficiência energética na arquitetura**, PW Editores, São Paulo, 1997.

MASCARÓ, L. **Ambiência Urbana**, Sagra D. C. Luzzatto, Porto Alegre, 1996.

MONTEIRO, C. A. de Figueiredo: **Teoria e clima urbano**, IGEO – USP. Série teses e monografias nº 25, São Paulo, 1976.

NORBERG-SCHULZ, C. **Arquitetura Ocidental**, original de 1973, GGReprints, Barcelona, 1999.

NORBERG-SCHULZ, C. **Genius Loci – towards a phenomenology of architecture**. New York, Rizzoli International Publications, Inc. 1980.

OKE, T.R., MILLS, G., CHRISTEN A., VOOGT J., **Urban Climates**, Cambridge University Press, 2017

OKE, T.R., “**Methods in urban climatology**”. In Applied Climatology, Zürcher Geograph. Schrift., 1984.

OKE, T.R., **Urban Observations, Instruments and Methods of Observation Programme**, IOM Report, World Meteorological Organization, Geneva, 2004.

PAPANECK, V. **Arquitetura & Design**, (Green Imperative, 1995), Edições 70, Lisboa. 1998.

RASMUSSEN, S. E. **Experiencia de la arquitectura**. Ed. Labor S.A., Barcelona. 1974.

RAPOPORT, A. **Aspectos humanos de la forma urbana**: hacia una confrontación de las ciencias sociales con el diseño de la forma urbana. Ed. Gustavo Gili, Barcelona. 1978.

ROGERS, R. **Ciudades para um pequeno planeta**, Ed. Gustavo Gili, Barcelona. 2001.

ROMERO, M. A. B.; BAPTISTA, G. M. de M.; LIMA, E. A. de; WERNECK, D. R.; VIANNA, E. O.; SALES, G. de L.. **Mudanças climáticas e ilhas de calor urbanas**. 1. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 2019. v. 1. 151p. Disponível em: <http://repositorio.unb.br/handle/10482/34661>

ROMERO, M. A. B. **Arquitetura do lugar: uma visão bioclimática da sustentabilidade em Brasília**, Ed. Nova Técnica Editorial, São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_ **O desafio da construção de cidades**, pp 55-58, Revista AU, Ano 21 No 142, janeiro de 2006.

\_\_\_\_\_ **A Sustentabilidade do Ambiente Urbano da capital**, in Aldo Paviani (org.), Brasília: controvérsias ambientais, Coleção Brasília, Ed. UnB, Brasília, 2003.

\_\_\_\_\_ **Arquitetura Bioclimática dos Espaços Públicos**, Ed. UnB, Brasília, 2001.

\_\_\_\_\_ **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. ProEditores, 2ª edição, São Paulo. 2000.

\_\_\_\_\_ **Brasília e seus Espaços Públicos**, Cadernos Eletrônicos da Pós Graduação, FAU – UnB, 1999.

\_\_\_\_\_ **Desempenho das Constantes Morfológicas.**  
Índices de Adequação Ambiental da Periferia do DF, pág. 85 até 109,  
in Brasília gestão urbana; conflitos e Cidadania, Paviani (org.), Coleção  
Brasília, Editora UnB, Brasília, 1999.

RUEDA, S. **La ciudad Sostenible, Servicio de Investigación y Exposiciones del CCCB.** Institut d'Edicions, Barcelona, 1998.

RUANO, M. **Ecourbanismo. Entornos Humanos Sostenibles: 60**  
Projectos, Editora Gustavo Gili, Barcelona, 1999.

SACHS, I. **Estratégias de transição para o século XXI.** Desenvolvimento e Meio Ambiente, Studio Nobel/ Fundap, São Paulo, 1993.

SENNETT, R. **Construir e habitar**, Editora Record, Rio de Janeiro, 2018.

\_\_\_\_\_ **La conciencia del Ojo**, Ediciones Versal, Barcelona, 1991.

SERRA, R. **Arquitectura y Energias Naturales**, Ediciones UPC, Barcelona. 1995.

VIRILIO, P. Folha de São Paulo 28/09/97, páginas 4 e 5, do Caderno MAIS. 1997.





ISBN: 978-65-992384-8-2

**OR**



9 786599 238482